

## Генезис искусственного интеллекта в системе Человечества: кибернетическое представление

С. Н. Гринченко

ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Российская Федерация

119333, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2

sgrinchenko@ipiran.ru

### Аннотация

Искусственный интеллект (ИИ) рассматривается, — с позиций информатико-кибернетического моделирования (ИКМ) процесса развития самоуправляющейся иерархо-сетевой системы Человечества, — как природный феномен, теснейшим образом сопряжённый с понятиями «когнитивные функции человека» и «интеллектуальная деятельность человека». С этих позиций введённое ранее автором понятие «человеко-аппаратурной интеллектуальной единицы» естественным образом обобщено на *все* уровни/ярусы системы Человечества, расположенные в её иерархии выше и ниже относительно уровня/яруса «человек/личность». То есть феномен «личностного естественно-искусственного интеллекта» дополняется феноменом «иерархического ИИ» (ИИИ). Формирование его базисных составляющих — «интеллектуальная память» (software memory)–«интеллектуальная аппаратура» (hardware memory)–«интеллектуальные алгоритмы» (brainware memory) — происходило в три этапа (все даты расчётные). Первый этап формирования прото-ИИИ «интеллектуальная память» осуществлялся на основе информационной технологии (ИТ) сигнальных поз/звуков/движений (лидировавшей в период ~28,2-1,86 млн лет назад, с кульминацией ~9,26 млн лет назад), ИТ мимики/жестов (~1,86-0,123 млн лет назад, с кульминацией ~0,612 млн лет назад) и ИТ речи/языка (~123-8,1 тыс. лет назад, с кульминацией ~40,3 тыс. лет назад). Второй этап формирования пред-ИИИ «интеллектуальная аппаратура» осуществлялся на основе ИТ письменности/чтения (лидировавшей в период ~6,1 тыс. лет до н.э.–~1446 г., с кульминацией ~0,7 тыс. лет до н.э.) и ИТ тиражирования текстов/книгопечатания (~1446-1946 гг., с кульминацией ~1806 г.). Третий этап формирования «собственно» ИИИ «интеллектуальные алгоритмы» осуществлялся на основе ИТ локальных компьютеров (лидировавшей в период ~1946-1979 гг. и далее, с кульминацией ~1970 г.) и ИТ телекоммуникаций/сетей (~1979-1981 гг. и далее, с кульминацией ~2003 г.). Расчёт на основе ИКМ прогнозирует продолжение третьего этапа формирования ИИИ, использующего перспективную нано-аппаратно поддерживаемую ИТ (~1981 г. и далее, с кульминацией, предположительно, либо ~2341 г., либо ~2046 г.), и т.д.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, человеко-аппаратурная интеллектуальная единица, информационные технологии, самоуправляющаяся иерархо-сетевая система Человечества, информатико-кибернетическая модель, иерархический искусственный интеллект.

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

**Для цитирования:** Гринченко, С. Н. Генезис искусственного интеллекта в системе Человечества: кибернетическое представление / С. Н. Гринченко. — DOI 10.25559/SITITO.16.202003.643-652 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2020. — Т. 16, № 3. — С. 643-652.

© Гринченко С. Н., 2020



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



## The Genesis of Artificial Intelligence in the Humankind's System: a Cybernetic View

**S. N. Grinchenko**

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

44-2 Vavilova St., Moscow 119333, Russian Federation

sgrinchenko@ipiran.ru

### Abstract

Artificial intelligence (AI) is considered, — from the standpoint of informatics-cybernetic modeling (ICM) of the development of the self-controlling hierarchical-network system of Humankind, — as a natural phenomenon closely associated with the concepts of "human cognitive functions" and "human intellectual activity". From these positions, the concept of "human-apparatus intellectual unit" introduced earlier by the author is naturally generalized to all levels/tiers of the Humanity system located in its hierarchy above and below the level/tier of "person/personality". That is, the phenomenon of "personal natural-artificial intelligence" is complemented by the phenomenon of "hierarchical AI" (HAI). The formation of its basic components — "intelligent memory" (software memory)–"intelligent hardware" (hardware memory)–"intelligent algorithms" (brainware memory) — took place in three stages (all dates are calculated). The first stage of the proto-HAI formation of "intellectual memory" was carried out on the basis of information technology (IT) signal poses/sounds/movements (leading during the period ~28.2-1.86 million years ago, with a culmination of ~9.26 million years ago), IT mimics/gestures (~1.86-0.123 million years ago, with a culmination of ~0.612 million years ago) and IT speech/language (~123-8.1 thousand years ago, culminating in ~40.3 thousand years ago). The second stage of the pre-HAI formation of "intellectual equipment" was carried out on the basis of IT writing/reading (leading during the period ~6.1 thousand years BC-~1446, with a culmination of ~0.7 thousand years BC) and IT text replication/printing (~1446-1946, culminating in ~1806). The third stage of the "proper" HAI formation of "intelligent algorithms" was carried out on the basis of IT local computers (leading during the period ~1946-1979 and further, culminating in ~1970) and IT telecommunications/networks (~1979-1981 and further, culminating in ~2003). The ICM-based calculation predicts the continuation of the third stage of the HAI formation, using a promising nano-apparatus supported IT (~1981 and beyond, with a culmination, presumably, either ~2341 or ~2046), etc.

**Keywords:** artificial intelligence, human-apparatus intellectual unit, information technologies, self-controlling hierarchical-network system of Humankind, information-cybernetic model, hierarchical artificial intelligence.

