

# БИОФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТА И ФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Санкт-Петербург – Москва – Краснодар

2024

# ПРЕПРИНТ

Автор был бы благодарен за любые замечания, уточнения по совершенствованию пособия, рекомендации отзывы, присланные на адрес: [aeremin@yandex.ru](mailto:aeremin@yandex.ru)

УДК 53:577

ББК 22.3я73

**Е 70**      **Еремин А. Л.** Биофизика интеллекта и физика интеллектуальных систем: учебное пособие для вузов / А. Л. Еремин — Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2024.

ISBN

Учебное пособие подготовлено в связи и в соответствии с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы; цифровой трансформацией - цель в Указе Президента РФ от 21.07.2020 № 474 О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года; Стратегией цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования, утвержденной в 2021 году Минобрнауки России.

Учебное пособие посвящено тематике физики интеллекта естественного, искусственного, гибридного, изучению интеллектуальных систем на микро и макро уровне, цифрового развития и здоровья человека в гиперинформационном обществе. При междисциплинарном подходе предлагается рассмотреть методы, приборы, результаты измерений в физике, оптике, акустике, информатике, математике и астрономии. Впервые, используется метод "наблюдателя" к рассмотрению интеллекта и интеллектуальных систем с различными точек отсчета и ракурсов, в разных системах координат и размерных шкалах.

Предназначается для преподавателей высшего образования и студентов специальностей и направлений подготовки 03.04.02 "Физика", 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии", 03.03.02 "Медицинская физика", 09.03.02 "Информационные системы и технологии", 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", 03.01.02 "Биофизика" может быть полезно для специалистов по 19.00.02 "Психофизиологии", 06.03.01 "Физиологии", 47.03.01 "Философии", 39.03.01 "Социологии", 46.03.03 "Антропологии", 44.03.02 "Психолого-педагогическому образованию", истории науки.

УДК 53:577

ББК 22.3я73

Изображения на обложке и к главам учебного пособия – сгенерированы Ереминым А.Л. с помощью общедоступного нейросетевого искусственного интеллекта Midjourney ИИ

**Планируемое издание (август, 2024)** Издательство «Лань», 2024

© А. Л. Еремин, 2024

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ .....                                                                                        | 4   |
| ГЛАВА 1. ИНТЕЛЛЕКТ ФИЗИКА УЧЕНОГО-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ – наблюдатель<br>изнутри собственного интеллекта .....   | 7   |
| 1.1. Актуальность "наблюдателя" в научном методе физики .....                                            | 7   |
| 1.2. Попытки и подходы физиков к параметрам, величинам, характеристикам<br>интеллекта .....              | 9   |
| 1.3. Наблюдатель изнутри собственного интеллекта .....                                                   | 10  |
| ГЛАВА 2. ФИЗИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....                                                           | 15  |
| 2.1. Наблюдатель снаружи интеллект-системы человека .....                                                | 15  |
| 2.2. Развертка интеллект-систем во времени .....                                                         | 20  |
| ГЛАВА 3. ФИЗИКА СИГНАЛОВ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ.....                                                       | 37  |
| 3.1. Физические сигналы и материальные носители информации, единицы<br>измерений, параметры.....         | 37  |
| 3.2. Физика восприятия-обработки-накопления-производства информации и<br>интеллектуального труда .....   | 46  |
| ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТА .....                                                          | 69  |
| ГЛАВА 5. БИОНИКА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....                                                          | 74  |
| 5.1. Некоторые современные тренды ИИ и информационно-коммуникационных<br>технологий.....                 | 74  |
| 5.2. От нерешенных проблем бионики интеллекта и обратной сборки мозга к<br>стратегиям разработок ИИ..... | 79  |
| ГЛАВА 6. МАКРО-ИНТЕЛЛЕКТ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА - наблюдатель<br>изнутри и снаружи.....                    | 85  |
| 6.1. Развертка макро-интеллект-системы человечества во времени .....                                     | 86  |
| 6.2. Коллективный интеллект популяции человечества - наблюдатель изнутри .....                           | 93  |
| 6.3. Наблюдатель снаружи макро-интеллект-системы человечества .....                                      | 97  |
| ГЛАВА 7. АСТРОФИЗИКИ В ПОИСКЕ ВНЕЗЕМНОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....                                                | 102 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                                                          | 109 |
| ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ .....                                                                                   | 116 |
| Контрольные вопросы .....                                                                                | 133 |
| Ссылки и литература для чтения .....                                                                     | 136 |

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель учебного пособия - дать представление о современном понимании интеллекта и интеллектуальных систем, их структурно-функциональных характеристик, лимитов, результатов регистрации и измерений в различных системах координат.

В связи с экспоненциальным ростом исследований в области нейронаук, когнитивистики и физики интеллекта за последние 20 лет, все более сложной задачей становится предоставление всестороннего, но сжатого научно-популярного обзора этой области, оставаясь верным цели возвысить изложение базовых принципов над подробными энциклопедическими знаниями.

К уникальности книги можно отнести, что автор впервые для описания различных подходов к феномену интеллекта использует распространившийся 120 лет назад метод Наблюдателя. При этом в начале, ретроспективно к истории науки, рассматриваются некоторые субъективные явления эврики-инсайта-озарения у интеллектов ученых исследователей (Глава 1).

Объективные научные исследования естественного интеллекта знаменуются выяснением клеточных биологических и электрофизиологических функций нервных клеток, начиная с первоначальных исследований потенциала действия и синаптической передачи 75 лет назад, до подсчета количества нейронов и синапсов в последние 10 лет и нашим современным пониманием биофизических основ этих фундаментальных принципов. За последние 20 лет также произошло развитие новых методов визуализации в медицинской физике, которые позволили ученым идентифицировать участки мозга у людей, активирующиеся во время реализации умственных функций (Глава 2).

Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) приведшее к информационному буму, обозначило новые вызовы современности в сфере изучения физики сигналов носителей информации, информационных нагрузок, лимитов интеллекта, специализации в поиске знаний, новых физических методов сжатия информации, высокоскоростной передачи больших объемов, анализа-синтеза и хранения информации (Глава 3). В математической физике интеллекта формализованы пока только некоторые умственные функции

(Глава 4).

Мода 21 века на изобретение искусственного интеллекта (ИИ) требует переосмысления, что такое интеллект, отдельных его функций реализуемых с помощью агентов ИИ, общего или сильного ИИ (AGI), проблем бионики, связанных с отсутствием в физико-технических достижениях функционально-структурных аналогов естественного интеллекта (ЕИ) (Глава 5).

Обозначенное 150 лет назад направление изучение ноогенеза – появления и эволюции разума, произошло одновременно с "абиогенезом" - естественным процессом возникновения жизни из неживой материи. Однако, если в XX веке система знаний по абиогенезу бурно развивалась с выдвижением гипотез, постановкой экспериментов, обоснованием теорий, многочисленными изданиями, то по ноогенезу, по публикациям, наблюдались длительные паузы с возвращением к активным исследованиям примерно через 70 лет (Глава 6).

Начавшийся 70 лет назад с появлением астробиологии поиск внеземной жизни продолжился поиском интеллекта на других планетах - Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). После многочисленных безрезультатных попыток назревает переосмысление как фундаментальных подходов "что и зачем искать", так и физико-технической методологии "как и чем искать". Однако поиск продолжается (Глава 7).

Автор надеется и ставит перед собой цель, чтобы читатели по достоинству оценили достижения современного междисциплинарного научного тренда, а также применение мультимодальных подходов для достижения задач, стоящих перед будущими поколениями ученых, специалистов-исследователей, физиков, интеллектологов. Подчеркивая, как ученые в прошлом разрабатывали экспериментальные подходы для решения фундаментальных вопросов и противоречий в этой области, автор надеется, что эта книга также побудит читателей критически мыслить и не уклоняться от подвергания сомнению полученной мудрости, поскольку каждая с трудом добытая истина, вероятно, приведет к новым и, возможно, более глубоким вопросам в области интеллекта. Таким образом, автор надеется, что книга послужит основой и мотивацией для следующего поколения исследователей интеллекта сформулировать и изучить эти вопросы, классифицировать систему знаний, наметить прогнозы как дальнейших наблюдений, экспериментов и опытов, так и объективной эволюции.

# ИНТЕЛЛЕКТ УЧЕНОГО-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ



# ГЛАВА 1. ИНТЕЛЛЕКТ ФИЗИКА УЧЕНОГО-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ – наблюдатель изнутри собственного интеллекта

Я мыслю, следовательно, я существую.

*Ренэ Декарт (1596—1650)*

Я смотрю на себя, как на ребенка, который, играя на морском берегу, нашел несколько камешков поглаже и раковин попестрее, чем удавалось другим, в то время как неизмеримый океан истины расстилался перед моим взором неисследованным... Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов.

*Исаак Ньютон (1643—1727)*

Высшей задачей физика является поиск таких в высшей степени универсальных законов, ... из которых с помощью чистой дедукции можно получить картину мира. Не существует логического пути, ведущего к таким ... законам. Они могут быть получены только при помощи интуиции, основанной на феномене, схожем с интеллектуальной любовью ("Einfühlung") к объектам опыта

*Альберт Эйнштейн (1970-1955)*

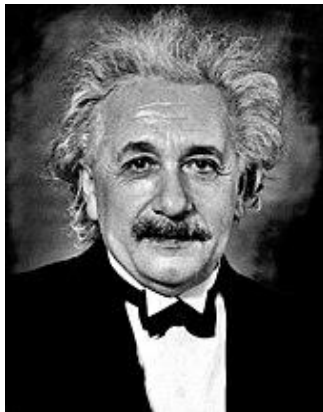
## 1.1. Актуальность "наблюдателя" в научном методе физики

"Система координат" в научный метод была введена в 1657 Рене Декартом. "Введение понятия "наблюдатель" не должно быть неправильно понято как подразумевающее, что в описание природы должны быть включены какие-то субъективные особенности. Наблюдатель выполняет, скорее, только функцию регистрации решений, то есть процессов в пространстве и времени, и не имеет значения, является ли наблюдатель аппаратом или человеком...", - определил в 1958 году Нобелевский лауреат Вернер Гейзенберг. Некоторые интерпретации

квантовой механики указывают на центральную роль наблюдателя в квантовом явлении с утверждением, что "наблюдатель" или "измерение" — это просто физический процесс. Понятие "наблюдатель" в специальной теории относительности относится чаще всего к инерциальным системам отсчета, которые являются по своей сути нелокальными конструкциями, охватывающими всё пространство-время или какое-то его дискретное пространство. В общей теории относительности термин "наблюдатель" относится чаще всего к человеку или машине, которые производят пассивные локальные измерения. Гением мыслительного эксперимента считают Альберта Эйнштейна, который и ввел в 1905 году в физику понятие "наблюдатель" (*Beobachter*). Герман Минковский в 1908 предложил четырёхмерное псевдо-евклидово пространство — "пространство Минковского". Эрвин Шрёдингер в 1935 обосновал "наблюдателя" в квантовой механике в феномене "кота Шрёдингера" (рисунок 1-1).



Р. Декарт



А.Эйнштейн



Г. Минковский



В. Гейзенберг



Э. Шрёдингер

Рис. 1-1. Физики, внесшие вклад в научный метод "наблюдатель — система координат"

## 1.2. Попытки и подходы физиков к параметрам, величинам, характеристикам интеллекта

В 1672 году в письме Исаак Ньютон писал: "более точно определить, что такое свет, каким образом он преломляется и каким способом или действиями вызывает в нашем сознании цветовые фантазии, не так-то просто", - что относят к первым упоминаниям о "трудной проблеме сознания".

В 2005 году Нобелевский лауреат Виталий Гинзбург опубликовал "Пора формировать моду на интеллект". Актуальность проблематики может подтверждаться тем, что физики в XXI веке неоднократно искали подходы и пытались формализовать: мышление и его происхождение, синергетические принципы мозга, коннектом мозга, способность разума к прогнозу и будущее разума, физику интеллекта и физику разума, физику мысли, физические принципы мозг-компьютерного интерфейса, сознание человека в сравнении с андроидом, нейро-механическую модель интеллекта, искусственный интеллект в медицинской физике, физический интеллект, рост интеллектуальной материи.

Однако не произошло общего признания формул, понятия и характеристик сложного явления. По мнению, профессора физики Нью-Йоркского университета Митио Каку: "Есть две величайшие тайны природы – Вселенная и Разум". При всей моде в XXI веке на искусственный интеллект (ИИ) отмечается, что "у нас никогда не будет настоящего ИИ без предварительного понимания мозга". Остается не ясно и понятие, обозначенное в утвержденной в 2019 Национальной стратегии развития ИИ - стремление к "универсальному интеллекту".

Возможная цель и методология на современном этапе.

Учитывая значимость наблюдения в научном методе, сложности познания интеллекта и осознавая необходимость более широкого мультимодального подхода (лат *multi* "много", лат *modus* "способ, мера, образ, вид") пространственного, частотного, количественно-компонентного, скоростного распределения, визуального, коммуникационного, - была поставлена цель:

обозначить описание характеристик познания феномена интеллекта и интеллектуальных систем (структура, движение, трансформация), путем метода наблюдателя - систем отсчета, с помощью которых измеряется набор объектов или событий.

Параллельно определялись задачи: систематизации наблюдений во времени развертки – эволюции, для перспективного квантования на минимальные порции и системные компоненты, поиска единиц измерения, определение шкал и реперных точек, квантификации параметров и диапазонов измерений; разработки метрологической шкалы Наблюдатель – интеллект-системы; формирования понятия "интеллект" с точки зрения физики.

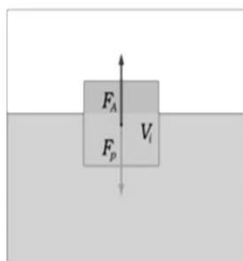
Философско-методологическое обсуждение понятия, что есть Наблюдатель: система отсчета, система координат, измерение, физический процесс, научный метод, метод исследования, сам исследователь – оставим "любителям мудрости".

### 1.3. Наблюдатель изнутри собственного интеллекта

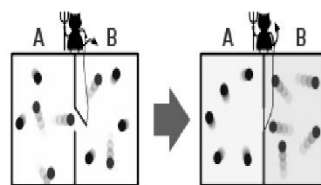
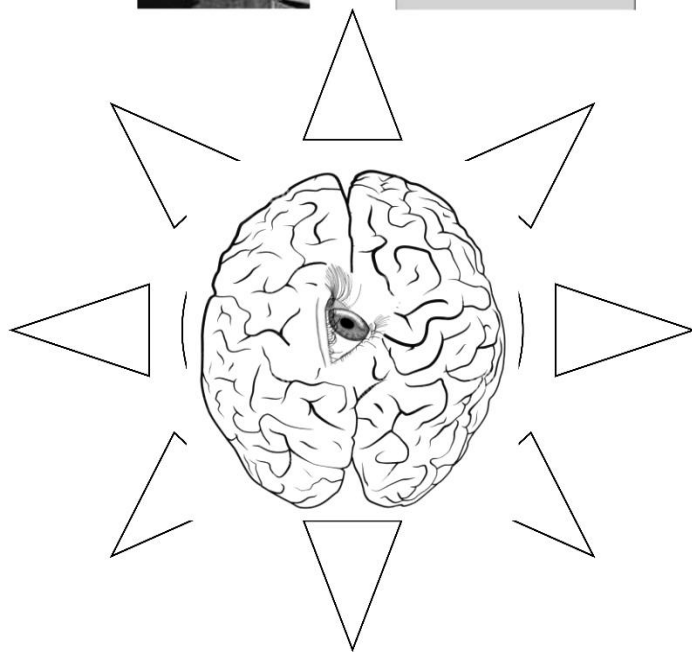
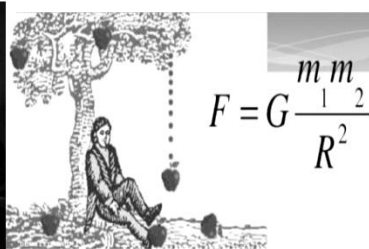
Ученый-исследователь не может своим сознанием самопознать естественный интеллект (ЕИ) в собственном мозге - его массу, количество нейронов и синапсов, скорость нервного импульса, локализацию интеллект-функций и пр. Но если сложно исполнить заповедь древних "познай самого себя" (*Nosce te ipsum*), то с концентрацией внимания, потоком сознания, мозговым штурмом можно размышлять об окружающем мире.

Методологический подход с использованием "Наблюдателя" был обоснован в физике: в квантовой механике в 1935 в феномене "кота Шредингера", ранее в 1867 в термодинамике и теории информации в феномене "демона Максвелла", а так же в "пространстве Минковского", "координатах Риндлера", "парадоксе Белла", "координатах Борна", "парадоксе Эренфеста", "эффекте Унру", "излучении Хокинга", "барионной асимметрии Вселенной" Сахарова и пр.

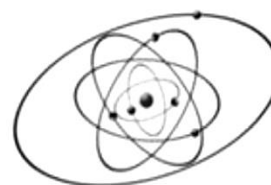
Архимед →эврика →закон Архимеда



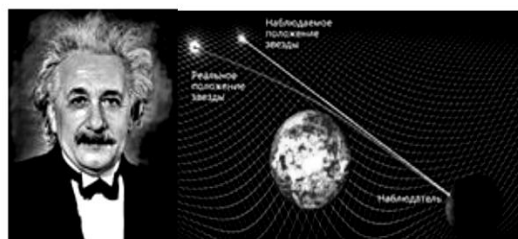
Ньютон →инсайт →закон тяготения



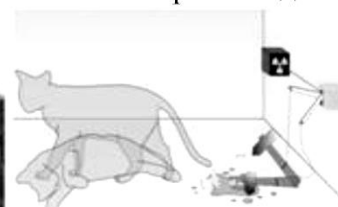
Максвелл →инсайт  
→демон Максвелла



Резерфорд →ассоциация  
→планетарная модель атома



Эйнштейн →прогноз →отклонение  
лучей света от звезд к Наблюдателю



Шредингер →инсайт  
→кот Шредингера

Рис. 1-2. Схема Наблюдатель изнутри собственного интеллекта - разовые инсайты (на примерах физиков и их открытий, имевших важное значение в фундаментальной физике)

Результаты мыслительных экспериментов в физике: творчество (креативность), озарение (инсайт), эврика, эмерджентность (появление) новой идеи – синтез новой информации по закономерностям синергетики, объединения информации, аналитико-синтетической высшей нервной деятельности для

определений целей и стратегий естественнонаучного познания, мозговых штурмов, последующей проверки опытным, экспериментальным путем.

В этом ряду: эврика Архимеда при открытии фундаментального принципа механики жидкости; инсайт Ньютона при определении всемирного закона тяготения; ассоциация Резерфорд в сравнении строения атома с планетными системами; инсайт Максвелла, иллюстрирующий парадокс второго начала термодинамики; инсайт Шредингера, объясняющий парадокс квантовой суперпозиции; прогноз Эйнштейна, в общей теории относительности, о том, что луч света должен искривляться в гравитационных полях (рисунок 1-2).

Менделеев 20 лет напряженно думал, прежде чем пришло озарение (по некоторым источникам во сне) в виде классификации элементов по атомным номерам и физическим свойствам.

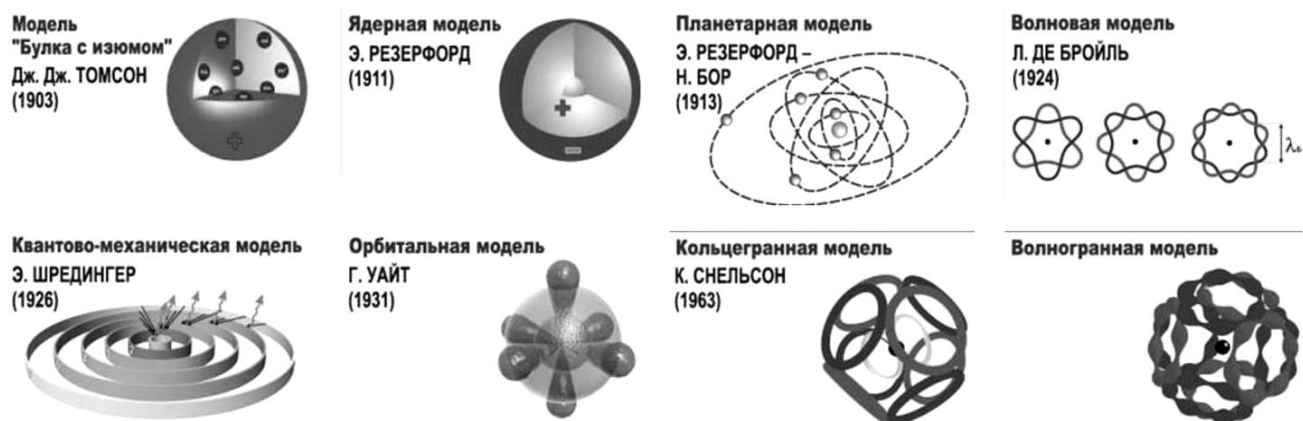


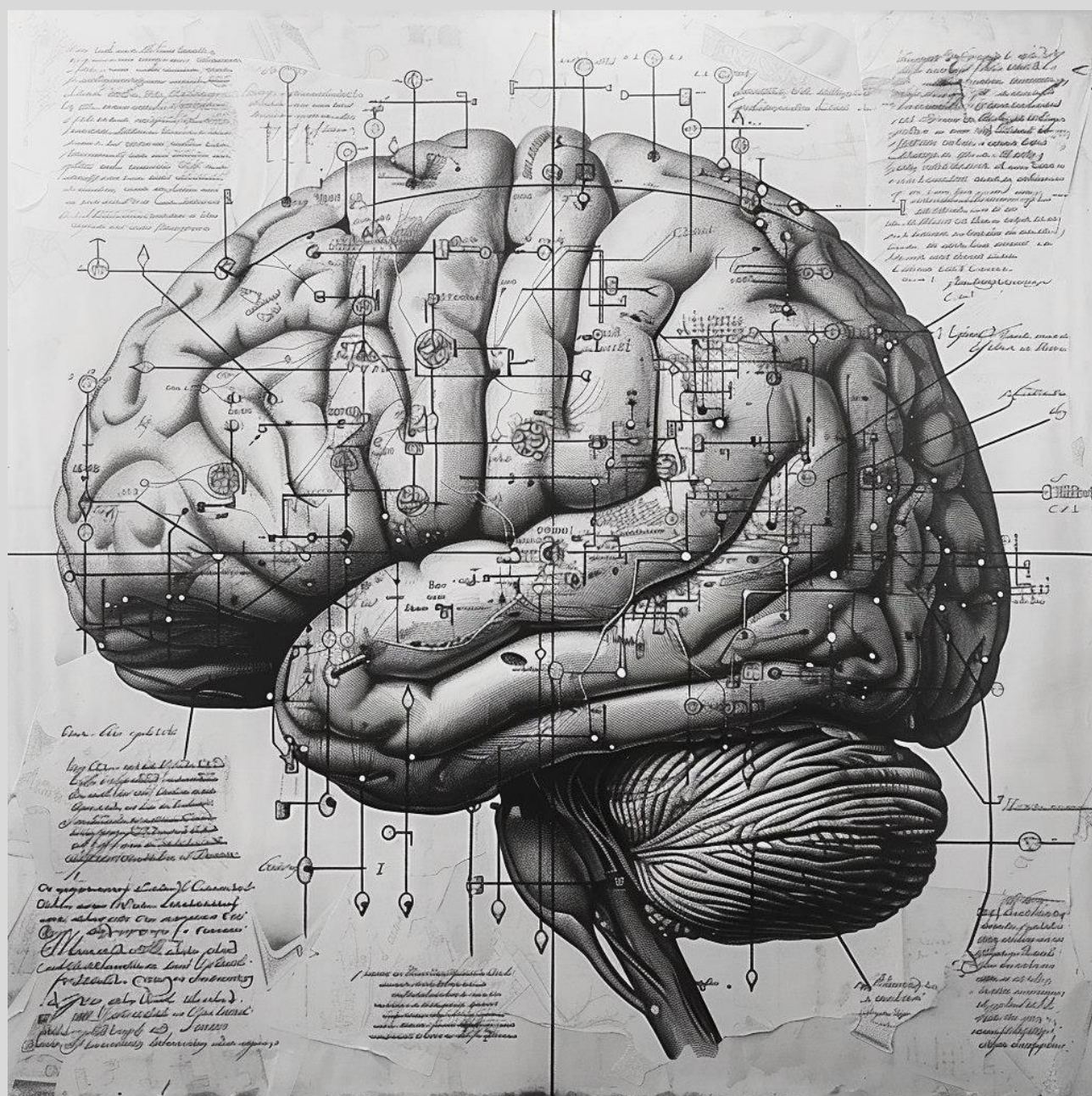
Рис. 1-3. Схема эволюции во времени виртуальных воображаемых образов строения атома, повторно воспроизводимых в интеллектуальном сообществе

Помимо разовых явлений инсайта интеллектов ученых-исследователей, связанных с появлением новой информации и сыгравшим важную роль в фундаментальной системе знаний, среди физиков можно наблюдать феномен "повторяющих наблюдателей", как метод познания физических феноменов путем итерации тех мыслительных экспериментов и моделей, которые были открыты ранее, в умах обучающихся, вновь познающих систему знаний при образовании, в том числе на примере строения атома. Человек ограничен лимитами собственных

сенсорных органов восприятия и возможностями изобретенных им для познания мира приборов. Между тем, по истории науки и по мере экспериментальных подтверждений каких-либо феноменов, без возможностей их объективной визуализации, человек для лучшего понимания придумывает виртуальные образы. Примером может служить эволюция воображаемых моделей строения атома, до развиваемой атомно-волноводной квантовой электродинамики (рисунок 1-3).

К парадоксам же из серии "физики шутят" можно отнести скорость интеллекта выше скорости света: скорость мысли интеллекта физика способна превышать скорость света, так как он за 1 сек свое мышление с Земли может переместить на край наблюдаемой вселенной на расстояние  $\sim 14$  гигапарсек (45,6 млрд. световых лет  $\sim 10^{27}$  м), а это в  $\sim 10^{18}$  раз выше скорости света ( $\sim 3 \cdot 10^9$  м/с).

# ФИЗИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



## ГЛАВА 2. ФИЗИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Первое с чем мы встретились, обратившись  
к внутреннему механизму работы полушарий, —  
это было движение по массе полушарий...

*И. П. Павлов (1849—1936)*

В естественной науке принципы должны  
подтверждаться наблюдениями.

*Карл Линней (1707—1778)*

Онтогенез есть быстрое и краткое повторение  
филогенеза.

*Эрнст Геккель (1834—1919)*

### 2.1. Наблюдатель снаружи интеллект-системы человека

Наблюдатель естественного интеллекта, вооруженный приборами, появился с открытиями физических методов изучения структур и функций мозга с помощью аппаратов. Открытые физиками новые методы позволили исследователям развивать нейронауки с формированием систем знаний нейрофизики, психофизики, нейроакустики, биофизики сложных систем, электрофизиологии, ядерной медицины, нейровизуализации, медицинской физики:

- 1590 год – открытие микроскопа, благодаря которому в 1888 году Сантьяго Рамоном-и-Кахалем был открыт нейрон, развита нейронная доктрина - нервная система состоит из дискретных отдельных клеток;

- 1895 – открытие В. Рентгеном X-ray (Нобелевская премия 1901), рентгеновские исследования (РИ), метод краниографии;
- 1920-е – электроэнцефалография (ЭЭГ) - Х. Бергер;
- 1951 – ультразвуковые исследования (УЗИ) - Д. Уайлд, нейросонография мозга;
- 1970 - Д.Кул, М. Тер-Петросян позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) - мозга;
- 1979 - компьютерная томография (КТ) А.Кормак, Г.Хаунсфилд (Нобелевская премия) – КТ мозга;
- 1986 – электронная микроскопия (ЭМ) - Э. Руска (Нобелевская премия), с визуализацией нейронов и синапсов;
- 2003 – магнитно-резонансная томография (МРТ) - П. Лотербур, П. Мэнсфилд (Нобелевская премия) – мозга, её разновидности – функциональная (фМРТ), диффузная (дМРТ) (рисунок 2-1).

Функциональная магнитно-резонансная томография (ФМРТ) (англ. Functional magnetic resonance imaging or functional MRI (fMRI) измеряет активность мозга путем выявления изменений, связанных с кровотоком. Этот метод основан на том факте, что мозговой кровоток и активация нейронов взаимосвязаны. Когда используется область мозга, приток крови к этой области также увеличивается.

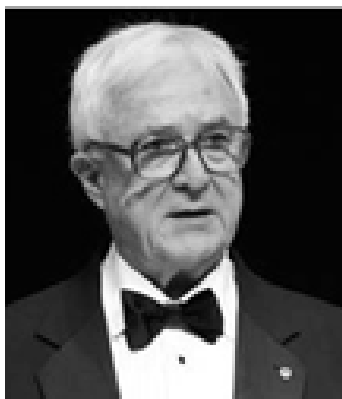
Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВИ или ДВ-МРТ) — это использование определенных последовательностей МРТ, а также программного обеспечения, которое генерирует изображения на основе полученных данных и использует диффузию молекул воды для создания контраста на МРТ-изображениях. Особый вид, диффузионно-тензорная визуализация (DTI), диффузионная МРТ (дМРТ) используется для картирования трактографии белого вещества в головном мозгу.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) — это функциональный метод визуализации, который использует радиоактивные вещества, известные как радиоактивные индикаторы, для визуализации и измерения изменений в

метаболических процессах и других физиологических процессах, включая кровоток, в том числе в мозгу, региональный химический состав и поглощение.



Х. Бергер



Д. Кул



А. Кормак



Э. Руска



П. Лотербур



П. Мэнсфилд

Рис. 2-1. Ученые, внесшие вклад в изобретение физических методов исследований и визуализации структур и функций мозга

Решающую роль в изучении нейрофизиологии мозга сыграли физики и инженеры, которые обеспечили ряд новых инструментов. Современные диагностические приборы для визуализации структур и функций в головном мозге, регистрации физиологических откликов и влияния на функции мозга также включают: ЭЭГ с увеличением электродов до 256, электрокортикография (ЭКоГ), однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), магнитоэнцефалография (МЭГ), мультисрезовая компьютерная томография ангиография сосудов мозга (МСКТА), глубокая стимуляция мозга (ГСМ), транскраниальное электромагнитное сканирование (ТЭС), нейростимуляция в т.ч.

стереотаксическая, транскраниальная магнитная стимуляция (TMS), функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия (fNIRS) (рисунок 2-2).

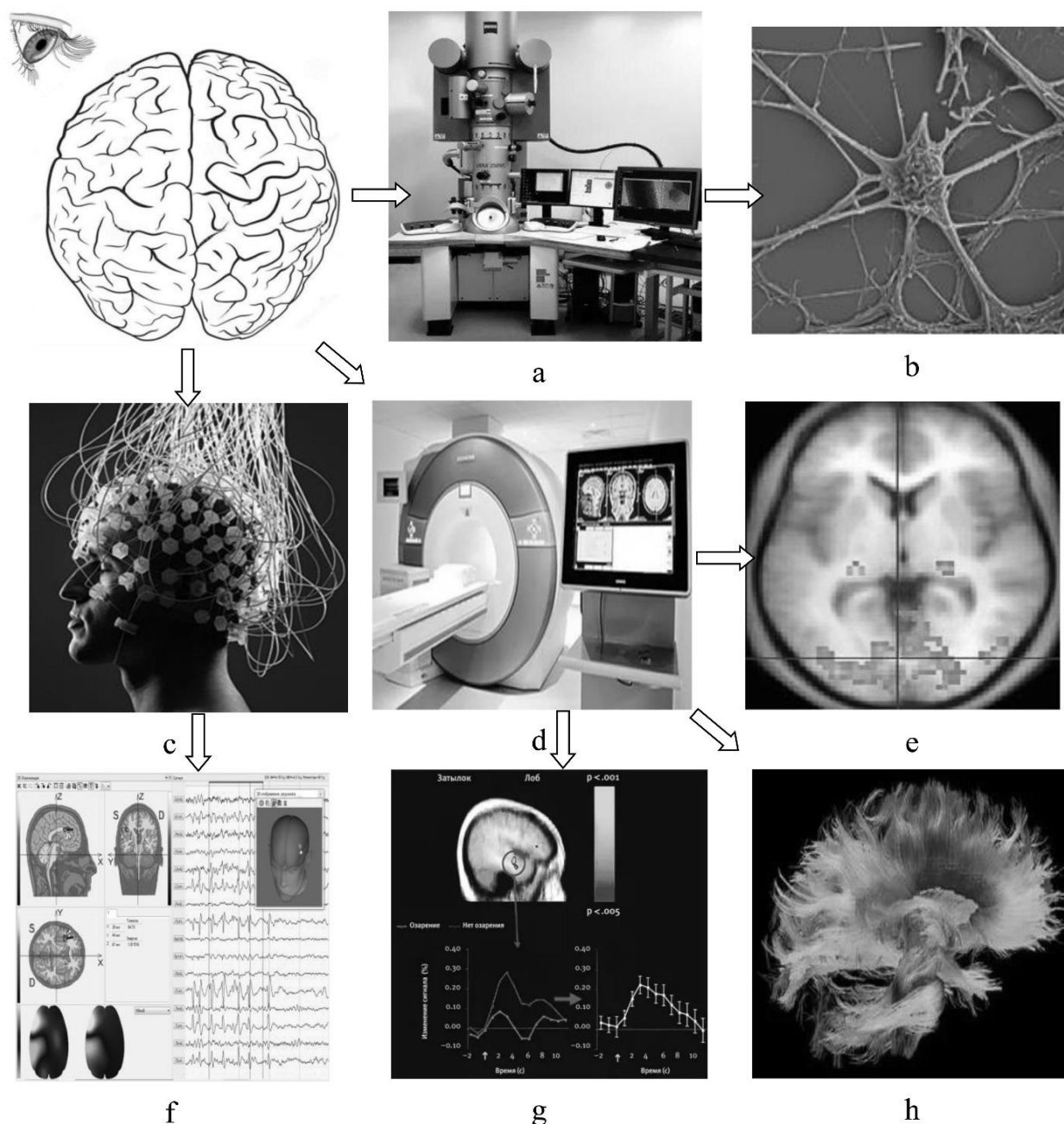


Рис. 2-2. Схема Наблюдатель снаружи интеллект системы человека, вооружен приборами и физическими методами наблюдения структур и функций мозга. (а) электронный микроскоп; (b) нейрон, синапсы; (с) ЭЭГ с большим количеством электродов; (d) МРТ; (е) фМРТ, локусы активности; (f) ЭЭГ, суммарная электрическая активность мозга, количественно-качественный анализ; (g) фМРТ специализация локусов мозга по появлению инсайта; (h) дМРТ, трактография связей.

Медицинская визуализация — используется в ряде методов медицинской физики. Медицинская физика занимается применением концепций и методов

физики для профилактики, диагностики и лечения заболеваний человека с конкретной целью улучшения здоровья и благополучия человека.

Новые методы и приборы позволили уточнять структуры-функции интеллектуальных систем и их изменения в пространстве-времени, дали возможность определять: изменения структур нейронов важных для нейропластичности и интеллектуального творчества – открытие фактора роста нейронов (NGF) Р. Леви-Монтальчини (Нобелевская премия 1986); связь долговременной памяти с изменением количества синаптических связей, разрастанием (гиперплазией, пролиферацией) синапсов Э.Кандель (Нобелевская премия 2000). фМРТ позволила уточнить специализацию локусов мозга по функциям, в том числе образования "инсайта"; нейроны позиционирования (grid cell) (Нобелевская премия 2014) которые срабатывают через регулярные промежутки времени, когда идет перемещение по открытой местности, что позволяет понимать собственное положение в пространстве путем хранения и интеграции информации о местоположении, расстоянии и направлении.

В настоящее время, идет состязательное сотрудничество, имеющее неоднозначные критические оценки теорий сознания с сопоставлением "интегрированной теории информации" (ИТИ) и "глобальной теории нейронного рабочего пространства" (GNWT) с помощью фМРТ, магнитоэнцефалографии и электрокортикографии. Параллельно ведутся попытки изучения физических сигналов-носителей "кодов мозга" (neural coding) и кодирования скоростью, временем, фазой спайков и пр., вплоть до квантово-механического переноса электронов в нервной ткани.

В соответствии с современными исследованиями в мозге определены нейрональные основы интеллекта. Эмерджентность, способность к появлению новой мысли, идеи, инсайта, схемы, алгоритма действий, прогноза, принятию решений - связывают с повышенной активностью передней части верхней височной извилины правого полушария. Способность к творчеству с абстрактным синтезом новой информации, является как одной из отличительных черт интеллекта, так и пока нерешенной проблемой искусственного интеллекта. Сила

воли - в условиях информационного бума, информационных перегрузок новое значение и актуальность принимает воля, с помощью которой при "многозадачности" демонстрируется пластичность нервной системы в узко-целенаправленном специализированном поиске важной информации и принятие решений. Области мозга, ответственные за то, что называют волевыми актами включают преддополнительную моторную кору (pre-SMA), переднюю префронтальную и теменную кору. Ранее, к областям, ответственные за волю, были отнесены частично передняя поясная кора, дополнительная моторная область и некоторые участки префронтальной коры. В мозге выделяют структуры, ответственные за сотрудничество - последовательная активация прилежащего ядра, хвостатого ядра, вентромедиальной лобной/орбитофронтальной коры и ростральной передней поясной коры; задняя верхняя височная борозда и соседнее височно-теменное соединение.

