



Курс: Цифровые технологии в научных исследованиях

ЛЕКЦИЯ 7 «COMPUTO (ВЫЧИСЛЯЮ) ERGO SUM»

25.11.2020



Cognito (мыслю) ergo sum

Р. Декарт
1650

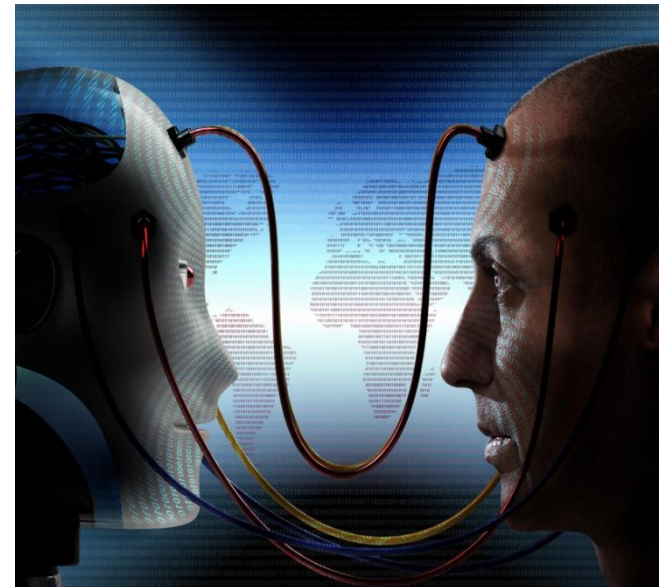
на

Computo (вычисляю) ergo sum

СКЦ «Политехнический»
2016

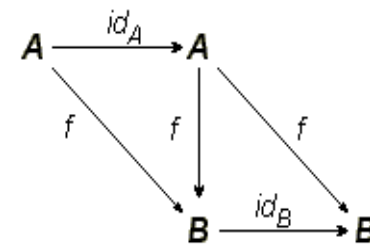
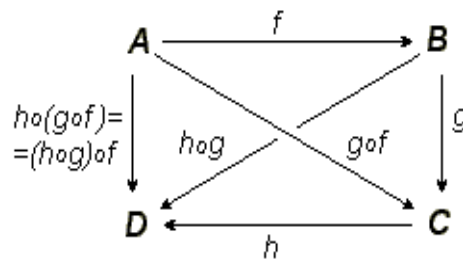


Что это дает: от реальности к виртуальности
- цифровая имитация физических процессов,
когнитивных функций и «вычисление»
целеполагания



Суть фундаментальной проблемы КН: как сформулировать задачу (выбрать целеполагание), чтобы задача имела алгоритмически вычислимое (т.е. рациональное) решение, представимое с помощью чисел (функций) или понятий.

Суть формальной проблемы
категорий - математических объек



а) различных
структуры).

(цитата из аннотации: future discoveries may be even more surprising than the conclusions of relativity or quantum mechanics, confirming the thesis of A. Clarke that "advanced technology is indistinguishable from magic)

- Для программных автоматов –представление алгоритма - суть «статический» граф вершин, состоящих из заданных частично-рекурсивных функций, «ТОЧНО ВЫЧИСЛЯЮЩИХ» на множестве входных «данных» направления их «перемещения» по дугам графа; решение –рациональное число конечной разрядности ;
- Для систем машинного обучения: представление алгоритмов - статическая многослойная нейроморфная структура «приближенного вычисления» функции целеполагания на заданном множестве понятий путем «маршрутизации» входного потока данных;

Рационализм – достоверное знание м.б. получено только из «самого разума» – теории (Р. Декарт)

Всякая **непротиворечивая теория** первого порядка неполна (К. Гедель) – истина в неполноте



ПРИМЕР: МАГИЯ «ЧАСТИЧНОЙ» ФОРМАЛИЗАЦИИ

ПОЛИТЕХ

Дано

$$\begin{aligned} : \quad \frac{1+\sin x}{n} &= \frac{1+\cancel{\sin x}}{\cancel{n}} = 1 + \text{six} \\ &= 7 \end{aligned}$$

