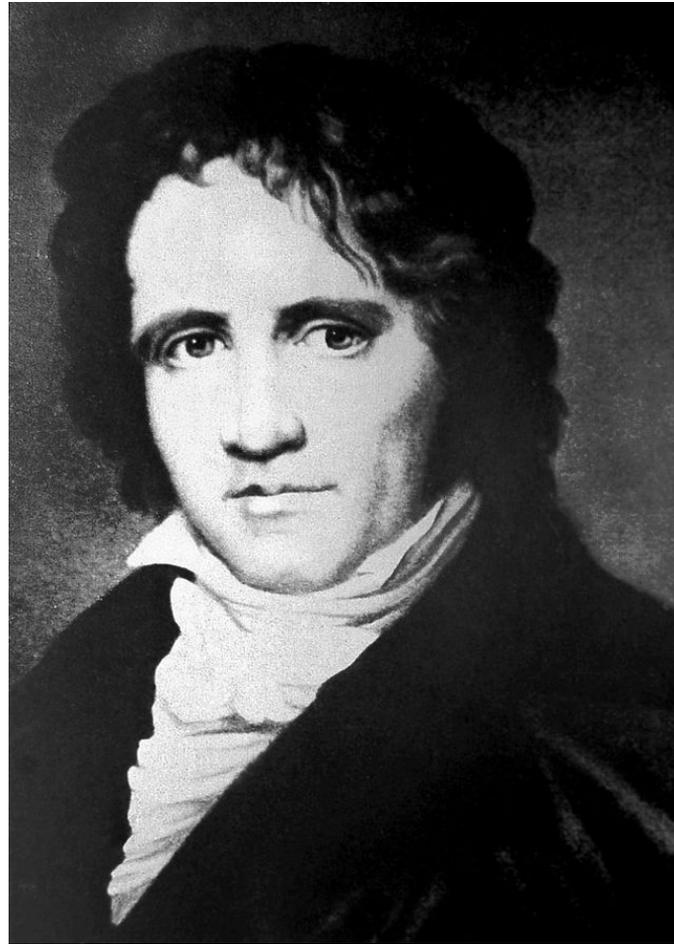


Взрывающаяся вселенная Great insight of Bessel

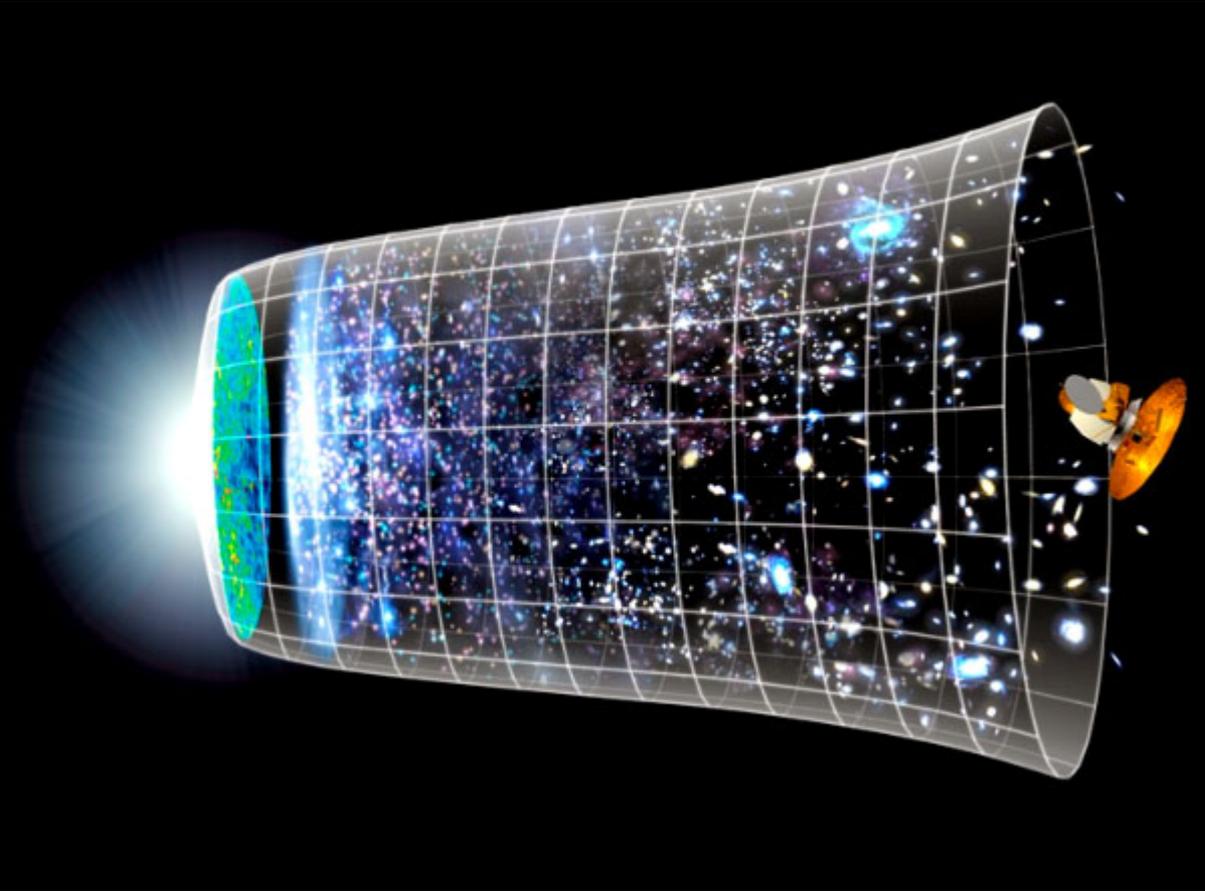
*Проректор по научной работе БФУ им.
И. Канта, доктор физико-
математических наук, профессор
Юров Артем Валерианович*

