

Цветкова В. А., Барышева О. В., Калинин А. А. Информатика как наука об информации: Информационный, документальный, технологический, экономический, социальный и организационный аспекты / Под ред. Р. С. Гиляревского; авт.-сост. В. А. Цветкова. – М.: ФАИР-Пресс, 2006. – 592 с. (Специальный издательский проект для библиотек); *Мацевский С. В., Ишанов С. А.* Теоретическая информатика: Учеб. пособие. – Калининград: РГУ им. И. Канта, 2007. – 528 с.; *Воройский Ф. С.* Информатика. Энциклопедический словарь-справочник: введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах. – М.: Физматлит, 2006. – 768 с.; *Коллин К. К.* Теоретические проблемы информатики. Т. 1. Актуальные философские проблемы информатики. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – 222 с.

51. Представители разных областей знания могут подразумевать под информацией: 1) элемент математической модели (шенноновская трактовка информации); 2) биологический сигнал или материальное «рабочее тело», которое можно передавать по каналам связи в техносфере; 3) семантическое явление, т. е. сведение, смысл, знание (*Соколов А. В.* Философия информации: Проф.-мировозвр. учеб. пособие. – СПб.: СПбГУКИ, 2010. С. 142–143; *Нашимов В. В.* Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1979. С. 126–128).

52. Ю. И. Журавлев и И. Б. Гуревич считают, что после определения термина «информатика», данного А. П. Ершовым в 1987 г. [30], информатика-1 и информатика-2 фактически образовали единую дисциплину, изучающую как содержательный смысл, так и технические средства создания, накопления и распространения знаний (*Журавлев Ю. И., Гуревич И. Б.* Информатика // Большая Российская энциклопедия: В 30 т. / Предс. науч.-ред. совета Ю. С. Осипов. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2008. Т. 11. С. 481–482). Мы полагаем, что реального объединения так и не произошло. Об этом косвенно свидетельствует программа создания информатики.3.

53. *Быков Г. В., Крицман В. А.* Станислао Канниццаро: Очерк жизни и деятельности. – М.: Наука, 1972. С. 5.

54. *Джуа М.* История химии / Пер. с итал. Г. В. Быкова. – М.: Мир, 1975. С. 210–227.

55. *Быков Г. В., Крицман В. А.* Станислао Канниццаро: Очерк жизни и деятельности. С. 119.

56. Там же. С. 132.

57. Там же. С. 133.

58. Resolution B5. Definition of a Planet in the Solar System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf.

59. А. В. Соколов считает, что вместо уточнения термина «информатика» следует разрабатывать систему информационных дисциплин (наук об информации), в которой найдут свое место три указанных вида информатики, а также множество других отраслевых информатик – социальная, историческая, экономическая, правовая, биоинформатика и др. (*Соколов А. В.* Философия информации: Проф.-мировозвр. учеб. пособие. – СПб.: СПбГУКИ, 2010. С. 62–136).

УДК 62-506:008:30

МИРОВОЗРЕНЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ ИНФОРМАТИКИ

С. Н. Гринченко, д. т. н., профессор, главный научный сотрудник

Тел.: (499) 135-62-60, e-mail: sgrinchenko@ipiran.ru

Институт проблем информатики РАН

<http://www.ipiran.ru>

It is proposed to regard the mankind as the hierarchic self-controlling (according to the criteria of energetic character) system. It allows to describe its sophistication and development in informatics-cybernetic terms not only qualitatively, but also quantitatively. It is stated that since 1980s years this system has become extremely complicated structurally (in potency), determining, hereby, difficulties of adaptive behavior (coevolution) realization of all its hierarchic components.

Человечество предлагается рассматривать как иерархическую самоуправляющуюся (по критериям энергетического характера) систему. Это позволяет описывать его усложнение и развитие в информатико-кибернетических терминах не только качественно, но и количественно. Констатируется, что, начиная с 1980-х гг., эта система структурно предельно усложнилась (в потенции), определяя, тем самым, трудности реализации приспособительного поведения (коэволюции) всех ее иерархических составляющих.

Ключевые слова: мировоззрение, человечество, самоуправляющаяся система, метаэволюция, поисково-оптимизационный подход, личностно-социально-производственная система.

Keywords: world outlook, mankind, self-controlling system, meta-evolution, search-optimization approach, individual-social-technological system.

1. Информатико-кибернетический язык описания природы и общества



Формирование мировоззрения как видения мира в целом и места человека в этом мире в значительной степени зависит от языка, используемого при описании мира. Наиболее часто при этом используются языки естественных наук (физики, биологии и т. д.), гуманитарных наук (истории, социологии и т. д.) и междисциплинарный язык философии. Но последний не исчерпывает спектра возможных языков междисциплинарного общения. Известен опыт привлечения для изучения процессов познания мира информатико-кибернетического языка. Так, Л. А. Растрингин и В. А. Марков [11] рассматривали «кибернетическую гносеологию» как активное и комплексное исследование проблем теории познания с использованием кибернетических методов. Этот подход использовали В. Ф. Турчин и К. Джослин [13], исследуя *систему кибернетическую* (термины, выделенные здесь и ниже курсивом (при их первом употреблении), подробно объясняются в приложении 1).

К настоящему времени опубликованы работы [2, 4], использующие информатико-кибернетический язык и идеологию *оптимизации поисковой* (напомним, что «оптимизация» – это *процесс* движения к цели, в отличие от «оптимальности» – *состояния* достигнутой цели), в которых не только изучающий субъект, но и изучаемый объект рассматриваются как кибернетическая система. Или конкретнее – как иерархическая система, *поведение приспособительное* которой реализует механизм адаптивной поисковой оптимизации целевых критериев энергетического характера. Примеры таких объектов: система живой природы (как целое) и личностно-социально-технологическая система Человечества. Можно утверждать, что идеология и инструментарий поисковой оптимизации (в ее наиболее развитом – иерархическом и адаптивном – варианте) приобретает всё более междисциплинарный характер, формируя новую, «*поисково-оптимизационную*» картину мира [5, 6].

Перспективность развития поисково-оптимизационной версии информатико-кибернетического языка описания мира следует и из мнений основоположников – Л. А. Растрингина: «Механизмы случайного поиска, по-видимому, свойственны природе нашего мира на всех уровнях его проявления и организации. И, во всяком случае, могут служить удобной и конструктивной моделью этих процессов» [9] и Н. Н. Моисеева: «По-видимому, всю историю развития жизни на Земле можно было бы изложить на языке многокритериальной оптимизации» [8].

Итак, задачу формирования представления о Природе и Человечестве и выявления основных стадий их развития будем решать поэтапно:

- а) формируем общий вид моделей Природы и Человечества как иерархических *систем самоуправляющихся*;
- б) определяем конкретный вид иерархических моделей Природы и Человечества для каждой основной стадии их развития;
- в) сопоставляем *метаэволюцию* последовательности этих моделей с процессом развития и качественного усложнения системы живого и личностно-социально-технологической системы Человечества;
- г) для модели Человечества проводим интерпретацию моментов начала формирования ее иерархически расширенных подсистем – и периодов между ними – в содержательных терминах исторической науки;
- д) исходя из модельного представления о Человечестве, намечаем перспективы дальнейшего хода его развития.