## 2.2. Развертка интеллект-систем во времени

**Эволюция в пространстве-времени физических параметров интеллект-систем.**

Информация, как сведения и сообщения, стала восприниматься, рефлексироваться и перерабатываться с появлением нервных систем. Первые нервные системы для улучшения адаптации и получения преимуществ в борьбе за существование, при естественном отборе, в ходе био-эволюции появились (у многоклеточных животных Metazoa в эдиакаромском периоде) ~600 млн лет назад.

Род человека - Номо появился ~2,5 млн лет назад. По мнению антропологов уже первые виды Номо могли общаться с помощью гортанных звуков. В ходе эволюции с каждым видом закреплялись новые информационно-значимые компетенции – знания: по изготовлению орудий, гигиенически-значимые - добычи огня и захоронения усопших. Появление вида *Homo sapiens* ~50-300 тыс лет назад связывают с появлением способностей к абстрактно-синтетической деятельности

по воспроизведению информации в виде творчества – наскальных рисунков (рисунок 2-3).

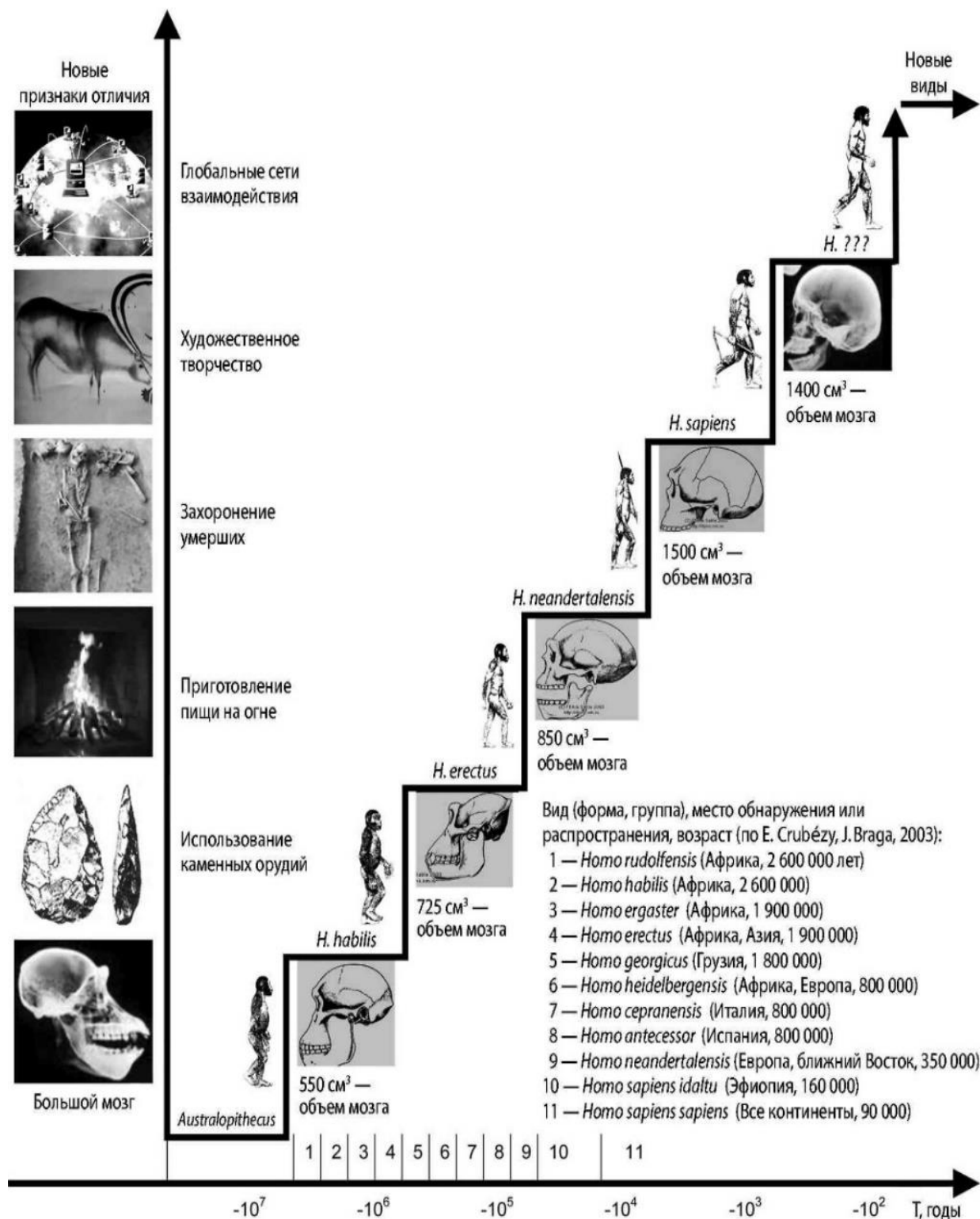


Рис. 2-3. Виды Человека (Номо), их отличительные признаки по интеллектуально-значимым компетенциям и объему головного мозга

Только в XXI веке по результатам множества квантификаций интеллектуальной системы мозга человека стало возможным описать по количеству составляющих её компонентов:  $\sim 10^{11}$  нейронов,  $\sim 10^{11}$  глиальных клеток,  $\sim 10^{14}$  синапсов, общая длина соединений  $\sim 10^{12}$  м,  $\sim 100$  видов нейро-медиаторов. Что позволило, обосновать многокомпонентность интеллектуальных систем, ноогенез – процесс их появления и эволюции, трансформации с появлением новых качеств, построить графики количественной развертки во времени.

**Время развертки.** Шкала времени на графике отражает, как время жизни человека, так и время от появления первых нервных систем у многоклеточных животных (*Metazoa*) в эдиакарском периоде (около 635—542 млн лет назад), до появления *Homo sapiens* – с общепризнанной в 1735 в "Системе природы" интеллектуальной системой (лат *sapiens* традиционно переводится на русск. "разумный", на англ. – wise "мудрый").

**Эволюция количества компонентов.** Интеллектуальные системы могут образовываться при достижении критических количеств составляющих их интеллектуальных компонентов и коммуникаций между ними. При достижении количества интеллектуальных компонентов  $n \geq 1$  млрд может наблюдаться феномен ноореволюции — перехода количественной развертки информационной системы в качественно новую автономно-интеллектуальную систему. Понятие, сформулированное к 2005 году: интеллектуальная система (ИС) - совокупность взаимодействующих между собой относительно элементарных структур и процессов, объединенных в целое выполнением функции интеллекта, несводимой к функции ее компонентов. Признаки И.С.: взаимодействует со средой и другими системами как единое целое; состоит из иерархии подсистем более низкого уровня.

Ноогенез при индивидуальном развитии (онтогенезе) мозга человека берет свое начало от 1—2 первичных эмбриональных клеток, увеличивающихся в количестве при дроблении и делении на стадиях морулы — бластулы — гастролы, формирующих соответствующий зародышевый лепесток и его дифференцировку. Формируется нервная система зародыша. К моменту рождения объем головного мозга плода человека по некоторым данным достигает 375 см<sup>3</sup>, к 10 годам жизни

— 1300 см<sup>3</sup>. Морфо-функциональное созревание структур мозга заканчивается к 13 годам и окончательное морфофункциональное становление относится к 16—17-летнему возрасту.

В 1889 году Сантьяго Рамон-и-Кахалем был открыт нейрон, и в дальнейшем развита нейронная доктрина - концепция, согласно которой нервная система состоит из дискретных отдельных клеток.

Количество нейронов в мозге *H. sapiens* удалось подсчитать только в XXI веке - у взрослого человека насчитывается нейронов 86 миллиардов. Шкала калькуляции компонентов отражает: конечное количество нейронов в результате филогенеза и онтогенеза, которое удалось подсчитать С. Эркулано-Оуэль, благодаря оригинальной методике ~86 миллиардов. Следует отметить, что подсчет проводился *in vitro* в опыте на 4-х мозгах взрослых.

Точные экспериментальные данные о количествах нейронов у новорожденных к настоящему времени отсутствуют. Ясно только то, что в эмбриогенезе закладка нервного ствола начинается от нескольких клеток.

**Эволюция количества связей.** Методы исследований связей и сотрудничества (cooperation). Актуальность изучения в этом направлении подтверждают как современные комплексные исследования сотрудничества, и связей информационных, генетических, обусловленного структурами на нейрональном уровне мозга, так и значение сотрудничества при развертке популяции человечества. В связи с этим нами был проведен анализ известных данных по эволюции количества связей для сотрудничества в интеллектуальных системах и информационном обществе. Связи, контакты между биологическими объектами, можно считать появившимися с многоклеточностью ~ 3-3,5 млрд. лет назад. Система скоростных связей специализированных клеток, передающих информацию с помощью электрических сигналов, — нервная система, за всю историю жизни возникла только в одной крупной эволюционной ветви: у многоклеточных животных (Metazoa) и появилась в эдиакарском периоде (около 635—542 млн лет назад).

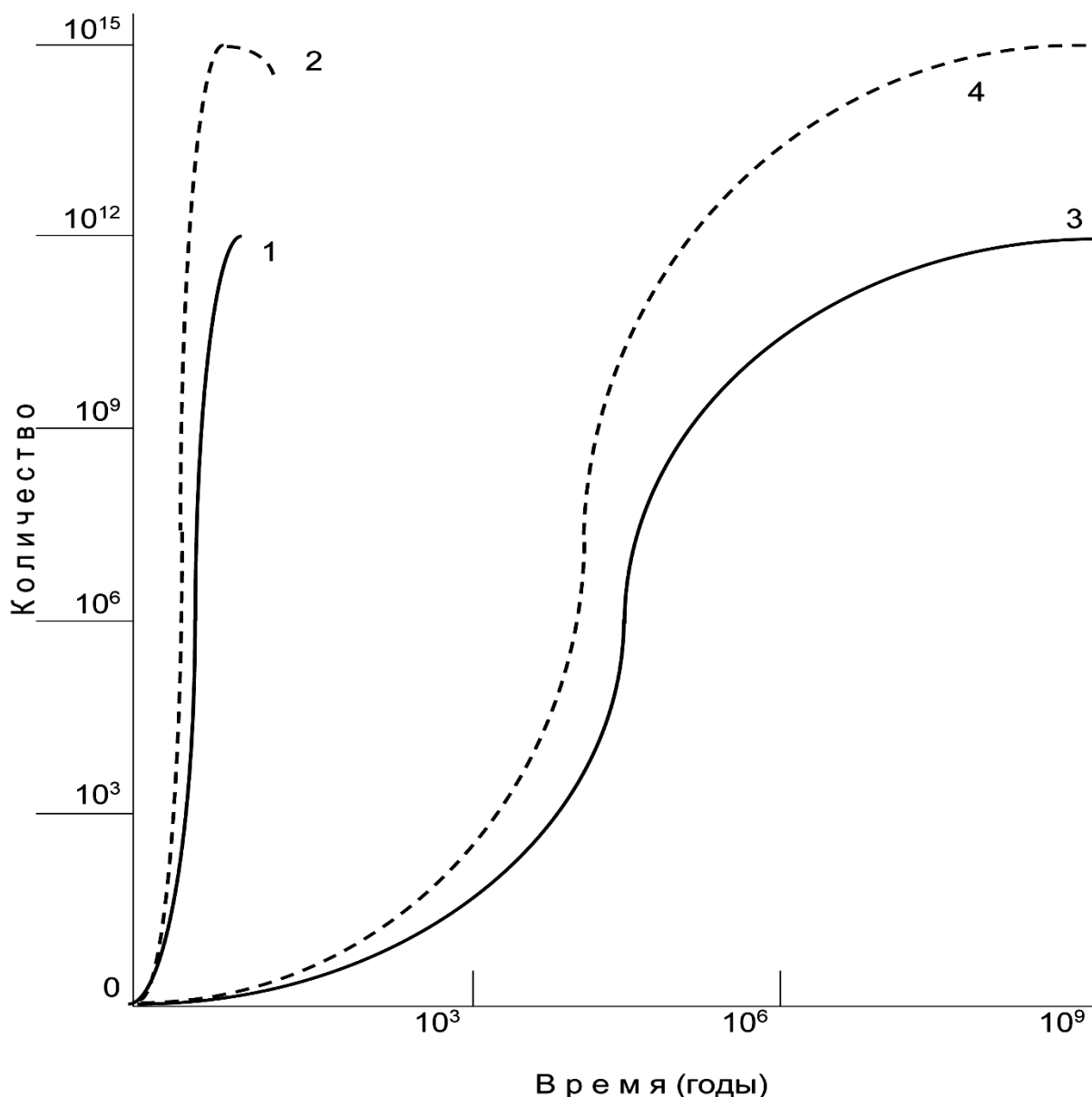


Рис. 2-4. Эволюция количеств компонентов и связей интеллект-системы мозга человека во времени: 1 – кол-во нейронов при индивидуальном развитии (онтогенезе); 2 – кол-во синапсов между нейронами при индивидуальном развитии (онтогенезе); 3 – кол-во нейронов при историческом развитии (филогенезе) нервных систем организмов до мозга человека; 4 – кол-во синапсов между нейронами при эволюционном развитии (филогенезе) нервных систем животных до мозга человека.

Синапс – (греч. "соединение", "вместе"- "крепить") - был введен в 1897 году Чарльзом Шеррингтоном . В ходе эволюции (филогенез) количество связей между нейронами возрастало от одной до ~7000 синаптических связей каждого нейрона с другими нейронами в мозге человека. По некоторым подсчетам мозг трехлетнего

ребенка имеет около  $10^{15}$  синапсов (1 квадриллион), при индивидуальном развитии (онтогенез) число синапсов уменьшается с возрастом до  $\sim 10^{14}$ . По другим данным, расчетное количество неокортикальных синапсов в мужском и женском мозге снижается в течение жизни человека с  $\sim 1.4 \cdot 10^{14}$  до  $\sim 1.2 \cdot 10^{14}$ .

Графическая модель эволюции связей в естественной интеллектуальной системы создана и визуализирована (рисунок 2-4).

**Эволюция скорости** передачи-обмена материальных объектов, физических сигналов-носителей информацией. Анализ показывает - увеличение скорости адаптации, рефлексии, движения, обмена веществом и информацией, которая возрастает на каждом новом уровне эволюции и организации биологических систем, при этом, приспособляемость (организма, популяции) улучшается с увеличением скорости реагирования (в т.ч. скорости связи между интеллектуальными компонентами) на изменения окружающей среды. Одноклеточный организм – скорость движения ионов через мембрану одноклеточного организма  $\sim 10^{-10}$  м/с, воды через мембрану  $\sim 10^{-6}$  м/с, внутриклеточного (цитоплазма)  $\sim 2 \cdot 10^{-5}$  м/с; крови по сосудам многоклеточного организма  $\sim 0,05$  м/с. В 1849 году впервые измерена скорость, с которой сигнал проходит по нервному волокну (в диапазоне 24,6 - 38,4 метра в секунду) Гельмгольцем. По современным данным измеренные скорости нервного импульса составляют 0,5 - 120 м/с. Скорость звука и скорость света были определены ранее в XVII веке. К XXI веку стало ясно, что они определяют в основном скорости физических сигналов-носителей информации, между интеллектуальными системами и их компонентами: звук (голос, аудиосигнал)  $\sim 300$  м/с; квантово-электронные  $\sim 3 \cdot 10^8$  м/сек (скорость радиоэлектромагнитных волн, электрического тока, светового, оптического потока, телекоммуникационного взаимодействия, в т.ч. через TV, телефонию, распространившийся интернет, и появившееся множество портативных устройств). К этому следует добавить, наличие в ЦНС электрических синапсов — мест высокоспециализированных контактов (щелевых контактов) между нейронами, где происходит прямое перетекание электрических токов от одного нейрона к другому.

Графическая модель эволюции скоростей создана и визуализирована (рисунок 2-5).

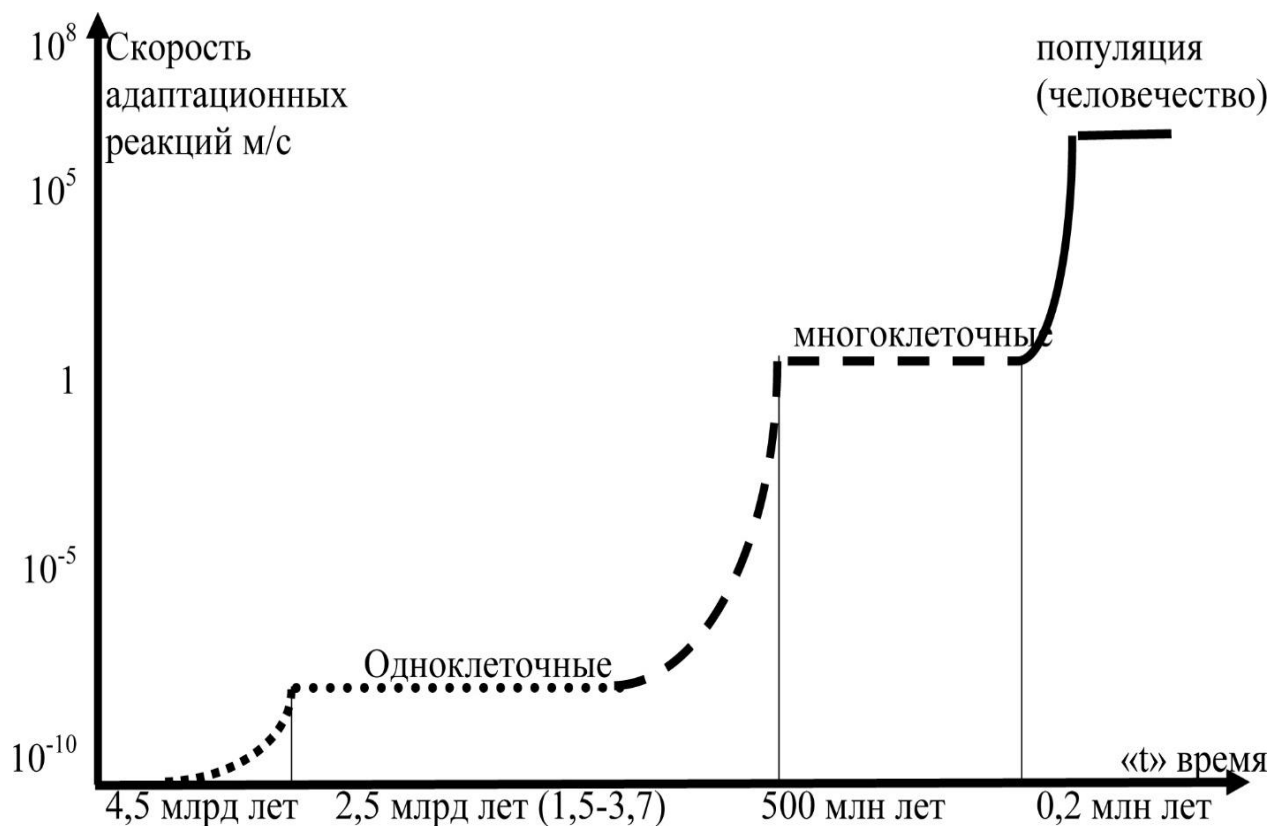


Рис. 2-5. Эволюция скорости материальных объектов, физических сигналов-носителей информацией

Результаты количественных измерений структур-функций интеллект-системы человека могут быть объединены в ноометрию (таблица 2-1).

Таблица 2-1.

### Ноометрия лимитов структур-функций интеллект системы человека

| Параметр                                        | Обозначение | Единицы измерения | Результаты измерений (лимиты) |
|-------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|
| Количество компонентов интеллектуальной системы | n           | единиц            | $\sim 10^{11}$                |
| Количество связей между компонентами            | c           | единиц            | $\sim 10^{14} - 10^{15}$      |

|                                               |   |     |                            |
|-----------------------------------------------|---|-----|----------------------------|
| Скорость взаимодействия<br>между компонентами | v | м/с | $\sim 10^2 - 3 \cdot 10^8$ |
|-----------------------------------------------|---|-----|----------------------------|

Однако, где расположены реперные точки в шкалах отсчета трансформации качества-квалиа (лат *qualia* какого сорта, какого рода) "Не интеллект – Интеллект".  
Общепринятые формулировки качественных характеристик и понятий изложены в утвержденной в 2001 году Международной классификации функционирования Всемирной организации здравоохранения (ICF, WHO) - интеллектуальные функции (код b117), умственные функции (b110-b139, b140-189). Множественность феноменов интеллекта, продолжает выделяться и изучаться на современном этапе: емкость рабочей памяти  $7 \pm 2$ , способность к прогнозу, иерархическая (6 уровней – слоев нейронов) система анализа информации, особенности сознания, памяти, лимиты интеллекта, появление инсайта, скрытое сознание по данным фМРТ и пр.

## **ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЙ ОБ ИНТЕЛЛЕКТЕ В НАУКАХ**

### **поступления-обработки-производства информации мозгом, его структур-функций**

К настоящему времени сложности изучения интеллект-системы головного мозга человека можно охарактеризовать:  $\sim 10^{11}$  нейронов,  $\sim 10^{11}$  глиальных клеток,  $\sim 10^{14}$  синапсов, общая длина соединений  $\sim 10^{12}$  м,  $\sim 100$  видов нейромедиаторов. Между тем, изучения структур и функций, моделирования, продолжают в том числе с помощью современных физических методов и прибором, а также компьютерных технологий (рисунок 2-6).

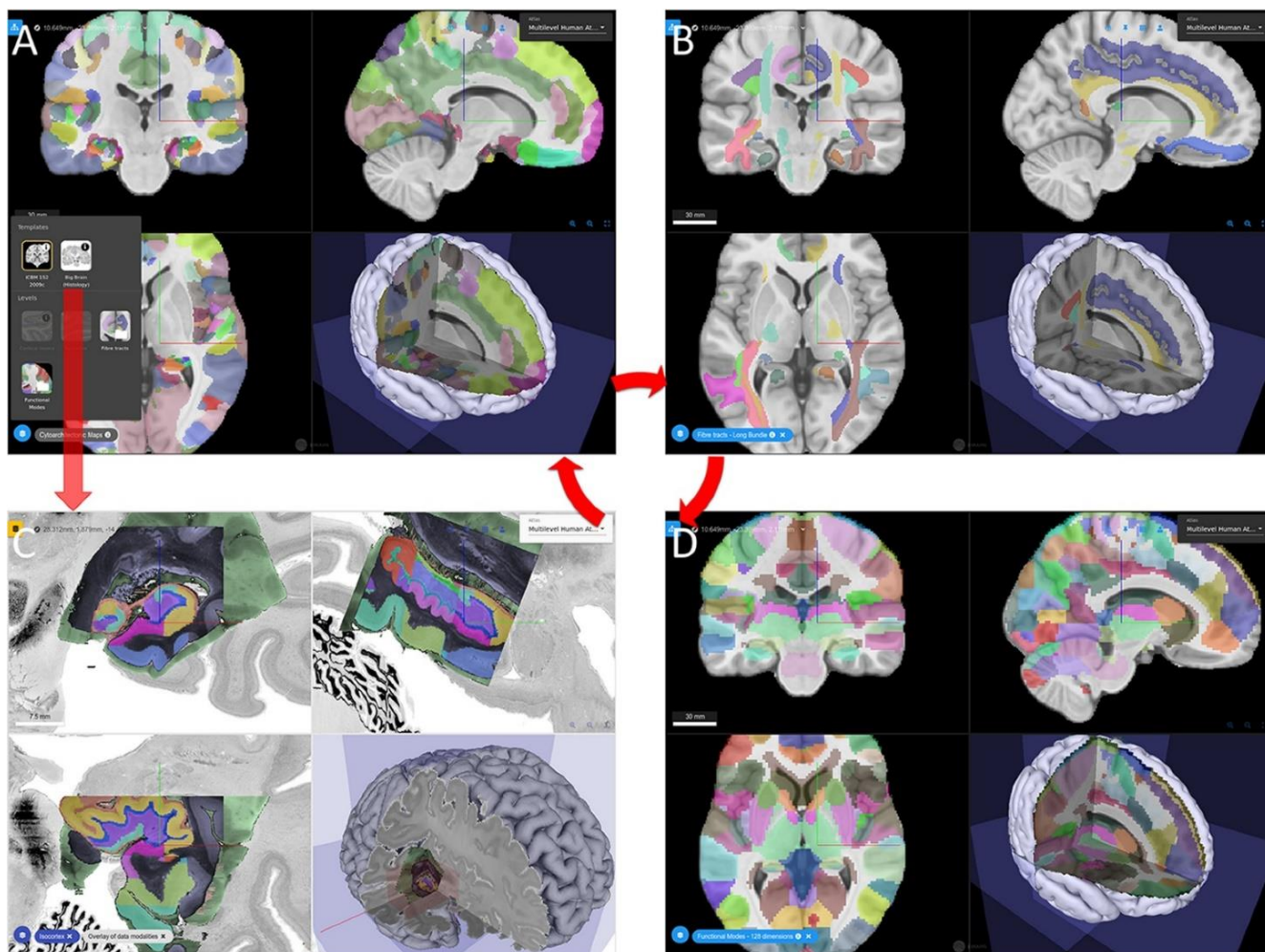


Рис. 2-6. Многоуровневый атлас человеческого мозга предоставляет различные карты: А - цитоархитектонический атлас; В - карты пучков волокон - диффузионно-тензорная визуализация; D - функциональное разделение – функциональная магнитно-резонансная томография; С - микроскопические данные доступны с помощью модели BigBrain. Атлас предоставляет различные типы данных в общей пространственной структуре и позволяет переключаться между пространствами шаблонов.

Современное представление системы знаний нейронаук о восприятии, обработке и производстве информации мозгом, его структурах и функциях, во времени формировалось учеными-исследователями не одно столетие (таблица 2-2) (рисунок 2-7).

**Основные этапы в истории наук об интеллекте,  
мозге, получении-обработке-производстве им информации**

| <b>Время – исследователи — модели — открытия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VI в. до н. э. — XVIII в.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>VI в. до н. э. — Пифагор Самосский (Др. Греция) считал мозг средоточием психической деятельности. V–IV вв. до н. э. — Гиппократ (Др. Греция) описал четыре типа темперамента. V–I вв. до н. э. — Демокрит (Др. Греция) и Лукреций (Др. Рим) считали мозг сидением души. IV в. до н. э. — Аристотель (Др. Греция) создал известный труд по психологии — трактат "О душе".</p> <p>1012–1024 гг. — Авиценна (Абу Али ибн Сина, Центральная Азия, Иран) в "Каноне врачебной науки" дал описание нервов черепно-мозговых и спинномозговых, чувствительных и двигательных. Считал мозг местом пребывания душевной силы и источником ее действия.</p> <p>1637 г. — Р. Декарт (R. Descartes, Франция) дал первое описание двигательного рефлекса.</p> <p>1784 г. — И. Прохаска (J. Prochaska, Чехия) развил представление о рефлексе и предложил этот термин. Описал рефлекторную дугу</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>XIX в.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>1811 и 1822 гг. — Ч. Белл (Ch. Bell, Великобритания) и Ф. Мажанди (F. Magendie, Франция) открыли порядок распределения чувствительных и двигательных нервных волокон между дорсальными и вентральными корешками спинного мозга (закон Белла — Мажанди).</p> <p>1832 г. — М. Голл и И. Мюллер (M. Goll, J. Muller, Германия) изложили учение о рефлексе.</p> <p>1838 г. — Т. Шванн (Th. Schwann, Германия) описал строение оболочки нервного волокна (шванновская оболочка).</p> <p>1849 г. — Г. Гельмгольц (H. Helmholtz, Германия) измерил скорость движения сигнала по нервному волокну.</p> <p>1856 г. — Р. Вирхов (R. Virchow, Германия) открыл нейроглию.</p> <p>1863 г. — И. М. Сеченов (Россия) в работе "Рефлексы головного мозга" описал явление центрального торможения и распространил принцип рефлекторной реакции на психическую деятельность и поведение человека.</p> <p>1865 г. — О. Дейтерс (O. Deiters, Германия) описал отростки нейронов аксон и дендриты.</p> <p>1874 г. — В. А. Бец (Россия) описал гигантские пирамидные клетки в коре больших полушарий головного мозга, непосредственно управляющие моторными нейронами скелетных мышц</p> |

| Время – исследователи — модели — открытия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| XX в.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>1874 г. — В. Вундт (W. Wundt, Германия) основал первую лабораторию экспериментальной психологии, ввел психометрию — количественный метод изучения психики.</p> <p>1885 г. — П. Эрлих (P. Ehrlich, Германия) впервые высказал мысль о существовании барьера между кровью и мозгом.</p> <p>1891 г. — Г. Вальдейер (H. Waldeyer, Германия) заявил о применимости клеточной теории к нервной системе и предложил термин "нейрон".</p> <p>1895 г. — З. Фрейд (Z. Freud, Австро-Венгрия) заложил основы психоанализа. 1897 г. — Ч. Шеррингтон (Ch. Sherrington, Великобритания) ввел понятие "синапс"</p> <p>1902 г. — в докладе из лаборатории И. П. Павлова заявлено об открытии условных рефлексов.</p> <p>1905 г. — А. Бине и Т. Симон (A. Binet, Th. Simon, Франция) создали первый тест для оценки интеллекта (IQ — "коэффициент интеллекта").</p> <p>1906 г. — К. Гольджи (C. Golgi, Италия) и С. Рамон-и-Кахаль (S. Ramon y Cajal, Испания) — Нобелевская премия за доказательство клеточного строения нервной системы.</p> <p>1909 г. — К. Бродман (K. Brodmann, Германия) описал в коре больших полушарий головного мозга 11 областей, включающих в себя 52 цитоархитектонических поля.</p> <p>1929 г. — Г. Бергер (H. Berger, Германия) зарегистрировал электрические процессы в мозгу человека.</p> <p>1920–1930-е гг. — Л. С. Выготский (СССР) исследовал развитие мышления и речи.</p> <p>1921 г. — К. Юнг (K. Jung, Швейцария) установил, что в основе типов характеров лежит доминирующая психическая функция индивида. Интра- и экстраверсии.</p> <p>1923 г. — А. А. Ухтомский (СССР) создал учение о доминанте.</p> <p>1924 г. — Р. Магнус и А. Де Клейн (R. Magnus, A. De Kleijn, Нидерланды) ввели понятие о статических и статокинетических рефлексах ствола мозга.</p> <p>1925 г. — В. Правдич-Неминский (СССР) зарегистрировал электрические процессы в мозгу животного.</p> <p>1929 г. — Л. С. Штерн (СССР) ввела понятие о гистогематических барьерах. 1932 г. — Ч. Шеррингтон и Э. Эдриан (E. Adrian, Великобритания) — Нобелевская премия за открытие роли рецепторов нервов, передачи информации в виде электрических импульсов.</p> <p>1936 — О. Лёви (O. Loewi, Австрия) и Г. Дейл (H. Dale, Великобритания) — Нобел. премия за открытие механизма синаптической передачи.</p> <p>1937 г. — Дж. Папес (J. Rappe, США) описал функции "круга Папеса", включающего в себя гиппокамп, мамиллярное тело, часть таламуса, кору поясной извилины и др. структуры мозга.</p> <p>1938 г. — К. Хейманс (C. Neumans, Бельгия) — Нобелевская премия за открытие роли синусного и аортального механизмов в регуляции дыхания.</p> <p>1930-е гг. — У. Пенфилд (W. Penfield, Канада) обнаружил правильную пространственную проекцию скелетных мышц на двигательную область коры больших полушарий.</p> <p>1938 г. — Б. Скиннер (B. Skinner, США) предложил камеру для выработки инструментальных рефлексов у крыс (камера Скиннера).</p> <p>1941 г. — Н. А. Бернштейн (СССР) в трудах по физиологии движений создал схему рефлекторного кольца.</p> <p>1943 г. — Д. Ллойд (D. Lloyd, Великобритания) установил, что рефлекс на растяжение скелетной мышцы является моносинаптическим</p> |

| Время – исследователи — модели — открытия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1944 г. — Г. Мэгун (H. Magoun, США) — электрическое раздражение ретикулярной формации ствола мозга может активировать либо тормозить двигательные рефлексы.</p> <p>1944 г. — Дж. Эрлангер и Г. Гассер (J. Erianger, H. Gasser, США) — Нобелевская премия за открытие функциональных различий между нервными волокнами различных типов.</p> <p>1949 г. — В. Хесс (W. Hess, Швейцария) — Нобелевская премия за открытие гипоталамических центров регуляции вегетативных функций.</p> <p>1950 г. — У. Пенфилд (W. Penfield, Канада) — соматотопическая локализация моторных функций в коре больших полушарий головного мозга.</p> <p>1952 г. — П. Маклин (P. MacLean, США) развил идеи Папеса и ввел понятие "лимбическая система".</p> <p>1957 г. — В. Маунткасл (V. Mountcastle, США) — соматосенсорная кора больших полушарий головного мозга организована в элементарные функциональные единицы — колонки.</p> <p>1957 г. — Ч. Осгуд (Ch. Osgood, США) разработал метод семантического дифференциала.</p> <p>1963 г. — Дж. Экклс (J. Eccles, Австралия), А. Ходжкин (A. Hodgkin, Великобритания) и А. Хаксли (A. Huxley, Великобритания) — Нобелевская премия за открытие ионных механизмов передачи возбуждения по нервному волокну.</p> <p>1965 г. — Э. Хеннеман (E. Henneman, ФРГ) описал законы вовлечения в возбуждение мотонейронов двигательных ядер в зависимости от их размеров и возбудимости.</p> <p>1960-е гг. — А. Р. Лурия (СССР) применил психологические методы для анализа поражений мозга.</p> <p>1970 г. — Б. Кац (B. Katz, Великобритания), У. фон Эйлер (U. v. Euler, Швеция) и Дж. Аксельрод (J. Axelrod, США) — Нобелевская премия за открытие роли норадреналина в синаптической передаче.</p> <p>1970 г. — Р. Гранит (R. Granit, Швеция) опубликовал классическую монографию о физиологических механизмах регуляции движений.</p> <p>1973 г. — К. фон Фриш (K. v. Frisch, ФРГ), К. Лоренц (K. Lorenz, Австрия) и Н. Тинберген (N. Tinbergen, Великобритания) — Нобелевская премия за создание этологии (науки о поведении).</p> <p>1975 г. — Дж. Хьюз и Г. Костерлиц (J. Huges, H. Kosterlitz, Великобритания) обнаружили в мозгу энкефалины — медиаторы опиоидной системы.</p> <p>1977 г. — Р. Гиймен и Э. Шалли (R. Guillemin, A. Schally, США) — Нобелевская премия за открытие тиролиберина — первого из релизинг-факторов гипоталамуса.</p> <p>1977 г. — Р. Ялоу (R. Yalow, США) — Нобелевская премия за развитие методов радиоиммунологического исследования (RIA) пептидных гормонов.</p> <p>1979 г. — А. Кормак (A. Cormack, США) и Г. Хаунсфилд (G. Hounsfield, Великобритания) — Нобелевская премия за разработку метода компьютерной томографии.</p> <p>1981 г. — Р. Сперри (R. Sperry, США) — Нобелевская премия за открытие функциональной специализации полушарий мозга</p> |
| XXI в.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>2000 г. — А. Карлссон (A. Carlsson, Швеция), П. Грингард и Э. Кэндел (P. Greengard, E. Kandel, США) — Нобелевская премия за открытия в области передачи сигналов в нервной системе.</p> <p>2014 г. — Дж. О'Киф (John O'Keefe, США), А. Мозер и Э. Мозер (A. M. Moser, E. I. Moser, Норвегия) — Нобелевская премия за открытия клеток системы позиционирования в мозге.</p> <p>2016 г. — С. Эркулано-Оузел подчитала количество нейронов в мозге</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



Г. Гельмгольц



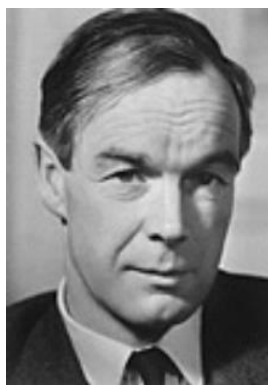
Ч. Шеррингтон



С. Рамон-и-Кахаля



И. П. Павлов



А. Ходжкин



Э. Кандел

Рис. 2-7. Ученые, внесшие вклад в изучение структур и функций интеллект-системы человека

## ЛОКУСЫ НЕКОТОРЫХ ИНТЕЛЛЕКТ-ФУНКЦИЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ МОЗГА ПО ДАННЫМ фМРТ

На основании анализа современных данных разработан алгоритм и модель табличной матрицы специализированных локусов верифицированных некоторых интеллект функций, регистрируемых по данным функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ).