Friedrich Wilhelm Bessel



«Тот факт, что мы видим бесчисленное множество ярко блистающих звезд, не может еще сам по себе служить доводом для того, чтобы отрицать возможность существования бесчисленного множества темных невидимых звезд».





Краткая Биография Вселенной

Возраст: 13.7 миллиардов лет

Размер наблюдаемой части Вселенной: 13.7 миллиардов **световых** лет, примерно 10^{28} см

Средняя плотность вещества: 10^{-29} г/см³

Вес: более 10^{50} тонн

Вес в момент рождения:

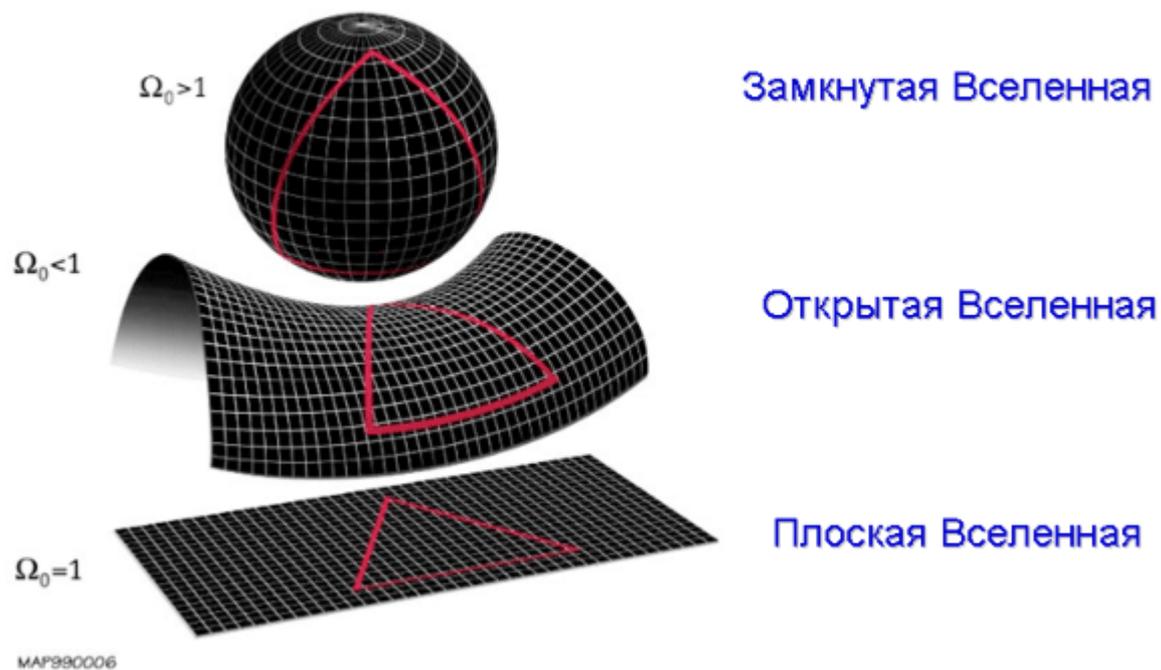
Согласно теории Большого Взрыва: **бесконечный вес**

