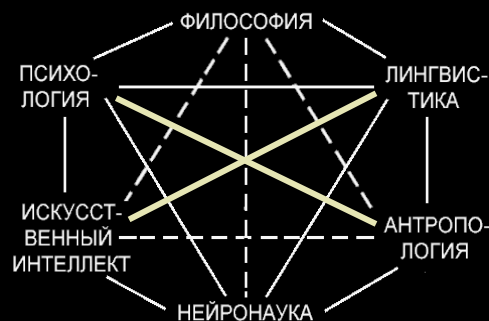


Основные подходы в когнитивной науке

Мария Фаликман

МГУ имени М.В. Ломоносова, НИУ ВШЭ, ИОН РАНХиГС



Семинар по социофизике, химический факультет МГУ, 9 февраля 2017 г.

Когнитивная наука –
область междисциплинарных исследований
познания, понимаемого как совокупность
процессов приобретения, хранения,
преобразования и использования знаний
живыми и искусственными системами

Когнитивные (познавательные) процессы

***Собственно
познавательные
процессы:***

ощущение

восприятие

мышление

***«Сквозные»
психические
процессы:***

память

внимание

воображение

+ язык и речь как средства управления познанием

Л.М. Веккер (1998) «Единая теория психических процессов»

Предпосылки «когнитивной революции»: психология в середине XX века

Европа:

- психология интеллекта (Ж. Пиаже)
- конструктивистская теория памяти (Ф.Ч. Бартлетт)
- теория динамической локализации и системной организации высших психических функций (А.Р. Лурия)



США:

- тотальное господство психологии поведения, или бихевиоризма (Дж. Уотсон, Б.Ф. Скиннер)



S → R

Развитие вычислительной техники: новые вопросы

Компьютерные науки:

Возможен ли искусственный разум? Каковы критерии его создания? Что может «понять» компьютер?



Кибернетика:

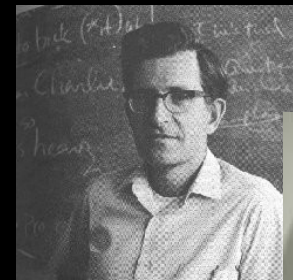
механизмы целенаправленного поведения и теория управления живыми и искусственными системами

«Когнитивная (контр)революция» и рождение когнитивной науки

MIT (Кембридж, Массачусетс), 11 сентября 1956 года

- Ноэм Хомский

«Три модели описания языка»



- Джордж Миллер

«Магическое число 7 ± 2 »



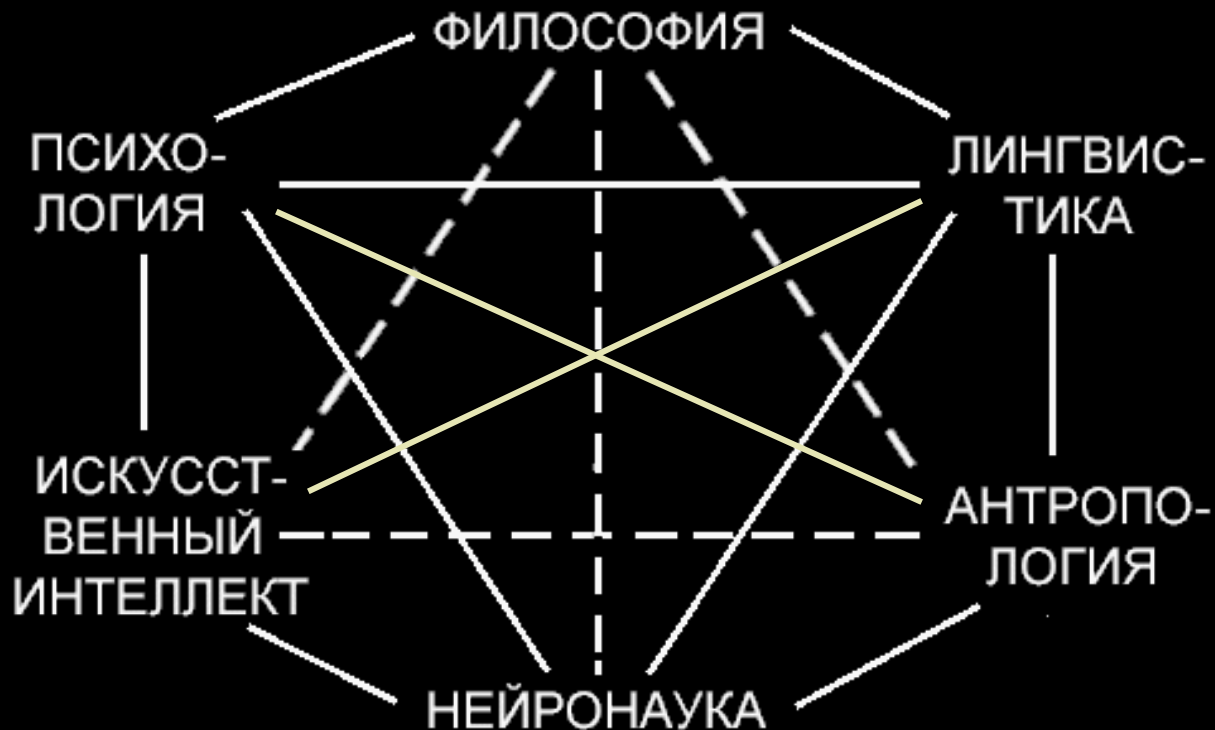
- Аллен Ньюэлл, Герберт Саймон

«Логик-теоретик»

«Когнитивная (контр)революция» и рождение когнитивной науки

Джордж Миллер: “...Я уходил с Симпозиума с твердой уверенностью, скорее интуитивной, чем рациональной, в том, что экспериментальная психология человека, теоретическая лингвистика и компьютерное моделирование познавательных процессов – части еще большего целого, и в будущем мы увидим последовательную разработку и координацию их общих дел... Я двигался навстречу когнитивной науке в течение двадцати лет, прежде чем узнал, как она называется...” (см. *Миллер Дж. «Когнитивная революция с исторической точки зрения» // Вопросы психологии, 2005, №6, с.104-109*)

Когнитивная наука 1970-х: от «косметической» к настоящей междисциплинарности



Междисциплинарность: основные условия (Thagard, 2001)

1. Люди
2. Места
3. Организации
4. Методология и методы (моделирование познания → нейровизуализация → моделирование мозга)
5. Общие допущения (концептуальная согласованность дисциплин)

Когнитивная наука: общие допущения

Познание = «переработка информации» =
(1) *представление* знаний +
(2) вычислительные операции по их
преобразованию

Мозг - вычислительное устройство
(«суперкомпьютер»), осуществляющее
операции по преобразованию структур,
посредством которых представлены знания

«Мейнстрим» когнитивной науки: СИМВОЛЬНЫЙ ПОДХОД

Компьютерная метафора познания (Дж. фон Нейман, 1948):
познавательные процессы ~ передача/переработка информации
техническим устройством (компьютером), откуда следует
возможность *моделирования*, описания этих процессов на языке
компьютерных программ.

