



Санкт-Петербургский  
Государственный  
Политехнический  
Университет

Институт прикладной  
математики и механики

КАФЕДРА ТЕЛЕМАТИКА

**Введение в профессиональную деятельность**

Лекция 16

Математика и компьютерные науки

**ОТ ПОНИМАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ**

---

19 vfz 2021г.

# Что стоит читать «про математику»

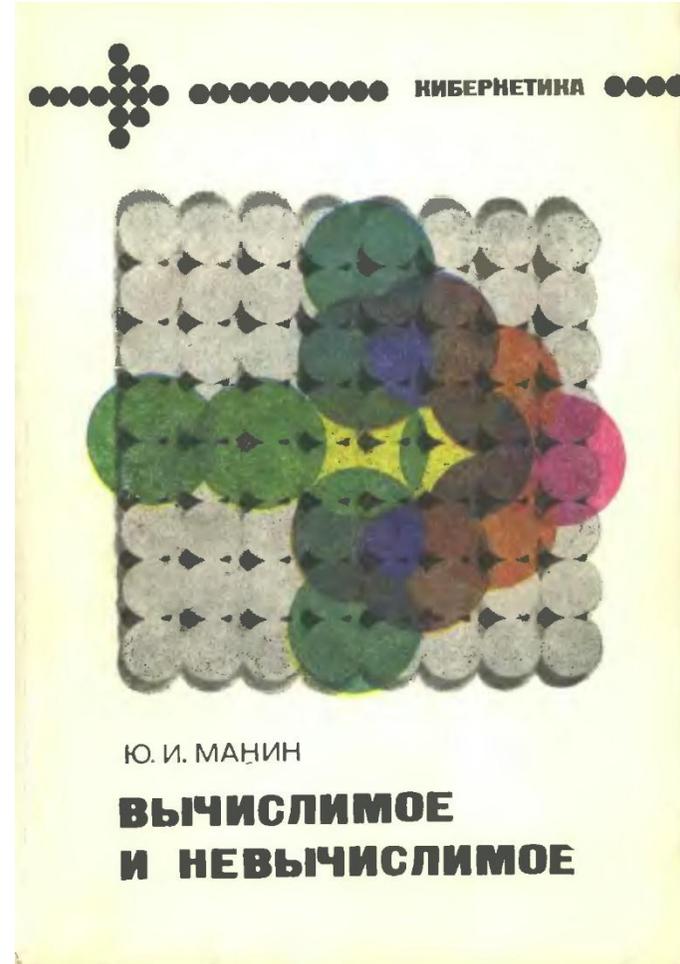
● КИБЕРНЕТИКА ●

Ю. И. МАНИН

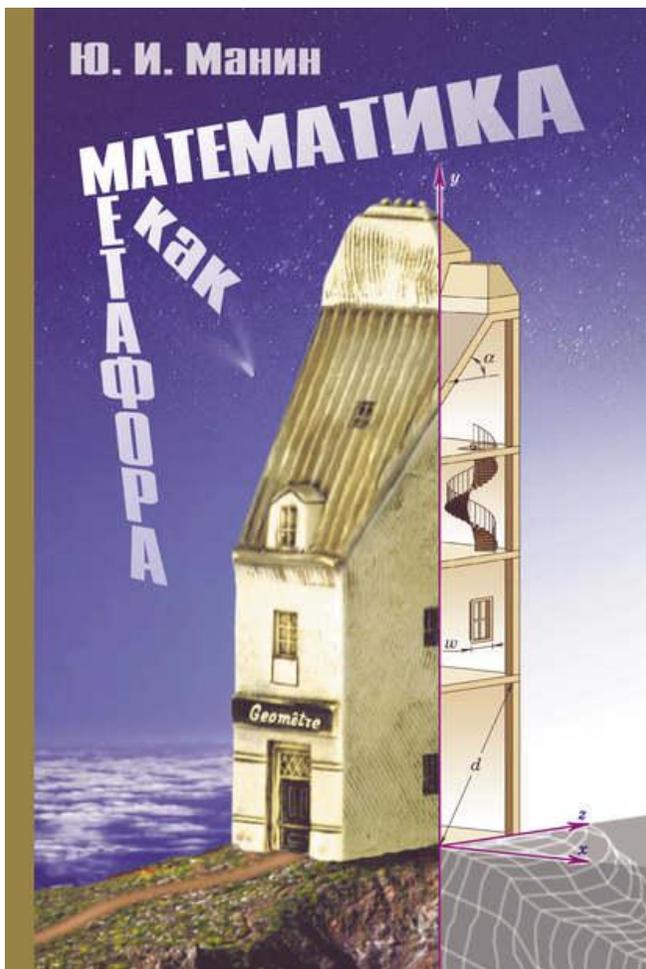
## ДОКАЗУЕМОЕ И НЕДОКАЗУЕМОЕ



Москва «Советское радио» 1979



# А что «про компьютерные науки»



С точки зрения математики – базис компьютерных наук это «частично рекурсивные функции».

Особенность «число аргументов этих функций больше числа переменных на выходе». Что это значит ?

## R. Landauer: **Irreversibility and Heat Generation in the Computing Process**

It is argued that computing **machines** inevitably involve devices which **perform logical functions** that do not have a single-valued inverse.