*The author declares no conflicts of interest.*

**For citation:** Grinchenko S.N. The Genesis of Artificial Intelligence in the Humankind's System: a Cybernetic View. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(3):643-652. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202003.643-652>



## Введение

Согласно авторской информатико-кибернетической модели (ИКМ) самоуправляющейся (по адаптивным алгоритмам поисковой оптимизации целевых критериев энергетического характера) иерархо-сетевой системы Человечества как единого саморазвивающегося целого [1-24], её основной характеристикой является информационная технология (ИТ), используемая усложняющимися индивидами в ходе исторического развития от древнейших времён до наших дней и далее. Модель позволяет получить количественные — пространственные и временные — параметры этого развития, опираясь на числовой ряд со знаменателем геометрической прогрессии  $e^e = 15,15426\dots$ . В её рамках удаётся проследить ход развития производственных и производственно-инфраструктурных технологий, выявить критические (ориентировочные, реперные etc.) значения размеров элементов субстрата психики и «коллективного бессознательного» — в сопоставлении с таковыми для иерархии Биосферы, определить потребный для каждого нового этапа её развития уровень образованности и кругозора лидирующих на этом этапе индивидов, и др. [2], [3]. Исходя из определения понятия «искусственный интеллект» (ИИ) как комплекса технологических решений, позволяющего имитировать когнитивные функции человека и включающего в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение, процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений<sup>1</sup>, рассмотрим *генезис иерархической структуры* этого феномена, базируясь на его кибернетическое модельное представление.

### «Человеко-аппаратурная интеллектуальная единица» — элементарное звено системы Человечества и составляющих его сообществ

Будем далее рассматривать Человечество — в контексте его ИКМ — не как сумму собственно людей как таковых, но как совокупность «**человеко-аппаратурных интеллектуальных единиц**», характерных для соответствующей фазы его личностно-производственно-социальной метаэволюции (процесса последовательного наращивания числа уровней/ярусов иерархической системы в ходе её формирования как таковой). При этом ранее было отмечено, что для «продвинутой» фазы метаэволюции: «*аппаратурная составляющая интеллектуальной единицы в общем случае содержит комбинацию «софтвера» (software), «хардвера» (hardware) и «брэйнвера» (brainware), иначе говоря: памяти (баз данных) + аппаратной основы + алгоритмов преобразования информации; аналогичным образом в её «человеческой» составляющей (по крайней мере, для человека, находящегося в сознании) целесообразно выделить подобную же комбинацию, а именно: продуктивную личностную память + работоспособный мозг + приемлемый уровень мыслительной деятельности*» [4: 92]. Другими словами, аппаратурная составляющая человеко-аппаратурной интеллектуальной единицы является «искусственным интеллектом масштаба личности и ориентированным на её личные потребности».

Естественным выглядит и обобщение, согласно предлагаемому модельному представлению, этого понятия: информационно-коммуникационная инфраструктура ИИ и структура его субстрата должны соответствовать системной иерархии Человечества, в составе которой на сегодня, т.е. после 1946 и 1979 гг., преобладают подсистемы Планетарного Человечества и Человечества Околосреднего Космоса соответственно, развивающиеся на основе цифровых ИТ.

Возникает вопрос: каков генезис феномена «иерархический ИИ» (ИИИ) и как он соотносится с генезисом системной иерархии Человечества как целого?

### О генезисе системной иерархии искусственного интеллекта

Опираясь на понятие «человеко-аппаратурной интеллектуальной единицы», распространим обобщённую, с акцентом на феномен *памяти*, структуру аппаратурной составляющей этого понятия — «интеллектуальная память» (software memory) — «интеллектуальная аппаратура» (hardware memory) — «интеллектуальные алгоритмы» (brainware memory) — на структуру понятия «иерархического ИИ». Причём сделаем это в контексте исторического возникновения таких компонентов ИИИ в ходе метаэволюции системы Человечества.

Как представляется, начало далёкой предыстории этого процесса связывается с началом процесса цефализации позвоночных около 428 млн лет назад (здесь и далее все датировки расчётные), когда — в рамках Биосферы Земли — у позвоночных начал формироваться головной мозг, с появлением около 140 млн лет назад, у высших позвоночных, такого его осложнения, как неокортекс. Все такие процессы формирования биологической памяти шли в рамках биологического же многоклеточного организма, в его индивидуальном пространстве размером около 4,2 м (радиусом круга вокруг него).

Первая составляющая указанной интеллектуальной комбинации — прототип будущей «интеллектуальной памяти» прото-ИИИ — управляемые сознанием человека память иммунологическая, память эпигенетическая и память нейронная, возникли в истории Человечества на этапах лидирования соответственно ИТ сигнальных поз/звуков/движений (которую развивали далёкие предки человека *Homoidea* и *Hominidae*), ИТ мимики/жестов (которую развивали древние люди *Homo ergaster*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* и др.) и ИТ речи/языка (которую развивал первый из ряда усложняющихся «собственно» людей — *Homo sapiens*), т.е. от ~28,2 млн лет назад вплоть до ~8,1 тыс. лет назад (таблица 1).

Вторая составляющая указанной интеллектуальной комбинации — прототип будущей «интеллектуальной аппаратуры» пред-ИИИ, — базирующиеся на внешние по отношению к телу человека носители его памяти (обожжённая глина, папирус, пергамент, узелковое письмо, бумага и др.) рукописи, летописи, книги/брошюры/журналы/газеты и т.п.), возникали в

<sup>1</sup> Выявлена ранее А.В. Жирмунским и В.И. Кузьминым [25] при изучении критических уровней в развитии биологических систем.



