

# МЕТАСИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АРХИТЕКТУРНО-"ПЛАТФОРМЕННОЙ" ОРГАНИЗАЦИИ НЕЙРОСЕТИ МОЗГА.

## (METASYSTEM-SYNERGETIC APPROACH TO THE ARCHITECTURAL AND "PLATFORM" ORGANIZATION OF THE BRAIN'S NEURAL NETWORK.)

### СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT :

|   |    |
|---|----|
| Содержание / Content.....   | 1  |
| Вступление.   |    |
| 0. Аннотация/abstract, ключевые слова/keywords.....   | 2  |
| 1. Современное положение в нейробиологии: схемотехнический<br>аспект (обзор литературы).....    | 3  |
| Основная часть.   |    |
| 1. Схемотехнический анализ архитектурно-"платформенной" организации<br>мозга.....               | 5  |
| 1.2. Нейрон как синергетическая моделирующая установка.....                                     | 9  |
| 1.3. Нейроапоптоз: объяснение и расчёт параметров.....  | 12 |
| 1.4. Нейросетевая модель фронтальной коры: Мета-«кольчуга» и её<br>функционирование.....        | 12 |
| 2. Заключение.....  | 15 |
| <b>ENGLISH TRANSLATION.</b>   |    |
| Content.....  | 16 |
| Introduction.   |    |
| 0. Current state of neuroscience: circuit design approach<br>aspect (literature review).....    | 17 |
| The main part.  |    |
| 1. Schematic analysis of the architectural and "platform" organization of the<br>brain.....     | 19 |
| 1.2. Neuron as a synergistic modeling device.....   | 23 |
| 1.3. Neuroapoptosis: explanation and calculation of parameters.....                             | 25 |
| 1.4. Neural network model of the frontal cortex: Meta-"ring-armour" and its<br>functioning..... | 25 |
| 2. Conclusion.....  | 27 |
| <b>MULTILANG SECTION.</b>   |    |
| Список литературы / References.....   | 28 |
| Автор / Author.....   | 30 |

## ВСТУПЛЕНИЕ.

**Abstract:** The brain is considered as having several homologous meta-levels of organization (neuron substructures, neurons, microcolumns, cortical macromodules, "classical" nerve centers, analyzers, the central nervous system of individuals ...), each of which, in its characteristic time range, is arranged and operates as a learning neural network (from the "details" of the previous level of organization) - hierarchical synergetic crystal; on the basis of which various levels are classified: neurostructures, "stages of memory" and their duration, types of higher nervous activity, levels of the psyche and self, and levels of organization of various aspects and manifestations of functioning of neurostructures – an analogue of the "periodic table" for neuroscience. The specificity of the intelligent brain is that it is a system controlled by an auto-interacting process of internal self-observation as such. The physical-cybernetic nature of the subjective-psychic is considered. Consciousness is an autotronic synergism (neuroinformational resonance) dominant in the modeling of the world by the brain.

**Аннотация:** Мозг рассматривается как имеющий несколько гомологичных метауровней организации (субструктуры нейрона, нейроны, микроколонки, кортикальные макро модули, "классические" нервные центры, анализаторы, ЦНС индивидов...), каждый из которых в своём диапазоне характеристического времени устроена и работает как обучающаяся нейронная сеть (из "деталей" предыдущего уровня организации) - иерархический синергокристалл; на основании чего классифицированы различные уровни: нейроструктур, "этапов памяти" и их длительности, видов ВНД, уровней психики и "я", и уровней организации различных аспектов и проявлений функционирования нейроструктур – аналог "таблицы Менделеева" для нейронаук. Специфика разумного мозга в том, что он - система, контролируемая аутовзаимодействующим процессом внутреннего самонаблюдения как таковым. Рассмотрена физико-кибернетическая природа субъективно-психического. Сознание – автотронный синергазм (нейроинформационный резонанс) доминанты в моделировании мира мозгом.

**Keywords:** memory stage, neuron, glion, perceptron, learning neural network, learning neural-glion meta-network, hierarchical synergetic crystal, meta-"ring-armour", reflex ring, cortex, micro-column, macromodule, levels of psyche, type of higher nervous activity, level of psyche, synergetics, biocybernetic aspect, second signaling system, autotronic synergism of modeling, meta-model, meta-modeling, consciousness, self-programming, strategic meta-model, circuitry recreability of the brain, sleep-wake cycle.

**Ключевые слова:** этап памяти, нейрон, глион, перцептрон, обучающаяся нейронная сеть, обучающаяся нейронно-глионная мета-сеть, иерархический синергокристалл, мета-«кольчуга», рефлекторное кольцо, кора, микроколонка, макро модуль, уровни психики, вид ВНД, уровень психики, синергетика, биокибернетический аспект, вторая сигнальная система, автотронный синергазм моделирования, метамодель, мета-моделирование, сознание, самопрограммирование, стратегическая мета-модель, схемотехническая воссоздаваемость мозга, цикл сон-бодрствование.

## **СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ В НЕЙРОБИОЛОГИИ: СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).**

Известно, что существует значительный разрыв между 'вычислительными способностями' (сложностью нервно-психических функций) биологических обучающихся нейросетей и их технических аналогов. Удовлетворительных (т.е. технически пригодных) объяснений этому нет, при том, что схмотехнические свойства бионейрона и технейрона могут быть весьма близки, как и таковые для небольших и средних био- и технейронных сетей. В то же время при увеличении (квадратичного индекса) мозга его 'вычислительные способности' возрастают чуть ли не по экспоненте, а при увеличении числа нейронов в технической нейросети выше определенного предела прирост 'вычислительных способностей' сперва замедляется, а далее практически приостанавливается (см., напр., Эделмен Дж. 1981 [1] – стр.76, рис.1.). Так как свойства системы, в т.ч. системы нейронов, определяется не столько таковыми её элементов, сколько её связями между элементами, можно сделать вывод, что в мозгу выше некоторого предела (уровня небольшой сети) схема соединений элементов качественно меняется (экспонента – и кривая с насыщением). И действительно, схема связей микроколонок (небольших, на 110 нейронов, сетей) в макро модуле это тоже небольшая (причем реципрокная) сеть (по Маунткастл[1] и Сентаготай, Арбиб [2]), но сеть уже не нейронная, а колоночная – нейросеть второго порядка.

В последнее время появился ряд работ метасистемно-прогностического [43] типа по отношению к изучаемому предмету — «периодические таблицы» изобретений и открытий, в частности [56], посвящённая расшифровке общих механизмов генно-эпигенного управления у эукариот. Данная научная работа посвящена архитектурно-«платформенной» (в терминологии компьютеростроения) организации нейросети головного мозга. Назрел переход от всё более исчерпывающего себя аналитического подхода, заблудившегося в бесконечном ветвлении Фурье-рядов познания, к синтетическому, в сочетании с объединением синергетического подхода с системно-иерархическим; иными словами, целесообразно собрать разрозненные детали различных уровней организации в единое целое – на основе объединения системно-иерархических и синергетических позиций (как в наибольшей степени отвечающих современной научной парадигме). В связи с этим было бы целесообразно составить подобную «периодическую таблицу» для предмета нейронаук, что дало бы возможность определить дальнейшие шаги.

Перцептронность структуры и работы всех экранных центров мозга в ЭЭГ-синхронизированном состоянии – от лобной коры (Abeles M, Vaadia E, Bergman H., 1990 [30]) до мозжечковой коры (Bergantz D., Barad H., 1988 [25]) – можно считать доказанным фактом, в то время как остаётся открытым вопрос о природе работы в асинхронном режиме, столь преобладающем, что породил слухи о 2%-м (0,1%, 5%, до 20% — в зависимости от автора) КПД работы мозга. В то время как интуитивно ясна связь таковой асинхронности (хаотичности) с перцептронным механизмом (хаотичность проекций сенсорного слоя, и б/части связей в перцептроне), так (при этом) непонятно, как конкретно это реализовано. В теории «нейронных ансамблей» последние функционируют как активные (полу)автономные единицы, (автономный и диалоговый режимы абсолютизируются, в ущерб сетевому и т.д. – в результате чего ряд важных феноменов,

например, гипнотические состояния, становятся совершенно непонятны) и гораздо менее рассматривается функционирование их как **элементов** системы, тесно связанных частей единого целого. Кроме того, в отличие от перцептронной теории очень плохо разработан схмотехнический аспект, за обилием данных совершенно не видны **технологические** принципы «системы нейронных ансамблей».

В классической теории обучающихся нейронных сетей ((Pitts W., McCulloch W.S., 1947 [17]), Rosenblatt, F. (1962) [31]) и её современных модификациях (Y. LeCun, Y. Bengio (1995) [16] и др.), при всех её плюсах перцептрон (а также ассоциатрон, неоконитрон и т.д. – обучающаяся нейронная сеть (ОНС) ) обычно рассматривается как иерархически одноуровневая сеть, в то же время для одного из классов моделей нервной системы — обучаемой матрицы (по Штейнбуху, [3]) известно, что при переходе в её реализации от одноуровневой к многоуровневой становится способна к: – не только выработке условных рефлексов, а также к распознаванию образов и ряду других функций – (в целом) к психонервной деятельности (в терминологии Бериташвили [29], т.е. к образованию моделей объектов и процессов (и взаимодействия особи с таковыми) объективной действительности и собственной сложной целесообразной деятельности).

Нейросинергетика (Иваницкий Г.Р., 1991 [47]) уделяет недостаточно внимания структуре синергетической среды, её сверхсложной топологии (которая скорее даже схмотехники). «Чистый» схмотехнический подход (Джордж Ф., 1963 [23], Дж. Нейман, 1956 [55]) страдает зачастую крайним редуционизмом, тяготеет к «жестким» схемам, вследствие чего неспособен объяснить высшие функции и т.н. «избыточность» нервной системы.

Ошибки вышеуказанного на следующем – программном – витке повторяет концепция МВМ-«нефи» (Либерман и др. [7,8]), которая делает основной упор на генетически детерминированную обработку информации, обучение и тем более самообучение почти не рассматривается, сводит всю сложность нейродинамических процессов к нейронным, точнее – внутринеуронным процессам, представляет мозг в целом как сетевой генетический автомат и пригодна, пожалуй, только для безусловнорефлекторно-инстинктивных цепей нервной системы. Игнорирование качественного развития приводит к «интернет»-подобной модели и абсурдным выводам вроде «в каждый момент времени сознание находится **внутри** одного из нейронов» (sic!) (Либерман, 1990 [8]).

Кроме того, классическая теория нейронных сетей не даёт ответа, как нейронные сети коры взаимодействуют между собой, а ответ теории «нейронных ансамблей» подозрительно похож на печальной памяти «аутономную эволюцию» (см., напр. А. Лимаде-Фариа [46], Varela F., 1979 [45]), и обе они практически игнорируют морфологичность нервной системы: наличие структурных (и особенно функциональных) уровней – над выбранным (в теории) – основным.

Голографическая концепция (Прибрам, 1971 [44]) абсолютизирует 1 из типов взаимодействия сигналов в нервной системе («голографический»), полностью отбрасывая остальные. Кроме того, для получения сколько-нибудь качественной голограммы необходима крайне высокая **стабильность** несущей частоты, достигаемая только в лазерах, в то время как даже для пейсмейкеров мозга характеристична определённая частотная **лабильность**, пластичность. Кроме того, распространённое сведение синергограммы-памяти – к голограмме, является редуционизмом, игнорирующим такие важные свойства синергограммы, как способность к самовосстановлению и к развитию. Иначе говоря, сыграв в своё время (1970-80-е) заметную позитивную роль, голографическая концепция в настоящее время превратилась в упрощенческий тормоз на пути дальнейшего познания.

Отдельными исследователями делаются попытки рассмотреть функционирование большой группы ОНС в так называемом «информационном поле» (Гросберг А.Ю., Хрустова Н.В., 1993 [32]), причём отмечается качественный скачок в функционировании

системы по сравнению с одиночными ОНС – но, к сожалению, без указания схемотехнической реализации «информационного поля».

