

Искусственный интеллект и теорема Пенроуза

А. Д. Панов
НИИЯФ МГУ

Технологическая сингулярность

Искусственный Интеллект (ИИ)

превосходит человеческий

ВО ВСЕХ ОТНОШЕНИЯХ

(сильный ИИ)

→ предсказание будущего

СТАНОВИТСЯ НЕВОЗМОЖНЫМ

WIRED, April 2000

Why the future doesn't need us.

Our most powerful 21st-century technologies – robotics, genetic engineering, and nanotech – are threatening to make humans an endangered species.

By Bill Joy

From the moment I became involved in the creation of new technologies, their ethical dimensions have concerned me, but it was only in the autumn of 1998 that I became anxiously aware of how great are the dangers facing us in the 21st century. I can date the onset of my unease to the day I met Ray Kurzweil, the deservedly famous inventor of the first reading machine for the blind and many other amazing things.

Ray and I were both speakers at George Gilder's Telecosm conference, and I encountered him by chance in the bar of the hotel after both our sessions were over. I was sitting with John Searle, a Berkeley philosopher who studies consciousness. While we were talking, Ray approached and a conversation began, the subject of which haunts me to this day.

I had missed Ray's talk and the subsequent panel that Ray and John had been on, and they now picked right up where they'd left off, with Ray saying that the rate of improvement of technology was going to accelerate and that we were going to become robots or fuse with

robots or something like that, and John countering that this couldn't happen, because the robots couldn't be conscious.

While I had heard such talk before, I had always felt sentient robots were in the realm of science fiction. But now, from someone I respected, I was hearing a strong argument that they were a near-term possibility. I was taken aback, especially given Ray's proven ability to imagine and create the future. I already knew that new technologies like genetic engineering and nanotechnology were giving us the power to remake the world, but a realistic and imminent scenario for intelligent robots surprised me.

It's easy to get jaded about such breakthroughs. We hear in the news almost every day of some kind of technological or scientific advance. Yet this was no ordinary prediction. In the hotel bar, Ray gave me a partial preprint of his then-forthcoming book *The Age of Spiritual Machines*, which outlined a utopia he foresaw – one in which humans gained near immortality by becoming one with robotic technology. On reading