Координаты локусов - для систематизации опубликованных данных необходимо было предпринять их стандартизацию по локализации и месторасположению в трёхмерной структуре мозга, данные по мере возможностей сопоставлялись с тремя системами координат общепринятых: - в

анатомии, в том числе топографической, - **анатомическая структура головного мозга**, представляется в реальных препаратах, визуализируется и описывается в атласах, моделях и муляжах, по срезам, топографии, сферам, долям, областям, извилинам и пр.; - в гистологии, - **цитеоархитектонические поля Бродмана**, определяемые гистологической структурой и организацией нейронов областей коры головного мозга человека; - в нейрохирургии, медицинской визуализации, - **координаты Талайраха**, пространство Талайраха, - трехмерная система координат, которая используется для отображения местоположения структур мозга независимо от индивидуальных различий в размере и общей форме разных пациентов. Координаты Талайраха используются в исследованиях функциональной визуализации мозга, для целенаправленной транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) областей мозга, в стереотаксической хирургии.

Алгоритм – после проведенного метаанализа по ключевым данным "умственная функция в экспериментальном исследовании – локализация в трехмерном пространстве головного мозга по данным фМРТ", последовательность действий при систематизации осуществлялась по алгоритму: "функция в эксперименте → поиск соответствия умственной функции по МКФ (I уровень, код) → поиск соответствия по МКФ (II уровень, код).

**Табличная матрица данных по локализации в трехмерном пространстве мозга специализированных функций.** После сбора выборочных данных была предпринята попытка сведения их в единую табличную матрицу (таблица 2-3).

Для критического анализа и наглядности, оценки корректности и понятности соответствия при систематизации, в таблице приведены формулировки тех умственных функций по классификации МКФ I, II уровня, которым могли соответствовать демонстрируемые функции в конкретных экспериментальных исследованиях.

Таблица 2-3.

**Матрица локализации в трехмерном пространстве мозга (по фМРТ) умственных функций (по МКФ)**

| ФУНКЦИИ<br>по Международной классификации функционирования (МКФ) |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       | Особенности в<br>опытах с фМРТ,<br>по функции,<br>деятельности,<br>здоровью | МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЕ<br>В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ |                                                 |    |                           |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Названия<br>функций (I<br>уровень,<br>код МКФ)                   | Определение<br>понятия<br>функции по<br>МКФ                                                                                                                                                                                                                           | II уровень классификации<br>МКФ, код МКФ, определения |                                                                             | Поля<br>Бродман                       | Стереотаксиче<br>ские<br>координаты<br>Талайрах |    |                           | Анатомические структуры головного<br>мозга<br>координатах указаны с использованием<br>R (Правый), L (Левый) |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             |                                       | X                                               | Y  | Z                         |                                                                                                             |
| Интеллек<br>туальные,<br>Intellectual<br>(b118)                  | Интеллектуаль<br>ные функции.<br>Общие<br>умственные<br>функции,<br>требующиеся,<br>чтобы<br>понимать и<br>конструктивно<br>объединять<br>различные<br>умственные<br>функции,<br>включая все<br>познавательные<br>функции и их<br>развитие на<br>протяжении<br>жизни. | -                                                     | Социальный<br>интеллект -<br>общие правила                                  | 13                                    | 34                                              | 18 | 4                         | R островковая доля                                                                                          |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 32                                    | -4                                              | 10 | 46                        | L медиальная лобная извилина                                                                                |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 32                                    | 4                                               | 20 | 38                        | R поясная извилина                                                                                          |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 32                                    | 4                                               | 22 | 28                        | R поясная извилина                                                                                          |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 13                                    | -30                                             | 20 | 8                         | L островок                                                                                                  |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | -                                     | -30                                             | 14 | -2                        | L ограда (claustrum)                                                                                        |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 13                                    | -34                                             | 14 | 0                         | L островок                                                                                                  |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 10                                    | 36                                              | 40 | 20                        | R средняя лобная извилина                                                                                   |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 9                                     | 34                                              | 26 | 32                        | R средняя лобная извилина                                                                                   |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       | 9                                                                           | 8                                     | 52                                              | 24 | R верхняя лобная извилина |                                                                                                             |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       | Социальный<br>интеллект соц.<br>нормы                                       | 10                                    | -4                                              | 50 | -2                        | L передняя поясная извилина                                                                                 |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 10                                    | 10                                              | 48 | 6                         | R средняя лобная извилина                                                                                   |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       | Социальный<br>интеллект -<br>нарушение<br>нормы                             | 13                                    | 34                                              | 18 | 4                         | R островковая доля                                                                                          |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 32                                    | 6                                               | 18 | 38                        | R поясная извилина                                                                                          |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                                                                             | 6                                     | -4                                              | 10 | 48                        | L верхняя лобная извилина                                                                                   |
| 32                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22                                                    |                                                                             | 28                                    | R поясная извилина                              |    |                           |                                                                                                             |
| 9                                                                | -6                                                                                                                                                                                                                                                                    | 28                                                    |                                                                             | 30                                    | L поясная извилина                              |    |                           |                                                                                                             |
| b3                                                               | -30                                                                                                                                                                                                                                                                   | 20                                                    | 8                                                                           | L островок                            |                                                 |    |                           |                                                                                                             |

|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |    |     |     |    |                                 |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|-----|-----|----|---------------------------------|
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -30 | 14  | -2 | L ограда (claustrum)            |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | 9  | 34  | 26  | 32 | R средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | 10 | 34  | 42  | 22 | R средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | 8  | 42  | 22  | 40 | R средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | 9  | 6   | 52  | 24 | R верхняя лобная извилина       |
| <b>Мышление,</b><br>Thought<br>(b160)                      | Специфически<br>е умственные<br>функции,<br>связанные с<br>мыслительны<br>м процессом                                                                                          | b1600. Ритм мышления.<br>Умственные функции,<br>управляющие скоростью<br>процесса мышления.                                                                                                                                                                                                          | 2 секунды                                                      | -  | -28 | -31 | -9 | L парагиппокампальная извилина  |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Время<br>декодирования<br>вопроса в локусе<br>до ответа<br>4 с | -  | -46 | -58 | 29 | L надмаргинальная извилина      |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -40 | 7   | 41 | L средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | 55  | -49 | 14 | R верхняя височная извилина     |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -46 | 22  | 23 | L нижняя лобная извилина        |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | 55  | 16  | 23 | R нижняя лобная извилина        |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -1  | 37  | 35 | L средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6 с                                                            | -  | -43 | 13  | 35 | L верхняя височная извилина     |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -49 | -34 | 2  | L средняя лобная извилина       |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 с                                                            | -  | 19  | -52 | -6 | L парагиппокампальная извилина  |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | 19  | -70 | -6 | R веретенообразная извилина     |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | 28  | -55 | 41 | R задняя теменная кора          |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | 4   | -64 | 8  | L веретенообразная извилина     |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | -  | -51 | -61 | 50 | L задняя теменная кора          |
| <b>Решение<br/>проблем,</b><br>Solve<br>problems<br>(d175) | Поиск ответов<br>на вопросы<br>или ситуации<br>идентифициру<br>я и анализируя<br>их, разработка<br>вариантов,<br>оценка<br>последствий и<br>выполнение<br>принятого<br>решения | d1751. Решение сложных<br>проблем. Поиск решений<br>сложной проблемы,<br>включающей множественные<br>аспекты или несколько<br>взаимосвязанных проблем,<br>идентифицируя и анализируя<br>их, разработка решений,<br>оценка потенциальных<br>последствий решений и<br>исполнение принятого<br>решения. | Прототип<br>решения<br>проблем<br>обучения                     | 37 | -51 | -58 | 1  | L срединная височная извилина   |
|                                                            |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                | 19 | 48  | -55 | -8 | R срединная затылочная извилина |

# ФИЗИКА СИГНАЛОВ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ



# ГЛАВА 3. ФИЗИКА СИГНАЛОВ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

## 3.1. Физические сигналы и материальные носители информации, единицы измерений, параметры

"Эпос о Гильгамеше" один из старейших мемов – значимых информационных источников, сохранившихся в мире, литературное произведение, написанное клинописью, лапидарно (от лат. *lapidarius* относящийся к камню) – высечено в камне, XVIII век до н. э. ~4 тыс лет назад (рисунок 3-1).



Рис. 3-1. Код информации – клинопись, каменный материальный носитель информации, XVIII век до н. э., Эпос о Гильгамеше

Книгопечатание - надежная форма хранения и передачи информации письменности, как средства общения языка, система знаков, предназначенной для упорядочения, закрепления и передачи различных данных История

штучных печатей на различных носителях (глиняных, тканевых, бумажных) обширна как по географии Евразии, так и по времени (XXXV век до н. э. – VII век н.э.). Широкое же распространение книгопечатания относят к XV веку.

Следует отметить теорию информации К. Шеннона (1948), с которой начиналось двоичное, бинарное кодирование (точка-тире, единица-ноль), которое развилось в ИКТ. К настоящему времени распространяется термин "дигитальный" (от англ. digital, лат. digitus - палец), переведенный на русский как "цифровой". Кодирование информации в среде обитания разнообразное, включает семантику, контент, контекст и может быть аналоговым, а "коды мозга" до настоящего времени не понятны, однако, ясно что не бинарно-двоичны. Информация к настоящему времени носит по своему содержанию междисциплинарный, мультикультурный, кросснаучный характер. Между тем, в связи с чрезвычайным развитием ИКТ, в 2018 названо Минцифры России (Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации). В 2021 году Минобрнауки России разработана Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования.

### **Физические величины, единицы измерения, нормирование.**

Лимиты скоростей носителей информации - физических сигналов, приблизительно составляют: световых и электромагнитных в ИКТ ~300 000 000 м/с, звуковых ~300, нервного импульса ~100 м/с.

Единообразие измерения физических величин некоторых сигналов-носителей информации возможно с применением системы СИ (таблица 3-1)

*Таблица 3-1.*

#### **Единицы физических величин**

#### **сигналов-носителей информации визуальной и аудиальной**

(Международная система единиц, СИ (фр. *Système international d'unités*, SI) — система единиц физических величин)

| <b>Величина</b> | <b>Единица, наименование</b> | <b>Обозначение</b> | <b>Примечание, выражение через</b> |
|-----------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
|-----------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|

|                                                | русское          | между-<br>на-<br>родное | рус-<br>ское | между-<br>на-<br>родное | основные<br>единицы                                                                 |
|------------------------------------------------|------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Сила света</b>                              | кандела          | candela                 | кд           | cd                      | J – символ<br>размерности                                                           |
| <b>Световой поток</b>                          | люмен            | lumen                   | лм           | lm                      | кд·ср; ср –<br>стерадиан,<br>телесный угол                                          |
| <b>Освещённость</b>                            | люкс             | lux                     | лк           | lx                      | лм/м <sup>2</sup> = кд·ср/м <sup>2</sup>                                            |
| <b>Мощность, поток<br/>излучения</b>           | ватт             | watt                    | Вт           | W                       | мощность<br>источника света,<br>звука; Дж/с =<br>кг·м <sup>2</sup> ·с <sup>-3</sup> |
| <b>Уровень<br/>звукового<br/>давления</b>      | белл             | bel                     | Б            | В                       | Децибел (дБ; dB)<br>— дольная<br>единица, равная<br>1/10 единицы бел                |
| <b>Частота</b>                                 | герц             | hertz                   | Гц           | Hz                      | Частота<br>световой/звуковой<br>волны;<br>"нейронных<br>колебаний"; с <sup>-1</sup> |
| <b>Скорость, в<br/>базовых<br/>единицах СИ</b> | метр/<br>секунда | metre/<br>second        | м/с          | m/s                     | Скорость света,<br>звука, нервного<br>импульса                                      |

Кандела - (от лат. candela — свеча) единица силы света в заданном направлении источника, который излучает монохроматическое излучение частотой  $5,4 \times 10^{14}$  Гц и имеет интенсивность излучения в этом направлении 683/1 ватт на стерадиан. Лампа накаливания с вольфрамовой нитью накаливания мощностью 60 Вт имеет силу света около 64 кандел (рисунок 3-2).

Традиционно на практике измерение, гигиеническая оценка световой среды и нормирование осуществляются в люксах. Люкс (от лат. lux – свет) — единица измерения освещённости, равен освещённости поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> при световом потоке падающего на неё излучения, равном 1 лм (рисунок 3-3).

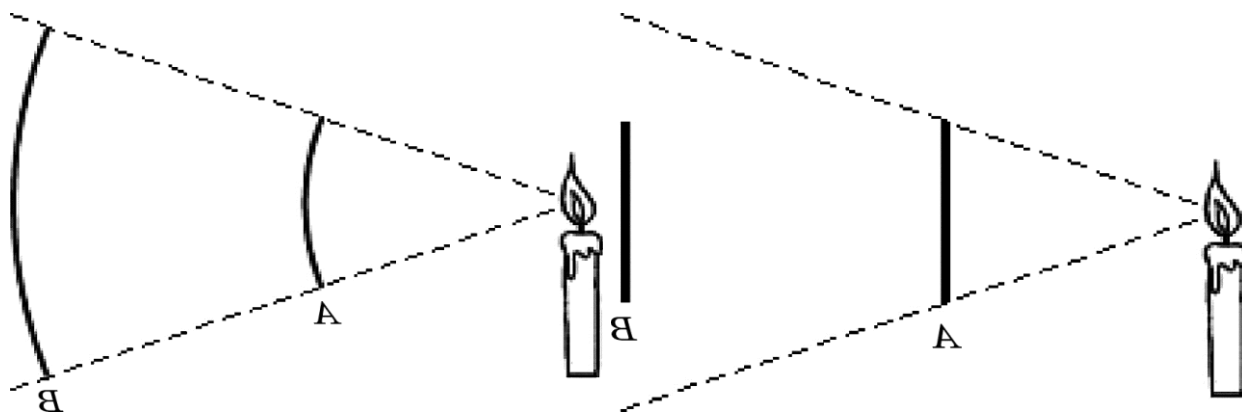


Рис. 3-2. Кандела

Рис. 3-3. Люкс

Традиционно на практике измерение, гигиеническая оценка звуковой среды и нормирование осуществляются в децибелах.

**Количество информации в двоичной системе.** Согласно ГОСТ 8.417-2002 "Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин", информацию определяют в следующих единицах (таблица 3-2).

Таблица 3-2.

### Единицы количества информации (цифровой-дигитальной) в ИКТ

| Наименование величины               | Единица                                     |                 |                 |                     | Примечание                                                                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Наименование                                | Обозначение     |                 | Значение            |                                                                               |
|                                     |                                             | Международное   | Русское         |                     |                                                                               |
| Количество информации <sup>1)</sup> | бит <sup>2)</sup><br>байт <sup>2), 3)</sup> | bit<br>B (byte) | бит<br>Б (байт) | 1<br>1 байт = 8 бит | Единица информации в двоичной системе счисления (двоичная единица информации) |

<sup>1)</sup> Термин "количество информации" используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количества памяти, используемой компьютерной программой.

<sup>2)</sup> В соответствии с международным стандартом МЭК 60027-2 единицы "бит" и "байт" применяют с приставками СИ (десятичными приставками) перед названиями или обозначениями единиц измерения физических величин, применяемые для формирования кратных единиц, отличающихся от базовой единицы в определённое целое число раз, являющееся степенью числа 10.

<sup>3)</sup> Исторически сложилась такая ситуация, что с наименованием "байт" некорректно (вместо  $1000 = 10^3$ , принято  $1024 = 2^{10}$ ) используют приставки СИ: 1 КБ = 1024

| Наименование величины                                                                                                                                                         | Единица      |               |         |          | Примечание |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------|----------|------------|
|                                                                                                                                                                               | Наименование | Обозначение   |         | Значение |            |
|                                                                                                                                                                               |              | Международное | Русское |          |            |
| байт, 1 МБ = 1024 КБ, 1 ГБ = 1024 МБ и т.д. При этом обозначение Кбайт начинают с прописной буквы в отличие от строчной буквы "к" для обозначения множителя 10 <sup>3</sup> . |              |               |         |          |            |

Примечание. 1 КБ = 1 024 байт, 1 МБ = 1 024 КБ, так что 1 МБ = (1 024 x 1 024) байт = 1 048 576 байт.

Постановлением Правительства РФ "Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации" от 31.10.2009 г. N 879 к внесистемным единицам величин отнесены: "количество информации", единицы – бит и байт (Б); "скорость передачи информации", единицы – бит/с и байт/с (Б/с). Область их применения – информационные технологии и связь.

Пиксель (от англ. pictures element) — наименьший логический элемент двумерного цифрового изображения в растровой графике, или [физический] элемент матрицы дисплеев, формирующих изображение. Пиксель представляет собой неделимый объект прямоугольной (или восьмиугольной) или круглой формы, характеризуемый определённым цветом (применительно к плазменным панелям). Единица используется в ИКТ, как характеристика дисплеев, а также в медицинской физике.

Воксел (от англ. volumetric и pixel) — элемент объёмного изображения, содержащий значение элемента раstra в трёхмерном пространстве. Воксели являются аналогами двумерных пикселей для трёхмерного пространства. Воксельные модели часто используются для визуализации и анализа медицинской и научной информации.

Кегль (от нем. Kegel) — размер типографского шрифта по вертикали, включающий верхнюю и нижнюю грань отпечатка буквы с учётом её верхнего и нижнего выносных элементов. Измеряется в пунктах (обозначение pt, п., пт). В системе Дидо 1 пт равен 1/72 французского дюйма (27,06995 мм) или 0,3759 мм (округляют до 0,376 мм). Типографская единица, созданная с началом

книгопечатания. В информационно-компьютерных системах, текстовых редакторах, часто не используя термин "кегель" в его единицах предлагается "размер шрифта".

**Гигиеническое нормирование**, касающееся физических факторов, связанных с информацией, в России в 2021 г. утверждено в санитарных правилах и нормах СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

Следует отметить оптимальную разработанность проблематики по такому физическому фактору как температура, по которому определены предельно-допустимые уровни (ПДУ) верхний и нижний – оптимальные, и верхний и нижний – допустимые. Это приводится в сравнении, так как например, по шуму определена только верхний допустимый ПДУ, по освещенности – нижний допустимый ПДУ и пр. (таблица 3-3)

*Таблица 3-3.*

**Существующее нормирование и перспективы оценки информационных нагрузок**

|                                 | Температурный фактор [I] | Звук (шум) [I] | Освещённость [I] | Контрастность [I] | Размер объекта различения [I] | Интеллектуальные нагрузки* [I, II] | Кол-во сигналов* [I, II] | Кол-во считываемых/ вводимых знаков* [III] | Скорость производства информации Байт/с [IV] |
|---------------------------------|--------------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Верхняя граница допустимого ПДУ | +                        | +              | –                | –                 | –                             | ++                                 | ++                       | ++                                         | +                                            |
| Верхняя граница оптимальн. ПДУ  | +                        | –              | –                | –                 | +                             | ++                                 | ++                       | ++                                         | +                                            |
| Нижняя граница оптимальн. ПДУ   | +                        | –              | –                | –                 | +                             | ++                                 | ++                       | ++                                         | +                                            |

|                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Нижняя граница допустимого ПДУ | + | – | + | + | + | + | + | + | + |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

- I. СанПиН 1.2.3685-21
- II. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса;
- III. Методические рекомендации. МР 2.2.9.2311-07. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности;
- IV. МР Информация как гигиенический фактор и принципы профилактики для инновационного труда (методические рекомендации). М.: ФГБУ НИИ МТ РАМН, 2013. – 44 с.;

\* – единицы измерений не входят в ГОСТ 8.417-2002 и Постановление Правительства РФ от 31.10.2009 г. № 879 "Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в РФ".

К нерешенным проблемам существующей дозиметрии можно отнести не разработанность нормативов, отсутствие норм: - норм нижних границ предельно допустимых уровней (ПДУ), при которых звуковой сигнал неразличим; - норм необходимого "разрыва" между звуком – носителем информации и шумом (совокупности звуков); - норм "оптимальных уровней" звукового сигнала носителя по частоте (Гц) и силе звука (дБ); - норм количества-качества: сигнала – носителя информации; скорости информационного потока; важности информации, сложности информации (в том числе синтаксис, код); вербальной информации, её семантики, контекста; - норм верхних границы ПДУ, при которых световой поток "запределен"; - нормативных требований к "характеристикам фона", нет количественных норм необходимого "разрыва" "контрастности объекта с фоном"; - норм "оптимальных уровней" светового потока по физическим параметрам; - норм качества, сложности образной информации, в том числе в ряду: линейный, двух- и трёхмерный образ, динамическая фигура, среда движения; - норм перцепции (восприятия) для оптимальной когнитивной переработки (обучение, запоминание, знание); - норм количества-качества: сигнала – носителя информации; скорости информационного потока; важности информации; сложности считываемой информации, в том числе семантика, синтаксис, код, контекст.

Нет гигиенических нормативов по времени использования ИКТ взрослыми. Между тем опубликована статистика по опыту ограничений для студентов применения смартфонов, планшетов, ноутбуков в большом количестве зарубежных вузов. Преподаватели в ряде мест запрещают на лекциях смартфоны, но на практических, для курсовых работ целесообразны ноутбуки.

**Измерительные приборы. Измерения в окружающей среде параметров световых и звуковых сигналов-носителей информации, а также фона, шума.** В настоящее время появилось много программного обеспечения для измерения освещенности, которое можно установить на различные виды смартфонов. Однако, по результатам исследований Немецкого института прикладной светотехники (DIAL GmbH): измерения освещенности возможны только с помощью профессиональных приборов, так как они, в отличие от смартфонов, оснащены откалиброванным датчиком, гарантирующим, что оценка освещенности будет проведена в соответствии с чувствительностью человеческого глаза при дневном свете, позволяют измерить количество света в зависимости от угла падения луча (рисунок 3-4).

Примерно такая же ситуация с верификацией и достоверностью результатов при измерениях уровней звука с помощью специальных приборов по сравнению со смартфонами.



Люксметры для измерения освещенности



Измеритель уровня звука

Рис. 3-4. Приборы для измерения физических параметров сигналов – носителей информации из окружающей среды

## **Информационно-интеллектуальный интерфейс, сенсорные органы.**

### **Классификация сигналов-носителей информации и пути их обработки.**

Классификация информации по способу восприятия/производства и природе сигналов-носителей приведена в таблице 3-4.

*Таблица 3-4.*

#### **Классификация информации**

| <b>Вид информации по способу восприятия</b>   | <b>Воспринимающие органы чувств</b>   | <b>Физическая природа сигналов</b> | <b>Химическая природа сигналов</b> |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Визуальная                                    | орган зрения                          | +                                  |                                    |
| Аудиальная                                    | орган слуха                           | +                                  |                                    |
| Тактильная                                    | тактильные рецепторы                  | +                                  |                                    |
| Вестибулярная                                 | вестибулярный аппарат                 | +                                  |                                    |
| Обонятельная                                  | обонятельные рецепторы                |                                    | +                                  |
| Вкусовая                                      | вкусовые рецепторы                    |                                    | +                                  |
| Интероцептивная                               | интероцепторы                         | +                                  | +                                  |
| <b>Вид информации по способу производства</b> | <b>Производящие органы</b>            |                                    |                                    |
| Визуальная (текстовая, числовая, графическая) | головной мозг и нейромышечный аппарат | +                                  |                                    |
| Звуковая (акустическая)                       | головной мозг и голосовой аппарат     | +                                  |                                    |

Информацию подразделяют по форме представления: текстовая — в виде символов, лексем языка; числовая — в виде цифр и знаков, обозначающих математические действия; графическая — в виде изображений, графиков, образов; звуковая — устная или в виде записи и передачи семантического контента аудиальным путём.

По значению: актуальная — ценная в данный момент времени; достоверная — полученная без искажений; понятная — выраженная на языке, понятном тому, кому она предназначена; полная — достаточная для принятия правильного решения или понимания; полезная — полезность информации определяется субъектом, получившим информацию в зависимости от объёма возможностей её использования.

### 3.2. Физика восприятия-обработки-накопления-производства информации и интеллектуального труда

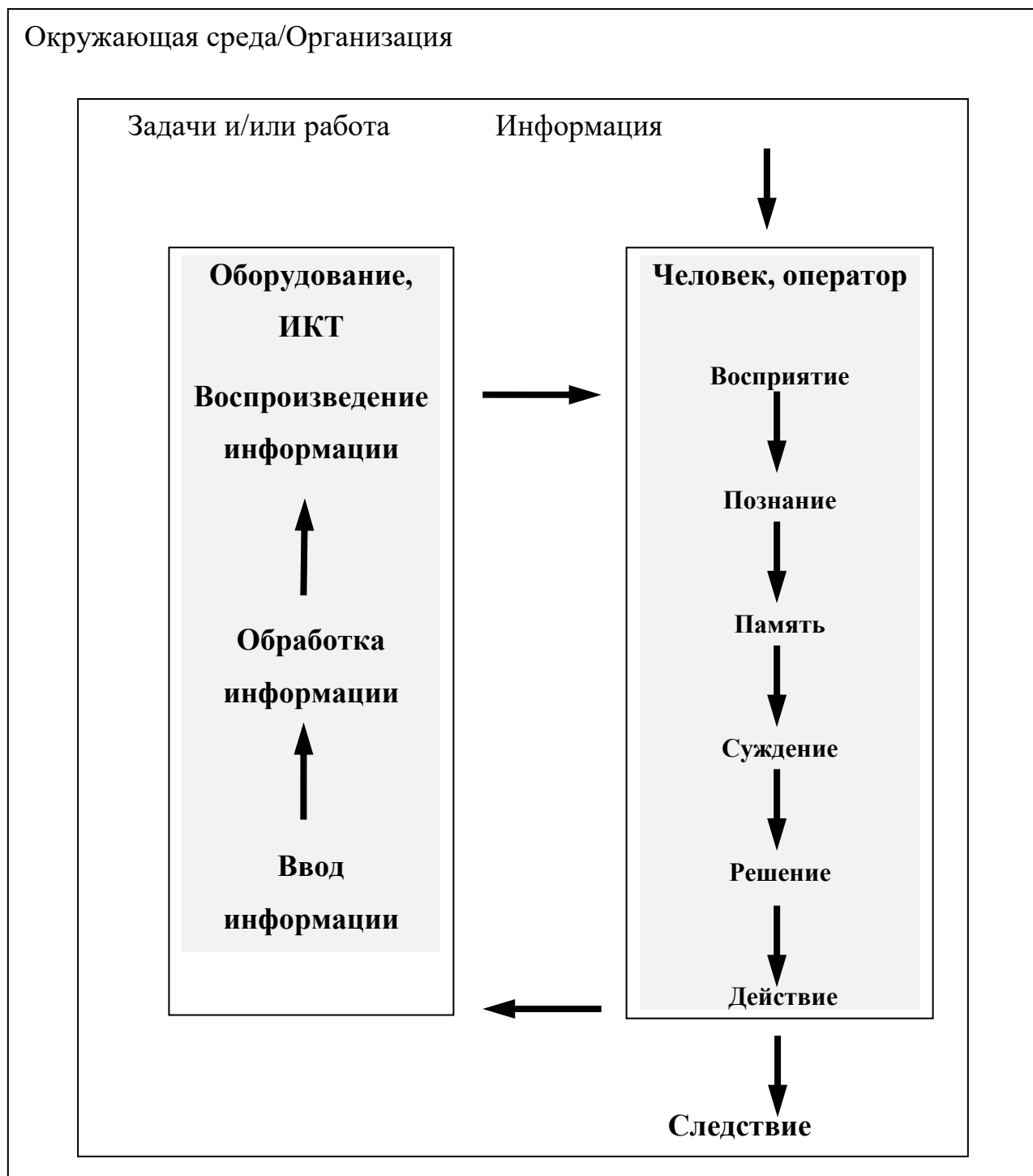


Рис. 3-5. Пути обработки информации человеком: умственная нагрузка и разные уровни проектирования задач

Особое значение имеют визуальная и аудиальная информация, имеющие физическую природу сигналов-носителей и составляющие более 90% информационных нагрузок на человека.

В условиях поступления/производства информации из окружающей среды и ИКТ возможны разные пути её обработки и уровни проектирования задач (рисунок 3-5).

Возможно наглядное отображение общей схемы обработки информации в ИКТ (рисунок 3-6).



Рис. 3-6. Пути обработки информации в системах физико-технических средств связи и ИКТ

### **Приборы для измерений сенсорных органов восприятия информации.**

Окулография (отслеживание глаз, трекинг глаз; айтрекинг) — определение координат взора, точки пересечения оптической оси глазного яблока и плоскости наблюдаемого объекта или экрана, на котором предъявляется зрительный раздражитель. В офтальмологии (от греч. "глаз"+"учение" — область медицины, изучающая глаз, его анатомию, физиологию) применяют также приборы: оптический рефрактометр (фороптер); для электроретинографии — изучения функционального состояния сетчатки, основанный на регистрации биопотенциалов, возникающих в ней при световом раздражении; для определение полей зрения глаз, и др. (рисунок 3-7)



Окулограф



Результаты окулографии



Аудиометр



Беспроводной аудиометр

Рис. 3-7. Приборы для измерений сенсорных органов восприятия информации

Аудиометр - осуществляет измерение восприятия информации слуховым анализатором, а именно определение слуховой чувствительности к звуковым волнам различной частоты. Беспроводной аудиометр, работает на мобильных устройствах через беспроводную связь Bluetooth и Wifi.

**Обязательные измерения в окружающей среде параметров световых и звуковых сигналов-носителей информации.** В соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" Статья 13. Вредные и (или) опасные факторы производственной среды и трудового процесса, подлежащие исследованию (испытанию) и измерению при проведении специальной оценки условий труда: 1. В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию (испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы производственной среды: 1) физические факторы - ...шум, инфразвук, ультразвук воздушный, ... параметры световой среды (искусственное освещение (освещенность) рабочей поверхности). 2. В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию

(испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы трудового процесса: ...уровень звука; ...освещенность рабочей поверхности; ...напряженность трудового процесса работников, трудовая функция которых: а) заключается в диспетчеризации производственных процессов, управлении транспортными средствами (длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени, число производственных объектов одновременного наблюдения, нагрузка на слуховой анализатор, время активного наблюдения за ходом производственного процесса); в) связана с длительной работой с оптическими приборами; г) связана с постоянной нагрузкой на голосовой аппарат.

Разработаны стандарты по измерению шума и освещенности.

**Сенсорные органы восприятия информации из внешней среды, лимиты экстерорецепторов.** Предельные уровни частот воспринимаемых физических сигналов из окружающей среды, обусловлены ограничениями сенсорных систем человека, которые могут воспринимать волны только в узких пределах: зрительный анализатор – от  $3,8 \cdot 10^{14}$  до  $7,9 \cdot 10^{14}$  Гц, слуховой анализатор – от 16 до 20 000 Гц.

В результате исследований, проводимых более 70 лет, абсолютные пределы человеческого зрения до конца неясны, между тем: палочковидные клетки реагируют на отдельные фотоны, а человеку требуется ~5-7 фотонов, чтобы "увидеть" вспышку света. Пути поступления информации от зрительного анализатора известны (рисунок 3-8), коды мозга до конца не ясны.

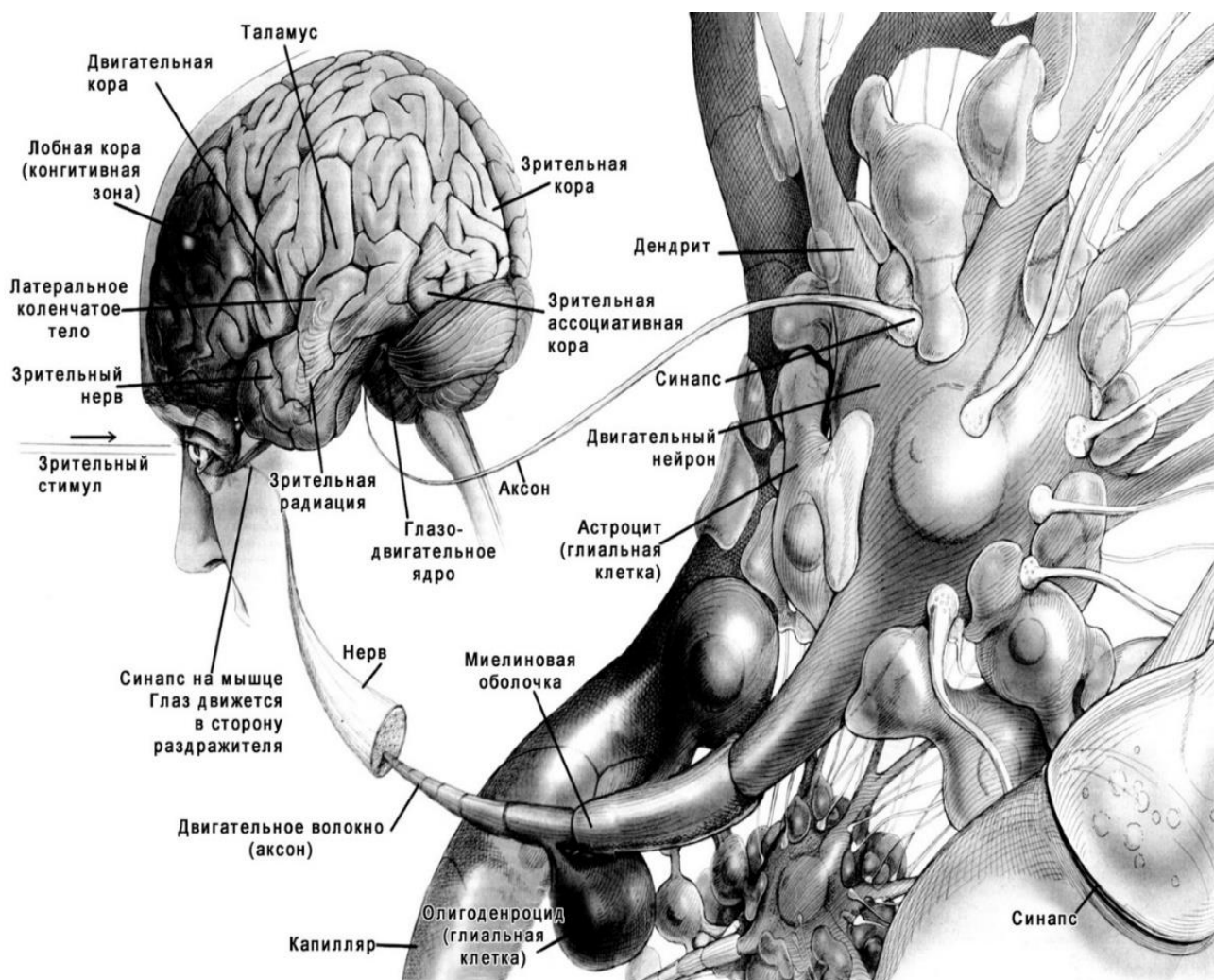


Рис. 3-8. Информация от сетчатки по зрительному нерву поступает в зрительную кору в затылочной доле головного мозга.

Пути поступления информации от звукового анализатора известны (рисунок 3-9). Оптимальные уровни звукового давления (силы звука) нормативно не утверждены. По некоторым данным исследований оптимальные предельно-допустимые уровни (ПДУ), воспринимаемые человеком, - от 30 до 65 дБ.