истории Человечества на этапах лидирования соответственно ИТ письменности/чтения (которую развивал уже второй из ряда усложняющихся «собственно» людей — *Homo sapiens*) и ИТ тиражирования текстов/книгопечатания (которую развивал уже третий из ряда усложняющихся «собственно» людей — *Homo sapiens*"), т.е. от ~8,1 тыс. лет назад примерно до

1946 года (таблица 2), При этом «человеческая» компонента субстрата «интеллектуальной памяти» потенциально также расширялась за счёт возникновения (по крайней мере, у некоторых индивидов) «компарментальной» нейронной памяти и «субкомпарментальной» нейронной памяти.

Т а б л и ц а 1. Характеристики 1-го этапа формирования «иерархического ИИ» — образования будущей «интеллектуальной памяти»  
T a b l e 1. Characteristics of the 1st stage of the formation of "hierarchical AI" - the formation of the future "intellectual memory"

Под-этап	Лидирующая ИТ	Время лидирования ИТ	Кульминация ИТ	Осваиваемый ареал прото-ИИИ (радиус круга той же площади)	Осваиваемый размер элементов «человеческого» субстрата прото-ИИИ. Тип памяти
1.0	цефализация позвоночных	~428-28,2 млн лет назад	~140,1 млн лет назад	~4,2-4,2 м	~4,2-4,2 м Биологическая
1.1	сигнальных поз/звуков/движений	~28,2-1,86 млн лет назад	~9,26 млн лет назад	~4,2-64 м	~4,2-0,28 м Иммунологическая
1.2	миимики/ жестов	~1,86-0,123 млн лет назад	~0,612 млн лет назад	~0,064-1 км	~28-1,8 см Эпигенетическая
1.3	речи/ языка	~123-8,1 тыс. лет назад	~40,3 тыс. лет назад	~1-15 км	~1,8-0,12 см Нейронная

Т а б л и ц а 2. Характеристики 2-го этапа формирования «иерархического ИИ» — усложнения «интеллектуальной памяти» и образования «интеллектуальной аппаратуры»

T a b l e 2. Characteristics of the 2nd stage of the formation of "hierarchical AI" - the complication of "intellectual memory" and the formation of "intelligent equipment"

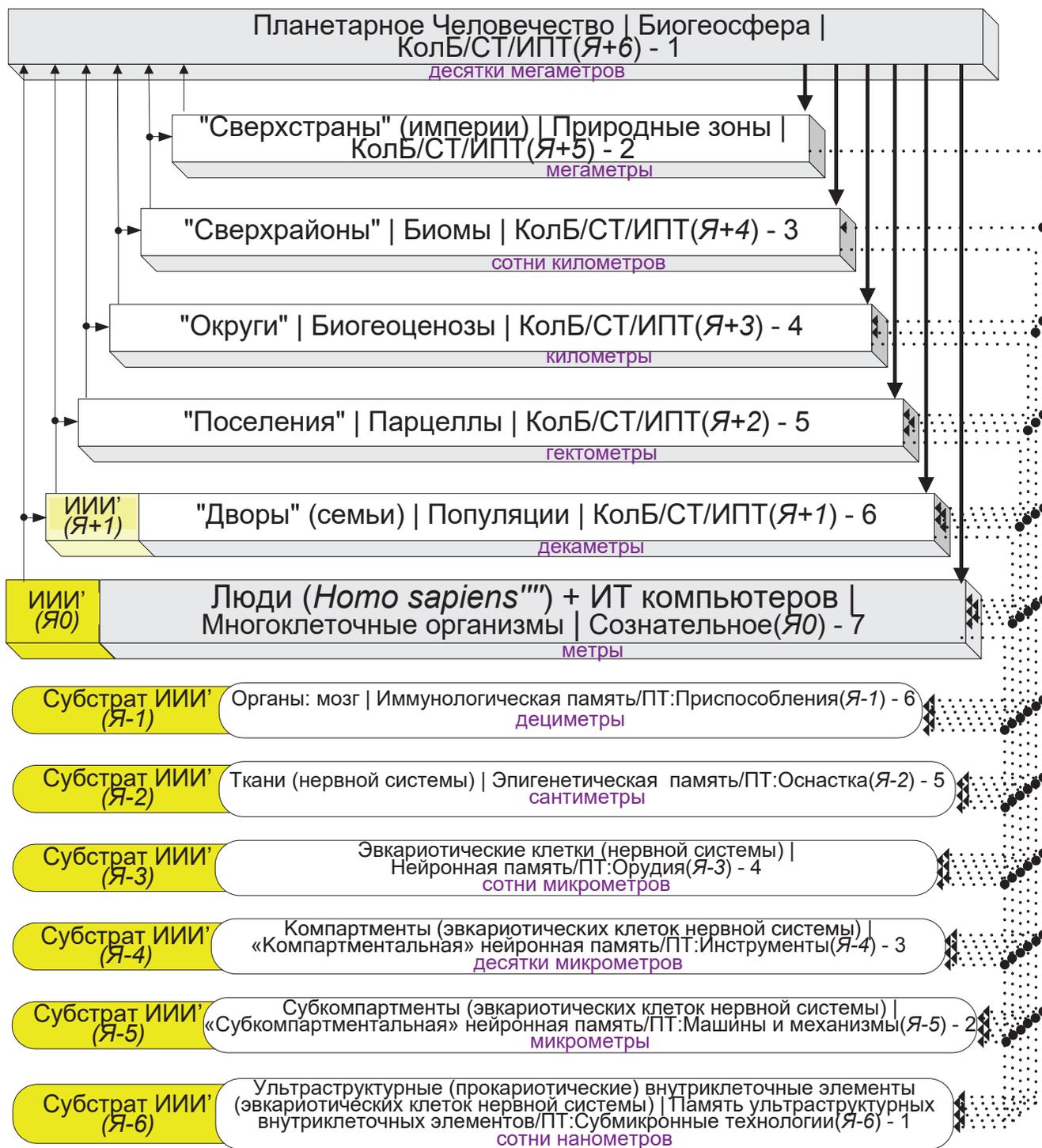
Под-этап	Лидирующая ИТ	Время лидирования ИТ	Кульминация ИТ	Осваиваемый ареал прото-ИИИ (радиус круга той же площади)	Осваиваемый размер элементов «человеческого» субстрата прото-ИИИ. Тип памяти
2.1	письменности/чтения	~6,1 тыс. лет до н.э.~1446 г.	~0,7 тыс. лет до н.э.	~15-222 км	~1,2-0,08 мм «Компарментальная» нейронная память
2.2	тиражирования текстов/книгопечатания	~1446-1946 гг.	~1806 г.	~222-3370 км	~80-5 мкм «Субкомпарментальная» нейронная память