Почему так

😊

$$\begin{aligned} \frac{1+\sin x}{n} &= \\ &= \frac{1+\cancel{\sin x}}{\cancel{n}} = \\ &= 1 + \text{six} = \\ &= 7 \end{aligned}$$

Или : дано предложение «1 плюс три = 4»,
Может ли программный автомат получить
«**правильное решение**»? »

ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕШЕНИЙ

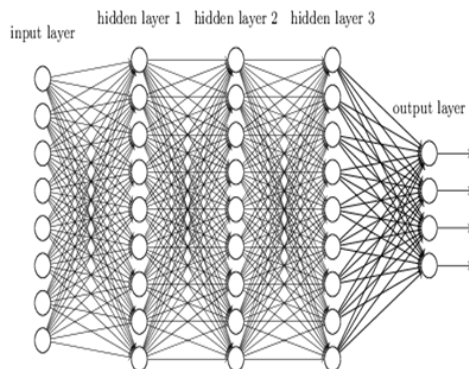
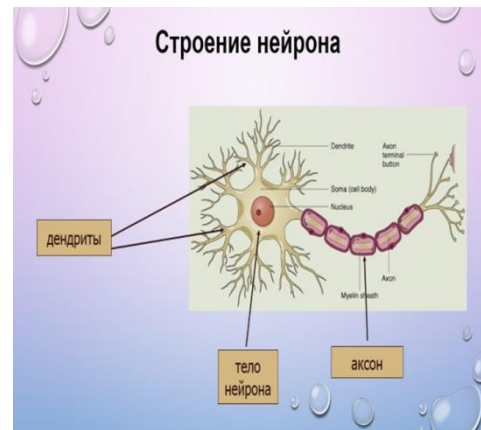
Умберто Матурана: Познать можно лишь то, что логически доказуемо....или вычислимо (имеется алгоритм или код вычислений).



«Биология познания» (1970)

Современная модель «знаний» основана на законах формальной логики:

- если высказывание доказуемо, оно истинно (доказательств лжи не существует);
- логическое противоречие недоказуемо и т.п.
- если высказывание истинно, то неверно, что его отрицание также истинно.



$$\begin{aligned} \nabla \cdot \nabla \psi &= \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \\ &= \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left[\sin \theta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} \right] \end{aligned}$$



ПРИМЕР: МАТЕРИАЛИЗАЦИЯ КОДА ЧЕРЕЗ КАСКАД ОПЕРАЦИЙ: ВОСПРИЯТИЕ, РАСШИФРОВКА, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ



Код
физическог
о процесса

«**It from
bit**»

А. Уильер



Интеллектуальный
субъект,
«воспринимающий»
код



Инструмент
«расшифровки»

кода



Воспроизведение
кода через
**физический
процесс**

Объекты образуют «дуал – его супервентное отображение в ментальную (метафорическую) и физическую область Реальности.

Примеры супервентности: 1) **отсутствие различий в компьютерной программе** при отсутствии различий в аппаратной конфигурации компьютера; 2) **отсутствие различий в экономике** при отсутствии различий в поведении экономических

Тренд: от алгоритмов **численных** решений к вычислению понятий

эра «**КОГНИТИВНЫХ**» машин, управляемых данными/знаниями

эра «часов»
арифмометров

эра
Автоматов -,
управляемых программами

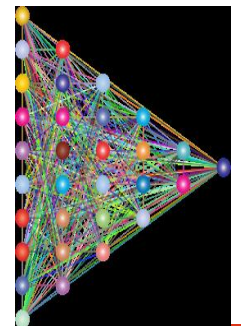
1960 — 2020



Прямая задача:
реализация алгоритмов численных



Обратная задача:
нахождение алгоритмов решений



HOW EFFECTIVELY CAN WE - ОТ «ФОРМАЛЬНЫХ» АЛГОРИТМОВ К «ОТКРЫТЫМ» РЕШЕНИЯМ.

