

# Теория когнитома Анохина

Александр Панов

ИСА РАН

1 июня 2016 г.

# Константин Владимирович Анохин

- Константин Владимирович Анохин — нейробиолог, специалист в области молекулярной биологии, исследования памяти.
- Член-корреспондент РАН и РАМН, руководитель отдела нейронаук НИЦ «Курчатовский институт».
- Scopus: 146 статей, 1185 цитирований, h-индекс — 17.
- РИНЦ: 177 статей, 1588 цитирований, h-индекс — 18.



## Основные публикации:

Gluckman, P.D. et al. "Towards a new developmental synthesis: adaptive developmental plasticity and human disease". In: *The Lancet* 373.9675 (2009). cited By 163, pp. 1654–1657.

Anokhin, K.V., A.A. Tiunova, and S.P.R. Rose. "Reminder effects - Reconsolidation or retrieval deficit? Pharmacological dissection with protein synthesis inhibitors following reminder for a passive-avoidance task in young chicks". In: *European Journal of Neuroscience* 15.11 (2002). cited By 141, pp. 1759–1765.

Litvin, O.O. and K.V. Anokhin. "Mechanisms of memory reorganization during retrieval of acquired behavioral experience in chicks: The effects of protein synthesis inhibition in the brain". In: *Neuroscience and Behavioral Physiology* 30.6 (2000). cited By 47, pp. 671–678.

Anokhin, K.V., R. Mileusnic, et al. "Effects of early experience on c-fos gene expression in the chick forebrain". In: *Brain Research* 544.1 (1991). cited By 125, pp. 101–107.

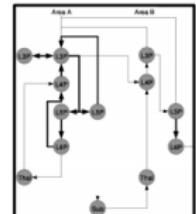
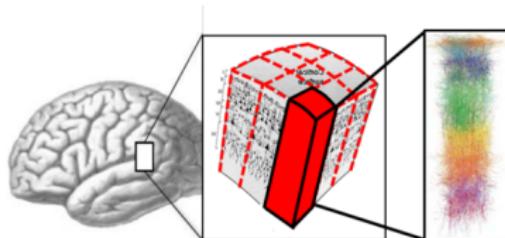
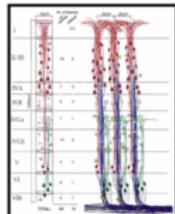
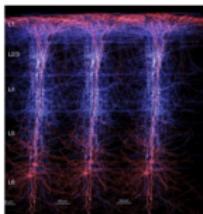
Anokhin, K.V. and S.P.R. Rose. "Learning-induced increase of immediate early gene messenger RNA in the chick forebrain". In: *European Journal of Neuroscience* 3.2 (1991). cited By 109, pp. 162–167.

# Когнитивные вычисления

- IBM - Cognitive Computing 2006, Cognitive Computing via Synaptronics and Supercomputing (C2S2).
- DARPA - развить нейроморфные машины до биологического уровня.
- SyNAPSE - Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics.

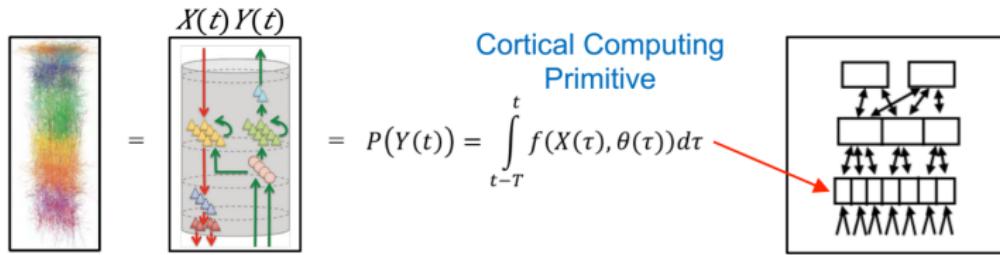
# Кортикоморфные когнитивные архитектуры

- Кортикальный вычислительный примитив (*cortical computing primitive*) - определенная область неокортекса, выполняет «стандартные» операции и объединяется в большие сети для выполнения высокоуровневых функций.
- Рекуррентные нейронные цепи являются прообразами таких примитивов: состоят из 100–10000 нейронов, около 50-1000 микрон в диаметре.