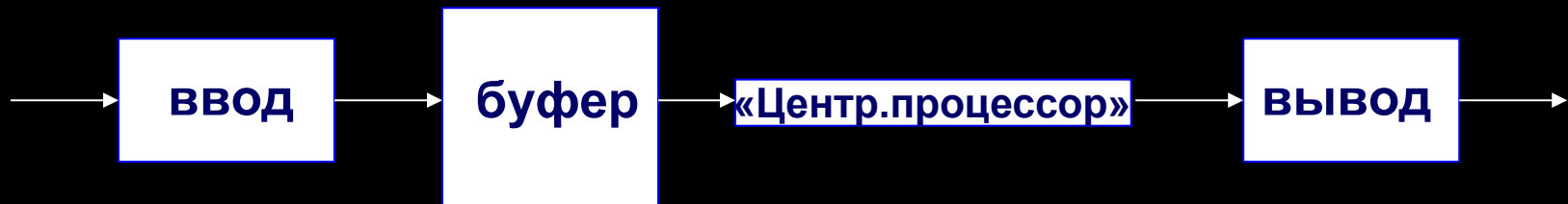
- ♦ Периферические устройства ввода-вывода;
- ♦ центральный процессор;
- ♦ оперативное запоминающее устройство;
- ♦ постоянное запоминающее устройство.
- ♦ Сенсорные и моторные системы;
- ♦ «центральный процессор»;
- ♦ кратковременная (рабочая) память;
- ♦ долговременная память.

Символьный подход к познанию (1950-е): основные допущения

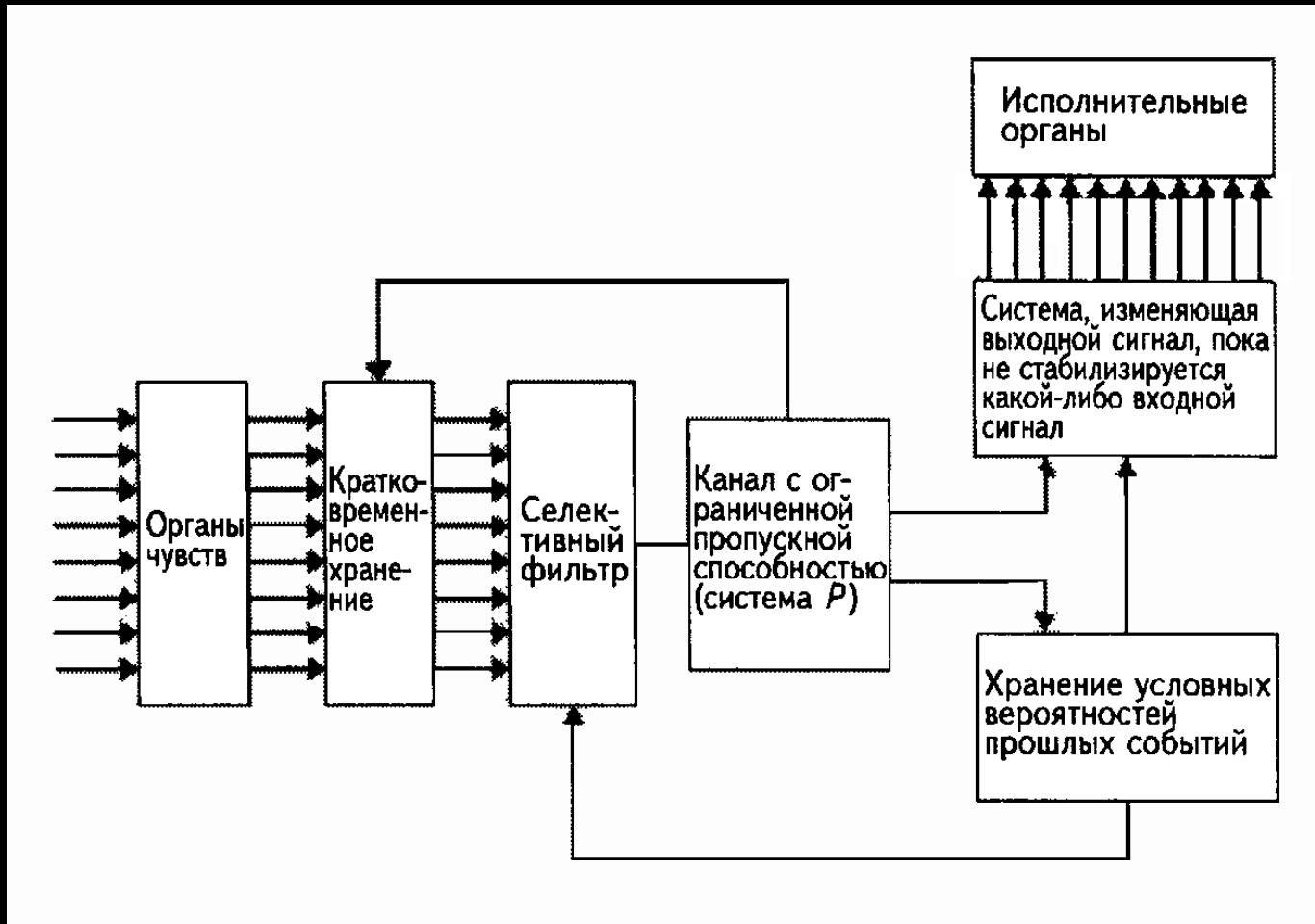
Познание -- переработка [символьной] информации

Линейный характер переработки:
последовательный ряд блоков от входа до выхода

Блок/канал с ограниченной пропускной способностью



Символьный подход к познанию: модель Д. Бродбента (1958) и «cognitive boxology»



Основные линии критики символьного подхода после 1970-х гг.

Система переработки информации

единая
неспециализированная

специализированные
(модульный подход)

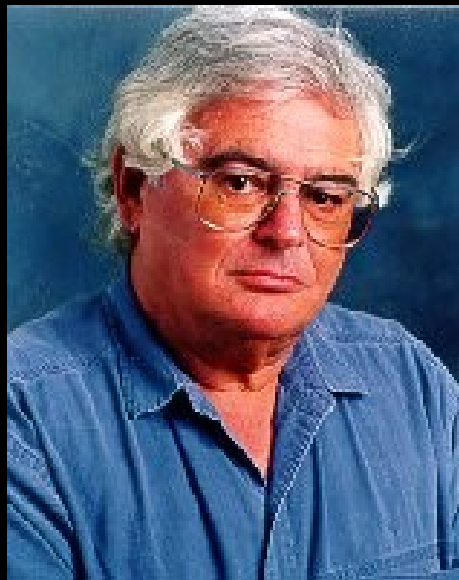
Способ представления знаний

СИМВОЛЬНЫЙ

«субсимвольный»
(нейросетевой подход)

Рождение модульного подхода к познанию

1983 -- Джерри Фодор, «Модульность психики» (*The Modularity of Mind*)

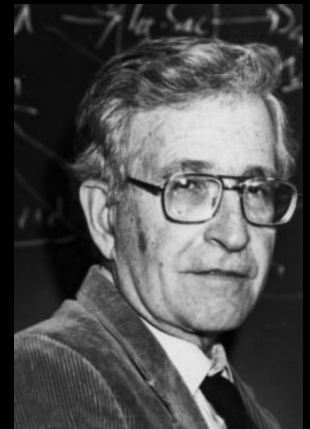


Рождение модульного подхода к познанию

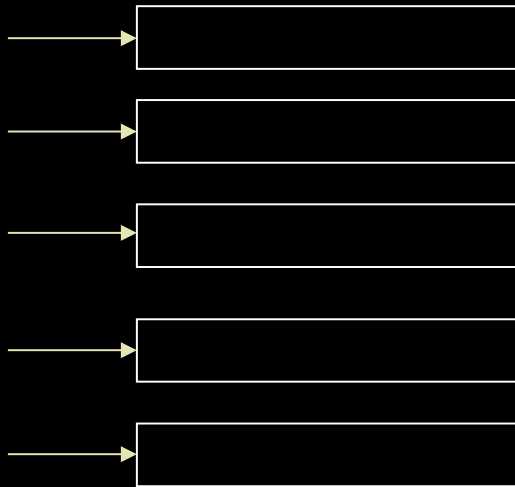
Дэвид Марр (1945-1980): «Любой большой массив вычислений должен быть разбит и реализован как набор частей, независимых друг от друга настолько, насколько это допускает общая задача...» (1976)