2. Основные сведения о системе поисковой оптимизации

На сегодняшний день наиболее хорошо разработаны и исследованы процессы управления в технических системах, т. е. в рамках технической кибернетики [8–10] Установлено, что эти процессы могут осуществляться с помощью нескольких типичных механизмов, различающихся между собой принципом управления, эффективностью и другими характеристиками. Среди этих механизмов наиболее универсальным – а значит, и наиболее естественным для реализации в природной системе – является управляющий контур, организованный по принципу поисковой оптимизации.

Основная идея процедуры поисковой оптимизации весьма проста, что лучше всего представить с помощью некоторого гипотетического примера ее применения.

Рассмотрим группу из n субъектов S_i (где $i = 1, \dots, n$), каждый из которых каким-то заранее непредсказуемым образом «ведет себя» во времени (т. е. проявляет собственную *активность*

поведения, если угодно – *свободу* воли), влияя тем самым на остальных субъектов из этой группы (см. рис. 1).



Рис. 1. Наипростейший механизм поисковой оптимизации

Представим себе, что «некто» (не относящийся к группе субъектов S_i) каким-то образом оценивает (с некоторой частотой) текущую результативность поведения всей группы этих субъектов S_i как целого. Для этого он следит за значениями интегрального (т. е. характерного именно для всей группы) показателя Q , зависящего от поведения субъектов S_i так называемым экстремальным образом (т. е. имеющим экс-

тремум – максимум или минимум – в пространстве возможных поведений субъектов S_i) и отражающего эффективность суммарного поведения всей группы субъектов S_i как целого.

По-видимому, подобный механизм, структура которого состоит всего лишь из двух блоков и двух связей между ними, является наипростейшим из всех возможных управленческих механизмов. Но, невзирая на такую простоту, он вполне справляется со своей функцией слежения за местоположением экстремума (который, кстати, вполне может дрейфовать во времени) показателя Q . Для этого ему достаточно иметь возможность запоминать ранее измеренное значение Q и сравнивать с ним вновь полученное (на новом шаге измерения). Если новое значение показателя Q лучше старого, деятельность всей группы субъектов S_i на текущем временном шаге признается успешной (даже если некоторые из них действовали явно не лучшим образом) и могущей быть продолженной в том же духе. Всем им подается сигнал K_T об этом (которому достаточно иметь всего два значения: условно говоря, «плюсовое» и «минусовое»; в данном случае ему присваивается «плюсовое»), а новое значение Q запоминается. В противоположном случае деятельность всей группы субъектов S_i признается неудачной (даже если некоторые из них действовали явно удачно) и всем им подается «минусовое» значение сигнала K_T , требующее от каждого из S_i изменить свое поведение, а значение Q сохраняется в памяти прежним.

Здесь важно отметить, что этот (единный для всей группы) сигнал K_T не задает конкретный вид нового поведения каждого из субъектов S_i , а лишь информирует их о необходимости менять направление своей собственной активности. Этой информацией некоторые из субъектов S_i , вообще говоря, могут и пренебречь, продолжая действовать в том же духе, что и ранее; в общем же случае они обычно начинают направление своей активности как-то менять.

В результате подобной процедуры и осуществляется селекция вариантов проявления собственной активности отдельных субъектов S_i , направленная на достижение всей группой экстремального значения общего для них показателя Q . То есть в контуре поисковой оптимизации реализуются не любые варианты активного поведения составляющих этот контур отдельных субъектов. Реализуются лишь те, которые на данном временном шаге поискового оптимизационного процесса приводят к улучшению некоторого общего для всей их группы – и весьма важного для каждого! – показателя Q .

Что в действительности может представлять собой Q ? Для природной системы – это показатель, связанный с ее энергетикой: либо непосредственно энергия (реализованная в той или иной форме) группы субъектов S_i , либо некоторая более сложная комбинация различных потоков энергии, связанной с функционированием рассматриваемых объектов этой системы. Именно энергетика отражает эффективность деятельности любой природной системы («в среднем» (за некоторый период времени)).

Остается выяснить, что же собой представляет упомянутый выше как осуществляющий слежение за показателем Q «некто», о котором было сказано, что он не является одним из субъектов S_i рассматриваемой группы. Для этого перейдем к рассмотрению иерархичности – другого фундаментального свойства системы Природы и фундаментального понятия описывающего ее поведение информатико-кибернетического языка.

3. Иерархия в системе Природы

Термин «иерархия» был введен еще несколько столетий назад для описания организации христианской церкви, т. е. соподчинения церковных предстоятелей-иерархов. В дальнейшем он был распространен на научное описание форм, существующих во всех подсистемах Природы: неорганической, биологической, социальной (властных структур, бюрократии и т. п.).

Почему иерархическое рассмотрение природных систем актуально вообще, и конкретно – актуально в рамках информатико-кибернетического языка описания их поведения?

Ученые давно заметили, что структуры, которые они наблюдают или изучают в природе, по своим размерам не составляют непрерывного ряда, а образуют прерывистую последовательность. Каждый тип структуры складывается, очевидно, из единиц определенных размеров, которые вместе составляют новую единицу на следующем уровне пространственной иерархии (при которой соответствующие уровни включают друг друга подобно матрешке). С другой стороны, столь же давно замечено, что и темпы изменения природных процессов также не образуют непрерывного ряда: отражающие их так называемые «характерные времена» соответствуют сгущениям в таком ряду – налицо временная иерархия.

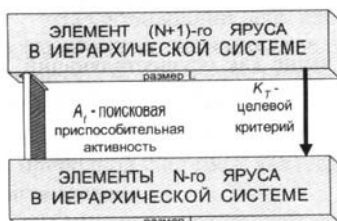
Кроме того, иерархия отнюдь не сводится только к пространственной либо к временной. Так, Большой энциклопедический словарь «Биология» отмечает: «**Иерархия** у животных – система поведенческих связей между особями в группе, регулирующая их взаимоотношения и доступ к пище, убежищу, особям противоположного пола» [1]. Если вспомнить, что регуляция – это частный случай управления, то мы увидим, что здесь внимание исследователя обращается именно на управленческий аспект рассматриваемой иерархии. Можно сказать, что сам принцип иерархической организации, или принцип интегративных уровней, в биологии и экологии принимается как эмпирически наблюдаемый факт. При этом небезынтересно, что, по мнению многих специалистов, внешнее управление в иерархии живого на всех уровнях, от молекулярного до экологического, в принципе обладает одинаковыми фундаментальными свойствами.

