

Искусственный интеллект и когнитивная наука

Поспеловские чтения
29-30 ноября 2011

Когнитивная наука

- Когнитивистика (когнитивная наука) (лат. *cognitio* — познание) — междисциплинарное научное направление, объединяющее теорию познания, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику и теорию искусственного интеллекта.

Цель когнитивной науки

- Ключевым техническим достижением, сделавшим когнитивистику возможной, стали новые методы сканирования мозга. Томография и другие методы впервые позволили заглянуть внутрь мозга и получить прямые, а не косвенные данные о его работе. Наблюдаемый сейчас прогресс в когнитивистике позволит описать и объяснить процессы в мозгу человека, ответственные за высшую нервную деятельность. Это позволит создать системы так называемого **сильного искусственного интеллекта**, который будет обладать способностями к самостоятельному обучению, творчеству, свободному общению с человеком

Сильный и слабый ИИ

- В философии искусственного интеллекта (ИИ) спор сильного ИИ (Джон Сёрль) против слабого ИИ протекает вокруг гипотезы о том, что некоторые формы искусственного интеллекта могут действительно обосновывать и решать проблемы. Теория сильного ИИ предполагает, что компьютеры могут приобрести способность мыслить и осознавать себя, хотя и не обязательно их мыслительный процесс будет подобен человеческому. Теория слабого ИИ такую возможность отвергает.

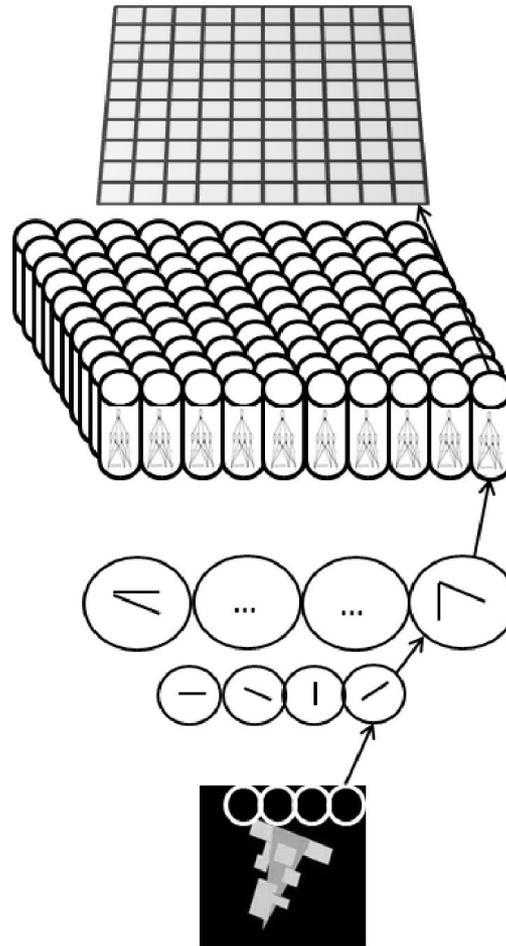
Составляющие когнитивистики

- Искусственный интеллект
- Когнитивная психология
- Когнитивная лингвистика
- Когнитивная этология
- Математическая логика
- Неврология
- Нейробиология
- Нейрофизиология
- Философия сознания
- К когнитивным наукам также относят экспериментальную психологию познания, нейронауку, когнитивную антропологию, когнитивную географию.

Когнитивная наука

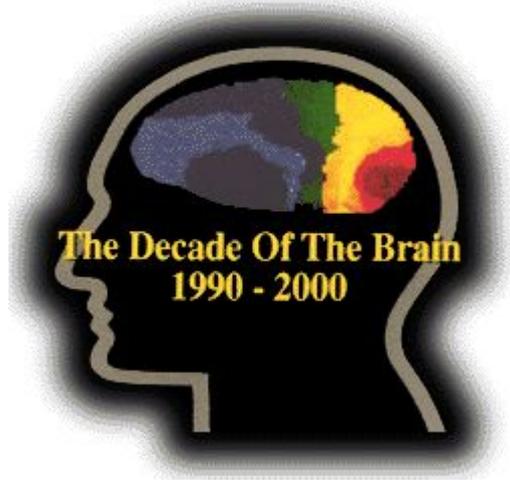
- Область междисциплинарных исследований познания, понимаемого как совокупность процессов приобретения, хранения, преобразования и использования знаний живыми и искусственными системами.
- Аппаратными и программными средствами для когнитивной науки, общими для всех ее областей, являются методы матмоделирования на основе биоморфных нейронных сетей. В отличие от классических нейросетей используются нейросети рекуррентные, модулярные, ассинхронные, с немонотонной активационной функцией и т.д. и нейроморфный искусственный интеллект.

Схема модулярной сети



Десятилетие мозга

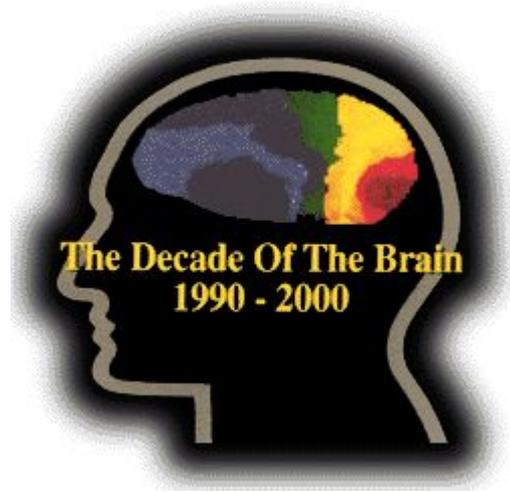
Десятилетие
мозга
(1990-2000)