Ноэм Хомский: врожденность языковой способности и ее независимость от других способностей -- язык как отдельный «умственный орган» (1988)



Базовая когнитивная архитектура модульного подхода (Fodor, 1983)



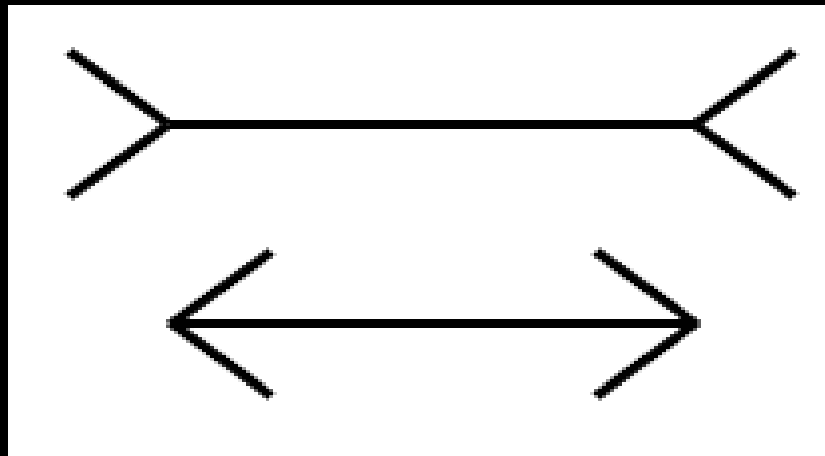
Модульные
системы ввода



Центральные системы:
планирование,
принятие решения

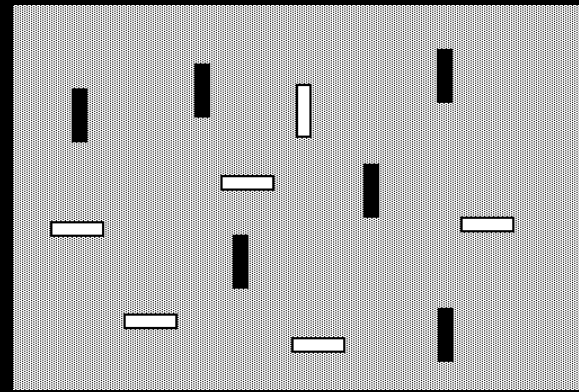
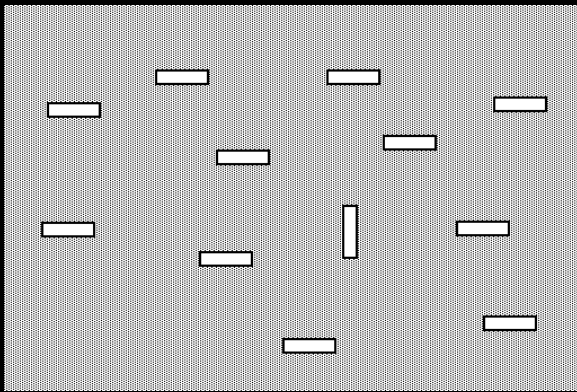
Критерии выделения модулей

1. Особая сфера влияния (domain specificity)
2. Информационная закрытость («когнитивная непроницаемость»)



Критерии выделения модулей

1. Особая сфера влияния (domain specificity)
2. Информационная закрытость («когнитивная непроницаемость»)
3. Навязчивый характер функционирования



Критерии выделения модулей

1. Особая сфера влияния (domain specificity)
2. Информационная закрытость («когнитивная непроницаемость»)
3. Навязчивый характер функционирования
4. Высокая скорость работы
5. Неосознаваемый характер функционирования
6. Только конечный продукт

Критерии выделения модулей

1. Особая сфера влияния (domain specificity)
2. Информационная закрытость («когнитивная непроницаемость»)
3. Навязчивый характер функционирования
4. Высокая скорость работы
5. Неосознаваемый характер функционирования
6. Только конечный продукт
7. Собственная «история развития» (закономерное разворачивание в онтогенезе)
8. Локализация в мозге (специфические нервные механизмы)
9. Избирательное нарушение: метод «двойных диссоциаций»

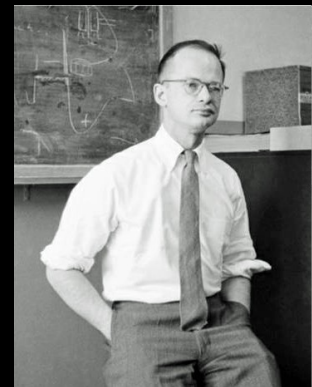
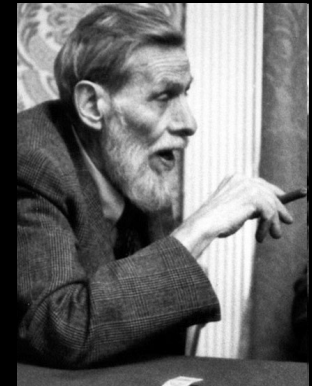
Критика: эмерджентисты и нейроконструктивисты

1. Проблемы с выделением модулей: насколько они являются таковыми?
2. Пластичность головного мозга и проблема обучения
3. Возможность моделирования «модулей» и их избирательного нарушения на нейронных сетях (ранний детский аутизм, синдром Дауна и др.)

Нейронные сети: три этапа становления

1940-е: Теоретическая концепция нейронной сети:
Уоррен Маккаллох, Уолтер Питтс

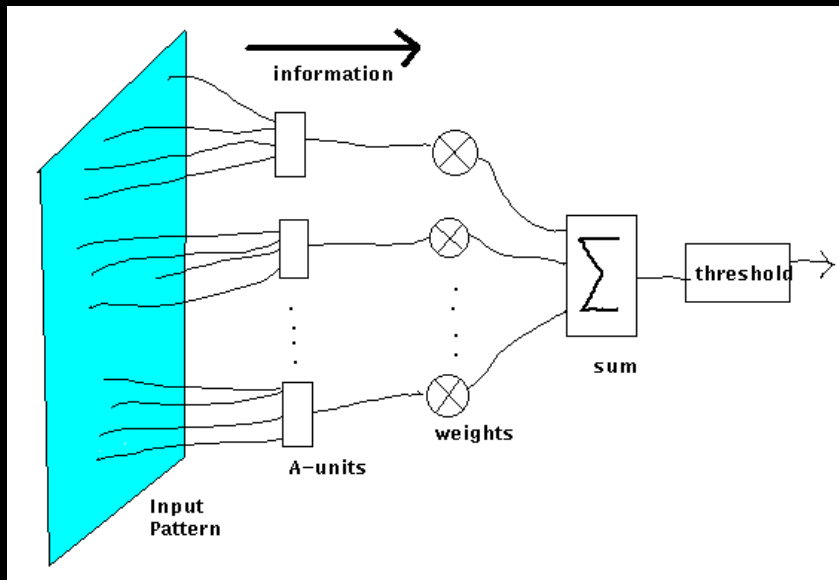
1. «Экспериментальная гносеология»
2. Формальный нейрон
3. Три типа элементов:
 - входные (рецепторы)
 - внутренние (центральные)
 - выходные (эффекторы)
4. Правила распространения активации