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

### Глава 1.

#### Схемотехнический анализ архитектурно-"платформенной" организации мозга.

Согласно схеме (Taylor, 1962 [42]), схема соединений в 1-м слое коры больших полушарий (БП) очень близка к матричной, и часть приводимых им нейронных цепей других слоёв коры БП очень похожа на матрицы; кроме того, (по С. Дейчу, 1970 [18]), «входные» нейронные цепи анализаторов – матричны. В связи с этим целесообразно отметить, что эффективность 1 из типов обучающихся нейронных сетей — «обучаемой матрицы» (по Штейнбуху, [3]) (ОМШ) — значительно повышается в многоуровневом варианте её реализации: ОМШ становится способна не только к распознаванию образов, а также и к психонервной деятельности (по Бериташвили [29]) — к образованию, подобно выработке УР-ов нейронами, моделей объектов и процессов (и взаимодействия с таковыми) объективной действительности и собственной сложной целесообразной деятельности.

Отметим в связи с этим, что:

1. на всех уровнях организации ЦНС: элементы (нейроны, микроколонки, 750-мкм макро модули (по Szentagothai [4]), нервные центры, анализаторы) образуют сети, имеется замыкание — и изменение «веса» — межэлементных связей (обучение), протекание условных рефлексов (включая уровень ЦНС в целом — межполушарное взаимодействие и развитие его во времени — т.н. «активность мозолистого тела»). Кроме того, как известно из социологии, структура связей на межиндивидуальном уровне также является сетью, хоть и, условно говоря, «программной» — не аппаратной; условные рефлексы могут включать более 1 индивида (т.н. «сверхрефлексы»). Кроме того, и на нейропротеидном уровне, по Радченко [5,26,27] – как хеморецептивные, (С-элементы), так и электровозбудимые нелинейные (Е-элементы) элементы нейролеммы образуют сеть двоичных элементов (С-элементы схемотехнически эквивалентны 1-му слою, Е-элементы – 2-му) двоичного перцептрона, обучающуюся сеть – если хоть по 1 из синапсов в пределах нейролеммы поступает обучающий (подкрепляющий) сигнал.

2. Субнейронный уровень тоже организован по принципу сети: крупный нейрон с развитым дендритным деревом может рассматриваться, по Савельеву [6], как сеть элементарных нейронов. Также группой авторов (Либерман, Минина, Шкловский-Корди [7, 8]) разработана концепция внутринейронного квантового гиперзвукового голографического компьютера, — на основе **сети** цитофибрилл – схемотехнически эквивалентного сложному перцептрону на двоичных элементах (сеть нейронного цитоскелета вместе с непосредственным окружением последнего) со схемой связей «каждый с каждым», **распознающим образы** [8], предъявляемые нейрону<sup>1</sup>.

Следовательно, можно предположить, что мозг представляет собой многоуровневую обучающуюся нейронную сеть (ОНС), каждый из уровней которой подобен обычной технической ОНС. Более того, если сопоставить среднестатистические линейные размеры (диаметр) структурных элементов различных уровней организации коры больших полушарий (нейропротеид, нейрооргanela, нейрон, микроколонка, макро модуль, нервный

центр [9], анализатор, ЦНС в целом) и длительность соответствующих им этапов памяти<sup>2</sup>, то получается следующее (см. табл. 1.):

<sup>1</sup> Адекватная модель нейрона малых и средних размеров (на нейронном и больших диапазонах характеристического времени) будет рассмотрена в конце первой главы.

<sup>2</sup> Этап памяти – фактически, характеристическое время самоорганизации нервно-психических процессов данного уровня сложности.

Любопытно, что линейные размеры нейроструктур различного уровня соотносятся так же, как и длительности различных этапов памяти (соответствующих нейроструктурам), например: иконическая память – сигнал на нейропротеидах; первичная память – синаптические и др. органеллярные процессы; кратковременная память – нейроны (по Радченко [26-28].).

**Таблица 1** (данные взяты из открытых источников, сведение данных в таблицу — авторское).

| м, №<br>уровня | Нейро-<br>Струк-<br>Туры | Размеры<br>(диаметр)<br>структур   | $X_n$<br>$/X_{n-1}$ | Вре-<br>мя<br>этапа<br>памя-<br>ти | Тип<br>памяти             | Раздра-<br>житель            | Вид ВНД                            | Биокибер-<br>нетически         | Уровень<br>психики                 | Йоги-<br>ческий<br>аспект <sup>3</sup>    |
|----------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|
| 7              | Вид                      | ≈ 10-12<br>(особей) <sup>1</sup>   | 10                  | 50-<br>100<br>лет                  | Память<br>поколе-<br>ния  | Филосо-<br>фема              | филосо-<br>фия                     | ?                              | Онтологиче-<br>ское<br>сознание    | Атмани-<br>ческое<br>(Сахасрара)          |
| 6              | ЦНС<br>индивид<br>а      | ≈262,5 см<br>±87,5 см <sup>2</sup> | 10                  | 5-10<br>лет                        | Третичная<br>(постоянная) | Идеоло-<br>гема              | Убеждения,<br>идеология            | ?                              | Идеологи-<br>ческое<br>сознание    | Буддхиче-<br>ское (Аджна)                 |
| 5              | Анализа-<br>торы         | ≈ 26¼<br>± 8¾ см                   | 35                  | 182,3-<br>364,6<br>сут.            | Вторич-<br>ная            | Мета-<br>теория              | Метате-<br>ории,<br>Идеи           | Мета-<br>теория                | Творческо-<br>е сверх-<br>сознание | Сакральное/<br>нирваническое<br>(Вишудха) |
| 4              | Нерв-<br>ные<br>центры   | 7,5±2,5<br>мм                      | 10                  | 5 сут<br>5ч-10<br>сут 10ч          | Промежу<br>точная         | концеп-<br>ция               | Концеп-<br>ции,<br>теории          | Мета-<br>понятие               | Само-<br>сознание                  | Каузальное<br>(Анахата)                   |
| 3              | Макро-<br>модули         | 750±2<br>50<br>мкм                 | 25                  | 12,5<br>- 25ч                      | Буфер-<br>ная             | слово                        | Слово,<br>понятие <sup>4</sup>     | Мета-<br>модель                | Сознани-<br>е                      | Ментальное<br>(Манипура)                  |
| 2              | Микро-<br>колонки        | 30<br>мкм                          | 60*                 | 45±15<br>мин<br>до 90              | Опера-<br>тивная          | образ                        | Модели                             | Метапро-<br>грамма<br>(модель) | Под-<br>сознание                   | Астральное<br>(Свадхи-<br>стана)          |
| 1              | Нейроны                  | 3 мкм                              | 10                  | 45±15<br>с<br>до 90с               | Кратко-<br>времен-<br>ная | раздра-<br>житель            | Рефлексы                           | про-<br>грамма                 | Бессозна-<br>тельное               | Эфирное<br>(Муладхара)                    |
| 0              | Нейро-<br>органеллы      | 0,3<br>мкм <sup>5</sup>            | 20                  | 4,5±1,5<br>с<br>до 9с              | Первичная                 | элемент<br>раздра-<br>жителя | Внутри-<br>рефлектор-<br>ные связи | под-<br>програ-<br>мма         | Инстинktiv<br>-<br>ное             | Биологи-<br>ческое<br>(«хвост»)           |
| -1             | Нейро-<br>протеиды       | 15 нм                              | -                   | 225±75<br>(до<br>450) мс           | Икониче-<br>ская          | Сенсор-<br>ный квант         | «нейробит»                         | эlemen-<br>тарная<br>команда   | генетичес-<br>кое                  | Биохими-<br>ческое<br>(«жапо»)            |

<sup>1</sup> «Теория 6-и рукопожатий» – через 5-6 рукопожатий ты знаком с каждым человеком на планете (по [40]).

<sup>2</sup> Эквивалентный диаметр поверхности головного мозга (≈220000 см<sup>2</sup>) – учитывая, что 2/3 его поверхности скрыто в извилинах.

<sup>3</sup> «тонкое тело» и (чакра), – субъективно-феноменологическое «содержание» аутогипнотических практик. (Привязка (уровней организации ЦНС к соответствующим

им уровням «тонких тел») – на основании соответствия «вида ВНД – роду «тонкого тела» и его чакре» по В. Данченко, [19].) Даже при изучении такого сравнительно несложного навыка, как пение, преподаватели и обучаемые часто ориентируются на субъективно ощущаемые "процессы" и "структуры", не имеющие научного обоснования, но тем не менее, работающие, эффективные при освоении таких навыков. Возможно, что в обоих случаях мы имеем дело с создаваемым подсознанием субъективно-"виртуальным" интерфейсом ассоциативного "дизайна".

<sup>4</sup> Базис 2-й сигнальной системы.

<sup>5</sup> Средний диаметр сомы (тела) нейрона.

\* 60 – так как в микроколонке 6 нейронных слоев (1-й из 7 нейрослоев коры почти не содержит нейронов [10]),  $10 \times 6 = 60$ .

В связи с чем автором вводится концепция мета-сети, т.е. гомологической полиуровневой иерархической нейронно-глионной сети, в которой элемент **любого** из уровней является системой (сетью) на уровне, предыдущем данному и входит на данном уровне в состав системы (сети) – являющейся на последующем уровне уже элементом, причём уровни гомологичны друг другу.

Любопытно, что если перейти от уровней организации ЦНС к соответствующим им уровням т.н. «тонких тел» йоги, то значение  $m$  « $m$ -векторности» совпадает с внутренней «мерностью» для «тонкого тела». На основании этого можно предположить, что (начиная с нейроорганеллярного уровня) « $m$ -векторность» (см. табл. 1, 1-ю колонку) нейронно-глионной мета-сети является одной из неотъемлемых сторон её архитектуры.

Система элементов стимула образует раздражитель, система стимулов (раздражителей) – образ (1-й сигнальной системы); система конкретных образов составляет понятие (элемент 2-й сигнальной системы), система понятий образует концепцию, теорию и т. д.; ...в то же время условно-рефлекторный раздражитель соответствует рефлексу (и нейрону – как наиболее сложный вид ВНД для единичного нейрона), при этом условный рефлекс биокibernетически является программой. В биокibernетическом аспекте относительно УР-программы модель является метапрограммой. Таким же образом соотносится модель – со словом, понятием второй сигнальной системы, а внутрирефлекторные (функция нейронных органелл) связи – (связи между элементарными составляющими стимула или реакции, аксон-рефлекс и т.д...) – с простыми УР. При этом относительно нейроорганеллярной сети сеть нейронная (30-мкм колонка) является метасетью, относительно 30-мкм колонки 750-мкм макромодуль – также метасеть, и т.д.

Соответствующие отношения существуют и для этапов памяти, коррелирующими с геометрическими параметрами (см. **табл. 1**).

Иначе говоря, мы имеем многоаспектное соответствие, (см. таблицу 1) — нейрологического субстрата, характеристического времени самоорганизации его нервно-психических процессов, самих таких нервных-психических процессов, обрабатываемого последними вида данных, соответствующего им вида ВНД, биокibernетического аспекта вышеупомянутого, психического и «йогического» аспектов (соответственно) — различных сторон единого процесса, иерархически-полиуровневого структурно-функционального (системного) единства. С каждым последующим мета-уровнем появляются качественно новые информационные процессы и психоструктуры (см. табл. 1).

Наиболее сложная форма ВНД для единичного нейрона или небольшой группы таких – замыкание-размыкание временных связей, т.е. условный рефлекс (УР). Сеть нейронов (в т.ч. технические перцептроны, ассоциатроны и пр.) способны и к распознаванию образов (что есть не что иное, как работа сети элементарных сенсорных и условно-условных рефлексов на элементарные раздражители, стимулы, составляющие образ).

Структура типа многоуровневой обучаемой матрицы Штейнбуха способна не только к распознаванию образов, а также и к психонервной деятельности (в терминологии Бериташвили [29]) – и к образованию, подобно выработке УР-ов нейронами, моделей объектов, процессов (и взаимодействия с таковыми) объективной действительности и собственной сложной целесообразной деятельности.