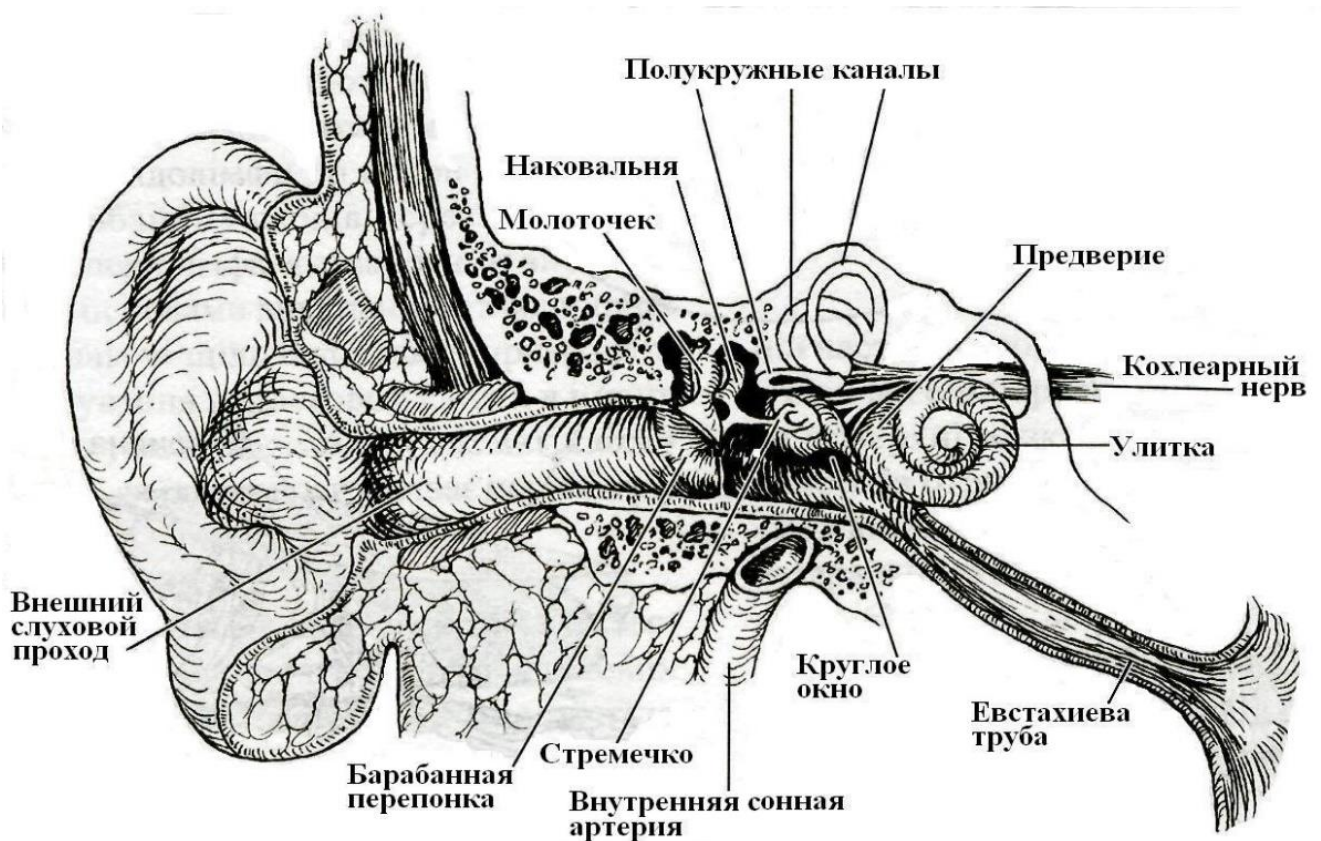


Рис. 3-9. Звуковая информация – механизм передачи.  
Частота, Гц

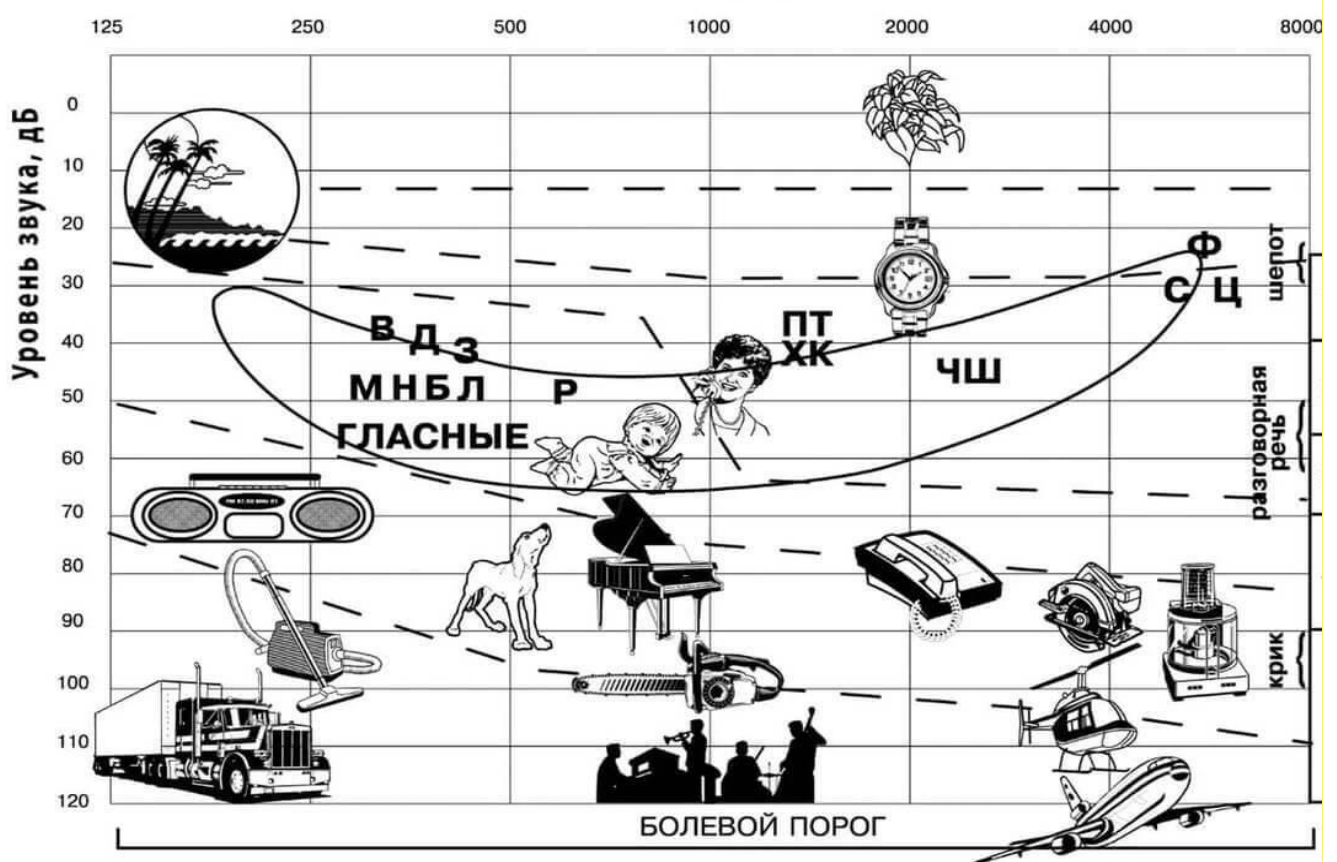


Рис. 3-10. Уровень звукового давления (дБ) и частота (Гц) разных звуков. В центре выделена зона, где сосредоточена большая часть информации звуковой речи.

Измерениями восприятия аудиометрией занимаются в аудиологии (рисунок 3-10). Установлены нижние границы порогов слышимости, в т.ч. в зависимости от возраста. Оценками риска неблагоприятного воздействия звука – в акустике, медицине труда и гигиене.

Следует отметить, что у человека нет некоторых рецепторов, имеющих у других животных, для получения более полной информации из окружающей среды, например, электрорецепторов, магниторецепторов, инфракрасных рецепторов, гигрорецепторов. Между тем, имеющиеся рецепторы – датчики, сенсорные нейроны, воспринимающие информацию из внешней и внутренней среды организма человека, возможно классифицировать (таблица 3-5).

*Таблица 3-5.*

**Классификация рецепторов – датчиков, сенсорных нейронов,  
воспринимающих информацию из внешней и внутренней среды организма  
человека**

| <b>Природа раздражителя</b> | <b>Тип рецептора</b> | <b>Место расположения и комментарии</b>                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Свет                        | фоторецептор         | На сетчатке глаза. Зрительный анализатор в затылочной доле головного мозга.                                                                                                                                                             |
| Механическое воздействие    | механорецептор       | В коже (экстерорецепторы) и внутренних органах (барорецепторы, проприоцепторы)                                                                                                                                                          |
| Давление                    | барорецептор         | Относятся к механорецепторам                                                                                                                                                                                                            |
| Положение тела              | проприоцептор        | Относятся к механорецепторам, нервно-мышечные веретена, сухожильные органы Гольджи и др.                                                                                                                                                |
| Осмотическое давление       | осморецептор         | В основном интерорецепторы; у человека имеются в гипоталамусе, а также, вероятно, в почках, стенках желудочно-кишечного тракта, возможно, в печени. Существуют данные о широком распространении осморецепторов во всех тканях организма |
| Температура                 | терморецептор        | Реагируют на изменение температуры. У человека имеются в коже и в гипоталамусе                                                                                                                                                          |
| Повреждение тканей          | ноцицептор           | В большинстве тканей с разной частотой. Болевые рецепторы — свободные нервные окончания немиелинизированных или слабо миелинизированных волокон.                                                                                        |

|                        |              |                                                                                                                                                      |
|------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Химическое<br>вещество | хеморецептор | Реагируют на концентрации кислорода и глюкозы в крови, вкусовые качества пищи – на языке и пр. Анализаторы в гипоталамусе, продолговатом мозге и пр. |
|------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Сенсорные органы восприятия информации из внутренней среды, интероцепторы.** Интероцепция — процесс информационных взаимодействий с участием интероцепторов (расположенных во внутренних органах рецепторов) и центральной нервной системы (ЦНС).

Человек часто не осознает получение этой информации, которая важна. Например: чувство голода, возникает при возбуждении латеральных ядер гипоталамуса, клетки которых реагируют на снижение концентрации глюкозы в крови; концентрации кислорода и углекислого газа в крови, регистрируется хеморецепторами и влияет на возбуждение дыхательного центра в продолговатом мозге и пр.

К настоящему времени измерение интероцепции – не развито в медицинской физике, отсутствует специализированное приборное обеспечение. Между тем, ответные реакции – последствия интероцепции, свидетельствуют о её значимости для здоровья.

Известна концепция, основанная на аналитико-синтетических (интегративных) процессах высшей нервной деятельности, по которой всякий появляющийся внешний раздражитель включается в уже имеющуюся обширную систему афферентных возбуждений, сложившуюся до момента воздействия пускового стимула.

На схеме показано, что информация, из внутренней среды с помощью интероцепции и из внешней среды, благодаря экстероцепции, поступает в головной мозг, где интегрируется при афферентном синтезе с участием аппарата памяти и после обработки может возникать эфферентация из головного мозга на эффлекторные органы. Хотя, в ряде случаев, может продолжиться обработка информации, циркулирование её в сознании, формирование краткосрочной памяти (рисунок 3-11).

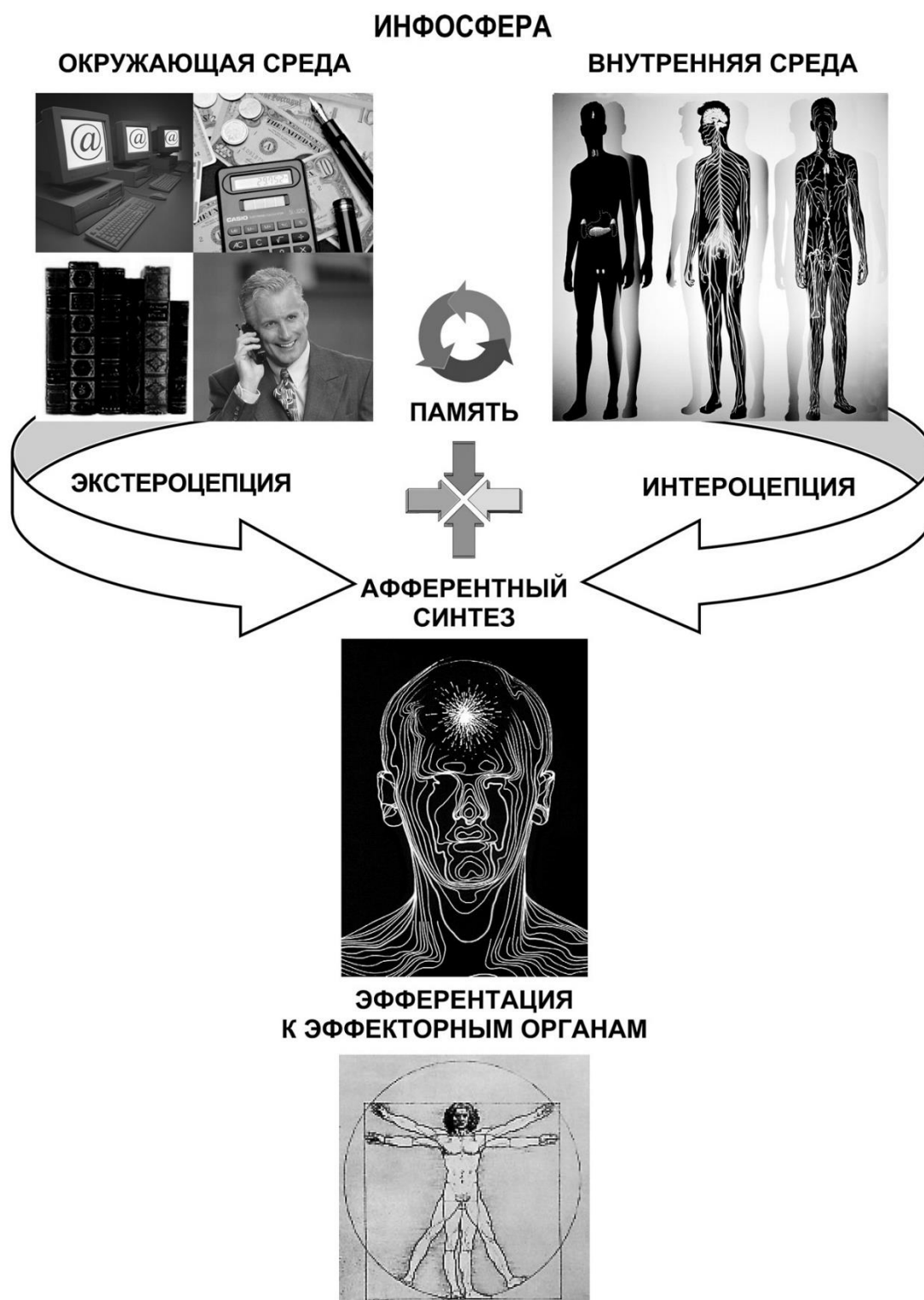


Рис. 3-11. Информации из окружающей и внутренней среды человека формирует эфферентацию - поток нервных импульсов, идущий из ЦНС ко всем органам тела (эффекторам).

Известно, что при увеличении общей физической работоспособности (ОФР) в органах человека повышается содержание белков, нуклеозидфосфатов, углеводов, магния, кальция, обеспечивается оптимальная

доставка работающим мышцам кислорода. А именно эти вещества могут воздействовать на интероцепторы (хеморецепторы). Кроме того, импульсы с проприорецепторов мышц, при активной деятельности последних, поднимаясь в головной мозг, создают сложную мозаику возбужденных и заторможенных центров в порядке межсистемной регуляции, способных разрядить чрезмерное напряжение вегетативных нервных центров и уравновесить процессы возбуждения и торможения в них.

В учении П.К.Анохина о функциональных системах был предложен один из основополагающих подходов в рассмотрении нейрофизиологических процессов - "афферентный синтез". В информационной теории возникновения эмоций П.В.Симонова (1987) был обоснован подход - оценка информации об актуальной потребности и возможности ее удовлетворения. Учитывая информационную теорию эмоций и учение об интероцепции (В.Н.Черниговский, 1986), можно предположить, что "эмоции" - это субъективные состояния человека и высших животных, проявляющиеся в виде переживаний, мотиваций, эфферентных импульсаций и пр., возникающие при афферентном синтезе экстеро и интероцепции, при котором происходит оценка индивидуумом самоотражения (потребностей) и отражения окружающей информационной среды (вероятностей их удовлетворения), на основе личностных психологических характеристик, обусловленных генотипом и воспитанием и с участием аппарата памяти.

По-видимому, естественный отбор закрепил целесообразность избыточной мобилизации ресурсов именно за слабо физически подготовленными по принципу "лучше пойти на излишне энергетические траты, чем в разгар напряженной деятельности - борьбы или бегства - остаться без достаточного обеспечения кислородом и метаболическим сырьем". Высокий уровень вооруженности, осознаваемый или неосознанно ощущаемый субъектом, делает его спокойным, независимым, сохраняющим самообладание в сложной и быстроизменяющейся обстановке. При этом под "вооруженностью" подразумеваются также навыки и знания. В связи

вышеизложенным автором делался вывод о благоприятном влиянии информации (формировании относительно высокой психической работоспособности и менее выраженной стресс-реакции), приносимой с interoцепцией из внутренних сред организма при высокой физической подготовленности человека, на аналитико-синтетическую деятельность мозга при воздействии информации о факторе риска из окружающей среды.

В ряде исследований лица с высокой ОФР (по тесту Physical Working Capacity - PWC<sub>170</sub>, разновидность гарвардского степ-теста) высокой (> 18 кг • м/мин • кг) демонстрировали высокую стрессоустойчивость: у монтажников-высотников определялась меньшая стресс-реакция при воздействия стресс-фактора "высоты"; водители автомобилей, работа которых характеризуется "транспортным стрессом" и нервно-эмоциональным напряжением, совершали в 13 раз меньше дорожно-транспортных происшествий.

**"Mens sana in corpore sano" – "в здоровом теле – здоровый дух" - практические рекомендации:** занимайтесь физкультурой и спортом, это может способствовать повышению вашей стрессоустойчивости, соразмерному развитию неспецифической реакции организма – готовности к "борьбе или бегству" при стрессе, оптимизации уровня нервно-эмоционального напряжения, адекватному реагированию при воздействии внешних информационных стрессоров.

**Интеллектуальный труд, характеристики интеллект-деятельности, поиска-сбора-обработки-накопления-производства информации, гигиена умственного труда.** Интеллект (от лат. intellectus) имеет синонимы "ум", "ноо" (nóos) (др.гр.), intellect (англ.), 智力 (кит.). Учитывая преобладание англоязычного сектора в научных публикациях, следует отметить, что "intellectual labour" трактуется - умственный труд, "intellectual work" имеет в т.ч. акценты - интеллектуальное произведение (продукт умственной деятельности). Для дифференциальной семантики следует отметить, что sapiens (лат.) – обозначение вида, по общепризнанной классификации Карла Линнея (1758),

традиционно на русский переводится как "разумный", на англ. – "wise", "wisdom" (мудрый).

Еще в 1700 г. основатель медицины труда Б. Рамаццини в труде "О болезнях рабочих" среди трех причин болезней работников называл "внимание и применение ума". Впервые гигиену умственного труда рассматривал Ф.Ф. Эрисман в руководстве "Профессиональная гигиена, или гигиена умственного и физического труда" (1871). Проблематика "умственного утомления" обсуждалась Парижской медицинской академией в 1886 г. В 1912 году в Берлине был основан Институт профессиональной физиологии кайзера Вильгельма. На Первой конференции по научной организации труда (Россия, 1921) В.М. Бехтерев выступил с критикой тейлоризма, утверждая, что "конечный идеал трудовой проблемы не в нем, а в такой организации трудового процесса, которая дала бы максимум эффективности в сочетании с минимумом вреда для здоровья, отсутствием усталости и залог крепкого здоровья и всестороннего личностного развития трудящихся". В.М. Бехтерев в 1923 г. стал редактором сборника "Вопросы психофизиологии, рефлексологии и гигиены труда". В.А. Левицкий в 1922 г. опубликовал работу "Умственный труд и утомляемость", а в 1923 г. организовал и редактировал журнал "Гигиена труда". Учение И.П. Павлова о "высшей нервной деятельности" оказало с 1920-х гг. влияние на развитие физиологии умственного труда. В ходе развития этого направления общепринятой является динамика колебания интеллектуальной работоспособности, в том числе по восприятию, переработке, производству информации, которая может варьировать в зависимости от: хронотипа — индивидуальные особенности суточных ритмов организма человека; особенностей рабочей недели; суточного режима работы, экстремальных факторов (рисунок 3-12).

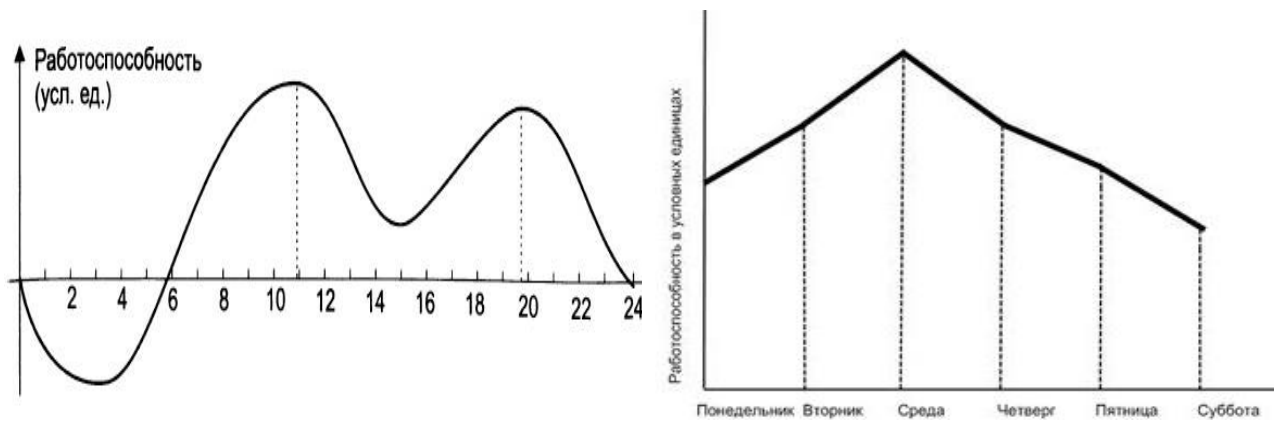


Рис. 3-12. Динамика колебания интеллектуальной работоспособности, в том числе по восприятию, переработке, производству информации

На современном этапе следует отметить наличие общепринятых формулировок: в Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ, ВОЗ) - интеллектуальные функции (код b117), умственные функции (b110-b139, b140-189); в ГОСТ ИСО - умственная нагрузка, интенсивность умственной нагрузки, умственное напряжение, отрицательные последствия умственного напряжения, умственный стресс; в Перечне профессиональных болезней (Международной организации труда) - психические и поведенческие расстройства, связанные с воздействием факторов риска.

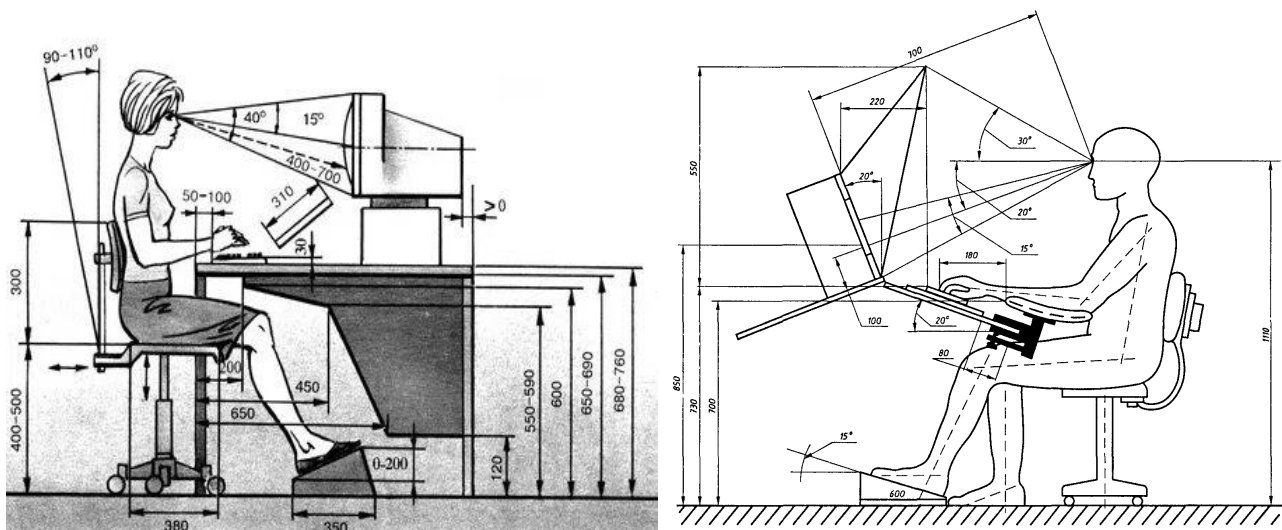


Рис. 3-13. Эргономические нормативы проектирования и организации рабочих мест информационно-интеллектуального труда с применением дисплеев и ИКТ.

Эргономика (от греч. работа + закон) — научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера

деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы. Эргономические нормативы организации рабочих мест интеллектуального труда в том числе с применением дисплеев и ИКТ установлены в соответствующих ГОСТах и целесообразно учитывать при проектировании (рисунок 3-13) (рисунок 3-14).

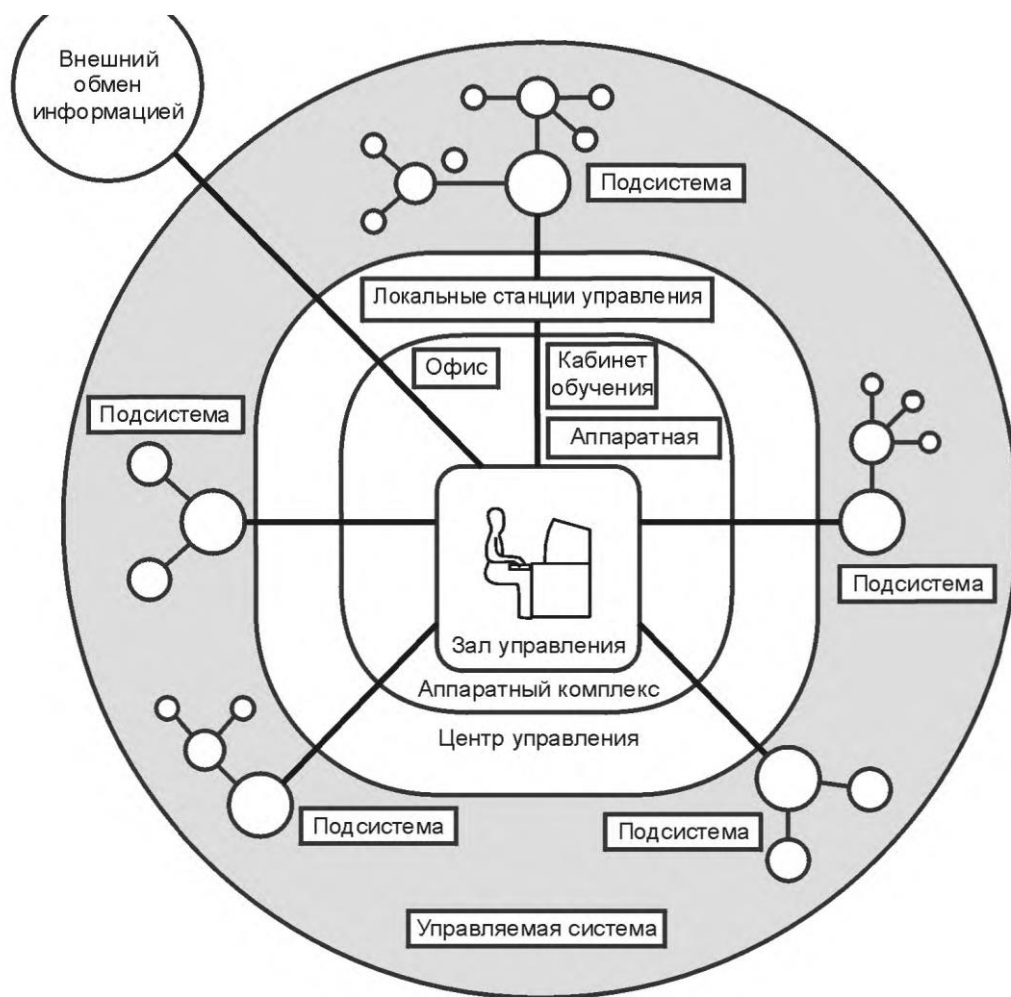


Рис. 3-14. Информационное взаимодействие центра управления с другими подсистемами.

В процессе восприятия и переработки информации выделяют этапы перцептивный и когнитивный. При этом траектория соотношения человека-оператора с информацией в процессе её рождения и реализации такова: сигнал (физический носитель информации) – восприятие (перцептивный этап) – мозг (или искусственный интеллект) – переработка (когнитивный этап: запоминание, обучение, знания) – принятие решений и действия (обратная связь). Возможна

наглядная визуализация концептуальной модели факторов, определяющих умственную нагрузку на человека-оператора и возможные последствия (рисунок 3-15).



Рис. 3-15. Концептуальная модель факторов, определяющих информационную нагрузку на человека-оператора и возможные последствия

Наряду с предложенными еще Платоном и Пифагором термином "ноократия", и распространенным в XX веке понятием "интеллигенция", появилось новое значение, вокруг которого развивается дискуссия - "knowledge workers" ("работающие со знаниями", "работники умственного труда", "информационные работники"), главный капитал которых знания: программисты, врачи, фармацевты, архитекторы, инженеры, ученые, преподаватели, дизайнеры, бухгалтера, юристы и др., чья работа требует от человека "думать, чтобы зарабатывать на жизнь". К этим новшествам, особенно в 2020-2022 гг в связи с пандемией, добавилась актуальность дистанционной, удаленной, мобильной, он-лайн работы, гибкого рабочего места, телеработы.

Роли работников умственного труда разнообразны, в связи с этим предложена классификация их ролей и действий относительно поиска, сбора, анализа, обработки, распространения и генерирования новой информации, которые они выполняют во время повседневной работы (таблица 3-6).

Таблица 3-6.

**Типология работников интеллектуального труда и их действий  
относительно поиска, сбора, анализа, обработки, распространения и  
генерирования новой информации**

| <b>Роль</b>                                                    | <b>Описание</b>                                                                                                                                         | <b>Типичные действия в области знаний</b>                                                       |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Контролер</b>                                               | Люди, которые контролируют эффективность организации на основе необработанной информации.                                                               | Анализ, распространение, организация информации, мониторинг                                     |
| <b>Помощник</b>                                                | Люди, которые передают информацию, чтобы научить других, после того, как они решили проблему.                                                           | Разработка, анализ, распространение, обратная связь, поиск информации, обучение, создание сетей |
| <b>Учащийся</b>                                                | Люди, которые используют информацию и методы для улучшения личных навыков и компетентности.                                                             | Сбор, анализ, поиск экспертов, поиск информации, обучение, поиск услуг                          |
| <b>Компоновщик</b>                                             | Люди, которые объединяют и смешивают информацию из разных источников для получения новой информации.                                                    | Анализ, распространение, поиск информации, организация информации, создание сетей               |
| <b>Сетевик</b>                                                 | Люди, которые создают личные или связанные с проектом связи с людьми, занимающимися тем же видом работы, для обмена информацией и поддержки друг друга. | Анализ, распространение, поиск экспертов, мониторинг, создание сетей, поиск услуг               |
| <b>Организатор</b>                                             | Люди, которые занимаются личным или организационным планированием деятельности, например, составлением списков дел и расписанием.                       | Анализ, организация информации, мониторинг, создание сетей                                      |
| <b>Ретривер</b> от англ. <i>retrieve</i> — находить, доставать | Люди, которые ищут и собирают информацию по заданной теме.                                                                                              | Сбор, анализ, поиск экспертов, поиск информации, организация информации, мониторинг             |
| <b>Делящийся</b>                                               | Люди, которые распространяют информацию в сообществе.                                                                                                   | Создание, соавторство, распространение, создание сетей                                          |
| <b>Решатель</b>                                                | Люди, которые находят или предлагают способ решения проблемы.                                                                                           | Сбор, анализ, распространение, поиск информации, обучение, поиск услуг                          |
| <b>Трекер</b> от англ. <i>to track</i> - проследивать,         | Люди, которые отслеживают и реагируют на личные и                                                                                                       | Анализ, поиск информации, мониторинг, создание сетей                                            |

|                                  |                                                              |  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|
| оставлять след,<br>намечать курс | организационные действия, которые<br>могут стать проблемами. |  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|

В физиологии, гигиене, медицине труда - советско-российская школа физиологии умственного труда изучала нервно-эмоциональное напряжение, с оценкой сенсорных, эмоциональных, интеллектуальных нагрузок, исследованиями в различных профессиональных группах от монтажников-высотников, инженерно-технических работников, водителей, летчиков и др. (НИИ медицины труда РАН), до военных (Военно-медицинская академия) и космонавтов (Институт медико-биологических проблем РАН), с развитием информационной экологии, провозглашением информационной гигиены и выходом на гигиеническую оценку физических сигналов-носителей информации. "Разработка и совершенствование систем цифровизации..." входит в паспорт научной специальности 3.2.4 "Медицина труда".

К принципам оптимизации инновационного труда можно отнести следующее.

1. Создание нового интерактивного уровня программно-технического обеспечения, улучшающего коммуникацию в звене "человек – инфотехника":

- сжатие информации и внедрение автоматизированных рабочих мест,
- рациональное распределение по анализаторным системам,
- перемежение нагрузок (комплементарность, дополнительность).

2. Формирование единого информационного пространства – развитие единых языков (кодов, символов) для взаимопонимания с унификацией программного обеспечения коммуникаций.

3. Повышение интеллектуального уровня информационных систем в организациях: скорости, частоты операций, объемов информации, внедрение подсистем искусственного интеллекта и др.

4. Усиление памяти – повышение стабильности, долгосрочности и объемов сохраняемой информации, за счет хранения на новых поколениях долгоживущих (не разлагающихся, не корродируемых) носителей, внедрение техносистем проверки актуальности знаний.

5. Внедрение информационной гигиены, профилактика info-загрязнения, борьба с информационным шумом, нормативно-правовое закрепление ограничений по распространению и обязательств по приему информации.

Развитие нейронаук, теории информации и искусственного интеллекта могли бы способствовать как лучшему пониманию возможных стратегий оптимизации интеллектуальных рабочих систем, нацеленных на инновации, так и развитию информационной гигиены рабочей среды, в том числе в следующих направлениях:

- увеличение количества различных интеллектуальных систем в организациях, вовлеченных в единую коммуникационную сеть с дружественным интерфейсом, обеспечивающим адаптацию информационных потоков под профессиональный тезаурус оператора;

- совместная (интегративная) деятельность интеллектуальных систем с операторами-управленцами по формированию нового знания об управляемом объекте и обучению операторов, с одновременным развитием их творческих способностей;

- дифференцировка информационных потоков и фильтрация долгосрочно-ценной и актуальной для применения информации интеллектуальными системами применительно к конкретному объекту управления или предметной области;

- специализация интеллектуальных систем по сферам их применения в организациях: мониторинга атмо-, гидро-, лито- и биосферы, космоса; создания технических инструментов (органов, машин) освоения этих сфер; изучения и прогноза продовольственной, био-, энерго-, гео- и космической безопасности и др.

**Значение информации для интеллектуального здоровья, и возникновение информационно-зависимых патологий.** Наблюдается рост традиционной и появление новой информационно-зависимой патологии. По информационной теории происхождения эмоций, информация приводит к

развитию эмоционального стресса, который может являться фактором риска ряда болезней классов II, IV-VIII по международной классификации болезней МКБ-11, способствовать возникновению заболеваний психические, сердечно-сосудистой системы (инфаркты, инсульты, ишемическая болезнь сердца), пищеварительной системы (язвенная болезнь); повышение уровня травматизма и суицидов, состояниям тревоги и депрессии, биполярных аффективных расстройств, панических расстройств, синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). По данным Всемирной организации здравоохранения - среди 870 млн населения в Европе около 100 млн испытывают состояние тревоги и депрессии, 4 млн страдают биполярными аффективными расстройствами и 4 млн - паническими расстройствами; депрессия является основной причиной инвалидности в мире и вносит значительный "вклад" в глобальное бремя болезней.

Ежегодные затраты на лечение расстройств мозга в Европе, которые могут быть связаны с информацией, оценивались (в млрд. евро): зависимости - 65,7; тревожные расстройства - 74,4; расстройства настроения - 113,4; расстройства личности - 27,3; психотические расстройства - 93,9; расстройства сна - 35,4.

При росте традиционных информационно-зависимых заболеваний среди населения, появляются и новые "цифро"-зависимые патологии: компьютерный синдром; аддикции - патологические зависимости от телевидения, от социальных сетей; фобии – номофобия (боязнь остаться без смартфона); мании – сенсорные, связанные с интернетом, лудомания – игровые расстройства - зависимости от компьютерных игр; депрессии, формируемые социальными сетями; интернет-зависимые суициды и пр. Новые вызовы требуют и адекватных гигиенических подходов.

Тейлоризм (научный менеджмент), зародившийся в XIX веке, как одна из теорий управления или научная организация труда и рабочих процессов, с целью повышения экономической эффективности, особенно производительности труда, критиковался еще в 1914 в статье В.И. Ленина "Система Тейлора —

порабощение человека машиной". Между тем, в современных научных публикациях отмечается, что в XXI веке Google по увеличению производительности подвержен влиянию тейлоризма, практики которого также используются и в офисах, и в медицине, наряду с цифровой экономикой появился термин "дигитальный тейлоризм". В этой связи, при всех преимуществах всемирной сети, в том числе при труде, уместна аналогия с "дигитальным порабощением человека", в том числе в связи с широким распространением аддикций – патологических зависимостей от интернета и ИКТ.

Новый вызов – информационные эпидемии. Инфоэпидемия – распространение среди большого числа людей в данной популяции сведений, сообщений в течение короткого периода времени. Инфопандемия (греч. – "весь народ") – распространение новых сведений, сообщений в мировых масштабах. Ошибка! Закладка не определена. Следует отметить значение информационной гигиены к содержанию распространяемой информации, которая может приводить к инфопандемиям, сопровождающимся новыми явлениями, обсуждаемыми в средствах массовой информации: вирусобией, маскоманией, карантинанией, радиообией, а также мизообией – навязчивым страхом загрязнения либо заражения, стремлением избежать соприкосновения с окружающими предметами. Необходимо разработать новые гигиенически обоснованные адекватные подходы по лимитизации контента, границам адресности и специализированности распространения информации для профилактики инфопандемий. Примеры, подтверждающие важность этого, начались с 2003 г., когда мир последовательно был "атакован" атипичной пневмонией, птичьим, свиным гриппом. Потом производилась оценка распространённой, в том числе ВОЗ, информации об опасности, её адекватность по вирулентности и летальности от инфекций. Поэтому в 2010 г. были организованы слушания в ПАСЕ с приглашением экспертов ВОЗ, на которых прозвучало: "Мы хотим знать, как принимаются решения о пандемиях, – принимаются ли они на основе проверенных научных,

эпидемиологических данных или на них влияют другие интересы?". Необходимость внедрения методов и соблюдения информационной гигиены для профилактики инфоэпидемии, паники и массовых психозов стала явной в условиях пандемии коронавируса SARS-CoV-2. "Сейчас время не для паники и стигматизации", – призывал Генеральный секретарь ООН 14.03.2020 г.