Т а б л и ц а 3. Характеристики 3-го этапа формирования «иерархического ИИ» — дальнейшего усложнения «интеллектуальной памяти», усложнения «интеллектуальной аппаратуры» и образования «интеллектуальных алгоритмов»

T a b l e 3. Characteristics of the 3rd stage of the formation of "hierarchical AI" - further complication of "intellectual memory", complication of "intellectual equipment" and the formation of "intelligent algorithms"

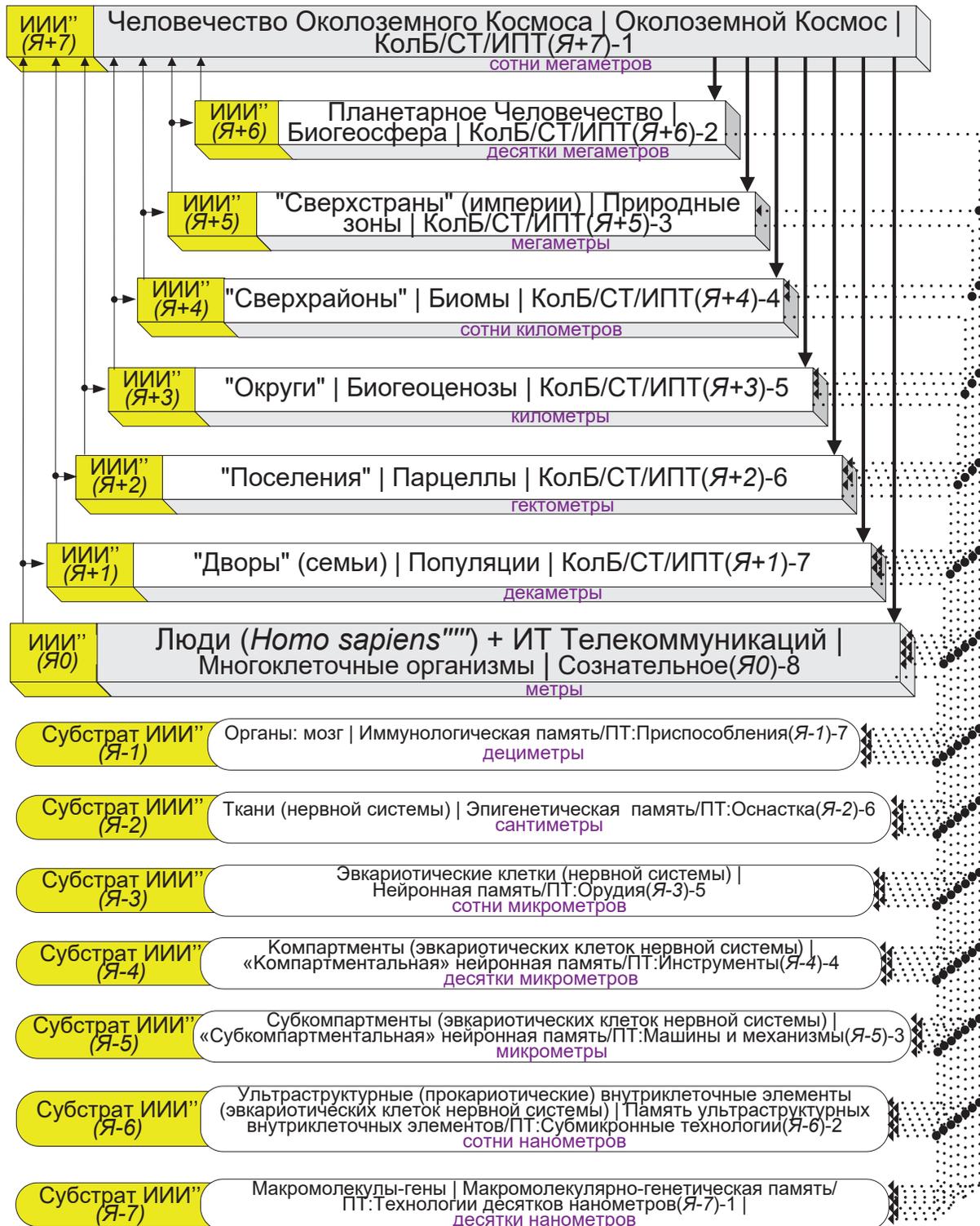
Под-этап	Лидирующая ИТ	Время лидирования ИТ	Кульминация ИТ	Осваиваемый ареал прото-ИИИ (радиус круга той же площади)	Осваиваемый размер элементов «человеческого» субстрата прото-ИИИ. Тип памяти
3.1	локальных компьютеров	~1946-1979 гг. и далее	~1970 г.	~3,37-51 тыс. км	~5-0,35 мкм Память ультраструктурных внутриклеточных элементов
3.2	телекоммуникаций/сетей	~1979-1981 гг. и далее	~2003 г.	~51-773 тыс. км	~350-23 нм Макромолекулярно-генетическая память
3.3	нано-аппаратно поддерживаемая	~1981 г. и далее	~2341 г? ~2046 г.???	~0,773-11,7 млн км	~23-1,5 нм Память органических молекул
...	...	...	...	...	...