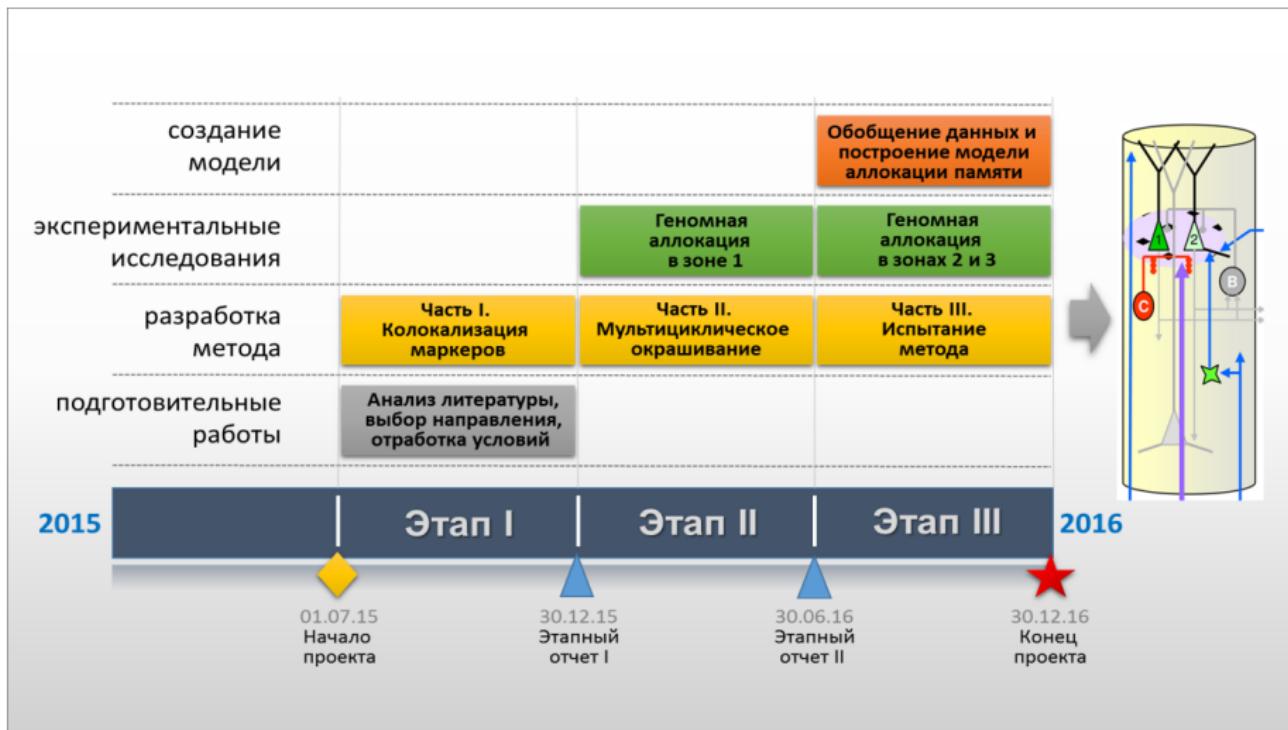


# Кортикоморфные когнитивные архитектуры

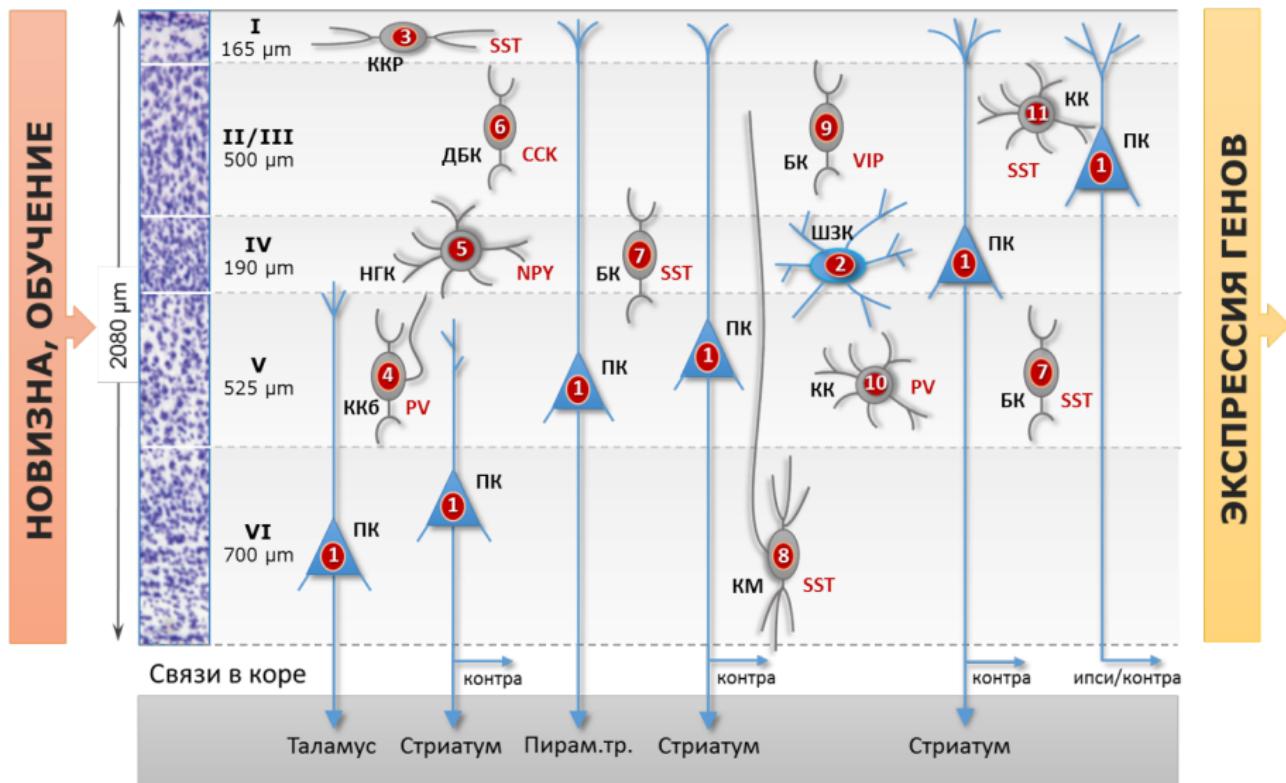
- Реконструировать кортикальные нейронные цепи для определения кортикального вычислительного примитива: идентификация их структуры, функций и параметров с помощью инструментов картирования мозга, получение результата в виде аттрибутированного графа или аннотированной схемы.
- Идентифицировать функции (примитивы), выполняемые этими цепями.
- Использовать примитивы как строительные блоки для разработки новых алгоритмов машинного обучения.



# Кортикоморфные когнитивные архитектуры



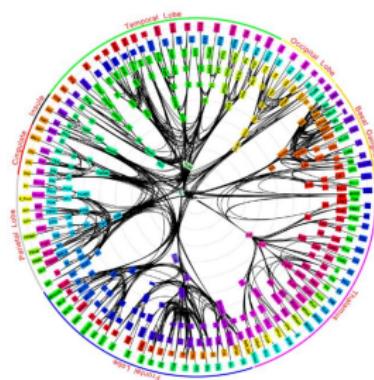
# Кортикоморфные когнитивные архитектуры