This logical irreversibility is associated with physical irreversibility and requires a **minimal heat generation, per machine cycle, typically of the order of  $kT$  for each irreversible function**. This dissipation serves the purpose of standardizing signals and making them independent of their exact logical history.

**IBM JOURNAL JULY 1961**

# Фундаментальный вопрос :

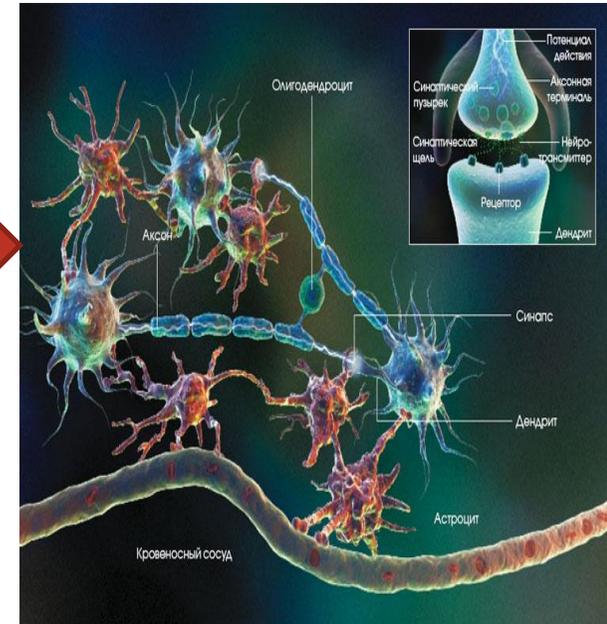
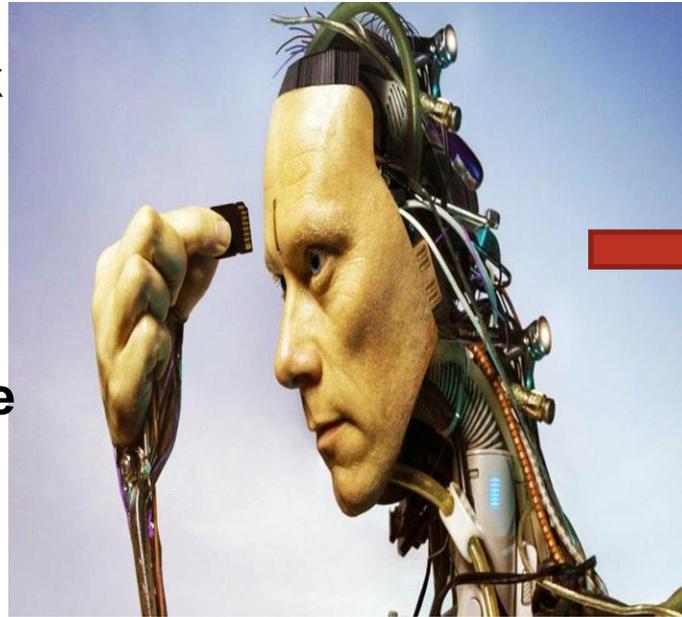
Основой физических законов являются **четыре** фундаментальные взаимодействия **прямого действия** (слабое и сильное ядерные, электромагнитное и гравитационное), через которые реализуются все процессы во Вселенной. **Вопрос:** является ли **знание** (информация, интеллект, мышление... ) проявлением **пятой** фундаментальной **силы Природы?** (силы **обратного** взаимодействия)