Крупнейший кибернетик нашего времени В. Ф. Турчин отмечает: «Любая сложная система, возникшая в процессе эволюции по методу проб и ошибок, должна иметь иерархическую организацию. Действительно, не имея возможности перебрать все мыслимые соединения из нескольких элементов, природа перебирает соединения из нескольких элементов, а, найдя полезную комбинацию, размножает ее и использует как целое в качестве элемента, который может быть связан с небольшим числом других таких же элементов. Так и возникает иерархия. Это понятие играет огромную роль в кибернетике. Фактически всякая сложная система, как возникшая естественно, так и созданная человеком, может считаться организованной, только если она основана на некоей иерархии или переплетении нескольких иерархий» [12]. Здесь нужно пояснить, что упоминаемый В. Ф. Турчиным «метод проб и ошибок» представляет собой один из простейших вариантов реализации процесса поисковой оптимизации [2].

Отмечу, наконец, что в [1] справедливо указывается, что «почти все конкретные задачи биологии касаются одновременно нескольких уровней, а нередко и всех сразу. Например, проблемы эволюции или онтогенеза не могут рассматриваться только на уровне организма, т. е. без молекулярного, субклеточного, клеточного, органно-тканевого, а также популяционно-видового, биогеоценотического уровней» (с. 660).

Опираясь на все эти положения, вернемся к вопросу, каким же образом понятие об иерархии природных систем сопрягается с рассмотренным выше понятием о контуре поисковой оптимизации и почему оно является фундаментальным именно для информатико-кибернетического языка описания представления о системе Природы?

Ответ на эти вопросы – в рамках настоящего анализа – состоит в том, что поисково-оптимизационный контур на рис. 1 в действительности является иерархическим контуром. Элементы низшего уровня/яруса в его иерархии (в общем случае N -го) – это описанные выше субъекты S_i , а элемент высшего уровня/яруса в его иерархии (в общем случае $(N + 1)$ -го) – это осуществляющий слежение за показателем Q «некто» – см. рис. 2. То есть «некто» представля-



Примечания:

а) стрелка, направленная вверх, имеет структуру (отражает отношение) «многие - к одному», а направленная вниз - «один - ко многим»;

б) A_i - поисковые приспособительные активности;
 K_T - целевой критерий поисковой оптимизации;

в) $T \gg t$ - характерные времена,
 $L \gg l$ - характерные размеры.

Рис. 2. Простейший иерархический механизм поисковой оптимизации

ет собой совокупность субъектов S_i , тесное взаимодействие которых достигает той степени, когда все они вместе составляют целостное образование – элемент высшего яруса в иерархии. Пример последнего: функционирующие достаточно автономно живые клетки, вместе образующие многоклеточный организм.

Понятно, что элемент высшего яруса в иерархии – это не просто «куча» элементов низшего яруса. Нет, для его возникновения необходимо свойство так называемой эмерджентности (упрощенно: справедливости утверждения «целое больше суммы его частей») – отражающего соотношение «деревьев» и «леса» в поговорке «за деревьями не видно леса»), о котором много пишут специалисты по теории систем, и которым, безусловно, обладает Природа.

4. О метаэволюции развивающейся системы Человечества (схемное представление)

Систему «Человечество» будем рассматривать как совокупность нескольких возникающих в ходе ее метаэволюции иерархических подсистем, различных по иерархической «высоте», но функционирующих одновременно и параллельно, что и образует реально наблюдаемые процессы и явления.

На рис. 3–8 даны примеры упрощенных схем нескольких таких подсистем, последовательно возникающих в процессе метаэволюции Человечества (подробнее они описаны в [4]). Отмечу, что речь идет об идеальных, ориентировочных, реперных etc. модельных структурах и их параметрах. Дополнительно (к предыдущим рисункам) имеющиеся на этих схемах нисходящие пунктирные стрелки отражают системную память оптимизационную, т. е. результат адаптивных влияний представителей вышележащих иерархических ярусов на структуру вложенных в них нижележащих. Деятельность антропогенная включенных в лично-социально-технологическую систему Человечества отдельных людей и целых сообществ обозначена полужирными стрелками *d* в левой части рассматриваемых схем. Эта деятельность приспособительного характера по созданию объектов «второй природы» выступает главным образом в форме трудовой (созидательной, сознательно-творческой etc.) деятельности, а также как антитеза к ней – разрушительного, агрессивного, «воинно-наступательного» и криминального характера. Результаты антропогенной деятельности реализуются в структуре объектов лично-социально-технологической системы, относящихся к «под-личностным» ярусам в иерархии (т. е. расположенным ниже яруса «личности»). В модельных терминах эти результаты «закрепляются» в системе в форме ее системной памяти антропогенной, условно показанной стрелками *D* полужирного пунктира в правой части схем. Эти стрелки отмечают факт влияния объектов «второй природы» на приспособительное поведение личностей и сообществ в системе Человечества, отражая при этом пространственные характеристики антропогенных объектов (и типичные времена их изменения).



Рис. 3. Иерархическая подсистема «Пред-Человечество-1» (Псевдо-Человечество), период лидирования ~28.2÷1.86 млн. лет назад

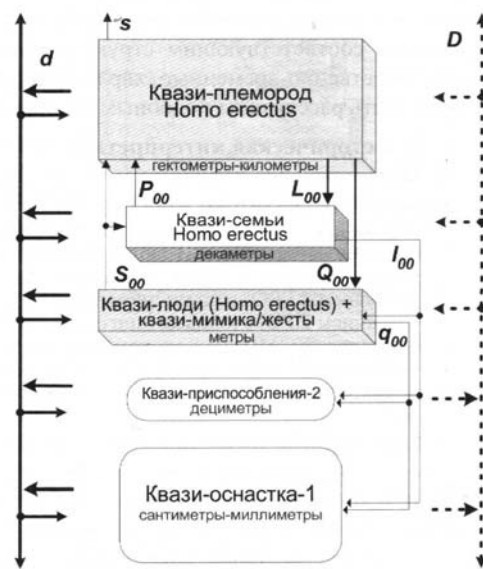


Рис. 4. Иерархическая подсистема «Прото-Человечество-2» (Квази-Человечество), период лидирования ~1.86 млн.÷123 тыс. лет назад

На схемах также указаны расчетные оценки размера ареала отдельных иерархических подсистем и точности соответствующих производственно-рабочих технологий. Эти расчетные оценки пространственных характеристик системы Человечества восходят к иерархии системы

неживой природы и вычисляются как простейшая функция фундаментальной (планковской) длины [4].