Irving John Good, 1965 -

intelligence explosion

Vernor Vinge, 1988 -

technological singularity,

2005-2030

Hans Moravec, 1988 -

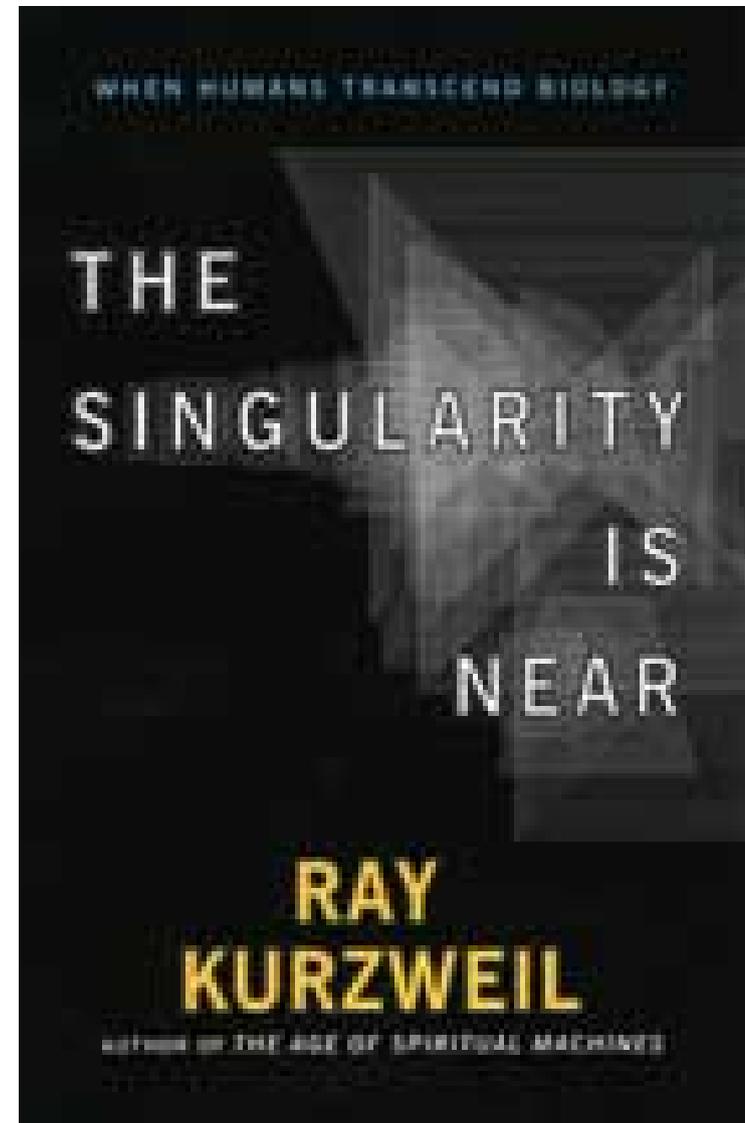
technological singularity,

2030-2040

Ray Kurzweil, 1990th -

technological singularity,

2045

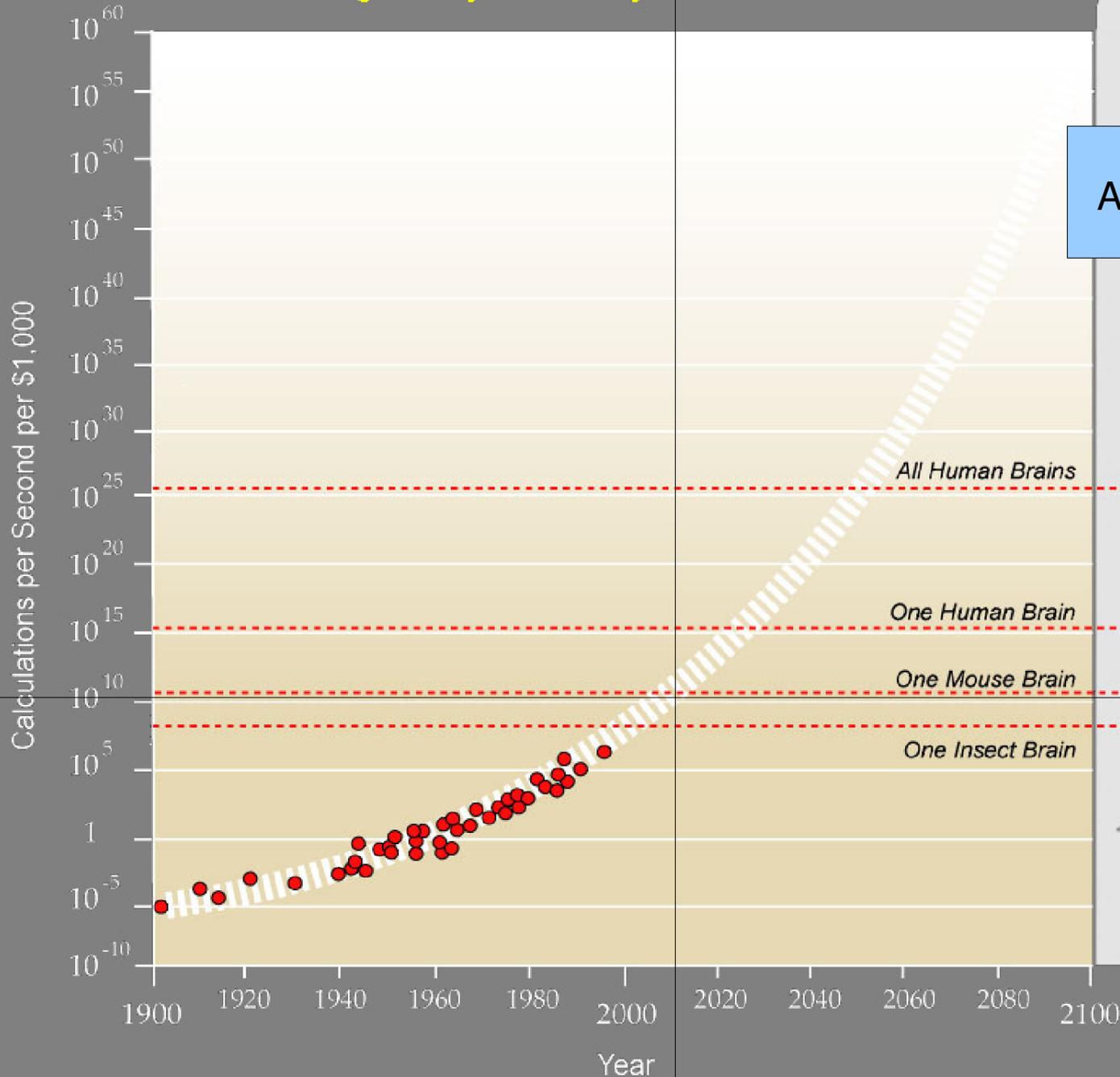


2005

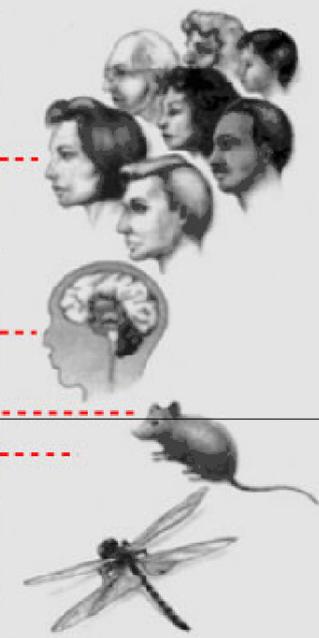
Exponential Growth of Computing

Twentieth through twenty first century

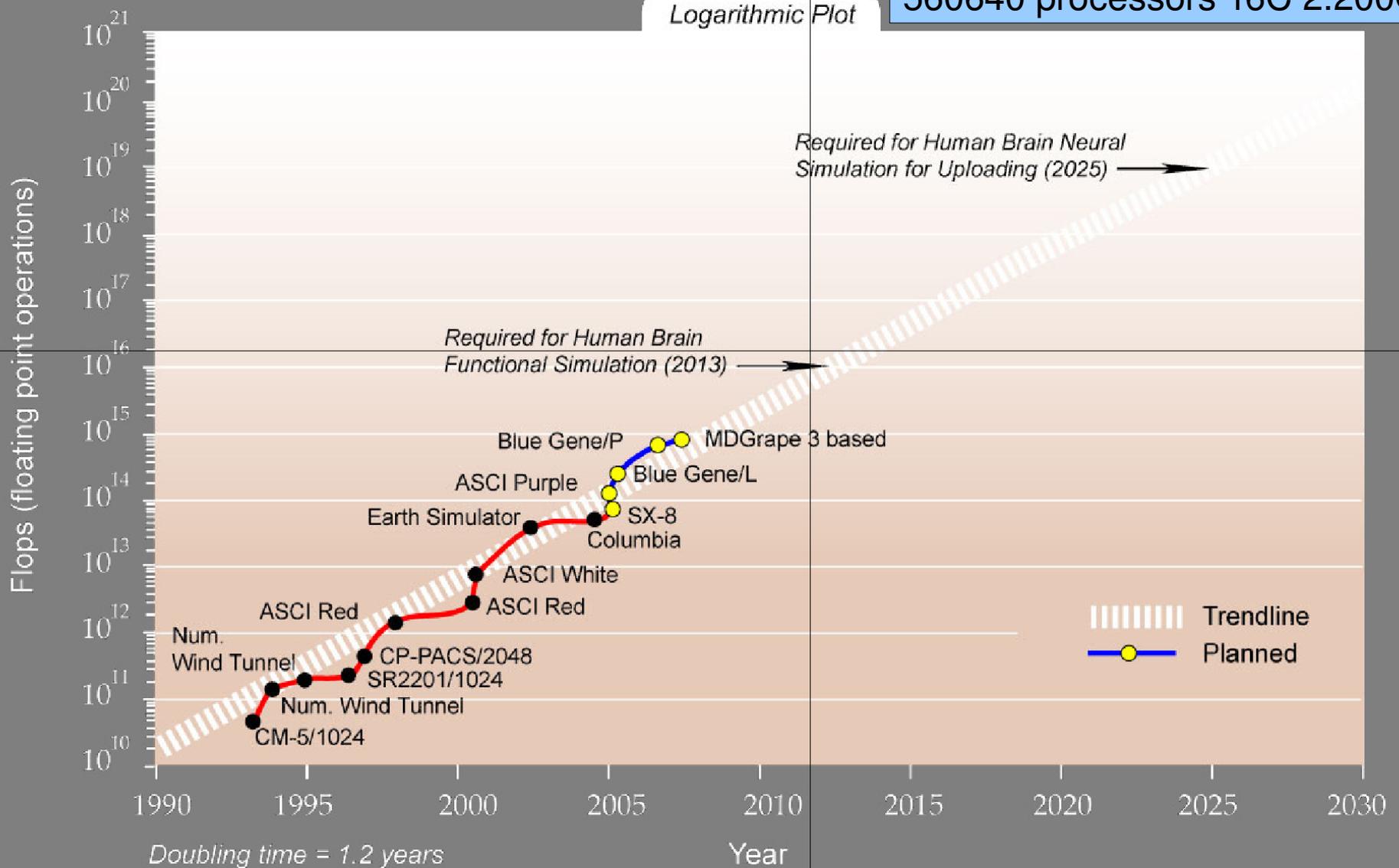
Logarithmic Plot



AMD 16C Opteron 6200



Growth in Supercomputer Power



Titan,
 Нац. Лаб. Оук-Ридж, Тенесси
 17.59 петафлопс = 1.759×10^{16}
 560640 processors 16C 2.200GHz

Три очень плохо обоснованных предположения

1. Недооценка скорости вычислений мозга
2. Аналогия мозг-классический компьютер
3. Переоценка фактора мощности компьютера и недооценка фактора программного обеспечения в ИИ

Одно полностью не понятое обстоятельство

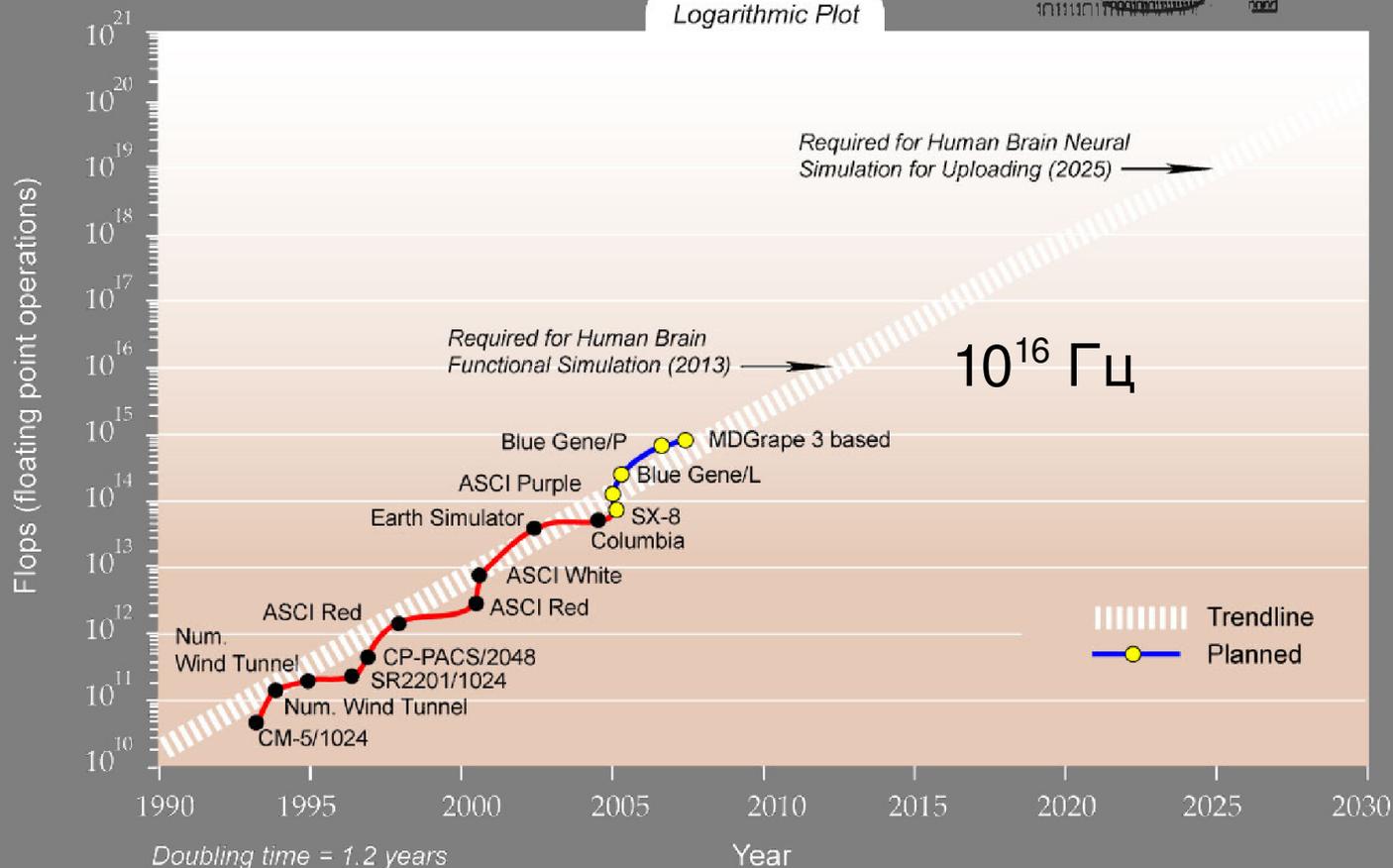
Но-го теорема Пенроуза об ИИ -
классические компьютеры не могут привести
к созданию сильного ИИ в принципе

Критика интерпретации Пенроуза теоремы Пенроуза

Россия 2045 и некоторые философские выводы

Growth in Supercomputer Power

Logarithmic Plot



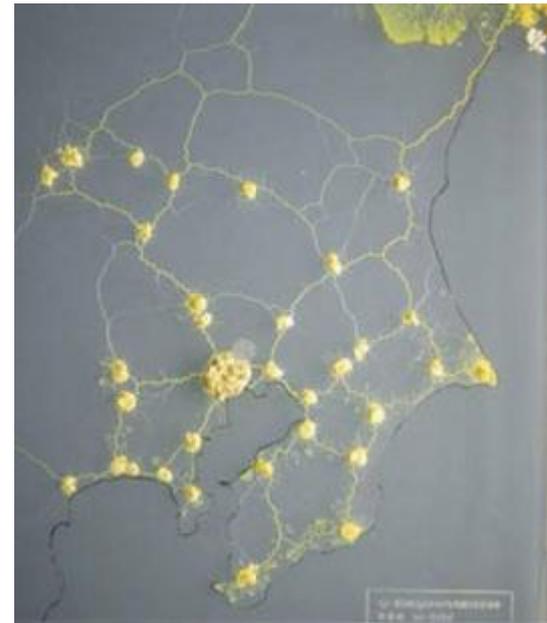
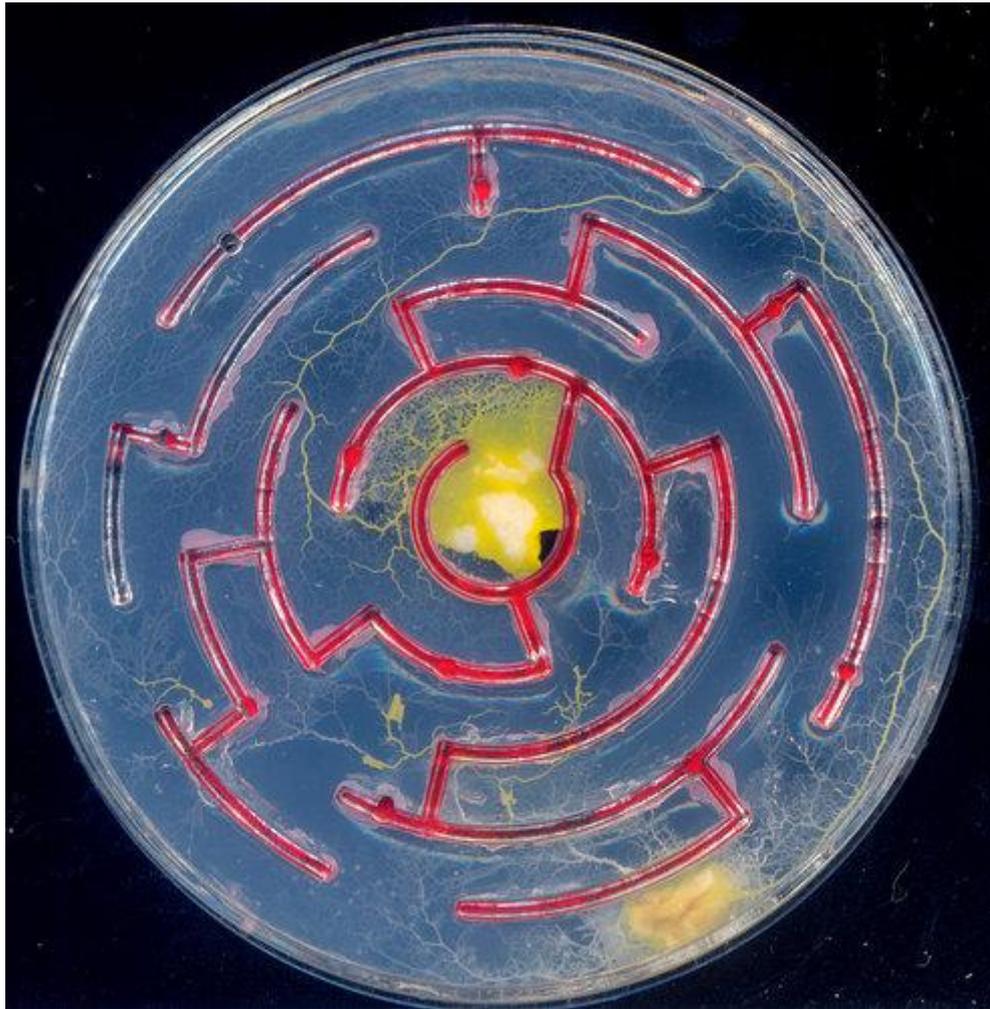
$$10^{11} \text{ нейронов} \times 10^3 \text{ синапсов} \times 10^2 \text{ Гц} = 10^{16} \text{ Гц}$$