и ... может ли Человек, овладев этим **пятым взаимодействием**, разгадать суть всех «механизмов» Природы , а затем **создать свою новую виртуальную Вселенную ?**

# Суть проблемы: понять природу мышления, используя математические модели и возможности компьютеров обрабатывать информацию

- Обработки и классификации данных (нейронные сети)
- Моделирования и экстраполяции процессов (цифровые модели)
- Понимания и объяснения, представления знаний и выработки стратегии (семантические сети)



Современный суперкомпьютер:  
**20 млн. процессорных ядер,**  
**10 МВт**

Мозг человека:  
**100 млрд. нейронов, 20 Вт**

Возможность прямой имитации мышления через вычисления вызывает много сомнений.

# Структура курса лекций, часть 1

- **Тема 1. Введение**

Математические и компьютерные модели реальности. Математика как метафора. Информация как феномен реальности. Вычисления как «пятое фундаментальное взаимодействие» - физический процесс извлекаемый из ... текста.

- **Тема 2. Математика «больших данных»: понятия и представления**

В начале было слово. «Все ли есть число»? Понятие кода. Виды кодирования. Виртуальная реальность. Киберфизическая картина мира – супервентность физического и ментального описания.

- **Тема 3. Компьютерные науки**

Объект КН – информация (отвечает на вопрос – что) , а предмет – компьютеры (отвечает на вопрос – как ). Принцип Ландауера – физика вычислений. Натуральные вычислительные процессы. Носители информации, квантовая реальность. Передача информации. Телематические каналы связи.

- **Тема 4. Вычислительные как основа интеллектуальных технологий.**

Все ли можно вычислить - развитие наук от Диафанта до Тьюринга. Кодирование числа и использование знаний. Теорема Геделя. Истина в числе? Естественный vs. «Искусственный интеллект», *Cogito ergo sum* или *computo ergo sum*. Обработка информации в виртуальном пространстве. Роботы в «облаке». Процессы, программы и алгоритмы.

- **Тема 5. Суперкомпьютеры для цифровой экономики**

Классификация задач: простые и супер. Что можно ждать от цифровой цивилизации. Структуры данных и их знаний в форме компьютерных программ.

# Список литературы

Есть две одинаково удобные позиции:  
либо верить во все, либо во всем сомневаться;  
то и другое избавляет от необходимости думать.

**А. Пуанкаре**

- Мах Э. Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 456 с.
- Пуанкаре А. О науке: - М.: Наука., 1990.
- Шеннон К. Э., Работы по теории информации и кибернетике, пер. с англ., М., 1963;
- Колмогоров А. Н., Три подхода к определению понятия «количество информации», «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1,
- Ю. И. Манин. Математика как метафора. М., 2008.
- Кун Томас Структура научных революций, М.- 1977
- Д. Дойч Структура реальности. - Ижевск НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001, 400 с.

# Почему нужен этот курс лекций

- В мире идут глубокие качественные изменения в основных отраслях техники. Появляется новая отрасль – «**интернет вещей**», развиваются исследования, основанные на обработке «больших данных», в энергетике создаются «умные сети», как распределенные **киберфизические объекты**.
- Создается индустрия искусственных материалов с необычными, но очень важными для практики свойствами. Детали машин «печатаются» на 3D принтерах, революция в «**аддитивных технологиях**» создания композитных структур.
- Комплексная автоматизация ведет к **роботизации** промышленности, медицины и сельского хозяйства. Транспорт, строительство, связь становятся принципиально новыми, значительно более производительными и совершенными отраслями современной техники, которые основаны на обработке **информации**.

Как связать в целостную картину все эти тенденции – ответ попытаемся найти в материалах лекций «Физика вычислительных процессов».

# ФИЗИКА – как знания о свойствах «состоявшейся»

реальности.

Физические процессы –  
это **реализованные**  
**потенциальные**  
**возможности**

Физические законы –  
формализованное  
описание **устойчивых**  
**связей** между  
повторяющимися  
«потенциальными»  
возможностями



А как  
потенциальное  
переходит в  
реальное ?

