

*Связь информации с физикой. Концепция
информационной (цифровой) физики.
Голографический принцип Т'Хофта.
Физическая реализация вычислений.
Машина Тьюринга. Машина Зенона.
Сверхтьюринговые вычисления.*

Ермоленко И.П. ФКФМ-171

Цифровая физика — совокупность теоретических взглядов, проистекающих из допущения, что Вселенная по сути описывается информацией и, следовательно, является вычислимой. Из данных предположений следует то, что Вселенная может пониматься как результат работы некоторой компьютерной программы или как некий вид цифрового вычислительного устройства (или, по крайней мере, устройства, математически изоморфного такому устройству).

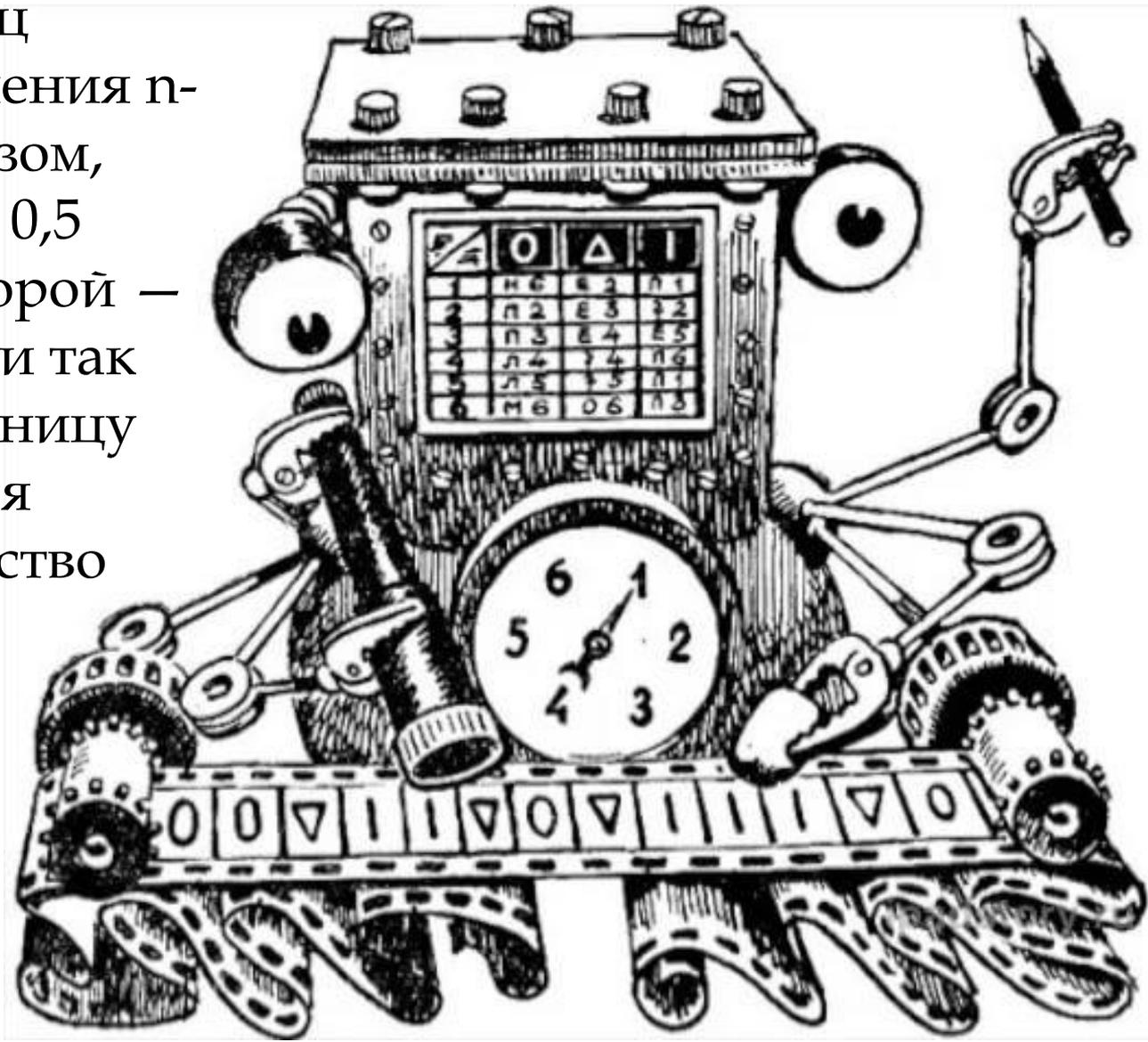


Машина Тьюринга представляет собой простейшую вычислительную машину с линейной памятью, которая согласно формальным правилам преобразует входные данные с помощью последовательности *элементарных действий*.

