

Базисные информационные технологии и пространственная иерархия поведенческих «правил»: сравнительный генезис

С.Н. Гринченко

Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация. С позиций информатико-кибернетического моделирования процесса развития самоуправляющейся иерархо-сетевой системы Человечества рассмотрен сравнительный генезис базисных информационных технологий (БИТ) и пространственной иерархии поведенческих «правил» приспособительного поведения (ПП), который, на этапах усложнения Homo sapiens, выглядит так: сообщества уровня протоцивилизаций, опираясь на собственный вариант БИТ речи/языка, определяют возможные формы ПП собственных индивидов, ориентированного на максимизацию энергетической эффективности сообщества, путем задания собственным семьям фиксированных «предписывающих правил» ПП (т.е. ограничений типа равенств), а собственным родам – «предельных правил» (т.е. ограничений типа неравенств), устанавливающих границы возможных реализаций их ПП. При дальнейшем нарастании иерархии на базе новых БИТ дополнительно возникают структуры, расширяющие поведенческие «предельные правила» на уровне: БИТ письменности/чтения – локальных цивилизаций, БИТ тиражирования текстов – региональных цивилизаций, БИТ локальных компьютеров – Планетарной Цивилизации, БИТ телекоммуникаций/сетей – Цивилизации Околосреднего Космоса. Отмечены особая роль семьи, реализующей единственные предписывающие правила ПП, на фоне формируемых более крупными сообществами предельных правил, и важность соответствия сознательных действий людей по осуществлению ПП алгоритмам «бессознательного» ПП самоуправляющейся системы Человечества.

Ключевые слова: базисные информационные технологии, системный генезис Человечества, информатико-кибернетическая модель, самоуправляющаяся иерархо-сетевая система Человечества, целевые критерии приспособительного поведения, принцип системной кумуляции, принцип системной согласованности.

DOI: 10.14357/20790279250106 **EDN:** NFGHXX

Введение

Эволюционное развитие пространственной иерархической структуры формирующихся цивилизаций – от их далеких предшественников до современности и прогнозируемого будущего – рассматривается в рамках поисково-оптимизационного подхода к глобальной эволюции Человечества как самоуправляющейся системы [1, 2]. Он опирается на следующие позиции, сформулированные классиками: Л.А. Растригиным: «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 процес-

сов» [3, с. 63]; Н.Н. Моисеевым: «По-видимому, всю историю развития жизни на Земле можно было бы изложить на языке многокритериальной оптимизации» [4, с. 52].

Ближние к этим позициям принадлежат В.Ф. Турчину: «Метасистемный переход в системе мозга (управление ассоциированием) породил новый процесс – социальную интеграцию, т. е. объединение человеческих индивидуумов в некую целостность нового типа – человеческое общество. Вся история человечества проходит под знаком социальной интеграции, связи между людьми возрастают в количественном и качественном отношении. Этот процесс протекает и

в настоящее время, причем весьма интенсивно, и вряд ли кто-либо может уверенно ответить на вопрос, как далеко он пойдет. Социальная интеграция – это метасистемный переход, она приводит к новому уровню возникновения материи – социальной сфере» [5, с. 112]. Упомяну, что термин «метаэволюция» – процесс последовательного наращивания иерархических уровней/ярусов соответствующей иерархической системы в ходе формирования ее как таковой – был введен как последовательность метасистемных переходов по В.Ф. Турчину [1, 2].

Близка к поисково-оптимизационному подходу и позиция С.П. Курдюмова: «Современная наука говорит о том, что мертвой природы не существует. Элемент «духовности», элемент прогноза, элемент памяти есть в каждом элементе мира» [6]. Соответствует ему и мысль Н.А. Бердяева: «Иерархическое чувство связано с чувством принадлежности к какому-то целому, в котором каждый занимает свое особое место, соподчиненное другому. Эта все та же идея мирового порядка и мировой гармонии, за которыми признается примат над личностью» [7, с. 304].

Согласно поисково-оптимизационному подходу, маркером развития *Человечества* выступают базисные информационные технологии [8], образующие *инфосферу* самоуправляющейся системы *Человечества* и параллельно влияющие на формирование иных ее составляющих: антросферы, психосферы, социосферы, *техносферы*, ноосферы, сферы иерархического искусственного интеллекта [9] и др.

Главными составляющими поисково-оптимизационных контуров самоуправляющейся *иерархической системы Человечества* при этом являются: поисковая активность представителей соответствующих ярусов в иерархии, целевые критерии поисковой оптимизации системной энергетики (экстремального типа, а также типа равенств и неравенств); системная память – результат адаптивных влияний (с инерцией) представителей выше лежащих иерархических ярусов на структуру и поведение вложенных в них ниже лежащих.

Рассмотрим подробнее основы реализации поисково-оптимизационного подхода к моделированию приспособительного поведения (ПП) природных систем.