Согласно инфляционной теории: **меньше миллиграмма**

Проблемы с теорией Большого Взрыва

1. Что было до Большого Взрыва?
2. Почему Вселенная **однородна** и **изотропна** ?
3. Почему все ее части стали расширяться одновременно?
4. Почему Вселенная **плоская**? Почему параллельные прямые не пересекаются? Почему во Вселенной больше чем 10^{87} элементарных частиц? **Почему так много людей** пришло на эту лекцию?

Замкнутая, открытая и плоская Вселенная



Согласно стандартной теории Большого Взрыва, полная масса вещества с самого начала превосходила **10^{80} тонн**

$$\text{Масса} = \text{Энергия: } E = mc^2$$

До Большого Взрыва **ничего не было**, и вдруг появилось **10^{80} тонн вещества...**

ОТКУДА?

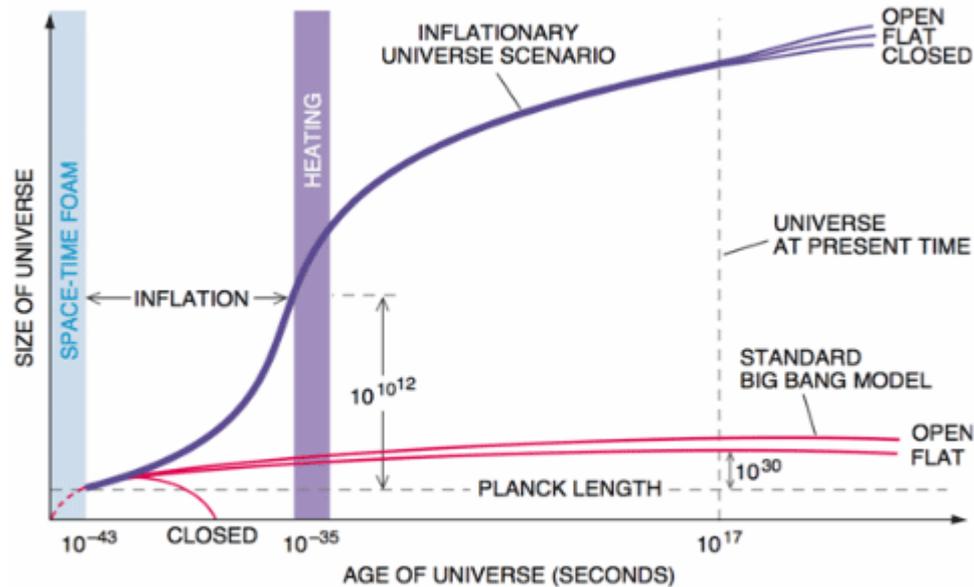
Чтобы создать Вселенную, нужно было собрать **10^{80} тонн** взрывчатки, сжать её до размера горошины и взорвать все её части одновременно с точностью 10^{-43} с.

Кто бы мог это сделать?...

Инфляционная теория

решает много проблем теории
Большого Взрыва и объясняет, как
можно создать Вселенную из одного
миллиграмма материи особого типа