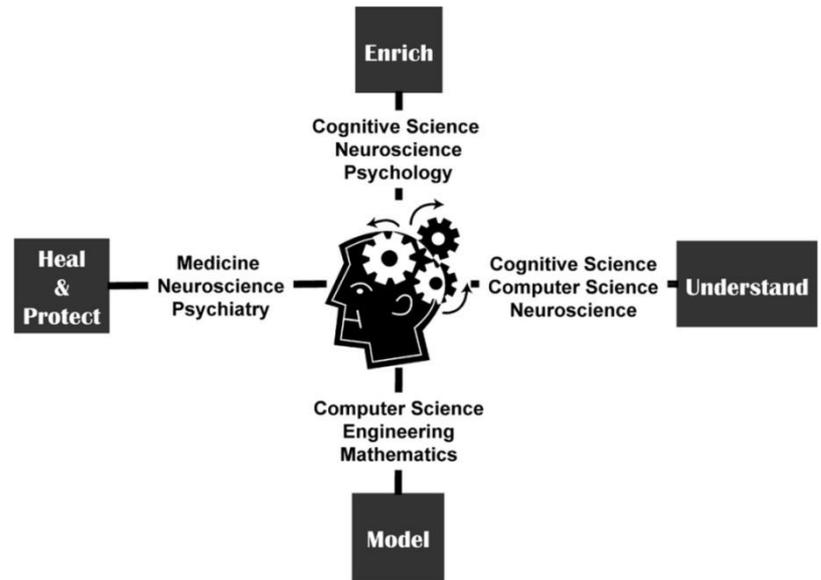
"

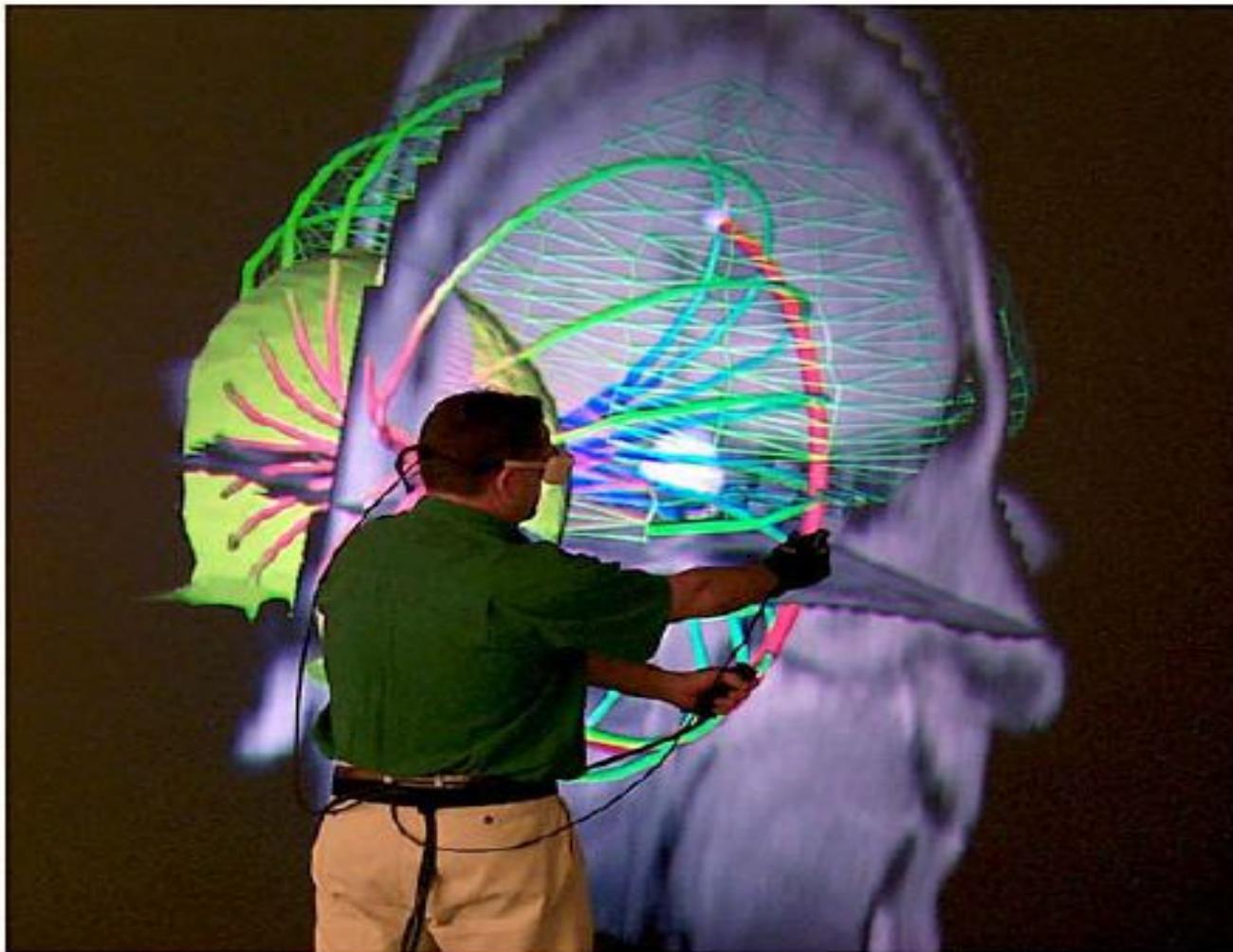
Десятилетие сознания

Десятилетие мозга (1990-2000)