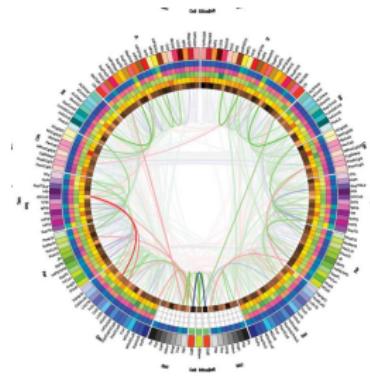
## Сети - это важно



## Геном



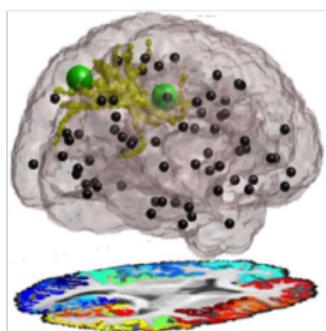
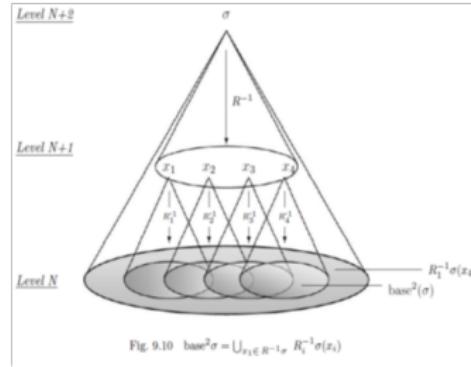
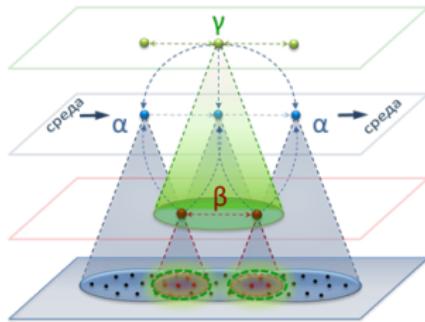
## Коннектом



Когнитом

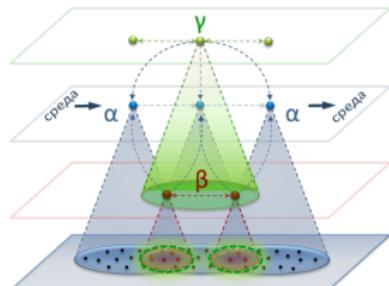
ed are both the degrees of similarity and of variability between the connectivity profiles of  $f_i$ .

# Нейронные гиперсети



# Нейронные гиперсети

№	Принципиальный вопрос	Принципиальный ответ
1	Что такое мозг?	Любой мозг – это сеть
2	Что такое разум?	Любой разум – это сеть
3	Как соотносятся мозг и разум?	Разум – это гиперсеть мозга



- Разум – это **структура**.
- Разум – это **многослойная** макроструктура мозга: сеть сетей нейрональных сетей.
- Мышление и сознание – это особые виды **траффика** в этой макроструктуре.

## Что нужно, чтобы возник когнитивный агент?

Теория утверждает, что существует три необходимых и достаточных условия для возникновения разумного (интеллектуального, когнитивного) агента:

- адаптивный агент должен состоять из **функциональных систем** (ФС);
- функциональные системы должны занимать **нервную сеть** (НС);
- нервная сеть должна иметь механизмы **долговременной памяти** (ДП).

Разум будет эволюционно возникать в любом адаптивном агенте, имеющем эти три условия.

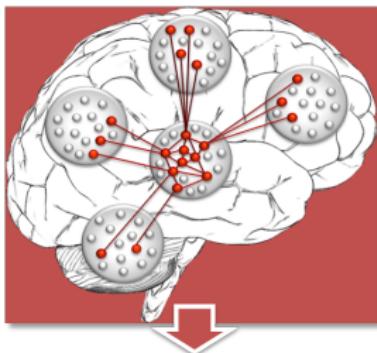
# Разум как макросистема мозга

Разум **реален** – он образует макросистемный уровень когнитивного агента, опосредующий его информационные соотношения со средой.