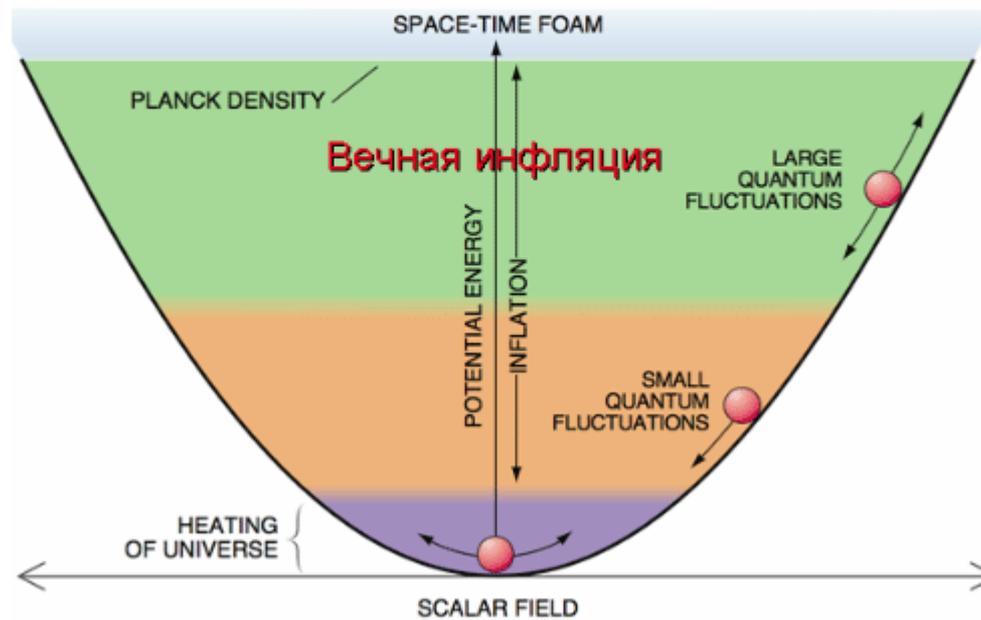
Инфляционная Вселенная



Инфляция - это очень быстрое ускорение Вселенной вскоре после ее возникновения

Инфляция и Скалярное Поле

$$V(\phi) = \frac{m^2}{2}\phi^2$$



Уравнения движения

Уравнение Эйнштейна:

$$H^2 = \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{m^2}{6}\phi^2$$

Уравнение Клейна-Гордона:

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} = -m^2\phi$$

Сравните с уравнением для осциллятора с трением:

$$\ddot{x} + \alpha\dot{x} = -kx$$

Основная идея:

Большое ϕ \longrightarrow большое H \longrightarrow большое трение

поле ϕ и его потенциальная энергия изменяются
очень медленно

$$H = \frac{\dot{a}}{a} = \frac{m\phi}{\sqrt{6}} \approx \text{const}$$

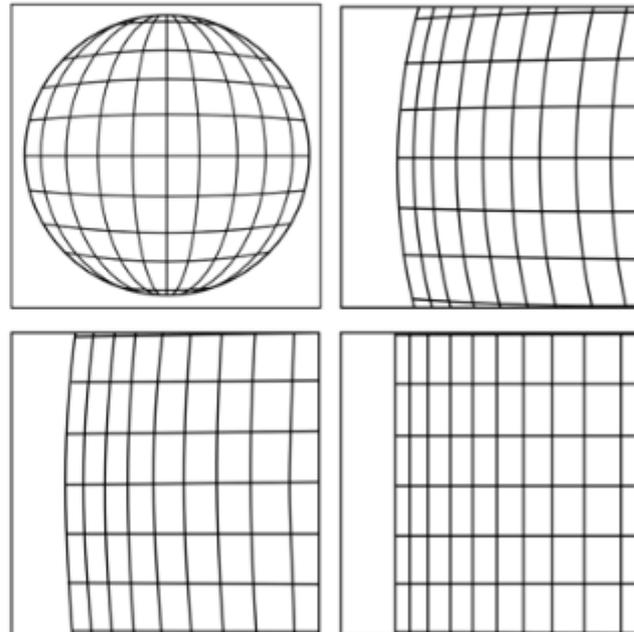
$$a \sim e^{Ht}$$

Это и есть стадия инфляции

Инфляция делает Вселенную плоской, однородной и изотропной

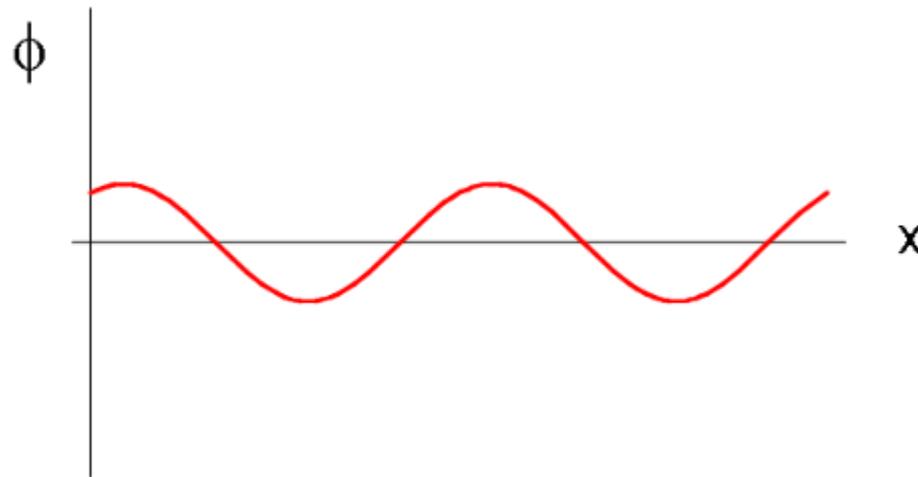
В простейших вариантах инфляционной теории, Вселенная раздувается в $10^{100000000000000}$ раз во время инфляции.