Быстрые процессы - возбуждение

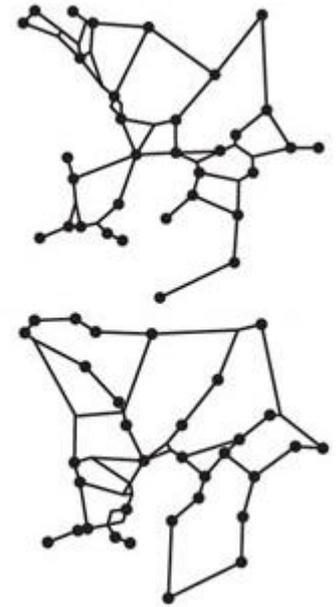
Медленные процессы - синапсы и шипики? (<http://elementy.ru/news/431207>)

**Является ли только
нейросетевая активность
«носителем» сознания?
К быстройдействию мозга**

Слизевик: лабиринты, оптимизация, обучение.



Сеть слизевика



Сеть дорог

Влажный воздух заставляет миксомицетов двигаться быстрее, а сухой – наоборот, замедляет перемещение. Чередую поток влажного и сухого воздуха, ученые со временем зафиксировали интересную особенность: перед очередной подачей сухого воздуха слизевики снижали скорость.

<http://lostlab.ru/forum/topic432.html>

Эволюционный консерватизм.

Ничто, созданное эволюцией, не пропадает зря.
Механизмы «мышления» одноклеточных работают
и в мозге человека.

Где на субклеточном уровне может помещаться
механизм «внутриклеточного сознания»?

Цитоскелет и микротрубочки

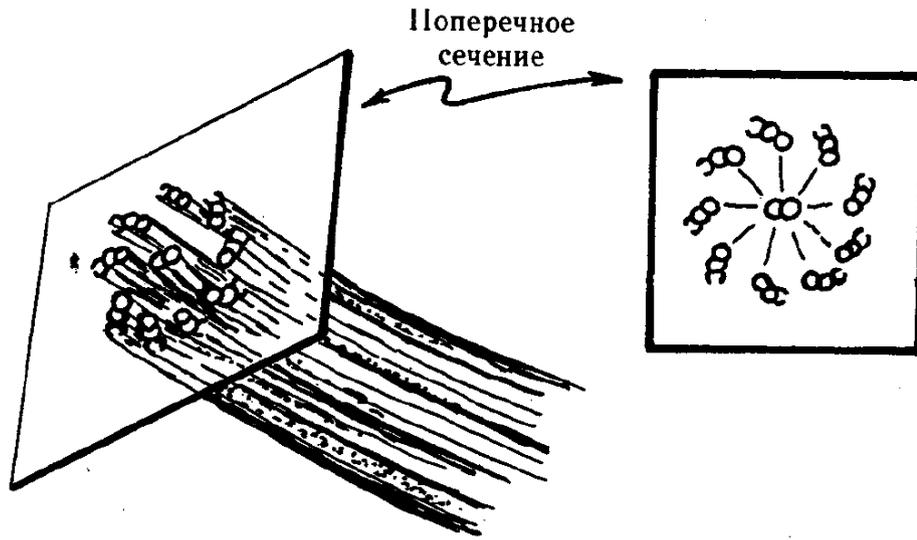


Рис. 7.3. Важной частью цитоскелета являются пучки крохотных трубочек (микротрубочек), организованных в структуры, напоминающие в поперечном сечении лопасти вентилятора. Такое строение имеют, например, реснички парамеции.

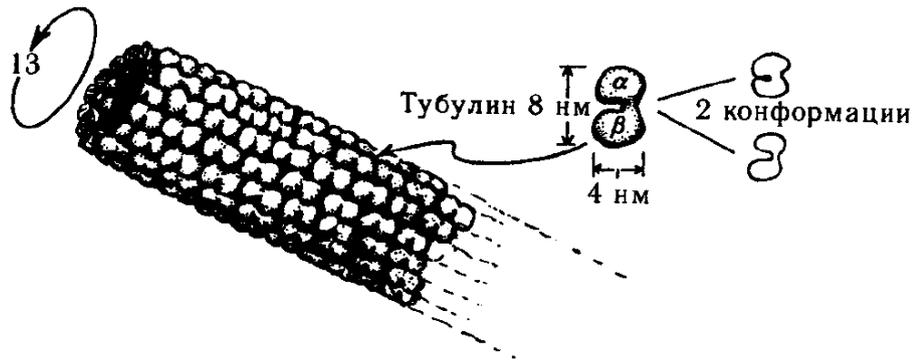


Рис. 7.4. Микротрубочка. Полая трубка, обычно состоящая из 13 рядов димеров тубулина. Каждая из молекул тубулина может существовать в двух (по крайней мере) конформациях.

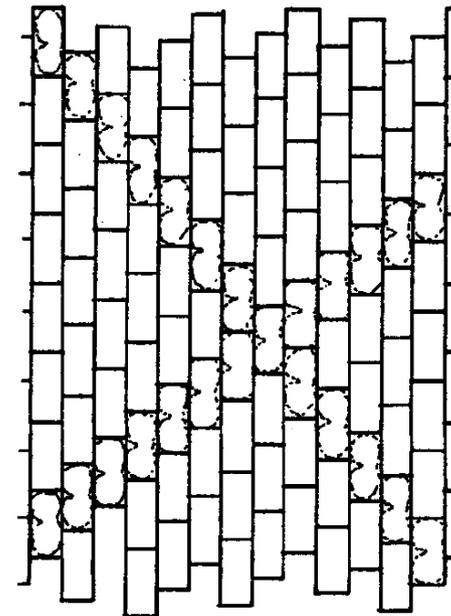
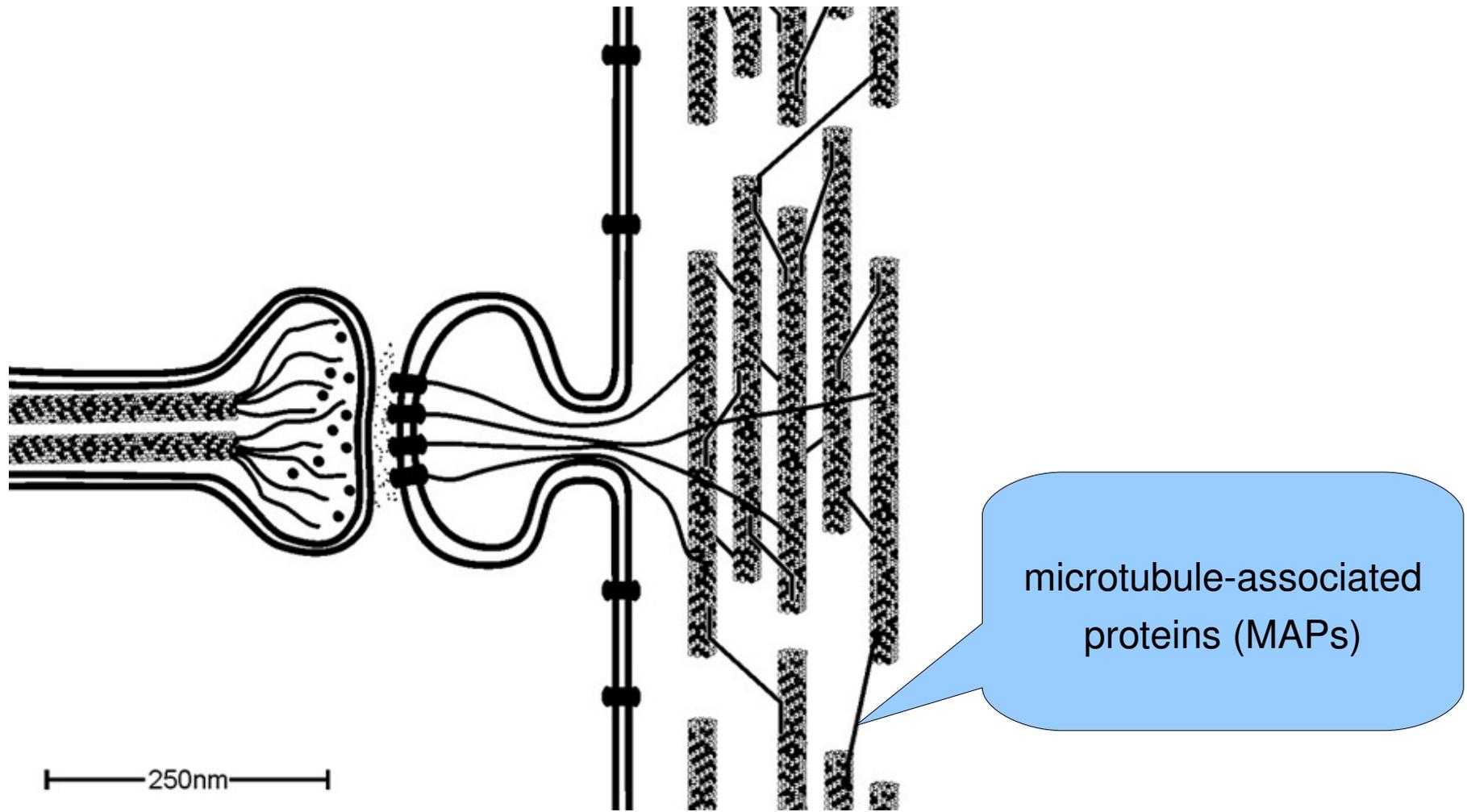
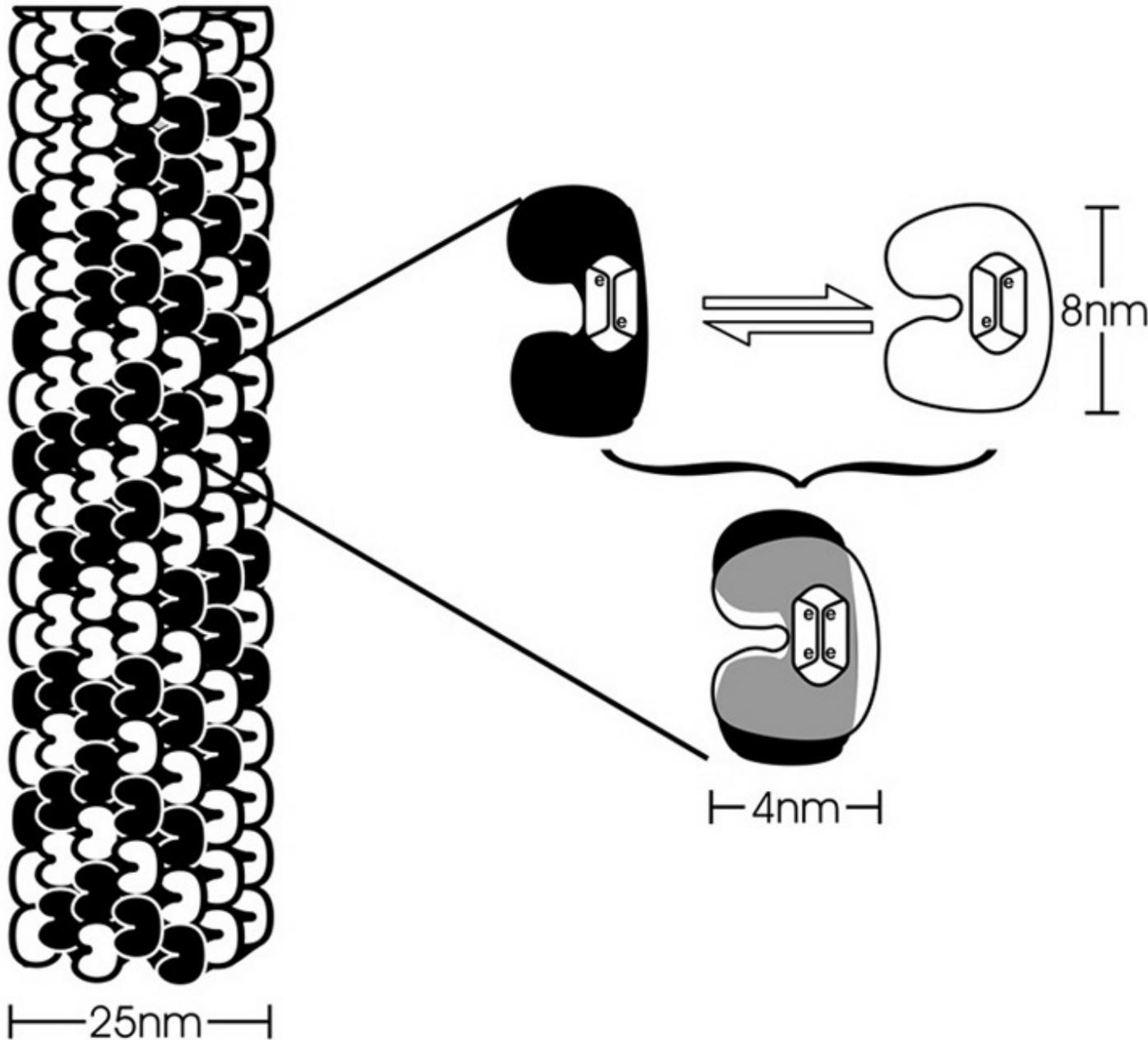