Теорема Геделя (свободная формулировка) утверждает

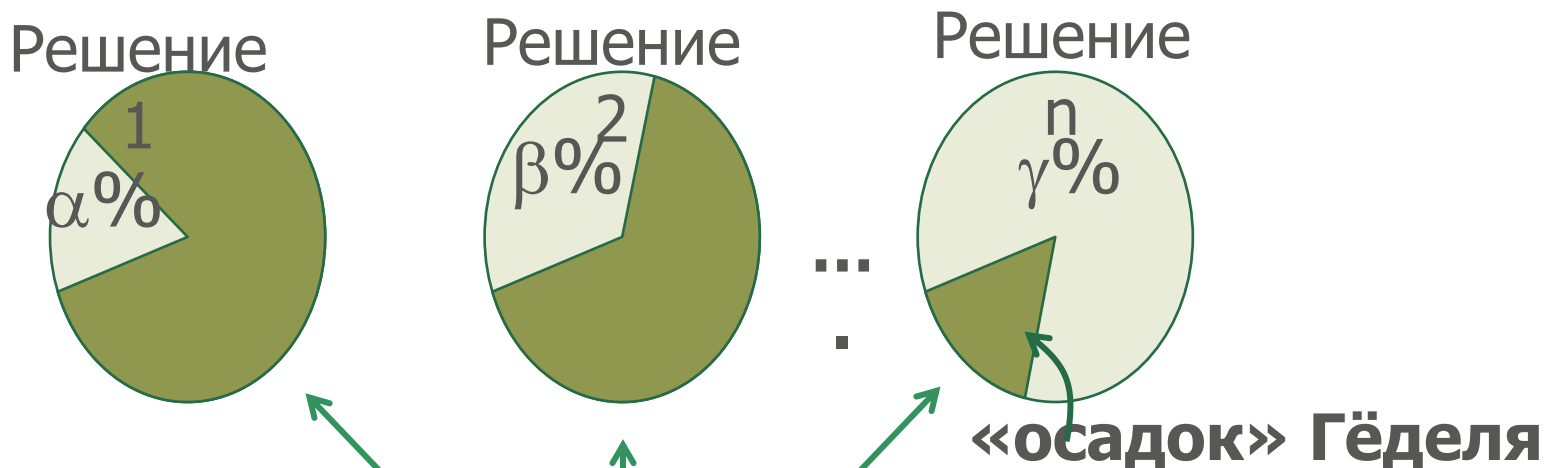
Все формальные (математические, формальные) системы (построены с использованием арифметики) любой сложности **неполны**, то есть в рамках этих систем **существуют утверждения (решения)**, которые **истины**, но этот факт **не может быть доказан средствами самой системы.**



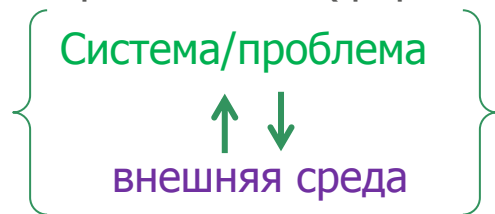
ПОЛИТЕХ

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ «СТАТИЧЕСКИХ» АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

	Решение	Алгоритм	Оценка	Технологии
1	ЭВМ {01001...100...}	Программа – процедурный алгоритм	«вычислимо» «не вычислимо»	Процедурное программирование Рациональные решения
2	Нейро Сеть (НС) 	{11011...001...} {01001...100...} {10010...110...}	алгоритм «обучения» известному решению «Да» «Нет»	Машинное обучение (настройка алгоритма находит известное решение)
3	ЭВМ / НС {01001... 100...}	{11011...001...} {01001...100...}	Изменяемые критерии (.) ² , ... \sqrt{n} min, max	Интеллектуальные решения