Всякий интуитивный алгоритм может быть реализован с помощью некоторой машины Тьюринга.

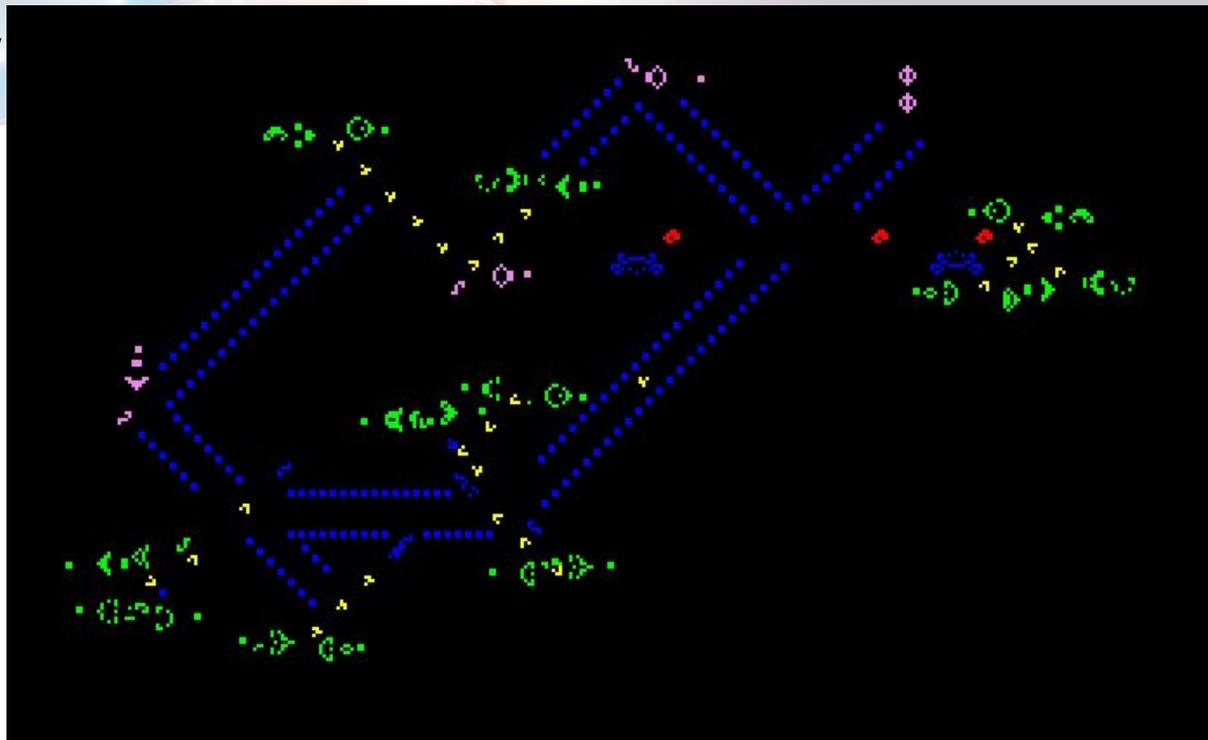
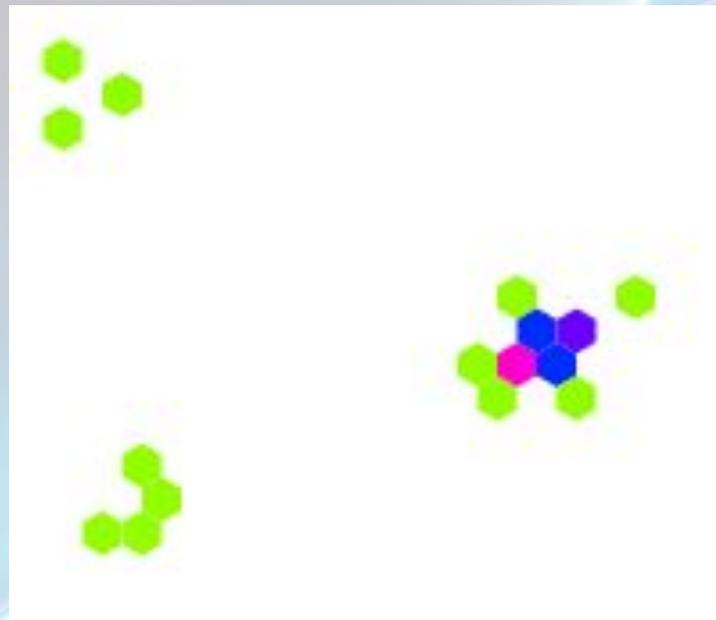