Рис. 7.8. Представим, что микротрубочка разрезана вдоль и затем развернута в полосу. Можно видеть, что молекулы тубулина располагаются вдоль наклонных линий, причем каждый новый виток смещен относительно предыдущего на 5 или 8 молекул (в зависимости от того, куда наклонена линия, вправо или влево).

Микротрубочки объединены в сети



Микротрубочка — клеточный автомат, состоящий из молекул тубулина — битов с двумя состояниями

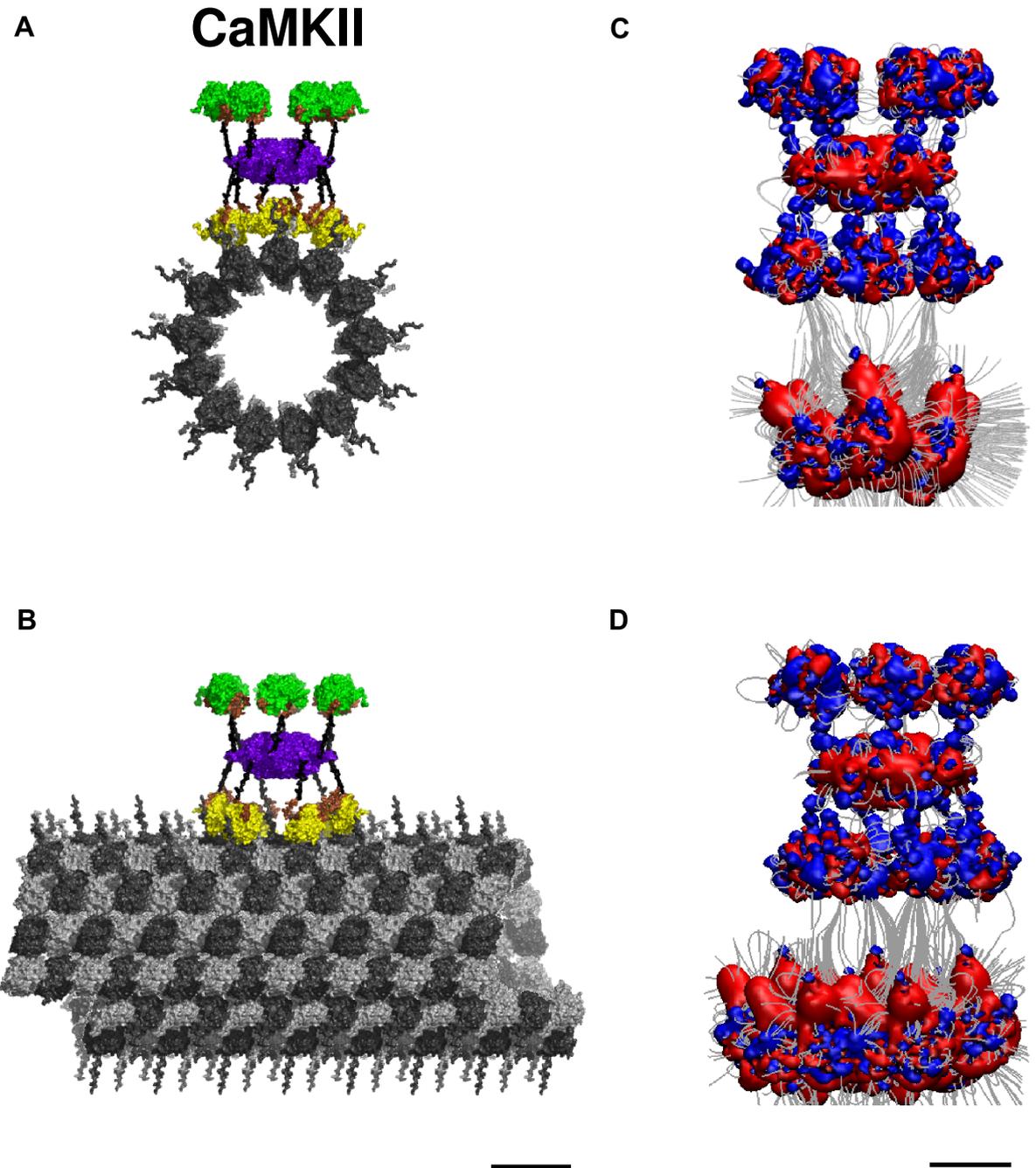


α - тубулин
 β - тубулин
две
конформации,
0/1

**CaMKII holoenzyme
(протеинкиназа II) -
6-битная кодировка
«памяти» микротубочек
фосфорилированием
тубулина**

Craddock TJA,
Tuszynski JA,
Hameroff S (2012)
Cytoskeletal Signaling:
Is Memory Encoded in
Microtubule Lattices by
CaMKII Phosphorylation?
PLoS Comput Biol 8(3):
e1002421.

doi:10.1371/journal.pcbi.1002421



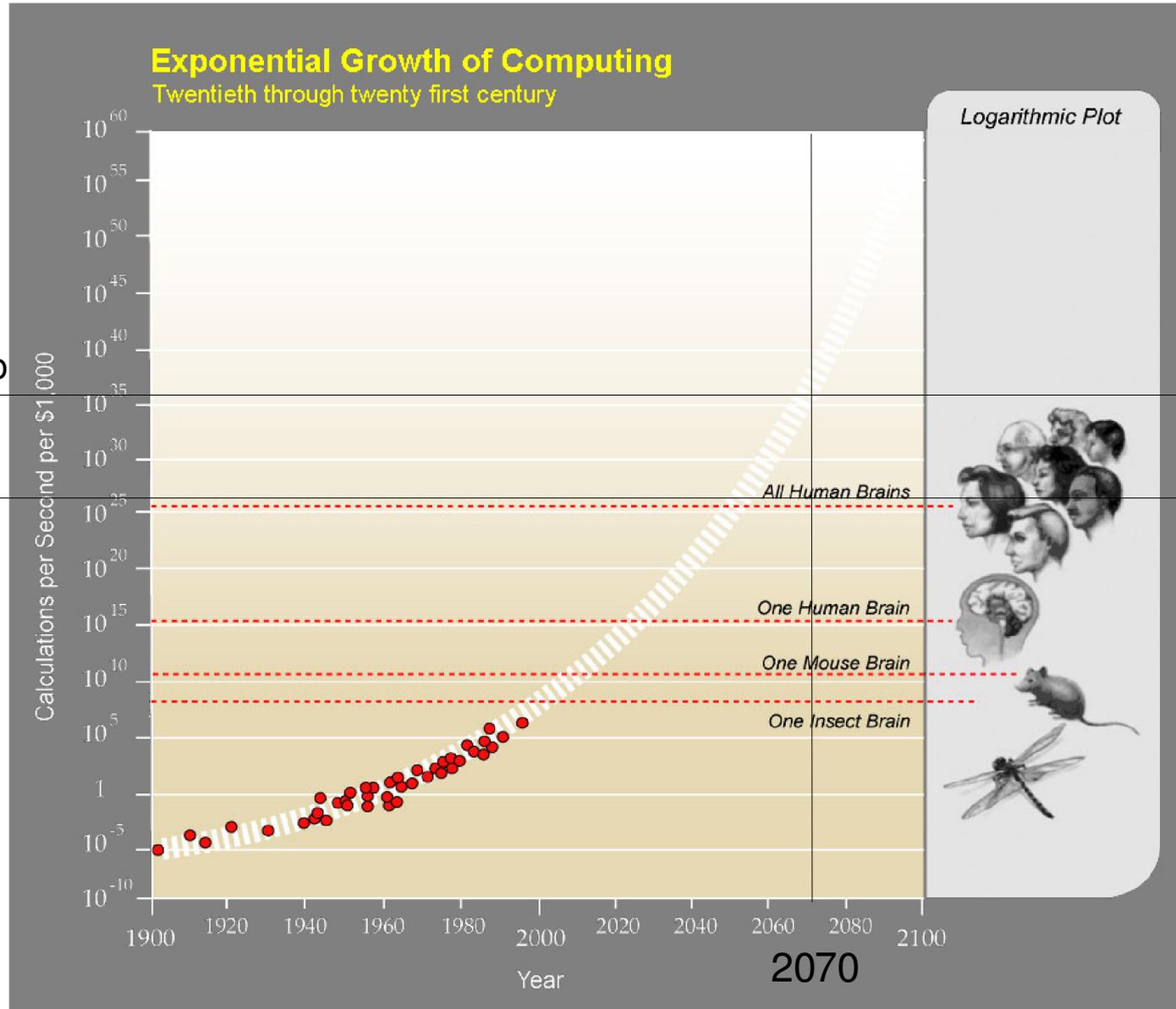
CaMKII играет также ключевую роль в
регуляции синаптической пластичности!