Доля «проблемы», которая алгоритмически (формально/математически) разрешима



Соотношение
«неопределенности»:

- $\text{RealTime}_{\text{система}} \ll \text{RealTime}_{\text{среда}} \rightarrow$ алгоритм (ЭВМ)
- $\text{RealTime}_{\text{система}} < \text{RealTime}_{\text{среда}} \rightarrow$ АСУ (ЭВМ+человек)
- $\text{RealTime}_{\text{система}} \sim \text{RealTime}_{\text{среда}} \rightarrow$ интеллект (Человек)

Показано, что в реальности **существуют «не вычислимые» истины** (свойства эмергентности, процессы «становления», интуиция, целеполагание не вычислимы)

. Эти истины доказаны с помощью «механических» вычислений на основе логических или арифметических **замкнутых** операций с исходными данными

Современное рациональное компьютерное мышление: «Существует то, что я могу вычислить с помощью алгоритма» или *computo ergo sum* необходимо дополнить, например, путем бифуркации потока данных: рандамизации операций, учета опыта или анализа прогнозов.

- **Ключевым фактором**, который мешает принятию рациональных решения является:
 - недостаток информации для принятия такого решения. Сбор и обработка информации может требовать затрат. затраты на поиск информации могут превышать выгоду от нахождения лучшего варианта.
 - когнитивные искажения того, кто «заказывает» решение: в этом случае даже наличие информации не ведет к правильной ее оценке
- **Решения в условиях неопределенности не могут иметь точное рациональное решение**
- **Требуются решения класса «Ограниченной рациональности или ОР»**. ОР это характеристика индивидуальных **решений**, которые ищутся с учетом внешней и внутренней ограниченности используемых ресурсов за счет использования «внешних» факторов.



Главная идея философии (учение о бытии) Гегеля – **разум** есть материальная субстанция !!! ??? , **интеллект** – это «инструмент» разума, а **вычисления** – инструмент интеллекта, результат вычислений – числа (Материя – результат вычислений)



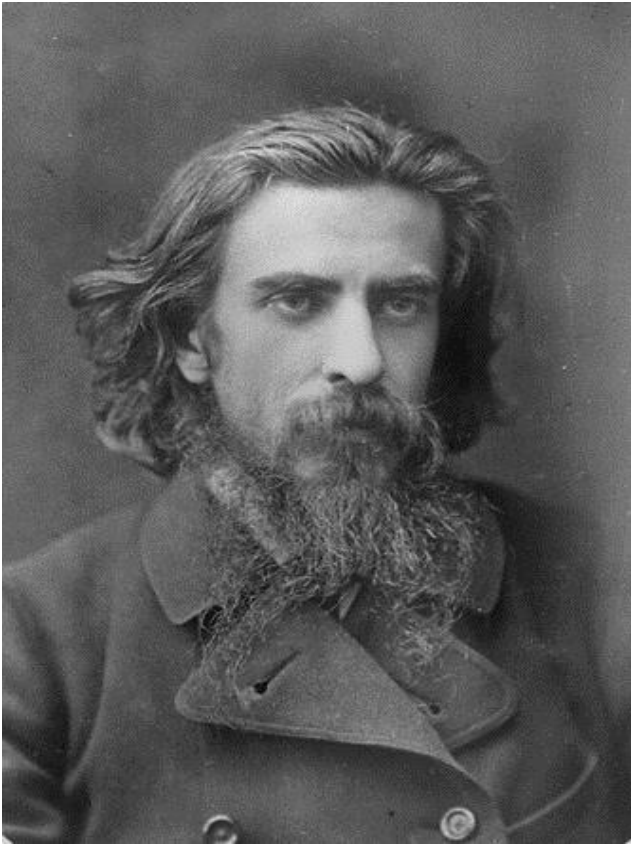
ИНСТРУМЕНТАЛИЗМ — противоположность натурализму и метафизике - инструментализма считают мышление и интеллект инструментом для приспособления человека к изменяющимся условиям существования.