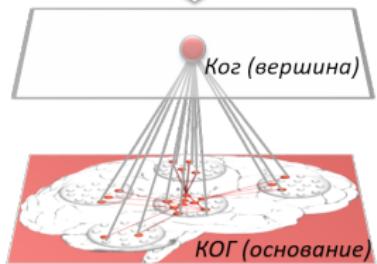
№	Понятия	Утверждения	Следствия
1	<b>КОГ</b> <b>(cog)</b> cognitive group	Разум обладает зернистой структурой, он состоит из <b>когов</b> – элементов опыта, кодирующих соотношение когнитивного агента с теми или иными аспектами среды.	Разум <b>гранулярен</b>
2	<b>ЛОК</b> <b>(loc)</b> link of cogs	<b>Коги</b> , образуют между собой устойчивые связи – <b>локи</b> .	Разум <b>увязан</b>
3	<b>КОГНИТОМ</b> <b>(cognitome)</b> cognitive network	<b>Коги и локи</b> образуют единую сеть – <b>когнитом</b> . Когнитом является носителем субъективного опыта когнитивного агента.	Разум <b>целостен</b>

# Ког и когнитом

Ког – когнитивная группа.

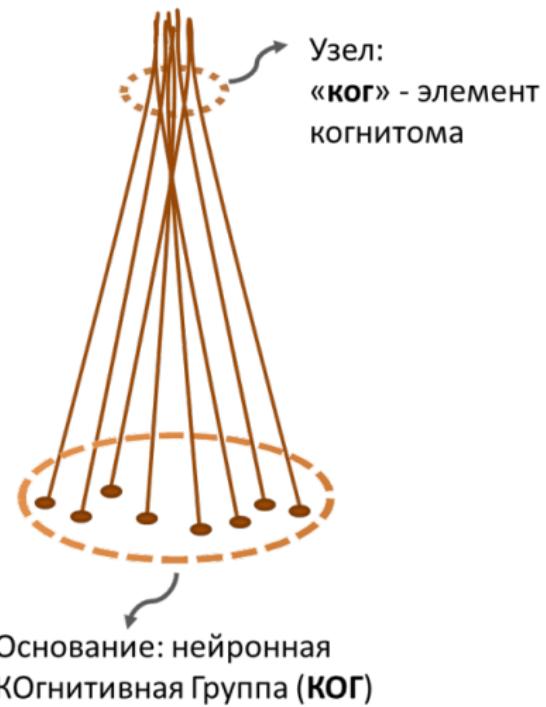
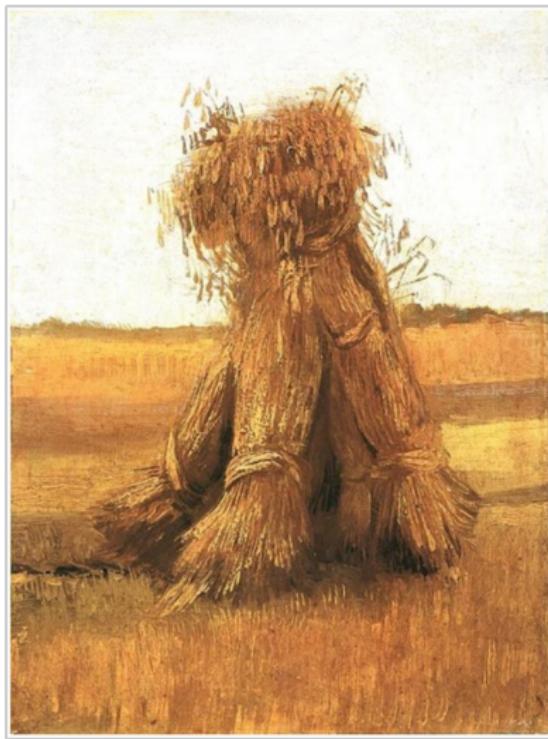


**Ког** - распределенная группа нейронов,  
сцепленная единым когнитивным опытом.



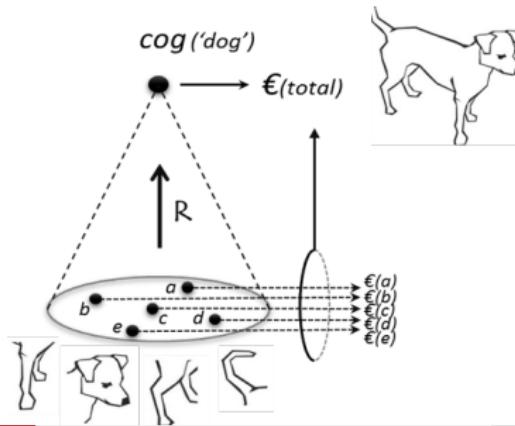
**Когнитом** – сеть из всех когнитивных элементов  
(КОГов) в нервной системе адаптивного агента.