Каково быстроедействие «клеточного автомата» микротрубки?

На один нейрон: 10^8 тубулинов $\times 10^7$ Гц = 10^{15} Гц

На мозг: 10^{11} нейронов $\times 10^{15}$ Гц = 10^{26} Гц

На 10 порядков
больше



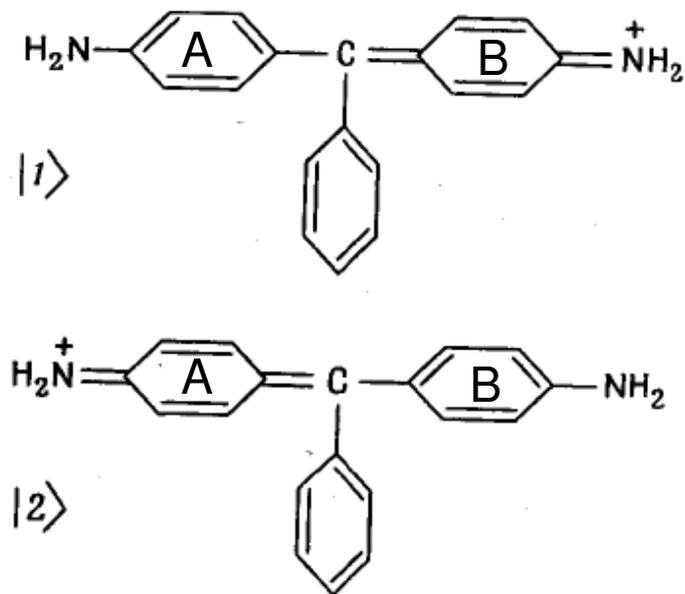
**Аналогия
МОЗГ-классический компьютер**

Аналогия мозг — это классический компьютер.

Является ли мозг классическим вычислительным устройством?

- Может ли мозг быть квантовым компьютером?
- Быстрые процессы нейронной сети —
(скорее всего) классические процессы.
- Могут ли на более глубоких уровнях работать квантовые процессы вычислений?
- Спинтроника и сверхнизкие температуры -
наивный контр-аргумент (Рэй Курцвейл).
- Атом гелия. Температура ионизации 25000 градусов.
- Долгоживущие нестационарные состояния.
Люминофоры. Десятки часов.

Квантовые суперпозиции в макромолекулах



Фуксин, краситель.

При комнатной температуре — кристалл или раствор.

$$|I\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle + |2\rangle); \quad E$$

$$|II\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle - |2\rangle); \quad E + \Delta E$$

$$|1\rangle = |A3\rangle|B2\rangle$$

$$|2\rangle = |A2\rangle|B3\rangle$$

$$|I\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|A3\rangle|B2\rangle + |A2\rangle|B3\rangle)$$

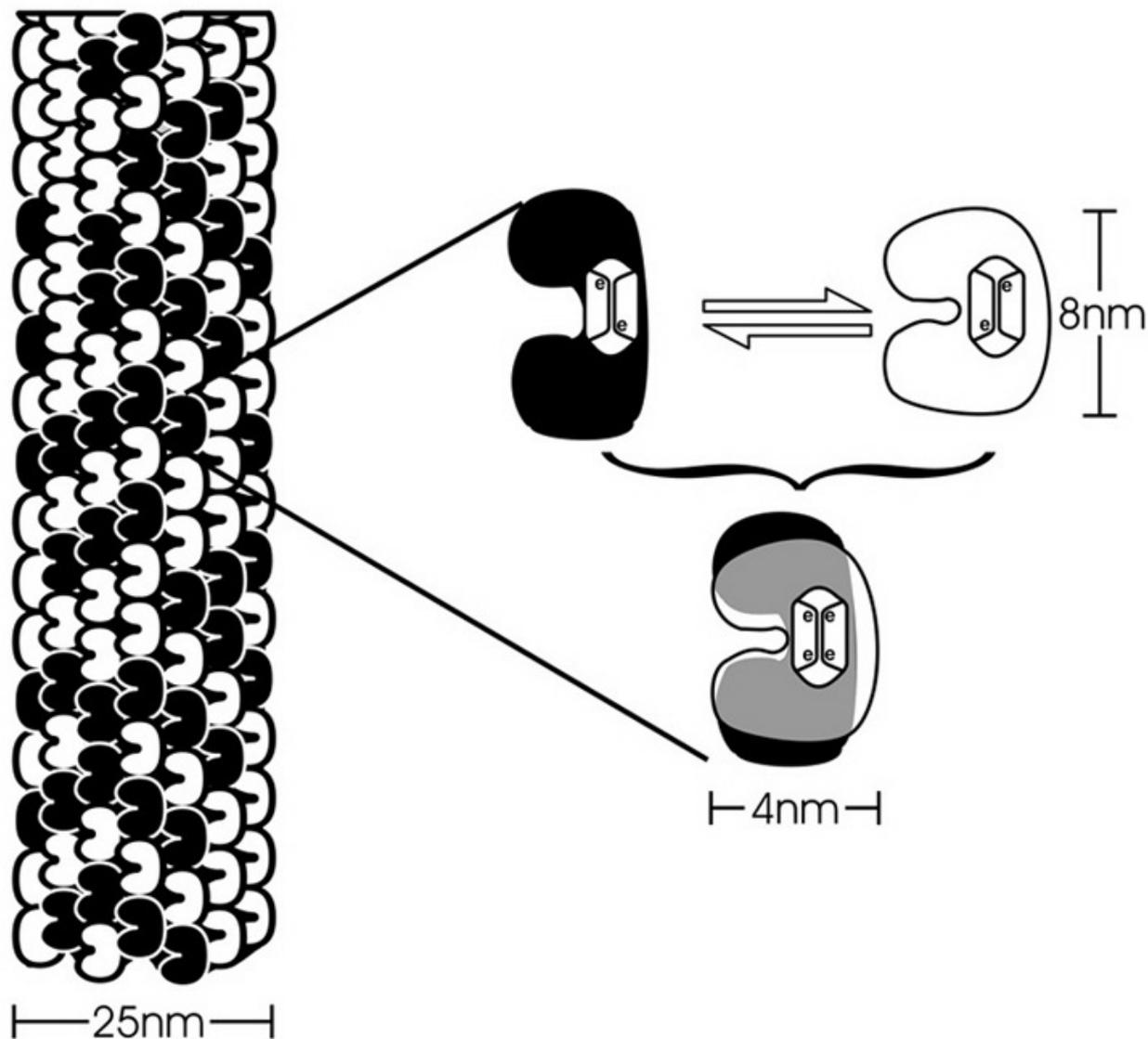
$$|II\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|A3\rangle|B2\rangle - |A2\rangle|B3\rangle)$$

Скореллированные пары

Эйнштейна-Подольского-Розена

Все зависит от энергетической щели, отделяющей состояния от окружения!

Микротрубочки: Может ли тубулин быть кубитом?



Кристаллическая вода
изолирует микротрубочку
от внешнего влияния.

Микротрубочка -
квантовый клеточный
автомат?

**Может быть да,
Может быть нет.**

Теорема Пенроуза:
В работе мозга
не может не быть
квантовых степеней
свободы.

Альтернатива нейросетевой парадигме:

Нейросетевая активность не есть носитель сознания, но есть лишь **инструмент** сознания, **интерфейс**, связывающий сознание с окружающей действительностью. «Само» сознание живет на некоторых более глубоких (субнейронных, квантовых?) уровнях организации мозга.

Это гипотеза, но если она верна, то делает недействительной всю аргументацию, ведущую к сильному ИИ и технологической сингулярности.

Переоценка фактора мощности компьютера и недооценка фактора программного обеспечения в создании сильного ИИ

Как только мощность компьютеров превысит
(мощность мозга, мощность всего человечества)
то возникновение сильного ИИ будет обеспечено.

За прошедшие 15 лет «разум» наших электронных вычислительных машин улучшился в миллион раз... В течение нескольких следующих десятилетий следует ожидать увеличения характеристик «разума» машин еще по крайней мере в несколько десятков тысяч раз.

«Разум» таких машин по основным параметрам будет **заведомо** превосходить разум человека.

За прошедшие 15 лет «разум» наших электронных вычислительных машин улучшился в миллион раз... В течение нескольких следующих десятилетий следует ожидать увеличения характеристик «разума» машин еще по крайней мере в несколько десятков тысяч раз. «Разум» таких машин по основным параметрам будет **заведомо** превосходить разум человека.

Иосиф Самуилович Шкловский, 1975

37 лет прошло!

Компьютерные мощности увеличились примерно **в миллиард раз** (с 10^7 флоп до 2×10^{16} флоп).

Где же машины, которые заведомо превосходят разум человека по основным параметрам?

Понимание ситуации было и остается фундаментально неверным.

Где корень ошибки в предсказании?

Для того, чтобы создать сильный ИИ,
мало иметь достаточные компьютерные мощности.

Надо знать, КАК создать сильный ИИ.

Нужны соответствующие методы, нужно
программное обеспечение, нужно понимание того,
какую задачу решать.

Программное обеспечение гораздо более
консервативно, чем аппаратное обеспечение
(и пользовательские интерфейсы).

Ситуация с программным обеспечением ИИ **трагическая.**

maxima — одна из лучших современных систем аналитических вычислений. Многие другие современные системы аналитических вычислений (Mathematica, Maple) имеют то же ИИ ядро. Классическая система ИИ (эвристическое программирование). Была создана в 1972 году, 40 лет назад. Компьютерные мощности возросли в ~миллиард раз.

Microsoft Word — версия для Windows была создана в 1989 г., 23 года назад. Компьютерные мощности возросли в 10^5 - 10^6 раз. Никаких существенных изменений функционального наклонения.. Остается одной из основных систем подготовки документации. Где интеллектуальные роботы - секретари?

Компьютерный перевод — качество почти не выросло с начала 1990-х, Компьютерные мощности возросли в 10^5 - 10^6 раз.

«Робот-учёный делает открытия без помощи человека»?

<http://www.infuture.ru/article/1917>

Проблема четырёх красок и т.д.