Но каждое понятие имеет предел применимости, а всякий набор «инструментов» не полон и внутренне противоречив. Где «предел» эфффективности такого инструмента как «число» ?

«нуля и актуальной бесконечности в природе не существует»

Давид Гильберт (1862 -1943)

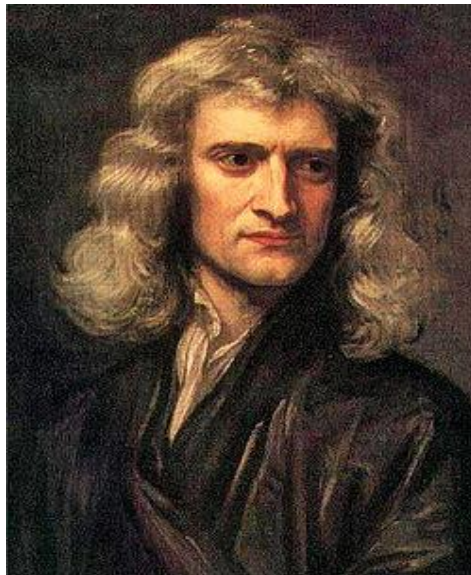
«Милый друг, иль ты не видишь, что всё
видимое нами –
Только отблеск, только тени от незримого
очаи».



В.С. Соловьёв (1853 - 1900)

академик Императорской
Академии наук по разряду
изящной словесности

Под числом мы понимаем не столько **множество** единиц, сколько отвлеченное **отношение** какой-нибудь величины к другой величине того же рода, принятой нами за единицу.



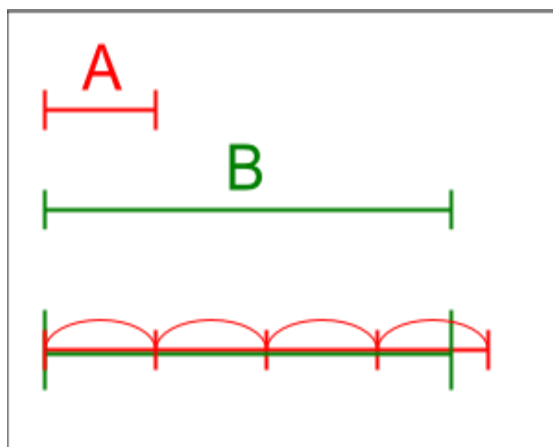
И. НЬЮТОН
(1643 – 1727)

ОПИСАНИЕ «АДДИТИВНОЙ» ИЛИ «НЕСИСТЕМНОЙ» РЕАЛЬНОСТИ

Аксиома Архимеда.

Формулировка : Имеется два отрезка. Отложив достаточное число раз меньший из двух отрезков, можно покрыть больший из них.

Суть аксиомы Архимеда заключается в отсутствии бесконечно малых величин, т.е. для любых двух элементов $A, B > 0$ существует целое число N такое, что.