Нейронные сети: три этапа становления

1940-е: Теоретическая концепция нейронной сети:
Уоррен Маккаллох, Уолтер Питтс

1960-е: Перцептрон Дэвида Розенблата и критика
Минского и Пейперта



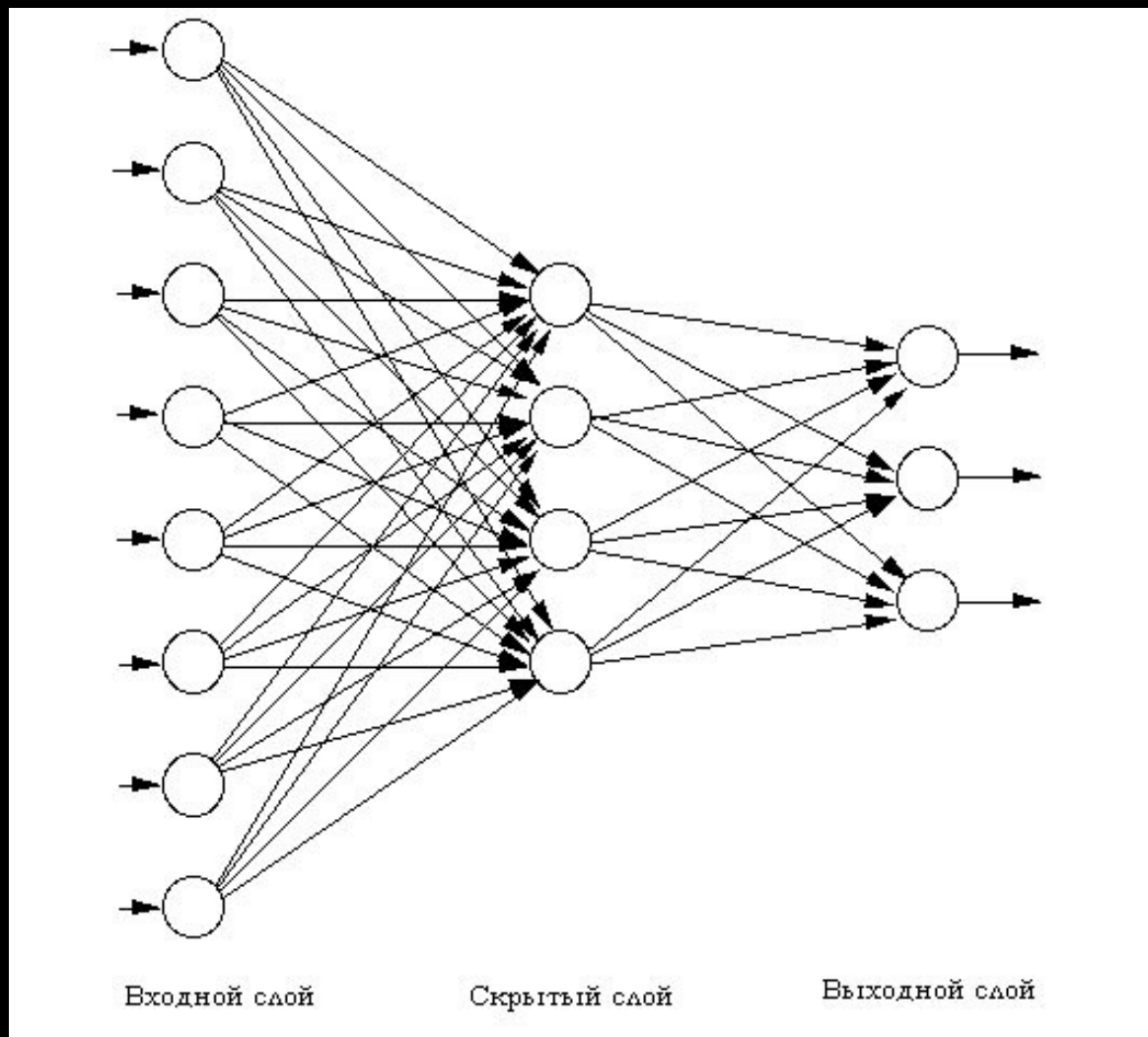
Нейронные сети: три этапа становления

1940-е: Теоретическая концепция нейронной сети:
Уоррен Маккаллох, Уолтер Питтс

1960-е: Перцептрон Дэвида Розенблата и критика
Минского и Пейперта

1980-е: «Параллельно-распределенная перереботка»
Дэвида Румельхарта и Джеймса Макклелланда
как «Библия коннекционизма», основные виды
обучения и алгоритм «обратного распространения
ошибки»

Базовая когнитивная архитектура нейросетевого подхода и алгоритмы обучения



«Специализация» и сочетание подходов

Нейронные сети

неявные правила,
«интуитивные» задачи
(индивидуальные знания):
категоризация, прогноз,
умозаключение по
анalogии, выделение
фигуры на фоне и т.п.

*Задачи, требующие
обучения*

Символьные модели

явные правила,
формализуемые задачи
(культурно-обусловленные
общедоступные знания):
например, логические и
математические задачи.

*Задачи, требующие
конечного набора знаний*

Когнитивная наука конца 1990-х

1. Подходы к *моделированию* познания постепенно уходят в область прикладных исследований и практических разработок (критика нейронных сетей: реальный механизм или практический результат?)
2. На смену методу моделирования приходят методы регистрации активности мозга
3. Когнитивная наука «размыкается» в окружающую действительность

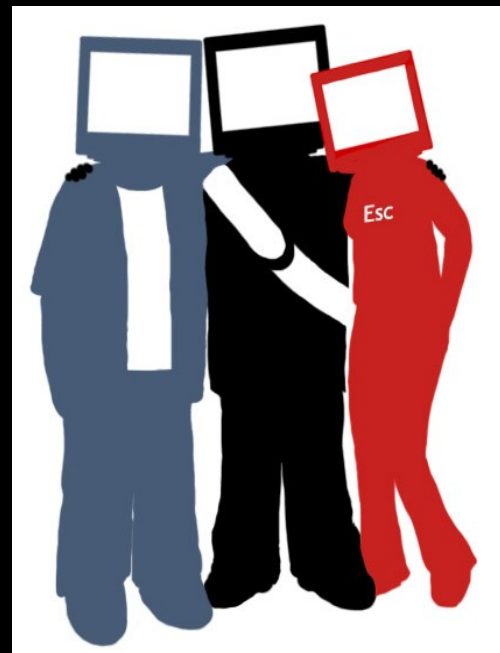
Когнитивная наука 2000+: организм, социум, культура

«Телесный бум»: от зрительного восприятия до теории метафоры

«Эмоциональный бум»: от влияния эмоций на познание до «обработки эмоциональной информации»

«Социальный бум»: социальное познание, распределенное познание и «модель психического»

«Культурный бум»: формирование особенностей познания, а также структуры и функций мозга под влиянием культурных практик