# Ког - сноп



# Ког - гиперсимплекс в гиперсети

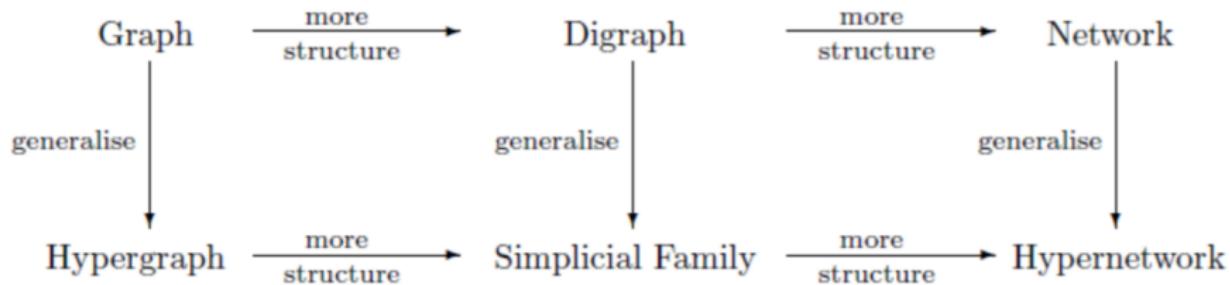
- Гиперсети состоят из геометрических структур, известных как гиперсимплексы.
- Основание гиперсимплекса содержит множество элементов одного уровня, а его вершина образуется описанием их отношений и приобретает интегральные свойства, делающие ее элементом сети более высокого уровня – гиперсети.
- Гиперсеть представляет собой совокупность связанных гиперсимплексов.
- Гиперсети являются инструментом формализации структуры и динамики в многоуровневых системах.



# Гиперсети

Гиперсети характеризуются тремя основными идеями:

- ① «реляционного симплекса» или «гиперсимплекса»,
- ② того, что гиперсимплексы являются однозначным средством различения уровней в многоуровневых системах и
- ③ того, что они могут поддерживать устойчивую структуру (backcloth) и динамику активности (traffic) в многоуровневых системах.



# Гиперсети

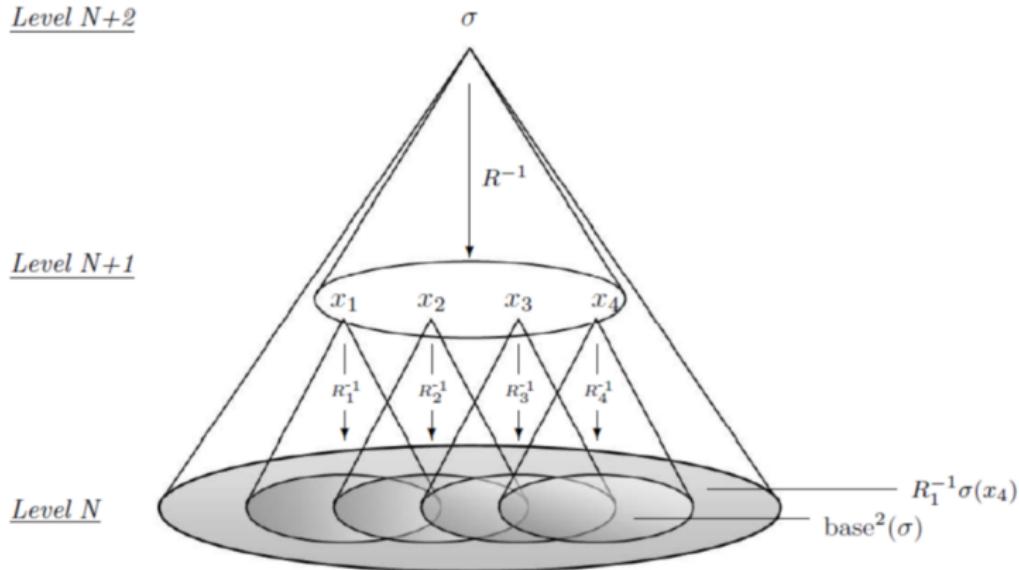
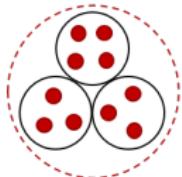
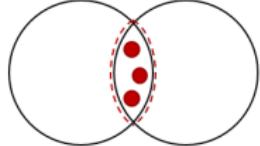
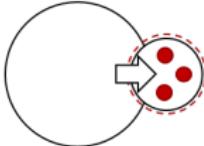