$$N \cdot A > B$$

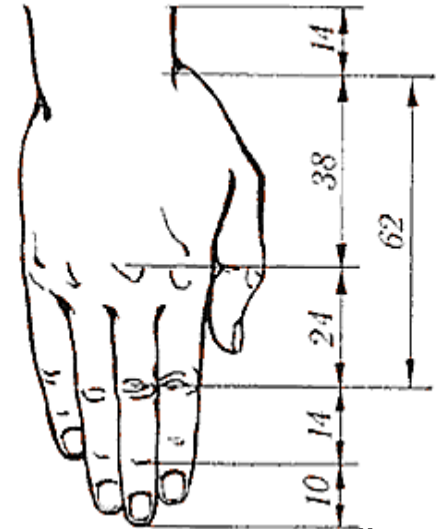
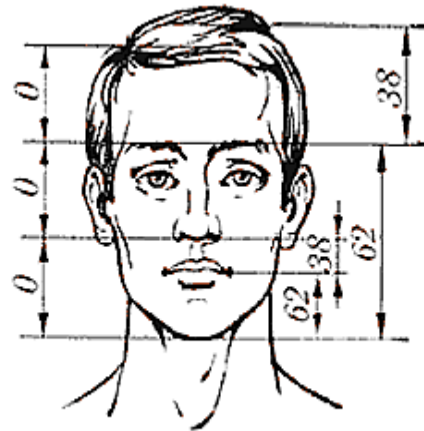
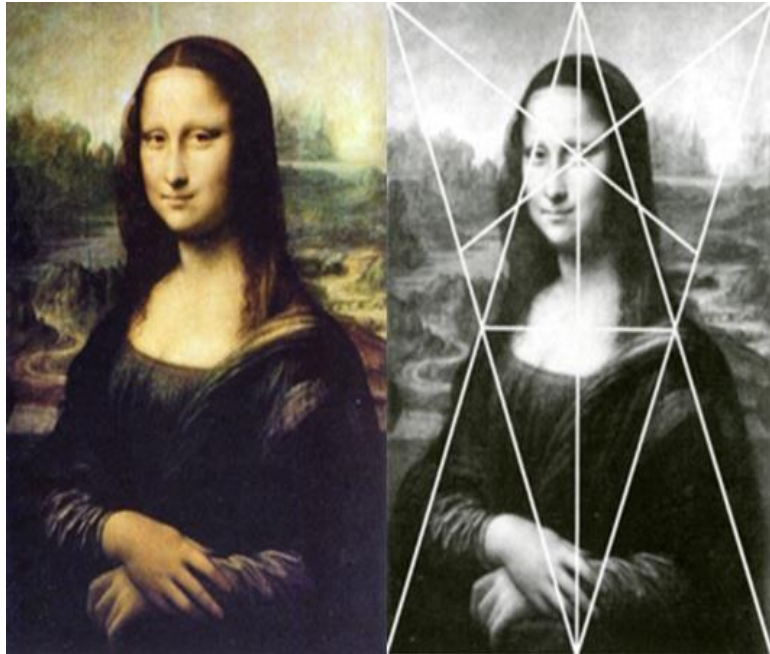


Рис. 2 числа ряда Фибоначчи, в котором каждый последующий член получаем из суммы двух предыдущих

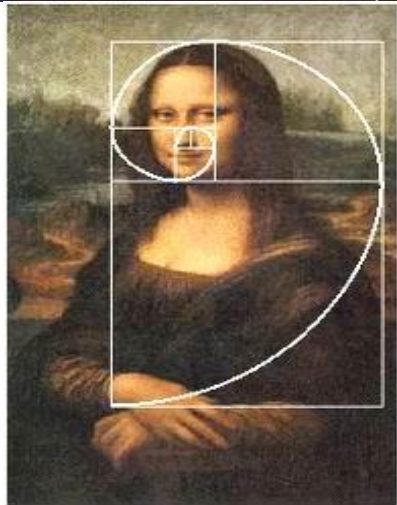


Рис. 1
Размерности человеческого тела соотносятся друг с другом в соответствии с множителем 1,618 033