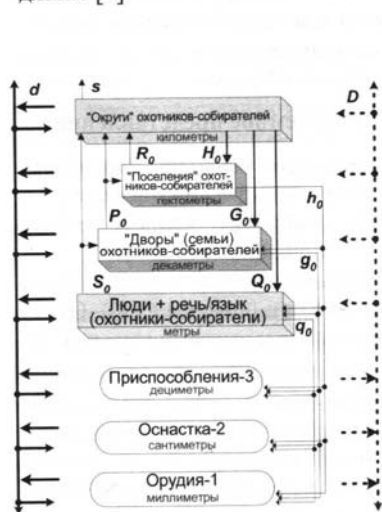


Рис. 5. Иерархическая подсистема «Человечество-3», период лидирования ~123÷8,1 тыс. лет назад

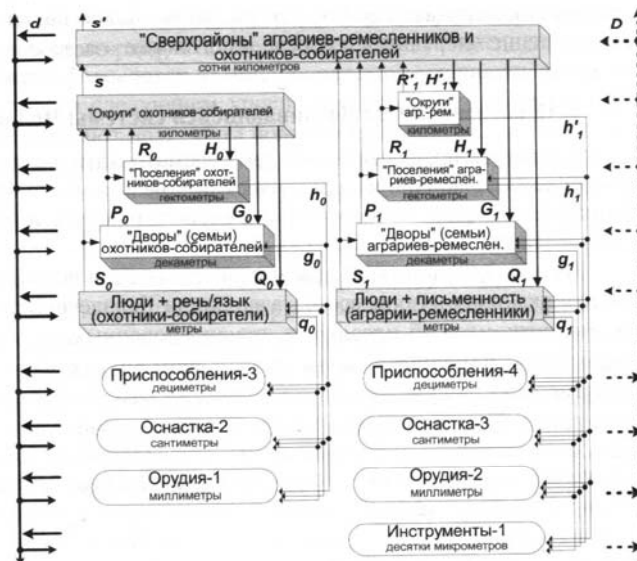


Рис. 6. Иерархическая подсистема «Человечество-4» (период лидирования ~8,1 тыс. лет назад÷1446 год н. э.), коэволюционирующая с подсистемой «Человечество-3»

В свою очередь, вид данной функциональной зависимости (коэффициент ряда последовательных характерных длин, равный $e^e = 15.15426...$) был ранее выявлен А. В. Жирмунским и В. И. Кузьминым применительно к критическим уровням в развитии системы живой природы [7]. В этой работе ими было также установлено, что и ряд характерных времен в развитии биологических систем рассчитывается с помощью указанного коэффициента.

Опираясь на принцип соответствия вновь нарождающейся лично-социально-технологической системы ее ранее сформировавшейся биологической первооснове (иначе говоря, начальные варианты структуры системы первой должны быть в значительной степени подобны соответствующим структурам второй) естественно предположить, что и основные пространственно-временные характеристики лично-социально-технологической системы могут быть рассчитаны подобным же образом. Что в дальнейшем и подтвердилось.

5. Историческая интерпретация развития иерархической системы Человечества

Иерархические подсистемы Человечества связаны со следующими информационными переворотами (и реализуют их) [3–4, 14]:

- возникновением ПСЕВДО-гоминоидов *Homoidea*;
- возникновением КВАЗИ-людей *Homo erectus*;
- возникновением у ЭВРИ-людей *Homo sapiens* речи/языка;
- созданием АГРО-людьми письменности;
- созданием ПРОМ-людьми книгопечатания;
- созданием КОМП-людьми компьютерных технологий;
- созданием КОСМ1-людьми КОСМ1/сетевых технологий;
- созданием КОСМ2-людьми КОСМ2/нанотехнологий;
- и т. д.

При этом все такие процессы формирования *информационных технологий* общения между людьми сопровождаются теснейшим образом связанными с ними: а) процессами расширения ареала проживания, занимаемого сообществом наивысшего яруса в иерархии, и формирования соответствующей инфраструктурно-коммуникационной технологии и б) процессами повышения точности используемых производственно-рабочих технологий (формирования людьми «второй» природы). Моменты совокупного начала таких процессов естественно назвать метаэволюционными скачками. Таким образом, метаэволюционный скачок представляет собой триаду в составе: «информационный переворот на иерархическом ярусе личности + формирование нового яруса вверх иерархии (сообщества увеличенного размера) + формирование нового яруса вниз иерархии (освоения более тонкой рабочей технологии)».

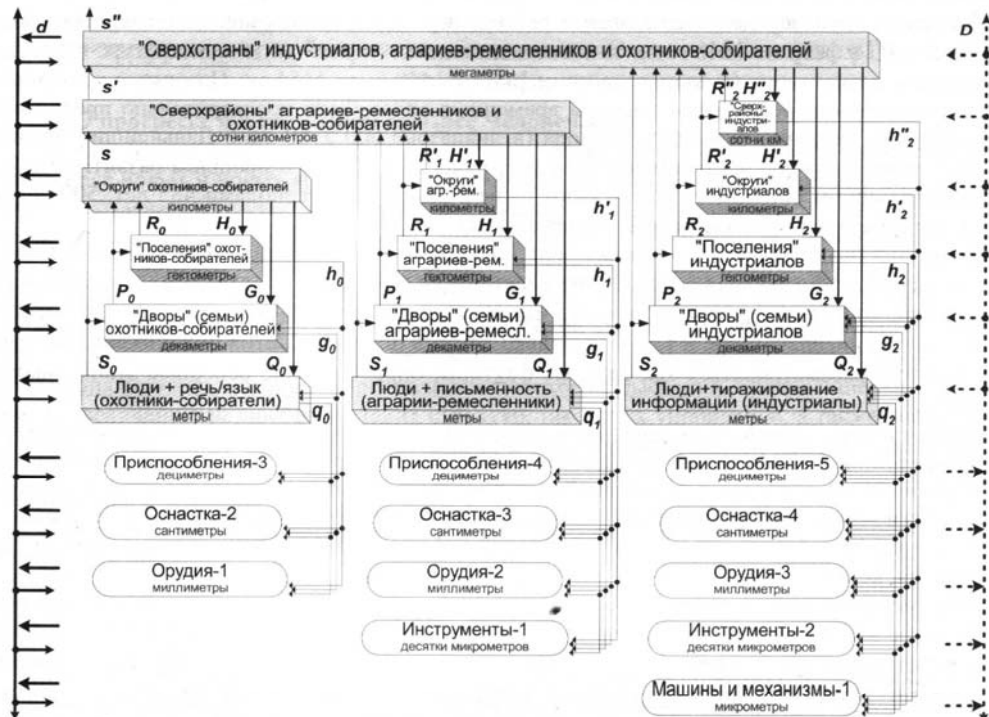


Рис. 7. Иерархическая подсистема «Человечество-5» (период лидирования ~1446÷1946 г. н. э.), коэволюционирующая с подсистемами «Человечество-3» и «Человечество-4»