1. Основные структуры механизмов иерархического случайного поиска

В соответствии с концепцией Л.А. Растргина [1, 10, 11] интерпретации поисково-опти-

мизационного ПП некоторой сложной, в частности, природной, системы на кибернетическом языке, а именно, целевой критерий экстремального типа такого поведения, выглядит следующим образом:

$$Q(X) \xrightarrow[A \in \Omega]{A} \min \Rightarrow X^*, \text{ где } \Omega: \begin{cases} H(X) \geq 0; \\ G(X) = 0. \end{cases}$$

область допустимых значений поисковой (векторной) переменной X , определяемая системой целевых требований $H(X)$ (целевой критерий типа неравенств) и $G(X)$ (целевой критерий типа равенств), A – поисковый алгоритм, X^* – значение переменной X , соответствующее экстремуму целевой функции.

В рамках информатико-кибернетической модели (ИКМ) ПП самоуправляющейся системы Человечества целевой критерий экстремального типа ориентирован на достижение максимума энергетической эффективности соответствующего сообщества как целого – с помощью влияния на поисковую активность каждого входящего в него индивида. Целевой критерий типа равенств ориентирован на реализацию единых для сообщества фиксированных правил ПП – с помощью влияния на поисковую активность каждой из входящих в него семей/малых устойчивых групп индивидов. Дальнейшее влияние на индивидов в рамках ИКМ осуществляется через соответствующую системную память. Отсюда огромная роль дающего положительные примеры воспитания последних как в семьях, так и в малых коллективах, например, бригадный подряд на производстве. Целевые критерии типа неравенств ориентированы на реализацию единых для сообщества ограничений на правила ПП – с помощью влияния на поисковую активность населения каждого из входящих в него субсообществ размером крупнее семьи (также через соответствующую системную память).

Временные и пространственные количественные параметры поисково-оптимизационного подхода базируются на соответствующих модификациях *геометрической прогрессии со знаменателем ее* $= 15,15426\dots$, выявленной А.В. Жирмунским и В.И. Кузьминым при исследовании критических уровней в развитии биологических систем [12].

Аргументом в пользу адекватности предлагаемой интерпретации ПП природных систем может выступить позиция Н.Н. Моисеева: «любые законы неживого мира – вариационные принципы, из которых следуют законы сохранения в механике, электродинамике и других областях физики, второй закон термодинамики, закон минимума дис-

сипации энергии и многие другие, описываемые в терминах «эволюционной теории» в широком смысле, поскольку все эти законы являются, по сути дела, тем или иным отбором реальных движений, реальных траекторий из числа виртуальных, т.е. мысленно возможных» [13, С. 70], а также ряд интерпретаций ПП биологических объектов на базе экстремальных принципов энергетического характера, широко представленный в литературе (краткий обзор см. в [1, с. 74]).

2. Генезис системной иерархии базисных информационных технологий

Согласно «принципу системной кумуляции» и «принципу системной согласованности» [14], *возникновение в инфосфере новых БИТ – с соответствующим усложнением социосферы, техносферы* и др. – не элиминирует все ранее возникшие, а дополняет и усложняет их взаимодействие между собой.

Исторические этапы *формирования* анатомо-психо-социо-техно-инфо-ноо-... сфер – в терминах информатико-кибернетической модели ПП иерархо-сетевой самоуправляющейся системы Человечества – *выглядят следующим образом.*

Этап 1 (Приложение). *Начало формирования базисной информационной технологии (БИТ) сигнальных поз/звуков/движений (С-1), использующей простейшие анатомико-физиологические возможности Hominoidea – «пред-пред-человека» эпохи «пред-пред-цивилизаций» (~28,2-1,86 млн лет назад, с кульминацией – возникновением Hominidae – ~9,26 млн лет назад).*

Примечания: восходящие одинарные стрелки, имеющие структуру «многие – к одному», отражают поисковую активность представителей соответствующих ярусов в иерархии; нисходящие сплошные стрелки, имеющие структуру «один – ко многим», отражают (с инерцией) целевые критерии поисковой оптимизации системной энергетики; нисходящие пунктирные стрелки, имеющие структуру «один – ко многим», отражают (с инерцией) системную память личностно-производственно-социального; *приведены типичные пространственные размеры (линейные: радиусы круга той же площади) представителей ярусов иерархий и типичные времена изменения («рыскания») поисковых активностей, целевых критериев и системной памяти.*

На этом этапе генерируемые на ярусе «пред-пред-человечество» целевые критерии поисковой оптимизации энергетики представляют

собой совокупность **Q/G/H** критериев, ориентированный на ярус индивидов.

Этап 2. В параллель с усложнением БИТ С до С-2 началось формирование БИТ мимики/жестов (М/Ж-1), использующей анатомико-физиологические возможности *Homo ergaster/Homo erectus* – «пред-человека» эпохи «пред-цивилизаций» (~1,86-0,123 млн лет назад, с кульминацией – нижнепалеолитической революцией ~0,612 млн лет назад).

На этом этапе генерируемые на ярусе «пред-человечество» целевые критерии поисковой оптимизации энергетики представляют собой критерий экстремального типа **Q**, ориентированный на ярус индивидов, плюс совокупность критериев ограничений **G/H**, ориентированных на ярус семьи «предлюдей».