Машиной Зенона называется такая машина Тьюринга, которой требуется 2^{-n} единиц времени для совершения n -го шага. Таким образом, первый шаг требует 0,5 единиц времени, второй – 0,25, третий – 0,125 и так далее, так что за единицу времени совершается бесконечное количество шагов.



Проблема остановки (или проблема останова) — это одна из центральных проблем в теории алгоритмов, которая может неформально быть поставлена в виде:
Даны описание процедуры и её начальные входные данные, требуется определить, завершится ли когда-либо выполнение процедуры с этими данными. Альтернативой этому является то, что она работает всё время без остановки.

Клеточный автомат — набор клеток, образующих некоторую периодическую решетку с заданными правилами перехода, определяющими состояние клетки в следующий момент времени через состояние клеток, находящихся от нее на расстоянии не больше некоторого, в текущий момент времени. Как правило, рассматриваются автоматы, где состояние определяется самой клеткой и ближайшими соседями. В качестве решетки обычно рассматривается кубическая решетка. Один из самых интересных примеров клеточного автомата —



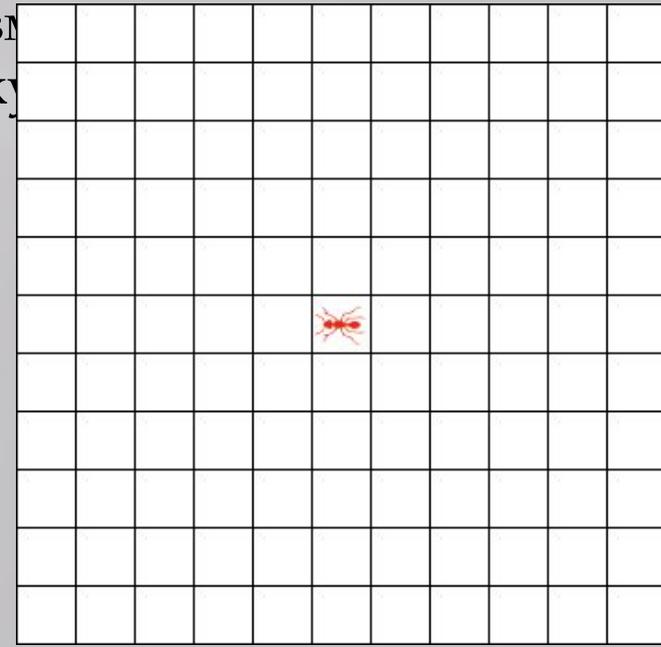
Муравей Лэнгтона — это двумерный клеточный автомат с очень простыми правилами, изобретенный Крисом Лэнгтоном. Муравья можно также считать двумерной машиной Тьюринга с 2 символами и 4 состояниями.