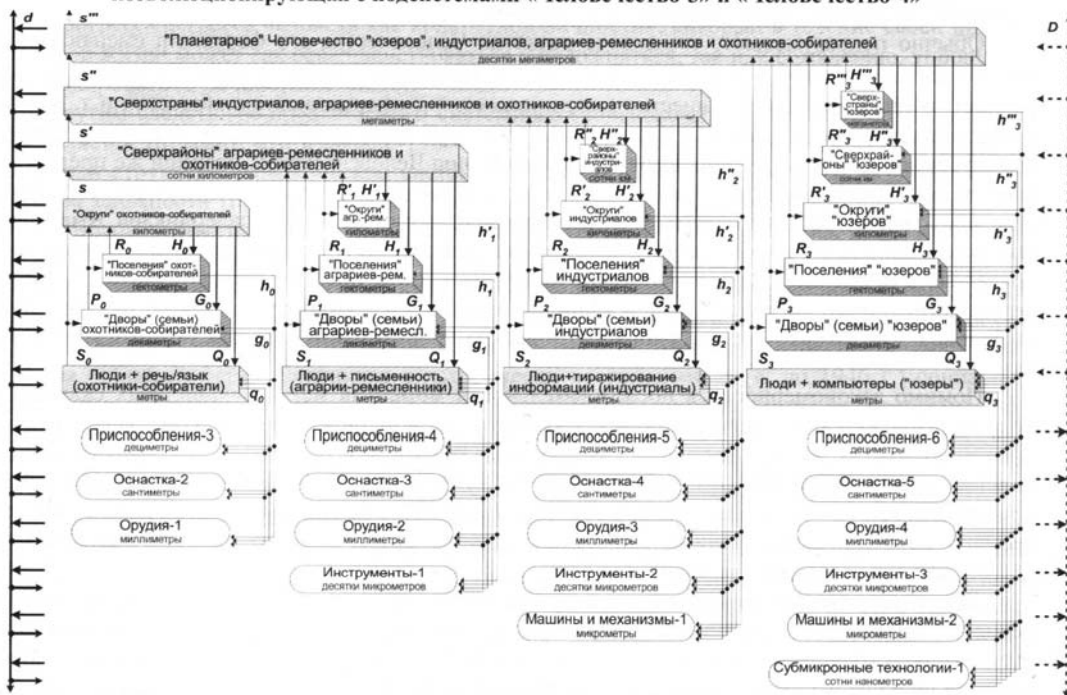


Рис. 8. Иерархическая подсистема «Человечество-6» (период лидирования ~1946÷1979 г. н. э.), коэволюционирующая с подсистемами «Человечество-3, -4 и -5»

Итак, по аналогии с системой живого в качестве постулата было принято, что периоды между смежными метазэволюционными скачками в ходе метазэволюции Человечества соотносятся как 15.15:1. Для проведения расчетов основных пространственно-временных характери-

стик вышеуказанных метазволюционирующих технологий в качестве базисного периода использовался период между изобретениями книгопечатания и компьютера.

Последняя дата определяется началом работы первого относительно полноценного компьютера *ENIAC* в феврале 1946 года. Относительно оценки первой даты в литературе имеются значительные разночтения (в диапазоне примерно от 1440 г. до 1454 г.). Поэтому с целью повышения надежности результатов расчеты временных рядов были предварительно проведены для нескольких значений базисного периода (в диапазоне 500 ± 50 лет). Дальнейший анализ показал, что всей совокупности имеющихся эмпирических данных о прошлом развитии Человечества наилучшим образом удовлетворяют ряды с базисными периодами 485 лет, 500 лет и 515 лет, которые и приводятся ниже в приложении 2).

Здесь уместно отметить, что важная роль информационных технологий в развитии Человечества, особенно возросшая в последние десятилетия, сомнений не вызывает. Но в рамках предлагаемой концепции утверждается, что именно информационные технологии – речь/язык, письменность, книгопечатание и т. д. – не только лежат в основе развития цивилизации на Земле, но и могут рассматриваться как главные факторы, определяющие основные этапы такого развития.

Причем каждый новый метазволюционный скачок, помимо собственного информационно-го переворота плюс прироста иерархических ярусов сверху и снизу, дает толчок к кардинальным усложнениям носителей всех предыдущих информационных переворотов: возникновение письменности инициирует развитие региональных праязыков, возникновение книгопечатания – печатного письма и национальных языков, возникновение компьютеров – компьютерного тиражирования, компьютерного письма и компьютерных языков и т. д.

Итак, метазволюция личностно-социально-технологического состоит в формировании всё более и более многоуровневых структур (причем ранее созданные продолжают в той или иной форме параллельно существовать), начинающемся через всё более краткие периоды времени. Это отражает тенденцию пространственной экспансии Человечества как целостной системы сначала на Земле, а затем и в космосе, при одновременном освоении им всё более тонких (вплоть до атомных, субатомных и т. д.) технологий познания Вселенной и дополнении ее новыми искусственными (рукотворными) объектами.

Обычно подразумевают, что в ходе развития Человечества его формации сменяют друг друга: палеолитическое общество (собирателей и охотников) → неолитическое общество (аграрное) → индустриальное общество (техническое) → информационное общество и т. д. При этом, по-видимому, всё же полагают, что сменяют друг друга наиболее сложные и «продвинутые» формации, оттесняя устаревающие на периферию Человечества. С позиций же предлагаемого подхода очевидно (в том числе и по аналогии с живой природой), что все подобные общества продолжают сосуществовать всегда (например, как существуют палеодикари Амазонки, Океании и др. в наше время). Другое дело, сколько людей – и насколько глубоко и длительно – вовлечено в ту или иную иерархическую общность в тот или иной момент метазволюции Человечества (например, обычные люди в наши дни выступают в роли собирателей-грибников или рыболовов – не рыбаков-профессионалов! – весьма спорадично и главным образом для отдыха).

Помимо закономерности в последовательности моментов метазволюционных скачков, в ходе метазволюции Человечества удается выявить закономерности в моментах наступления и некоторых других важных исторических событий. Прежде всего, это моменты начала возникновения прообразов (преамбул, предвестников *etc.*) будущих метазволюционных скачков. Как представляется, такие моменты можно определить, вычитая из времени завершения рассматриваемого периода между такими скачками величину последующего периода (меньшего в 15.15... раз, чем рассматриваемый).

Другая важная историческая последовательность – ряд производственно-технологических революций (верхнепалеолитическая, аграрная, промышленная и т. д.), по-видимому, инициируемых происходящими несколько ранее метазволюционными скачками. Это последнее сообщение подкрепляется тем удивительным эмпирическим фактом, что периоды между метазволюционным скачком и последующей за ним производственно-технологической революцией также сокращаются в ходе метазволюции Человечества (по крайней мере, до ~1981 года), причем именно в 15.15... раз! [4].

Спектр возможных следствий использования предлагаемой концепции применительно к метазволюции Человечества достаточно широк. Это и конкретика: например, неочевидная

трактовка роли возникновения *Homo erectus/Homo ergaster* как события первого ранга в развитии Человечества – в противоположность, скажем, роли возникновения *Homo habilis* как события некоторого низшего ранга. Это, например, и методологический – фактически мировоззренческий! – вывод о единстве классических подходов к оценке основного фактора формирования Человека: «человека сделал труд» и «человека сформировал социум».