Вследствие процесса самоорганизации (протекающего, в совокупности) временных связей (в свою очередь, также условно-рефлекторной), такая модель (система объект-специфичных временных связей) в процессе своего функционирования и адаптации порождает в новых ситуациях новые УР (на предмет данной модели), управляет и координирует работой УР в её составе (и частично-связанных с последними УР и с других моделей).

Следовательно, обучающейся нейронно-глионной мета-сети (мета-сеть, т.е. «гиперсеть», состоящая из сетей нескольких гомологичных один другому метауровней, где сеть любого уровня является элементом сети последующего уровня и метасетью для сети предыдущего — "самоподобная" сеть) соответствует мета-сеть условно-рефлекторная (как аппаратному обеспечению АВМ – программное обеспечение АВМ), которой соответствует иерархия (мета-)типов «входных данных» (раздражителей), а иерархии нейронно-глионных метаструктур – иерархия УР-метаструктур и иерархия этапов памяти (этапов развития, закрепления УР-структуры того или иного метауровня). Следовательно, нейробиологическую память, т.е. совокупность информации, накопленной в нейронно-глионных сетях мозга, нейрокибернетически можно рассматривать как базу данных (БД), точнее — сложную многоуровневую и «многопользовательскую» внутренне-разветвлённую БД иерархическо-сетевой организации.

Мета-сеть, строго говоря, является нейронно-глионной, а не просто нейронной – т.к. глионы по отношению к нейронам выполняют не только питающую и опорную функции. На нейроиммунную природу реализуемой с участием глионов нейробиологической памяти указывает Ашмарин [11]. Существует гипотеза Галамбоса-Ройтбака [12, 13] об обучающей функции глионов по отношению к нейронам, недавно нашедшая новое подтверждение: по Мелконяну [14, 15], изменение во времени медленного отрицательного потенциала (МОП) глионов, прилегающих к данному нейрону противоположно по знаку, величине и направлению – изменению потенциала нейрона. Именно такой характер, как известно из кибернетики нейросетей, носит изменение сигнала времени в технических нейросетях: на обучающем элементе и обучаемом решающем элементе (техническом нейроне) соответственно.

Из таблицы 1 также видно, что длительность этапа памяти какого-либо уровня прямо пропорциональна линейным размерам нейроструктуры данного уровня. Следовательно, средняя скорость, с которой информация запечатлевается в нервной ткани, постоянна, и равна 0,5-1 мкм/мин – что несколько ниже скорости роста нервного волокна (1-2 мм/сутки) – вероятно, участие глионов в данном процессе вносит задержку. (Логично предположить, что для всех метауровней такое запечатлевание – единый процесс.)

Из **таблицы 1** видно, что в мозгу имеет место масштабно-временная иерархия синергетических процессов (феноменов ВНД), их характеристических времен самоорганизации (этапов формирования памяти), и размеров сред (нейросетевых структур), в которых таковые процессы протекают; при этом в последних имеет место вертикальная гомология, т.е. взаимоотношение структуры/процесса — и соседних с ней по иерархическим уровням — как, соответственно, гомологичных: метасистемы ("сосед сверху"), системы (данная структура), и подсистемы ("сосед снизу"). Таким образом, биологическая нейросеть коры мозга представляет собой иерархический кристалл (или



решётку Пеано), узлом ячейки которого является как нейросеть в обычном понимании, так и (как схема АВМ одновременно является её программой) – семантическая сеть психики.

Кроме того, геометрически-трёхмерная нейросеть ЦНС является фактически-четырёхмерной, где четвёртое измерение – характеристическое время самоорганизации (время этапа памяти) для нейроструктуры данных размеров, время закрепления у вида ВНД данной нейроструктуры. Это, в частности, объясняет феномен т.н. превентивной импульсации: когда раздражитель является частью временного паттерна, начавшегося и распознанного до данного раздражителя; когда появление раздражителя спрогнозировано вследствие причинно-следственных связей в паттерне (частью которого таковой является) — появляется превентивная импульсация.

Мозг, особенно кора больших полушарий, по своей архитектуре — гибридная система: частично мета-сеть, частично соматотопическая приоритет-пропорциональная. Оба принципа сочетаются в каждой УР-способной структуре мозга. При этом, чем больше эволюционно развито позвоночное, тем более данная система теленцефализирована (у человека почти всё спроецировано на кору). И тем более сглажен, скрыт древний противоположный принцип — метамерная организация нервной системы, близкий к таковому аннелид и членистоногих. Таким образом, данный принцип сам находится под влиянием 2 эволюционно противоположных субпринципов. В отношении же сетевой архитектуры ситуация аналогичная: субпринципы многослойного перцептрона — и обучаемой многоуровневой матрицы Штейнбуха (Кора БП — это гибридная (матрично-перцептронная) мета-нейросеть, объединяющая преимущества обеих архитектур: перцептрона и «обучаемой матрицы» по Штейнбуху).

Иначе говоря, мозг — *полигибридная* система.

Любопытно, что, как отмечает, напр., Юзвишин [33, 34], Вселенная, окружающая нас реальность (а также информация) организована как многоуровневая сотовая сеть. Вероятно, мозг, развиваясь в ходе эволюции как орган нервно-психического отражения реальности, отразил таковую организацию и в собственной структуре (эволюционная оптимизация структуры под предмет функции, его устройство). Даже микроколоники и макро модули расположены в коре гексагонально симметрично. Любой из уровней нейронно-глионной сети по своей организации и "монтажной схеме" – это (в первом приближении) хаокристалл, но, учитывая непрерывные рост и самоорганизацию (как процесс и принцип функционирования), – синергокристалл.

Что же касается архитектурно-организационных принципов, у биологического мозга и цифрового компьютера они в абсолютном большинстве противоположны: тогда как ПК, ЦВМ — вычислитель с отрицательной обратной связью с последовательной обработкой информации и архитектурой на принципе порядка, мозг — вычислитель с преобладающей положительной обратной связью с параллельной обработкой информации и архитектурой на принципе хаоса. Не менее принципиальна и разница в специализации: обработка кода, преимущественно в числовой форме у ЦВМ — и обработка сенсорных сигналов в форме паттернов — у биологического мозга. Что же касается гносеологии, прогнозируемости системы, то тогда как от ПК требуется предсказуемость для инженера, для пользователя — от живого существа в ходе эволюции требовалась, в основном, непредсказуемость для хищников, непросчитываемость для конкурентов и т.д. (редкие исключения: согласованные действия в стае, покровительственная окраска многих ядовитых организмов, и т.д. — только подтверждают правило). Кроме того, в случае ПК вычислительные устройства организуются в сеть, — сеть состоит из вычислительных устройств, в случае же мозга — наоборот, «вычислительное устройство» состоит из сетей. (Несколько менее существенны такие отличия, как — биологические регенерация, адаптация, обучение биологических систем, плохо воссоздаваемые технически, почти не воссозданная самоперестраиваемость, и до сих пор не воссозданное самообучение; но за

исключением трех последних свойств, это — вопрос «конструкционного» материала.) Из вышеперечисленного, в основном, и проистекают все дальнейшие различия систем.

Обычная техническая нейросеть может распознавать образы, преобразовывать их, даже выполнять зависимую генерацию. Концепция обучающейся мета-нейросети позволяет понять, как человеческий мозг обрабатывает сложные многоуровнево-составные образы (посмотрите вокруг, а потом попробуйте проанализировать с такой детальностью, чтобы результат был понятен ИИ уровня FineReader. Вспомните, что обозримое пространство – лишь малая часть города, где Вы живёте, а город – лишь малая часть известной Вам Вселенной. При этом человеческий мозг поддерживает работу с вышеупомянутым в реальном времени и с опережением.) любых уровней сложности и обобщения. Данная концепция (многоуровневого структурирования - мета-сети) даёт не только собственно научное, схемотехническое понимание психических явлений любого уровня сложности, их многоуровневости в функциях и возможностях естественного разума (в отличие от доминирующего на данный момент гуманитарного квази-«понимания» с лёгким налётом мистики), но и позволяет в общих чертах решить задачу реализации последних в аппаратной либо виртуальной нейросети искусственного разума, а также понять, пусть пока схематически, функционирование данной системы как целого во всей её сложности.

Обращает на себя внимание кратность пяти для величин иерархической пропорциональности  $X_{n/(n-1)}$ . Как известно, для живого (в отличие от неживого) характерна как раз пятеричная симметрия; в данном случае, последняя наблюдается в иерархическом времени.

Что любопытно, на нейрорганеллярном уровне межэлементная связь 0-направленна (направленность отсутствует), на нейронном 1-направленна, на микроколлоидном – 2-направленна (реципрокна), на макромодульном – 3-направленна (пре- и постсинаптические контакты), т.е. связь становится управляемой для «третьей стороны» = произвольность, обучение себя (как известно из психологии, осознанность психического процесса означает его управляемость); на уровне самосознания это уже взаимное обучение (4-направленность), и т. д.

Относительно мета-сети 2-я сигнальная система представляет собой, по сути, нисходящую иерархическую петлю (с третьего и более высоких уровней) — на 1-й (для височной коры), и на 2-й — для зрительной коры, создающую возможности качественного (порой многократно повторяющегося) сжатия конкретно-образной информации в вербальный код (и соответственно экономии системных ресурсов), абстракции, "отвлечения", обобщения, развития логики и т.д..

Основой схемотехнической динамики нейронных обучающихся систем мозга является принцип перестраиваемой последовательно-параллельной работы, при котором кора мозга работает и как последовательная, и как параллельная «схема» — одновременно и поочередно. Различные зоны коры, различные колонки и модули могут обрабатывать информацию как параллельно, так и последовательно, находясь (ЭЭГ-синхронизационно и электротонически) на различных иерархических уровнях функционирования. Сущность принципа в том, что мета-сетью распознаётся не только собственно «входной» паттерн, а и как иерархические уровни (на которых будет производится распознавание), так и задействуемая конфигурация связей между участками коры (которая будет распознавать). Связанность между собой и взаимодействие участков коры определяется не столько собственно их физическими связями (таковые избыточны), сколько уровнем синхронизированности их сигнала и межслойных переходов последнего (синхронизация объединяет «разрозненные», порой далеко отстоящие друг от друга участки коры в функционально единое целое, работающее над одной задачей, т.е. процесс коммутации).

**1.2. Нейрон как синергетическое моделирующее устройство.** Также касательно нейронного уровня организации мета-сети следует отметить, что:

1. Исходя из возрастания вычислительных способностей технической и компьютерно-модельной (виртуальной) нейросети, и приближения по свойствам к биологическим нейросетям — пропорционально отходу от концепции сети на формальных нейронах-триггерах, в пользу синергетических процессов (В настоящее время очевидно, что биологические нейронные сети — это синергетические вычислительные (точнее, моделирующие) структуры),

2. более высокие уровни организации мозга, чем нейронная сеть, также характеризуются синергетичностью и самоорганизацией как сущностными свойством.

3. нейроколоночный и субнейронные (нейропротеидный, по Радченко [27] и нейроорганеллярный, по Савельеву [6]), а также супернейроколоночные уровни организованы как обучающиеся самоорганизующиеся сети активных возбудимых элементов,

4. крупные нейроны — это мультицеллюлярные многоэлементные сетевые структуры (схмотехнически это относительно простые нейросети (на малых нейронах)) (Савельев, [6]), т.е. de-facto крупный нейрон — это синергетическое вычислительное устройство.

5. как известно, при переходе от мелких нейронов к крупным отсутствуют явления сегментации или метамеризации, образования каких-либо внутренних перегородок или т.п. аналога многоядерного синцития (скорее наблюдается нечто внешне аналогичное — по своему принципу — росту псилофита), количественные изменения при росте размеров и числа ветвлений дендритов — не переходят в принципиальные; иными словами, увеличение размеров нейрона для самой клетки и её функции — это количественные изменения, рост, но принципиальных изменений при этом не происходит (за исключением схмотехнического аспекта, т.к. *функция переходит из нейронного диапазона характеристического времени в нейроколоночный, более высокий — соседний — иерархический диапазон*),

исходя из вышеперечисленного, а также таблицы 1, очевидно, что нейронный уровень организации мозга ничем принципиально не отличается от выше- и нижестоящих уровней — синергетической должна быть не только форма (и содержание!) нейросети (и мета-нейросети), но и сущность её элементов, то:

биологический нейрон, **независимо от размера**, схмотехнически и кибернетически представляет собой *синергетическое вычислительное (точнее, моделирующее) устройство*.