Основные технологии программирования ИИ

Нейронные сети

1958, Ф. Розенблатт, однослойный перцептрон.

1974, Пол Дж. Вербос и А. И. Галушкин - алгоритм обратного распространения ошибки для обучения многослойных перцептронов.

Эвристическое программирование

1957, The General Problem Solver (GPS) Newell, Shaw and Simon

Экспертные системы

1965, DENDRAL — расшифровка данных масс-спектрографии

1974, PROSPECTOR — обнаружение полезных ископаемых

1975, MYCIN — диагностика инфекционных заболеваний

Эволюционное (генетическое) программирование

Начало 1960-х, J.H. Holland

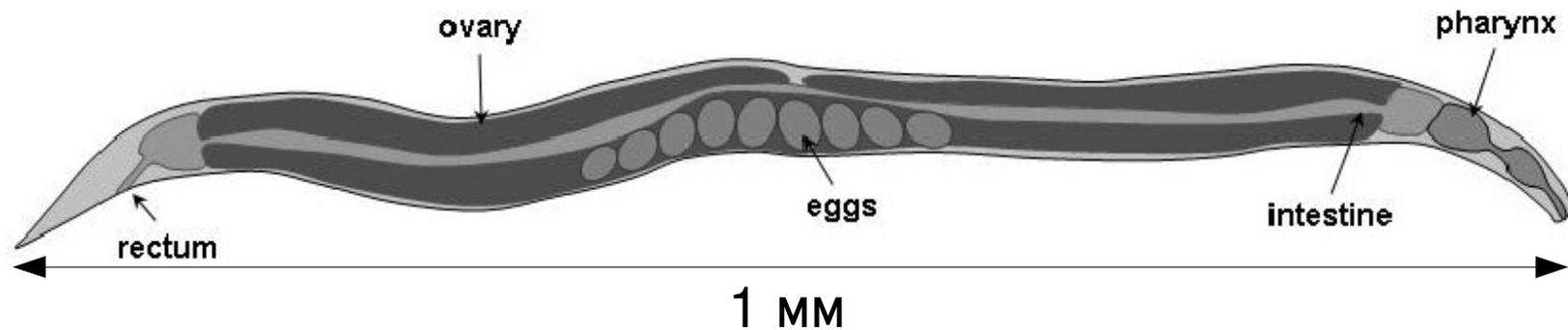
1973, I. Rechenberg

1977, H.-P. Schwefel

Нет новых идей. Застой.

Имеющихся идей принципиально недостаточно для создания сильного ИИ

Caenorhabditis elegans - нематода



- Нервная система взрослой особи — гермафродита состоит из **302 нейронов**
Проблема мощности компьютера полностью отсутствует!
- Сложный репертуар поведений:
навигация, поиск пищи, спаривание, обучение, социальное поведение, сон.
- Нейроная система полностью картирована, каждый нейрон имеет свое имя.
- С середины 1990-х делаются попытки симулировать нервную систему *elegans* на компьютере. <http://www.jefftk.com/news/2011-11-02>
- Результат очень ограничен. Только симуляция движений тела (есть статьи).
- **Проблемы:** сила синаптических связей, тело, среда обитания.

Проблема не только и не столько в том, что не хватает компьютерной мощности, сколько в том, что непонятно, как решать задачу (и даже — какую задачу надо решать).

Для человека: Что такое понимание?

No-go теорема Пенроуза об ИИ

(Неудачи в создании сильного ИИ
не случайны)

Фундаментальные запреты в науке

Закон сохранения энергии (первое начало термодинамики)

Запрещает создание вечных двигателей первого рода

Второе начало термодинамики

Зарещает создание вечных двигателей второго рода

Теорема Пенроуза об искусственном ИИ

Зарещает создание сильного ИИ на базе конечного автомата

Какой бы мощностью ни обладало устройство, имеющее архитектуру конечного автомата, человеческое мышление имеет некоторые возможности, недоступные такому устройству.

Р. Пенроуз. Новый ум короля. УРСС, Москва, 2003.

Р. Пенроуз. Тени разума: В поисках науки о сознании. Институт компьютерных исследований, Москва-Ижевск, 2005.

dec1.sinp.msu.ru/~panov/Penrose-Shadows.pdf

Теорема Гёделя о неполноте

Для любой аксиоматической системы, которая

- 1) Непротиворечива
- 2) Содержит в себе формальную арифметику

можно сформулировать осмысленное утверждение, которое нельзя ни доказать, ни опровергнуть средствами этой системы.

Доказательство конструктивно - это утверждение строится в явном виде (и является истинным по построению)

Используются два основных метода:

- Гёделева нумерация и
- Диагональный метод Кантора

Теорема Гёделя-Тьюринга

Для любого конечного автомата, который

- 1) Реализует обоснованные процедуры
- 2) Достаточно силен, чтобы реализовывать алгоритмы, анализирующие другие алгоритмы на предмет их остановки

можно сформулировать осмысленное утверждение, истинность которого не может быть вычислена этим автоматом.

Доказательство конструктивно - это утверждение строится в явном виде (и является истинным по построению)

Используются два основных метода:

- Гёделева нумерация и
- Диагональный метод Кантора

по-го теорема Пенроуза об ИИ

Доказательство от противного:

Предположим, построен компьютер, который реализует **все** способы математических рассуждений, которыми владеют люди. Тогда, по теореме Гёделя-Тьюринга, для данного компьютера мы (люди) можем построить утверждение, истинность которого нам ясна, но компьютер не сможет его доказать. Тем самым, компьютеру доступны **не все** способы математических рассуждений, доступные людям.

Предположив, что *все*, получили, что *не все*. **Противоречие** доказывает, что такой компьютер - конечный автомат не может существовать.

Усиленная форма теоремы:

Математические способности всех людей можно заменить на способности «математика».

Следствие:

Мозг человека не является конечным автоматом

Доказательство от противного:

Предположим, что мозг некоторого «математика» является конечным автоматом. Тогда, по теореме Пенроуза, этот конечный автомат не может понять некоторых вещей, которые может понять математик. Следовательно, математик **может** понять то, что он понять **не может**. **Противоречие** доказывает, что мозг математика не является конечным автоматом.

Гёделизирующие машины

Только ли в отношении некоторых математических способностей люди превосходят компьютеры?

Математические способности людей представляют только частный случай способностей, когда анализ удается довести до конца (в виде теоремы).

Поскольку в отношении математических способностей точно доказано превосходство человека над машиной, то, по аналогии, человек, может обладать и другими способностями, недоступными конечному автомату.

Это — универсальная способность к пониманию
(которая упорно не поддается формализации)

Роджер Пенроуз был не первый кто понял, что мозг — не компьютер.



1972, рус.1978

Хьюберт Дрейфус.

Почему мозг не компьютер?

Машины обрабатывают информацию,
а человек работает со смыслами.

Вовсе не очевидно, что человеческие
смыслы могут быть закодированы
информацией.

Мысль — не вычисление

Рэй Курцвейл:

Для компьютера существуют

Гёделевские утверждения.

Мозг — это тоже компьютер.

Для мозга тоже существуют

Гёделевские утверждения.

Чем же мозг лучше компьютера?

Роджер Пенроуз:
Мозг реализует
невычислительную активность.

Если мозг - не компьютер,

ТО ЧТО ЭТО?

Природа невычислительной активности мозга по Роджеру Пенроузу

Нисходящее и восходящее программирование (нейронные сети).

Нейронная структура сама по себе никакой невычислимости породить не может, так как отображается на конечный автомат.

Не заключается ли причина в открытости мозга как системы?

- Предположение 1: вне мозга невычислимой физики нет.

Тогда никакое окружение невычислимости породить не может.

- Предположение 2: вне мозга невычислимая физика есть.

Тогда она может быть и внутри мозга, а так как мозг - самая сложная система именно там ее нужно искать.

Причиной является невычислимая физика внутри мозга. Какая?

- невычислимая физика, в принципе, может существовать
- механика
- классические поля
- классическая статистическая физика (ансамбли)

Mersenne Twistor random number generator: период $2^{19937}-1$

STOP -----

- квантовая физика (???????????????)

+ **еще не открытая, новая «невычислимая физика»**

(квантовая гравитация, OR-процедура)

Тени разума, стр. 569:

Как бы то ни было, представляемые мною аргументы предполагают не только макроскопическую квантовую когерентность. Они предполагают, что биологическая система, называемая человеческим мозгом, каким-то образом ухитрилась воспользоваться в своих интересах физическими феноменами, человеческой же физике неизвестными! Эти феномены когда-нибудь опишет несуществующая пока теория **OR**, которая свяжет вместе классический и квантовый уровни и, я убежден, заменит временную **R**-процедуру иной, чрезвычайно тонкой и невычислимой (но все же, несомненно, математической) физической схемой.

В новую физику могут вести не только

- 1) суперколлайдеры (микрофизика) и
- 2) супертелескопы (космология ранней вселенной),

но и

- 3) **наука о сознании (!!!).**

Тени разума, стр. 569:

Как бы то ни было, представляемые мною аргументы предполагают не только макроскопическую квантовую когерентность. Они предполагают, что биологическая система, называемая человеческим мозгом, каким-то образом ухитрилась воспользоваться в своих интересах физическими феноменами, человеческой же физике неизвестными! Эти феномены когда-нибудь опишет несуществующая пока теория **OR**, которая свяжет вместе классический и квантовый уровни и, я убежден, заменит временную **R**-процедуру иной, чрезвычайно тонкой и невычислимой (но все же, несомненно, математической) физической схемой.

В новую физику могут вести не только

- 1) суперколлайдеры (микрофизика) и
- 2) супертелескопы (космология ранней вселенной),

но и

- 3) **наука о сознании (!!!).**

микрофизика - самые мелкие масштабы

космология - самые большие масштабы

мозг - самые сложные структуры

Критика интерпретации Пенроуза его же теоремы

Невычислительная активность Вселенной в целом (риторическое замечание)

Невозможно в конечный автомат поместить модель всей Вселенной, в частности, из-за бесконечной рекурсии — невычислимость.

От Вселенной следует постоянно ожидать чего-то абсолютно непредсказуемого.

Вряд ли это имеет отношение к Гёделевской нумерации и диагональному методу Кантора.

Хотя неточность в аргументации Пенроуза имеется, вряд ли это имеет отношение к невычислимой активности мозга.

Вычислимость в квантовой физике.

I. «Наивный подход»

Алгоритмическая разрешимость задач квантовой теории:

1. Состояния систем — векторы гильбертова пространства
2. Эволюция — унитарные преобразования или решение систем линейных дифференциальных уравнений
3. Измерения — скалярные произведения векторов

Формально говоря:

Фрагменты квантовой реальности допускают исчерпывающее представление в классическом компьютере

В частности: квантовые компьютеры можно симулировать на классическом компьютере (и симуляторы существуют)

B. Julia-Diaz, J.M. Burdis, and F. Tabakin.

Qdensity – a Mathematica quantum computer simulation.

arXiv:quant-ph/0508101.