# Современная парадигма науки – от физики к кибер-физики

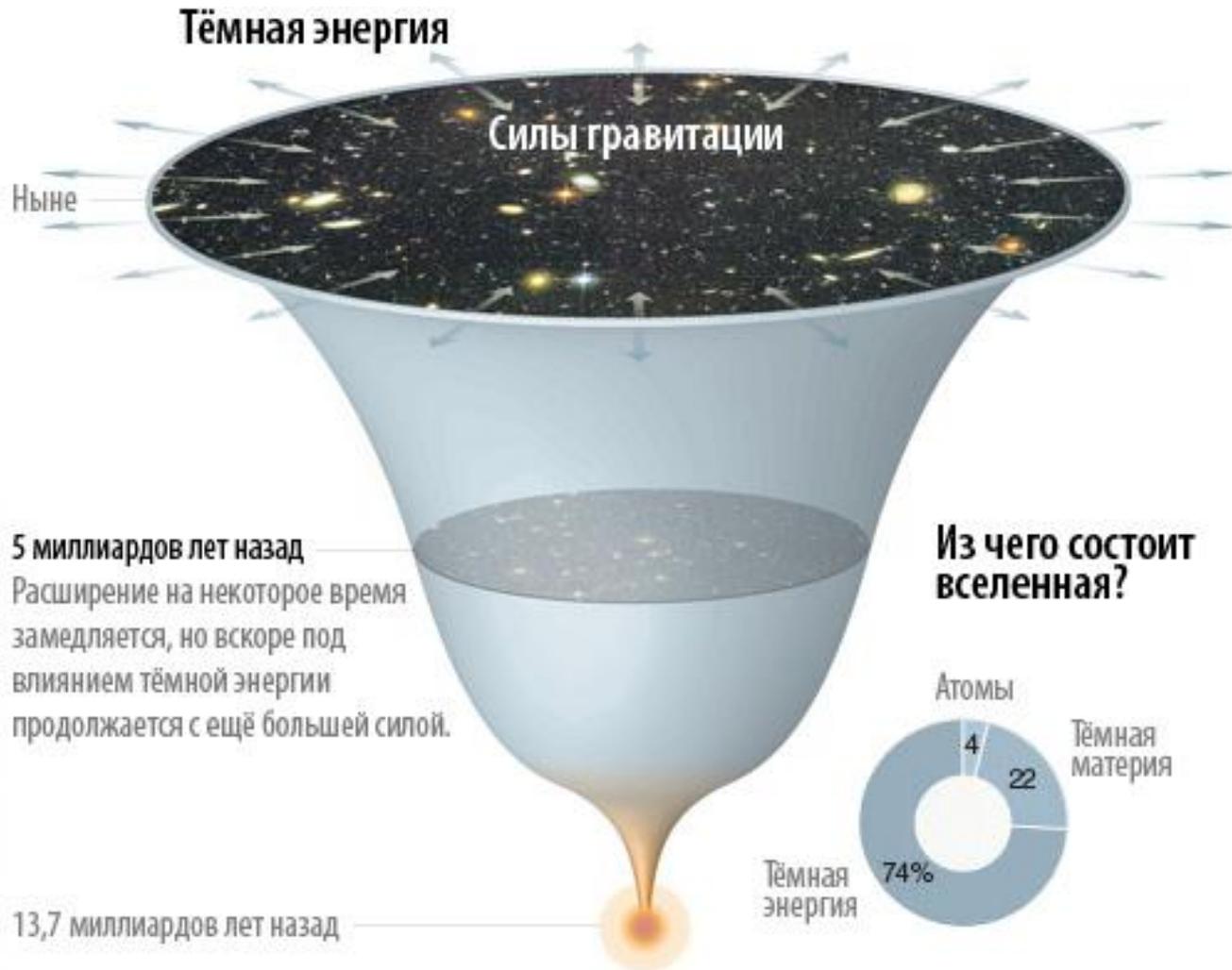
**Cogito, ergo sum** (лат. — «Мыслю, следовательно, существую»)



**Computo, ergo sum** (лат. - «Вычисляю, значит существую»). Информационно-Вычислительный натурализм: законы физики – «компьютерные» программы, а Вселенная - квантовый компьютер, который вычисляет самого себя?!