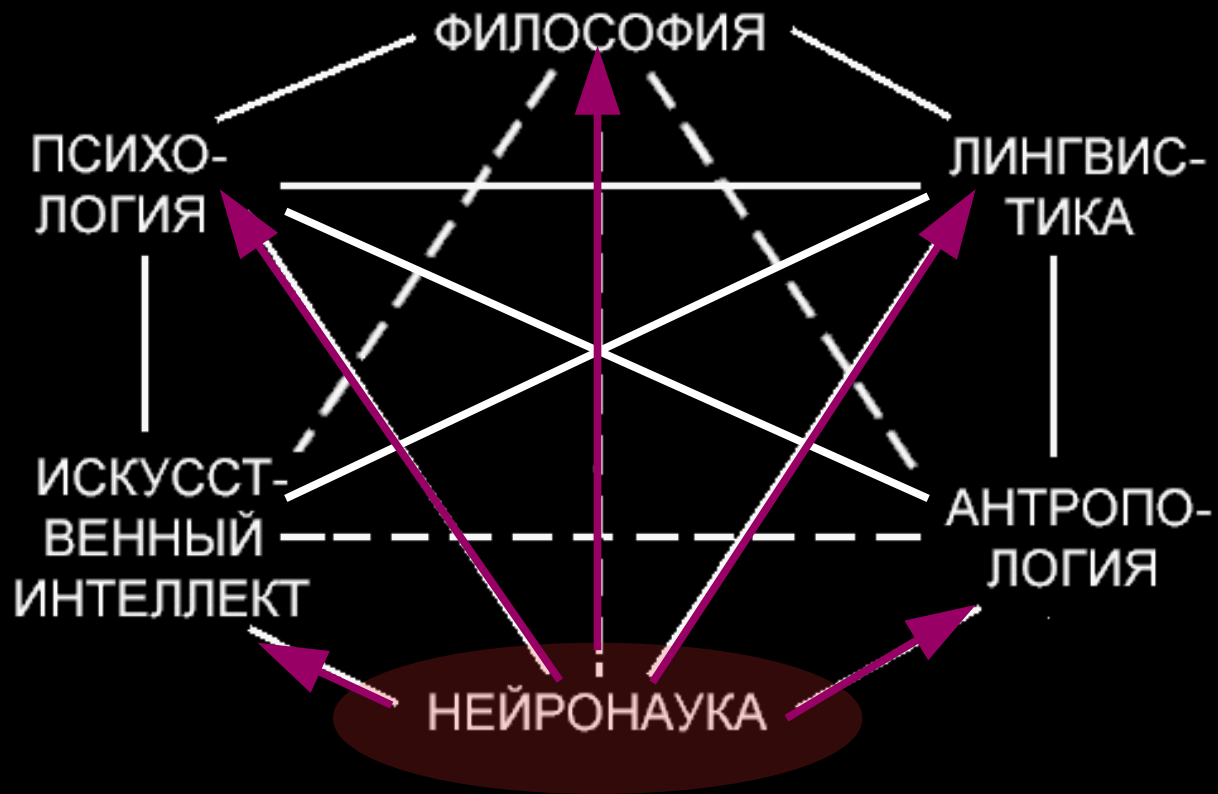


Когнитивная наука 2000+: организм, социум, культура

**Новые науки в «когнитивном многоугольнике»:
гуманитарный и общественный цикл**

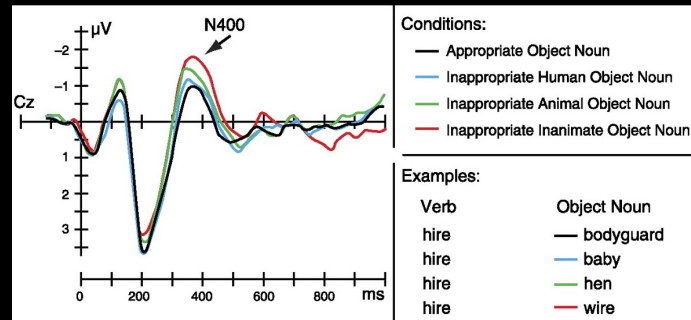
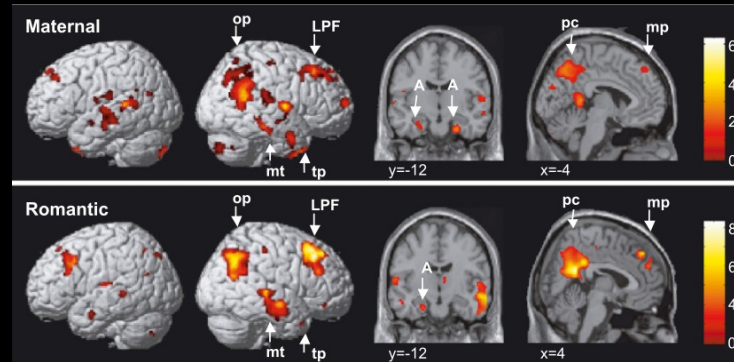
- социальная психология**
- экономика**
- эстетика**
- литературоведение**
- ...**

Когнитивная наука 2000+: экспансия нейронаук



Почему?

Бурное развитие методов регистрации активности мозга



Основные группы методов исследования активности мозга

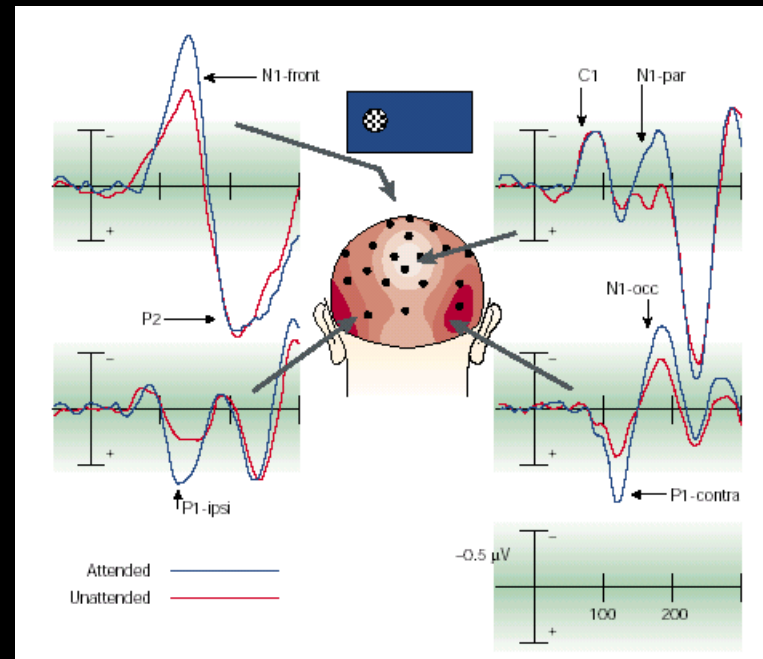
Динамика событий в мозге:
ЭЭГ, МЭГ

Локализация процессов в мозге:
ПЭТ → фМРТ

Воздействие на работающий мозг:
ТМС и микрополяризация

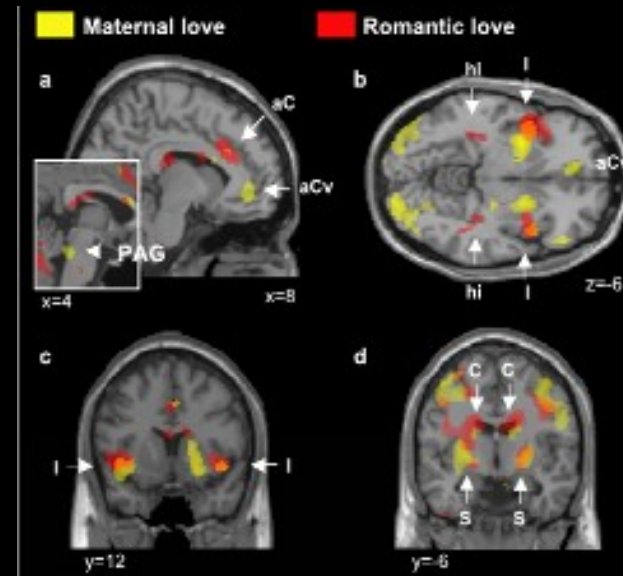
Основные группы методов исследования активности мозга