Вычислимость в квантовой физике.

II. Изоморфизм квантовой реальности и ее симуляции классическим конечным автоматом

Квантовое поведение это **ЕСТЬ** особая форма поведения классического конечного автомата — компьютера **с точностью до изоморфизма.**

Где же квантовые парадоксы и чудеса?

Компьютерная программа не может быть парадоксальной

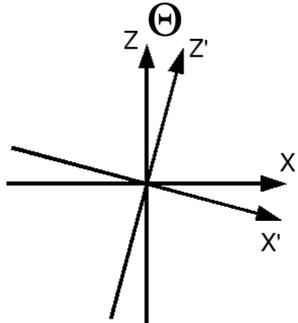
Квантовая динамика полностью отображаема на динамику классической системы — компьютера. Нет ли противоречия с теоремами о невозможности скрытых параметров в квантовой механике?

Симулятор пары Эйнштейна-Подольского-Розена



Неравенство Белла:

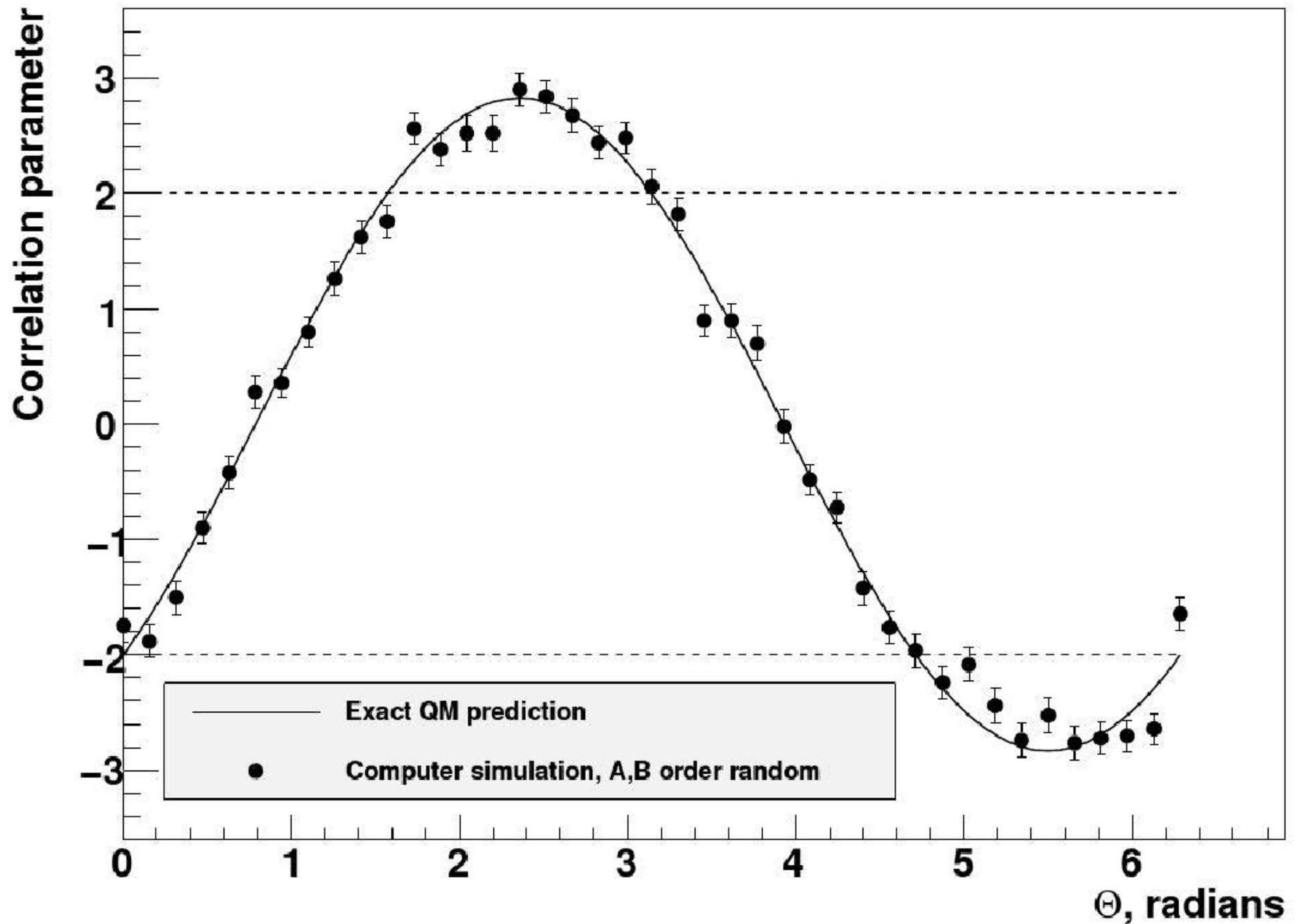
$$|C| = |\langle S_Z^A S_{Z'}^B \rangle + \langle S_X^A S_{X'}^B \rangle + \langle S_X^A S_{Z'}^B \rangle - \langle S_Z^A S_{X'}^B \rangle| \leq 2$$



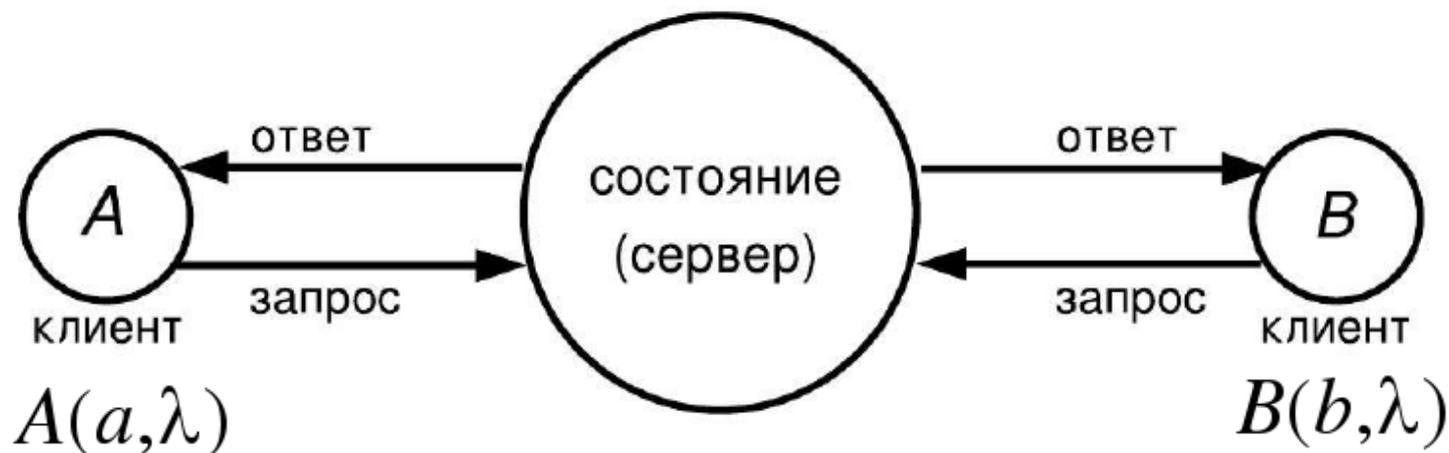
$$C(\Theta) = -2\cos\Theta + 2\sin\Theta = 2\sqrt{2}\sin(\Theta - \pi/4)$$



Результат симуляции ЭПР пары — нарушение неравенства Белла



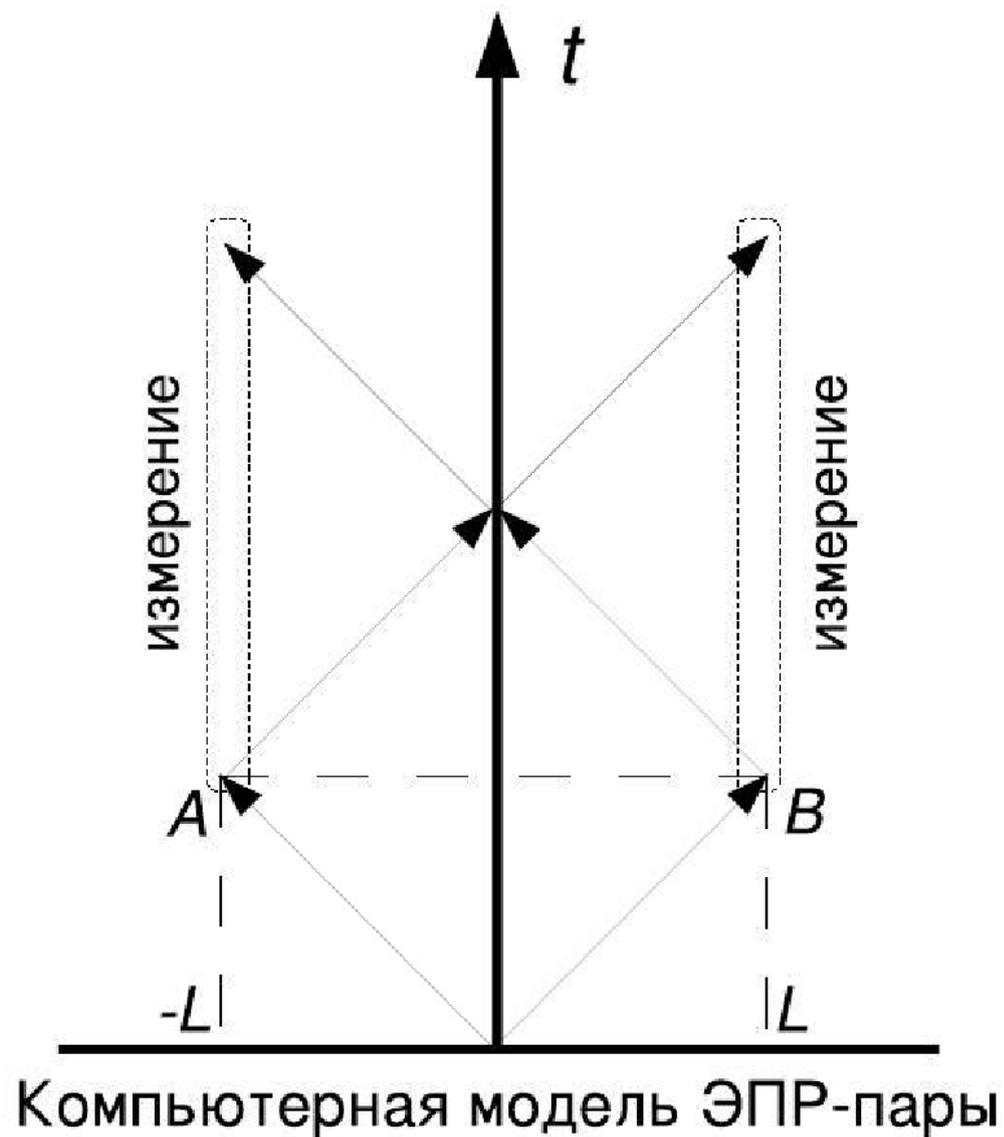
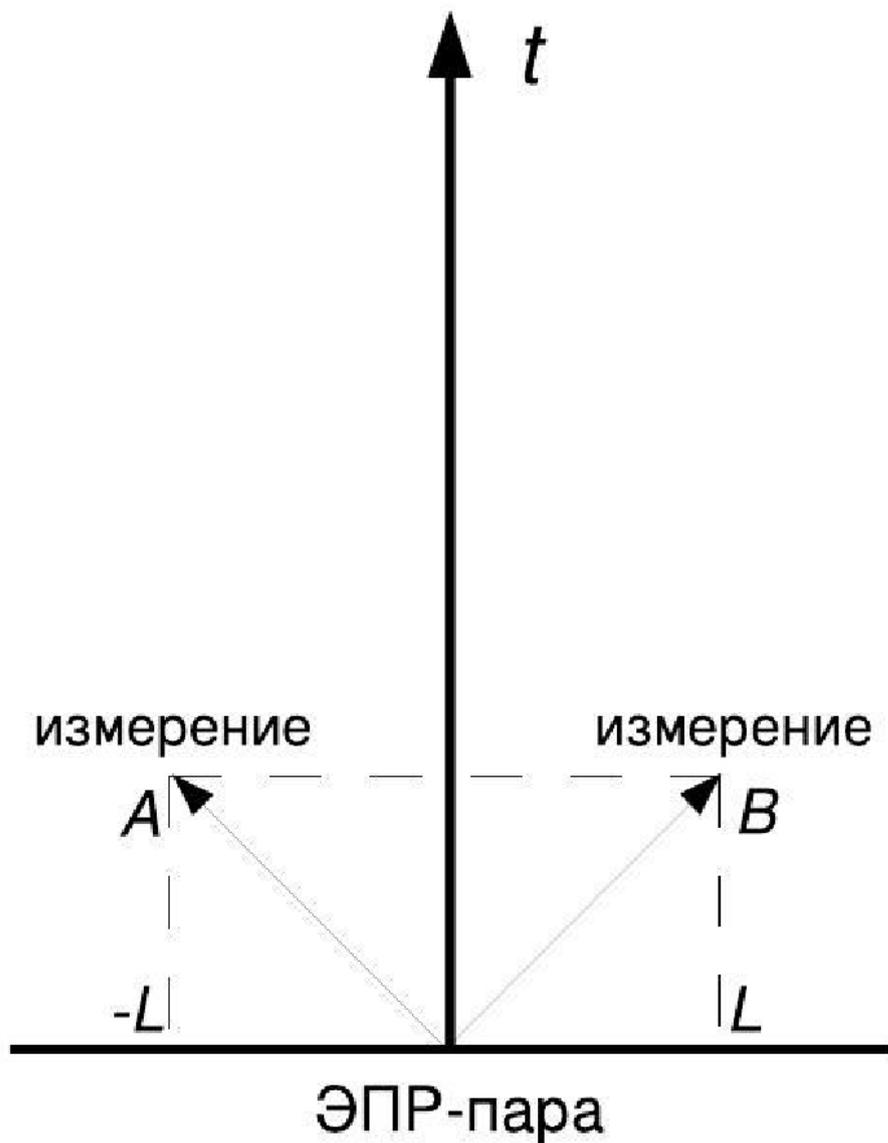
Q1 Получили ли мы противоречие с теоремой Белла, симулировав поведение квантовой скоррелированной пары классическим локальным устройством?