ВОЗ в 2021 году определен термин: Инфодемия (infodemic) - это сильный поток информации, включая потенциально вводящую в заблуждение или неточную информацию, которая в цифровом, гиперсвязанном обществе, таком как нынешнее, вероятно, неизбежно будет сопровождать каждую эпидемию или острый кризис.

Следует отметить и быстрое массовое распространение как фейков, так и политически-ангажированных мнений, идеологий, в кибер войнах внутри государств, между политическими элитами, и межгосударственных, межблоковых, - которые также влияют на психическое, физическое, социальное благополучие – общественное здоровье.

Реализуются профилактические проекты: Health informatics, направленный на общественное здоровье - предупреждение болезней, профессиональную терапию в том числе психических или когнитивных нарушений, связанных с работой; Telemental health, eHealth, mHealth. В странах Евросоюза (Голландия, Германия, Ирландия) внедрены курсы и программы по Интернету, виртуальные социальные сети по профилактике депрессий и суицидов.

**Здоровье мозга, перспективы исследований.** В "Докладе о состоянии здравоохранения в мире" (ВОЗ, 2001) отмечалось: "Мозг отвечает за сведение воедино генетической, молекулярной и биохимической информации с информацией, поступающей извне... Возможности для улучшения психического здоровья – в создании позитивной рабочей среды".

ВОЗ провозглашено "Здоровье Мозга" — это новая и развивающаяся концепция, которая охватывает развитие нервной системы, ее пластичность, функционирование и восстановление на протяжении всей жизни.

Появление новых приборов в медицинской физике в XXI веке стимулировало реализацию несколько мегапроектов: Blue Brain Project, Allen Brain Atlas, Human Connectome Project, Google Brain - в попытке лучше понять функции мозга, а также в целях развития когнитивных функций человека в будущем с помощью искусственного интеллекта. "Международная инициатива по изучению мозга" в настоящее время объединяет национальные проекты по исследованию мозга (Brain Initiative (США), Human Brain Project (Европейский Союз), China Brain Project, Japan Brain/MINDS, Canadian Brain Research Strategy, Australian Brain Alliance, Korea Brain Initiative) с целями, поддерживающими взаимодействие между странами, чтобы обеспечить синергетическое взаимодействие с междисциплинарными подходами, вытекающими из последних исследований в области нейробиологии, искусственного интеллекта, вдохновленного мозгом.

Между тем, остается обширный ряд нерешенных проблем в нейрофизике: нейронный код, феномен объединения информации, уровень упрощения для описания обработки информации в мозгу, расчет по кортикальным столбцам, точное время потенциалов действия для обработки информации в неокортексе, количественная оценка долговременной памяти и др.



# ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТА

В каждой естественной науке заключено  
столько истины, сколько есть в ней математики.

*Иммануил Кант (1724—1804)*

Психологически наша душа столь невероятно  
субтильна и сложна. Каким образом согласовать ее с  
миром законов и формул?

*П. Тейяр де Шарден (1881—1955)*

...материя, время и разум связаны между собой простым  
математическим соотношением, которое я еще не написал...

*К. Э. Циолковский (1857—1935)*

Математическая физика интеллекта – теория математических моделей интеллектуальных функций и систем, физических сигналов носителей информации, а также разработка математических методов для формулирования физических теорий развития, структуры, функций феномена интеллекта.

Аспéкт (от лат. *aspectus* "вид, облик; взгляд, точка зрения") — одна из сторон рассматриваемого объекта, то, как он видится с определённой точки зрения.

Аспекты математической физики интеллекта. Исследователи пытались с разных точек зрения и систем отсчета определить формулы, но в связи со сложностью проблемы, удавалось охватывать только отдельные принципы естественного интеллекта на уровне ионов, электрических потенциалов, нервных импульсов, восприятия физических сигналов носителей визуальной

информации, скорости обработки информации, информационной теории возникновения эмоций, ценности информации и памяти.

Математика разных аспектов количественных отношений отдельных функций интеллекта с точек зрения наблюдателей физиков и астрономов, физиологов и психологов, исследователей нейронауки и науки о зрении, в различных системах координат с формализацией законов, моделей, теорий, некоторых из множества, представлена в таблице 4-1.

Здесь следует также отметить: модель Хиндмарш–Роуз (1984) изучение скачкообразного поведения мембранного потенциала одного нейрона; Тета-модель (Эрментоут-Копелл) (1986) – характеризует нейронный взрыв, периодический переход между быстрыми колебаниями мембранного потенциала и состоянием покоя; и др.

Таблица 4-1.

**Математика некоторых аспектов интеллекта - количественных отношений  
отдельных функций в различных системах координат с формализацией  
законов, моделей, теорий**

| Закон,<br>модель,<br>теория                     | Формулировка                                                                                                                                                                                                                                                      | Формула                                                                                    | Год          |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Закон Вебера–Фехнера                            | Интенсивность субъективного ощущения ( $S$ ) линейно зависит от логарифма интенсивности раздражителя ( $J$ ), $K$ и $C$ — константы                                                                                                                               | $S = K \ln J + C$                                                                          | 1834<br>1860 |
| Закон Рикко                                     | Цель видна при пороговом контрасте ( $C$ ), когда она ярче ( $\Delta B$ ) на однородном фоне яркости ( $B$ ); для целей малого размера пороговый контраст обратно пропорционален угловой площади (телесному углу) ( $A$ ) цели; $R$ - константа                   | $C = \frac{\Delta B}{B}$<br>$C A = R$                                                      | 1877         |
| Модель Ходжкина–Хаксли                          | Математическая модель генерации и распространения потенциалов действия в нейронах; в упрощенном виде по одному из уравнений: ток через мембрану ( $I_m$ ) зависит от ёмкости мембраны ( $C_m$ ) и суммы ионных токов через мембрану ( $\sum_i I_{ioni}$ )         | $I_m = C_m \frac{d\varphi_m}{dt} + \sum_i I_{ioni}$                                        | 1952         |
| Закон Хика                                      | Увеличение количества вариантов ( $n$ ) увеличивает время принятия решения ( $T$ ) логарифмически; $b$ — константа. Основа модели интеллекта, по которой скорость обработки информации, является мерой интеллекта.                                                | $T = b \log_2 (n + 1)$                                                                     | 1952         |
| Информационная теория эмоций Симонова           | Эмоция ( $\mathcal{E}$ ) есть функция ( $f$ ), зависящая от силы и качества актуальной потребности ( $\Pi$ ) и оценки вероятности её удовлетворения на основании информации о необходимых средствах ( $I_H$ ) и средствах, которыми располагает субъект ( $I_C$ ) | $\mathcal{E} = f [\Pi, (I_H - I_C)]$                                                       | 1981         |
| Модель Бонгарда-Харкевича-Корогодина-Иваницкого | Ценность информации ( $V$ ) связана с вероятностью достижения цели априорной ( $p$ ) и апостериорной ( $P$ ), а также памятью ( $M$ )                                                                                                                             | $V = \log_2 \left( \frac{P}{p} \right)$<br>$V = \log_2 \left( 1 - \frac{1}{M + 1} \right)$ | 1960<br>2023 |

Из приложений к нейронаукам: модель Изинга (1925) - полезна для статистических моделей нейронной активности с использованием принципа максимальной энтропии (2006); уравнение Голдмана–Ходжкина–Каца (1943) – для расчета потенциала на мембране, проницаемой для ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  - полезно для описания формирования биоэлектрических явлений; и др.

Связаны с теорией информации, интерфейсами и цифровой обработкой сигналов закон Фиттса, теорема Шеннона–Хартли, теорема Котельникова и др. Множество прикладных аспектов реализуется в "вычислительной нейронауке" и "математической психологии" (научные журналы), а также в принципах нейронауки.

В XXI веке большие по объему математические аппараты, характеризующие формальную систему интеллекта, обозначены и развиваются:

- Синергетические принципы работы мозга;

- Теория интегрированной информации (ИИ), предложена Тонони (2004) развивается к 2023 - ИИ 4.0., направлена на объяснение свойств опыта и сознания в физических (операционных) терминах, определяет свойства опыта (аксиомы), выводит свойства, которым должен удовлетворять ее субстрат (постулаты), и выражает их в математических терминах; и др.

# БИОНИКА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



# ГЛАВА 5. БИОНИКА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Важные исследования задерживаются из-за того,  
что в той или иной области неизвестны результаты,  
уже давно ставшие классическими в смежной области.

*Норберт Винер (1894—1964)*

## 5.1. Некоторые современные тренды ИИ и информационно-коммуникационных технологий

**Бионика** или биологически вдохновленная инженерия — это применение биологических методов и систем, встречающихся в природе, для изучения и проектирования инженерных систем и современных технологий.

При всей моде в XXI веке на искусственный интеллект (ИИ) в научных публикациях некоторыми учеными отмечается, что "у нас никогда не будет настоящего ИИ без предварительного понимания мозга".

Технология искусственного интеллекта широко используется в промышленности, правительстве и науке. Вот некоторые известные приложения:

- продвинутые поисковые системы в Интернете (например, Google Patent),
- системы рекомендаций (используемые YouTube, Amazon и Netflix),
- понимающие человеческую речь (такие как Google Assistant, Siri и Alexa),
- самоуправляемые автомобили (например, Waymo),
- инструменты для генерации и творчества (ChatGPT и AI art),
- игра и анализ в стратегических играх (таких как шахматы и Го)
- распознавание образов и дополненная реальность и пр.

Но это всего лишь часть огромного спектра, что может естественный интеллект (ЕИ). Таким образом, вышеперечисленное можно отнести к "агентам ИИ".

Общий искусственный интеллект (artificial general intelligence, AGI) - гипотетический тип интеллектуального агента, который, в случае реализации, мог бы научиться выполнять любую интеллектуальную задачу, которую могут выполнять люди. Его создание входит в число долгосрочных целей отрасли. Создание AGI является основной целью некоторых исследований в области искусственного интеллекта и таких компаний, как OpenAI, DeepMind и Anthropic.

Различные же области исследований ИИ сосредоточены вокруг конкретных целей и использования определенных инструментов. Традиционные цели исследований ИИ включают в себя рассуждения, представление знаний, планирование, обучение, обработку естественного языка, восприятие и поддержку робототехники.

Попробуем обозначить всего лишь некоторые принципы, которые еще не понятны из нейронаук, чтоб через бионику воплотить их в физико-технической сфере.

В современности обозначены некоторые стратегические направления развития сложных кибер-физических систем искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) (artificial intelligence, AI): способность приобретать, обрабатывать, создавать и применять знания, определенные в форме модели, для выполнения одной или нескольких поставленных задач. Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека. Область компьютерных наук, в которой особое внимание уделяется моделированию процессов человеческого интеллекта машинами, которые работают и реагируют как люди.

Естественный интеллект (ЕИ). То, что мозг человека является общепризнанной интеллектуальной системой не вызывает сомнений. Рассматриваются различные аспекты интеллектуальной системы мозга: как распределенной интеллектуальной системы обработки, приложения когнитивных динамических систем, которые представляют собой тип интеллектуальной системы, вдохновленной мозгом.

Безопасность ИИ. Аспекты ИИ, киберфизических систем и роботов, дополненной и виртуальной реальности и связанных с ними этическими, правовыми и гигиеническими проблемами – тема научных обзоров, дискуссий и требует законодательного регулирования.

**Некоторые направления информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), связанных с ИИ и программным обеспечением (ПО).** В бурно развивающейся сфере ИКТ много направлений. Обозначим некоторые из них.

Цифровая трансформация – информационные тренды в биотехнических системах. Информация – это сведения, сообщения, данные, и если нет приемника-наблюдателя, который их активно ищет, или готов их воспринять, то так они и останутся в виде атрибутов физики неживой природы во всевозможных хранилищах-библиотеках, объектах макромира и микромира, или живой природы. Между тем, человек любопытен и любознателен, с врожденным инстинктом, открытым И.П.Павловым, - "что такое", - постоянно ищет, находит, изобретает новые физико-технические приспособления, увеличивающие возможности своих собственных информационных анализаторов. Цифровая трансформация - цель развития Российской Федерации на период до 2030 года; комплексное преобразование деятельности участников отрасли и органов исполнительной власти, связанное с переходом к новым бизнес-моделям, каналам коммуникаций, а также процессам и культуре, которые базируются на новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий.

Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR) — результат введения в зрительное поле любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и изменения восприятия окружающей среды. Находит своё применение в медицине, промышленном производстве, военных технологиях. Технология Google Glass, - умные очки, с компьютерным обеспечением, отображением информации для пользователя с помощью головного прозрачного дисплея, пользователи общаются с Интернетом с помощью голосовых команд на естественном языке.

Некоторые биотехнические информационные тренды, связанные с агентами ИИ представлены на рисунке 5-1.

Оптимизация интерфейсов – на сегодняшний момент бурно развивается, многообразна. От всевозможных вариантов оптимизация наручного интерфейса, улучшения дисплеев и гаджетов, повышения эргономичности клавиатур, до поиска вариантов моделей мозг-компьютерный интерфейс (BCI), разработки стратегий оптимизации сенсорных нагрузок путем оценки у авиапилотов информационных нагрузок при наблюдении за множеством экранов видеотерминалов и приборов, трехмерных голограмм и пр.

Всемирная энциклопедия - предвосхищенный Г.Уэлсом в 1938 в эссе "Мировой Мозг" - феномен глобальной синтетической, постоянно-обновляемой энциклопедии, появился в 2001 в виде Википедии, которая к настоящему времени развилась до ~300 языков, >40 млн статей, в enWiki >4 млн редакторов (количество редакторов, и соответственно - качество некоторых статей, в ruWiki ниже), пользователей в мире - 6,3 млрд; способствует распространению новых научных работ, отражает не только текущее состояние науки, но и влияет на ее формирование в будущем.

Облачные технологии (облачные вычисления, Cloud computing) — возможности получать специальные вычислительные ресурсы через сеть, например, оперативную память, сетевые соединения, пространство на диске для решения самых разных задач (в том числе и IT).



Умные очки с распознаванием объектов и субтитрами Google Glass



Агенты ИИ управления транспортными средствами



Оптимизация интерфейса наручного, без стекольного, голографического



Управление спутниковой группировкой "СФЕРА" Роскосмос



ПО медицинской визуализации с выставлением диагнозов



ПО телескопии и Стратегия астробиологии НАСА (2015)

Рис. 5-1. Некоторые биотехнические информационные тренды, связанные с агентами ИИ

Скопия (от гр. σκοπεῖν, skopein "смотреть или видеть") - важный источник для человека получения информации. Сложно переоценить значение ПО при

микроскопии в различных сферах на микро- и нано- уровне, медицинской визуализации и телемедицине, телескопии на макро- уровне.

## 5.2. От нерешенных проблем бионики интеллекта и обратной сборки мозга к стратегиям разработок ИИ

Как о *Homo sapiens* иногда отзываются, как о венце биологической эволюции, так и искусственный интеллект (ИИ) можно обозначить, как венец цифровой трансформации. Между тем, много проблем с пониманием природного естественного интеллекта (ЕИ), достаточно в поисковике посмотреть их некоторые перечни "нерешенные проблемы нейробиологии".

На Всемирном саммите по информационному обществу (WSIS), организованному ООН в 2019, ЮНЕСКО подчеркнула вклад ИИ в устойчивое развитие. Указом Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 утверждена "Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года", в которой обозначаются новые тренды развития вплоть до "универсального интеллекта".

Между тем ИИ равный ЕИ не создан. Пока инженеры и программисты работают над созданием и совершенствование только отдельных агентов ИИ, но по множеству направлений: от машинного обучения (machine learning) и попыток моделирования в компьютерах работы нейросетей (artificial neural network), до распознавания образов (pattern recognition) и пр.

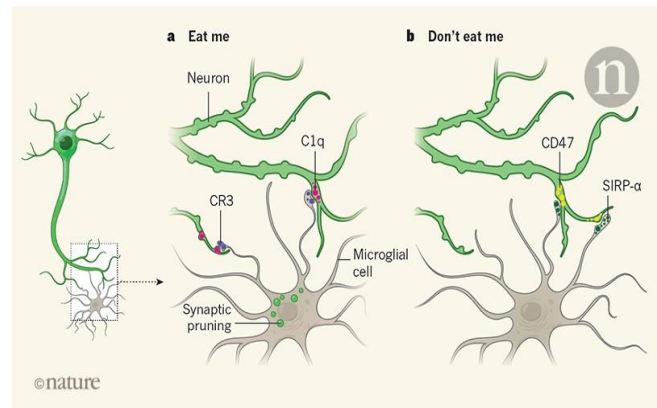
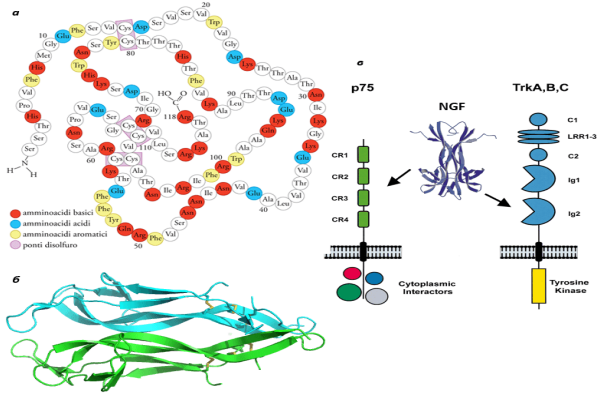
**Бионика интеллекта** — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур ЕИ, может касаться принципов, наблюдаемых при получении, обработке, производстве информации в естественных информационно-интеллектуальных системах.

Обозначим некоторые проблемы, которые не решены в агентах ИИ, но которые реализованы в ЕИ (рисунок 5-2).

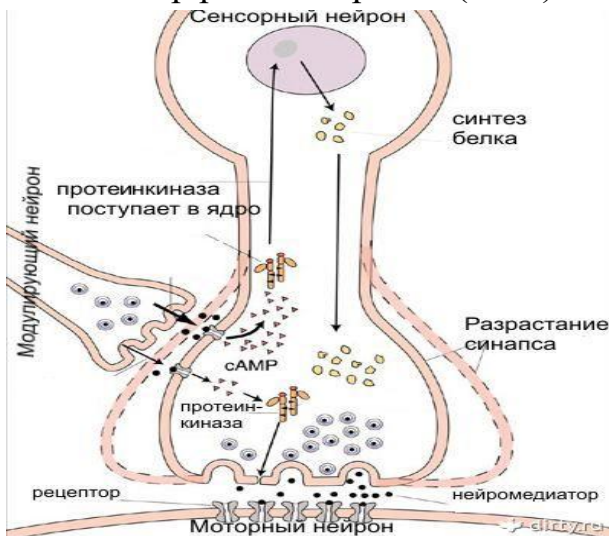
**Нейропластичность** — это способность нейронных сетей в мозге изменяться посредством роста и реорганизации. Существуют два типа нейропластичности: структурная и функциональная, - которым посвящены специальные научные исследования и обзоры.

Фактор роста нейронов — небольшой секретируемый белок, поддерживающий жизнеспособность нейронов, стимулирующий их развитие, рост и активность. Впервые выделен нобелевскими лауреатами Ритой Леви-Монтальчини и Стэнли Козном в 1956 году. Аналогов в инженерно-технических достижениях в ИКТ не известно. Инженеры в таких случаях не расстраиваются, ссылаясь на то, что в биологии не наблюдается аналогов, изобретенных человечеством колеса, двигателя внутреннего сгорания и орбитальной группировки спутников.

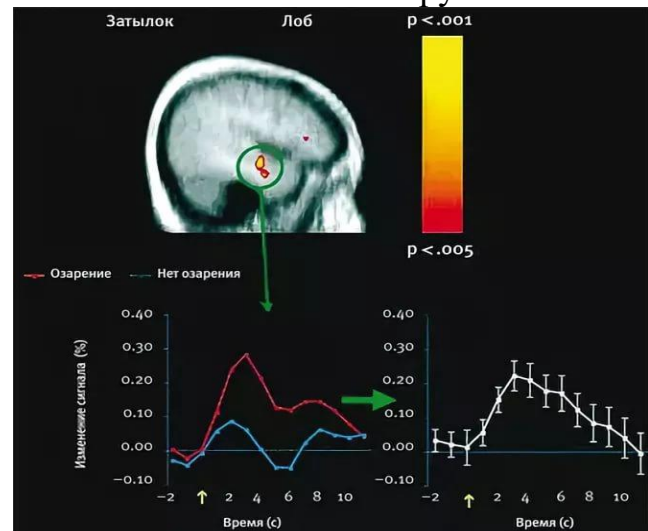
Синаптический прунинг ("нейрональный прунинг", англ. Synaptic pruning) — сокращение числа синапсов или нейронов, удаление избыточных связей для повышения эффективности нейросети. Название явления происходит от английского глагола "to prune" — прореживать, подрезать ветви (кустарника, дерева). Считается, что целью синаптической обрезки является удаление ненужных нейронных структур в мозгу; по мере развития человеческого мозга более простые ассоциации, заменяются сложными структурами. Тремя моделями, объясняющими синаптическую обрезку, являются дегенерация аксонов, ретракция аксонов и выпадение аксонов. 60 лет назад Хьюбелом и Визелем было открыто, что изменения в активности нейронов могут вызывать перестройку центральной нервной системы. К настоящему времени растет количество доказательств того, что молекулы иммунитета и клеточной гибели являются важными механистическими звеньями, с помощью которых изменения в нервной активности направляют сокращение специфических синапсов, подчеркивая роль глиальных клеток в этом процессе. Пока нет аналогов в агентах ИИ как "росту связей", так и "удалению связей".



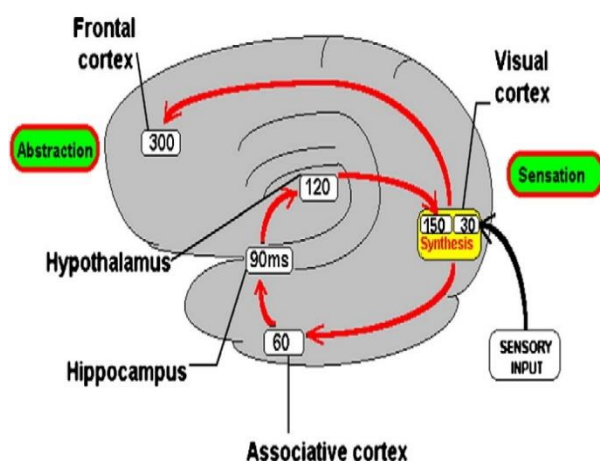
## Фактор роста нейронов (NGF)



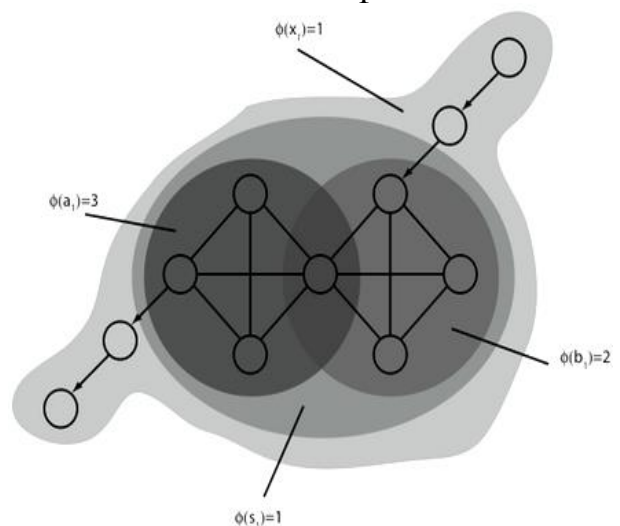
## Синаптический прунинг



## Схема памяти с увеличением синапса (Э.Кандел) "Sensation circle"



## Нейрофизиологические корреляты инсайта по фМРТ



Трудная проблема сознания – модель синтеза сенсорной информации, памяти и мотивации (А. Иваницкий)

Проблема объединения информации – модель интегративной теории информации (Д. Тонони)

Рис. 5-2. Структурно-функциональные феномены естественного интеллекта

Память, избирательность информационной функции, – за исследования физиологических основ хранения памяти в нейронах нобелевскими лауреатами в 2000 году стали Э. Кандель, А. Карлссон и П. Грингард. Отбор верифицированных знаний, запоминание важной информации и забывание не актуальной – остается проблемой моделей ИИ.

Творчество: озарение (инсайт), эврика, эмерджентность (появление) новой идеи – синтез новой информации по закономерностям синергетики, "объединения информации" или др. – не решенная проблема ИИ.

Трудная проблема сознания (hard problem of consciousness) – связана в том числе с формулировкой "что есть сознание", изучением нейронных коррелятов сознания и пр.

Коды мозга - нейронное кодирование, описывающее гипотетические взаимосвязи между стимулом и индивидуальными или коллективными нейронными реакциями, а также взаимосвязи между электрической активностью нейронов в ансамбле. Основываясь на теории, что сенсорная и другая информация представлена в мозге сетями нейронов, считается, что нейроны могут кодировать как цифровую, так и аналоговую информацию. Однако, обозначаемые виды кодирования: скоростное, временное, популяционное, разреженное и др., - пока представляют гипотетические схемы кодирования информации и полностью не повторимы в ИКТ. С этой проблематикой может быть связана и проблема "объединения информации в мозге".

Перечислим и некоторые вопросы-проблемы когнитивистики и нейробиологии, решение которых могло бы способствовать развитию и бионики интеллекта:

- Проблема репрезентации, ментального представления: как именно функционирует разум (или как мозг интерпретирует и представляет информацию о мире)?
- Байесовский разум: придает ли разум смысл миру, постоянно пытаюсь делать прогнозы в соответствии с правилами байесовской вероятности?

- Вычислительная теория разума: является ли разум системой манипулирования символами, работающей на модели вычислений, подобной компьютеру?
- Коннекционизм: можно ли объяснить разум математическими моделями, известными как искусственные нейронные сети?
- Воплощенное познание: влияет ли на познание организма все тело (а не только его мозг), включая его взаимодействие с окружающей средой?
- Тезис о расширенном мышлении: существует ли разум не только в мозге, но и функционирует во внешнем мире, используя физические объекты в качестве психических процессов?
- Дуализм разума и тела: отличается ли разум от тела?
- Модульность разума: состоит ли разум из отдельных модулей, каждый из которых развился для решения определенной эволюционной проблемы из прошлого?
- Динамическая нейробиология: является ли разум динамической системой?
- Квантовый разум: существенно ли явления квантовой механики влияют на разум?

# МАКРО-ИНТЕЛЛЕКТ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА



## ГЛАВА 6. МАКРО-ИНТЕЛЛЕКТ

### СИСТЕМА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА - наблюдатель изнутри и снаружи

...что на самом деле представляет собой хитросплетение наших социальных рамок... что однажды должно стать структурными законами ноосферы?

... банальный факт, в котором, однако, в действительности проявляется одна из самых фундаментальных черт космической структуры — округлость Земли... То ли еще можно сказать о его функции в ноосфере! От Запада и до Востока эволюция отныне занята в другом месте, в более богатой и более сложной области — вместе со всеми сознаниями она создает дух. Вне наций и рас неизбежно происходит образование единого человечества... Мы безусловно, до сих пор толкали нашу расу на авантюру и недостаточно думали о проблеме, какими медицинскими и моральными факторами нужно заменить грубые силы естественного отбора, если мы их устраним...

*П. Тейяр де Шарден (1881—1955)*

Я чувствую себя настолько солидарным со всеми живущими, что для меня безразлично, где начинается и где кончается отдельное.

*Альберт Эйнштейн (1879—1955)*

## 6.1. Развертка макро-интеллект-системы человечества во времени

Для Наблюдателя изнутри макро-интеллект-системы может становиться понятным, что для общего принятия человечеством знаний физики необходимо время. Примеры: считается что идея о том, что Земля круглая появилась ~ в VI веке до н. э., для общего признания понадобилось ~22 столетия при экспериментальном подтверждении сферичности ~ в XVI веке; появление предположения о том что Земля вращается вокруг Солнца относят ~V веку до н. э., также понадобилось ~22 столетия до общепризнанного гелиоцентризма ~ в XVI-XVII вв.

Общие признания если не всем человечеством, то хотя бы экспертным сообществом физиков, являют научные мемы – единицы значимой информации, идей, практик. Появление мемов во времени иногда обозначают *Annus mirabilis* (лат. Год чудес) — календарный год, отмеченный необычными важными событиями: 1543 — Николай Коперник опубликовал фундаментальный труд по космографии "О вращении небесных сфер" (лат. *De revolutionibus orbium coelestium*); 1666 – Исаак Ньютон совершил революционные открытия в математическом анализе, движении, оптике, гравитации, закон всемирного тяготения; 1905 — Альберт Эйнштейн опубликовал важные открытия, касающиеся фотоэффекта, броуновского движения, специальной теории относительности и уравнения  $E = mc^2$  в четырех статьях в журнале "Annalen der Physik". В современности физиками начато моделирование распространения мемов при мультиплексировании, объединении нескольких аналоговых и цифровых сигналов.

**Информационная эра.** Информационный бум начинался в XIX веке в том числе с изобретением А.Г.Беллом в 1875 году электромагнитного телефона. В XX веке в физике были совершены открытия и изобретения, касающиеся информации, новых методов познания внешнего мира,

содержания сигналов, а также средств их доставки и связи. Из них в раздел "физика информации" можно сгруппировать открытия, получившие признание Нобелевского комитета:

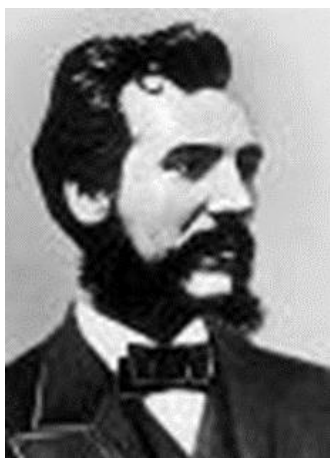
- рентгенографии (К.Рентген, 1901);
- радиоактивности (П.Кюри, М.Склодовская-Кюри, 1903);
- катодных лучей (Ф.Ленард, 1905);
- прецизионных оптических инструментов (Ф.Майкельсон, 1907);
- цветной фотографической репродукции (Г.Липман, 1908);
- беспроводного телеграфа (радио) (Г.Маркони и Ф.Браун, 1909) (ранее - А.С. Попов);
- эффекта Доплера (Й.Штарк, 1919);
- фотоэлектрического эффекта (А.Эйнштейн, 1922; Э.Милликен, 1923);
- строения атомов и испускаемого ими излучения (Н.Бор, 1922);
- электрокардиографии (В.Эйнтховен, 1924);
- усовершенствования фотографии ядерных процессов и открытие мезонов (С.Пауэлл, 1950);
- распределительной хроматографии (А.Мартин, Р.Синг, 1952);
- фазоконтрастного микроскопа (Ф.Цернике, 1953);
- полупроводников и транзисторного эффекта (У.Шокли, Д.Бардин, У.Браттейн, 1956);
- полярографического анализа (Я.Гейровский, 1959);
- метода датирования углеродом-14 (У.Либби, 1960);
- оптических методов исследования колебаний атомов в области радиочастот (А.Кастлер, 1966);
- голографии (Д.Габор, 1971);
- сверхпроводимости (Д.Бардин, Л.Купер, Д.Шриффер, 1972);
- радиоастрономических (М.Райл, Э.Хьюиш, 1974); радиоиммунологических (Р.Ялоу, 1977); томографических методов исследований (А.Кормак, Г.Хаунсфилд, 1979);

- электронной микроскопии кристаллов и структур нуклеопротеиновых комплексов (А.Клуг, 1982);
- электронной оптики, сканирующего туннельного микроскопа (Э.Руской, Г.Бинниг, Х.Рохлер, 1986);
- суперпроводимости керамических материалов (Д.Беднорз, К.Мюллер, 1987);
- ядерно-магнитно-резонансной спектроскопии (Р.Эрнст, 1991);
- нейтронной спектроскопии и дифракционной техники (Б.Брокхаус, К.Шул, 1994);
- регистрации лептонов и нейтрино (М.Перу, Ф.Рейнес, 1995);
- полупроводниковых гетероструктур, используемых в высокоскоростной- и опто-электронике (Ж.Алферов, Х.Кроемер, 2000); интегральных схем - "чипов" (Д.Килби, 2000);
- рентгеновской телескопии (Р.Джаконни, 2002);
- магнитно-резонансной томографии (П.Лотербур, 2003).

Большое значение для глобальных информационных технологий имело изобретение в 1929 В.К. Зворыкиным и М. фон Арденне кинескопа - приемной телевизионной трубки, а в 1931 В.К. Зворыкиным и С.И.Катаевым иконоскопа - передающей телевизионной трубки. Еще одним прорывом в сфере информации в 1989 году явилось изобретение Т.Бернерс-Ли языка интернета – HTML (рисунок 6-1).

Все эти открытия в совокупности, с одной стороны сформировали информационную революцию в среде обитания, гигантскую информационную волну, обрушившуюся на земную цивилизацию и захлестывающую информационным потоком все человечество, с другой – могли способствовать формированию нового единого научно-технического информационно-интеллектуального макрокосма человеческой цивилизации. Предстояло проанализировать основные моменты результатов "наложения"

информационной революции в окружающей среде на физиологию человека, здоровье населения, цивилизацию в целом.



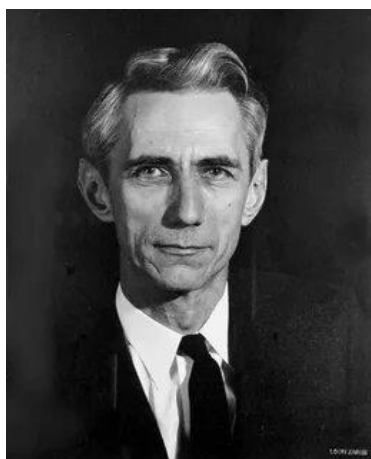
А. Г. Белл



А. С. Попов



В. К. Зворыкин



К. Шеннон



Ж. И. Алферов



Т. Бернерс-Ли

Рис. 6-1. Ученые, внесшие вклад в развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)

Следует отметить современное развитие в физико-технической сфере приложений Наблюдателя при изобретениях. Так в поисковике GooglePatents обозначается по ключевому "Observer" более 100 тыс результатов, в том числе патенты по: дисплеям с отслеживанием наблюдателя US10359626B2 (2016), наблюдателя в метеорологии US10345483B2 (2016), при управлении

космическими аппаратами CN106773679B (2016), спутниками CN106292681B (2016), судами CN104076821B (2014), электромобилями CN105946858B (2016), наблюдателям за клетками животных CN116125650A (2022), квантовыми процессами US20200349460A1 (2020) и пр.

**Эволюция информационного взаимодействия в популяции человечества.** Описание глобального информационного общества можно основывать на известных цифрах: на 7,5 млрд человек приходилось 6 млрд телевизионных установок, 6 млрд телефонов, 2 млрд компьютеров, 4 млрд интернет-пользователей ("We Are Social", "HootSuite", 2018), 3,2 млрд – зарегистрированных в социальных сетях ("GlobalWebIndex", 2017).