Динамика событий в мозге: ЭЭГ, МЭГ



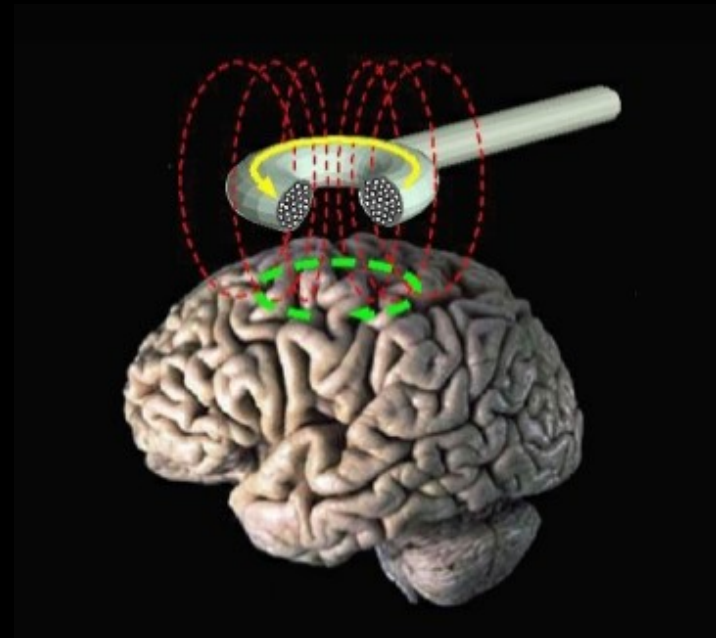
Основные группы методов исследования активности мозга

Локализация процессов в мозге: фМРТ



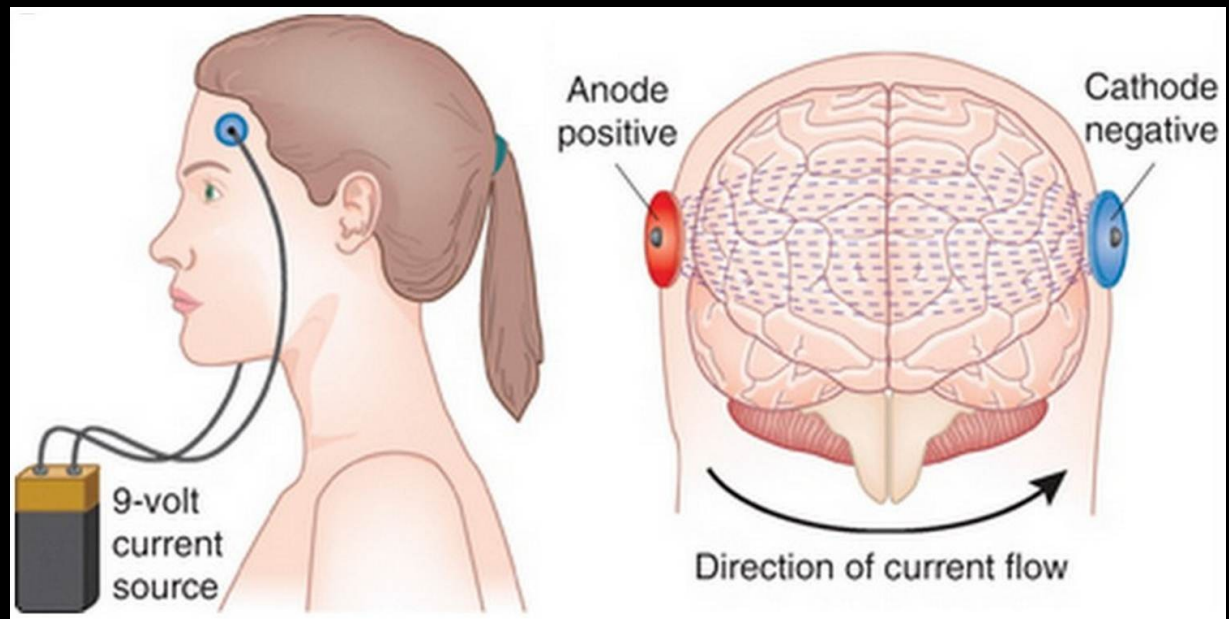
Основные группы методов исследования активности мозга

Воздействие на работающий мозг:
ТМС и микрополяризация (tDCS)



Основные группы методов исследования активности мозга

Воздействие на работающий мозг: ТМС и микрополяризация (tDCS)



Когнитивная наука 2000+: организм, социум, культура

Новые содружества наук: несколько примеров

- нейроэкономика

- мозговые корреляты потребительского выбора и принятия решения
- мозговые механизмы *выбора*:
 - свобода воли
 - альтруизм
 - нонконформизм
 - ...



Когнитивная наука 2000+: организм, социум, культура

Новые содружества наук: несколько примеров

- нейроэкономика: мозговые механизмы выбора
- нейроэстетика: прекрасное в мозге
- нейроюриспруденция: новейшие «детекторы лжи»
- социальная нейронаука
- культурная нейронаука

Социальная нейронаука: мозг в обществе

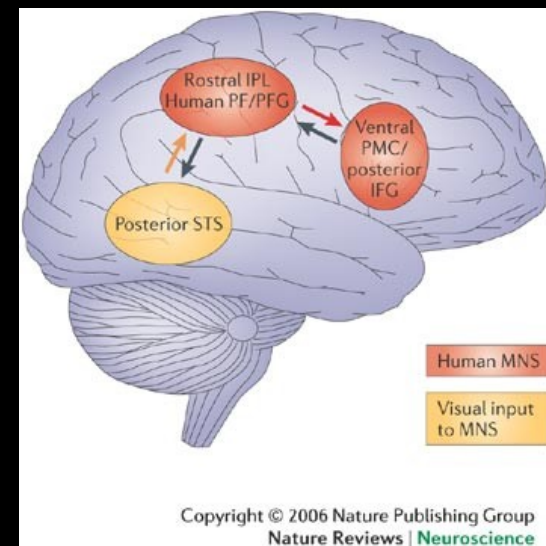
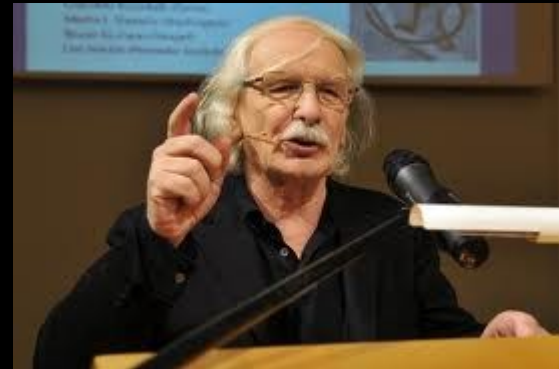
Коммуникация, эмпатия и «зеркальные нейроны»

Джакомо Риццолатти
(Пармский университет)