Р и с. 1. Подсистема иерархо-сетевой системы Человечества, находящаяся на компьютерном этапе развития ИТ (с ~1946 г.)  
F i g. 1. Subsystem of the hierarchical network system of Mankind, which is at the computer stage of IT development (since ~ 1946)





Р и с. 2. Подсистема иерархо-сетевой системы Человечества, находящаяся на телекоммуникационном/сетевом) этапе развития ИТ (с ~1979 г.)  
F i g. 2. Subsystem of the hierarchical-network system of Mankind, which is at the telecommunication / network) stage of IT development (since ~ 1979)



Третья составляющая указанной интеллектуальной комбинации — «интеллектуальные алгоритмы» ИИИ как такового — естественно связывается с возникновением автоматических алгоритмов преобразования информации. Они реализуются посредством ИТ локальных компьютеров (которую развивает, начиная примерно с 1946 года, уже четвёртый из ряда усложняющихся «собственно» людей — *Homo sapiens*'''), и ИТ телекоммуникаций/сетей (которую развивает, начиная примерно с 1979 года, уже пятый из ряда усложняющихся «собственно» людей — *Homo sapiens*'''). Расчёт на основе ИКМ прогнозирует продолжение третьего этапа формирования ИИИ, на базе нано-аппаратно поддерживаемой ИТ (~1981 г. и далее, с кульминацией, предположительно, либо ~2341 г., либо ~2046 г.), и т.д. (таблица 3). При этом «человеческая» компонента субстрата «интеллектуальной памяти» потенциально расширялась за счёт возникновения новых её типов — памяти ультраструктурных внутриклеточных элементов, макромолекулярно-генетической памяти и памяти органических молекул, искусственная её компонента — посредством возникновения всё более эффективных и более миниатюрных новых носителей. Наконец, «интеллектуальная аппаратура» включала и включает как эти носители, так и другие необходимые элементы её инфраструктуры.

Выбор между этими и иными возможными прогнозами дальнейшего развития ИИИ определяется тем, какой из вероятных вариантов последовательности запаздывания кульминации развития новых ИТ от их старта будет реализовать Природа в будущем [5]-[16]. При зеркальном отражении исторического хода этого процесса относительно момента сходимости последовательности стартов около 1981 года это будет ~2341 г. Но имеются два аргумента за вариант ~2046 г., который базируется на возможной смене знаменателя геометрической прогрессии, описывающий этот процесс, с коэффициента Жирмунского-Кузьмина, например, на неперово число  $e$ .

Первый аргумент относится к «человеческой» составляющей системы: исчерпание возможностей уменьшения размера элемента субстрата психики человека — неотъемлемой составляющей системогенеза Человечества — ниже иерархического уровня органических молекул, поскольку следующий в иерархии уровень отдельных атомов не обладает достаточным разнообразием. Второй аргумент относится к «искусственной» составляющей системы: это само появление, вблизи точки перелома тренда около 1981 года, полноценного ИИИ, который позволяет заместить собой некоторые из ограниченных возможностей естественного интеллекта, что, не исключено, и обеспечит указанную смену тренда.

## Иерархический искусственный интеллект и система Человечества

Схемы подсистем иерархо-сетевой системы Человечества, находящихся на компьютерном (с ~1946 г.) и на телекоммуникационном/сетевом этапах развития ИТ (с ~1979 г.) соответственно представлены на рисунках 1 и 2. Первый из них демонстрирует схему, соответствующую подэтапу 3.1 формирования ИИИ, а второй — подэтапу 3.2.

В частности, на рис. 1 показано, что прообраз «надличностного» ИИИ (ИИИ') появляется уже на данном подэтапе — на

ярусе сообщества «семья» (либо малый коллектив), — формируясь посредством создания локальных сетей локальных компьютеров.

В свою очередь, каждому из ярусов в иерархии, расположенных ниже яруса «индивид/личность», соответствует *субстрат* ИИИ', к которому следует относить прежде всего аппаратную компоненту последнего, поскольку программно-алгоритмическая его компонента пространственного размера не имеет, вследствие чего и не может быть показана на этой схеме.

На рис. 2 показано, что ИИИ'' *как таковой* соответствует каждому из ярусов социумов/сообществ различного размера (расположенных в иерархии выше яруса индивида/личности) иерархо-сетевой самоуправляющейся системы Человечества — в том смысле, что каждый из них *ориентирован на решение проблем данного яруса*.

Обозначения к рис. 1 и 2: 1) восходящие стрелки (имеющие структуру «многие — к одному») отражают первую из трёх основных составляющих контура поисковой оптимизации энергетики системы Человечества — *поисковую активность* представителей соответствующих ярусов в иерархии; 2) нисходящие сплошные (имеющие структуру «один — ко многим») стрелки отражают вторую составляющую — *целевые критерии* поисковой оптимизации энергетики системы Человечества; 3) нисходящие пунктирные (имеющие структуру «один — ко многим») стрелки отражают третью составляющую — *оптимизационную системную память* личностно-производственно-социального (результат адаптивных влияний представителей вышележащих иерархических ярусов на структуру вложенных в них нижележащих); КолБ — коллективное бессознательное; СТ — социальные технологии; ИПТ — инфраструктурные производственные технологии; ПТ — производственные технологии; Я — ярусы.