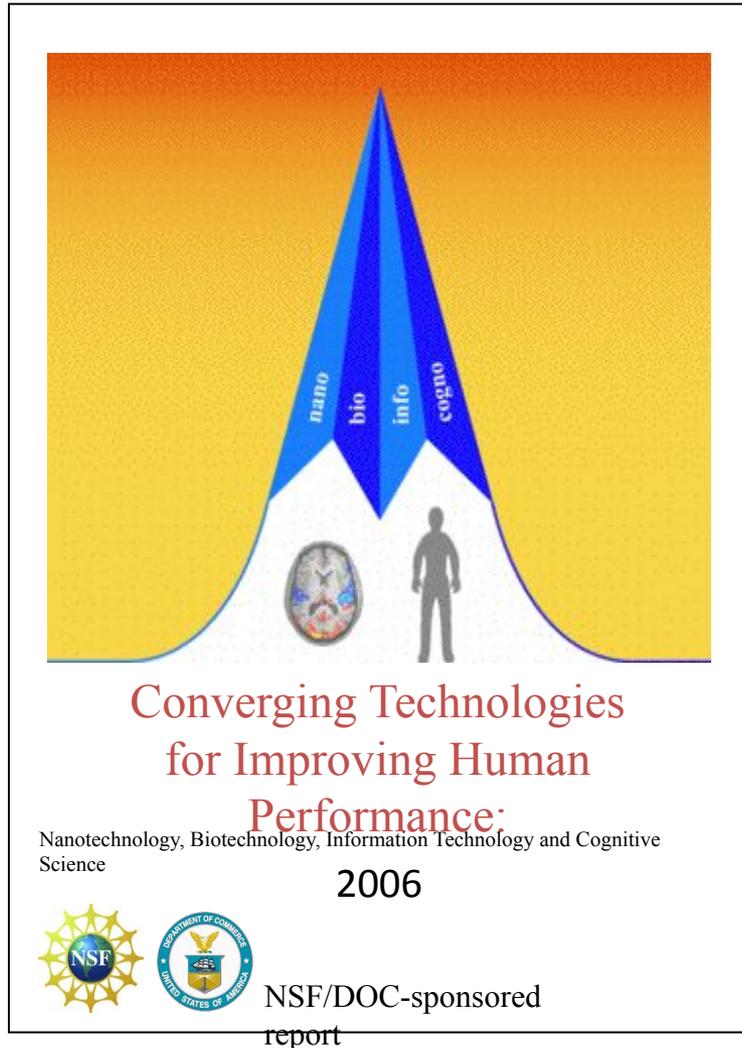
Десятилетие сознания (2010-2020?)





3D визуальная лаборатория сканирования мозга человека

Интеграция нано, био, инфо и когнитивных технологий



Отчёт Национального научного фонда и Министерства экономики США о конвергенции 4-х мегатехнологий:

«...В основе конвергенции технологий лежит материальное единство мира на наноуровне и его интеграция на более высоких уровнях. »

« Из четырех НБИК областей когнитивная наука является наименее зрелой, но по этой же причине она несет и наибольшие обещания.

Развитие когнитивных технологий может иметь наиболее заметные последствия для общества в целом... »