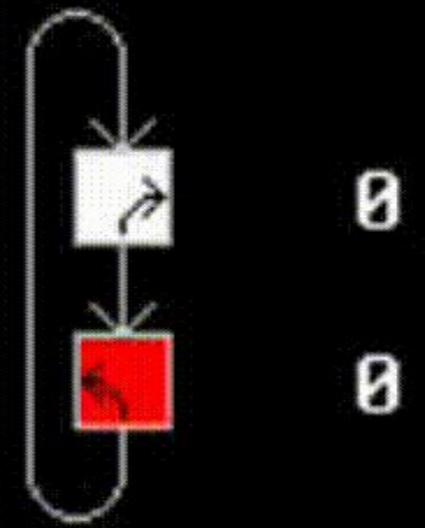
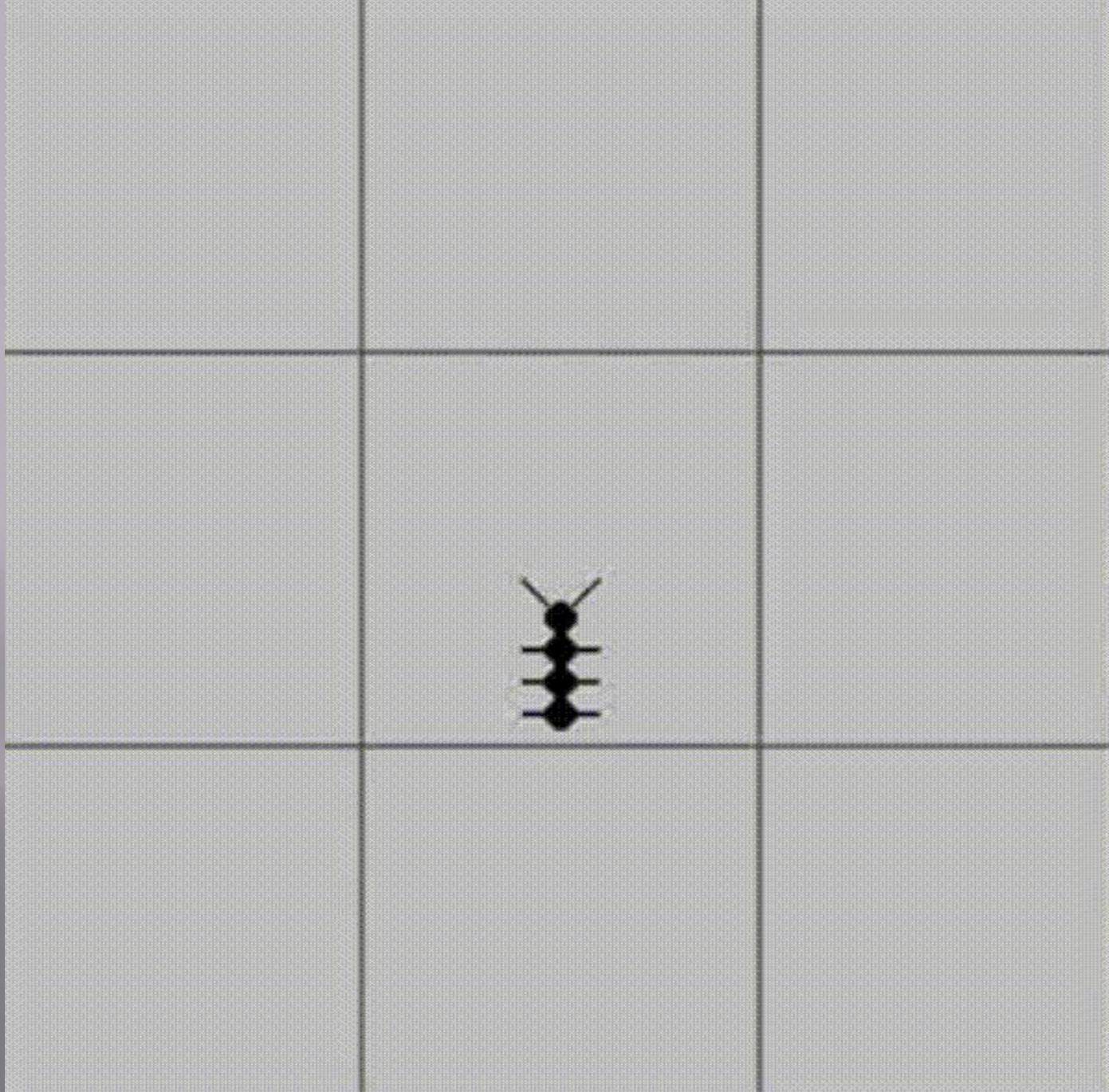
Правила:

Рассмотрим бесконечную плоскость, разбитую на клетки, покрашенные некоторым образом в чёрный и белый цвет. Пусть в одной из клеток находится «муравей», который на каждом шаге может двигаться в одном из четырёх направлений в клетку, соседнюю по стороне. Муравей движется согласно следующим правилам:

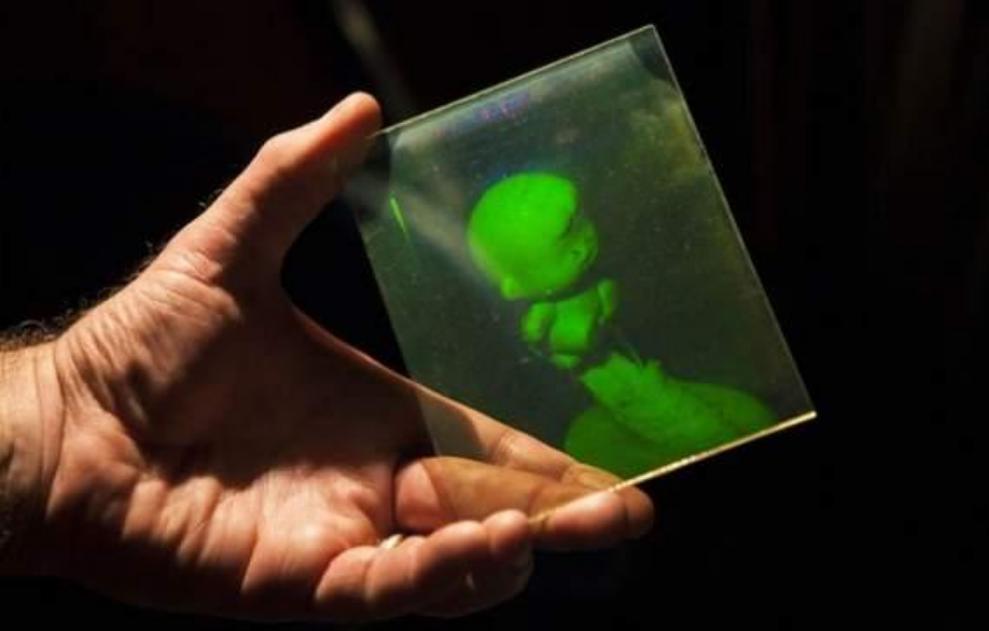
На чёрном квадрате — повернуть на 90° влево, изменить цвет квадрата на белый, сделать шаг вперед на следующую клетку.

На белом квадрате — повернуть на 90° вправо, изменить цвет квадрата на чёрный, сделать шаг вперед на следующую клетку.





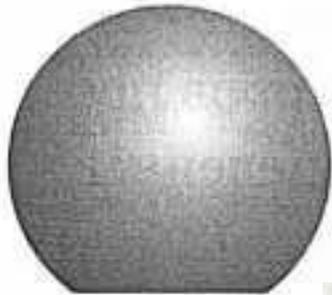
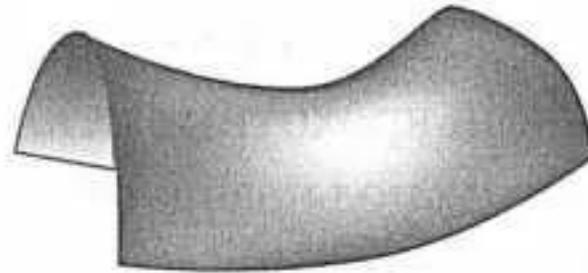
steps 0