Субстрат ИИИ'' может относиться к любому соответствующему уровню (или сразу всем) системной иерархии Человечества.

## Заключение

Понятие «человеко-аппаратурной интеллектуальной единицы» обобщено на *все* уровни/ярусы системы Человечества, расположенные в её иерархии выше и ниже относительно уровня/яруса «человек/личность». Тем самым феномен «искусственного интеллекта масштаба личности и ориентированного на её личные потребности» дополняется феноменом «иерархического естественно-искусственного интеллекта, ориентированного на потребности представителей иерархии» [18]-[25].

Его формирование стало возможным с возникновением ИТ локальных компьютеров (эскизно, на уровне локальных сетей из них) после ~1946 года и, в полноценном варианте, после ~1979 года, с возникновением ИТ телекоммуникаций/сетей. То есть на базе компьютерной ИТ начала формироваться искусственная составляющая «личностного естественно-искусственного интеллекта», т.е. ИИИ' (переходная составляющая генезиса процесса возникновения «иерархического ИИ»), которую всего через 33 года — миг с исторической точки зрения — дополнило, на базе телекоммуникационной/сетевой ИТ, формирование всех иных уровней/ярусов «иерархического ИИ», т.е. ИИИ'' [17].



Основные пространственно-временные параметры генезиса этого процесса описываются информатико-кибернетической моделью самоуправляющейся системы Человечества.

### Список использованных источников

- [1] Гринченко, С. Н. Социальная метаэволюция Человечества как последовательность шагов формирования механизмов его системной памяти / С. Н. Гринченко // Исследовано в России. — 2001. — № 145. — С. 1652-1681. — URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2001/145.pdf> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [2] Гринченко, С. Н. Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры) / С. Н. Гринченко. — М.: ИПИРАН, Мир, 2004.
- [3] Grinchenko, S. N. Meta-evolution of Nature System — The Framework of History / S. N. Grinchenko // *Social Evolution & History*. — 2006. — Vol. 5, no. 1. — Pp. 42-88. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9304647> (дата обращения: 02.08.2020).
- [4] Гринченко, С. Н. Метаэволюция (систем неживой, живой и социально-технологической природы) / С. Н. Гринченко. — М.: ИПИРАН, 2007.
- [5] Гринченко, С. Н. Homo eruditus (человек образованный) как элемент системы Человечества / С. Н. Гринченко // *Открытое образование*. — 2009. — № 2. — С. 48-55. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11992835> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [6] Гринченко, С. Н. Модели периодизации истории человечества / С. Н. Гринченко, Ю. Л. Щапова // *Вестник Российской академии наук*. — 2010. — Т. 80, № 12. — С. 1076-1084. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16367086> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [7] Grinchenko, S. N. Human history periodization models / S. N. Grinchenko, Y. L. Shchapova. — DOI 10.1134/S1019331610060055 // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. — 2010. — Vol. 80, issue 6. — Pp. 498-506. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1019331610060055> (дата обращения: 02.08.2020).
- [8] Grinchenko, S. N. The Pre- and Post-History of Humankind: What is it? / S. N. Grinchenko // *Problems of Contemporary World Futurology*; V. I. Yakunin (ed.). Cambridge Scholars Publishing, 2011. — Pp. 341-353.
- [9] Гринченко, С. Н. Об эволюции психики как иерархической системы (кибернетическое представление) / С. Н. Гринченко // *Историческая психология и социология истории*. — 2012. — Т. 5, № 2. С. — 60-76. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18749871> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [10] Templeton, A. R. Has Human Evolution Stopped? / A. R. Templeton. — DOI 10.5041/RMMJ.10006 // *Ramban Maimonides Medical Journal*. — 2010. — Vol. 1, issue 1. — Article: e0006. — URL: <https://www.rmmj.org.il/issues/1/7/manuscript> (дата обращения: 02.08.2020).
- [11] Schwaninger, M. System dynamics as model-based theory building / M. Schwaninger, S. Grösser. — DOI 10.1002/sres.914 // *Systems Research and Behavioral Science. Special Issue: System Dynamics*. — 2008. — Vol. 25, issue 4. — Pp. 447-465. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sres.914> (дата обращения: 02.08.2020).
- [12] Grinchenko, S. N. Archaeological epoch as the succession of generations of evolutive subject-carrier archaeological sub-epoch / S. N. Grinchenko, Y. L. Shchapova // *Philosophy of Nature in Cross-Cultural Dimensions. The result of the International Symposium at the University of Vienna*. — Vienna, Austria: KoPhil, 2016. — Pp. 423-439.
- [13] Щапова, Ю. Л. Введение в теорию археологической эпохи: числовое моделирование и логарифмические шкалы пространственно-временных координат / Ю. Л. Щапова, С. Н. Гринченко. — М.: МГУ, ФИЦ ИУ РАН, 2017.
- [14] Schwartz, R. D. Artificial Intelligence as a Sociological Phenomenon / R. D. Schwartz. — DOI 10.2307/3341290 // *The Canadian Journal of Sociology*. — 1989. — Vol. 14, no. 2. — Pp. 179-202. — URL: <https://www.jstor.org/stable/3341290> (дата обращения: 02.08.2020).
- [15] Jorgenson, D. W. The ICT revolution, world economic growth, and policy issues / D. W. Jorgenson, K. M. Vu. — DOI 10.1016/j.telpol.2016.01.002 // *Telecommunications Policy*. — 2016. — Vol. 40, issue 5. — Pp. 383-397. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596116000033> (дата обращения: 02.08.2020).
- [16] Mitra, A. From Cyber Space to Cybernetic Space: Rethinking the Relationship between Real and Virtual Spaces / A. Mitra, R. L. Schwartz. — DOI 10.1111/j.1083-6101.2001.tb00134.x // *Journal of Computer-Mediated Communication*. — 2001. — Vol. 7, issue 1. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1083-6101.2001.tb00134.x> (дата обращения: 02.08.2020).
- [17] Гринченко, С. Н. Генезис информационных технологий как маркер генезиса иерархий в системе Человечества: модельное представление / С. Н. Гринченко, Ю. Л. Щапова. — DOI 10.25559/SITITO.15.201902.421-430 // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. — 2019. — Т. 15, № 2. — С. 421-430. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41244512> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [18] Grinchenko, S. Genesis of Information Technologies as a Marker of the Genesis of Hierarchies in the Humankind's System: A Model Representation / S. Grinchenko, J. Shchapova. — DOI 10.1007/978-3-030-46895-8\_19 // *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science*; V. Sukhomlin, E. Zubareva (ed.). Springer, Cham. — 2020. — Vol. 1201. — Pp. 238-249. — URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-46895-8\\_19](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-46895-8_19) (дата обращения: 02.08.2020).
- [19] Grinchenko, S. The Deductive Approach to Big History's Singularity / S. Grinchenko, Y. L. Shchapova. — DOI 10.1007/978-3-030-33730-8\_10 // *The 21st Century Singularity and Global Futures. World-Systems Evolution and Global Futures*; A. Korotayev, D. LePoire (ed.). Springer, Cham. — 2020. — Pp. 201-210. — URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-33730-8\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-33730-8_10) (дата обращения: 02.08.2020).