Этап 3. В параллель с усложнениями БИТ до С-3 и М/Ж-2 началось формирование БИТ речи/языка (Р/Я-1), использующей анатомико-физиологические и психические возможности *Homo sapiens-1* – «собственно» человека эпохи «протопрецивилизаций» [15] (~123-8,1 тыс. лет назад, с кульминацией – верхнепалеолитической революцией – ~40,3 тыс. лет назад). На этом этапе генерируемые на ярусе «Человечество-1» («округи-1») целевой критерий экстремального типа **Q** ориентирован на ярус индивидов *Homo sapiens-1*, критерий типа равенств **G** – на ярус семьи-1, а критерий типа неравенств **H** – на ярус поселения-1.

Этап 4. В параллель с усложнением БИТ до С-4, М/Ж-3 и Р/Я-2 началось формирование БИТ письменности/чтения (П/Ч-1), использующей, помимо анатомико-физиологических и психических возможностей *Homo sapiens-2* – человека эпохи локальных цивилизаций (~8,1 тыс. лет назад ~1446 г., с кульминацией – «городской революцией осевого времени» – ~2,7 тыс. лет назад) – результаты его (ремесленной) деятельности по созданию средств обеспечения письменности (бумаги, пергамента, папируса, письменных принадлежностей и др.) и формирования соответствующих средств обучения (иероглифов, алфавитов, образовательных методик и т.п.), средств транспортировки письменных источников, и т.д. На этом этапе генерируемые на ярусе «Человечество-2» («сверхрайоны-2») критерий экстремального типа **Q** ориентирован на ярус индивидов *Homo sapiens-2*, критерий типа равенств **G** – на ярус семьи-2, критерии типа неравенств **H1** – на ярус поселения-2, **H2** – на ярус округи-2.

Этап 5. В параллель с усложнением БИТ до С-5, М/Ж-4, Р/Я-3 и П/Ч-2 началось формирова-

ние БИТ тиражирования текстов (ТТ-1), использующей, помимо анатомико-физиологических и психических возможностей *Homo sapiens-3* – человека эпохи региональных и субконтинентальных цивилизаций (~1446-1946 гг. и далее, с кульминацией – индустриальной революцией – ~1806 г.) – результаты его (промышленной) деятельности по созданию технических средств обеспечения тиражирования текстов и доведения их до читателя: от машин и механизмов до методик рекламы. На этом этапе генерируемые на ярусе «Человечество-3» («сверхстраны-3») целевой критерий экстремального типа **Q** ориентирован на ярус индивидов *Homo sapiens-3*, критерий типа равенств **G** – на ярус семьи-3, критерии типа неравенств **H1** – на ярус поселения-3, **H2** – на ярус округа-3, **H3** – на ярус сверхрайоны-3.

Этап 6. В параллель с усложнением БИТ до С-6, М/Ж-5, Р/Я-4, П/Ч-3 и ТТ-2 началось формирование БИТ локальных компьютеров (ЛК-1), использующей, помимо анатомико-физиологических и психических возможностей *Homo sapiens-4* – человека эпохи Планетарной цивилизации (~1946-1979 гг. и далее, с кульминацией – микропроцессорной революцией – ~1970 г.) – результаты его (высокотехнологичной) деятельности по созданию локальных компьютеров и всей сопутствующей планетарной инфраструктуры. На этом этапе генерируемые на ярусе «Человечество-4» («Планетарное Человечество-4») целевой критерий экстремального типа **Q** ориентирован на ярус индивидов *Homo sapiens-4*, критерий типа равенств **G** – на ярус семьи-4, критерии типа неравенств **H1** – на ярус поселения-4, **H2** – на ярус округа-4, **H3** – на ярус сверхрайоны-4, **H4** – на ярус сверхстраны-4.

Этап 7. В параллель с усложнением БИТ до С-7, М/Ж-6, Р/Я-5, П/Ч-4, ТТ-3 и ЛК-2 началось формирование БИТ телекоммуникаций/сетей (Т/С-1), использующей, помимо анатомико-физиологических и психических возможностей *Homo sapiens-5* – человека эпохи Цивилизации Околоземного Космоса (~1979-1981 гг. и далее, с кульминацией – телекоммуникационной/сетевой революцией Интернета/мобильной телефонии/социальных сетей и т.п. – ~2003 г.) – результаты его (интеллектуальной и высокотехнологичной) деятельности по созданию программно-аппаратной основы телекоммуникаций/сетей и всей сопутствующей планетарно-космической инфраструктуры. На этом этапе генерируемые на ярусе «Человечество-5» («Человечество-4 Околоземного Космоса») целевой критерий экстремального типа **Q** ориентирован на ярус индивидов *Homo*

sapiens-5, критерий типа равенств **G** – на ярус семьи-5, критерии типа неравенств **H1** – на ярус поселения-5, **H2** – на ярус округа-5, **H3** – на ярус сверхрайоны-5, **H4** – на ярус сверхстраны-5, **H5** – на ярус Планетарное Человечество-5.

И так далее.

3. Поведенческие «правила»: «предписывающие» и «предельные»

Таким образом, сравнительный генезис БИТ и пространственной иерархии поведенческих «правил» выглядит на этапах усложнения *Homo sapiens* следующим образом.