Нейроморфный искусственный интеллект

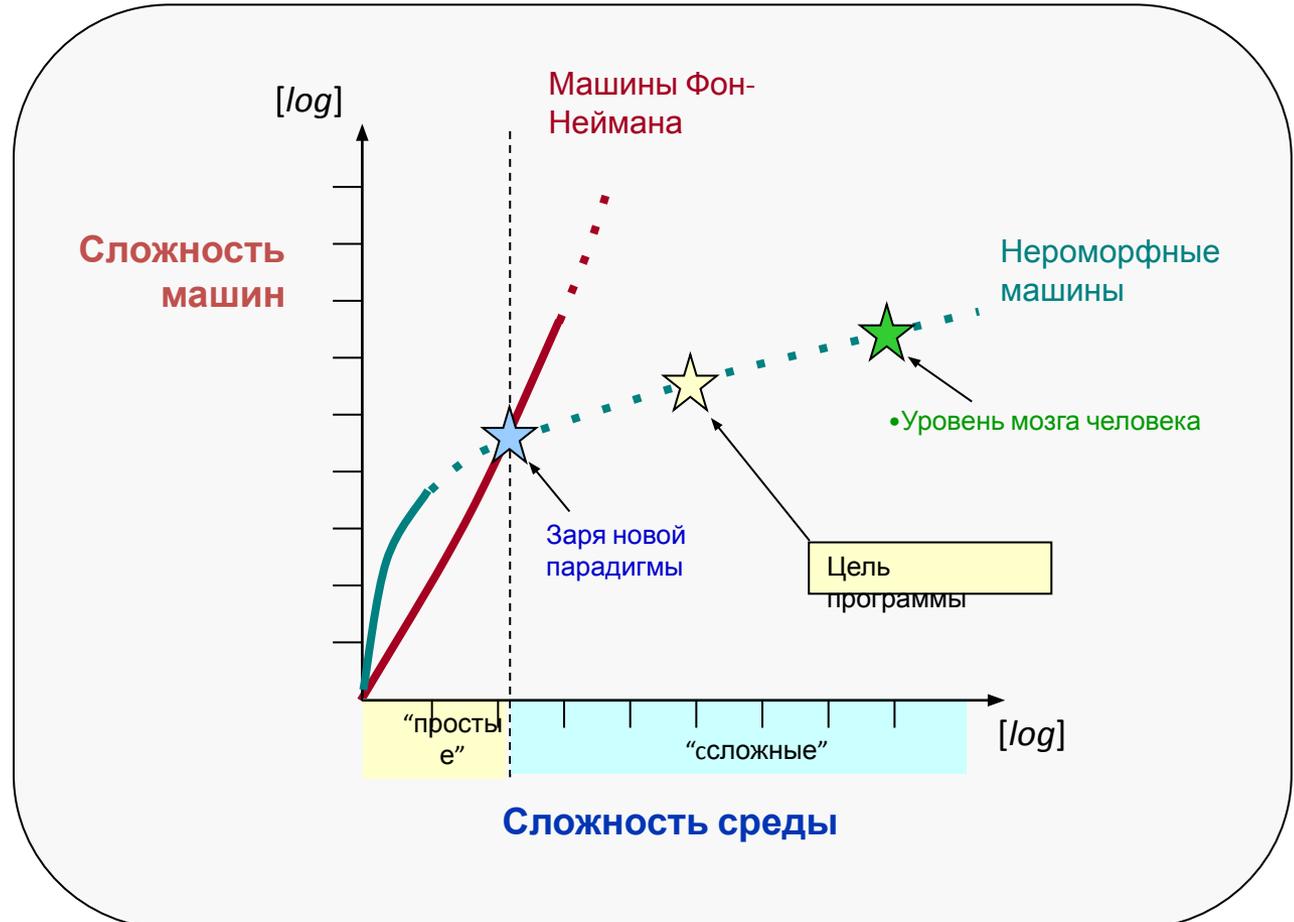
Проблема

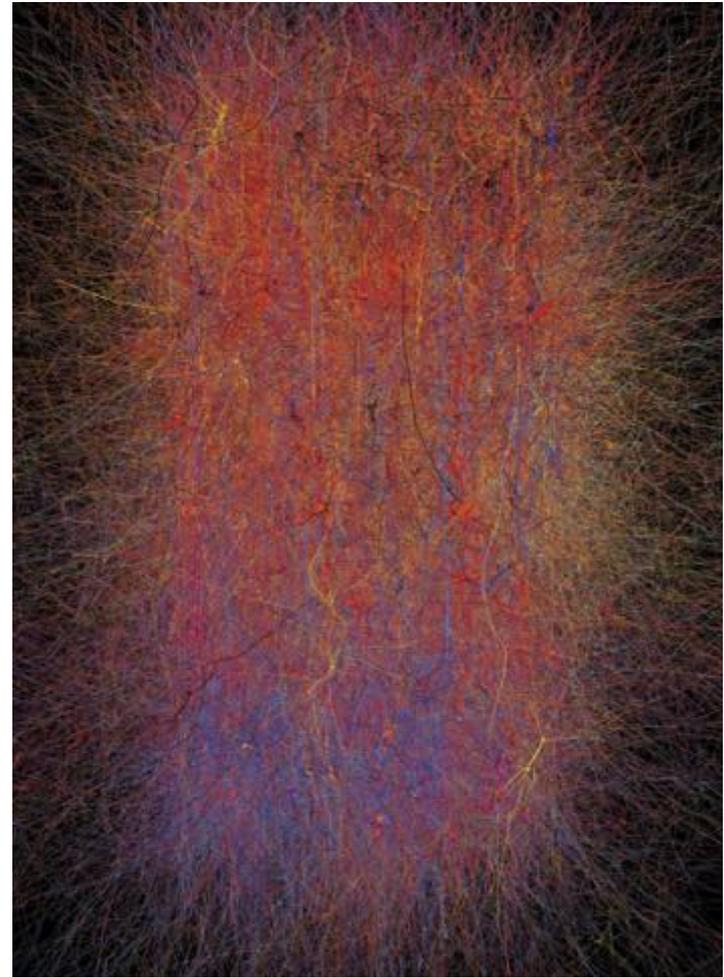
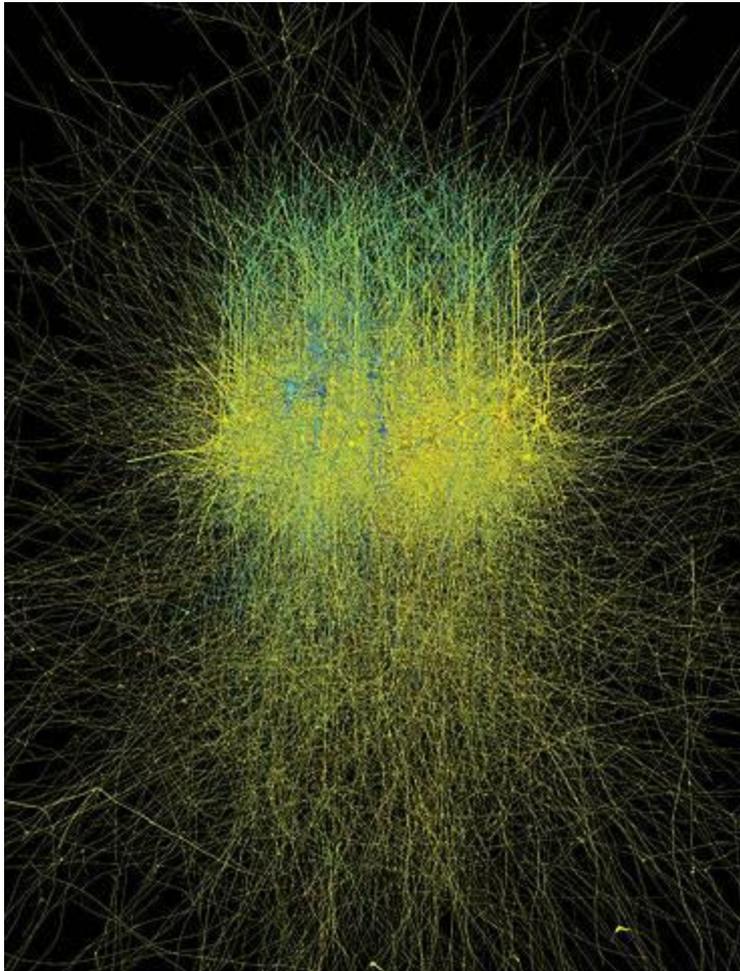
- По сравнению с биологическими системами интеллектуальные машины менее эффективны в миллионы раз
- Чтобы увеличить эффективность интеллектуальных машин, их надо совмещать с биологическими системами.