Самоорганизация нейронов происходит не только в пространстве, но также и во времени: схмотехнически небольшой нейрон (на нейронном и больших диапазонах характеристического времени) — это обучаемый (частично-)зависимый генератор на "неустановившихся процессах", с импульсным выходом (простейшей технической реализацией генератора на "неустановившихся процессах" является разрегулировавшийся блокинг-генератор).

Синергетические вычисления, по Радченко [51], являются аналоговыми и подпороговыми, обрабатывается каждый бит информации, поступающей в нейрон, а не только надпороговые сигналы; и если сигнал не носит критический характер (по оценкам Радченко, таковых  $\approx 2\%$  от всех сигналов/входов), ответ отсрочен, порой весьма значительно, во времени (**квази-спонтанная активность**); порогово-триггерный характер, по Радченко [51], носит только выходная характеристика нейрона, но никак не входная.

Надо отметить, что синергетические вычисления в нейроне "реализованы" на сочетании самоорганизации: трансмембранных потенциалов нейромембраны, биохимических автоволн цитоплазмы (с примесью участия фибриллярно-циркуляционной активности), и гиперзвуковой дифракции на фибриллярном скелете

клетки ("нефи" по [7]), иначе говоря — на триалектике биохимической, ионно-токовой и гиперзвук-дифракционной синергетик нервной клетки.

В связи с вышесказанным стоит подчеркнуть, что так называемая ненадежность работы нейрона — эффект кажущийся, точнее, неверно классифицированный. Ведь поскольку:

1. в живой природе (и не только), в отличие от техники, даже точно повторяющееся событие означает не тоже самое, что его "прототип",
2. в нейронах коры, вообще в мозгу происходит постоянное обучение, в связи и с этим ответная реакция на даже точно повторяющееся событие не воспроизводится в точности,
3. в условиях противостояния, говоря партизанским языком, "шаблон — путь к гибели", а живая природа — это именно противостояние (хищников и жертв, конкурирующих особей одного и близких видов — между собой, их всех — неблагоприятным эко-климатическим условиям, и т.п.) — то, казалось бы, ненадежное, "нестабильное", никогда не повторяющиеся себя в точности поведение нейрона — это не неисправное или некачественное, а наоборот, правильное, оптимальное и адаптивное поведение. Следовательно, кажущееся "ненадежностью" работы нейрона явление, по сути, ошибочно классифицировано, это проявление самоорганизации первого, его обучения и адаптации. Эволюция производит изумительные по своей надежности и эффективности структуры (крылья птиц и насекомых, скелет прочноскелетной землеройки (*Scutisoricinae*), кожа дельфина, мышцы с КПД в 50-60%...), так что было бы большой ошибкой думать, что в такой крайне важной области, как нервная система, первая почему-либо изменит себе.

**1.3. Нейроапоптоз: объяснение и расчёт параметров.** Что интересно, момент времени, после которого процесс запечатлевания информации в нервной ткани, начавшийся незадолго до рождения индивида, начавшийся в произвольной точке коры, охватит и «заполнит» всю кору, это:  $10 \text{ лет} * \pi \approx 31 \text{ год}$ . Этот момент времени известен как возраст («после 30 лет»), с которого естественная гибель нейронов коры резко ускоряется (в среднем в сутки по 50-100 тысяч нейронов [41]; ответа, зачем нужен таковой явно вредный эффект — и почему погибает именно это количество нейронов — до сих пор не было). В рамках же данной модели это интуитивно понятно: во-1-х, 50-100 тысяч нейронов — это примерная оценка количества нейронов в макро модуле («суточный» этап памяти), во-2-х, после того, как «ёмкость» **любого типа** заполнена полностью, при продолжающемся «заполнении» резко возрастает «давление», в «ёмкости» возникают структурные дефекты; а также, чтобы в такой ситуации что-то «записать», необходимо что-то удалить, при этом система аналоговая — *схема и есть программа...* (Минимальное значение для момента «заполненности» всей коры:  $5 \text{ лет} * \pi \approx 15 \text{ лет}$  — также совпадает с моментом интенсификации гибели нейронов — подростковой.)

**1.4. Нейросетевая модель фронтальной коры: мета-«кольчуга» и её функционирование.** Фронтальная кора состоит преимущественно не из микроколонок, а из так называемых «нейронных ловушек» (по Лоренте Де Но, [10]) — нейросетей, элементы которых связаны друг с другом в переплетающиеся, пересекающиеся друг с другом кольца (строго говоря, это уже не сеть, а сетеподобная структура, которой больше подходит название «кольчуга»). На современном этапе считать «нейронные ловушки» лишь линиями задержки сигнала (тем более просто возбуждения) так же примитивно, как считать неспецифические ядра таламуса всего лишь механическими реле-переключателями (таковая функция далеко не единственная, и явно не чисто механическая).

Совокупность всех функций (по Клайсту, [38, 39]) фронтальной коры, по мнению автора, сводится к тому, что — это стратегическая кора, стратегико-поведенческие анализатор и доля мозга (даже т.н. «зона активного мышления» — это стратегический резерв на «случай чего»).

Решением приснопамятного парадокса "рефлекторного кольца" (столь похожего на «нейронную ловушку») в свое время оказалось положение биокibernетики о регулировании по замкнутому (гомеостаз) и открытому (поведение) контурам; при этом регулируемый объект может быть и участком нервной системы. И кроме того, если рассматривать сложный условный рефлекс как схему переработки информации, надо отметить, что сигнал в ней может течь по любой (в том числе кольцевой) траектории, целесообразной для обработки сигнала; при этом информация в кольцо поступает извне, выводится вовне, и обучение кольца так же идёт извне.

Рефлекторное кольцо фронтальной коры – это своего рода высший гомолог классической схемы (управляющей выбором типа поведения) из 4 колонок ретикулярной формации в стволе мозга (по Килмеру и Мак-Каллоку, цит. по Арбиб [37], стр. 269-276), схема того же класса, но другого типа – в отличие от ретикулярно-формационной, не с "запаянным" энергетическим, а с обучаемым (условнорефлекторно, (УР)) семантическим голосованием.

Автор считает, что, исходя из общей логики зависимости свойств нейросетей от их архитектуры, можно предположить, что мета-«кольчуга» является мета-нейросетью распознавания, преобразования и т.д. процессов регуляции как таковых (в рефлекторных кольцах мозга, замкнутых и открытых контурах (ЗОК) управления), надстроенной над последними – являющимися (в т.ч.) и её «детекторным слоем», а также образов, паттернов окружающей среды, в которых выражена временная компонента (их обработка – функция лишь «линий задержки»). Благодаря последним, лобная кора – это «хрональная» кора.

С алгоритмической точки зрения «реверберационные кольца» фронтальной коры ответственны за циклические алгоритмы переработки информации (языком Павловских метафор это – «шаговые реле-искатели», коммутирующие системы условных рефлексов остальной коры между собой (шаг вперёд по сравнению с «телефонной станцией»).

Также «реверберационные кольца» реализуют принципы конвейера и естественной цикличности среды и времени (человек вышел из-под действия естественного отбора, ещё будучи кроманьонцем, на чём биологическая эволюция крайне замедлилась; а у кроманьонцев, поиск дичи, например, сменялся погоней за ней, погоня – схваткой, схватка – поеданием, поедание – отдыхом, отдых – тогда ещё примитивным творчеством, но голод опять толкал на поиск дичи, и т.д.), близкой к цикличности функции обработки ритмов, внутренняя разветвлённость нейронных ловушек отвечает за переключения между разными циклами (обработку ветвления линии событий).

Вследствие фазности "повторного хода сигнала" [1] (то есть межциклической синхронности, сигнал *самокогерентен*) топологическая мета-«кольчуга» в электрофизиологическом аспекте подобна (и трудноотличима от) перцептрону с синхронными переходами сигнала между слоями, «кольчужность» незначительно сказывается на характере импульсации.

Геометрически-трёхмерная лобная кора является нейродинамически-четырёхмерной (как минимум), а фактически – пятимерной (обработка ветвления линии событий, «вечные» вопросы, философия и т.д.). Более того, и структура нейронных связей в «нейронных ловушках», по мнению автора, напоминает четырёхмерную, свёрнутую в трёхмерное физическое пространство. Иначе говоря, рефлекторная цепь из «нейронных ловушек» — это четырехмерная (охватывающая и временное измерение) рефлекторная цепь.

Исходя из той же логики зависимости свойств нейросетей от их архитектуры, – с позиции классической рефлекторной теории, в мета-«кольчуге» одна часть каждого рефлекторного кольца управляет, регулирует и т.д. по обычным УР-ЗОК механизмам другой, а та, в свою очередь 1-й (помимо управления собственно внешним управляемом объектом); (две (минимум) части, три, четыре, ...,  $x$ ; перекрестное, перекрестно-сетевое, и из соседних колец управление, в т.ч. с участием внешних элементов, нейросетей, кольчуг – соседних

данной — т.е. нечто вроде системы гомеостатов Эшби (но гомеостатов *динамики*) с кольчужной топологией связей (и несколько другим принципом точки успокоения, равновесия); каждое из таких колец обучается внешним сигналом об эффективности своей работы, как и в любой обучающейся нейросети. Такая «кольчужная» архитектура способствует максимальной самоорганизации нейродинамики (максимальной в т.ч. и по сложности); т.к. данные процессы условнорефлекторны, а также (по Эделмену Дж., [1]) находятся под контролем селекции – то это приводит к самоорганизации (и генерации) адаптивных и эффективных поведенческих программ.

В кибернетическом аспекте, кора больших полушарий аналогична «универсальной моделирующей системе» (УМС) по Фаткину и Чекалиной [35, 36] – при отсутствии готовой формулы у решающего блока (гранулярная кора) задача передается в моделирующий блок (агранулярная, фронтальная кора), решающий гораздо более сложную метазадачу (з. Коши) моделирования, для которой формулы решающего блока (в т.ч. отсутствующая) – лишь частные случаи; выработанная формула потом используется решающим блоком (и сохраняется в его памяти). Что любопытно, в работе [35] УМС включает «модель себя» и применительно к ней упоминается термин «сознание».

В рамках данной гипотезы решается проблема «верховного управляющего поста», «человечка за пультом» **без** игнорирования феномена (сущностной необходимости) единого верховного центра управления – и сведения последнего исключительно к естественной саморегуляции подчинённых ему нейросетей, как, напр., в (Арбиб [37], стр. 225, 233, 235), и понятно, почему и **как** «мета-кольчуга» – фронтальная кора – в высшей степени способна к самоуправлению, а ее «программное обеспечение» – к самомета-программированию – и почему именно последняя является наивысшим центром регуляции и саморегуляции, управления и самоуправления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Таким образом, головной мозг представляет собой биологический вычислитель на иерархически-полиуровневой масштабируемой самоорганизации (сверхвысоко-самоорганизующаяся самоподобная, автотронная обработка и выработка сигнала). Следовательно, система нейронно-глионных сетей коры больших полушарий фактически представляет собой мета-сеть, иерархический кристалл, ячейкой которого является

хорошо изученная, технически воссозданная и стратегически значимая (напр., DARPA [24]; см. также [48-50]) обучающаяся нейросеть из нейроподобных элементов, а базовый уровень, базовый "этаж" на 2 уровня организации ниже собственно нейронного. Архитектура типа "сети сетей" и сама по себе крайне перспективна (например, интернет), а будучи многократно повторенной, она может работать со сложносоставными образами реальности любой сложности и быть физической основой разума, который, очевидно, представляет собой активно-превентивный растущий иерархический синергетический кристалл семантических сетей; сознание же представляет собой нейроинформационный резонанс *самонаблюдения* в мета-сети.

Причём зачастую количество активных элементов данной мета-сети уступает таковому, например, в принципиальной схеме крупного серверного кластера или суперкомпьютера. Современные технические нейросети позволяют реализовывать сложнейшие функции бионейронов, в т. ч. проращивание новых дендритов и аксонов (программируемая общая шина данных микросхемы).