Сообщества уровня протоцивилизаций/племен/округ, опираясь на собственный вариант БИТ Р/Я, определяют возможные формы ПП собственных индивидов, ориентированного на максимизацию их энергетической эффективности, путем задания собственным семьям/дворам фиксированных «предписывающих правил» ПП (т.е. ограничений типа равенств), а собственным родам/поселениям – «предельных правил» ПП (т.е. ограничений типа неравенств), устанавливающих границы их возможных реализаций. При дальнейшем нарастании пространственной иерархии Человечества дополнительно к данной структуре алгоритмов реализации системного ПП возникают:

- структуры уровня локальных цивилизаций/«сверхрайонов», которые, опираясь на собственные варианты БИТ П/Ч, расширяют поведенческие «предельные правила» на уровень входящих в них протоцивилизаций/племен/округ и ниже в их иерархиях;
- структуры уровня региональных и субконтинентальных цивилизаций/«сверхстран», которые, опираясь на собственные варианты БИТ ТТ, расширяют поведенческие «предельные правила» на уровень входящих в них локальных цивилизаций/«сверхрайонов» и ниже в их иерархиях;
- структуры уровня Планетарной цивилизации/Человечества, которые, опираясь на собственные варианты БИТ ЛК, расширяют поведенческие «предельные правила» на уровень входящих в них региональных и субконтинентальных цивилизаций/«сверхстран» и ниже в их иерархиях;
- структуры уровня Цивилизации/Человечества Околоземного Космоса, опираясь на собственные варианты БИТ Т/С, расширяют поведенческие «предельные правила» на уровень входящей в нее Планетарной цивилизации/Человечества и ниже в ее иерархии.

Заключение

Отсюда следующие выводы:

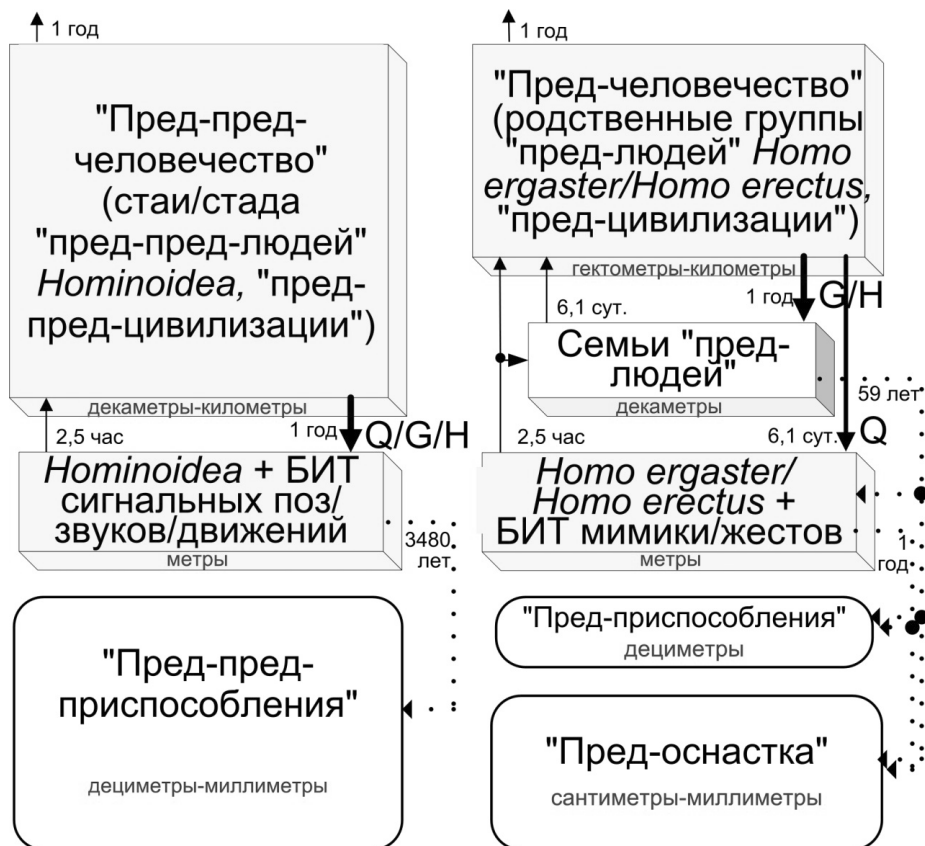
- 1) Особая роль семьи, реализующей, опираясь на БИТ Р/Я, единственные предписывающие правила ПП индивида (семейное воспитание – в том числе словесное и «личным примером» – как системный процесс [16]), на фоне совокупности предельных правил ПП, формируемой, опираясь на БИТ П/Ч, ТТ, ЛК, Т/С и др., более крупными сообществами в системной иерархии.
- 2) Важность того, чтобы сознательные действия людей/сообществ/государственных структур по осуществлению тех или иных форм ПП соответствовали алгоритмам «бессознательного» ПП элементов самоуправляющейся системы Человечества, – или, по крайней мере, им не противоречили.