6. О прогрессе и о системном кризисе Человечества

Рассмотрение хода развития Человечества в терминах формирования в его системной иерархии всё новых и новых ярусов, коррелирующего с одновременным перманентным усложнением создаваемых и осваиваемых людьми информационных, инфраструктурно-коммуникационных и производственно-рабочих технологий, позволяет интерпретировать его как процесс монотонного увеличения иерархической сложности и иерархического разнообразия системы Человечества. При этом необходимо отличать процесс формирования новых ярусов в ходе монотонной метаэволюции иерархической системы от процесса функционирования (приспособительного поведения) представителей уже сформировавшихся ярусов, который принципиально немонотонен и предполагает поисковые рыскания, приводящие как к усложнению и увеличению разнообразия таких структур, так и к их упрощению, а также обеднению их ансамблей. Подобный процесс можно называть эволюционно-циклическим (равно как и поисково-оптимизационным), не забывая исключать из него явления, инициированные метаэволюционным процессом.

Тем самым и понятие «прогресс Человечества» следует подразделить на понятие *метаэволюционного прогресса* и понятие «всего остального», или *эволюционно-циклического, прогресса*, который в паре с таким же регрессом отражает процессы усложнения/упрощения и совершенствования/деградации в развитии тех или иных элементов системы Человечества, – за исключением именно метаэволюционной компоненты усложнения этой системы.

Аналогичным образом может быть определено и понятие «прогресс Человека как базисного элемента Человечества» – т. е. освоение им всё новых информационных технологий: от сигнальных поз и мимики/жестикуляции – через освоение языка/речи, письменности и книгопечатания – до компьютерных, сетевых и т. п. новых информационных технологий. А также понятие «прогресса/регресса человека как конкретной личности», который в течение своей индивидуальной жизни может как совершенствоваться и усложняться, так и, к сожалению, упрощаться и деградировать (в личностном плане).

Другим следствием предлагаемого системного (поисково-оптимизационного) представления является тот факт, что в начале 1980-х гг. метаэволюционный прогресс завершился, т. е. *идеальная* структура иерархической системы Человечества достигла в своем развитии максимальной сложности (пространственно ограниченной текущим размером Метагалактики). Тем самым Человечество перешло в принципиально новую фазу своего развития, когда новые подсистемы уже не возникают (все потенциально возможные уже возникли) и развитие сводится лишь к коэволюции уже существующих и функционирующих одновременно и параллельно подсистем. На сегодня это шесть личностно-социально-технологических подсистем (пять сейчас уже вполне реальных и шестая – начавшая свою реализацию «наноподсистема», плюс седьмая – Биосфера). Сравнивая с исторически вчерашними (т. е. до 1946 г.) социально-технологическими подсистемами, иначе как взрывом сложности системы Человечества, происшедшим всего за какие-то 35 лет, это не назовешь.

7. О предсказуемости-непредсказуемости процессов развития Человечества

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что среди множества процессов, связанных с развитием Человечества, существуют уникальные процессы, основные вехи которых предсказуемы с достаточно высокой точностью. При этом чрезвычайно важно, что все такие процессы имеют либо прямое, либо опосредованное отношение к личностно-социально-технологической метаэволюции – росту пространственной иерархии системы Человечества в ходе ее развития.

Более того, поскольку основные вехи подобных «иерархических» событий в исторической эпохе могут быть рассчитаны исходя из формальных информатико-кибернетических и математических соображений, это указывает на непосредственную зависимость хода истории Человечества от фундаментальных законов Мироздания (справедливых и для неживой, и для живой природы).

Но предсказуемость подобных – крупнейших и уникальных в ходе истории! – системных событий отнюдь не означает, что подобным же образом можно предсказывать события более частного (конечно, с точки зрения Человечества, а не отдельного человека) порядка. Это следует опять-таки из модельного представления о Человечестве как самоуправляющейся системе, и его следствий – ограниченности применения **принципа причинности**, а также иерархической трактовки понятия **случайности**.

Принцип причинности в привычном понимании сводится к выявлению в некотором процессе его причины, а также проистекающих из нее следствий. Но это справедливо лишь для так называемого разомкнутого процесса, в котором следствие не влияет на причину и всегда можно построить модель (функциональную зависимость), их связывающую. В кибернетическом же процессе ситуация диаметрально противоположна: его смысл как раз и состоит в создании **влияния** (пусть с некоторой задержкой или инерционностью, с ослаблением либо усилением и т. п. модификациями) условно «выходной величины» или следствия на его условный «вход» или первоначальную причину. То есть кибернетический процесс реализуется **замкнутым кибернетическим контуром управления**, в котором причина (вход) и следствие (выход) могут быть определены лишь чисто условно, обычно из соображений удобства наблюдения.

Но и условившись о введении их каким-то образом, добиться предсказуемости будущего поведения этого процесса (используя предварительно выявленную функциональную зависимость причин и следствий на одном временном шаге модельного времени) можно лишь в крайне редко встречающемся на практике (обычно в простейших технических приложениях) вырожденном случае полного отсутствия в такой функциональной зависимости **случайной** компоненты. Что принципиально не применимо к моделированию природных систем, механизм самоуправления в которых работает по иерархическому алгоритму «адаптивного **случайного** поиска» [9], т. е. по алгоритму, в котором сочетаются как регулярная, так и случайная компонента (в том или ином соотношении, адаптивно варьируемом по ходу поискового процесса, но никогда не вырождающемся путем элиминации той или другой). В результате мы приходим к выводу, что для природных систем даже условно определенные причинно-следственные зависимости содержат заметную и неуничтожимую случайную компоненту, а значит, **их поведение слабо предсказуемо**.

Таким образом, в рамках предлагаемой информатико-кибернетической концепции утверждается, что математически **можно** представить основные аспекты лишь наиболее общих законов развития человечества, и что математически **нельзя** дать точный прогноз конкретно-исторических ситуаций на значительную перспективу (такое предсказание возможно лишь очень «в среднем», «в тенденции», с существенными пространственно-временными ограничениями).

Заключение

Итак, Человечество предлагается рассматривать как иерархическую систему самоуправления (конкретнее – систему иерархической адаптивной поисковой оптимизации целевых критериев энергетического характера). Это позволяет описывать его усложнение и развитие в информатико-кибернетических терминах, получая при этом не только качественные, но и количественные результаты. А именно, опираясь на представление о системных переворотах (возникновении новых ярусов в иерархии системы Человечества), связанных с совершенствованием:

а) информационных технологий (таких, как речь/язык – письмо – книгопечатание – компьютеризация – сетевизация и т. д.);

б) социально-коммуникационных технологий (формирования сообществ и соответствующей инфраструктуры на всё больших территориях);

в) производственно-рабочих технологий (создания всё более тонких антропогенных средств формирования «второй» природы), удастся рассчитать моменты их наступления.

Тем самым возникает периодизация хода цивилизационного развития системы Человечества как в исторической ретроспективе, так и в будущем. В частности, сделан вывод, что начиная с 1980-х гг. эта система структурно предельно усложнилась (в потенци), что определяет трудности реализации приспособительного поведения (коэволюции) всех ее иерархических составляющих (примером чему и является начавшийся общемировой системный кризис).