В данной работе показаны архитектура и схмотехническая воссоздаваемость человеческого мозга, что открывает **значительные** перспективы в сфере создания «сильного ИИ» и искусственного Разума.

= ENGLISH TRANSLATION. =

In case of any "bugs", errors, misunderstandings, "transo" and so on –  
correct is original Russian text.

## **METASYSTEM-SYNERGETIC APPROACH TO THE ARCHITECTURAL AND "PLATFORM" ORGANIZATION OF THE BRAIN'S NEURAL NETWORK.**

### **CONTENT:**

|   |   |
|---|---|
| Содержание / Content.....   | 1 |
| Вступление.   |   |
| 2. Аннотация/abstract, ключевые слова/keywords.....   | 2 |
| 3. Современное положение в нейробиологии: схмотехнический<br>аспект (обзор литературы)..... | 3 |
| Основная часть.   |   |
| 3. Схмотехнический анализ архитектурно-"платформенной" организации<br>мозга.....            | 5 |
| 3.2. Нейрон как синергетическая моделирующая установка.....                                 | 9 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Нейроапоптоз: объяснение и расчёт параметров.....                                   | 12 |
| 3.4. Нейросетевая модель фронтальной коры: Мета-«кольчуга» и её<br>функционирование..... | 12 |
| 4. Заключение.....   | 15 |

### **ENGLISH TRANSLATION.**

|   |    |
|---|----|
| Content.....  | 16 |
| Introduction.   |    |
| 1. Current state of neuroscience: circuit design approach<br>aspect (literature review).....    | 17 |
| The main part.  |    |
| 3. Schematic analysis of the architectural and "platform" organization of the<br>brain.....     | 19 |
| 1.2. Neuron as a synergistic modeling device.....   | 23 |
| 3.3. Neuroapoptosis: explanation and calculation of parameters.....                             | 25 |
| 3.4. Neural network model of the frontal cortex: Meta-"ring-armour" and its<br>functioning..... | 25 |
| 4. Conclusion.....  | 27 |

### **MULTILANG SECTION.**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Список литературы / References..... | 28 |
| Автор / Author.....                 | 30 |

### **CURRENT STATE OF NEUROSCIENCE: CIRCUIT DESIGN ASPECT (LITERATURE REVIEW).**

It is known that there is a significant gap between the 'computational abilities' (complexity of neuropsychic functions) of biological neural networks being trained and their technical analogues. There are no satisfactory (i.e. technically suitable) explanations for this, despite the fact that the circuitry properties of the bio-neuron and technoneuron can be very close, as well as those for small and medium - sized bio-and technoneuron networks. At the same time, with an increase in the (quadratic index) of the brain, its 'computational abilities' increase almost exponentially, and with an increase in the number of neurons in a technical neural network above a certain limit, the increase in 'computational abilities' first slows down, and then practically stops (see, for example, Edelman J. 1981 [1] – p. 76, Fig. 1.). Since the properties of a system, including a system of neurons, are determined not so much by its elements as by its connections between elements, we can conclude that in the brain, above a certain limit (the level of a small network), the connection scheme of elements changes qualitatively (exponent and saturation curve). Indeed, the scheme of connections of micro-columns (small, 110-neuron networks) in the macromodule is also a small (and reciprocal) network (according to Mountcastle [1] and



Sentagotai, Arbib [2]), but the network is no longer neural, but a column – based neural network of the second order.

Recently, a number of works of metasystem-predictive type [43] have appeared in relation to the subject under study — "periodic tables" of inventions and discoveries, in particular [56], devoted to deciphering the general mechanisms of gene-epigenetic control in eukaryotes. This scientific work is devoted to the architectural and "platform" (in computer engineering terminology) organization of the neural network of the brain. It is time to move from an increasingly exhaustive analytical approach, lost in the infinite branching of Fourier series of cognition, to a synthetic one, combined with the combination of a synergetic approach with a system-hierarchicalm; in other words, it is advisable to collect disparate details of various levels of organization into a single whole - based on the combination of system-hierarchical and synergetic positions (as in most consistent with the modern scientific paradigm). In this regard, it would be advisable to create a similar "periodic table" for the subject of neuroscience, which would make it possible to determine the next steps.

The perceptronicity of the structure and functioning of all screen centers of the brain in the EEG-synchronized state—from the frontal cortex (Abeles M, Vaadia E, Bergman H., 1990 [30]) to the cerebellar cortex (Bergantz D., Barad H., 1988 [25]) - can be considered a proven fact, while the question remains open about the nature of working in asynchronous mode, which is so prevalent that it has generated rumors about 2% (0.1%, 5%, up to 20% - depending on the author) Efficiency of the brain. While the connection of such asynchrony (randomness) with the perceptron mechanism is intuitively clear (randomness of the projections of the sensor layer, and b / part of the connections in the perceptron), it is not clear (at the same time) how exactly this is implemented. In the theory of "neural ensembles", the latter function as active (semi -) groupsautonomous units (autonomous and dialog modes are absolutized, to the detriment of network ones, etc. – as a result of which a number of important phenomena, for example, hypnotic states, become completely incomprehensible) and their functioning as **elements** of a system, closely related parts of a single whole, is much less considered. In addition, unlike the perceptron theory, the circuit design aspect is very poorly developed, **and the technological principles** of the "neural ensemble system"are completely invisible behind the abundance of data. In the classical theory of learning neural networks (Pitts W., McCulloch W. S., 1947 [17]), Rosenblatt, F. (1962) [31]) and its modern modifications (Y. LeCun, Y. Bengio (1995) [16], etc.), with all its advantages, the perceptron (as well as the associatron a learning neural network (LNN) is usually considered as a hierarchically one-level network, while for one of the classes of models of the nervous system - the trained matrix (according to Steinbuch, [3]), it is known that when its implementation transitions from one-level to multi-level, it becomes capable of: the development of conditioned reflexes, as well as pattern recognition and a number of other functions – (in general) to psychonerval activity (in Beritashvili's terminology [29], i.e., to the formation of models of objects and processes (and the interaction of individuals with them) of objective reality and their own complex purposeful activity).

Neurosinergetics (Ivanitsky G. R., 1991 [47]) pays insufficient attention to the structure of the synergetic environment, its super-complex topology (which is more likely even circuitry).

The "pure" circuit approach (George F., 1963 [23], J. Neumann, 1956 [55]) often suffers from extreme reductionism, tends to "rigid" schemes, as a result of which it is unable to explain the higher functions and so-called "redundancy" of the nervous system.

The above-mentioned errors are repeated at the next software stage by the concept of IMM - "nefi" (Lieberman et al. [7, 8]), which focuses on genetically determined information processing, learning and even more so self-learning is almost not considered, reduces the entire complexity of neurodynamic processes to neural, more precisely, intra – neural processes, and represents the brain as a whole as a network genetic automaton, it is suitable, perhaps, only for unconditionally reflex-instinctive circuits of the nervous system. Ignoring qualitative development leads to an

"Internet-like" model and absurd conclusions like "at every moment of time, consciousness is located **inside** one of the neurons" (sic!) (Lieberman, 1990 [8]).

In addition, the classical theory of neural networks does not provide an answer to how cortical neural networks interact with each other, and the answer of the theory of "neural ensembles" is suspiciously similar to the sad memory of "autonomous evolution" (see, for example, A. Lima de Faria [46], Varela F., 1979 [45]), and both of them practically ignore the morphology of the nervous system: the presence of structural (and especially functional) levels – above the chosen (in theory) – main one.

The holographic concept (Pribram, 1971 [44]) absolutizes 1 of the types of signal interaction in the nervous system ("holographic"), completely rejecting the rest. In addition, to obtain any high-quality hologram, an extremely high **stability** of the carrier frequency is necessary, which is achieved only in lasers, while even for pacemakers of the brain, a certain frequency **lability** and plasticity are characteristic. In addition, the common reduction of the synergogram-memory-to a hologram is reductionism, which ignores such important properties of the synergogram as the ability to self-repair and develop. In other words, having played a significant positive role in its time (1970-80s), the holographic concept has now become a simplistic brake on the path of further knowledge.

Some researchers make attempts to consider the functioning of a large group of LNN in the so-called "information field" (Grosberg A. Yu., Khrustova N. V., 1993 [32]), and there is a qualitative leap in the functioning of the system compared to single LNN – but, unfortunately, without specifying the circuit implementation of the "information field".

## THE MAIN PART.

### Chapter 1.

#### Circuit analysis of architectural and "platform" organization of the brain.

According to the scheme (Taylor, 1962 [42]), the scheme of connections in the 1st layer of the cerebral cortex (BP) is very close to the matrix, and some of the neural circuits of other layers of the BP cortex are very similar to matrices. "neural networks of analyzers are matrix-based. In this regard, it is worth noting that the effectiveness of one of the types of learning neural networks — the "learning matrix" (according to Steinbuch, [3]) (OMSH) — significantly increases in the multi-level version of its implementation: OMSH becomes capable not only of pattern recognition, but also of psychonerval activity (according to Beritashvili [29])- to the

formation, like the development of CR-s by neurons, of models of objects and processes (and interaction with them) of objective reality and their own complex purposeful activity.

Note in this regard that:

1. at all levels of the CNS organization: elements (neurons, microcolumns, 750-micron macromodules (according to Szentagothai [4]), nerve centers, analyzers) form networks, there is a closure — and a change in the "weight" - of interelement connections (learning), the course of conditioned reflexes (including the CNS level as a whole-interhemispheric interaction and its development over time — the so-called "activity of the corpus callosum"). In addition, as is known from sociology, the structure of connections at the inter-individual level is also a network, although, relatively speaking, "software" — not hardware; conditioned reflexes can include more than 1 individual (the so-called "super-reflexes"). In addition, at the neuroprotein level, according to Radchenko [5,26,27], both chemoreceptive (C-elements) and electroexcitable nonlinear (E-elements) elements of the neurolemma form a network of binary elements (C-elements are circuitically equivalent to the 1st layer, E-elements-to the 2nd) of the binary perceptron, learning network – if at least 1 of the synapses within the neurolemma receives a training (reinforcement) signal.

2. The subneuronal level is also organized according to the network principle: a large neuron with a developed dendritic tree can be considered, according to Savelyev [6], as a network of elementary neurons. Also, a group of authors (Lieberman, Minina, Shklovsky-Cordy [7, 8]) developed the concept of an intra-neural quantum hypersonic holographic computer based **on a network** of cytofibrils-circuitically equivalent to a complex perceptron based on binary elements (a network of neural cytoskeletons together with the immediate environment of the latter) with a "each-to-each" communication scheme **that recognizes images** [8] presented to neuron<sup>1</sup>.

Therefore, we can assume that the brain is a **multi**-level learning neural network (LNN), each of the levels of which is similar to the usual technical LNN. Moreover, if we compare the average linear dimensions (diameter) of structural elements at different levels of organization of the cerebral cortex (neuroprotein, neuroorganelle, neuron, microcolumn, macromodule, nerve center [9], analyzer, and CNS as a whole) and the duration of the corresponding memory stages<sup>2</sup>, we get the following (see Table 1.):

<sup>1</sup> An adequate model of a small and medium-sized neuron (on the neural and large ranges of characteristic time) will be discussed at the end of the first chapter.

<sup>2</sup> Stage 2 of memory is, in fact, the characteristic time of self-organization of neuropsychic processes of a given level of complexity.

It is interesting that the linear dimensions of different levels of neurostructures correlate in the same way as the durations of different stages of memory (corresponding to neurostructures), for example: iconic memory – a signal on neuroproteins; primary memory – synaptic, etc. organellar processes; short – term memory-neurons (according to Radchenko [26-28]).