Литература

1. *Гринченко С.Н.* Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры). М.: ИПИРАН, Мир. 2004. 512 с. <http://www.ipiran.ru/grinchenko/text.shtml>
2. *Гринченко С.Н.* Метаэволюция (систем неживой, живой и социально-технологической природы). М.: ИПИРАН. 2007. 456 с. http://www.ipiran.ru/grinchenko/book_2/text.shtml
3. *Растригин Л.А.* Случайный поиск. М.: Знание. 1979. 64 с.
4. *Моисеев Н.Н.* Алгоритмы развития. М.: Наука. 1987. 304 с.
5. *Турчин В.Ф.* Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. М.: ЭТС. 2000. 367 с.
6. *Курдюмов С.П.* Новые тенденции в научном мировоззрении. 2007. <http://spkurdyumov.narod.ru/KurdyumovSergPavlovich.htm>
7. *Бердяев Н.А.* Самопознание (опыт философской автобиографии). М.: Международные отношения. 1990. 336 с.
8. *Гринченко С.Н., Щапова Ю.Л.* Генезис информационных технологий как маркер генезиса иерархий в системе Человечества: модельное представление // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15. № 2. С. 421-430. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.421-430
9. *Гринченко С.Н.* О системной иерархии искусственного интеллекта // Информатика и ее применения. 2021. Т. 15. Вып. 1. С. 111-115. DOI: 10.14357/19922264210115
10. *Растригин Л.А.* Статистические методы поиска. М.: Наука. 1968. 376 с.
11. *Растригин Л.А.* Адаптация сложных систем. Методы и приложения. Рига: Зинатне. 1981. 375 с.
12. *Жирмунский А.В., Кузьмин В.И.* Критические уровни в процессах развития биологических систем. М.: Наука. 1982. 179 с.
13. *Моисеев Н.Н.* Козволюция человека и Биосферы: кибернетические аспекты // Кибернетика и ноосфера. М.: Наука. 1986. С. 68-81.
14. *Гринченко С.Н.* Общение людей и информационные технологии: принципы системной кумуляции и системной согласованности // Мир психологии. 2020. № 3 (103). С. 235-244. DOI: 10.51944/2073-8528_2020_3_235
15. *Гринченко С.Н.* О параллелизме в развитии базисных информационных технологий, пространственных типов цивилизаций и типологии знаковых систем // Системы и средства информатики. 2024. Т. 34. № 1. С. 139-149. DOI: 10.14357/08696527240112
16. *Гринченко С.Н.* Об исторических этапах формирования феномена «воспитание»: с кибернетических позиций // Известия Российской Академии Образования. 2022. № 2 (58). С. 61-68. DOI: 10.51944/20738498_2022_2_61

Гринченко Сергей Николаевич. Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия. Главный научный сотрудник. Доктор технических наук, профессор. Область научных интересов: информационные технологии, теория поисковой оптимизации, кибернетические социотехнологии. E-mail: sgrinchenko@ipiran.ru

Этапы системной эволюции Человечества



Возникает начиная с:

~28.2 млн лет назад

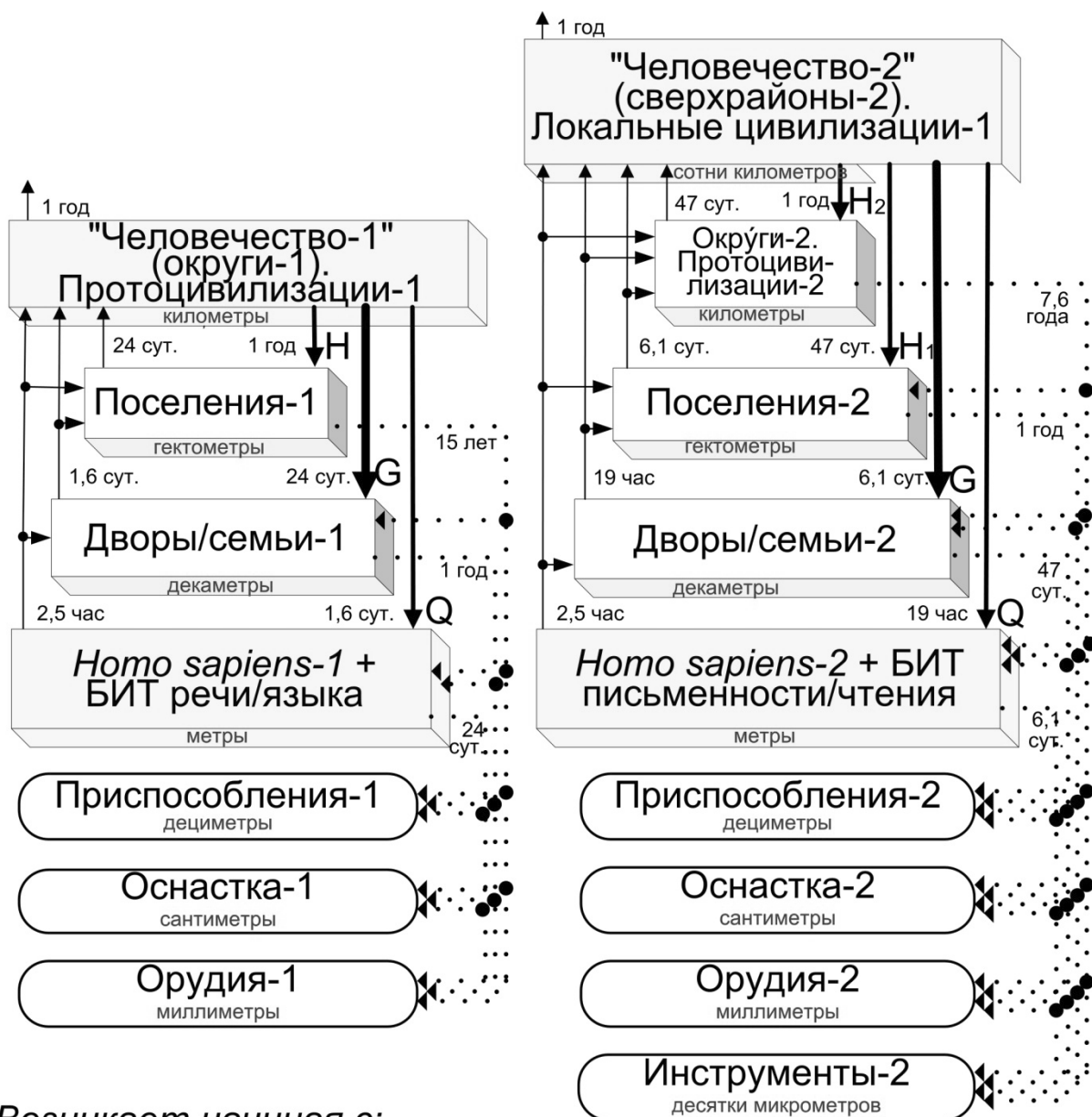
~1,86 млн лет назад

С кульминацией:

~9.26 млн лет назад

~0,612 млн лет назад

А)

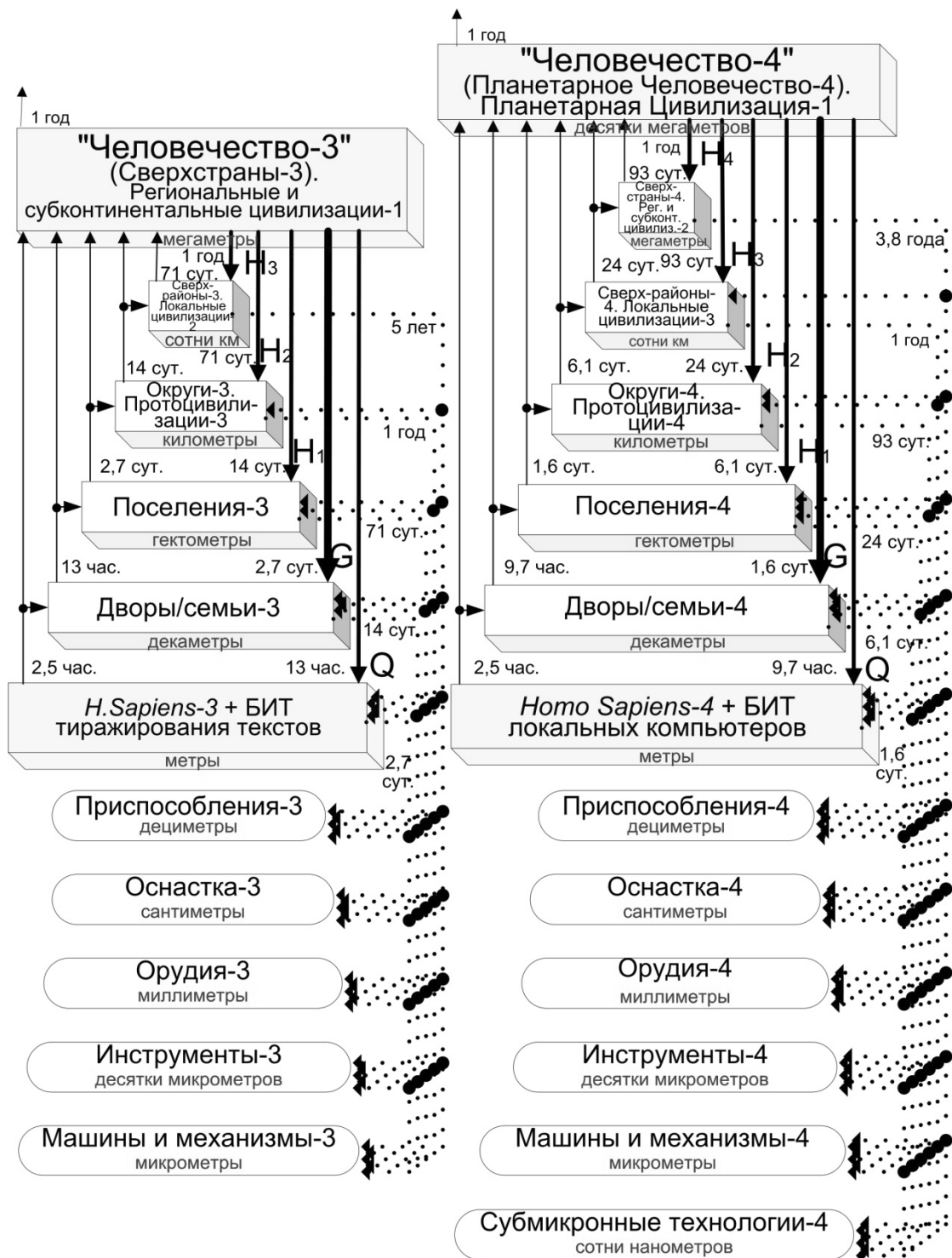


Возникает начиная с:
~123 тыс. лет назад

С кульминацией:
~40,3 тыс. лет назад

~8,1 тыс. лет назад

Б) ~2,7 тыс. лет назад



Возникает начиная с:

~1446 г. н.э.