Реально в симуляции имеем: $A(a, \lambda)$, $B(a, b, \lambda)$

Компьютерная модель не удовлетворяет требованиям «локальной реальности», предъявляемым теоремой Белла

Q2 Получили ли мы на самом деле исчерпывающую симуляцию ЭПР-пары?



Исчерпывающей симуляции нет — классическая модель не сохраняет пространственно-временные связи

Для исчерпывающей симуляции квантовой системы требуется симуляция пространства-времени

- ◆ ЭПР — пара: два виртуальных пространства:
1+3-мерное «физическое» и 1+6-мерное «конфигурационное»
- ◆ Симуляция квантового мозга — квантовый мозг должен быть погружен в виртуальное «физическое» пространство.
 - + Но для реального мозга никакого расщепления нет!
 - + Как виртуальное пространство «склеить» с физическим пространством?
- ◆ Расщепление пространства симулированного мозга на виртуальное и физическое не является спецификой симуляции квантового мозга. **Конечные скорости.**
 - + *Caenorhabditis elegans* — эта проблема уже встретилась.
Как симулировать весь репертуар поведений???

Резюме: 1. Изоморфизм между квантовой реальностью и классическими симуляторами возможен и противоречий нет.
2. Для этого требуется виртуальное пространство-время что порождает проблему «расщепления реальности»

Вычислимость в квантовой физике.

III. Неинформационная природа квантовых состояний

Хьюберт Дрейфус: Почему мозг не компьютер?

Машины обрабатывают информацию, а человек работает со смыслами.
Вовсе не очевидно, что человеческие смыслы могут быть закодированы информацией.

Теорема Пенроуза → в формировании смыслов **должны** играть роль квантовые процессы. Квантовые состояния — не информация.

Возможность копирования — одно из основных свойств информации

Теорема о запрете клонирования состояний (no-cloning theorem)

Процесс $|A_\chi\rangle|B_0\rangle \rightarrow |A_\chi\rangle|B_\chi\rangle$ запрещен

Вывод: квантовое состояние — не информация, мышление — не вычисление.

Квантовая телепортация - возможна:

$$|A_\chi\rangle|B_0\rangle \rightarrow |A_?\rangle|B_\chi\rangle$$

Отступление:

Upload сознания на искусственный носитель

Если сознание имеет квантовую природу, то:

- Можно скопировать структуры гильбертова пространства мозга, но не состояния мозга →
Копируется мёртвая «оболочка сознания», не сознание.

- В подготовленную на предыдущем этапе «оболочку» можно телепортировать сознание оригинала →

Но в оригинале тогда сознание исчезает. $|A_x\rangle|B_0\rangle \rightarrow |A_?\rangle|B_x\rangle$

- Сознание есть нечто, существующее принципиально в единственном экземпляре

- Телепортация сознания — довольно сложная, и «хрупкая» операция (осуществима ли принципиально?)

Парадокс:

Неинформационная природа квантового состояния и информационная природа симуляции квантового состояния

В частности:

Мышление есть неинформационный процесс, а
симуляция мышления — информационный процесс.

Чудо клонирования состояния для симулированного сознания (сильная форма парадокса)

Предположим, что на классическом компьютере удалось очень точно смоделировать настолько большой фрагмент квантовой реальности, что он может включать в себя разумного наблюдателя (Лем)

Наблюдателю может быть предъявлено «чудо клонирования состояния»

- в ручном режиме (от «оператора»)
- в автоматическом режиме (от параллельного процесса)
- в ответ на «молитву» наблюдателя

Вычислимость в квантовой физике.

IV. «Космологический горизонт» вычислимости.

1000-кубитный квантовый компьютер

$$\begin{aligned} |\Psi\rangle = & A_{(0)}|0\rangle \dots |0\rangle + \\ & A_{(1)}|0\rangle \dots |1\rangle + \\ & \dots \\ & A_{(2^{1000}-1)}|1\rangle \dots |1\rangle \end{aligned}$$

Для представления состояния требуется $2^{1000} \approx 10^{300}$ комплексных чисел.

Всего внутри космологического горизонта можно представить не более, чем примерно 10^{90} бит информации.

Сложные квантовые системы невычислимы в смысле космологического горизонта вычислимости.

Вычислимость сложных квантовых систем не имеет физического смысла

Квантовая физика **мозга** заведомо невычислима в смысле «космологического горизонта»

Любые достаточно большие фрагменты квантовой реальности тоже невычислимы в смысле космологического горизонта.

Наблюдателя невозможно поместить в квантовую реальность, симулированную на классическом компьютере так, чтобы он этого не заметил.

Даже если сознание не квантовое, симулированный наблюдатель сможет обнаружить симулированную природу мира (обман), если займется многочастичными квантовыми системами ⇒ Парадокс «чуда клонирования» полностью снимается

Нет космологического запрета на симуляцию наблюдателя и больших фрагментов реальности в квантовом компьютере. Но в квантовом компьютере чудо клонирования невозможно.

Если мышление опирается на квантовые процессы (что косвенно доказывается теоремой Пенроуза и простой вычислимостью всех классических процессов) то, несмотря на алгоритмически разрешимую природу квантовой физики, **физически бессмысленно** обсуждать симуляцию мышления классическим компьютером, так как такая симуляция выходит за космологический горизонт вычислимости.

Квантовая физика **мозга** является невычислимой в строгом смысле **космологического горизонта вычислимости**. Поэтому аргумент Роджера Пенроуза от вычислимости квантовой физики в пользу «новой невычислимой физики» неубедителен.

**Возможность, что невычислимое поведение мозга
обязано «обычным» квантовым процессам не закрыта.**

Некоторые философские выводы: Технологическая сингулярность

1. Ни в каком обозримом будущем технологическая сингулярность нам не грозит:
На платформе классического компьютера человеческий интеллект ПО ВСЕМ параметрам превзойти невозможно в принципе (no-go теорема Пенроуза)
2. Полная симуляция человеческого сознания не исключена, но для этого требуется (как минимум!) полностью масштабируемый квантовый компьютер + понимание природы «**феномена человеческого сознания**».
3. Перспективы создания масштабируемых квантовых компьютеров абсолютно не ясны.
Понимания природы человеческого мышления нет.
Прогнозы в этих направлениях невозможны.

Некоторые философские выводы: Россия 2045

АВАТАР / КЛЮЧЕВЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТА



Аватар Г 2040 - 2045
Тело-голограмма

Аватар В 2030 - 2035
Искусственная копия тела человека, в которую переносится сознание в конце жизни

Аватар Б 2020 - 2025
Искусственная копия тела человека, в которую пересаживается мозг в конце жизни

Аватар А 2015 - 2020
Искусственная копия тела человека, управляемая мыслью с помощью нейроинтерфейса

2045.RU

РОССИЯ 2045
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
РАЗВИТИЯ

В проекте есть то, что очень многим не хватает...

Что бы хотелось добавить к проекту Россия-2045:

1. Больше внимания принципиальным теоретическим вопросам, связанным с теоремой Гёделя-Тьюринга и теоремой Пенроуза
2. Больше внимания субнейронным структурам управления мозга.
3. Больше внимания квантовым вычислениям.

Приложения

10^7 Гц — основная частота микротубочек:

Pokorny, J., Hasek, J., Jelnek, F., Saroch, J. & Palan, B. (2001)

Electromagnetic activity of yeast cells in the M phase.

Electro Magnetobiol 20, 371–396.

Pokorny, J. (2004)

Excitation of vibration in microtubules in living cells.

Bioelectrochem. 63: 321-326.