- [20] Bostrom, N. The Future of Humanity / N. Bostrom. — DOI 10.1057/9780230227279\_10 // *New Waves in Philosophy of Technology*. New Waves in Philosophy; J.K.B. Olsen, E. Selinger, S. Riis(ed.). Palgrave Macmillan, London. — 2009. — Pp. 186-215. — URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230227279\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230227279_10) (дата обращения: 02.08.2020).
- [21] Деревянко, А. П. Формирование человека современного анатомического вида и его поведения в Африке и Евразии / А. П. Деревянко // *Археология, этнография и антропология Евразии*. — 2011. — № 3(47). — С. 2-31. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16547999> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [22] Жуков, Р. А. Региональная геология: зарождение / Р. А. Жуков, Э. М. Пинский // *Региональная геология и металлогения*. — 2018. — № 74. — С. 78-89. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35249200> (дата обращения: 02.08.2020). — Рез. англ.
- [23] Steinhardt, P. J. The Cyclic Universe: An Informal Introduction / P. J. Steinhardt, N. Turok. — DOI 10.1016/S0920-5632(03)02075-9 // *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements*. — 2003. — Vol. 124. — Pp. 38-49. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920563203020759> (дата обращения: 02.08.2020).
- [24] Panov, A. Singularity of Evolution and Post-singular Development in the Big History Perspective / A. Panov. — DOI 10.1007/978-3-030-33730-8\_20 // *The 21st Century Singularity and Global Futures*. World-Systems Evolution and Global Futures; A. Korotayev, D. LePoire (ed.). Springer, Cham. — 2020. — Pp. 439-465. — URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-33730-8\\_20](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-33730-8_20) (дата обращения: 02.08.2020).
- [25] Жирмунский, А. В. Критические уровни в процессах развития биологических систем / А. В. Жирмунский, В. И. Кузьмин. — М.: Наука, 1982.

Поступила 02.08.2020; одобрена после рецензирования 27.10.2020; принята к публикации 20.11.2020.

#### Об авторе:

**Гринченко Сергей Николаевич**, главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук, ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (119333, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2), доктор технических наук, профессор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0607-1742>, [sgrinchenko@ipiran.ru](mailto:sgrinchenko@ipiran.ru)