Приложение 1. Используемая терминология

Активность – 1) «причинность причины» (И. Кант); 2) деятельное состояние живых организмов как условие их существования в мире. Активное существо не просто пребывает в движении, оно содержит в себе источник своего собственного движения, и этот источник воспроизводится в ходе самого движения [Краткий психологический словарь. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1998].

Активность поисковая – поведение, направленное на изменение ситуации (или отношения к ней) при отсутствии определенного прогноза его результатов, но при постоянном учете степени его эффективности [Ротенберг В. С. Поисковая активность, сон и устойчивость организма // Кибернетика живого: человек в разных аспектах. – М.: Наука, 1985. С. 80–91].

Деятельность антропогенная – любая деятельность человека, результатом которой является то или иное, в большом или в малом, изменение природы – либо естественно возникшей, либо «второй», т. е. искусственно созданной им ранее (например, трудовая деятельность по созданию инструментария производственно-рабочих технологий преобразования природы).

Иерархия – расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему... Иерархически организованные формы существуют во всех сферах объективной реальности: неорганической, биологической, социальной... В общей теории организации **И.** характеризует принцип управления, обеспечивающий эффективное функционирование организации [Седов Л. А. Иерархия // БСЭ, 1972. Т. 10. С. 45].

Козволюция – сопряженная эволюция нескольких систем самоуправляющихся.

Критерии целевые поведения приспособительного – включают три составляющих: а) критерии экстремального (максимизирующего или минимизирующего) типа; в природных системах имеют энергетический характер и отражают эффективность поведения приспособительного; б) критерии типа равенств (предписывающие формы поведения приспособительного); в) критерии типа неравенств (ограничивающие формы поведения приспособительного).

Культура – совокупность результатов деятельности антропогенной, отраженных в системной памяти расширенной всех составляющих системы Человечества.

Лидирование подсистемы Человечества – процесс формирования данной подсистемы, продолжающийся до начала формирования в ходе метаэволюции последующей, с большим числом ярусов в иерархии (Л.п.Ч. речи/языка происходило в период между моментами времени ~123 тыс. лет назад и ~8.1 тыс. лет назад, Л.п.Ч. письменности – в период ~8.1 тыс. лет назад – ~1446 г., Л.п.Ч. книгопечатания – в период ~1446–1946 гг., Л.п.Ч. компьютеризации – в период 1946 – ~1979 гг. и т. д.).

Метаэволюция – процесс последовательного наращивания числа уровней/ярусов иерархической системы в ходе ее формирования как таковой.

Оптимизация поисковая – последовательность действий, реализующих неизвестную априори траекторию движения к экстремуму целевого критерия, с учетом имеющихся у него условий типа равенств и типа неравенств.

Поведение приспособительное (адаптивное) природных систем – поведение, состоящее в перманентном приспособлении соответствующего объекта к перманентным же изменениям его внешней и внутренней среды, реализуемое средствами оптимизации поисковой.

Подход поисково-оптимизационный к моделированию природных систем – подход, базирующийся на гипотезе, что такие системы представляют собой системы самоуправляющиеся, механизмы варьирования поведением всех компонентов которых реализуются по процедурам оптимизации поисковой.

Прогресс Человечества метаэволюционный – процесс монотонного увеличения потенциальной иерархической сложности и разнообразия системы Человечества, происходящего в ходе ее метаэволюции.

Прогресс Человечества эволюционно-циклический – процесс функционирования (поведения приспособительного) представителей уже сформировавшихся ярусов в иерархии системы Человечества, принципиально не монотонный, а циклический и предполагающий поисковые рыскания, которые приводят как к усложнению и увеличению разнообразия соответствующих структур, так и к их упрощению (в том числе обеднению их ансамблей).

Развитие – необратимое, направленное, закономерное изменение материальных и идеальных объектов [Юдин Э. Г. Развитие // БСЭ, 1975. Т. 21. С. 409–410].

Свобода – способность человека действовать в соответствии со своими интересами и целями, опираясь на познание объективной необходимости [Араб-оглы Э. А. Свобода (социальн.) // БСЭ, 1976. Т. 23. С. 84–86].

Система – множество взаимодействующих элементов.

Система самоуправляющаяся (кибернетическая) – множество взаимодействующих элементов, стремящихся к достижению определенной цели.

Система Человечества, самоуправляющаяся – наиболее сложная из природных иерархических систем – личностно-социально-технологическая система иерархической адаптивной поисковой оптимизации целевых критериев энергетического характера, включает в качестве своих ярусов: а) человека, обладающего соответствующими информационными технологиями и средствами их реализации; б) сообщества людей различного размера (линейные размеры ареалов существования которых в ходе поэтапного исторического развития Человечества повышаются примерно на порядок), обладающие соответствующими социально-коммуникационными технологиями и формирующие соответствующие антропогенные инфраструктурные образования; в) соответствующие производственно-рабочие технологии и формируемые ими инструментарий, обладающие точностью преобразования окружающей среды, повышающейся в ходе поэтапного исторического развития Человечества с шагом примерно на порядок.

Системная память антропогенная – память структур, образуемых материальными объектами, возникающими вследствие деятельности антропогенной как отдельных людей, так и их сообществ.

Системная память оптимизационная – память структур, иерархически вложенных в рассматриваемую структуру, о ее прошлом оптимизационном поведении приспособительном. С.п.о. ограничивает

варианты активности поисковой людей и их сообществ.

Системная память расширенная – совокупность *системной памяти оптимизационной* и *системной памяти антропогенной*.

Технология информационная – способ рациональной организации повторяющихся информационных процессов (в частности, связанных с преобразованием, хранением и передачей определенных видов информации) [Коллин К. К. Теоретические проблемы информатики. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – 222 с.].

Человечество – совокупность всех людей (персон, индивидов, личностей), живущих на Земле в каждый момент времени – см. *система Человечества*.