Fig. 9.10  $\text{base}^2\sigma = \bigcup_{x_i \in R^{-1}\sigma} R_i^{-1}\sigma(x_i)$

# Три принципа генерации когов

Ког	Принцип генерации	Множество
γ-коги (холоны)	Образуются путем ИНТЕГРАЦИИ когов: <b>гипергруппы</b>	
β-коги (квалоны)	Образуются путем ПЕРЕКРЫТИЯ когов: <b>интергруппы</b>	
α-коги (опероны)	Образуются путем ПРОЛИФЕРАЦИИ когов: <b>протогруппы</b>	

# Три слоя когнитивной сети мозга

Любой когнитивный агент имеет два макроуровня в организации своей нервной сети:

- Сеть из функциональных систем ( $\alpha$ -когнитивные группы и их связи)
- Сеть из метасистемных модулей ( $\beta$ -когнитивные группы и их связи)

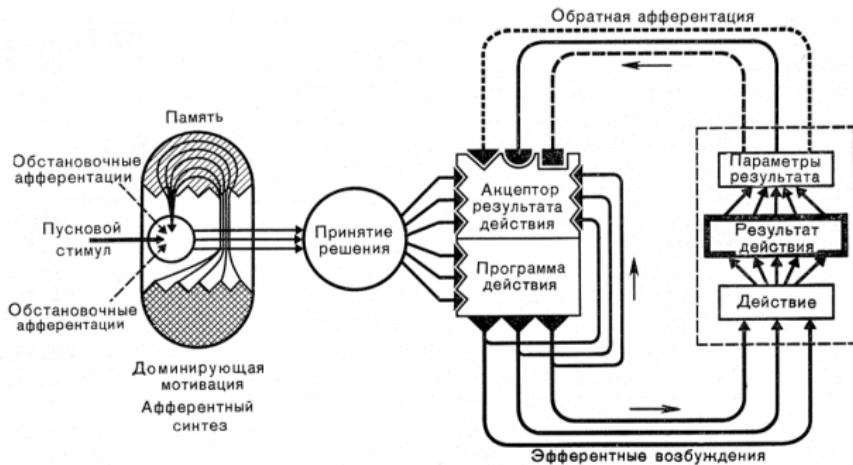
Когнитивный агент может также иметь третью - факультативную сеть:

- Сеть из гиперсистемных комплексов ( $\gamma$ -когнитивные группы и их связи)

$\alpha$ - и  $\beta$ - сети обуславливают ПСИХИКУ когнитивного агента, а  $\gamma$ - сеть обуславливает СОЗНАНИЕ когнитивного агента.