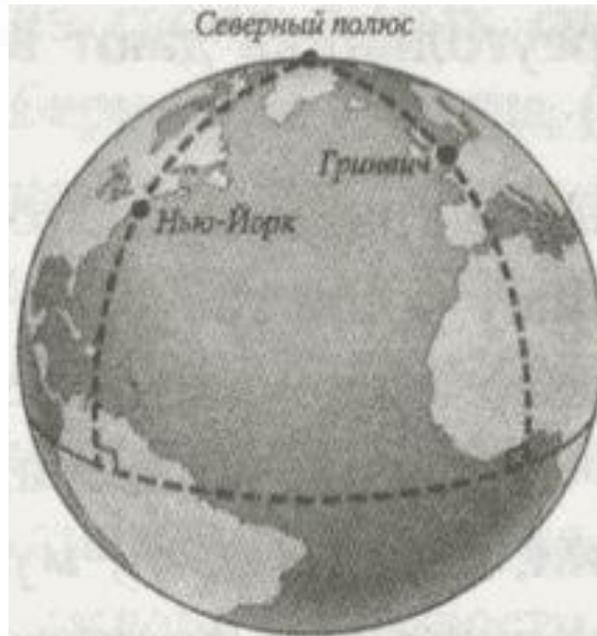
Плоская поверхность
с нулевой кривизной



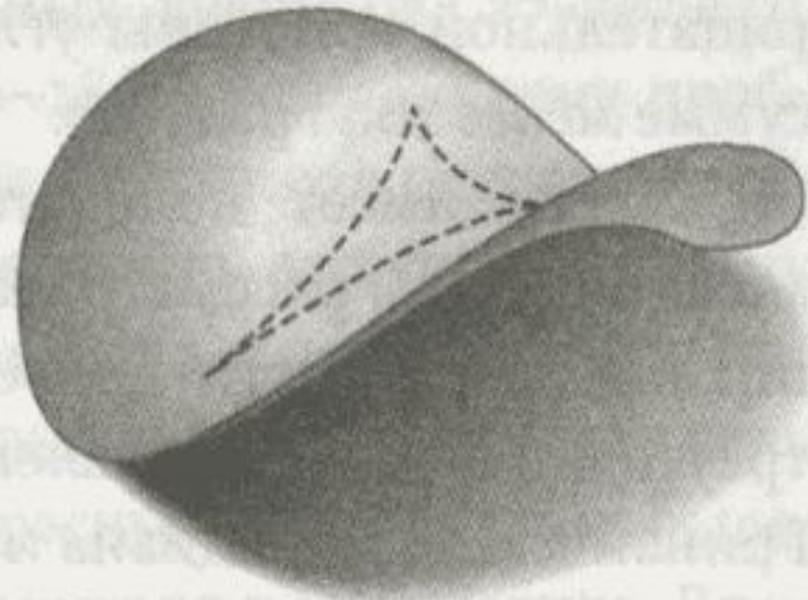
Седловидная поверхность
с отрицательной кривизной



Сферическая поверхность
с положительной кривизной



Треугольник на сфере



Треугольник на чипсе "Принглс"