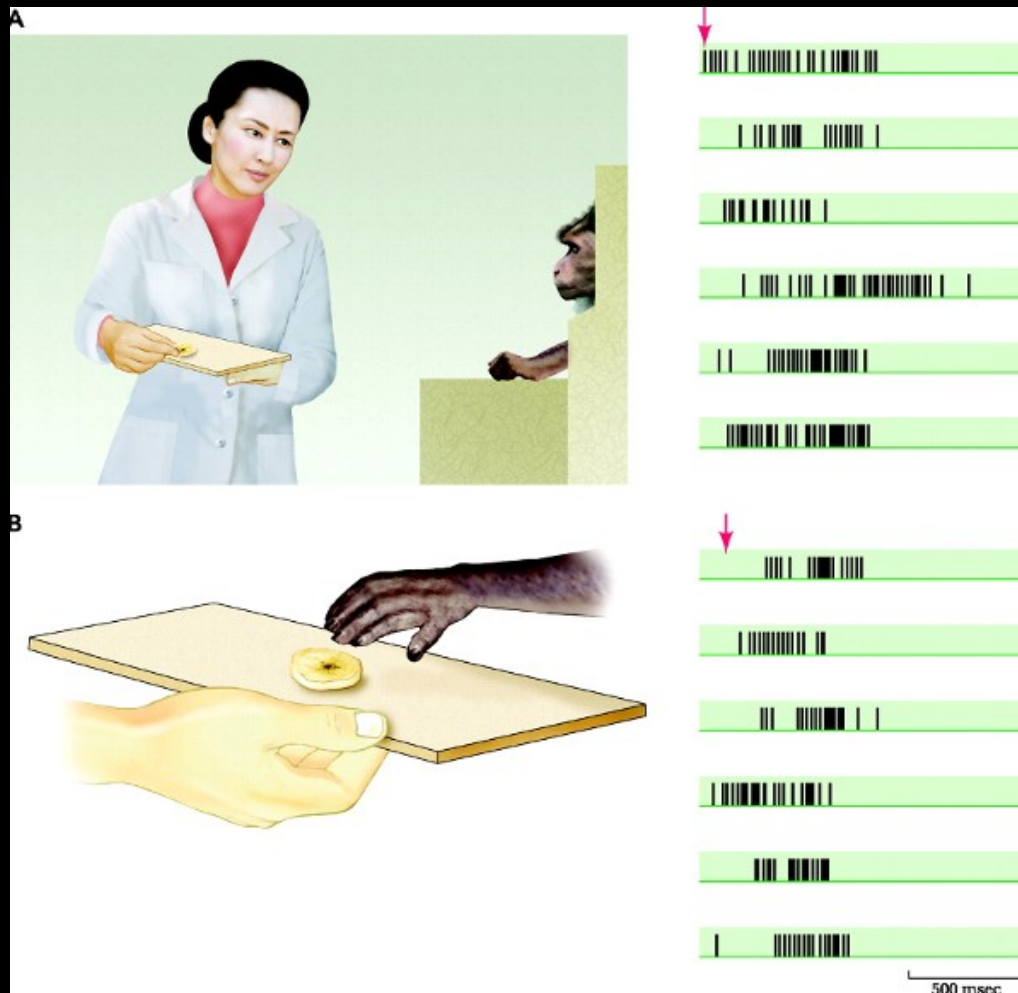
Мозговые механизмы понимания целенаправленных действий другого человека, распознавания эмоций и сопереживания

Риццолатти Дж., Синигалья К.
«Зеркала в мозге: о механизмах совместного действия и сопереживания». М.: Языки славянских культур, 2012

Якобони М. «Отражаясь в людях: почему мы понимаем друг друга». М.: Юнайтед Пресс, 2011

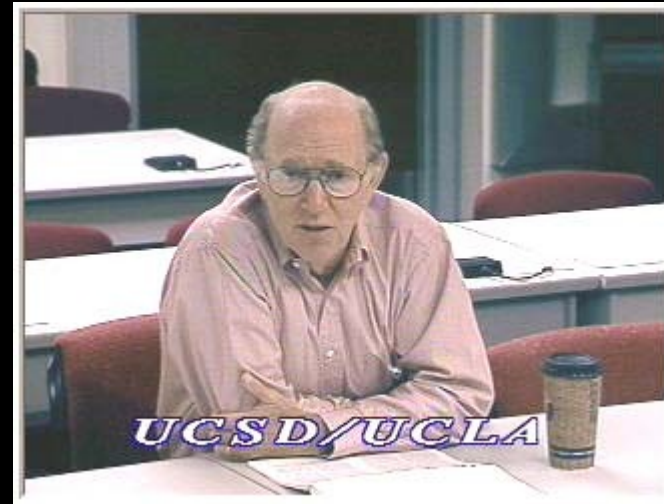


Зеркальная система: «нейроны, создавшие цивилизацию»?



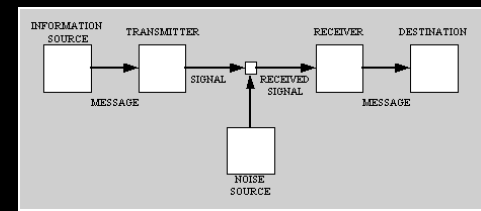
«Культурная нейронаука» как тренд 2010-х: МОЗГ В КОНТЕКСТЕ КУЛЬТУРЫ

Майкл Коул
«Культура и
когнитивная наука»
(2003)