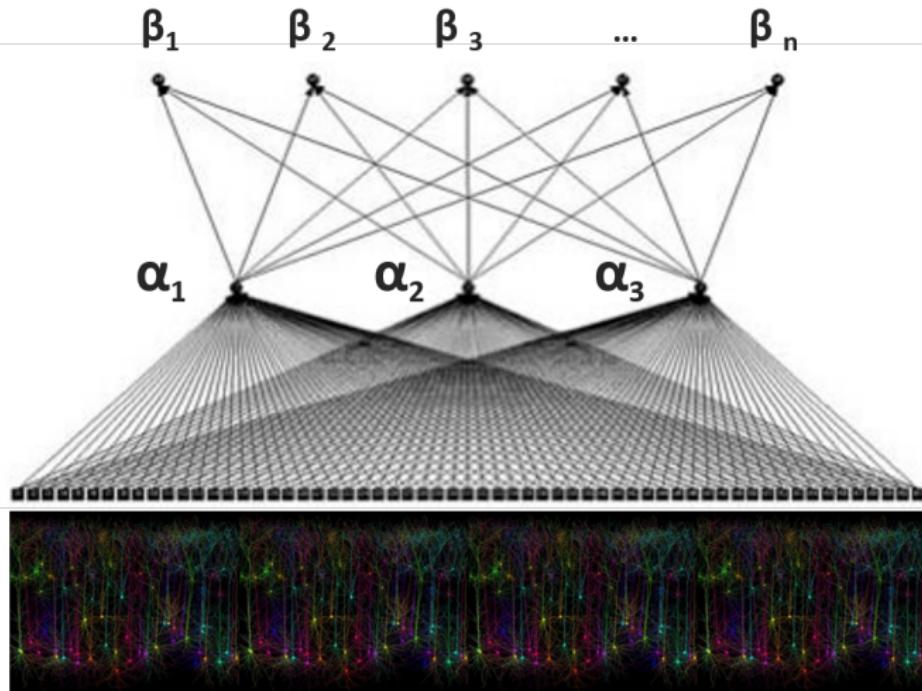
## $\alpha$ -КОГИ

$\alpha$ -коги – это классические функциональные системы, обладают операциональной архитектоникой и выделяются по результату для адаптивного агента, имеют распределенную локализацию в мозге, образуют связи друг с другом -  $\alpha$ -локи.



## $\beta$ -коги

$\beta$ -коги – это классические нейронные ансамбли.



**Когнитом, слой II:**

$\beta$ -коги

(элементы  
феноменального  
опыта)

**Когнитом, слой I:**

$\alpha$ -коги

(функциональные  
системы)

**Коннектом:**  
нейроны

# $\gamma$ -КОГИ

**Уровень K+1**  
(гипергруппы)

**Уровень K**  
(протогруппы)

**Уровень K-1**  
(интергруппы)

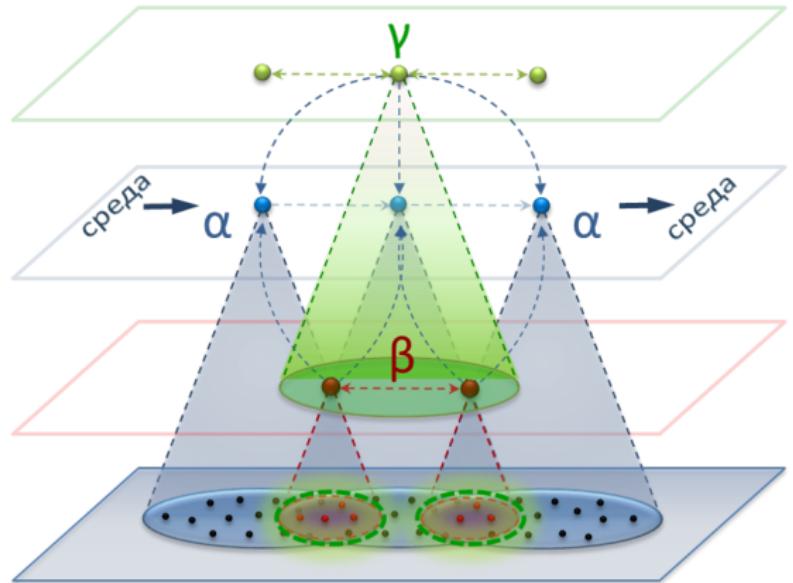
**Уровень N**  
(нейронная сеть)

**Холоны**  
(гиперкоги)

**Опероны**  
(протокоги)

**Квалоны**  
(интеркоги)

**Нейроны**



Трехслойная структура когнитома обеспечивает «дискретную бесконечность» и одновременно целостность психики и сознания.

# Призывы

- Нам нужна третья революция в области когнитивной науки.
- Нам нужны принципиально новые идеи для создания искусственных когнитивных систем и когнитивных вычислений.