$$S = k \cdot \log W$$



LVDWIG
BOLTZMANN
1844 - 1906

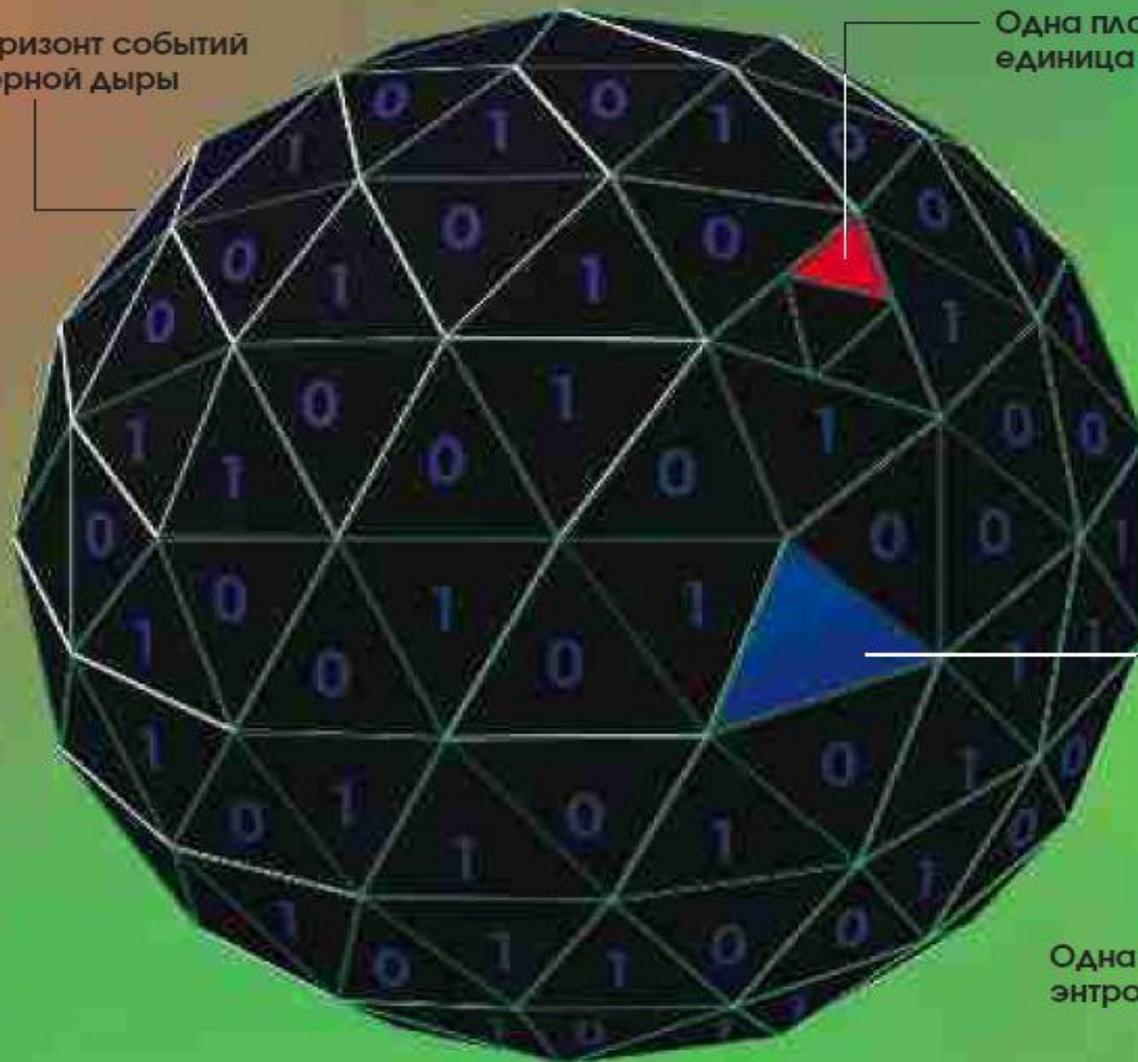
DR. PHIL. PAULA
BOLTZMANN
GEB. CHIARI
1891 - 1977
ARTHUR
BOLTZMANN
DIPL. ING. DR. PHIL. HOFRAT
1881 - 1952
LVDWIG
BOLTZMANN
1923 - 1943
ÄLTSTER MÄNNLICHER NACHKOMME.
GEFALLEN BEI SMOLENSK

HENRIETTE
BOLTZMANN
GEB. EDLE VON AIGENTLER
1854 - 1938

Эпитафия на могиле Больцмана гласит: « $S = k \log W$ », и это просто математически изысканный способ сказать, что энтропия объекта пропорциональна числу битов, записанных его микросостоянием. То же самое можно выразить и по-другому: энтропия пропорциональна длине числа возможных микросостояний, если записать его в двоичной системе счисления. В этой формуле k называют постоянной Больцмана.