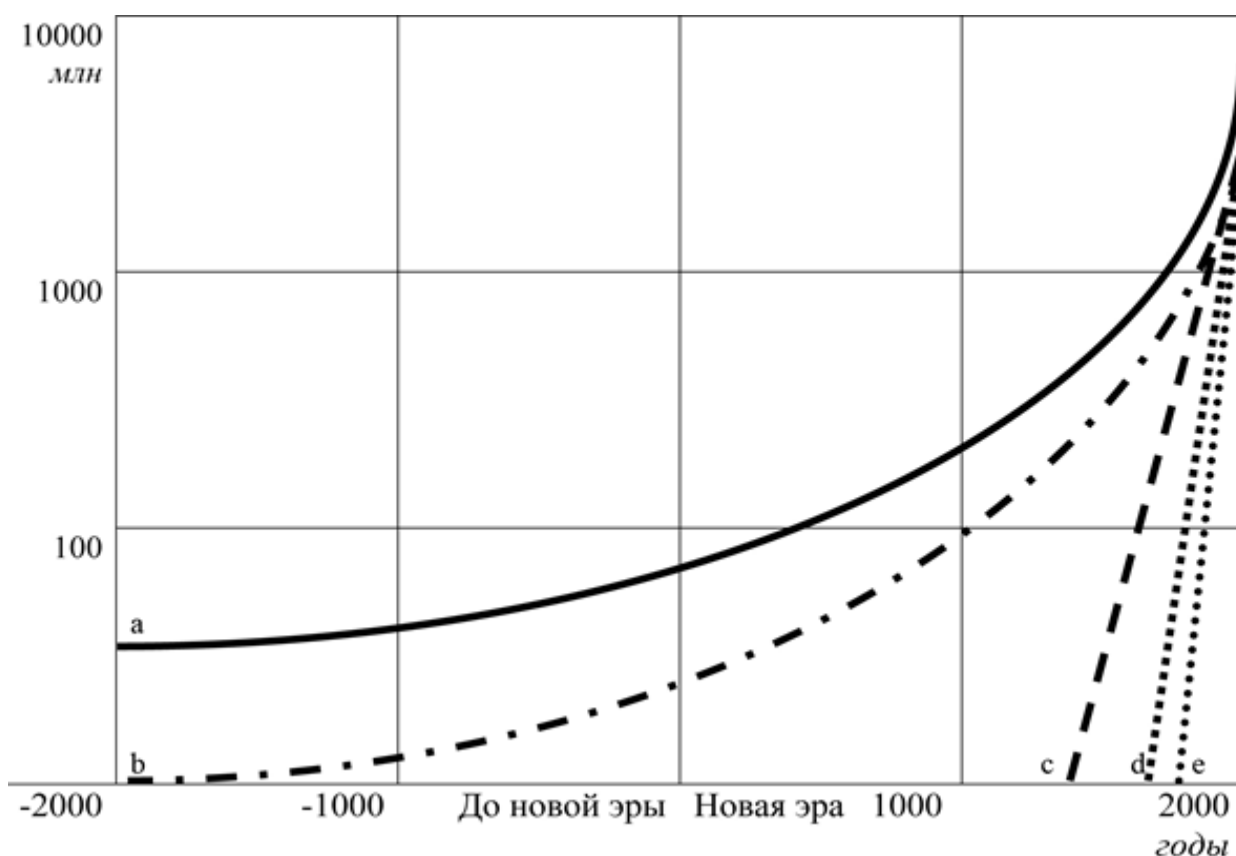


Рис. 6-2. Развертка связей, инфо-взаимодействия внутри популяции *H.sapiens*:

a – население Земли; b – кол-во грамотных; c – кол-во читающих книги (с книгопечатанием); d – кол-во приемников (радио-, телевизоров); e – кол-во телефонов, компьютеров, пользователей Интернет

К началу XX века человечеством стало производиться в год информации  $18 \cdot 10^{18}$  байт (18 эксабайт), обозначены параметры и объемы производимой человечеством и запоминаемой в различных средах информации, которые в мире возрастали ежегодно на 30% и достигли  $2,5 \cdot 10^{18}$  байт в день ("IBM", 2017).

**Ноогенез глобальной популяции человечества.** Актуальность изучения интеллекта человечества была обозначена с появлением в 1871 году термина "ноогенез", который получил уточняющее понятие формулировку в 2005 году: ноогенез - процесс развертки в пространстве и развития во времени интеллектуальных систем (А.Л.Еремин) (рисунок 6-2).

Следует отметить, что "ноо-" (νόος- (греч), поо- (англ), 智慧 (китайск) - не только самый ранний термин, но и по словарным значениям - объединяющий феномены "ум, разум, интеллект, мысль, инсайт, мудрость" в единое явление.

В XX веке появился понятийный аппарат как феномена глобальной интеллект системы, так и отдельных его характеристик: ноосфера (В.И.Вернадский, P. Teilhard de Chardin, É. Le Roy, 1922), всемирный мозг (WB) (H. G. Wells, 1938), коллективный интеллект (CI) (D. Engelbart, 1962), гибридный интеллект (В.Ф. Венда, 1975), глобальный мозг (P. Russell, 1983); супермозг (F. Heylighen, 1996); в XXI веке - сингулярность (R. Kurzweil, 2005), глобальная интеллектуальная история, суперинтеллект (N. Bostrom, 2014) и др.

Скорость физических сигналов-носителей информации, с которой люди (компоненты системы) обмениваются между собой информацией, увеличивалась в популяции человечества (система) от вербальных-голосовых сообщений – звук (голос, аудиосигнал)  $\sim 300$  м/с, до квантово-электронных  $\sim 3 \cdot 10^8$  м/сек (радиоэлектромагнитных волн, электрического тока, светового потока, телекоммуникаций через TV, телефонию, интернет).

Количество связей внутри человечества подсчитано ( $\sim 10^{12}$ ), с учетом "числа Данбара" — ограничение на количество постоянных социальных связей, которые один человек может поддерживать  $\sim 150$  (от 100 до 250).

Численность человечества возростала от двух первочеловеков до  $\sim 70$  млн человек (XX век до н.э.),  $\sim 300$  млн (к началу н.э.),  $\sim 1$  млрд (к 30-м годам XX века н.э.), 6 млрд к концу XX века, в соответствии с математическими моделями (С.П. Капицы) количество человечества может достигнуть 12.5—14.0 млрд в XXI–XXII веках.

Сбор результатов измерений естественного интеллекта человека и глобальной гибридной интеллект-системы может аккумулироваться в ноометрию – таблица 6-1.

*Таблица 6-1.*

#### **Ноометрия лимитов структур-функций интеллект систем**

| Параметр                                        | Обозначение | Единицы измерения | Результаты измерений (лимиты) |
|-------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------|
| Количество компонентов интеллектуальной системы | n           | единиц            | $\sim 10^{10}$                |
| Количество связей между компонентами            | c           | единиц            | $\sim 10^{12}$                |
| Скорость взаимодействия между компонентами      | v           | м/с               | $\sim 10^2 - 3 \cdot 10^8$    |

Демонстрация изменений количественных параметров, может свидетельствовать о необходимости новых методик точных подсчетов, а также переходу к сжатию информации, или на новые уровни образной визуализации и телескопии. Появились и новые качественные феномены агентов интеллектуальной системы такие как: дополненная реальность (англ. augmented reality, AR) и виртуальная реальность (VR), оптимизация мозг-компьютерных интерфейсов (BCI), облачные технологии (облачные

вычисления, Cloud computing), реализован прогноз World Brain - глобальная синтетическая, постоянно-обновляемая энциклопедия (Wiki) с 6,3 млрд пользователей способствует распространению новых научных работ, отражает не только текущее состояние науки, но и влияет на ее формирование в будущем.

## 6.2. Коллективный интеллект популяции человечества - наблюдатель изнутри

**Коллективный интеллект** – (collective intelligence, CI) - это общий или групповой интеллект (GI), который возникает в результате сотрудничества, коллективных усилий и соперничества многих людей и проявляется в консенсусном принятии решений.

**Гибридная интеллектуальная система (ГиИС)** - систему, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека. ГиИС — это совокупность: аналитических моделей, экспертных систем, искусственных нейронных сетей, нечётких систем, генетических алгоритмов, имитационных статистических моделей.

**6G и ИИ.** Рассматриваются новые радиоинтерфейсы и сетевые технологии, интеграция услуг радарного сканирования и связи, а также сетей наземного и аэрокосмического базирования, новые сетевые архитектуры, обеспечивающие функционирование ИИ. Некоторые темы касаются перспектив эволюции интеллектуальных систем:

- глобальной биотехнической информационной системы – "спутниковых группировок и сетей" с использованием "нейросетей и ИИ", "связи и дистанционного зондирования Земли";

- "умного здравоохранения" - медицинские информационные системы, телемедицина;

- оптимизации биотех-интерфейса "человек-машина" - виртуальная реальность (VR), дисплеи 3D без стекла и голографические дисплеи, спектральное распознавание, бесконтактное управление;
- биофизики интерфейса мозга – медицинская физика, новых носимых устройств – медтехника;
- теории ИИ распределенного, нового кодирования;
- слияния физического и кибернетического миров;
- новых материалов (фотонные кристаллы), антенн, перехода на СВЧ-диапазон и терабайтовые объемы.

Количественные характеристики планетной интеллект системы подсчитаны, и их эволюция за последние 2000 лет графически визуализирована – рисунок 6-3.

Пока количественные измерения в ряде областей не верифицированы, но встречаются оценочные данные глобальной популяции: к началу XXI века человечество производилось в год информации  $18 \cdot 10^{18}$  байт (18 эксабайт), объемы которой в мире возрастали ежегодно на 30% и достигали к 2017 году  $2.5 \cdot 10^{18}$  байт в день. Количество приборов у человечества для информационных коммуникаций стремительно возрастало ~6 млрд телевизионных установок, ~6 млрд телефонов, ~2 млрд компьютеров, ~4 млрд интернет-пользователей, ~3,2 млрд – зарегистрированных в социальных сетях.

С биофизической точки зрения на сложные системы отмечается, что человечество сегодня, проявляя отдельные черты рациональности, не может характеризоваться строго интеллектуальной "системой", "организмом", а скорее приближается к био-технической "колонии", "популяции" интеллектуальных компонентов.

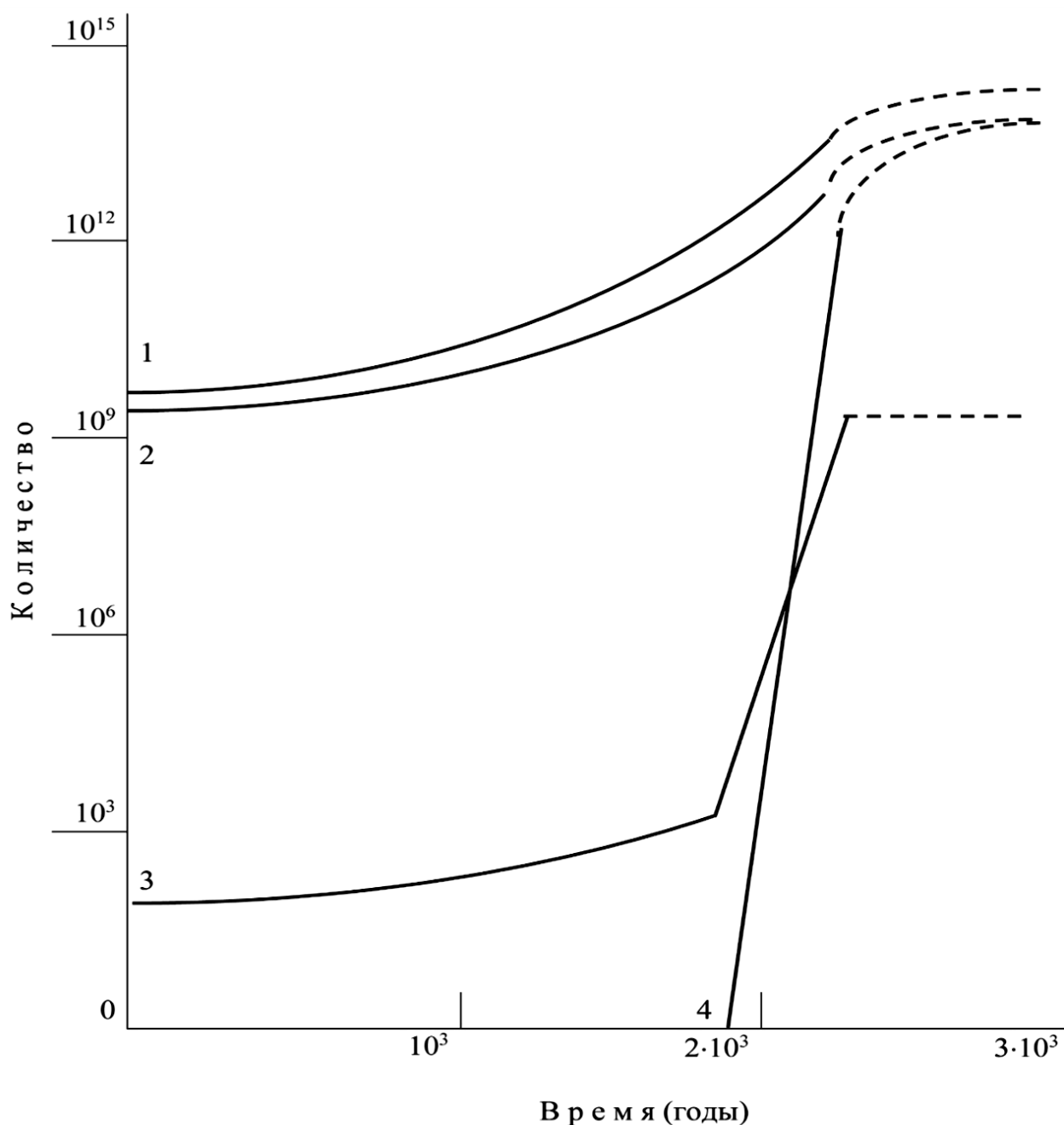


Рис. 6-3. Количественные характеристики планетной интелсистемы и их эволюция за последние 2000 лет. 1, кол-во связей между людьми; 2, кол-во популяции человечества; 3, скорости (м/с) взаимодействия - передачи информации с физическими сигналами-носителями; 4, кол-во приемников (радио-, телевизоров), компьютеров, пользователей Интернет и телефонов спутниковой связи.

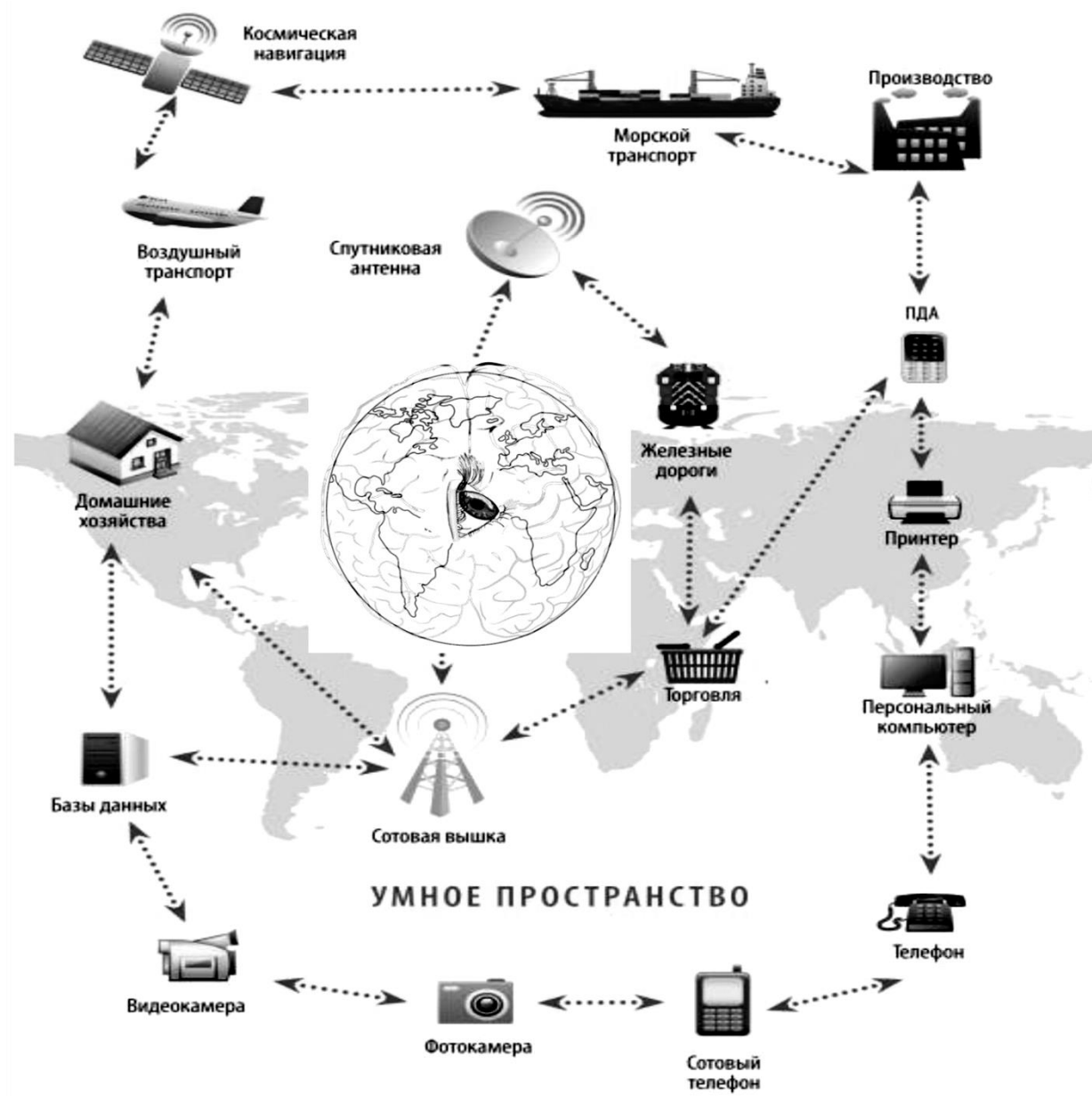


Рис. 6-4. Схема Наблюдатель изнутри макро-интеллект-системы

В 2012 предложен метод: "нооскопия" - сканирования ноосферы "нооскопом" (рисунок 6-4). Методология является новаторской, поэтому с одной стороны – легко критикуемой, с другой – "в случае полной реализации Россией нооскопа предполагается развертка сложной системы "сенсорных сетей" по всему миру для сбора данных и сканирования деятельности в семи областях: бизнес-сфера, рыночное сознание, инфраструктура систем жизнеобеспечения человека, техногенные катастрофы, стихийные бедствия, слои специального назначения и коллективное сознание". Подсчет количеств,

оценки касающиеся эволюции отдельных параметров глобальной интеллект-системы их систематизация происходят, если Наблюдатель - изнутри макро-интеллект-системы изучает её.

Между тем, описание системы наблюдателем изнутри макросистемы может быть или противоречивым или неполным.

### 6.3. Наблюдатель снаружи макро-интеллект-системы человечества

Для наблюдателя снаружи макро-интеллект-системы человечества новые возможности может дать изучение с околоземной орбиты. С момента запуска первого спутника (1957), согласно Индексу объектов, запущенных в космическое пространство, который ведет Управление ООН по вопросам космического пространства (UNOOSA), в июня 2023 года на орбите Земли находилось 11 330 спутников, что на 37,94% больше, чем в январе 2022 года.

Нооскопия Земли из космоса – постановка проблемы и перспектива, может быть связана с дистанционным зондированием Земли (ДЗЗ) и проблематикой определения приборов для регистрации-наблюдения-диагностики физическими методами структуры и функции ноо: - "сенсоров" - приборов датчиков, зондов, сбора информации в атмо-, гидро-, лито-, био-, техно-, космо- сфере; "синапсов", связей, соединений, в т.ч. спутников связи и "коннектома" глобальной интеллект-системы; "памяти" - компендиумов хранения глобальной информационной системы; - "интеллектуальной энергетики"; "скорости" электро-магнитных и др. обменов с помощью физических сигналов-носителей информации (рисунок 6-5).

Широкий спектр охвата “современных проблем ДЗЗ из космоса” публикуется в одноименном журнале Института космических исследований РАН и др. научной периодике. Проводится оценка эффективности многоспутниковых систем ДЗЗ, анализ космических аппаратов ДЗЗ с оценкой

получаемой информации о результатах радиоконтроля и радиомониторинга, развивается направление "интеллектуальных спутниковых систем", с внедрением к 2030 году технологий 6G с использованием спутниковых связей, рассматривается "подключенный интеллект".

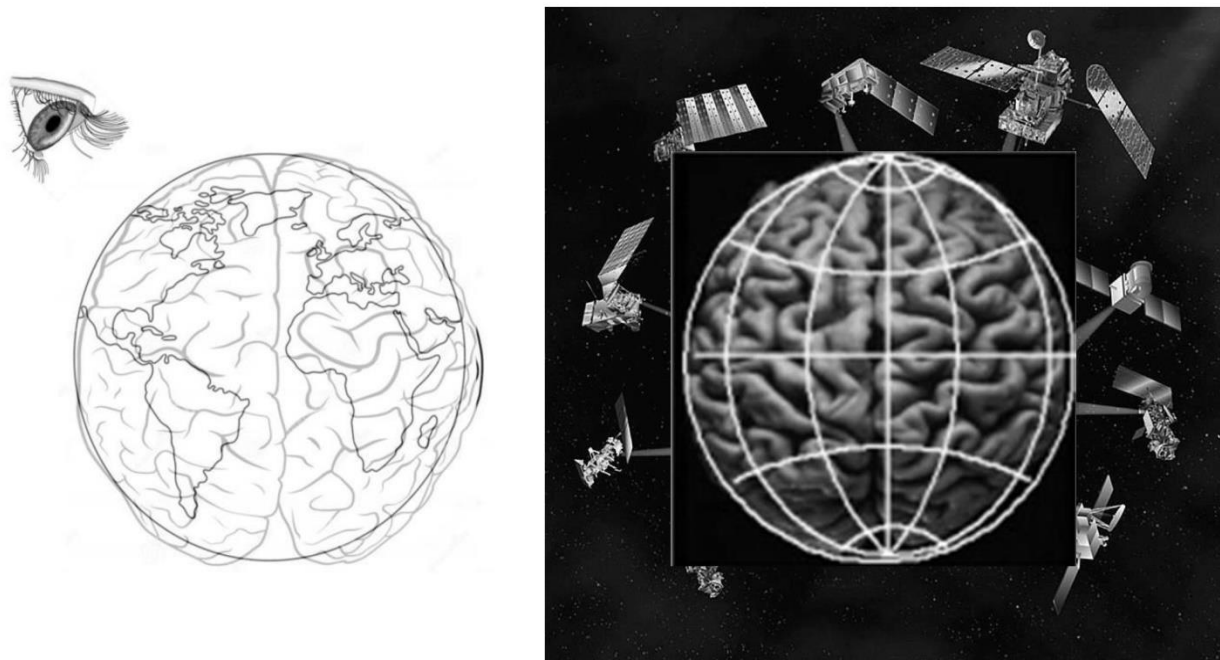


Рис. 6-5. Схема Наблюдатель снаружи макро-интеллект-системы, вооружен приборами и физическими методами наблюдения, с околоземных орбит сканирует ноосферу, а также тропосферу, техносферу, атмо-, гидро-, литосферу

Мировое потребление энергии человечеством (Total energy supply (TES) - Total final consumption (TFC) по данным Международного энергетического агентства (IEA, 2019) составляет 162,5 – 113,0 ТВтч, или  $\sim 1,4 \cdot 10^{14}$  Вт/час. Масса физической техносферы созданной человечеством оценивается  $\sim 3 \cdot 10^{16}$  кг. Некоторые физические параметры интеллект-системы человечества и их количественные измерения могут быть объединены в ноометрию макро-интеллект-системы (таблица 6-2).

По некоторым прогностическим оценкам достижение земной цивилизацией статуса I-го типа по "шкале Кардашева", энергопотребление сравнимо с мощностью, получаемой планетой от центральной звезды и источников самой планеты -  $10^{16}$ — $10^{17}$  Вт, находится в пределах XXIV-XXV вв.

Таблица 6-2.

**Физические параметры интеллект-системы человечества и их  
количественные измерения, ноометрия**

| Параметр, его качественные характеристики                            | Количественные оценки           | Источник          |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Масса физической техносферы                                          | $\sim 3 \cdot 10^{16}$ кг       | Zalasiewicz, 2017 |
| Энергия, потребляемая человечеством                                  | $\sim 1,4 \cdot 10^{14}$ Вт/час | IEA, 2019         |
| Количество компонентов интелсистемы человечества                     | $\sim 10^{10}$                  | Еремин, 2022      |
| Количество связей между компонентами интелсистемы человечества       | $\sim 10^{12}$                  |                   |
| Скорость взаимодействия между компонентами интелсистемы человечества | $10^2 - 3 \cdot 10^8$ м/с       |                   |

Целесообразно объединение усилий для обозначения стратегий: нового уровня оптического распознавания образов при дистанционном зондировании Земли; визуализация ионизирующего излучения от наземных, подземных, подводных объектов; неионизирующего электромагнитного - от энергообъектов, средств связи и передачи информации, а также людей.

**Феноменология макро-интеллект системы человечества.** К феноменам, не наблюдаемым у других биологических популяций, можно отнести: появление биологического вида, обладающего синергией в рамках глобальной популяции; ее эволюция по закономерностям ноогенеза с достижением критического количества интеллектуальных компонентов, сети синапсов и автономности; наследование всей глобальной популяцией информации виртуальной и на материальных носителях; стремление глобальной популяции к ускорению информационной рефлексии; синергичное принятие решений и совместное действие глобальной популяции;

появление у популяции общих структур (рецепторов), воспринимающих информацию из различных сфер Земли и космоса.

Прикладное значение феноменологии человечества может заключаться в открывающихся возможностях: прогнозирования развития информационной сети между людьми и накопления ими информационного наследия; повышения эффективности интеллектуальных систем и использования интеллектуальной энергии популяции; разработки рекомендаций по завершению формирования и развитию деятельных органов человечества необходимых и достаточных для эффективных актов рефлексии глобальной популяции на вызовы окружающей природы и космоса.

Возможно, от "познания самого себя" человечеству легче будет перейти к поиску ноо и оценке ноогенеза на экзопланетах и галактиках.

# ПОИСК ВНЕЗЕМНОГО ИНТЕЛЛЕКТА



# ГЛАВА 7. АСТРОФИЗИКИ В ПОИСКЕ ВНЕЗЕМНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

...Что могущественнее разума? Ему — власть, сила и господство над всем космосом. Последний сам рождает в себе силу, которая им управляет. Она могущественнее всех остальных сил природы...

*К.Э. Циолковский (1875—1935)*

**Наблюдатель с Земли в поиске внеземного интеллекта.** Современный отсчет по теме можно начать с публикации российским и советским специалистом по ракетостроению, пионером космонавтики Константином Эдуардовичем Циолковским в 1928 году "Воля Вселенной. Неизвестные разумные силы", в которой он в качестве философии разума развивал панпсихизм - точка зрения, согласно которой разум или аспект, подобный разуму, является фундаментальной и повсеместной чертой реальности. Кроме прочего ему принадлежит "формула Циолковского", которая определяет скорость, развиваемую летательным аппаратом под воздействием тяги ракетного двигателя. Он верил, что люди в конечном итоге колонизируют галактику Млечный Путь. Философский космизм наследия Циолковского можно охарактеризовать афоризмом: "В понятии человека заложено, что его последняя цель должна быть недостижимой, а его путь к ней — бесконечным", - Блез Паскаль (1623—1662).

Астробиология - научная область в рамках наук о жизни и окружающей среде, которая изучает происхождение, раннюю эволюцию, распространение и будущее жизни во вселенной путем исследования ее детерминированных условий и случайных событий, - впервые предложил рассматривать советский астрофизик Г.А.Тихов (1953).



К.Э.Циолковский



Г.А. Тихов



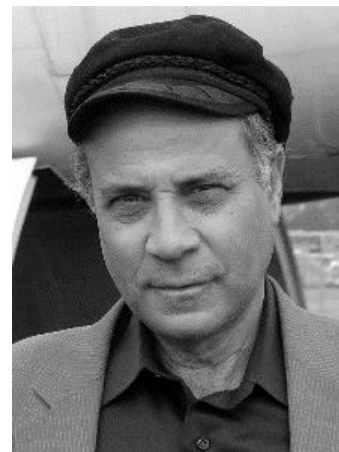
Н.С. Кардашев



К. Саган



Д. Барроу



Р. Зубрин

Рис. 7-1. Физики, внесшие вклад в космологию, аспекты астробиологии и поиск внеземного интеллекта

Исследователь с Земли – "поиск внеземного интеллекта" связан с проектом, начатым в 1959 году астрофизиками Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). Прогностически "планетарную интеллектуальность" физиками предлагалось градуировать по параметрам макро-интеллект-системы: энергетичности, потребления энергии (Н.С. Кардашёв, 1964), информатизированности, доступа к информации (С. Sagan, 1973), микромир-мастерства (J. Barrow, 1999), макромир-мастерства (R. Zubrin, 2000) (рисунок 7-1) (таблица 7-1).

Таблица 7-1.

**Параметры планетных сложных интеллект-систем разумных  
цивилизаций, прогнозируемые**

| Параметр,<br>качественные характеристики,<br>количество типов             | Количественные оценки,<br>диапазон и лимиты,<br>единицы измерений | Источник          |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Энергетичность, потребление<br>энергии, 3 типа                            | от $4 \times 10^{12}$ до $4 \times 10^{37}$ Вт                    | Кардашёв,<br>1964 |
| Информатизированность, доступ,<br>владение информацией, 26 типов          | от $10^6$ до $10^{31}$ бит                                        | Sagan, 1973       |
| Микромир-мастерство,<br>манипулирование в микро-<br>пространстве, 7 типов | от 10 до $10^{-33}$ м                                             | Barrow, 1999      |
| Макромир-мастерство, освоение<br>планеты-системы-галактики, 3 типа        | от $\sim 4 \times 10^6$ до $10^{21}$ м                            | Zubrin, 2000      |

Пока много исследований с часто не подтвержденных результатами объективных данных, научных гипотез, аналоговых моделирований:

- в астрофизике "уравнение Дрейка", "индекс подобия Земли" Earth Similarity Index (ESI), гипотеза уникальности Земли "Rare Earth hypothesis"; - в астробиологии – "великий фильтр" от препятствий эволюции животных к разумным существам до вероятности самоуничтожения разумной цивилизации, "гипотеза зоопарка" - намеренное молчание внеземных цивилизаций;

- в науке об интеллекте, ноологии - "принцип интеллекта" - тенденция к связям между планетными интеллектами; интеллект как космическое явление, интеллектуальная итерация, ноогонокинез – гипотеза размножения интеллект-систем аналогичных человечеству и распространения на другие планеты; формирование системы знаний о законах и формах развития разумных цивилизаций на астрономических интервалах времени.

Отмечается, что порожденные астробиологией космические и эволюционные перспективы могут принести пользу на Земле. В современности проведен анализ по освещению методических подходов и результатов наблюдений в поиске внеземной жизни (SETL) в сравнении с SETI в Германии и в России. Несмотря на парадокс Ферми ("Где все?"), в настоящее время в Комитете по исследованию космического пространства (COSPAR) в научной комиссии "Науки о жизни, связанные с космосом", работает подкомиссия по астробиологии, к кругу ведения которой относится: эволюция жизни; взаимодействие жизни с планетой в физико-химических и эволюционных терминах, поиск жизни (включая разум) во Вселенной. Рассматриваются и варианты освоения космоса с помощью роботов и искусственного интеллекта.

В структуре Научного совета по астрономии отделения физических наук РАН подтверждено продолжение деятельности секции "Жизнь и разум во Вселенной" (Бюро НСА РАН от 15 декабря 2023).

По истории науки происходило совершенствование радиотелескопа М. Райл (Нобелевская премия 1974), создание рентгеновского телескопа Р. Джаконни (Нобелевская премия 2002) и другие достижения в телескопии, а также открытие Д. Кело в 1995 в астрофизике первой экзопланеты вне пределов Солнечной системы (Нобелевская премия 2019). К настоящему времени из списка известных ~5000 экзопланет, создается каталог обитаемых экзопланет. Предполагается, что ближайшая потенциально обитаемая планета находится на расстоянии  $2,6 \pm 0,4$  ПК (парсек).

Новые возможности предоставляют: большие наземные радиотелескопы Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope (FAST) (КНР, 2020) и Square Kilometre Array (SKA) (ЮАР, Австралия, 2024); космический телескоп James Webb Space Telescope (JWST) (США, 2022), предназначенный для проведения инфракрасной телескопии в т.ч. описания характеристик атмосфер потенциально обитаемых экзопланет (рисунок 7-2).



Космотелескоп «Джеймс Уэбб»

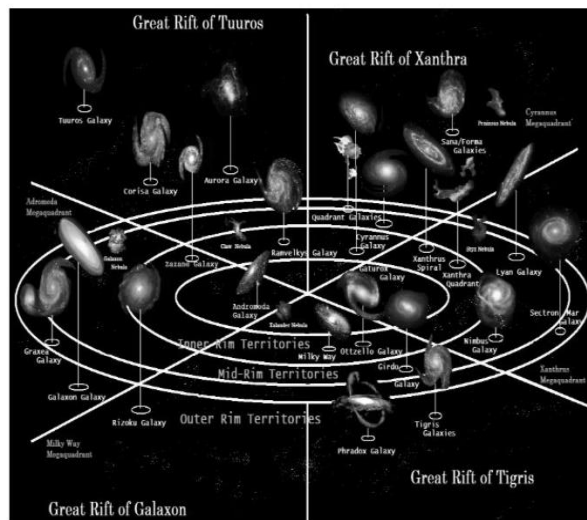
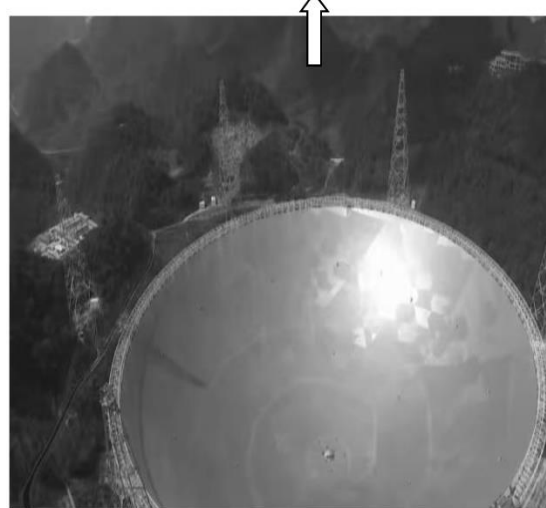
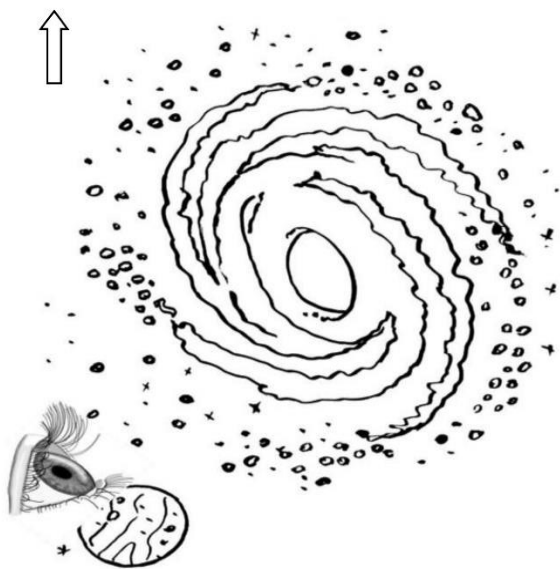


Схема галактик



Наземный радиотелескоп FAST

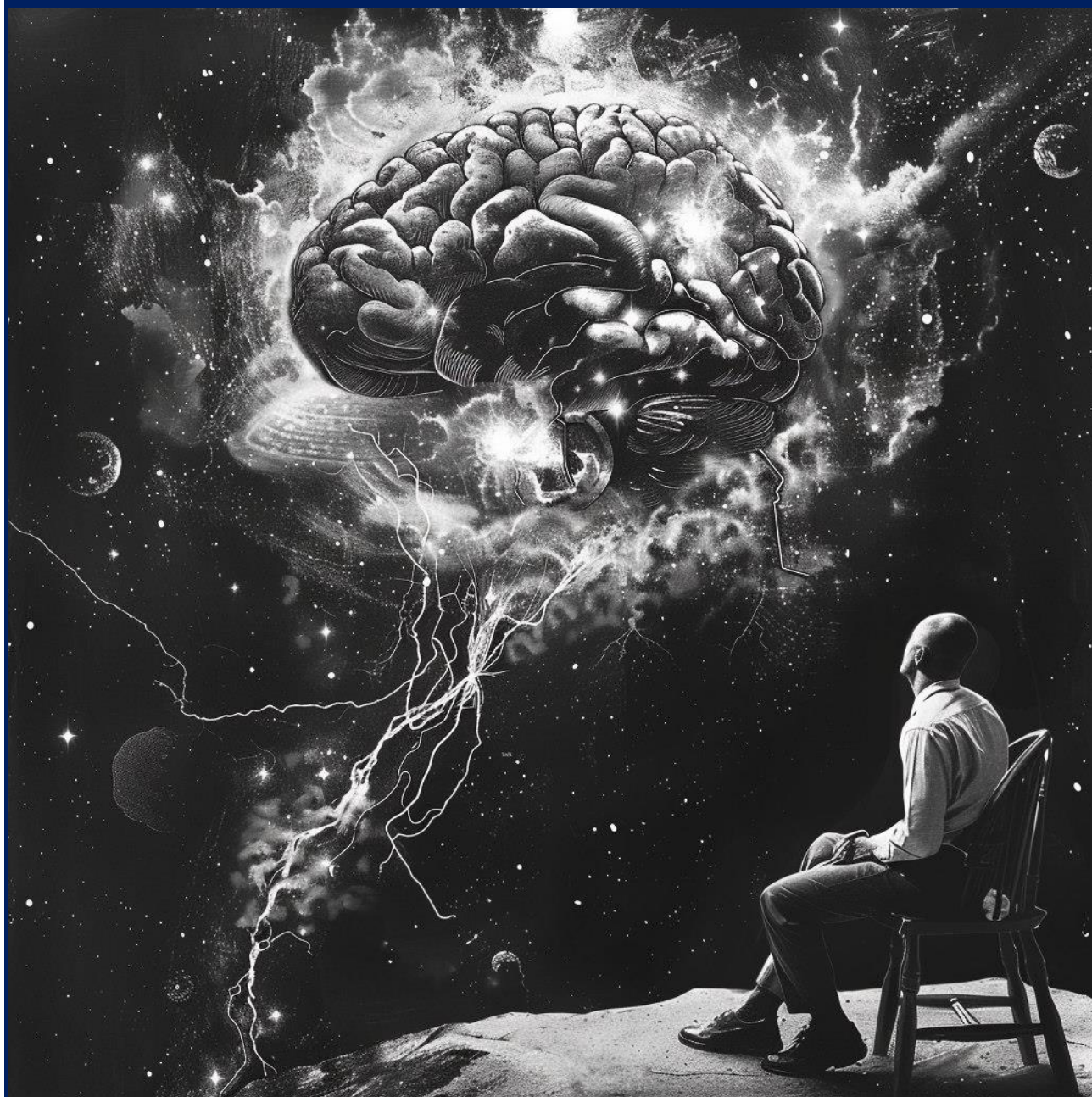
Рис. 7-2. Схема Наблюдатель с Земли и из космоса, вооружен приборами и физическими методами телескопии, в поисках внеземного интеллекта

Из известных методов телескопии предполагается, что современные и будущие телескопы, ищущие биосигналы в ультрафиолетовом и ближнем инфракрасном диапазонах волн, могут установить верхние границы доли планет в галактике, на которых есть жизнь. Эволюция телескопов может способствовать обнаружению техносигналов на средних инфракрасных длинах волн.