Цель

- Развить нейроморфные

Коллажи до 150 лет	Модель кортекса
100 мл	биологического уровня.
1 литр	4×10^{10} литров

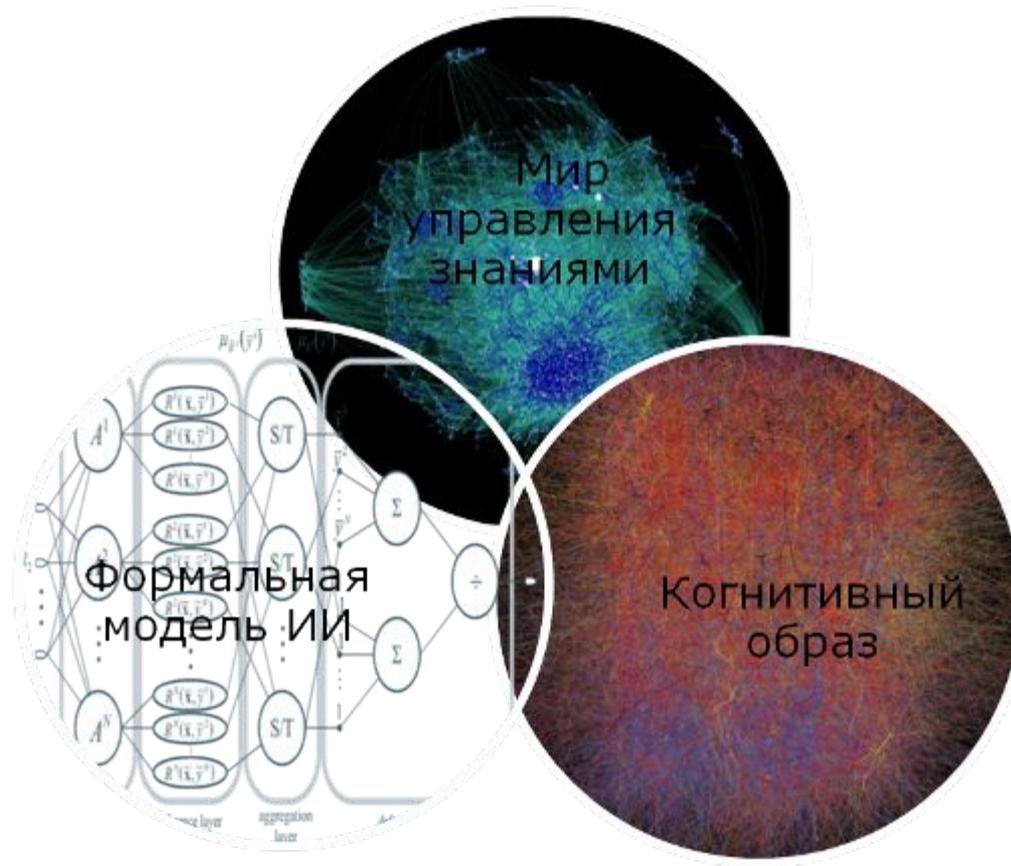




Компьютерное моделирование верхнего слоя колонки Маунткастла (neocortical columns) (узловые структуры содержащие от 10 до 70 тысяч нейронов) мозга крысы. Здесь возбуждённые нейроны подсвечены розовым, голубыми и желтыми цветами (проект Blue Brain).