# Физическая модель Вселенной

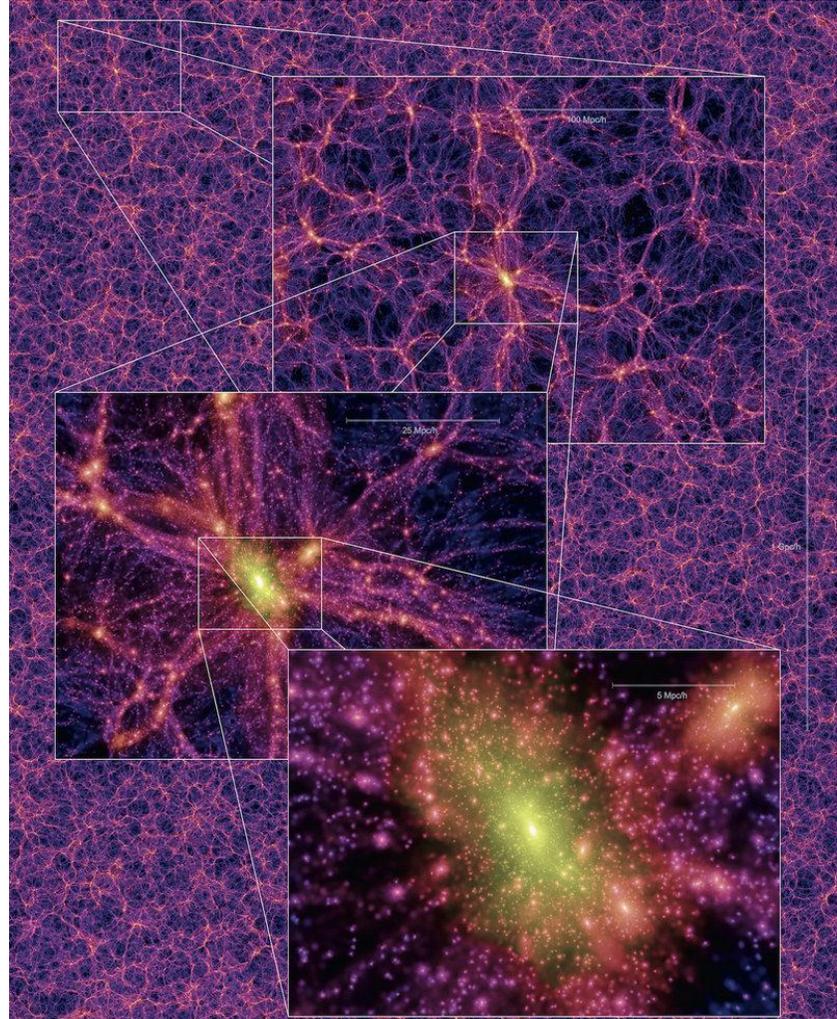
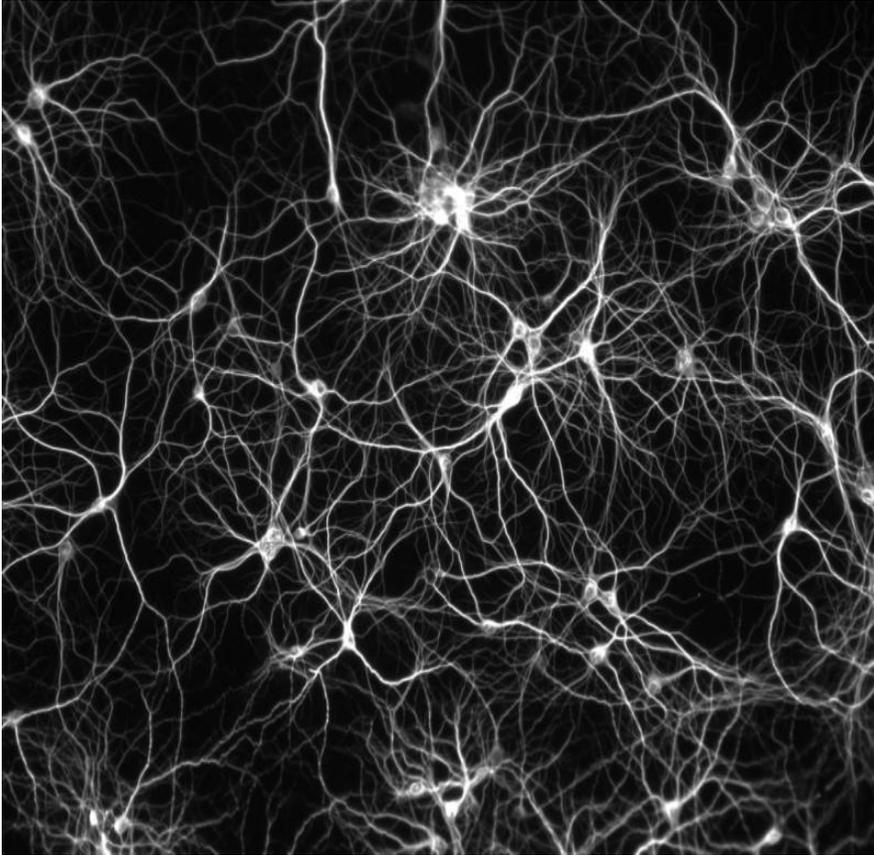
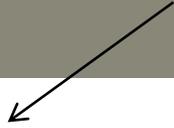