Следует отметить и мыслительные эксперименты, при которых Наблюдатель с Земли, ставит себя на место Наблюдателя из Вселенной,

обладающего внеземным интеллектом (ЕТИ), и формируется информация с кратким сообщением о человечестве на Земле и координатами во вселенной.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Знание — сила. Knowledge itself is Power.

*Френсис Бэкон (1561—1626)*

Границ научному познанию и предсказанию

предвидеть невозможно.

*Д. И. Менделеев (1834—1907)*

**Метрологическая шкала "Наблюдателя интеллект-систем".** Для удобства познания и понимания формируются сжатые графические изображения: ионы-синапсы-нейроны-мозг, интеллектуальная система человечества.

Диапазоны размерности наблюдения по различным признакам, способу регистрации, в зависимости от места Наблюдателя, наблюдаемыми интеллект-системами и их качественному характеру взаимодействия с материей-веществом-объектами:

- Естественная интеллект-система (наблюдатель снаружи мозга), размерность объектов: электроны  $\sim 10^{-18} \sim 10^{-15}$  м, ионы  $\sim 10^{-11} \sim 10^{-10}$  м, синапсы  $10^{-6}$  м, нейроны  $10^{-4}$  м, размеры мозга  $\sim 0,16$  м;

- Интеллект-система человечества (наблюдатель изнутри и снаружи ноосферы), размерность объектов: человек  $\sim 1,7$  м; популяция человечества, ноосфера, техносфера на окружности Земли  $\sim 4 \cdot 10^8$  м;

- Внеземные интеллект-системы (Наблюдатель с Земли и из космоса за ЕТІ), размерность объектов: диаметр планет  $\sim 10^6 \sim 10^8$  м, диаметр галактик  $\sim 10^{19} \sim 10^{22}$  м.

Изложенное можно систематизировать в шкале наблюдений объектов интеллектуальных систем, размеры компонентов которых отличаются на несколько порядков, имеют качественные различные свойства (рисунок 6-1).

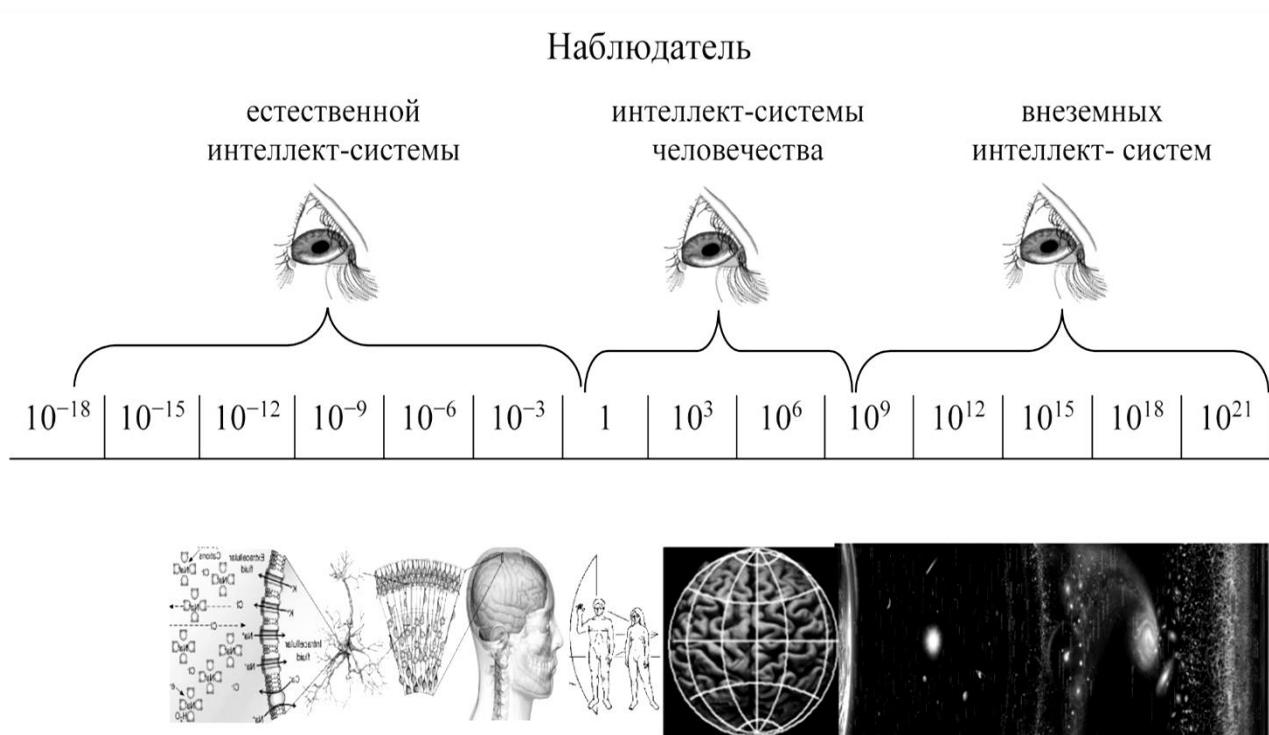


Рис. 6-1. Метрологическая шкала ноометрии (в метрах) объектно-ориентированной иерархии Наблюдателя, изучающего интеллект-системы

Представленная шкала – знаковая система, тип измерительной шкалы по измеряемым данным – в метрах, математические преобразования – возведение в степень, качественные признаки – различные интеллект-системы; иерархия – как объектно-ориентированная по качеству "наблюдатель - интеллект-система", так и по количественной метрической размерности "степень десяти"; охват шкалы ~40 порядков: от 1/квинтиллион ( $10^{-18}$ ) м, до секстиллион ( $10^{21}$ ) м.

Научная нотация, экспоненциальная запись – способ отражения слишком больших и слишком малых чисел, возможна в том числе таблично (таблица 6-1) и графически (рисунок 6-3).

Таблица 6-1.

Ориентировочные лимиты размеров изучаемых интеллект-систем (десятичные логарифмы  $lg$  минимальных и максимальных объектов в метрах)

| Диапазон наблюдения                | $lg \min$ размера (м) объектов ИС | $lg \max$ размера (м) объектов ИС |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Интеллект-система человека         | -18                               | 1                                 |
| Интеллект-система (ноосфера) Земли | 1                                 | 8                                 |
| Поиск внеземного интеллекта        | 7                                 | 21                                |

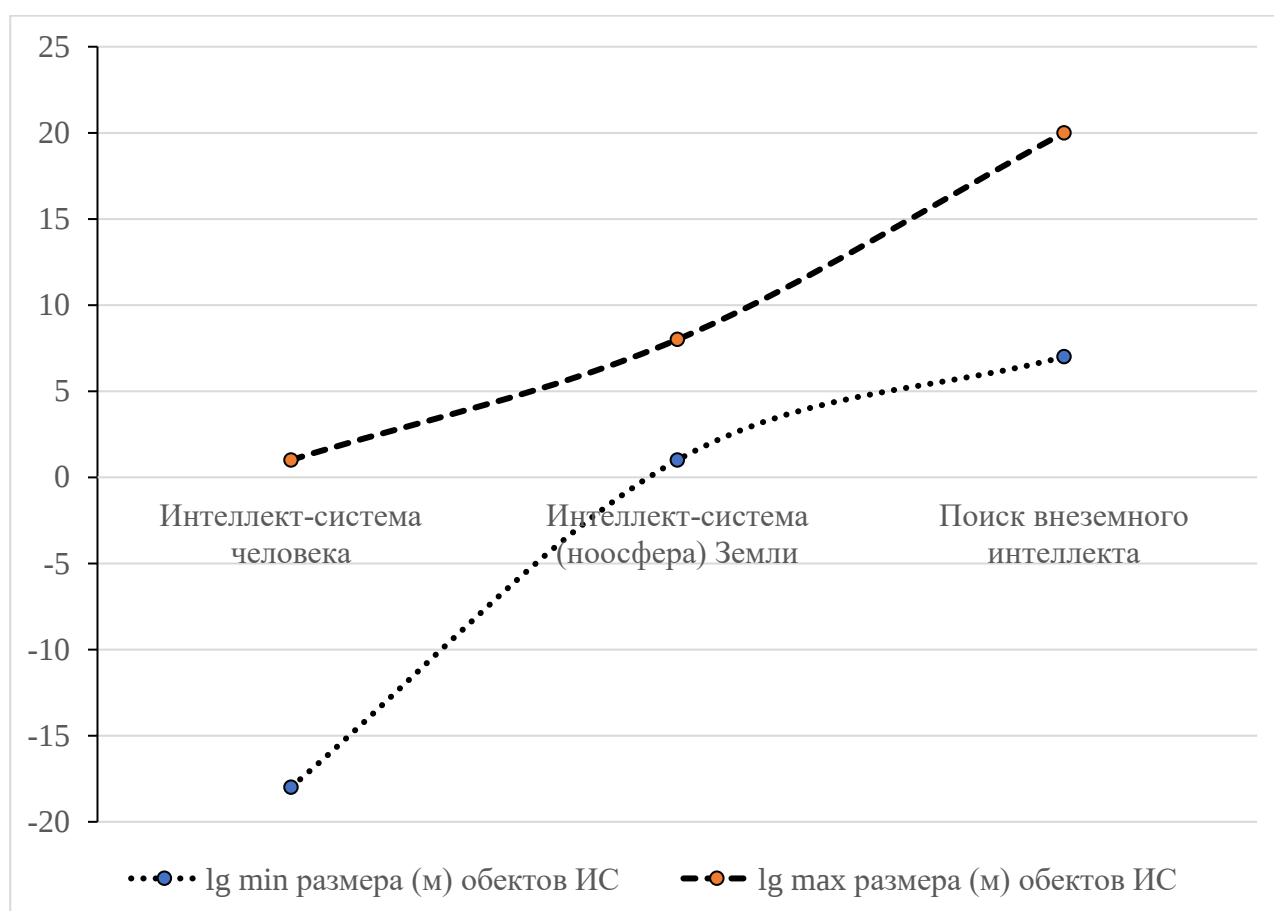


Рис. 6-3. Туннель наблюдений-изучений интеллект-систем с помощью физических приборов и его барьеры-лимиты ( $lg$  макс и мин метража объектов)

Следует отметить, и отдельные попытки моделирования Наблюдателя с Земли, при которых предполагается нахождение места во Вселенной Наблюдателя, обладающего внеземным интеллектом (ЕТИ), с созданием

[illegible]

**"Наблюдатель" в физике интеллекта мог бы способствовать:**

- ## Что же такое интеллект с точки зрения физики?

В физике существуют прецеденты от Эрвина Шредингера в 1944 до Г.Р. Иваницкого в 2010 по определению понятия "что такое жизнь". В 2005 году было дано определение интеллектуальной системе (ИС) - совокупность взаимодействующих между собой относительно элементарных структур и процессов, объединенных в целое выполнением функции интеллекта, несводимой к функции ее компонентов. Признаки ИС: взаимодействует со средой и другими системами как единое целое, состоит из иерархии подсистем более низкого уровня. "Интеллект" в разных системах знаний - биологии, психологии, медицины, антропологии, информатики, социологии, имеет множество формулировок. Резюмируя с точки зрения физики определение интеллекта, на базе вышеперечисленных параметров, можно заключить понятие, концепцию термина:

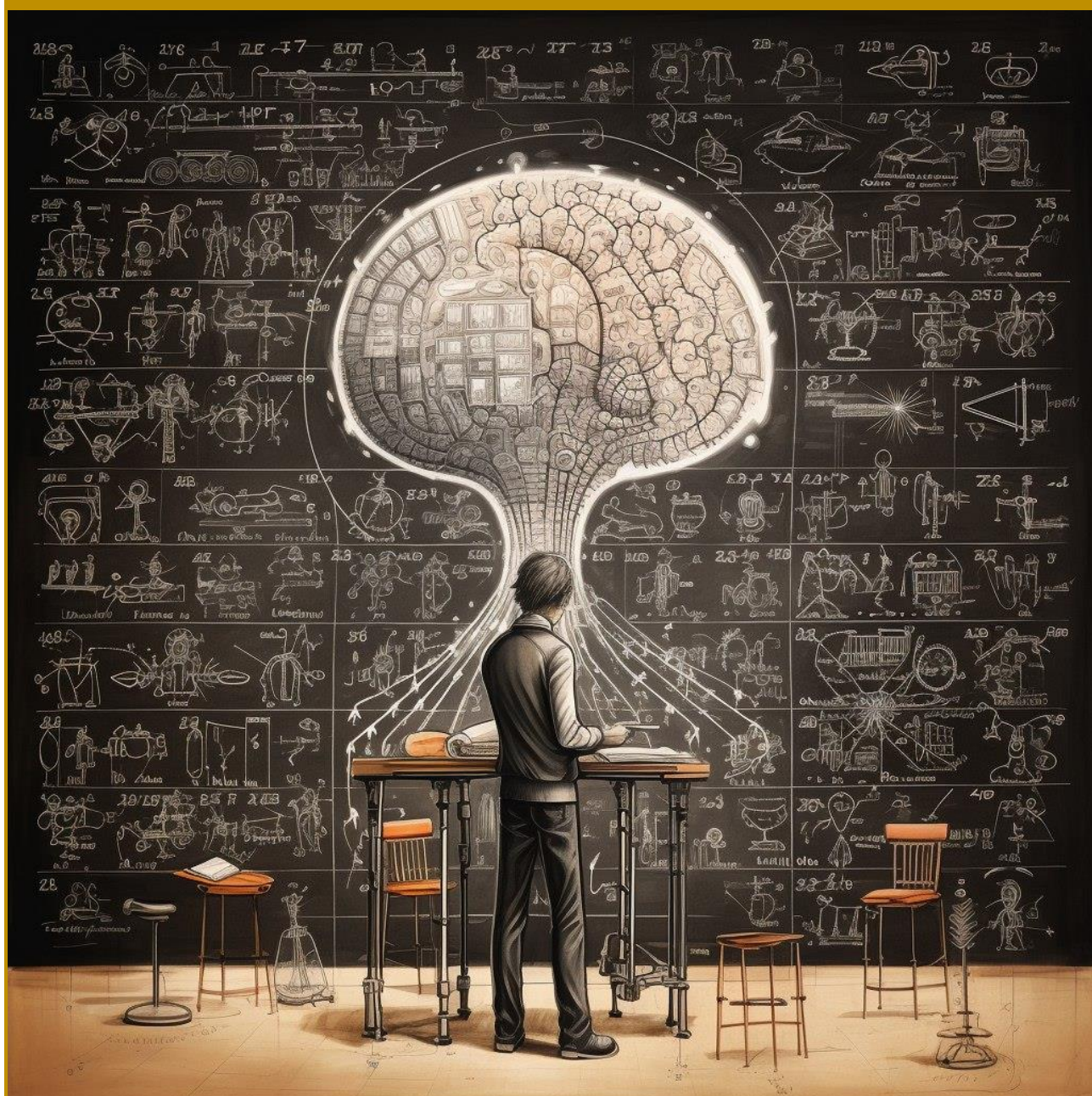
**Интеллект** – феномен живых, гибридных, искусственных систем, для которого характерны: память, как отдельных компонентов, так и многокомпонентной системы; скорость физических сигналов носителей информации, часто выше, чем в окружающей среде; способность к целеустремленности и регулированию потоков энергии; эмерджентность, появление нового при синергетических, синтетических, интегративных процессах, способность к прогнозированию; производство-передача-распространение информации, - что дает преимущества в адаптации, выживании и совершенствовании в пространственно-временных координатах и в физико-биологическом окружении.

Познание феномена интеллекта и описание характеристик интеллектуальных систем (структура, движение, трансформация), возможно и целесообразно путем метода наблюдателя - систем отсчета, с помощью которых измеряется набор объектов или событий, количественные отношения и пространственные формы.

Позволят ли накопленные знания и результаты исследований "наблюдателей" с функциями регистрации решений, процессов в нелокальных конструкциях пространства-времени, с помощью аппаратов и измерений

физических феноменов в различных шкалах и системах отсчета: уточнить формализацию "интеллекта", дать определение идеальной мысли-идеи, рассмотреть интеллект в инерциальной/неинерциальной системах отсчета, квантифицировать интеллектуальную энергетику и энтропию, квантовать физические сигналы носители кодов мозга? Парадигма физики интеллекта и интеллекта физика-наблюдателя формирует вызовы для новых поколений исследователей.

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ



# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

## Базовые термины

**Физика** (от др.-греч. φύσις — "природа") — область естествознания: фундаментальная наука о наиболее общих законах природы, о материи, её структуре, движении и правилах трансформации. Понятия физики и её законы лежат в основе всего естествознания. Является точной наукой.

**Интеллектуальная система (ИС)** - совокупность взаимодействующих между собой относительно элементарных структур и процессов, объединенных в целое выполнением функции интеллекта, несводимой к функции ее компонентов. Признаки И.С.: взаимодействует со средой и другими системами как единое целое; состоит из иерархии подсистем более низкого уровня; способность логически и творчески активно отражать объективную реальность, целенаправленно, опосредованно и обобщенно познавать существенные связи и отношения вещей.<sup>1</sup>

**Интеллект** (в физике) — феномен живых, гибридных, искусственных систем, для которого характерны: память, как отдельных компонентов, так и многокомпонентной системы; скорость физических сигналов носителей информации, часто выше, чем в окружающей среде; способность к целеустремленности и регулированию потоков энергии; эмерджентность, появление нового при синергетических, синтетических, интегративных процессах, способность к прогнозированию; производство-передача-распространение информации, - что дает преимущества в адаптации, выживании и совершенствовании в пространственно-временных координатах и в физико-биологическом окружении.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Еремин А.Л. Ноогенез и теория интеллекта. Краснодар: СовКуб, 2005. – 356 с.

<sup>2</sup> Еремин А.Л. Наблюдатель и его место в физике интеллект-систем (ноогенез, гибридный интеллект на земле, ноосферные технологии) // Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий. (Под ред Н М Богатова) Краснодар: ЦНТИ, 2023.

**Интеллект** (в медицине) - интеллектуальные функции, это общие умственные функции, требующиеся, чтобы понимать и конструктивно объединять различные умственные функции, включая все познавательные функции и их развитие на протяжении жизни (МКФ, код b117).<sup>3</sup>

**Интеллект** (в психологии) – разум, рассудок, умственные способности: учиться из опыта, приспосабливаться, адаптироваться к новым ситуациям, применять знание, чтобы управлять окружающей средой или мыслить абстрактно.<sup>4</sup>

**Искусственный интеллект (ИИ)** (artificial intelligence, AI): способность приобретать, обрабатывать, создавать и применять знания, определенные в форме модели, для выполнения одной или нескольких поставленных задач.<sup>5</sup> Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека.<sup>6</sup> Область компьютерных наук, в которой особое внимание уделяется моделированию процессов человеческого интеллекта машинами, которые работают и реагируют как люди.<sup>7</sup>

**Естественная интеллектуальная система.** То, что мозг человека является общепризнанной интеллектуальной системой не вызывает сомнений.<sup>8</sup> Рассматриваются различные аспекты интеллектуальной системы мозга: как распределенной интеллектуальной системы обработки<sup>9</sup>, приложения

---

<sup>3</sup> Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья – МКФ. Женева: ВОЗ, 2001.

<sup>4</sup> Encyclopædia Britannica. 2024. <https://www.britannica.com/science/human-intelligence-psychology/Cognitive-theories>

<sup>5</sup> Международный стандарт ИСО/МЭК 22989:2022 "Информационные технологии. Искусственный интеллект. Понятия и терминология искусственного интеллекта"

<sup>6</sup> Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования (утв. в 2021 Минобрнауки России)

<sup>7</sup> Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: World Health Organization; 2021.

<sup>8</sup> Albus S. J., Meystel M. A. Intelligent Systems. – Wiley, 2002.

<sup>9</sup> Da Rocha A. F., Rocha F. T., Massad E. The brain as a distributed intelligent processing system: an EEG study //PLoS One. – 2011. – Т. 6. – №. 3. – Р. e17355.

когнитивных динамических систем, которые представляют собой тип интеллектуальной системы, вдохновленной мозгом <sup>10</sup>, осознавая что “у нас никогда не будет настоящего ИИ без предварительного понимания мозга” <sup>11 12</sup>.

**Коллективный интеллект** – (collective intelligence, CI) — это общий или групповой интеллект (GI), который возникает в результате сотрудничества, коллективных усилий и соперничества многих людей и проявляется в консенсусном принятии решений.<sup>13</sup>

**Гибридная интеллектуальная система (ГиИС)** - система, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека. ГиИС — это совокупность: аналитических моделей, экспертных систем, искусственных нейронных сетей, нечётких систем, генетических алгоритмов, имитационных статистических моделей.<sup>14</sup>

---

### **Словарь основных понятий в междисциплинарной сфере знаний**

**Астробиология** — это научная область в рамках наук о жизни и окружающей среде, которая изучает происхождение, раннюю эволюцию, распространение и будущее жизни во вселенной путем исследования ее детерминированных условий и случайных событий/

**Аутопоэз интеллектуальный** – процесс созревания интеллектуальной системы до уровня формирования автономности, заключающейся в формировании сети взаимодействий ее составных частей, как некоего единства

---

<sup>10</sup> Naghshvarianjahromi M, Kumar S, Deen MJ. Natural Intelligence as the Brain of Intelligent Systems. Sensors. 2023; 23(5):2859.

<sup>11</sup> Hawkins J. We'll never have true AI without first understanding the brain // MIT Technology Review. March, 2021.

<sup>12</sup> Hoffmann C. H. Is AI intelligent? An assessment of artificial intelligence, 70 years after Turing //Technology in Society. – 2022. – Т. 68. – С. 101893.

<sup>13</sup> Suran, Shweta; Pattanaik, Vishwajeet; Draheim, Dirk (5 February 2020). "Frameworks for Collective Intelligence: A Systematic Literature Review". ACM Computing Surveys. 53 (1): 14:1–14:36.

<sup>14</sup> Колесников А. В. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки. — СПб: Изд-во СПбГТУ, 2001. — 711 с.

в пространстве, обособлении, организационной замкнутости и самоуправлении, взаимодействии со средой и другими системами как единое целое.

**Безопасность ИИ.** Аспекты ИИ, киберфизических систем и роботов, дополненной и виртуальной реальности и связанных с ними этическими, правовыми и гигиеническими проблемами – тема научных обзоров, дискуссий и требует законодательного регулирования.<sup>15</sup>

**Биофизика интеллектуальных систем** – раздел науки о физических свойствах и явлениях как в целой автономной интеллектуальной системе, так и отдельных ее компонентов, о феноменах как живой, так и неживой составляющих материю – носительницу интеллекта, а также физико-химических основах интеллектуальной деятельности.

**Диссипативность интеллектуальных систем** – явление прироста перехода специфической энергии взаимодействия между компонентами открытой интеллектуальной системы в другую энергию с потерей части потенциальной интеллектуальной энергии системы; а также феномены формирования в ходе ноогенеза из элементарных компонентов – автономной упорядоченной структуры интеллектуальной системы.

**Доминанта интеллектуальных систем** – закономерность ноогенеза и общей теории эволюции, заключающееся в объективном преимуществе биосистем, обладающих развитыми интеллектуальными системами, реализующемся в лучших способностях к приспособляемости в окружающей среде и к выживанию в ходе естественного отбора и эволюции, благодаря свойству активного отражения объективной реальности и проявляющемся в доминировании над другими биосистемами.

---

<sup>15</sup> Денисов Э.И. Роботы, искусственный интеллект, дополненная и виртуальная реальность: этические, правовые и гигиенические проблемы //Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. – №. 1. – С. 5-10.

**Здоровье** – состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.<sup>16</sup>

**Инсайт** (англ. insight), озарение — внезапное осознанное нахождение решения какой-либо задачи, ставшее результатом продолжительной бессознательной мыслительной деятельности.

**Интернет-мем**, мем - идея, поведение, стиль или изображение, которые распространяются через Интернет, часто через платформы социальных сетей.

**Интероцепция** [лат.interior внутренний + reception принятие, прием] – процесс возникновения, проведения, восприятия и переработки в центральной нервной системе информации, возникающей в результате возбуждения рецепторов внутренних органов – интероцепторов при раздражениях, идущих из внутренней среды организма: органов, жидкостных сред, тканей.

**Интерфейс** – общая граница (пространство) между двумя функциональными единицами, определяемая различными характеристиками, относящимися к функциям, физическим обменам сигналами с целью передачи информации. Обмен может происходить между компьютерным оборудованием и людьми, а также программным обеспечением, периферийными устройствами и их комбинациями.<sup>17</sup> Человеко-машинный интерфейс: дисплейный (текстовый, графический), звуковой (речевой, неречевой).

**Информационная резистентность** - устойчивость организма к действию информационных факторов, физических сигналов-носителей информации, невосприимчивость, в отличие от информационной реактивности.

---

<sup>16</sup> The Preamble of the Constitution of the World Health Organization // Bulletin of the World Health Organization, 2002. — Vol. 80, no. 12. — P. 982.

<sup>17</sup> Hookway B. Interface. – MIT Press, 2014.

**Информация** – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления;<sup>18</sup> — это данные, определены в контексте и поэтому являются интерпретируемыми; данные создаются путем моделирования или измерений объектов реального мира; **знания** (knowledge): информация об объектах, событиях, понятиях и правилах, их отношениях и свойствах, систематизированная для целевого регулярного использования.<sup>19</sup>

**Информационная система** – система обработки информации вместе с соответствующими организационными ресурсами, такими как человеческие, технические и финансовые ресурсы, которая предоставляет и распределяет информацию.<sup>20</sup>

**Информационное общество** – общество, в котором информация и уровень ее применения и доступности кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан.<sup>21</sup>

**Информационно-зависимые заболевания** – "цифровые", заболевания, связанные с информационно-компьютерными технологиями (ИКТ), информационными перегрузками, нервно-эмоциональным перенапряжением - факторами риска болезней: психических, сердечно-сосудистой системы (инфаркты, инсульты, ишемическая болезнь сердца), пищеварительной системы (язвенная болезнь); повышению уровня травматизма и суицидов, состояниям тревоги и депрессии, биполярных аффективных расстройств, панических расстройств, синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), игровых расстройств — зависимости (аддикции) от компьютерных игр;<sup>22</sup> а также: компьютерного синдрома, аддикций – патологических

---

<sup>18</sup> Федеральный закон от 27.07.2006 года № 149-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Об информации, информационных технологиях и о защите информации".

<sup>19</sup> Международный стандарт ИСО/МЭК 22989:2022 "Информационные технологии. Искусственный интеллект. Понятия и терминология искусственного интеллекта"

<sup>20</sup> Международный стандарт ISO/IEC/IEEE 24765:2017 Systems and software engineering — Vocabulary.

<sup>21</sup> Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"

<sup>22</sup> Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. (МКБ-11). Женева: ВОЗ. 2019.

зависимостей от телевидения, от социальных сетей, фобий – номофобия; маний – сенсорных, связанных с интернетом; депрессий, формируемых социальными сетями; интернет-зависимых суицидов и пр.<sup>23</sup>

**Информационная гигиена** – раздел системы знаний, изучающий закономерности влияния информации на индивидуальное и общественное здоровье, работоспособность человека, продолжительность его жизни и разрабатывающий практические мероприятия по оздоровлению информационной среды и оптимизации интеллектуальной деятельности.<sup>24</sup>

**Информационная экология** – это наука, изучающая закономерности влияния информации на формирование и функционирование интеллектуальных биосистем и их здоровье включая человека, человеческие сообщества и человечество в целом, ставящая своей задачей развитие методов совершенствования информационной среды.<sup>25</sup>

**Информационная этика** – рассматривает влияние информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) на общество и окружающую среду, этические вопросы, связанные с интернетом и средствами связи, вопросы конфиденциальности, информационных перегрузок, интернетзависимость, цифрового разрыва, видеонаблюдения, навигации и робототехники, которые являются предметом обсуждения и требуют межкультурного контроля.<sup>26</sup>

**Итерация интеллектуальная** - повторяющееся образование интеллектуальной функции, как горизонтально, в едином по размерам материальном ряду (интеллект людей), так и, вертикальный перенос повторения интеллектуальной функции на более высокий в иерархии материи размерный ряд (нейрон – мозг – человечество).

---

<sup>23</sup> Еремин А.Л. Информационная гигиена: современные подходы к гигиенической оценке контента и физических сигналов носителей информации. Гигиена и санитария. 2020; 99 (4): 351-355.

<sup>24</sup> Еремин А.Л. Ноогенез и теория интеллекта. Краснодар: СовКуб, 2005. – 356 с.

<sup>25</sup> Eryomin A. Information ecology - a viewpoint. Intern J of Environm Stud. 1998. 54 (3-4): 241-253.

<sup>26</sup> Díaz Nafría J.M. at al. Interdisciplinary Elucidation of Concepts, Metaphors, Theories and Problems Concerning INFORMATION – glossariumBITri. Ecuador: UEPSE; 2016.

**Качество данных** – связано с измерениями: доступность, полнота, переносимость, безопасность, своевременность, точность, интерпретируемость, достоверность, происхождение, актуальность, соответствие, согласованность и ремонтпригодность, объединяемых в три категории: доступность, информативность и удобство использования.<sup>27</sup>

**Качество информации (InfoQ)** – это потенциал набора данных для достижения конкретной (научной или практической) цели с использованием данного метода эмпирического анализа.<sup>28</sup>

**Когерентность интеллектуальная** (лат.coherencia сплоченность, сцепление, связь) – способность к явлению функций и феноменов нового свойства благодаря согласованному синхронизированному взаимодействию, коллективному поведению компонентов интеллектуальной системы (микроуровень) и интеллектуальной системы в целом (макроуровень).

**Количество информации** – наименование величины; единицы количества информации – бит и байт (Б) (соотношение 1 Б = 8 бит); единица информации в двоичной системе счисления; термин используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количества памяти, используемой компьютерной программой.<sup>29</sup>

**Критическое количество интеллектуальных компонентов** - количество интелкомпонетов ( $n \geq 10^9$ ), при достижении которого может наблюдаться феномен ноореволуции – перехода количественной развертки информационной системы в качественно новую автономно-интеллектуальную, разумную систему, способную к полноценным

---

<sup>27</sup> Fadahunsi K. P. et al. Information quality frameworks for digital health technologies: systematic review //Journal of medical Internet research. – 2021. – Т. 23. – №. 5. – С. e23479.

<sup>28</sup> Kenett R. S., Shmueli G. Information quality: The potential of data and analytics to generate knowledge. – John Wiley & Sons, 2016.

<sup>29</sup> ГОСТ 8.417-2002 "Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин".

синергетическим актам ее компонентов и распространению интеллектуальной энергии во внешнюю среду.

**Медицинская физика** занимается применением концепций и методов физики для профилактики, диагностики и лечения заболеваний человека с конкретной целью улучшения здоровья и благополучия человека.

**Мем** (англ. *memе*) — единица значимой для наследования культурной информации. Мемом является может являться идея, символ, образ действия, осознанно или неосознанно передаваемые от человека к человеку посредством речи, письма, видео и пр.

**Микроскопия** — это техническая область использования микроскопов для просмотра объектов, которые невозможно увидеть невооруженным глазом (объекты, которые не находятся в диапазоне разрешения обычного глаза). Разновидности: оптическая, электронная, сканирующая зондовая, рентгеновская микроскопия.

**Мнемоника, мнемотехника** — совокупность специальных приёмов и способов, облегчающих запоминание нужной информации и увеличивающих объём памяти путём образования ассоциаций (связей): замена абстрактных объектов и фактов на понятия и представления, имеющие визуальное, аудиальное или кинестетическое представление, связывание объектов с уже имеющейся в памяти информацией, различные модификации для упрощения запоминания.

**Модели интеллектуальных систем:** а) морфо-физиологические модели – увеличенное и уменьшенное описание интеллектуальной системы, ее части или отдельного компонента (морфологическая карта или функциональная миникопия); б) аналоговые модели – представляют интеллектуальную систему, ее часть или отдельный компонент аналогом, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой (графики эволюции численности нейронов в головном мозге и численности человечества; организационные схемы взаимодействия нейронов или людей;

коды, алгоритмы, кодексы информационного поведения); в) математические модели – используются символы для описания свойств или характеристик объекта или события.

**Нейронная доктрина** — это концепция, согласно которой нервная система состоит из отдельных клеток, открытие, сделанное благодаря решающей нейроанатомической работе Сантьяго Рамона-и-Кахаля,

**Ноогенез** - процесс появления, развертки в пространстве и развития во времени интеллектуальных систем. Ноогенез представляет собой совокупность закономерных, взаимосвязанных, характеризующихся определенной временной последовательностью структурных и функциональных преобразований всей иерархии и совокупности взаимодействующих между собой относительно элементарных структур и процессов.<sup>30</sup>

**Ноогонокинез** [гр.gone, gonos (по-)рождение; гр.kinema (kinematos) движение] – идея размножения интеллектуальных систем во времени и распространения в пространстве (в ходе эволюции распространение интеллектуальных системы на Земле, распространение интеллектуальных систем аналогичных человечеству на другие планеты, в космосе).

**Ноология (интеллектология)** – наука о теории и опытах интеллектов, ноогенезе, экологии интеллектуальных систем.

**Ноометрия** [гр.noos разум, мысль + metreo измерять] – раздел науки о мерах, размерах и количественных измерениях структурно-функциональных параметров информационно-интеллектуальных систем (в отличии от биометрии [гр.bios жизнь] и геометрии [гр.ge земля])

**Ноосфера** (от др.-греч. νοῦς "разум" + σφαῖρα "шар"; дословно "сфера разума") — гипотетическая сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития.

---

<sup>30</sup> Еремин А. Л. К биофизике эволюции интеллектуальных систем //Биофизика РАН – 2022. – Т. 67. – №. 2. – С. 409-416.

**Ноофелия** (νόος (Noos, "разум", "интеллект") + ὠφέλεια (ōphéleia, "прибыль", "преимущество", "выгода") — аксиологическая доктрина, по которой, ценность любой данной вещи определяется степенью, в которой она способствует развитию интеллекта и интересам разумных существ.

**Ноотропные средства** – фармакологические препараты (ноотропы), оказывающие активирующее влияние на обучение, улучшающие память и умственную деятельность, объединенные в группу с психостимуляторами (АТХ, код N06BX).<sup>31</sup>

**Природа сигналов-носителей информации** – физическая (визуальная, аудиальная, тактильная, вестибулярная), химическая (обонятельная, вкусовая), физическая и химическая (интероцептивная - от внутренних органов). Некоторые параметры и характеристики физических сигналов-носителей информации определены в нормативных документах.<sup>32</sup>

**Психофизика** – количественно исследует взаимосвязь между физическими стимулами и появляющимися в результате их воздействия ощущениями и восприятиями.

**Поиск знаний** - извлечение знаний стремится возвращать информацию в структурированной форме, соответствующей когнитивным процессам человека, в отличие от простых списков элементов данных. Он опирается на ряд областей, включая эпистемологию (теорию познания), когнитивную психологию, когнитивную нейронауку, логику и логический вывод, машинное обучение и обнаружение знаний, лингвистику и информационные технологии.

**Рефлексия (рефлекс) интеллектуальная (интеллектуальных систем)** [лат.reflexus повернутый назад, отраженный] – возникновение, изменение или прекращение функциональной активности интеллектуальной системы в ответ на поступившую информацию, с реализацией функции целенаправленного,

---

<sup>31</sup> Анатомо-терапевтическо-химическая классификация (АТХ) - международная система классификаций лекарственных средств ВОЗ, Государственный реестр лекарственных средств. М.: МЗ РФ, 2002.

<sup>32</sup> СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

опосредованного и обобщенного познания, активного отражения объективной реальности, логического и творческого мышления.

**Рефлекторная теория** – теория поведения, рассматривающая его, как деятельность организма, возникающую в ответ на воздействие стимулов из внешнего мира или внутренней среды (основы заложены Р.Декартом, вклад внесли И.М.Сеченов, И.П.Павлов, А.А.Ухтомский).