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

- [1] Grinchenko S.N. Social meta-evolution of Mankind as a sequence of steps to form the mechanisms of its system memory. *Issledovano v Rossii*. 2001; 145:1652-1681. Available at: <http://zhurnal.apelarn.ru/articles/2001/145.pdf> (accessed 02.08.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [2] Grinchenko S.N. *Sistemnaja pamjat' zhivogo (kak osnova ego metajevoljucii i periodicheskoj struktury)* [System memory of the living (as the basis of its meta-evolution and periodic structure)]. IPIRAN, Mir, Moscow; 2004. (In Russ.)
- [3] Grinchenko S.N. Meta-evolution of Nature System — The Framework of History. *Social Evolution & History*. 2006; 5(1):42-88. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9304647> (accessed 02.08.2020). (In Eng.)
- [4] Grinchenko S.N. *Metajevoljucija (sistem nezshivoy, zhivoy i social'no-tehnologicheskoy prirody)* [Metaevolution (systems of inanimate, living and socio-technological nature)]. IPIRAN, Moscow; 2007. (In Russ.)
- [5] Grinchenko S.N. Homo eruditus (an educated person) as an element of the system of Humankind. *Open Education*. 2009; 2:48-55. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11992835> (accessed 02.08.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [6] Grinchenko S.N., Shchapova Yu.L. Periodization Models of the Humanity History. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk = Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2010; 80(12):1076-1084. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16367086> (accessed 02.08.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [7] Grinchenko S.N., Shchapova Yu.L. Human history periodization models. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2010; 80(6):498-506. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1134/S1019331610060055>
- [8] Grinchenko S.N. The Pre- and Post-History of Humankind: What is it? In: Grinchenko S.N. (ed.) *Problems of Contemporary World Futurology*. Cambridge Scholars Publishing; 2011. p. 341-353. (In Eng.)
- [9] Grinchenko S.N. On the evolution of mind as a hierarchical system (a cybernetic approach). *Istoricheskaya psichologiya i sociologia istorii = Historical Psychology & Sociology*. 2012; 5(2):60-76. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18749871> (accessed 02.08.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [10] Templeton A.R. Has Human Evolution Stopped? *Rambam Maimonides Medical Journal*. 2010; 1(1):e0006. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.5041/RMJ.10006>
- [11] Schwaninger M., Grösser S. System dynamics as model-based theory building. *Systems Research and Behavioral Science. Special Issue: System Dynamics*. 2008; 25(4):447-465. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1002/sres.914>
- [12] Grinchenko S.N., Shchapova Yu.L. Archaeological epoch as the succession of generations of evolutive subject-carrier archaeological sub-epoch. In: *Philosophy of Nature in Cross-Cultural Dimensions*. The result of the International Symposium at the University of Vienna. KoPhil, Vienna, Austria; 2016. p. 423-439. (In Eng.)
- [13] Shchapova Yu.L., Grinchenko S.N. *Vvedenie v teoriju arheologicheskoy jepohi: chislovoe modelirovanie i logarifmicheskie*



- shkaly prostranstvenno-vremennykh koordinat* [Introduction to the theory of the archaeological epoch: numerical modeling and logarithmic scales of space-time coordinates]. MSU, FRC CSC, Moscow; 2017. (In Russ.)
- [14] Schwartz R.D. Artificial Intelligence as a Sociological Phenomenon. *The Canadian Journal of Sociology*. 1989; 14(2):179-202. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.2307/3341290>
- [15] Jorgenson D.W., Vu K.M. The ICT revolution, world economic growth, and policy issues. *Telecommunications Policy*. 2016; 40(5):383-397. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.01.002>
- [16] Mitra A., Schwartz R.L. From Cyber Space to Cybernetic Space: Rethinking the Relationship between Real and Virtual Spaces. *Journal of Computer-Mediated Communication*. 2001; 7(1). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2001.tb00134.x>
- [17] Grinchenko S.N., Shchapova Yu.L. Genesis of Information Technologies as a Marker of the Genesis of Hierarchies in the Humankind's System: a Model Representation. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2019; 15(2):421-430. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.15.201902.421-430>
- [18] Grinchenko S., Shchapova J. Genesis of Information Technologies as a Marker of the Genesis of Hierarchies in the Humankind's System: A Model Representation. In: Sukhomlin V., Zubareva E. (ed.) *Modern Information Technology and IT Education*. SITITO 2018. *Communications in Computer and Information Science*. 2020; 1201:238-249. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_19)
- [19] Grinchenko S., Shchapova Y.L. The Deductive Approach to Big History's Singularity. In: Korotayev A., LePoire D. (ed.) *The 21st Century Singularity and Global Futures*. *World-Systems Evolution and Global Futures*. Springer, Cham; 2020. p. 201-210. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33730-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33730-8_10)
- [20] Bostrom N. The Future of Humanity. In: Olsen J.K.B., Selinger E., Riis S. (ed.) *New Waves in Philosophy of Technology*. *New Waves in Philosophy*. Palgrave Macmillan, London; 2009. p. 186-215. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1057/9780230227279\\_10](https://doi.org/10.1057/9780230227279_10)
- [21] Derevianko A.P. The Origin of Anatomically Modern Humans and their Behavior in Africa and Eurasia. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 2011; 39(3):2-31. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aeae.2011.09.001>
- [22] Zhukov R.A., Pinsky E.M. Regional Geology: Genesis. *Regional'naya geologiya i metallogeniya = Regional Geology and Metallogeny*. 2018; (74):78-89. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35249200> (accessed 02.08.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [23] Steinhardt P.J., Turok N. The Cyclic Universe: An Informal Introduction. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements*. 2003; 124:38-49. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1016/S0920-5632\(03\)02075-9](https://doi.org/10.1016/S0920-5632(03)02075-9)
- [24] Panov A. Singularity of Evolution and Post-singular Development in the Big History Perspective. In: Korotayev A., LePoire D. (ed.) *The 21st Century Singularity and Global Futures*. *World-Systems Evolution and Global Futures*. Springer, Cham; 2020. p. 439-465. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33730-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33730-8_20)
- [25] Zhirmunsky A.V., Kuzmin V.I. *Kriticheskie urovni v processah razvitiya biologicheskikh sistem* [Critical levels in developmental processes of biological systems]. Nauka Publ., Moscow; 1982. (In Russ.)

Submitted 02.08.2020; approved after reviewing 27.10.2020;  
accepted for publication 20.11.2020.

#### About the author:

**Sergey N. Grinchenko**, Principal Scientific Researcher of the Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences (44-2 Vavilova St., Moscow 119333, Russian Federation), Dr.Sci. (Technology), Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0607-1742>, [sgrinchenko@ipiran.ru](mailto:sgrinchenko@ipiran.ru)

*The author has read and approved the final manuscript.*