А где в этой модели ИНФОРМАЦИЯ ?

# Модели Реальности



# Есть ли разница: Структура нейронных связей и Вселенной

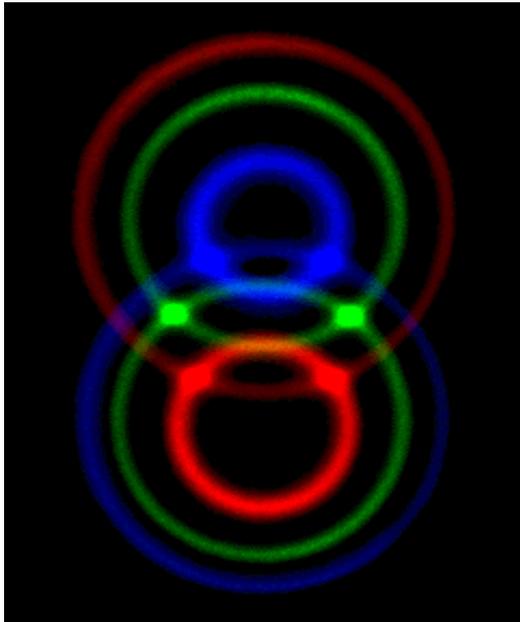


# Основные вопросы, на которые надо уметь отвечать:

- Природа **информации** – что это такое с точки зрения физики
- Понятие **информации** с точки зрения компьютерных наук – **difference that make the difference**
- Кибер-физическая модель Реальности как информационно-вычислительный натурализм:
  - Прото-информация
  - Квантовая информация
  - Теоретическая информатика
  - Информационные технологии и виртуальная реальность

# Математика реальности

Невозможно вывести свойства реальности исходя только из объединения свойств отдельных подсистем.