SyNAPSE

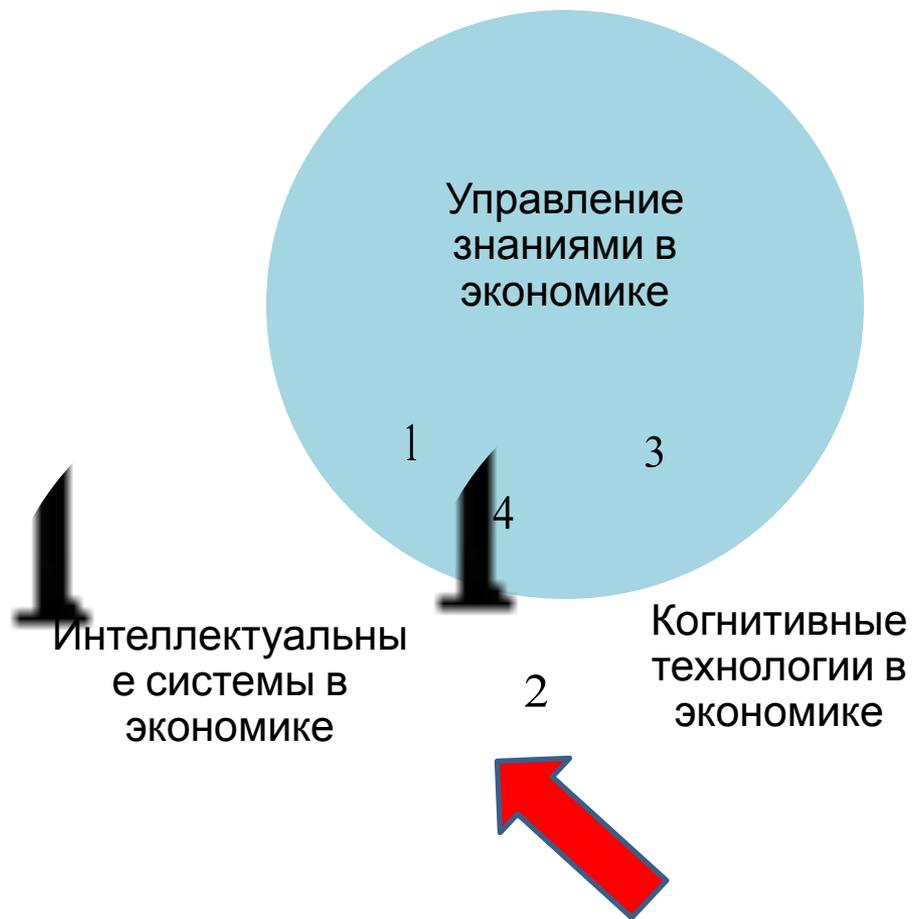
- Финансирует исследование DARPA, которая в своем проекте SyNAPSE (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) рассчитывает к 2015 году создать прототип чипа, моделирующего 10 млрд нейронов, соединенных 1 трлн синапсов, и при этом потреблять менее 1киловатта энергии и занимать в объеме менее 2 литров.
- Dharmendra Modha, ведущий исследователь IBM по проекту SyNAPSE, сравнивает представленную симуляцию с электронным микроскопом или ускорителем частиц: "Это инструмент, который другие исследователи теперь могут использовать для того, чтобы лучше понять, как протекают мыслительные процессы в мозгу".
- IBM рассчитывает создать полную модель кортекса к 2019 году, и, похоже, в эти сроки они более чем укладываются.
- В Нижнем Новгороде планируется строительство центра инновационных технологий объёмом инвестиций 1,13 млрд рублей («Малое Сколково»). Центр будем заниматься развитием инноваций в сфере производства медицинского оборудования и технологий. В частности, особое внимание в работе центра будет уделено исследованиям в области развития нейроморфного искусственного интеллекта.



Конвергенция управления знаниями,
искусственного интеллекта и когнитивной науки

- Когнитивная экономика является одним из перспективных направлений развития экономики и прикладной когнитивной науки. Структурно, методологически и технологически когнитивная экономика связана с методами искусственного интеллекта и управления знаниями в экономике. Сама по себе когнитивная экономика, как сфера исследований и человеческой деятельности, включает в себя три основные области.

Когнитивная экономика



Когнитивная экономика

- На пересечении *областей управления знаниями в экономике, когнитивных технологий в экономике и интеллектуальных систем в экономике* лежат системы бизнес-аналитики для экономики знаний на основе интеллектуальных систем поддержки принятия решений, использующие когнитивные методы анализа сознания людей, вовлеченных в эти процессы, а также тестирование качества ЛПР по их мозговой активности, для параметрической настройки интеллектуальных систем поддержки принятия решений. С этой областью также связаны работы по интеграции моделей прогноза и оцениванию неструктурированных ситуаций