Горизонт событий
черной дыры

Одна планковская
единица площади

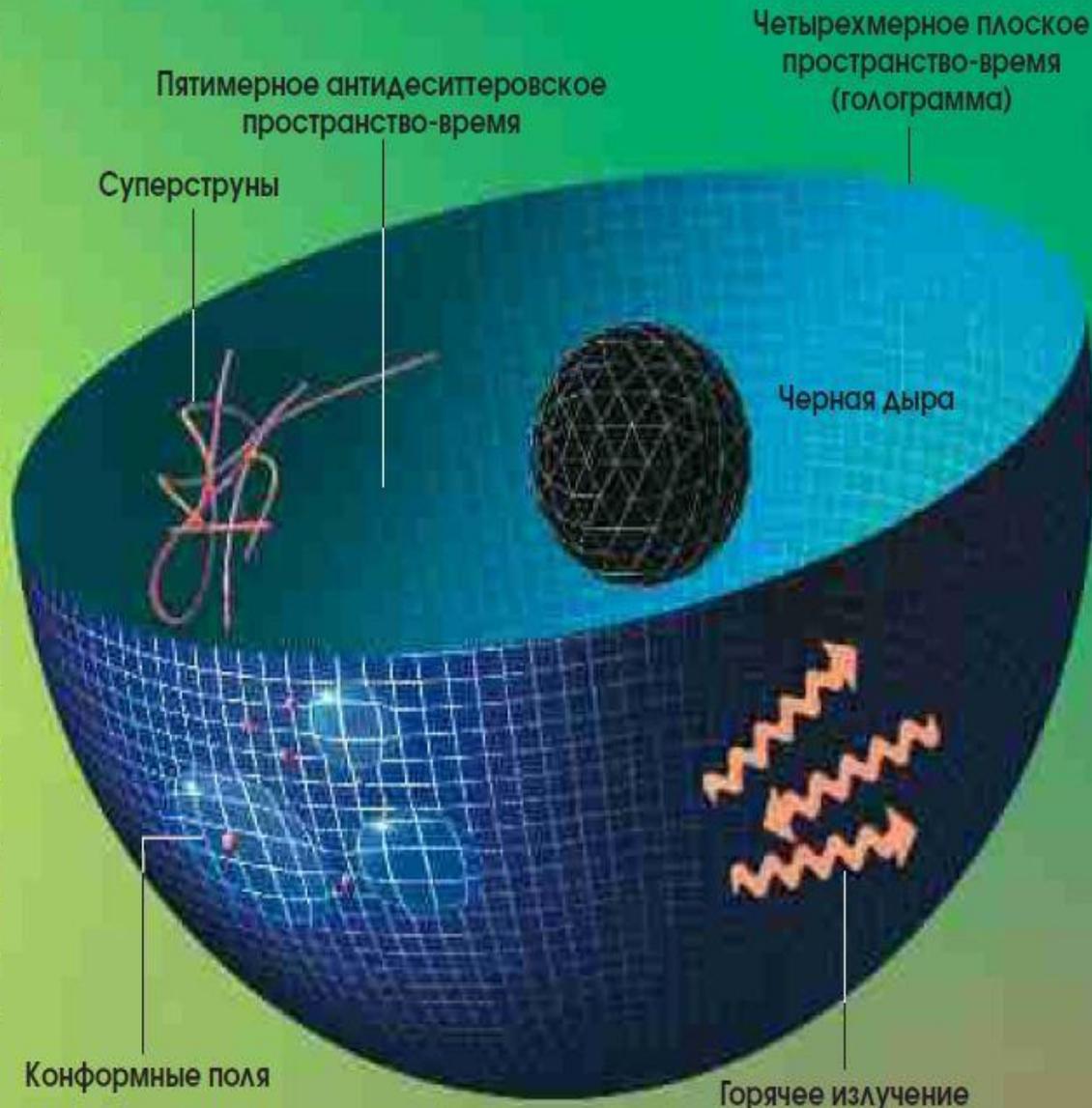


Одна единица
энтропии

Энтропия черной дыры пропорциональна площади ее горизонта событий. Черная дыра с площадью горизонта событий, равной A планковских единиц, содержит $A/4$ единиц энтропии, словно энтропия записана на горизонте событий таким образом, что каждый бит информации соответствует четырем планковским единицам площади.

ГОЛОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ

Голографический принцип позволяет рассматривать две вселенные разных размерностей, подчиняющиеся различным физическим законам, как эквивалентные. Теоретики математически обосновали этот принцип для конкретного случая пятимерного «антидеситтеровского» пространства-времени и его четырехмерной границы. Пятимерная Вселенная отображается на ограничивающую ее четырехмерную поверхность, подобно голограмме. Пятимерным пространством правит теория суперструн, а на четырехмерной голограмме действует теория так называемых конформных полей точечных частиц. Черная дыра в пятимерном пространстве-времени эквивалентна горячему излучению на голограмме; в частности, они имеют одну и ту же энтропию, хотя ее физическое происхождения для них различно. Описания таких Вселенных несхожи, однако экспериментально различить их невозможно.



Спасибо за внимание

SYSTEM FAILURE