**Table 1** (data is taken from open sources, data tabulation is author's).

| m, level number | Neuro-Structures | size (diameter) of structures      | $X_n / X_{n-1}$ | Time of the memory stage | type of memory       | Irritant         | Type of HNA           | Biocybernetic | Level of the psyche       | Yoga aspect <sup>3</sup> |
|-----------------|------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 7               | Specie           | ≈ 10-12 (individuals) <sup>1</sup> | 10              | 50-100 years             | Memory of generation | The philosophema | of the Philosopher's? | ?             | Ontological consciousness | Atmanic (Sahasrara)      |
| 6               | Individual CNS   | ≈262.5 cm ±87.5 cm <sup>2</sup>    | 10              | 5-10 years               | Tertiary (constant)  | Ideologeme       | Conviction, ideology  | ?             | Ideological consciousness | Buddhistic (Ajna)        |

|    |                  |   |     |                        |              |                    |                              |                     |                             |                             |
|----|------------------|---|-----|------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5  | Analyzers        | $\approx 26\frac{1}{4} \pm 8\frac{3}{4}$ cm | 35  | 182.3-364.6 days.      | Secondary    | Meta-theory        | Meta-theories, Ideas         | Meta-theory         | Creative superconsciousness | Sacred/Nirvanic (Vishuddha) |
| 4  | Nerve centers    | 7.5±2.5 mm                                  | 10  | 5 days 5h-10.5 days    | Transitional | Conceptions        | Conceptions, theories        | Meta-notion         | Self-Consciousness          | Causal (Anahata)            |
| 3  | Macro-modules    | 750±2 50 micros                             | 25  | 12.5-25h               | Buffer       | word               | word, notion <sup>4</sup>    | Meta-model          | Consciousness               | Mental (Manipura)           |
| 2  | Micro-columns    | 30 micros                                   | 60* | 45±15 min up to 90     | Operational  | image              | Model                        | Metaprogram (model) | Sub-Consciousness           | Astral (Svadhistana)        |
| 1  | Neurons          | 3 μm  | 10  | 45±15 s to 90          | Short-Term   | Irritant           | Reflexes                     | program             | Unconscious                 | Etheric (Muladhara)         |
| 0  | Neuro-organelles | 0.3 μm <sup>5</sup>                         | 20  | 4.5±1.5 s to 9 s       | Primary      | Irritant's element | the Intra-reflex connections | the sub-program     | Instinctive                 | Biological ("tail")         |
| -1 | Neuro-proteids   | 15 nm                                       | -   | 225±113 (up to 450) ms | Iconic       | Sensor quantum     | "neurobit"                   | Elementary command  | genetic                     | biochemistry ("sting")      |

<sup>1</sup> "The theory of 6 handshakes" – after 5-6 handshakes, you are familiar with every person on the planet (according to [40]).

<sup>2</sup> The equivalent surface diameter of the brain ( $\approx 220000\text{cm}^2$ ) – given that 2/3 of its surface is hidden in the convolutions.

<sup>3</sup> "subtle body" and (chakra) – subjective and phenomenological "content" of autohypnotic practices. (Linking (levels of CNS organization to the corresponding levels of "subtle bodies") – based on the correspondence of "the type of HNA-the genus of the "subtle body" and its chakra" according to V. Danchenko, [19].) Even when learning such a relatively simple skill as singing, teachers and students often focus on subjectively perceived "processes" and "structures" that have no scientific justification, but nevertheless work and are effective in mastering such skills. It is possible that in both cases we are dealing with the subjective "virtual" interface of associative "design" created by the subconscious mind.

<sup>4</sup> Basis of the 2nd signal system.

<sup>5</sup> The average diameter of the soma (body) of a neuron.

\* 60 – since there are 6 neural layers in the microcolumn (the 1st of 7 cortical neural layers contains almost no neurons [10]),  $10*6 = 60$ .

In this connection, the author introduces the concept of a meta-network, i.e. a homological multilevel hierarchical neural-glion network, in which an element **of any** of the levels is a system (network) at the level preceding this one and is included at this level in the system (network) – which is already an element at the next level, and the levels are homologous to each other. a friend.

It is interesting that if we move from the levels of the CNS organization to the corresponding levels of the so-called "subtle bodies" of yoga, then the value of m "m-vector" coincides with the internal "dimension" for the "subtle body". Based on this, it can be assumed that (starting from the neuroorganellar level) the "m-vector" (see Table 1, 1st column) of the neural-glion meta-network is one of the integral aspects of its architecture.

A system of stimulus elements forms a stimulus, a system of stimuli (irritants) forms an image (of the 1st signal system); a system of concrete images forms a notion (element of the 2nd signal system), a system of notions (words) forms a conception (theory), etc.; ...at the same time,

a conditioned reflex stimulus corresponds to a reflex (and a neuron – as the most complex type of HNA for a single neuron), while the conditioned reflex (CR) is bio-cybernetically a program. In the bio-cybernetic aspect, the model is a metaprogram relative to the CR-program. In the same way, the model correlates with the word (notion) of the second signal system, and intra – reflex (function of neural organelles) connections - (connections between elementary components of a stimulus or reaction, axon-reflex, etc.) - with simple CR. At the same time, a neural network (30-micron column) is a meta-network relative to a neuroorganell network, a macromodule is also a meta-network relative to a 30-micron column, and so on.

Corresponding relationships also exist for memory stages that correlate with geometric parameters (see **Table 1**).

In other words, we have a multidimensional correspondence (see Table 1) — the neurological substrate, the characteristic time of self-organization of its neuropsychic processes, the neuropsychic processes themselves, the type of data processed by the latter, the type of HNA corresponding to them, the bio-cybernetic aspect of the aforementioned, the mental and "yogic" aspects (respectively) - various aspects of the unified state of consciousness. process, hierarchical and multilevel structural and functional (system) unity. With each subsequent meta-level, qualitatively new information processes and psychostructures appear (see Table 1).

The most complex form of HNA for a single neuron or a small group of them is the closure-opening of temporary connections, i.e., a conditioned reflex (CR). A network of neurons (including technical perceptrons, associatrons, etc.) is also capable of pattern recognition (which is nothing more than the operation of a network of elementary sensory and conditioned reflexes to elementary stimuli, stimuli that make up the image).

The structure of the type of multi-level learning matrix of Steinbuch is capable not only of pattern recognition, but also of psychonervative activity (in Beritashvili's terminology [29]) – and to form, like the development of CR-s by neurons, models of objects, processes (and interaction with them) of objective reality and their own complex purposeful activity.

As a result of the process of self-organization (occurring in the aggregate) of temporary connections (in turn, also conditioned-reflex), such a model (a system of object-specific temporary connections) in the process of its functioning and adaptation generates new CR in new situations (for this model), manages and coordinates the work of CR in its composition (and partially-related to the latest CR and other models).

Consequently, a learning neural-glion meta-network (a meta-network, i.e., a "hypernet" consisting of networks of several meta — levels homologous to each other, where a network of any level is an element of the network of the next level and a meta-network for the network of the previous one is a "self-similar" network) corresponds to a conditional-reflex meta-network (like hardware of analog computer - to programs of analog computer), which corresponds to a hierarchy of (meta-) types of "input data" (stimuli), and a hierarchy of neural-glion metastructures – a hierarchy of CR-metastructures and a hierarchy of memory stages (stages of development, consolidation of the CR structure of a particular meta-level). Therefore, neurological memory, i.e. the totality of information accumulated in neural-glion networks of the brain, can be considered neurocybernetically as a database (DB), more precisely-a complex multi-level and "multi-user" internally-branched database of a hierarchical network organization.

A meta-network, strictly speaking, is a neural-glyonic network, and not just a neural network – since glyons perform not only feeding and supporting functions in relation to neurons. The neuroimmune nature of the neurological memory implemented with the participation of glyons is indicated by Ashmarin [11]. There is a Galambos-Roitbak hypothesis [12, 13] about the learning function of glyons in relation to neurons, which recently found new confirmation: according to Melkonyan [14, 15], the change in time of the slow negative potential (MOS) of glyons adjacent to a given neuron is opposite in sign, magnitude, and direction to the change in the neuron potential. As is known from the cybernetics of neural networks, this is precisely the

nature of the time signal change in technical neural networks: on the training element and the trained decision element (technical neuron), respectively.

Table 1 also shows that the duration of the memory stage of any level is directly proportional to the linear dimensions of the neurostructure of this level. Therefore, the average rate at which information is imprinted in the nervous tissue is constant, and is equal to  $0.5\text{-}1 \mu\text{m} / \text{min}$  — which is slightly lower than the growth rate of a nerve fiber ( $1\text{-}2 \text{mm} / \text{day}$ ) - probably, the participation of glyons in this process introduces a delay. (It is logical to assume that such imprinting is a single process for all meta-levels.)

Also **Table 1** shows that in the brain there is a time-scale hierarchy of synergistic processes (HNA phenomena), their characteristic times of self-organization (stages of memory formation), and the size of the environments (neural network structures) in which such processes occur; in the latter, there is a vertical homology, i.e., the relationship of structure/process — and its neighbors at hierarchical levels-as, respectively, homologous: metasystems ("neighbor from above"), systems (this structure), and subsystems ("neighbor from below"). Thus, the biological neural network of the cerebral cortex is a hierarchical crystal (or Peano lattice), the cell node of which is both a neural network in the usual sense, and (as the AVM scheme is also its program) — the semantic network of the psyche.

In addition, the geometrically three-dimensional neural network of the central nervous system is actually four-dimensional, where the fourth dimension is the characteristic time of self-organization (time of the memory stage) for a neurostructure of these dimensions, the time of fixing the HNA type of this neurostructure. This, in particular, explains the phenomenon of so-called preventive impulsing: when the stimulus is part of a temporary pattern that began and was recognized **before** the given stimulus; when the appearance of the stimulus is predicted due to causal relationships in the pattern (of which it is a part), preventive impulsing appears.

The brain, especially the cerebral cortex, is a hybrid system in its architecture: part meta-network, part somatotopic priority-proportional. Both principles are combined in every intelligent brain structure. At the same time, the more evolutionarily developed a vertebrate is, the more this system is telencephalized (in humans, almost everything is projected onto the cortex). Moreover, the ancient opposite principle — the metameric organization of the nervous system, which is close to that of annelids and arthropods — is smoothed out and hidden. Thus, this principle itself is influenced by 2 evolutionarily opposite sub-principles. As for the network architecture, the situation is similar: the sub-principles of the multi-layer perceptron and the trained multi-level Steinbuch matrix (the BP cortex is a hybrid (matrix-perceptron) meta-neural network that combines the advantages of both architectures: the perceptron and the "trained matrix" according to Steinbuch).

In other words, the brain is a *polyhybrid* system.

It is interesting that, as Yuzvishin notes, for example [33, 34], the universe, the reality surrounding us (as well as information) is organized as a multi-level cellular network. Probably, the brain, developing in the course of evolution as an organ of neuropsychic reflection of reality, reflected this organization in its own structure (evolutionary optimization of the structure for the object of function, its structure). Even microcolumns and macromodules are located in the cortex hexagonally symmetrically. Any of the levels of a neural-glion network in its organization and "wiring diagram" is (to a first approximation) a chaocrystal, but, taking into account continuous growth and self-organization (as a process and principle of functioning), it is a synergetic crystal.

As for the architectural and organizational principles, the biological brain and the digital computer are completely opposite: whereas the PC, the computer is a computer with negative feedback with sequential information processing and an architecture based on the principle of order, the brain is a computer with a predominant positive feedback with parallel information processing and an architecture based on the principle of chaos. No less fundamental is the difference in specialization: code processing, mainly in numerical form in a digital computer —

and processing sensory signals in the form of patterns in the biological brain. As for epistemology, predictability of the system, while the PC requires predictability for the engineer, for the user-from a living creature in the course of evolution, it was mainly required unpredictability for predators, unreadability for competitors, etc. (rare exceptions: coordinated actions in a pack, protective coloration of many poisonous organisms, etc. - only confirm the rule). In addition, in the case of a PC, computing devices are organized into a network — the network consists of computing devices; in the case of the brain, on the contrary, the "computing device" consists of networks. (Somewhat less significant are such differences as — biological regeneration, adaptation, training of biological systems, poorly recreated technically, almost not recreated self-adaptability, and still not recreated self-learning; but with the exception of the last three properties, this is a question of " structural " material.) From the above, basically, all further differences in systems arise.