Приложение 2. Основные характеристики метаэволюции Человечества

Номер этапа n	Расчетное время начала лидирования (лет назад, гг.)	Формирующийся субъект метаэволюции и используемые им информационные технологии интеллектуализации	Y_n – протяженность инфраструктурно-коммуникационной технологии; X_n – точность производственно-рабочей технологии
0	440.7–415.0 млн.	Цефализация позвоночных \Rightarrow организменная память	$Y_0 = X_0 = 4.2 \text{ м}$
0 + Δ	148.1–132.1 млн.	Млекопитающие, птицы \Rightarrow головной мозг	
1 – δ	56.3–53.0 млн.	Высшие позвоночные \Rightarrow прото-ПСЕВДО-сигнальные позы	
1	29.1–27.4 млн.	ПСЕВДО-гоминоиды (<i>Hominoidae</i>) + ПСЕВДО-сигнальные позы	$Y_1 = 64 \text{ м} \div 15 \text{ км};$ $X_1 = 28 \text{ см} \div 1.2 \text{ мм}$
1 + Δ	9.8–8.7 млн.	Гоминиды (<i>Hominidae</i>), развитые ПСЕВДО-позы	
2 – δ	3.72–3.51 млн.	Австралопитеки \Rightarrow прото-КВАЗИ-мимика/жесты	
2	1.92–1.81 млн.	КВАЗИ-люди (<i>Homo erectus</i>) + КВАЗИ-мимика/КВАЗИ-жесты	$Y_2 = 1 \text{ км} \div 15 \text{ км};$ $X_2 = 1.8 \text{ см} \div 1.2 \text{ мм}$
2 + Δ	647–577 тыс.	«Гейдельбергский человек», развитые КВАЗИ-мимика/жесты	
3 – δ	238–224 тыс.	«Пресапиектные» неандертальцы эпохи мустье, прото-речь/язык	
3	127–119 тыс.	ЭВРИ-люди (<i>Homo sapiens</i>) + речь/язык	$Y_3 = 15 \text{ км};$ $X_3 = 1.2 \text{ мм}$
3 + Δ	42.6–38.0 тыс.	ЭВРИ-люди: верхнепалеолитическая революция, развитые речь/язык	
4 – δ	16.15–15.25 тыс.	ЭВРИ-люди: региональные протописьма, протописьмо эпохи верхнего мадлена	
4	8.35–7.9 тыс.	АГРО-люди + уникальные тексты (письмо), региональные праязыки	$Y_4 = 222 \text{ км};$ $X_4 = 80 \text{ мкм}$
4 + Δ	2.8–2.5 тыс.	АГРО-люди: аграрная революция, развитое (учитывая революцию носителя письменной информации) письмо, развитые региональные праязыки	
5 – δ	916÷976 гг. н. э.	АГРО-люди: прототехнологии тиражирования информации (ксилография), протопечатное письмо, протоформы национальных языков	
5	1431–1461	ПРОМ-люди + тиражированные тексты, печатное письмо, национальные языки	$Y_5 = 3.37 \text{ тыс. км};$ $X_5 = 5 \text{ мкм}$
5 + Δ	1796÷1816	ПРОМ-люди: промышленная революция, развитое печатное письмо, развитые национальные языки	
6 – δ	1912÷1914	ПРОМ-люди: электронный триггер, офсетная печать, компьютерное протописьмо, протоязыки компьютерной эпохи	
6	1946	КОМП-люди + компьютерная аппаратура, компьютерное тиражирование, компьютерное письмо, языки компьютерной эпохи	$Y_6 = 51 \text{ тыс. км};$ $X_6 = 0.35 \text{ мкм}$
6 + Δ	1969÷1970	КОМП-люди: микропроцессорная революция, развитое компьютерное тиражирование, развитое компьютерное письмо, развитые языки компьютерной эпохи	
7 – δ	1976÷1978	КОМП-люди: локальные протосети, протосетевые компьютеры, сетевое прототиражирование, сетевое протописьмо, протоязыки сетевой эпохи	
7	1978–1980	КОСМ1-люди + сетевая аппаратура, сетевые компьютеры, сетевое тиражирование, сетевое письмо, языки сетевой эпохи	$Y_7 = 773 \text{ тыс. км};$ $X_7 = 23 \text{ нм}$
7 + Δ	2003÷2004	КОСМ1-люди: сетевая революция мобильной телефонии, развитые сетевые компьютеры, развитое сетевое тиражирование, развитое сетевое письмо, развитые языки сетевой эпохи	
...

Примечание: строки, отражающие начало возникновения прообразов будущих метаэволюционных скачков, помечены как $n - \delta$, а производственно-технологические революции – как $n + \Delta$.

Литература

1. Биология: Большой энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 864 с.
2. Гринченко С. Н. Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры). – М.: ИПИРАН; Мир, 2004. – 512 с. – URL: <http://www.ipiran.ru/publications/publications/grinchenko>.
3. Гринченко С. Н. История Человечества с информатико-кибернетических позиций: проблемы периодизации // История и математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов. – М.: URSS, 2006, С. 53–79. – URL: http://www.ipiran.ru/grinchenko/MathHist_old.pdf.
4. Гринченко С. Н. Метаэволюция (систем неживой, живой и социально-технологической природы). – М.: ИПИРАН, 2007. – 456 с. – URL: http://www.ipiran.ru/publications/publications/grinchenko/book_2.
5. Гринченко С. Н. Культура как многомерная система: информатико-кибернетический аспект // Грани познания: наука, философия, культура в 21-м веке. Книга 2. – М.: Наука, 2007. С. 367–395.
6. Гринченко С. Н. Homo eruditus (человек образованный) как элемент системы Человечества // Открытое образование, 2009. № 2. С. 48–55.
7. Жирмунский А. В., Кузьмин В. И. Критические уровни в процессах развития биологических систем. – М.: Наука, 1982. – 179 с.
8. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
9. Растригин Л. А. Случайный поиск. – М.: Знание, 1979. – 64 с.
10. Растригин Л. А. Адаптация сложных систем. Методы и приложения. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
11. Растригин Л. А., Марков В. А. Кибернетические модели познания. – Рига: Зинатне, 1976. – 268 с.
12. Турчин В. Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. – М.: ЭТС, 2000. – 368 с. – URL: <http://www.refal.ru/turchin/phenomenon>.
13. Турчин В., Джослин К. Кибернетический манифест / В кн.: Турчин В. Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. – М.: ЭТС, 2000. – 368 с. С. 354–361.
14. Grinchenko S. N. Meta-evolution of Nature System – The Framework of History // Social Evolution & History, 2006. Vol. 5. No. 1. P. 42–88.

УДК 159.91, 95, 96
ВАК 19.00.02

**СОЗНАНИЕ И МЫШЛЕНИЕ:
ПРИРОДА И НЕЙРОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ**

В. Я. Сергин, д. ф.-м. н., заслуженный деятель науки РФ,
ведущий научный сотрудник лаборатории нейронных сетей
Тел.: (499) 150-21-49, e-mail: v.sergin@mail.ru
Институт математических проблем биологии РАН
<http://www.impb.ru>

The goal of the paper is to clarify the nature and neuronal mechanisms of functioning of human consciousness. A model of consciousness is built and its key parameters are assessed. The model gives coherent explanations of experimentally established properties of conscious perception, discursive thinking, imagination, reflection, hypnosis, and meditation.

Работа посвящена выяснению природы и нейронных механизмов функционирования человеческого сознания. Строится концептуальная модель сознания и производится оценка ее ключевых параметров. Модель дает внутренне согласованное объяснение экспериментально установленных свойств сознательного восприятия, дискурсивного мышления, воображения, рефлексии, гипноза и медитации.

Ключевые слова: нейронные механизмы сознания, мышление, воображение.

Keywords: neuronal mechanisms of consciousness, thinking, imagination.

Введение

Эта статья является третьей из цикла, посвященного природе познавательных и творческих способностей человека. Первые две статьи опубликованы в журнале Открытое образование № 1 и № 2 за 2009 г. В данной работе рассматриваются нейрофизиологические механизмы соз-