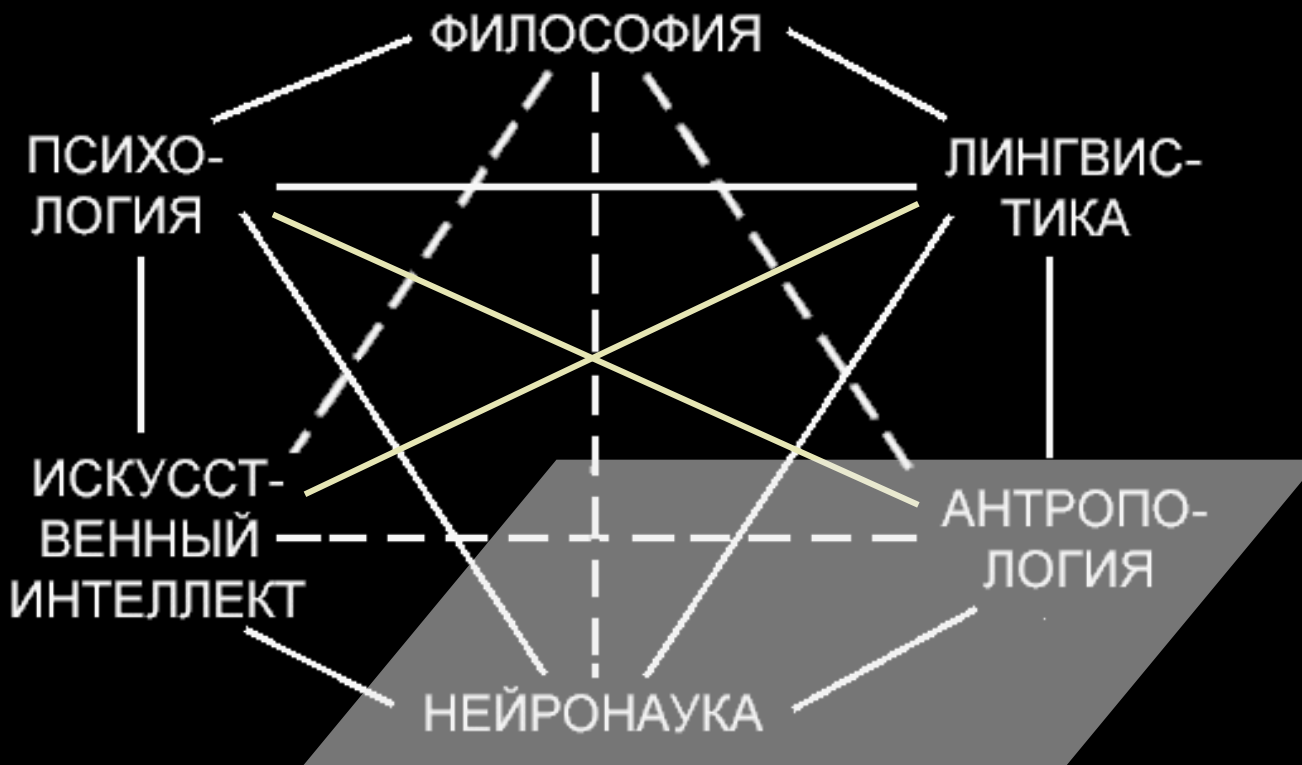


Будущее за взаимодействием двух областей:

- когнитивная антропология
- коммуникация (теория связи)

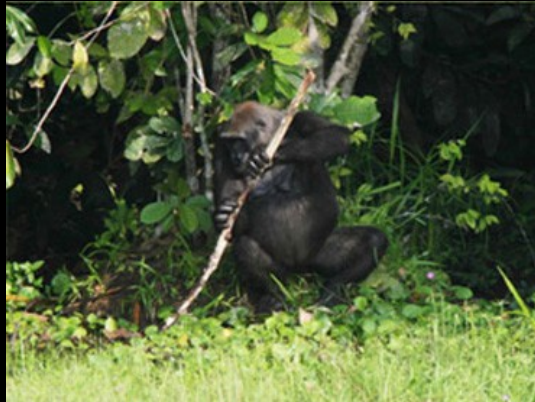


«Культурная нейронаука» как тренд 2010-х: МОЗГ В КОНТЕКСТЕ КУЛЬТУРЫ



«Культурная нейронаука» («культурная биология»)

1. *Козволюция* генов и культуры и их взаимодействие в ходе индивидуального присвоения культурного опыта: теория «двойного наследования» (Richerson, Boyd).
2. Мозг как био-артефакт и «нейроархеология»
3. Орудийная деятельность приматов и перестройки в работе отдельных нервных клеток



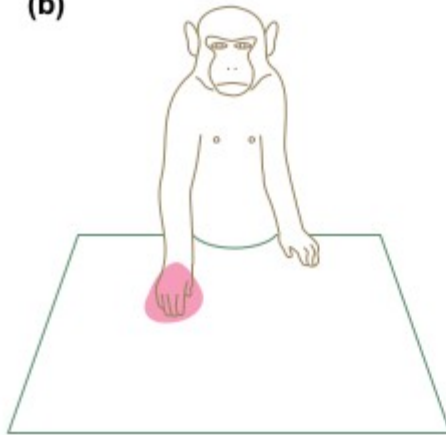
Distal-type neurons

(a)



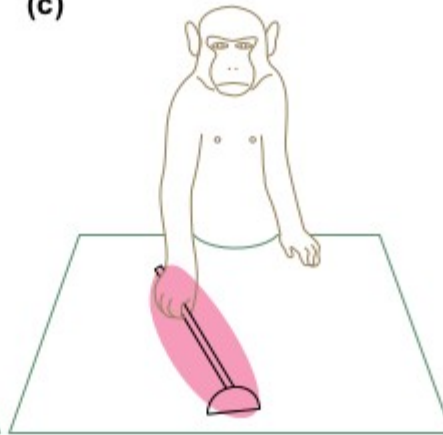
sRF

(b)



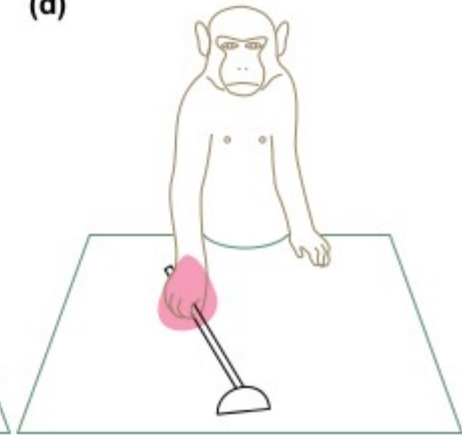
Before tool-use

(c)



After tool-use

(d)



Passive holding

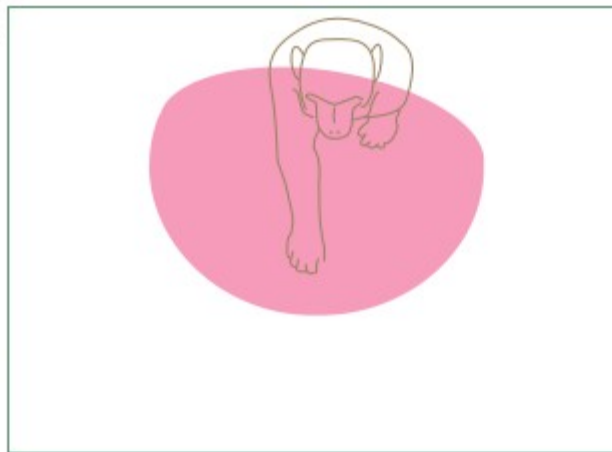
Proximal-type neurons

(e)



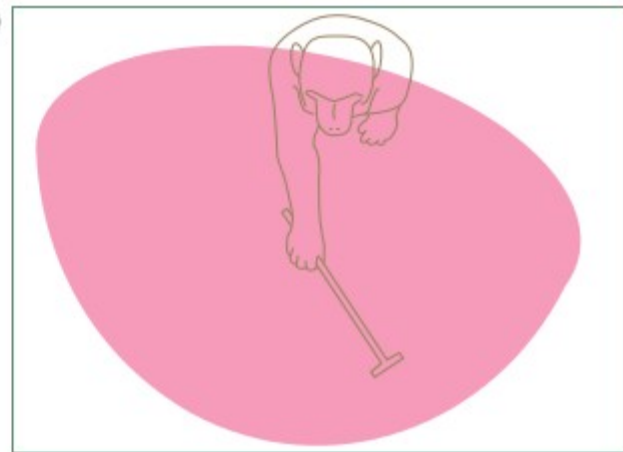
sRF

(f)



Before tool-use

(g)



After tool-use

«Культурная нейронаука»: две линии эмпирических исследований

1. Различия в познавательных процессах и их мозговых механизмах у представителей культур западного и восточного типа

- индивидуализм vs. коллективизм
- «рисовые теории культуры» (Talhelm et al., 2014)



2. Нейробиология культурных и профессиональных различий («культурная биология»)

Культурные практики и мозг

1. Функциональные перестройки (поведенческие данные, ПЭТ, фМРТ)

- влияние обучения: соробан, сельская неграмотность
- профессиональные различия: сортировка почты

2. Структурные перестройки, или «профдеформации мозга» (морфометрия, трактография): лондонские таксисты, стенографистки, шахматисты, балерины, парфюмеры, гандболисты, автогонщики, фонетисты и др.

Общий вывод: архитектура мозга выстраивается в ходе присвоения культурного опыта. Каким должен быть подход, который сможет это описать/смоделировать?

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