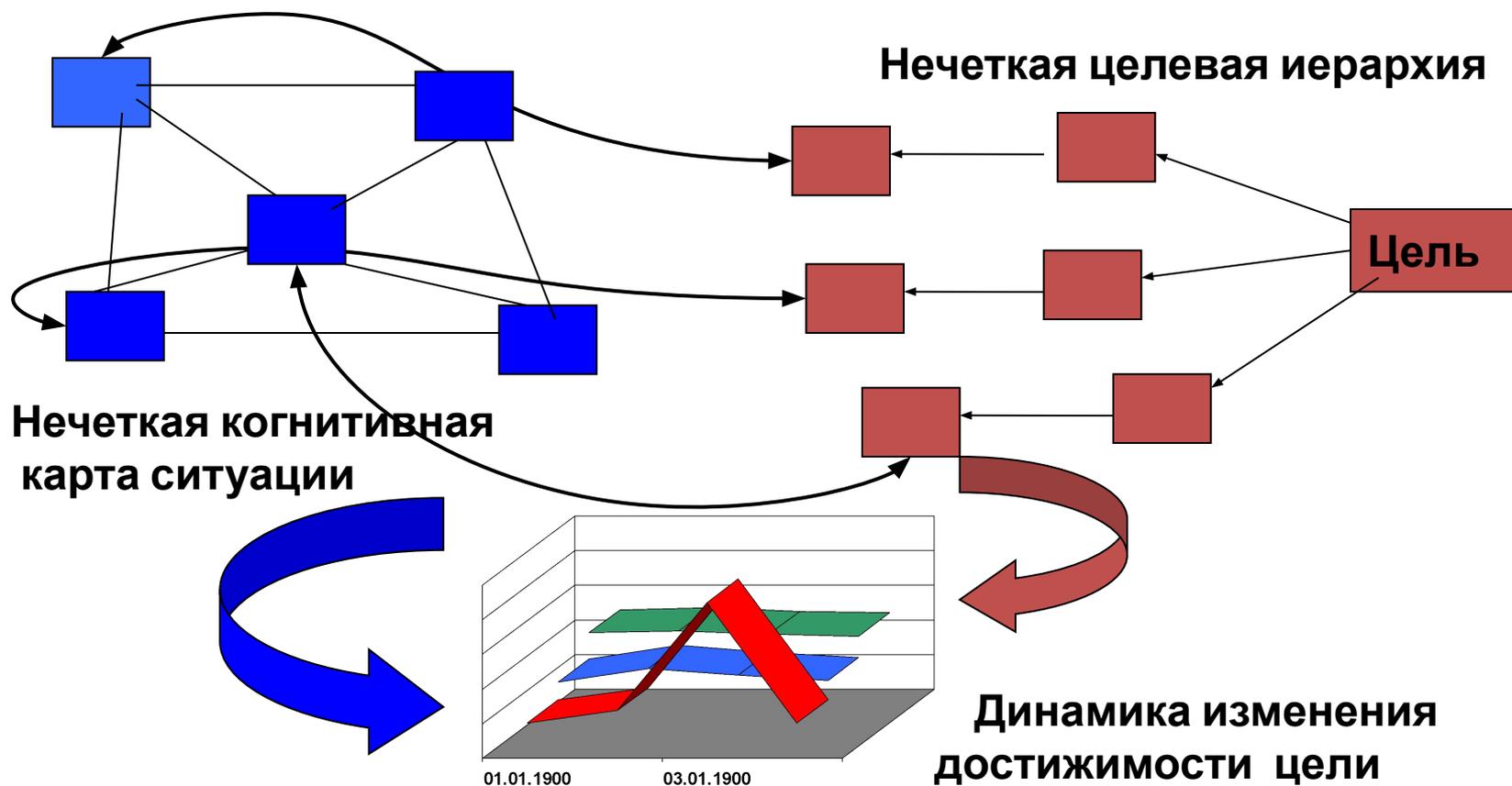


Управление знаниями в
экономике & когнитивные технологии в экономике &
интеллектуальные системы в экономике

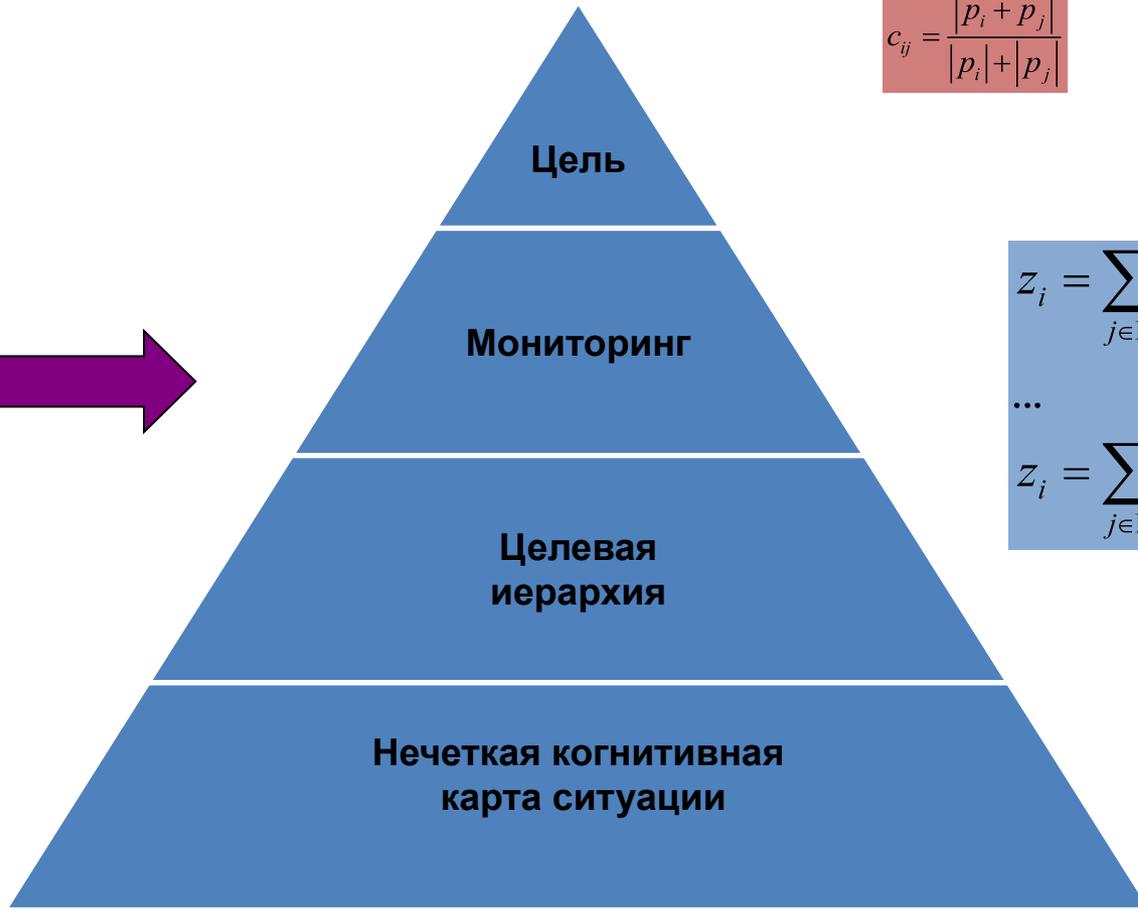
Гетеродоксальная экономика



Методы моделирования ситуации



Взаимодействие моделей



$$c_{ij} = \frac{|p_i + p_j|}{|p_i| + |p_j|}$$

$$z_i = \sum_{j \in \Gamma} y_{ij} z_j, i \in V_2$$

...

$$z_i = \sum_{j \in \Gamma} y_{ij} z_j, i \in V_M$$

- Когнитивный подход, в узком смысле этого понятия, объединяет исследования, общим признаком которых является использование формальных моделей когнитивных карт того или иного вида, т.е. превращает когнитивный подход в формальную нормативную теорию практически без взаимосвязи с ментальным пространством человека – ментальной моделью. Мы рассмотрим более широкую интерпретацию – когнитивные сети поддержки принятия решений (КСППР), с возможностью адаптации к ментальной модели.