**Синергетика** (от др.-греч. συν- — приставка со значением "совместо" и ἔργον "деятельность") — междисциплинарное направление науки, изучающее процессы, возникающие в результате действия нескольких факторов, не сводящихся к простой суперпозиции, с неожиданными эффектами «взрывного» характера, когда новое качество возникает скачкообразно при плавном изменении внешних и внутренних условий, объясняющее образование и самоорганизацию моделей и структур в открытых системах, далеких от термодинамического равновесия.

**Синергетика интеллектуальная** - процесс интегративной аналитико-синтетической (эвристической, интуитивной, творческой, логической, абстрактной, идеальной) деятельности-мышления интеллектуальной системы (с неожиданными эффектами «взрывного» характера, когда новое качество возникает скачкообразно при плавном изменении внешних и внутренних условий), возникающей в результате сочетанного взаимодействия ее составляющих элементарных структур и процессов в ходе целенаправленного, опосредованного и обобщенного познания, активного отражения объективной реальности (не сводимый к простой суперпозиции информационных функций интеллектуальных компонентов).

**Система** — совокупность взаимодействующих между собой относительно элементарных структур или процессов, объединенных в целое выполнением некоторой общей функции, несводимой к функции ее компонентов.

**Система когнитивная** — это система, организация которой определяет область взаимодействий, где она может действовать значимо для поддержания

самой себя, а процесс познания — это актуальное (индуктивное) действовање или поведение в этой области. Живые системы—это когнитивные системы, а жизнь как процесс представляет собой процесс познания (термин и трактовка предложены У.Матурано, 1996).

**Скорость передачи информации** – внесистемная единица величин. Единицы – бит/с и байт/с. Область применения – информационные технологии и связь.<sup>33</sup>

**Телескопия** (от др.греч. τῆλε [tele] «далеко» + σκοπέω [skopeo] «смотрю») — техническая область использования телескопов, с помощью которых можно наблюдать отдалённые объекты путём сбора электромагнитного излучения. Разновидности в зависимости от диапазонов электромагнитного излучения: оптические, радио-, рентгеновские, гамма-телескопы.

**Теория интеллекта** (интеллектуальная теория) [гр.theoria наблюдение, исследование] – это а) научное объяснение закономерностей развития и формирования природных интеллектуальных систем в ходе их эволюции и интеллектуальной системы человечества в процессе истории (ноогенез), б) логическое обобщение опыта и закономерностей взаимодействия интеллектуальных систем с окружающей средой (экология интеллектуальных систем), в) система руководящих идей, закономерностей влияния информации на индивидуальное и общественное здоровье и разработки практических мероприятий по оздоровлению информационной среды (информационная гигиена), которые дают понимание объективной действительности информационного взаимодействия внутри разумных систем (энергия интеллектуальная) и процессов активного отражения реальности в ходе познавательной и мыслительной деятельности и могут предопределять перспективные цели деятельности интеллектуальных систем (индивидуума и глобального макросоцума человечества).

---

<sup>33</sup> Постановлением Правительства РФ "Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации" от 31.10.2009 г. N 879.

**Умственные функции** – общие умственные функции: сознания, ориентированности, интеллектуальные, психосоциальные, темперамент и личностные функции, волевые и побудительные, сна (МКФ, код b110-b139); специфические умственные функции: внимания, памяти, психомоторные, эмоций, восприятия, мышления, познавательные высокого уровня, речи, вычисления, последовательных сложных движений, самоощущения и ощущения времени (МКФ, код b140-189).<sup>34</sup>

**Физика интеллектуальных систем** – раздел науки о наиболее общих закономерностях, свойствах и строении неживой (небиологической) составляющей интеллектуальной материи и основных формах ее движения или изменения.

**Филогенез** [гр. *phylon* племя, род, вид] – процесс исторического развития признаков организмов или систематических групп (таксонов) от их возникновения до современности, по история процесса биологической эволюции (термин предложен Е. Геккелем, 1866).

**Цифровая трансформация** - цель развития Российской Федерации на период до 2030 года<sup>35</sup>; комплексное преобразование деятельности участников отрасли и органов исполнительной власти, связанное с переходом к новым бизнес-моделям, каналам коммуникаций, а также процессам и культуре, которые базируются на новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий:

– Цифровое образование - проект, направленный на повышение уровня цифровых компетенций обучающихся, научно-педагогических работников, а также формирования компетентной команды управления процессом цифровой трансформацией.

---

<sup>34</sup> Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья – МКФ. Женева: ВОЗ, 2001.

<sup>35</sup> Указ Президента РФ от 21.07.2020 N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года"

– Цифровой университет - проект, направленный на создание и развитие цифровых сервисов в сфере науки и высшего образования, охватывающих все виды бизнес-процессов образовательных организаций высшего образования, направленных на удовлетворение потребностей всех участников образовательного процесса.

– Big Data - обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия, обрабатываемых горизонтально масштабируемыми программными инструментами.

– Хаб данных - особый класс онлайн информационных систем, представляющих собой совокупность данных из нескольких источников, организованных для распространения и совместного использования.<sup>36</sup>

**Цифровое здоровье** (здравоохранение) (Digital health) - область знаний и практики, связанная с разработкой и использованием цифровых технологий для улучшения здоровья; расширяет концепцию здоровья, включая в нее цифровых потребителей с более широким спектром интеллектуальных устройств и подключенного оборудования; охватывает другие виды использования цифровых технологий в здравоохранении, такие как Интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные и робототехника.<sup>37</sup>

**Экстероцепция** [лат.exter наружный, внешний + reception принятие, прием] – процесс восприятия и переработки организмом раздражений, поступающих из окружающей среды; осуществляется специализированными чувствительными образованиями – экстероцепторами. С помощью экстероцепторов воспринимаются световые, звуковые, тактильные, термические, вкусовые и обонятельные раздражения.

**Эмерджентность** (англ. от emergent "возникающий, неожиданно появляющийся") в теории систем — наличие у системы свойств, не присущих её

---

<sup>36</sup> Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования (утв. в 2022 Минобрнауки России)

<sup>37</sup> Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: World Health Organization; 2021.

компонентам по отдельности; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов.

**Энергия** [греч. *energeia* – деятельность] - общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи; способность какого-либо тела, вещества производить какую-либо работу или быть источником той силы, которая может производить работу; деятельная сила, соединенная с настойчивостью в достижении поставленной цели; сила проявления, интенсивность чего-либо.

**Энергия интеллектуальная** - количественная мера интенсивности взаимодействия компонентов интеллектуальной материи; способность интеллектуальной системы производить разумную деятельность, мыслительную работу или быть источником интеллектуальной силы (воли), которая может производить работу; деятельная сила, соединенная с настойчивостью в достижении поставленной цели.

**Энтропия** [гр. *en* в + *trope* поворот, превращение] – физическая характеристика, заключающаяся в обесценении энергии, переходе всех видов энергий в другую (тепловую) и равномерном распределении последней между всеми телами природы.

**Энтропия интеллектуальная** – переход специфической энергии взаимодействия между компонентами интеллектуальной системы в другую (тепловую) с потерей части потенциальной интеллектуальной энергии системы.

**6G и ИИ.** Рассматриваются новые радиоинтерфейсы и сетевые технологии, интеграция услуг радарного сканирования и связи, а также сетей наземного и аэрокосмического базирования, новые сетевые архитектуры, обеспечивающие функционирование ИИ. Некоторые темы касаются перспектив эволюции интеллектуальных систем:

- глобальной биотехнической информационной системы – "спутниковых группировок и сетей" с использованием "нейросетей и ИИ", "связи и дистанционного зондирования Земли";

- "умного здравоохранения" - медицинские информационные системы, телемедицина;
- оптимизации биотех-интерфейса "человек-машина" - виртуальная реальность (VR), дисплеи 3D без стекла и голографические дисплеи, спектральное распознавание, бесконтактное управление;
- биофизики интерфейса мозга – медицинская физика, новых носимых устройств – медтехника;
- теории ИИ распределенного, нового кодирования;
- слияния физического и кибернетического миров;
- новых материалов (фотонные кристаллы), антенн, перехода на СВЧ-диапазон и терабайтовые объемы.<sup>38</sup>

***Homo sapiens*** (лат. "понимающий, сообразительный, проницательный", на русский традиционно переводится "человек разумный", на англ. "человек мудрый" – "wise"), согласно биологической систематике (Карл Линней, 1758), появился ~ 300 000 лет назад, является результатом антропогенеза и последним выжившим видом, из рода Номо (Человек), который появился ~ 2 000 000 лет назад.

---

<sup>38</sup> Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков. От подключенных людей и вещей к подключенному интеллекту. (Под ред В Тонг, П Чжу) М.: ДМК Пресс, 2022. – 624 с.

# Контрольные вопросы

1. Что такое интеллектуальная система?
2. Что такое интеллект с точки зрения физики?
3. Что такое гибридный интеллект и искусственный интеллект?
4. Понятие и примеры аспектов математической физики интеллекта.
5. Что такое бионика, бионика интеллекта и нерешенные проблемы обратной сборки мозга, реализации аналогов естественного интеллекта в искусственном.
6. Понятия инсайт, эврика, эмерджентность, озарение, примеры этих феноменов в физической науке и регистрация локусов в мозгу с помощью фМРТ.
7. "Наблюдатель" изнутри собственного интеллекта, примеры мыслительных экспериментов и открытий в физике.
8. "Наблюдатель" снаружи естественного интеллекта человека, примеры приборов наблюдения, визуализаций, количественных оценок.
9. "Наблюдатель" изнутри макро-интеллект системы, примеры количественных оценок.
10. "Наблюдатель" снаружи макро-интеллект системы, примеры приборов наблюдения.
11. "Наблюдатель" в поисках внеземного интеллекта, примеры приборов и их характеристик.
12. Характеристики гибридной биотехнической макро-интеллект системы.
13. Понятие мем и значение в макро-интеллект системе человечества.
14. Какова скорость передачи информации: голосом-звуком, нервным импульсом по нервному волокну, с помощью современных ИКТ.
15. Каково количество компонентов естественной интеллектуальной системы – нейронов.
16. Каково количество связей в естественной интеллектуальной системы – синапсов.

17. Каковы характеристики, формирующейся макро-интеллект системы человечества – количество компонентов, связей, скорости информационного взаимодействия.
18. Классификация информации по способу восприятия-производства человеком, природе сигналов.
19. Сила света, единица измерения.
20. Световой поток, единица измерения.
21. Освещенность, единица измерения.
22. Что такое кегль?
23. Приборы для измерения освещенности.
24. Что такое окулография?
25. Уровень звукового давления, единица измерения.
26. Приборы для измерения уровня звука в среде обитания.
27. Приборы для измерения слуховой чувствительности к звуковым волнам различной частоты.
28. Пределы восприятия зрительным анализатором.
29. Пределы восприятия слуховым анализатором.
30. Классификация рецепторов.
31. Что такое интероцепция.
32. Что такое информационная гигиена и информационная экология?
33. Что такое интерфейс?
34. Единицы измерения информации в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ).
35. Понятие «цифровой», «дигитальный», «бинарный», связанные с ИКТ.
36. Какова динамика интеллектуальной работоспособности в течение суток?
37. Типология работников интеллектуального труда.
38. Что такое «цифровая трансформация»?
39. Перспективы цифровой трансформации, оптимизации информационных биотехнических систем.
40. Что такое бионика?

- 41.Примеры нерешенных проблем бионики в виде аналогов феноменов естественной интеллект системы в моделях искусственного интеллекта.
- 42.Что такое медицинская физика?
- 43.Что такое психофизика?
- 44.Приборы регистрации откликов в головном мозге, визуализации его структур и функций.
- 45.Что такое пиксель и воксель в компьютерной технике, медицинской физике визуализации?
- 46.Расшифруйте аббревиатуру фМРТ, ПЭТ, ОФЭКТ, ЭЭГ, МСКТ.
- 47.Принципы ядерного магнитного резонанса реализуемы в МРТ.
- 48.Картирование локусов интеллектуальных функций в трехмерном пространстве мозга с помощью фМРТ.
- 49.Принципы эмиссионной томографии реализуемы в ОФЭКТ, ПЭТ.
- 50.Что такое «цифровой университет»?
- 51.Что такое «поиск знаний», как его лучше организовать?
- 52.Виды моделей интеллектуальных систем: морфо-физиологические, аналоговые, математические; примеры.
- 53.Закон Вебера-Фехнера.
- 54.Закон Рикко.
- 55.Модель Ходжкина-Хаксли.
- 56.Закон Хика.
- 57.Информационная теория эмоций Симонова.
- 58.Понятия качество информации и ценность информации; модель Бонгарда-Харкевича-Корогодина-Иваницкого.
- 59.Теория интегрированной информации, понятие.
- 60.Что такое ноогенез.
- 61.Ноометрия, примеры измерений.
- 62.Синергетика интеллектуальная, понятие.

# Ссылки и литература для чтения

## ГЛАВА 1.

Гинзбург В Л “Пора формировать моду на интеллект” *Парламентская газета* 8 Ноябрь 2005.

Иваницкий Г Р “Неопределенности сравнения человека и андроидного робота” *Успехи физических наук* **193** 872 (2023).

Каку М *Будущее разума*. (М.: Альпина нон-фикшн, 2015).

Сахаров А Д “Барионная асимметрия Вселенной ” *Успехи физических наук* **161** (5) 110 (1991).

Сеунг С *Коннектом. Как мозг делает нас тем, что мы есть* (М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015).

Чернавский Д С “Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики” *Успехи физических наук* **170** 157 (2000).

Beckers R, Kwade Z, Zanca F “The EU medical device regulation: Implications for artificial intelligence-based medical device software in medical physics” *Physica Medica* **83** 1 (2021).

Bell J S *Speakable and unspeakable in quantum mechanics* Cambridge: Cambridge University Press. 1987.

Bennett C H “Demons, engines and the second law” *Scientific American* **257** (5) 108 (1987).

Born M “Die Theorie des starren Elektrons in der Kinematik des Relativitätsprinzips” *Annalen der Physik* **335** (11) 1 (1909).

Ehrenfest P “Gleichförmige rotation starrer körper und relativitätstheorie” *Physikalische Zeitschrift* **10** 918 (1909).

Carroll S. M. *Spacetime and geometry*. Cambridge University Press. 2019.

Chalmers D J "Is the hard problem of consciousness universal" *Journal of Consciousness Studies* **27** (5-6) 227 (2020).

- Descartes R. *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*. Leyde. 1637.
- Einstein A. “Zur elektrodynamik bewegter körper” *Annalen der physik* **4** 891 (1905).4.
- Norton J “Thought experiments in Einstein’s work” *Thought experiments in science and philosophy* **1** 129 (1991).
- Escultura E E “The Physics of Intelligence” *Journal of Education and Learning* **1** 51 (2012).
- Haken H. *Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition*. 2013.5.
- Hawking S W "Black hole explosions?" *Nature* **248** (5443) 30 (1974).
- Heisenberg W *Physics and philosophy: The revolution in modern science*. 1958.
- Hramov A E, Maksimenko V A, Pisarchik A N “Physical principles of brain–computer interfaces and their applications for rehabilitation, robotics and control of human brain states” *Physics Reports* **918** 1 (2021).
- Josephson B D “The physics of mind and thought” *Activitas Nervosa Superior* **61** 86 (2019).
- Kaspar C et al “The rise of intelligent matter” *Nature* **594** (7863) 345 (2021).
- Masson S J, Asenjo-Garcia A “Atomic-waveguide quantum electrodynamics” *Physical Review Research* . **2** (4) 043213 (2020).
- Perlovsky L I “Physics of the mind” *Frontiers in Systems Neuroscience* **10** 84 (2016).
- Rindler W *Relativity: special, general, and cosmological*. NY: Oxford University Press. 2003.
- Schlosshauer M, Kofler J, Zeilinger A “A snapshot of foundational attitudes toward quantum mechanics” *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*. **44** 222 (2013).
- Schrimpf M. et al. “Integrative benchmarking to advance neurally mechanistic models of human intelligence” *Neuron* **108** (3) 413 (2020).
- Schrödinger E “Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik” *Naturwissenschaften* **23** (50) 844 (1935).

Sitti M “Physical intelligence as a new paradigm” *Extreme Mechanics Letters* **46** 101340 (2021).

Unruh W G "Notes on black-hole evaporation" *Physical Review D*. **14** (4) 870 (1976).

## ГЛАВЫ 2 - 4.

Анохин К В “Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания” *ЖВНД им. ИП Павлова* **71** (1) 39 (2021).

ГОСТ Р ИСО 9612-2013 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах.

ГОСТ Р ИСО 1999-2017 Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума.

ГОСТ Р ИСО 7029-2011 Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека.

ГОСТ 24940-2016 Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.

ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя.

ГОСТ Р ИСО 10075-1-2019 Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Основные термины и определения.

ГОСТ Р ИСО 10075-2-2009 Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Принципы проектирования.

ГОСТ Р ИСО 11064-1-2015 Эргономическое проектирование центров управления.

ГОСТ Р МЭК 60645-1-2017 Электроакустика. Аудиометрическое оборудование. Оборудование для тональной и речевой аудиометрии.

Еремин А Л "К биофизике эволюции интеллектуальных систем" *Биофизика РАН* **67** (2) 409 (2022).

- Еремин А Л "Информационная гигиена: современные подходы к гигиенической оценке контента и физических сигналов носителей информации" *Гигиена и санитария* **99** (4) 351 (2020).
- Еремин А Л, Зибарев Е В "Интеллектуальный труд — физиология, гигиена, медицина: ретроспектива и современные фундаментальные исследования" *Мед. труда и пром. экол.* **60** (12) 951 (2020).
- Еремин А Л, Рейес Монкада А "Матрица локусов умственных функций в трехмерном пространстве мозга по нейровизуализации фМРТ" *Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий* (Краснодар: ЦНТИ, 2023).
- Еремин А Л, Старикова Н П "Уровень физической работоспособности водителей как показатель их надежности" *Физиология человека РАН* **17**, N(3) 169 (1991).
- Кандель Э В *поисках памяти* (М: Астрель, 2012).
- Королева И. Введение в аудиологию и слухопротезирование (М.: ЛитРес, 2022).
- Черкасова А Н и др "Выявление феномена "скрытого сознания" у пациентов с хроническими нарушениями сознания: обзор данных фМРТ с парадигмами" *ЖВНД им. ИП Павлова* 2023. **73** (3) 291 (2023).
- Симонов П В *Эмоциональный мозг* (М.: Наука, 1981).
- Adams A et al. "International brain initiative: an innovative framework for coordinated global brain research efforts" *Neuron* **105** (2) 212 (2020).
- Albantakis L et al. "Integrated information theory (IIT) 4.0: formulating the properties of phenomenal existence in physical terms" *PLOS Computational Biology* **19** (10): e1011465 (2023)
- Amunts K et al "Linking Brain Structure, Activity, and Cognitive Function through Computation" *Eneuro.* **9** (2) 1 (2022).
- Biasiucci A, Franceschiello B, Murray M M "Electroencephalography" *Current Biology* **29** (3) R80 (2019).
- Brain Health. - World Health Organization (WHO) – official site [https://www.who.int/health-topics/brain-health#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/brain-health#tab=tab_1)

- Brooks D. et al. *ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology. Research report* (Louisville, CO: ECAR, October 2017).
- Budd G E “Early animal evolution and the origins of nervous systems” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **370** (1684) 201500372015 (2015).
- Davenport T H *Thinking for a living: how to get better performances and results from knowledge workers* (Harvard Business Press, 2005).
- Drachman D A “Do we have brain to spare?” *Neurology* **64** (12) 2004 (2005).
- Fechner G T *Elemente der psychophysik* (Leipzig: Breitkopf u. Härtel, 1860)
- Fox D “The limits of intelligence” *Sci Am.* **305** (1) 36 (2011).
- Glimcher P. W. et al. “Application of neurosonography to experimental physiology” *Journal of neuroscience methods* **108** (2) 131 (2001).
- Global strategy on digital health 2020-2025* (Geneva: World Health Organization; 2021).
- Goldschmidt J “Luxmeter App versus measuring device: are smartphones suitable for measuring illuminance” *DIAL* (2016).
- Hawkins J, Blakeslee S *On Intelligence* (NY: Times books, 2005).
- Herculano-Houzel S *The Human Advantage: A New Understanding of How Our Brain Became Remarkable* (MIT Press, 2016).
- Heurling K. et al. Quantitative positron emission tomography in brain research *Brain research* **1670** 220 (2017).
- Hick W E "On the rate of gain of information" *Quarterly Journal of experimental psychology* **4** (1) 11 (1952).
- Hindmarsh J L, Rose R M "A model of neuronal bursting using three coupled first order differential equations" *Proceedings of the Royal Society of London* **221** (1222) 87 (1984).
- Hodgkin A L, Huxley A F “A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve” *The Journal of physiology* **117** (4) 500 (1952).

- Holford W D The future of human creative knowledge work within the digital economy  
*Futures* (105) 143 (2019).
- International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* World Health Organization (Geneva: WHO, 2001).
- Kamal H. et al. “A history of the path towards imaging of the brain: From skull radiography through cerebral angiography” *Current Journal of Neurology* **19** (3) 131 (2020).
- Kopell N, Ermentrout G B "Subcellular oscillations and bursting" *Mathematical Biosciences* **78** (2) 265 (1986).
- Linnaeus C *Systema naturae sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, & species* (Haak, Leyden, 1735).
- List of Occupational Disease* (Geneva: ILO, 2010).
- Melloni L et al “An adversarial collaboration protocol for testing contrasting predictions of global neuronal workspace and integrated information theory” *Plos one* **18** (2) e0268577.45 (2023).
- Neuroscience in the 21st century: from basic to clinical* (Eds D Pfaff, N Volkow, J Rubenstein) (Switzerland: Springer Nature, 2022).
- Nguyen T “Total number of synapses in the adult human neocortex” *Undergraduate Journal of Mathematical Modeling: One+ Two* **3** (1) 26 (2010).
- Olesen J et al. “The economic cost of brain disorders in Europe” *European journal of neurology* **19** (1) 155 (2012).
- Principles of neural science* (Eds E Kandel et al.) (NY: McGraw-hill, 2021).
- Ramón y Cajal S “Estructura de los centros nerviosos de las aves” *Rev. Trim. Histol. Norm. Pat.* **1** 1 (1888).
- Read D W, Héctor Manrique H, Walker M “On the working memory of humans and great apes” *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **134** 104496 (2022).
- Reinhardt W et al. “Knowledge worker roles and actions—results of two empirical studies” *Knowledge and process management* **18** (3) 150 (2011).
- Riccò A *Memorie della Societa Degli Spectroscopisti Italiani* **6** (1877)

- Rourk C J “Indication of quantum mechanical electron transport in human substantia nigra tissue from conductive atomic force microscopy analysis” *Biosystems* **179** 30 (2019).
- Runge V. M. et al “Magnetic resonance imaging and computed tomography of the brain — 50 years of innovation, with a focus on the future” *Investigative radiology* **50** (9) 551 (2015).
- Santuy A. et al “Estimation of the number of synapses in the hippocampus and brain-wide by volume electron microscopy and genetic labeling” *Scientific Reports* **10** (1) 14014 (2020).
- Schneidman E et al. "Weak pairwise correlations imply strongly correlated network states in a neural population" *Nature* **440** (7087) 1007 (2006)
- Schwartz S H *Visual Perception: A Clinical Orientation* (NY: McGraw-Hill Professional, 2017)
- Tinsley J N et al. “Direct detection of a single photon by humans” *Nature communications* **7** (1) 1 (2016).
- Tononi G "An information integration theory of consciousness" *BMC Neuroscience* **5** 1 (2004)
- Tsao A. et al. “Integrating time from experience in the lateral entorhinal cortex” *Nature* **561** (7721) 57 (2018).

## ГЛАВА 5.

- Денисов Э И "Роботы, искусственный интеллект, дополненная и виртуальная реальность: этические, правовые и гигиенические проблемы" *Гигиена и санитария* **98** (1) 5 (2019).
- Еремин А Л, Богатов Н М, Григорьян Л Р, Строганова Е В *Системы искусственного интеллекта и информационная гигиена* (Краснодар: КубГУ, 2023).
- Кандель Э *Век самопознания* (М: АСТ, 2016).

Международный стандарт ИСО 22989:2022 *Информационные технологии. Искусственный интеллект. Понятия и терминология искусственного интеллекта.*

“Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года”, утв. Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 “О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации”.

Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования (утв. в 2021 Минобрнауки России).

Указ Президента РФ от 21.07.2020 N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года".

Albus S J, Meystel M A *Intelligent Systems* (Wiley, 2002).

Costandi M *Neuroplasticity* (MIT Press, 2016).

Da Rocha A F, Rocha F T, Massad E “The brain as a distributed intelligent processing system: an EEG study” *PLoS One* **6** (3) e17355 (2011).

Faust T E, Gunner G, Schafer D P “Mechanisms governing activity-dependent synaptic pruning in the developing mammalian CNS” *Nature Reviews Neuroscience* **22** (11) 657 (2021).

*Global strategy on digital health 2020-2025* (Geneva: World Health Organization, 2021).

Hawkins J “We’ll never have true AI without first understanding the brain” *MIT Technology Review* March 2021.

Hilger K et al “The biological basis of intelligence: Benchmark findings” *Intelligence* **93** 101665 (2022).

Hoffmann C H “Is AI intelligent? An assessment of artificial intelligence, 70 years after Turing” *Technology in Society* **68** 101893 (2022).

*Introduction to biomedical engineering* (Eds J Enderle, J Bronzino) (Boston: Elsevier Academic Press, 2012).

ISO/IEC 22989:2022 *Information technology - Artificial intelligence -Artificial intelligence concepts and terminology.*

- Ivanitsky A M, Ivanitsky G A, Sysoeva O V “Brain science: On the way to solving the problem of consciousness” *Int. J. of Psychophys* **73** 101 (2009).
- Izhikevich E M *Dynamical systems in neuroscience* (MIT press, 2007).
- Jung-Beeman M et al. “Neural activity when people solve verbal problems with insight” *PLoS biology* **2** (4) e97 (2004).
- Legg S et al “A collection of definitions of intelligence” *Frontiers in Artificial Intelligence and applications* **157** 17 (2007).
- Levi-Montalcini R. "From a home-made laboratory to the Nobel Prize: An interview with Rita Levi-Montalcini" *The International Journal of Developmental Biology* **44** (6) 563 (2000).
- Malone T W, Bernstein M S (ed.) *Handbook of collective intelligence* (MIT press, 2022).
- Naghshvarianjahromi M, Kumar S, Deen M J “Natural Intelligence as the Brain of Intelligent Systems” *Sensors* **23** (5) 2859 (2023).
- Thompson N, Hanley D, *Science is shaped by wikipedia: Evidence from a randomized control trial* (MIT, Cambridge, 2018).
- Van Hemmen J L, Sejnowski T J (ed.). *23 problems in systems neuroscience* (Oxford University Press, 2005).
- Williamson B “Brain data: Scanning, scraping and sculpting the plastic learning brain through neurotechnology” *Postdigital Science and Education* **1** (1) 65 (2019).

## **ГЛАВА 6.**

- Вайно А Э и др *Образ Победы* (М.: ИЭС РАН, 2012).
- Венда В Ф *Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика* (М.: URSS, 2020).
- Еремин А Л *Ноогенез и теория интеллекта* (Краснодар: СовКуб, 2005).
- Еремин А Л "К биофизике эволюции интеллектуальных систем" *Биофизика РАН* **67** (2) 409 (2022).

- Еремин А Л “Параметры физики биотехнических макро-интеллект-систем” в кн: Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий (Ред Н М Богатов) (Краснодар: ЦНТИ, 2022) с.154.
- Иванушкин М А, Ткаченко И С “Оценка эффективности многоспутниковых космических систем дистанционного зондирования Земли” *Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса* **20** (4) 101 (2023).
- Пантенков Д Г, Гусаков Н В, Ломакин А А “Обзор современного состояния орбитальных группировок космических аппаратов дистанционного зондирования Земли и космических ретрансляторов” *Известия высших учебных заведений. Электроника* **27** (1) 120 (2022).
- Капица С П “Глобальная демографическая революция и будущее человечества” *Новая и новейшая история* (4) 42 (2004).
- Колесников А В Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки (СПб: СПбГТУ, 2001).
- Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков. От подключенных людей и вещей к подключенному интеллекту* (Ред Тонг В, Чжу П: (М.: ДМК Пресс, 2022).
- Тейяр де Шарден П. *Феномен человека* (М.: Наука, 1987).
- Bostrom N *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* (Oxford University Press, 2014).
- D O'Brien J, Dassios I K, Gleeson J P “Spreading of memes on multiplex networks” *New Journal of Physics* **21** (2) 025001 (2019).
- Doherty H *Organic Philosophy; Or, Man's True Place in Nature...: Epicosmology* (London: Trübner & Company, 1871).
- Heylighen F, Bollen J “The World-Wide Web as a Super-Brain: from metaphor to model” in: *Cybernetics and Systems' 96* (Eds R Trappl) (Austrian Society for Cybernetics, 1996) p. 917.
- Kuhn T, Perc M, Helbing D “Inheritance patterns in citation networks reveal scientific memes” *Physical Review X* **4** (4) 041036 (2014).

- Kurzweil R *The singularity is near: When humans transcend biology* (London: Penguin, 2005).
- Malone T W, Bernstein M S *Handbook of collective intelligence* (MIT press, 2022).
- Moyn S, Sartori A “Approaches to global intellectual history” in *Global intellectual history* (Columbia University Press, 2013) p. 3.
- Pitt D, Samson P R *The biosphere and noosphere reader: Global environment, society and change* (London & NY: Routledge, 2012).
- Rondfeldt D, Arquilla J *Whose Story Wins: The Noösphere, Noöpolitik, and the Future of Statecraft* (Santa Monica: RAND Corporation, 2020).
- Russell P *The Global Brain: Speculations on the Evolutionary Leap to Planetary Consciousness* (Los Angeles: Jeremy Tarcher, 1983).
- Suran S et al. "Frameworks for Collective Intelligence: A Systematic Literature Review" *ACM Computing Surveys* 53 (1): 14:1–14:36 (2020).
- Thompson N, Hanley D *Science is shaped by wikipedia: Evidence from a randomized control trial* (MIT, Cambridge, 2018).
- Wells H G *World Brain* (NY: Doubleday, 1938).
- Williamson B “Brain data: Scanning, scraping and sculpting the plastic learning brain through neurotechnology” *Postdigital Science and Education* 1 (1) 65 (2019).
- Zalasiewicz J et al “Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective” *The Anthropocene Review* 4 (1) 9 (2017).
- Zhang B et al “Progress and challenges in intelligent remote sensing satellite systems” *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 15 1814 (2022).

## ГЛАВА 7.

- Еремин А Л "Параметры физики биотехнических макро-интеллект-систем" *Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий* (Под ред Н М Богатова) (Краснодар: ЦНТИ, 2022) с.154.

- Кардашев Н С “Передача информации внеземными цивилизациями” *Астрономический журнал* **41** (2) 282 (1964).
- Шкловский И С *Вселенная, жизнь, разум* (М: Наука, 1987).
- Barrow J D *Impossibility: The limits of science and the science of limits* (Oxford University Press, 1999).
- Brzycki B et al. “On Detecting Interstellar Scintillation in Narrowband Radio SETI” *The Astrophysical Journal* **952** (1) 46 (2023).
- Burchell M J “W (h)ither the Drake equation?” *International Journal of Astrobiology* **5** (3) 243 (2006).
- Cirkovic M *The Great Silence: Science and Philosophy of Fermi's Paradox* (Oxford University Press, 2018).
- Crawford I A “Widening perspectives: the intellectual and social benefits of astrobiology” *International Journal of Astrobiology* **17** (1) 57 (2018).
- de Magalhães J P “A direct communication proposal to test the Zoo Hypothesis” *Space Policy* **38** 22 (2016).
- Dick S J “Cultural evolution, the postbiological universe and SETI” *International Journal of Astrobiology* **2** (1) 65 (2003).
- Dressing C D, Charbonneau D “The occurrence of potentially habitable planets orbiting M dwarfs estimated from the full Kepler dataset and an empirical measurement of the detection sensitivity” *The Astrophysical Journal* **807** (1) 45 (2015).
- Fry I “The philosophy of astrobiology” in *The Impact of Discovering Life Beyond Earth* Ed. S Dick (Cambridge University Press: 2015) p 23.
- Gindilis L M, Gurvits L I “SETI in Russia, USSR and the post-Soviet space: a century of research” *Acta Astronautica* **162** 1 (2019).
- Goff P, Seager W, Allen-Hermanson S "Panpsychism". In Zalta, Edward N. (ed.). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. (2022).
- Haqq-Misra J, Kopparapu R K, Schwieterman E “Observational constraints on the great filter” *Astrobiology* **20** (5) 572 (2020).

- Huang B L, Tao Z Z, Zhang T J “A Solution to Continuous RFI in Narrowband Radio SETI with FAST: The MultiBeam Point-source Scanning Strategy” *The Astronomical Journal* **166** (6) 245 (2023).
- Impey C “Life beyond Earth: How will it first be detected?” *Acta Astronautica* **197** 387 (2022).
- Jiang J H et al “Avoiding the Great Filter: Predicting the Timeline for Humanity to Reach Kardashev Type I Civilization” *Galaxies* **10** (3) 68 (2022).
- Luan X H et al “Multibeam Blind Search of Targeted SETI Observations toward 33 Exoplanet Systems with FAST” *The Astronomical Journal* **165** (3) 132 (2023).
- Martin A. "Human-Robotic Cooperative Space Exploration" *Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science* (Oxford University Press, 2022) article id. 219.
- Méndez A “Habitable exoplanets” in *New Frontiers in Astrobiology* (Amsterdam: Elsevier, 2022) p. 179.
- Sagan C *Carl Sagan's cosmic connection: An extraterrestrial perspective* (Cambridge University Press, 2000).
- Schulze-Makuch D et al “A two-tiered approach to assessing the habitability of exoplanets” *Astrobiology* **11** (10) 1041 (2011).
- Schwarz A, Seidl E “Stories of Astrobiology, SETI, and UAPs: Science and the Search for Extraterrestrial Life in German News Media From 2009 to 2022” *Science Communication* 10755470231206797 (2023).
- Zalasiewicz J et al “Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective” *The Anthropocene Review* **4** (1) 9 (2017).
- Zubrin R *Entering space: Creating a spacefaring civilization* (London: Penguin, 2000).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Еремин А Л "Наблюдатель и его место в физике интеллект-систем (ноогенез, гибридный интеллект на Земле, ноосферные технологии)" в кн. *Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий* (Под ред Н М Богатова) (Краснодар: ЦНТИ, 2023).
- Еремин А Л *Ноогенез и теория интеллекта* (Краснодар: СовКуб, 2005).
- Иваницкий Г Р "XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики" *Успехи физических наук* **180** 337 (2010).
- Hilger, Kirsten, et al. "The biological basis of intelligence: Benchmark findings." *Intelligence* **93** 101665 (2022)
- Jiang J H et al "A Beacon in the Galaxy: Updated Arecibo Message for Potential FAST and SETI Projects" *Galaxies* **10** (2) 55 (2022).
- Legg S. et al. "A collection of definitions of intelligence" *Frontiers in Artificial Intelligence and applications* **157** 17 (2007).
- Schrödinger E *What is life? The physical aspect of the living cell and mind* (Cambridge University Press, 1944).
- Tchoe Y et al "Considerations and recent advances in nanoscale interfaces with neuronal and cardiac networks" *Applied Physics Reviews* **8** (4) 041317 (2021).

*Алексей Львович ЕРЕМИН*

# **БИОФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТА И ФИЗИКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Зав. редакцией .....  
Ответственный редактор ..... Подготовка макета .....  
Корректор ..... Выпускающий .....

Подписано в печать 00.00.24.  
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100 1/16.  
Печать офсетная/цифровая. Усл. п. л. .... Тираж .....экз.  
Заказ № .....  
Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета в .....

## ОБ АВТОРЕ

Еремин Алексей Львович – в 1981 году закончил Санкт-Петербургскую государственную медицинскую академию им. И.И. Мечникова, в 1990 защитил кандидатскую диссертацию в НИИ гигиены труда



и профессиональных заболеваний АМН СССР, в 2014 докторскую – в НИИ медицины труда РАН, с 2021 – профессор кафедры физики и информационных систем Кубанского государственного университета.

Первым в 1995 году обозначил практическую значимость "информационной гигиены", предложил формулировки понятий "информационная экология" (1998) и "ноогенез" (2005), а также актуальность научного развития, теоретического осмысления появления и эволюции интеллектуальных систем.

В 1997 принял участие в конференции Департамента глобальных коммуникаций Организации Объединенных Наций.

Автор книг "Информация и здоровье" (2001), "Ноогенез и теория интеллекта" (2005), "Информационная и цифровая гигиена" (2023) более 100 статей в научных российских и зарубежных журналах.

В настоящее время развивает научные направления: эволюции интеллектуальных систем, ноогенеза интеллекта человека и биотехнической макро-интеллект системы, медицинской физики.