An ordinary technical neural network can recognize images, transform them, and even perform dependent generation. The concept of a learning meta-neural network allows you to understand how the human brain processes complex multi-level composite images (look around, and then try to analyze them in such detail that the result is understandable to FineReader-level AI. Remember that the visible space is only a small part of the city where you live, and the city is only a small part of the known universe. At the same time, the human brain supports working with the above in real time and ahead of time.) of any level of complexity and generalization. This concept (multi - level structuring-meta-network) provides not only a proper scientific, circuit-based understanding of psychic phenomena of any level of complexity, their multilevel nature in the functions and capabilities of the natural mind (in contrast to the currently dominant humanitarian quasi - "understanding" with a slight touch of mysticism), but also allows us to solve the problem in general terms implementation of the latter in a hardware or virtual neural network of artificial intelligence, as well as to understand, even if only schematically, the functioning of this system as a whole in all its complexity.

The multiplicity of five for values of hierarchical proportionality $y_{xn/(n-1)}$  is noteworthy. As is well known, living things (as opposed to non-living things) are characterized by just fivefold symmetry; in this case, the latter is observed in hierarchical time.

Interestingly, at the neuro-organellar level, interelement communication is 0-directional (no directivity), at the neural level it is 1 – directional, at the micro-column level it is 2 – directional (reciprocal), and at the macromodule level it is 3-directional (pre - and postsynaptic contacts), i.e. communication becomes controllable for the "third party" = randomness, learning self-awareness (as we know from psychology, awareness of the mental process means its controllability); at the level of self-awareness, this is already mutual learning (4-orientation), and so on.

Relative to the meta-network, the 2nd signal system is, in fact, a descending hierarchical loop (from the third and higher levels) — to the 1st (for the temporal cortex), and to the 2nd (for the visual cortex), which creates opportunities for high-quality (sometimes repeatedly repeated) compression of concrete-shaped information in verbal code (and, accordingly, saving system resources), abstractions, "distractions", generalizations, logic development, etc.

The basis of circuit dynamics of neural learning systems of the brain is the principle of sequentially-parallel tunable work, in which the cerebral cortex works both as a sequential and as a parallel "circuit" — simultaneously and alternately. Different areas of the cortex, different columns and modules can process information both in parallel and sequentially, being (EEG-synchronized and electrotonic) at different hierarchical levels of functioning. The essence of the principle is that the meta-network recognizes not only the actual "input" pattern, but also both hierarchical levels (at which recognition will be performed) and the involved configuration of connections between cortical regions (which will recognize). The interconnectedness and interaction of cortical regions is determined not so much by their actual physical connections

(which are redundant), but by the level of synchronization of their signal and the interlayer transitions of the latter (synchronization unites "disparate" cortical regions into a functionally unified whole working on one task, i.e., the switching process).

**1.2. Neuron as a synergistic modeling device.** Also, regarding the neural layer of the meta-network organization, it should be noted that:

1. Based on the increasing computational abilities of a technical and computer-modeled (virtual) neural network, and approaching the properties of biological neural networks-in proportion to the departure from the concept of a network based on formal trigger neurons, in favor of synergetic processes (At present, it is obvious that biological neural networks are synergetic computational (more precisely, modeling) processes structures),

2. higher levels of brain organization than the neural network are also characterized by synergy and self-organization as essential properties.

3. neurocolumn and sub-neuronal (neuroprotein, according to Radchenko [27] and neuroorganellar, according to Savelyev [6]), as well as super-neurocolumn levels are organized as learning self-organizing networks of active excitable elements,

4. large neurons are multicellular multi-element network structures (circuitry is relatively simple neural networks (on small neurons)) (Savelyev, [6]), i.e. a de facto large neuron is a synergistic computing device.

5. as is known, during the transition from small neurons to large ones, there are no phenomena of segmentation or metamerization, the formation of any internal partitions, or the like of an analog of multi-core syncytia (rather, something similar in its principle to psilophyte growth is observed), quantitative changes with an increase in the size and number of branches of dendrites do not turn into fundamental ones; in other words, in other words, an increase in the size of a neuron for the cell itself and its function is quantitative changes, growth, but there are no fundamental changes (except for the circuit design aspect, since *the function moves from the neural range of characteristic time to the neurocolumn, higher — neighboring — hierarchical range*).

based on the above, as well as Table 1, it is obvious that the neural level of brain organization does not fundamentally differ from the higher and lower levels-not only the form (and content!) should be synergistic. neural networks (and meta-neural networks), but also the essence of its elements,

so: a biological neuron, **regardless of** its size, is a *synergistic computational* (or rather, *modeling*) *device in terms of circuitry and cybernetics*.

Self-organization of neurons occurs not only in space, but also in time: a circuitically small neuron (on the neural and large ranges of characteristic time) is a trainable (partially-)dependent generator on "unsteady processes", with a pulse output (the simplest technical implementation of the generator on "unsteady processes" is an unregulated blocking generator).

Synergetic computations, according to Radchenko [51], are analog and subthreshold, each bit of information entering the neuron is processed, and not just overthreshold signals; and if the signal is not critical (according to Radchenko's estimates, these are  $\approx 2\%$  of all signals/inputs), the response is delayed, sometimes very significantly, **инквaзи**time. According to Radchenko [51], only the output characteristic of a neuron has a threshold-trigger character, but not the input one.

It should be noted that synergistic calculations in the neuron are "implemented" on a combination of self-organization: transmembrane potentials of the neuromembrane, biochemical autowaves of the cytoplasm (with an admixture of participation in fibrillar-circulatory activity), and hypersonic diffraction on the fibrillar skeleton of the cell ("nephi" according to [7]), in other words, on the trialectic of biochemical, ion-current and hypersound is a diffractive synergetic of nerve cells.



In connection with the above, it is worth emphasizing that the so-called unreliability of the neuron is an apparent effect, or rather, incorrectly classified.

After all, since:

1. in living nature (and not only), in contrast to technology, even a precisely repeated event does not mean the same thing as its "prototype".
2. in the neurons of the cortex, in general, in the brain there is constant learning, and therefore the response to even an accurately repeated event is not reproduced exactly,
3. in conditions of confrontation, in partisan terms, "the template is the path to destruction", and wildlife is precisely a confrontation (predators and victims, competing individuals of the same or similar species-among themselves, all of them — unfavorable eco-climatic conditions, etc.) - that would seem unreliable the "unstable" behavior of a neuron that never repeats itself exactly is not faulty or substandard, but on the contrary, correct, optimal and adaptive behavior. Consequently, the phenomenon that seems to be "unreliable" in the work of a neuron is, in fact, mistakenly classified, it is a manifestation of the self-organization of the first, its training and adaptation. Evolution produces structures that are surprisingly reliable and efficient (the wings of birds and insects, the skeleton of a strong-skeletal shrew (Scutisoricinae), dolphin skin, muscles with an efficiency of 50-60%...), so it would be a big mistake to think that in such an extremely important area as the nervous system, the former will somehow change itself.

**1.3. Neuroapoptosis: explanation and calculation of parameters.** Interestingly, the point in time after which the process of imprinting information in the nervous tissue, which began shortly before the birth of an individual, began at an arbitrary point in the cortex, covers and "fills" the entire cortex, is: 10 years \*  $\pi \approx 31$  years. This point in time is known as the age ("after 30 years"), from which the natural death of cortical neurons sharply accelerates (on average, 50-100 thousand neurons per day [41]; the answer to why such a clearly harmful effect is needed – and why this particular number of neurons dies – has not yet been found). Within the framework of this model, this is intuitively clear: firstly, 50-100 thousand neurons is an approximate estimate of the number of neurons in a macromodule (the "daily" stage of memory), and secondly, after the "capacity" of any type is completely filled, with continued "filling" it increases sharply "pressure", in the "capacity" there are structural defects; and also, in order to "record" something in such a situation, it is necessary to delete something... (The minimum value for the moment of "fullness" of the entire cortex: 5 years \*  $\pi \approx 15$  years-also coincides with the moment of intensification of neuronal death – adolescent.)

**1.4. Neural network model of the frontal cortex: Meta-"ring-armour" and its functioning.** The frontal cortex consists mainly not of micro-columns, but of so-called "neural traps" (according to Lorente De Noh, [10] – neural networks whose elements are connected to each other in intertwining, intersecting rings (strictly speaking, this is no longer a network, but a network-like structure, which is more suitable for the name "kolchuga"). At the present stage, consider "neural traps" only as signal delay lines (especially just excitations) it is as primitive as considering the non-specific nuclei of the thalamus as just mechanical relays-switches (this function is far from the only one, and clearly not purely mechanical).

The totality of all functions (according to Kleist, [38, 39]) of the frontal cortex, according to the author, boils down to the fact that it is a strategic cortex, a strategic behavioral analyzer, and a brain lobe (even the so – called "active thinking zone" is a strategic reserve for "in case of what").

The solution to the ever-memorable paradox of the "reflex ring" (so similar to the "neural trap") at one time turned out to be the position of bio-cybernetics on regulation by closed (homeostasis) and open (behavior) circuits; moreover, the regulated object can also be a part of the nervous system. In addition, if we consider a complex conditioned reflex as an information processing scheme, it should be noted that the signal in it can flow along any (including ring) trajectory that

is appropriate for signal processing; at the same time, information enters the ring from the outside, is output from the outside, and the ring is also trained from the outside.

The reflex ring of the frontal cortex is a kind of higher homologue of the classical scheme (which controls the choice of behavior type) of 4 columns of the reticular formation in the brainstem (according to Kilmer and McCulloch, cited by Arbib [37], pp. 269-276), a scheme of the same class, but of a different type—in contrast to the reticular – formational, not with “sealed” energy, but with trainable (conditionally reflective, (CR)) semantic voting.

The author believes that, based on the general logic of the dependence of the properties of neural networks on their architecture, it can be assumed that the meta-"ring-armour" is a meta-neural network for recognizing, transforming, etc. regulatory processes as such (in reflex brain rings, closed and open control circuits (COCC)), built on top of the latter—which are (including) and its "detector layer", as well as images and patterns of the environment in which the time component is expressed (their processing is a function of only "delay lines"). Thanks to the latter, the frontal cortex is the "chronal" cortex.

From an algorithmic point of view, the "reverberation rings" of the frontal cortex are responsible for cyclic algorithms for processing information (in the language of Pavlovian metaphors, these are "step – relay seekers" that switch the conditioned reflex systems of the rest of the cortex among themselves (a step forward compared to the "telephone exchange").

Also, "reverberation rings" implement the principles of a conveyor belt and the natural cyclicity of environment and time (man got out of the influence of natural selection while still being a Cro-Magnon, which slowed down biological evolution extremely; and among Cro-Magnons, the search for game, for example, was replaced by chasing it, chasing – fight, fight-eating, eating – rest, rest-then still primitive creativity, but hunger again pushed to search for game, etc.), close to the cyclical function of processing rhythms, the internal branching of neural traps is responsible for switching between different cycles (processing the branching of the event line).

Due to the phasicity of the "repeated signal course" [1] (that is, inter-cyclic synchronicity, the signal *is* self-coherent), the topological meta-"ring-armour" in the electrophysiological aspect is similar (and difficult to distinguish from) a perceptron with synchronous signal transitions between layers, "ring-armour" slightly affects the nature of the pulse.

The geometrically-three-dimensional frontal cortex is neurodynamically-four-dimensional (at least), and in fact-five-dimensional (processing the branching of the event line, "eternal" questions, philosophy, etc.). Moreover, the structure of neural connections in "neural traps", according to the author, resembles a four-dimensional one, collapsed into three-dimensional physical space. In other words, a reflex chain made up of "neural traps" is a four — dimensional reflex chain (which also covers the time dimension).

Based on the same logic of the dependence of the properties of neural networks on their architecture – from the position of classical reflex theory, in the meta-"ring-armour" one part of each reflex ring controls, regulates, etc. according to the usual CR-COCC standard mechanisms of the other, and that, in turn, is the 1st (in addition to controlling the external controlled object itself); (two (minimum) parts, three, four, ...,  $x$ ; cross, cross-network, and from neighboring rings control, including with the participation of external elements, neural networks, ring-armour – neighboring systems- i.e. something like the Ashby homeostat system (but homeostats *of dynamics*) with a chain link topology (each of these rings is trained by an external signal about the effectiveness of its work, as in any learning neural network. Such a "ring-armour" architecture promotes maximum self-organization of neurodynamics (including maximum complexity); since these processes are conditionally reflective, and also (according to Edelman J., [1]) are under the control of selection, this leads to self-organization (and generation) of adaptive and effective behavioral programs.