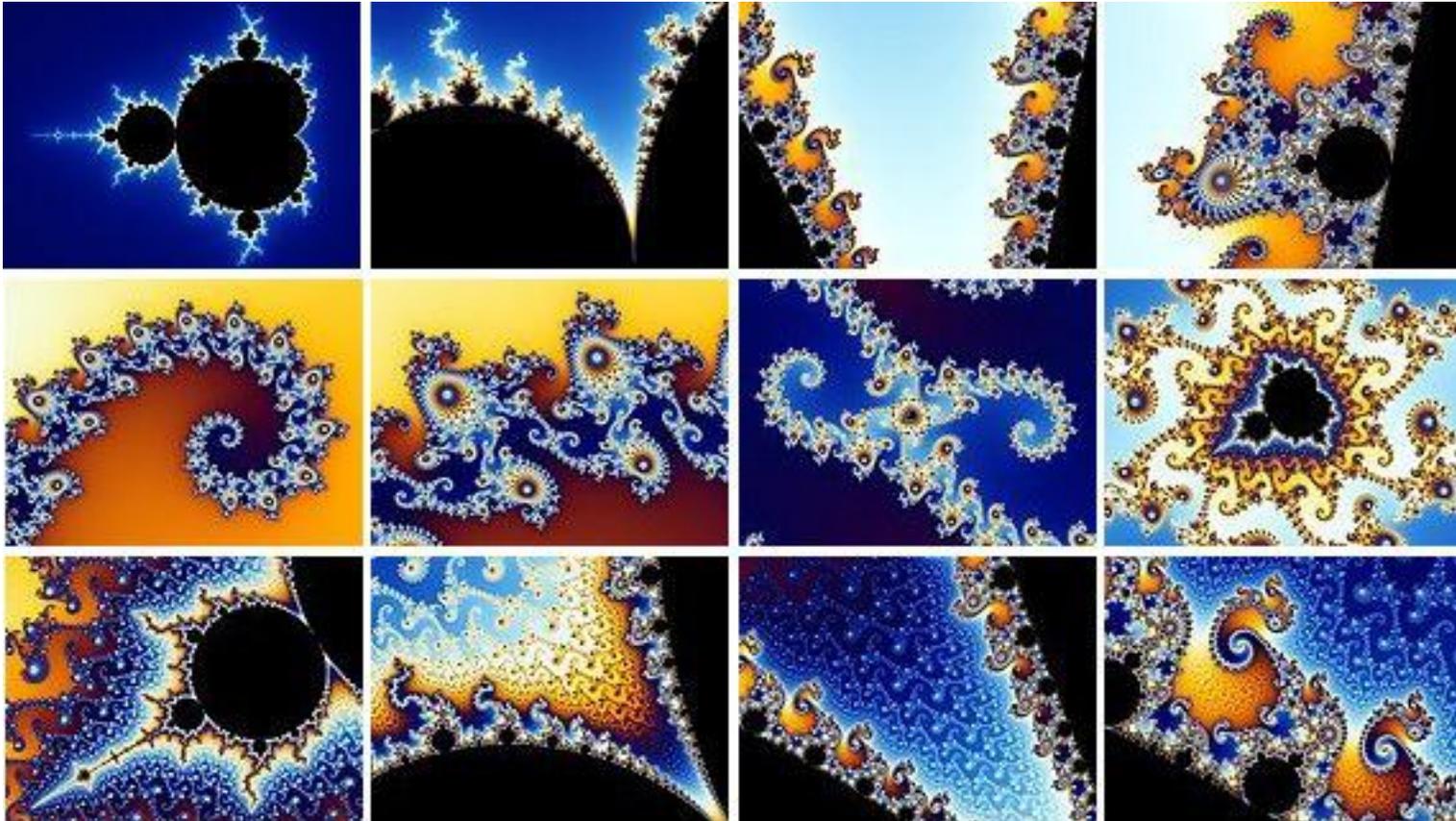


# «Сложные» объекты классической физики мультимасштабны, но ...их состояния не спутаны

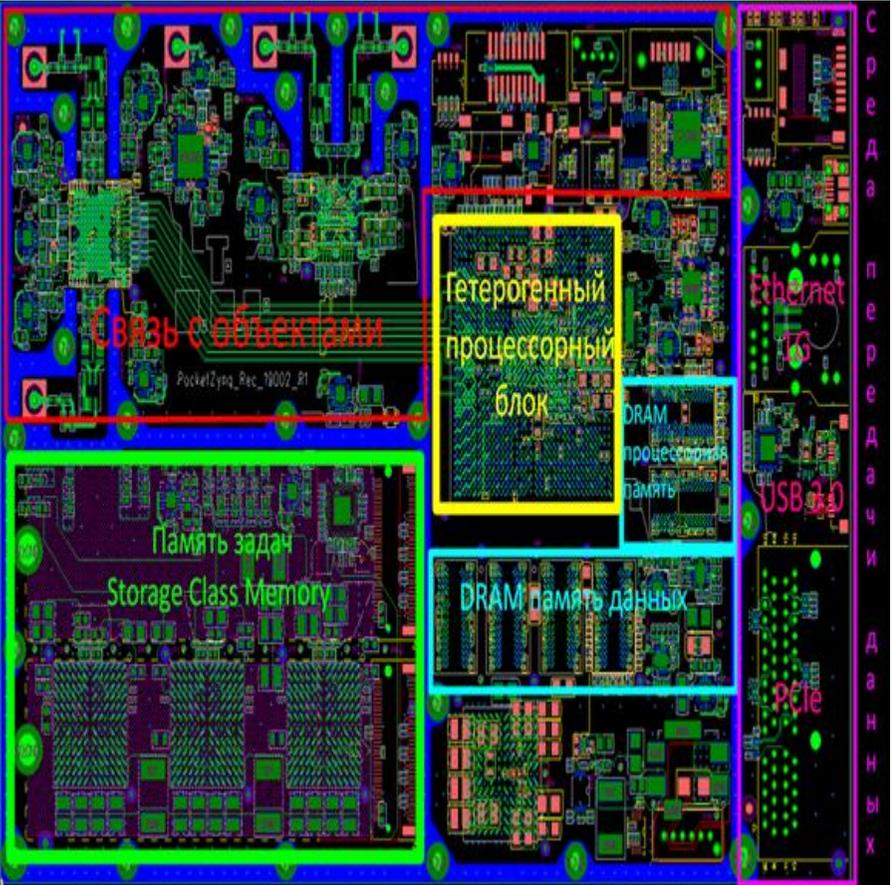
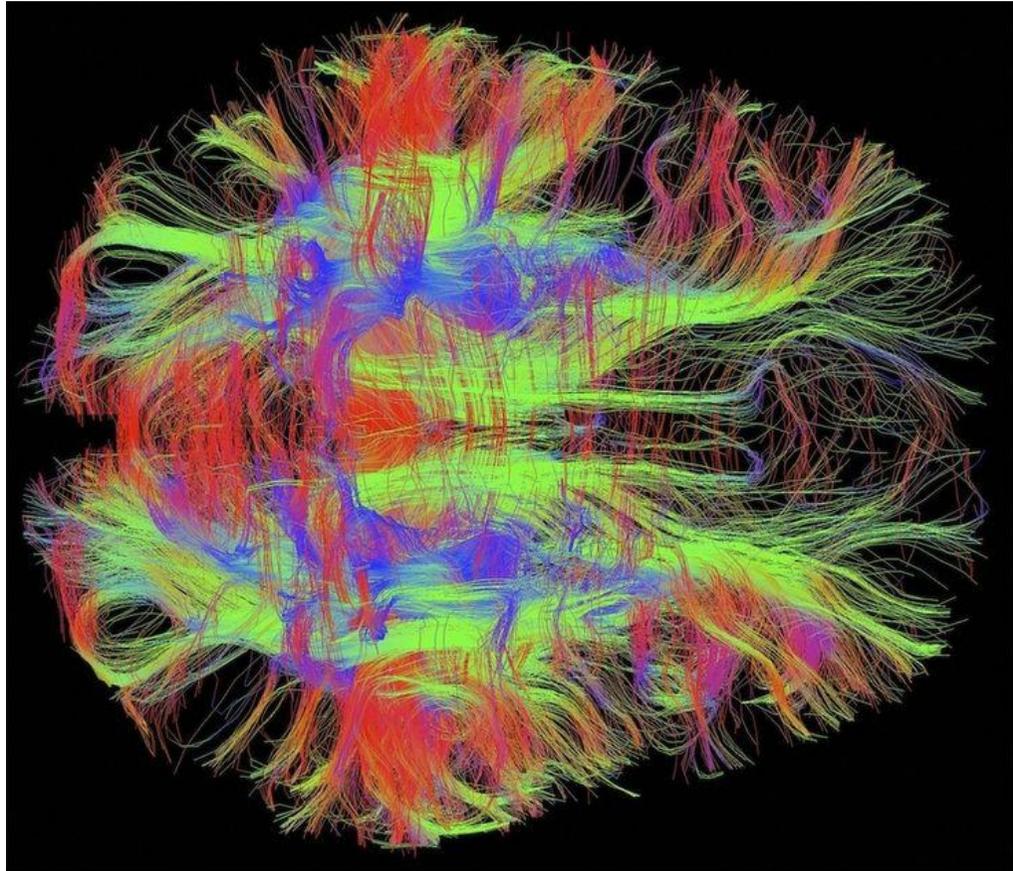
Сложные структуры  
не однородны

они не имеют одного  
масштаба, поэтому  
связаны

это значит, что «деление»  
на «подобъекты»  
невозможно



# В чем разница ?



# Вывод: интеллектуальный не значит цифровой