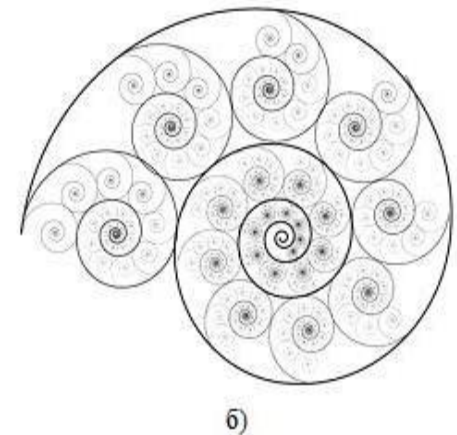
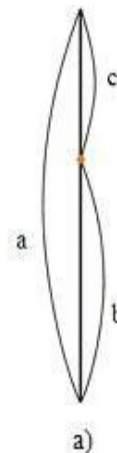
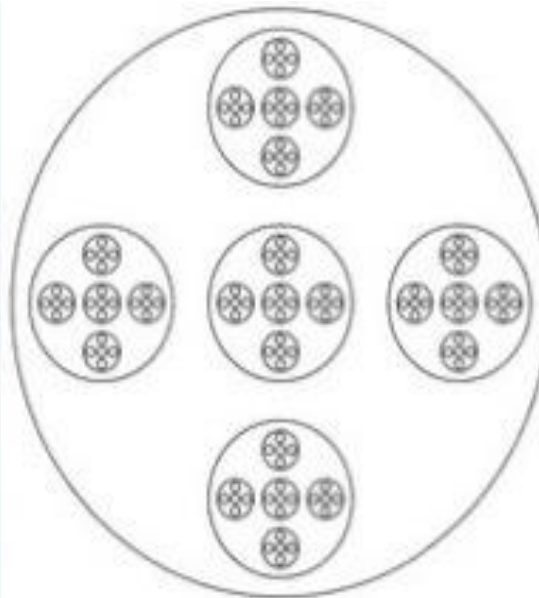
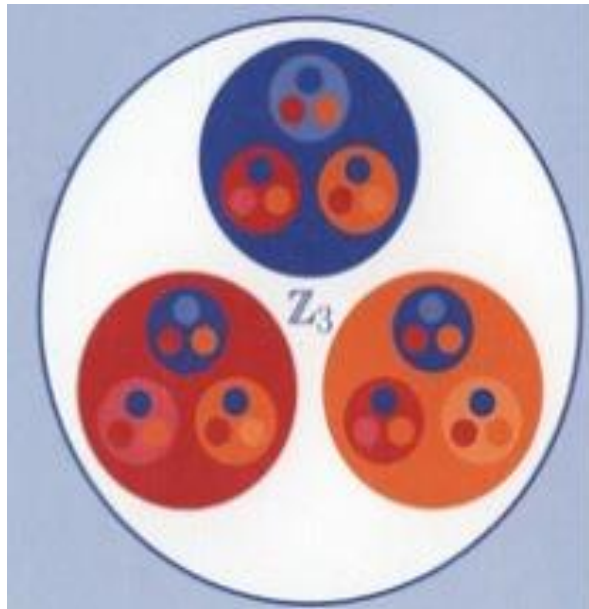


Рис.3 Золотое сечение на примере отрезка и многоплановость спиралей Фибоначчи

r -адические числа ультраметрических пространств или систем бесконечно вложенных друг в друга объектов



- Вентили «И-НЕ», принимая на вход два бита, выдают результат размером всего один бит. По полученному результату, разумеется, нельзя восстановить значения исходных аргументов.
- Итак, каждая логическая операция (вычисление) вентиля «И-НЕ» уменьшает информационную энтропию системы (на 1.189 бита), и, соответственно, рассеивает не менее ~ 0.02 эВ тепла.
- Аналогично и с ячейками памяти ОЗУ - любая запись в ячейку приводит к уничтожению предыдущих значений. На информационном уровне старые данные просто «теряются», но на физическом уровне потеряться «просто так» данным не позволяют законы сохранения заряда и энергии. Фактически, «старая» информация не уничтожается, она рассеивается в пространстве в виде тепла и паразитных излучений.

Из гипотезы следует концепция Digital physics :
Вселенная на фундаментальном уровне имеет «цифровую» информационную природу, и, следовательно, **вычислима**, т.е. математически изоморфна цифровому компьютеру.

Вопросы:

- Архитектура «универсального» компьютера
- ПО такого компьютера
- математические операции «цифровой» Вселенной

- «кинореальность» непосредственно не порождает физических явлений, так как «энергетически» не замкнута, но ... оказывает информационное воздействие на объекты, которые способны эту информацию воспринимать.
- «кинореальность» - это объекты, которые с точки зрения классической физики не образуют «состоявшуюся» реальность, поэтому являются аномальными.
- К «аномальным» относятся объекты наделенные памятью и сознанием, т.е. живые организмы, способные к целенаправленному «движению» под воздействием не только энергии, но и информации.