In the cybernetic aspect, the cerebral cortex is similar to the "universal modeling system" (UMS) according to Fatkin and Chekalina [35, 36]. In the absence of a ready-made formula for the solution block (granular cortex), the problem is transferred to the modeling block (agranular, frontal cortex), which solves a much more complex meta-problem (Z. Cauchy) of modeling, for which the formulas of the decision block (including missing ones) are only special cases; the developed formula is then used by the decision block (and stored in its memory). Curiously, in [35] the UMS includes a "self-model" and the term "consciousness" is mentioned in relation to it. Within the framework of this hypothesis, the problem of a "supreme control post", a "little man at the console" **is solved without** ignoring the phenomenon (essential necessity) of a single supreme control center – and reducing the latter exclusively to the natural self-regulation of subordinate neural networks, as, for example, in (Arbib [37], pp. 225, 233, 235), and it is clear why and **how** the meta-"ring-armour" – the frontal cortex-is highly capable of self-management, and its "software" - of self-meta-programming – and why the latter is the highest center of regulation and self-regulation, management and self-management.

## CONCLUSION.

Thus, the brain is a biological computer based on a hierarchical multi-level scalable self-organization (ultra-high-self-organizing self-similar, autotronic signal processing and generation). Consequently, the system of neural-glion networks of the cerebral cortex is actually a meta-network, a hierarchical crystal, the cell of which is a well-studied, technically recreated and strategically significant (for example, DARPA [24]; see also [48-50]) learning neural network of neural-like elements, and the base level, the base "floor" the organization is 2 levels lower than the actual neural level. The architecture of the "network of networks" type is extremely promising in itself (for example, the Internet), and being repeatedly repeated, it can work with complex images of reality of any complexity and be the physical basis of the mind, which is obviously an active-preventive growing hierarchical synergetic crystal of semantic networks; consciousness is a neuroinformation resonance *introspection* in the meta-network. Moreover, the number of active elements of a given meta-network is often lower than that, for example, in the schematic diagram of a large server cluster or supercomputer. Modern technical neural networks allow us to implement the most complex functions of bio-neurons, including the germination of new dendrites and axons (programmable common data bus of the microcircuit). This paper shows the architecture and circuit reproducibility of the human brain, which opens **up significant** prospects in the field of creating "strong AI" and artificial intelligence.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES :

1. Эделмен Дж., Маунткасл В. Разумный мозг. М.: Мир. - 1981, 135 с.
2. Сентаготаи Я., Арбиб М. Концептуальные модели нервной системы. М., Мир. 1976 г.
3. К. Штейнбух. Автомат и человек./ Изд. "СОВЕТСКОЕ РАДИО", М., 1967.
4. Szentagothai J. The "modul-concept" in cerebral cortex: a functional interpretation// Brain Res. 1975, Vol.95, P.475-496
5. Радченко А.Н. Нейрофизиология. 1974. Т.6. №1. С.90.
6. Савельев А.В. "Модель нейрона как возможная мультицеллюлярная структура". // Нейрокомпьютеры: разработка и применение, 2002, № 1-2, ст. 4-20.
7. Роль электромеханической и реакционно-диффузионной системы внутринейронной переработки информации в работе мозга. Либерман Е. А., Минина С. В., Шкловский-Корди Н. Е. "Биофизика", Т. 31 Выпуск: 2. Стр. 298-303. 1986, март.
8. Либерман Е. А. Как работает живая клетка. -М.: Знание, 1990. С.56.
9. Ухтомский А. А. Избранные труды. Под редакцией Е. М. Крепса. Статья Н. В. Голикова. Составление и комментарии Э. Ш. Айрапетьянца, В. Л. Меркулова, Ф. П. Некрылова. (Л.: Наука, 1978. - Классики науки).
10. Lorente de No, R (1933) Architectonics and structure of the cerebral cortex. J. F. Fulton, Editor. Psysiology of Nervous System. Oxford University Press. Ch. 15.
11. Ашмарин, И. П. Загадки и откровения биохимии памяти [Текст] / И.П. Ашмарин ; под ред. акад. Е.М. Крепса, Ленингр. гос. ун-т им. А.А. Жданова. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. - 159 с.
12. Galambos R. A glia-neural theory of brain function //Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1961. – Т. 47. – №. 1. – С. 129. PMID: PMC285256 URL: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC285256/pdf/pnas00217-0144.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC285256/pdf/pnas00217-0144.pdf)
13. Ройтбак, Александр Ильич. Глия и ее роль в нервной деятельности / Александр Ильич Ройтбак . - Санкт-Петербург : Наука, 1993 . - 351 с. : 1 л. портр. ; см. - Вф . - Рос. АН, Отд-ние физиологии, Акад. наук Грузии, Ин-т физиологии . - ISBN 5-02-025700-1.
14. Мелконян Д.С. Переходные процессы в нейронных системах,- Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1987.- 407 с.
15. Мелконян Д.С. Математическое моделирование и компонентный анализ вызванной активности нервной системы частотными методами. : автореферат дис. ... доктора биологических наук : 03.00.13;03.00.02 / АН СССР. Ин-т высш. нервной деятельности и нейрофизиологии.- М., 1989.- 38 с.: ил. URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01000099324#?page=1>
16. Y. LeCun and Y. Bengio. Convolutional networks for images, speech, and time-series. In M. A. Arbib, editor, The Handbook of Brain Theory and Neural Networks. MIT Press, 1995.
17. Pitts, W., and W. McCulloch. (1947). On how we know universals: The perception of auditory and visual forms. Bulletin of Mathematical Biophysics 9:127-147. Reprinted in W. S. McCulloch (1965/1988), Embodiments of Mind. Cambridge, MA: MIT Press.
18. С. Дейч. Модели нервной системы. Пер. с англ. С.Д. Бурцевой [и др.], под ред. Н.В. Позина, Е.Н. Соколова. - М. : Мир, 1970. - 325 с.
19. Данченко В. (№20). Принципиальные вопросы общей теории Чакр. К.: Самиздат, 1983. URL: <http://www.psylib.ukrweb.net/books/danch01/110/index.htm>

20. The brain-machine disanalogy. *Biosystems*. 1989; 22(3):197-213. The brain-machine disanalogy. Conrad M. PMID: 2650754
21. The brain-machine disanalogy revisited. Zeigler BP. *Biosystems*. 2002 Jan; 64(1-3): 127-40.
22. von Neumann, J. "Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components." In: Shannon. CI,; McCarthy. J., eds. *Automata Studies*. Princeton: Princeton University Press, 1956:360.
23. Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина. - М.: Иностранная литература, 1963. - 528 с.
24. Россихина Е. Обзор отчета DARPA за 2010 год. / Россия 2045. 22.03.2011. [Электронный документ]: <http://2045.ru/articles/28537.html>
25. Bergantz D., Barad H. Neural network control of cybernetic limb prostheses //Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. New Orleans, La, Nov 4-7, 1988. Page 1486-1487.
26. Радченко А.Н. Гистерезисные свойства возбудимых мембран - основа нейронной памяти // *Биофизика*. 1993. Т. 38. Вып. 2. - С. 288-293.
27. Радченко А.Н. Оптимизация распределенной ассоциативной памяти со случайной организацией // *Биофизика*. 1993. Т. 38. Вып. 2. - С. 294-299.
28. Радченко А.Н. Запись, консолидация и воспроизведение в нейронной памяти. - *Биофизика*. 1993. Т.38. Вып.2. - С. 300-304.
29. Бериташвили, И.С. Об образной психонервной деятельности животных, М., 1966.
30. Abeles M, Vaadia E, Bergman H. (1990) Firing patterns of single units in the prefrontal cortex and neural network models. *Network* 1:13-35.
31. Rosenblatt, F. (1962). *Principles of Neurodynamic: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*.
32. Гросберг А.Ю., Хрустова Н.В. Коллективные свойства системы взаимообучающихся нейронных сетей в информационном поле. // *Биофизика*. 1993. Т.38., вып. 4. С.726-735.
33. Юзвешин И.И. *Информациология*. М., 1996. ISBN: 5-88693-003-5. 221 стр.
34. Юзвешин И.И. *Основы информациологии*. Изд.: М.: Информациология, Высшая школа, 2000 г. ISBN: 5-87489-029-7, 5-06-003973-0. 506 стр.
35. Фаткин Ю. М. Универсальная моделирующая система. Проблемы построения и функционирования. - В кн.: *Модели управляющих систем*. - М.: Институт проблем управления, 1976, с. 5-20.
36. Ю.М. Фаткин, Г.В. Чекалина. Универсальная моделирующая система. II. Реализация универсальной моделирующей системы. *Автоматика и телемеханика*, 1976, № 3, с. 121-132.
37. Арбиб М.А. *Метафорический мозг*. Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. Д. А. Поспелова. М.: Мир, 1976. - 296 с.
38. Kleist, K. *Gehirnpathologie [Brain Pathology]*. Leipzig, J.A. Barth, 1934.
39. Kleist, K. (1957). Die Lokalisation im Großhirn und ihre Entwicklung. *Psychiatria et Neurologia: Internationale Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, 137, 289 -309 (1959).
40. Travers, Jeffrey, and Stanley Milgram, "An Experimental Study of the Small World Problem", *Sociometry* 32(4, Dec. 1969):425-443
41. Phillips E. M., Davidoff D. A. Normal and Successful Aging: What happens to function as we age // *Primary Psychiatry*. – 2004. – Т. 11. – №. 1. – С. 35-40. *Primary Psychiatry*, January 1, 2004. In Chapter "Cognitive Function".  
URL: <http://web.archive.org/web/20190130160403/http://primarypsychiatry.com/normal-and-successful-aging-what-happens-to-function-as-we-age/>
42. Taylor A. The significance of grouping of motor unit activity // *The Journal of physiology*. – 1962. – Т. 162. – №. 2. – С. 259. doi: 10.1113/jphysiol.1962.sp006930.
43. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем, пер. с англ., М., "Мир", 1973.

44. Pribram, Karl (1971). Languages of the brain; experimental paradoxes and principles in neuropsychology. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall. ISBN 0-13-522730-5.
45. Varela F. Principles of Biological Autonomy. Elsevier/Noth-Holland, New York, 1979.-306 pp.
46. Evolution without Selection Form and Function by Autoevolution. by A. Lima-de-Faria, Institute of Molecular Cytogenetics, University of Lund, Sweden. 1988. Elsevier, 1988, xxvi+372 pages.
47. Иваницкий Г.Р. Нейроинформатика и мозг. Серия: Физика. Изд.: Знание, 1991. 64 с.
48. BRAIN Initiative. [Сайт]: <http://www.braininitiative.nih.gov/>
49. Бирюков П. Н. Деятельность США в сфере использования искусственного интеллекта //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Право. – 2019. – №. 3. – С. 324-334. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/pravo/2019/03/2019-03-34.pdf>
50. Дятлов С.А. Нейросетевая гиперконкурентная экономика: структурные элементы и институты // Инновации. 2016. №7 (213). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevaya-giperkonkurentnaya-ekonomika-strukturnye-elementy-i-instituty>
51. А.Н. Радченко, Информационные механизмы нейрона и нейронной памяти, Тр. СПИИРАН, 2002, выпуск 1, том 1, с. 240–257

### ***Автор***

Лупу Григорий Леонидович, выпускник (биолог-специалист) Черновицкого государственного университета им. Ю. Федьковича, г. Черновцы, Украина.  
E-mail: [zeta-13@bigmir.net](mailto:zeta-13@bigmir.net)

### ***Author***

Lupu Grigory Leonidovich, graduate (biologist-specialist) Fedkovich Chernivtsi State University, Chernivtsi, Ukraine.  
E-mail: [zeta-13@bigmir.net](mailto:zeta-13@bigmir.net)