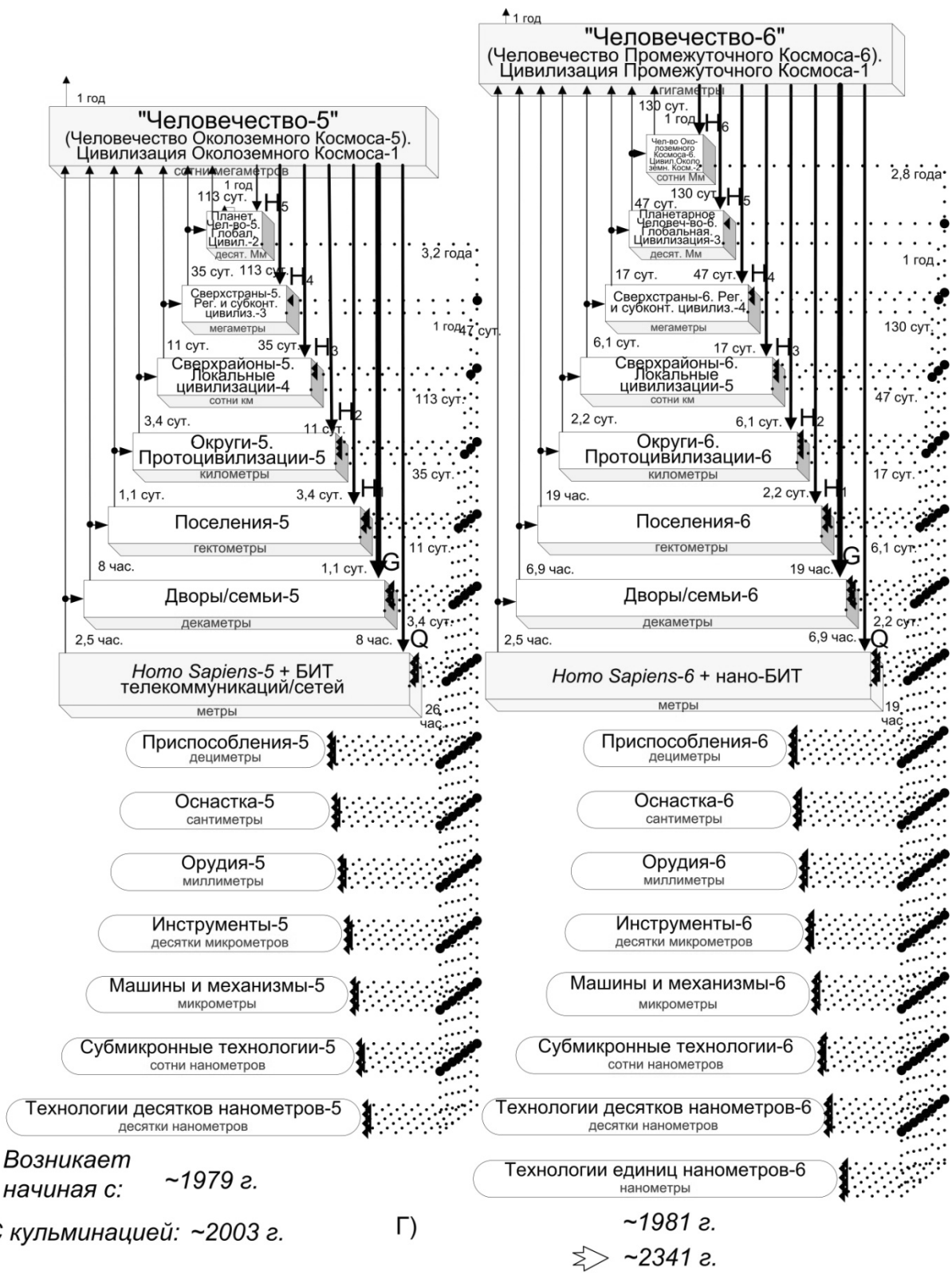
С кульминацией:

~1806 г. н.э.

В)

~1946 г.

~1970 г.



Basic information technologies and spatial hierarchy of behavioral “rules”: comparative genesis

S.N. Grinchenko

Institute of Informatics Problems, Federal Research Center “Informatics and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Abstract: From the standpoint of informatics and cybernetic modeling of the process of development of the self-controlling hierarchical-network system of Humanity, the comparative genesis of basic information technologies (BIT) and the spatial hierarchy of behavioral “rules” of adaptive behavior (AB) is considered, which at the stages of complication of Homo sapiens looks like this: communities at the level of proto-civilizations, relying on their own version of BIT speech/language, determine possible forms of AB of their own individuals, oriented towards maximizing their energy efficiency, by assigning fixed “prescriptive rules” of AB (i.e. equality-type restrictions) to their own families, and “limit rules” (i.e. inequality-type restrictions) to their own clans, establishing the boundaries of possible implementations of their AB. With further growth of the hierarchy of the Humanity system, structures additionally arise on the basis of new BITs that expand behavioral “limit rules” to levels: BIT of writing/reading – local civilizations, BIT of text replication – regional civilizations, BIT of local computers – Planetary Civilization, BIT of telecommunications/networks – Civilization of Near-Earth Space. The special role of the family, implementing the only prescriptive rules of the AB, against the background of the limit rules formed by larger communities, and the importance of the correspondence of conscious actions of people to implement the AB to the algorithms of the “unconscious” AB of the self-controlling system of Humanity are noted.