Когнитивные сети поддержки принятия решений 1

- В ряде направлений и школ, применяющих практически те же формальные модели и методы, для создания ментальных моделей не применяется понятие когнитивной карты. Вместо него используются знаковые графы, сетевые модели, графах причин и следствий, каузальные сети. Очень близким по смыслу к когнитивным картам являются байесовские сети, сети доверия, аналитические сети Саати, когнитивные иерархические сети, сети решений, нечеткие сети Петри, сети концептов, семантические сети, фреймы, схемы, сценарии. Широко используются методы обучения.

Виды КСППР

Уровни КСППР

- КСППР являются основой систем бизнес-аналитики, использующих интеллектуальные системы с настройкой на сознание и логику эксперта и состоят из когнитивной и аналитической части, причем нижний уровень - когнитивный, предоставляет информацию для обработки верхним, аналитическим, уровнем. Когнитивный уровень помогает использовать когнитивные способности человека, возможности комплексного восприятия ситуации и его ментальные модели для управления процессом принятия решений в сложных ситуациях. Аналитический уровень позволяет оценивать ситуацию и использовать эту оценку для принятия решений.

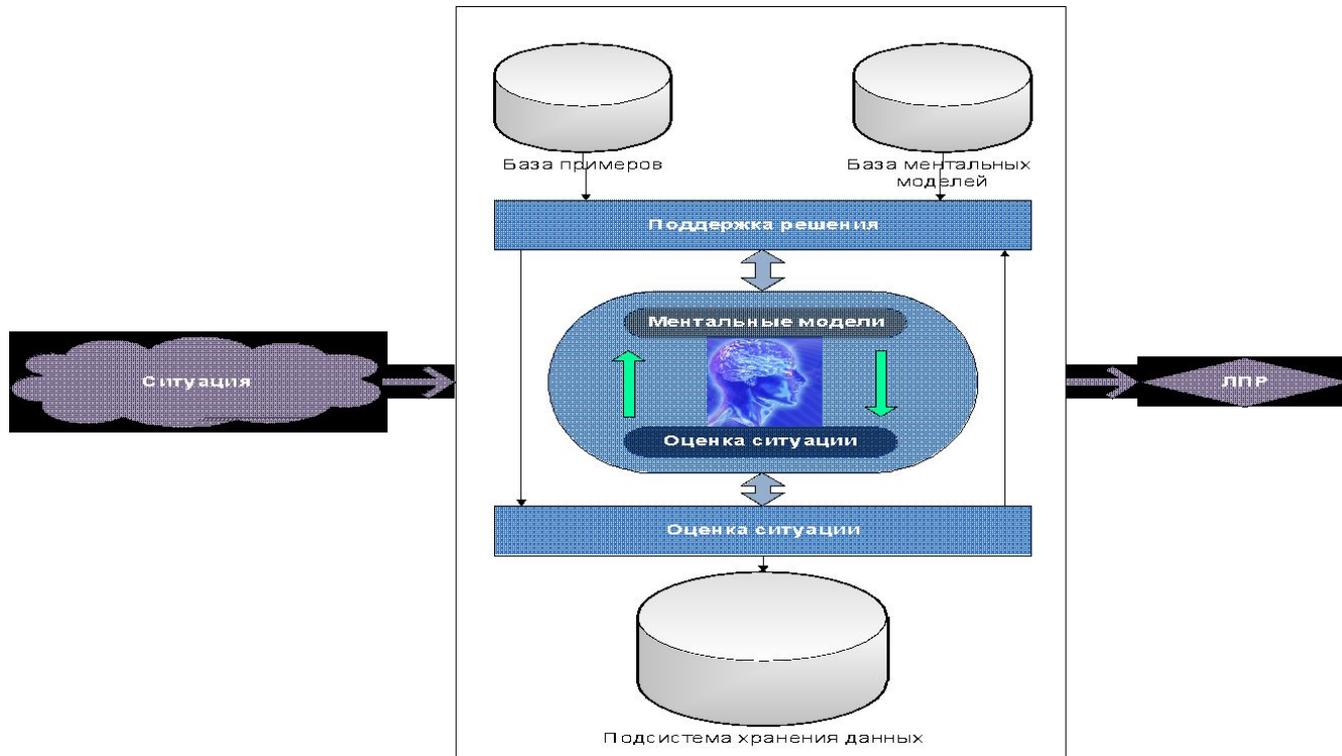
Система 1 и Система 2

- Эти два уровня (когнитивный и аналитический) соответствуют двум типам когнитивных процессов, которые в работах Канемана были рассмотрены, как Система 1 и Система 2. Операции в рамках Системы 1 протекают быстро, автоматически, без усилий, они ассоциативны, зачастую эмоционально окрашены и управляются привычками, поэтому их сложно контролировать и модифицировать. Операции Системы 2 происходят медленнее, последовательно, с интеллектуальными усилиями и намеренным контролем; они также относительно гибки и потенциально подвержены влиянию правил

- С увеличением важности когнитивных аспектов в процессе принятия решений особое внимание уделяется таким когнитивным способностям человека, как оценка ситуации и ментальным моделям и их роли в управлении процессом поддержки принятия решения в сложных ситуациях. При этом к существующей схеме VI добавляется модель когнитивно-ориентированного процесса поддержки принятия решения. Мы предлагаем использовать в ней модели КСППР.

Когнитивные технологии СППР

- КСППР – база эталонов и ментальных моделей (Li Niu, 2009)



**Ментальные модели в системах
бизнес-интеллекта.**