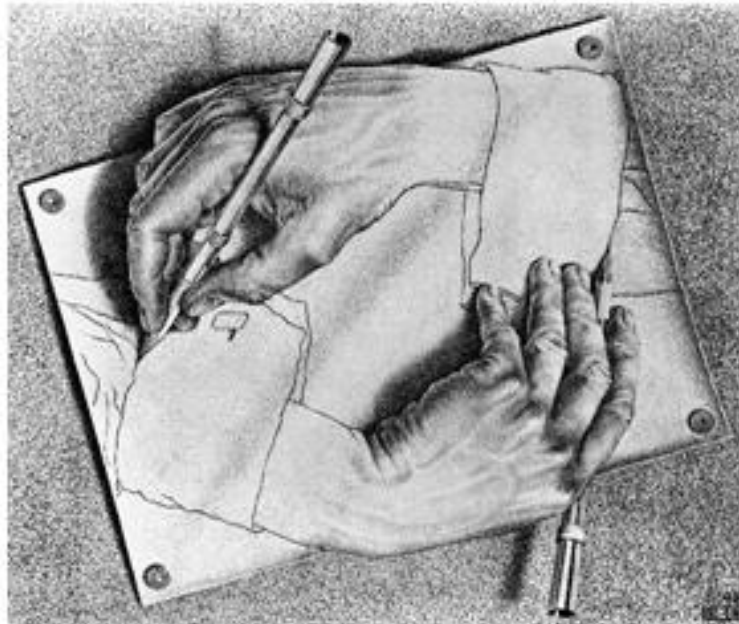
- Классические (неквантовые) представления о вероятности исходят
- из того, что случайность является «ненастоящей» (субъективной).



Считается, что объект обладает конкретным свойством или значением параметра и до измерения, Само измерение просто проявляет то, что было ранее скрыто (кубик имел определенное «состояние» и до того как его вынули из урны).

Спутанность состояний объектов проявляется не в гильбертовом , а в вероятностном или информационном пространстве.

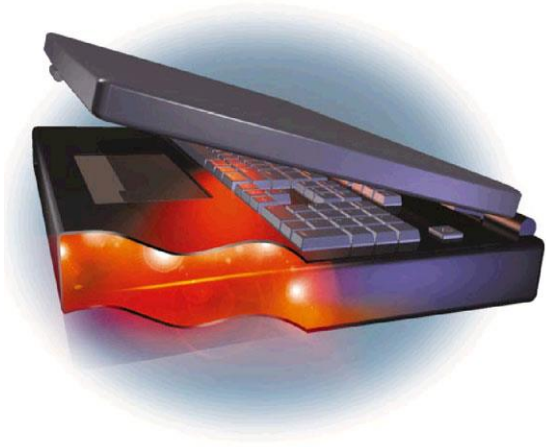
Картина Эшера рисующие руки



Пример взаимного сосоздания и циркулярной причинности.
Метафора странной петли Хофштаттера



- Р. Пенроуз (1989) «Ключевой идеей, ведущей к «объединению» гравитации и квантовой теории, может стать **изучение Природы** не в терминах материи и энергии, а **в терминах информации**».
- Б.Б. Кадомцев (1999) «При переходе к изучению сложных систем именно структурные, информационные аспекты их поведения выступают на первый план, а **динамика создает лишь основу для информационного развития**».
- И. Чанг (2000): «Мы научились думать о вычислениях физически, теперь мы должны научиться **думать о физике в терминах информации**».



Физические законы есть следствие законов преобразования информации.

Физическая система с **нулевой энтропией**, которая использует **для** вычислений всю доступную для этого энергию, для внешнего наблюдателя проявляется как часть «Большого Взрыва».