Keywords: *basic information technologies; systemic genesis of Humanity; informatics-cybernetic model; self-controlling hierarchical-network system of Humanity; target criteria of adaptive behavior; principle of systemic cumulation; principle of systemic consistency.*

DOI: 10.14357/20790279250106 **EDN:** NFGHXI

References

1. Grinchenko S.N. 2004. Sistemnaya pamyat' zhivogo (kak osnova ego metaevolyutsii i periodicheskoy struktury) [System memory of the living (as the basis of its metaevolution and periodic structure)]. Moscow: IPIRAN, Mir, 512 p.
2. Grinchenko S.N. 2007. Metaevolyutsiya (sistem nezhiyoy, zhiyoy i sotsial'no-tekhnologicheskoy prirody) [Meta-evolution (of inanimate, animate and socio-technological nature systems)]. Moscow: IPIRAN, 456 p.
3. Rastrigin L.A. 1979. Sluchaynyy poisk [Random search]. Moscow: Znanie, 64 s.
4. Moiseev N.N. 1987. Algoritmy razvitiya [Development algorithms]. Moscow: Nauka, 304 p.
5. Turchin V.F. 2000. Fenomen nauki: Kiberneticheskii podkhod k evolyutsii [Phenomenon of Science: Cybernetic Approach to Evolution]. Moscow: ETS, 367 p.
6. Kurdyumov S.P. 2007. Novye tendentsii v nauchnom mirovozzrenii [New trends in the scientific worldview] – <http://spkurdyumov.narod.ru/KurdyumovSergPavlovich.htm>
7. Berdyayev N.A. 1990. Samopoznanie (opyt filosofskoy avtobiografii) [Self-knowledge (an experience of philosophical autobiography)]. Moscow: International Relations, 336 p.
8. Grinchenko S.N., Shchapova Yu.L. 2019. Genezis informatsionnykh tekhnologiy kak marker genezisa ierarkhiy v sisteme Chelovechestva: model'noe predstavlenie [Genesis of information technologies as a marker of the genesis of hierarchies in the system of Humanity: a model representation] // Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie [Modern information technologies and IT education]. V. 15, No. 2. p. 421-430.
9. Grinchenko S.N. 2021. O sistemnoy ierarkhii iskusstvennogo intellekta [On the system hierarchy of artificial intelligence] // Informatika i ee primeneniya [Informatics and its applications]. V. 15. Vyp. 1. p. 111-115.
10. Rastrigin L.A. 1968. Statisticheskie metody poiska [Statistical Search Methods]. Moscow: Nauka, 376 p.
11. Rastrigin L.A. 1981. Adaptatsiya slozhnykh sistem. Metody i prilozheniya. [Adaptation of complex systems. Methods and applications]. Riga: Zinatne, 375 p.
12. Zhirmunskiy A.V., and Kuz'min V.I. 1982. Kriticheskie urovni v protsessakh razvitiya biologicheskikh sistem [Critical levels in the development of biological systems]. Moscow: Nauka. 179p.

13. *Moiseev N.N.* 1986. Koevoljutsiya cheloveka i Biosfery: kiberneticheskie aspekty [Coevolution of Man and the Biosphere: Cybernetic Aspects //] // Kibernetika i noosfera [Cybernetics and Noosphere]. Moscow: Nauka, p. 68-81.
14. *Grinchenko S.N.* 2020. Obshchenie lyudey i informatsionnye tekhnologii: printsipy sistemnoy kumulyatsii i sistemnoy soglasovannosti [Communication of people and information technologies: principles of systemic cumulation and systemic consistency] Mir psikhologii [World of Psychology], 3(103). p. 235-245. DOI: 10.51944/2073-8528_2020_3_235
15. *Grinchenko S.N.* 2024. O parallelizme v razvitii bazisnykh informatsionnykh tekhnologiy, prostranstvennykh tipov tsivilizatsiy i tipologii znakovykh sistem [On parallelism in the development of basic information technologies, spatial types of civilizations and typology of sign systems] // Sistemy i sredstva informatiki [Systems and means of informatics]. V. 34. № 1. p. 139-149. DOI: 10.14357/08696527240112
16. *Grinchenko S.N.* 2022. Ob istoricheskikh etapakh formirovaniya fenomena «vospitanie»: s kiberneticheskikh pozitsij [On the historical stages of the formation of the phenomenon of “upbringing”: from cybernetic positions] // Izvestiya Rossijskoj Akademii Obrazovaniya [Bulletin of the Russian Academy of Education]. No. 2 (58). p. 61-68. DOI: 10.51944/20738498_2022_2_61

Grinchenko Sergey N. Institute of Informatics Problems, Federal Research Center “Informatics and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation | Doctor of Science in technology, professor, principal scientist. E-mail: sgrinchenko@ipiran.ru