Мы можем видеть только малую часть Вселенной, размером 10^{10} световых лет. Поэтому она и кажется плоской, однородной и изотропной.

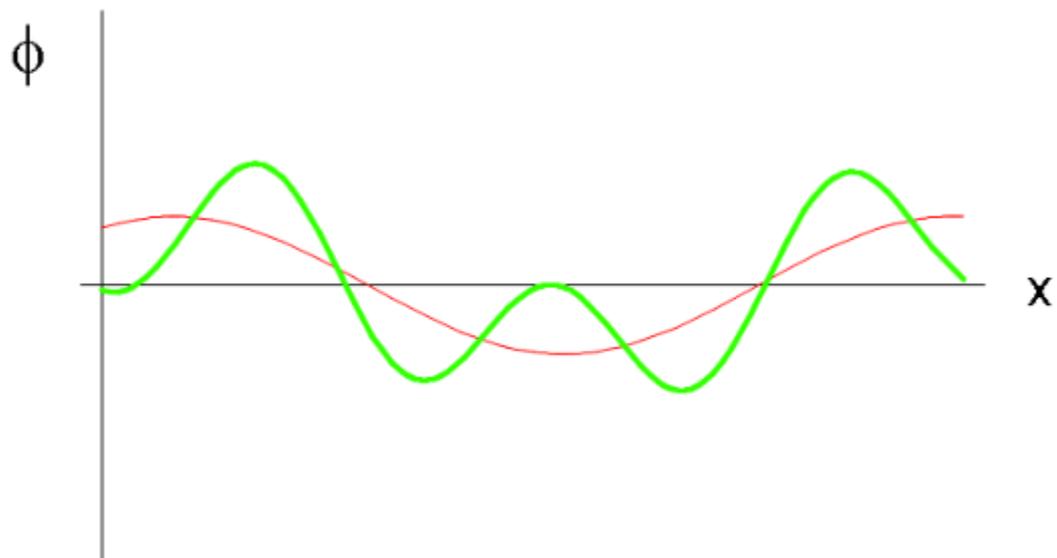




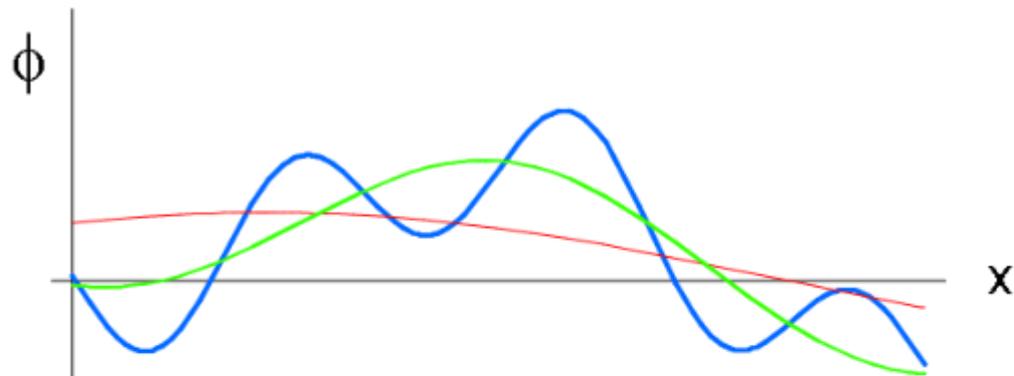
Инфляция и квантовые флуктуации



Квантовые флуктуации существуют всюду. Они подобны волнам, которые быстро возникают и исчезают. Инфляция растянула их, вместе с тем как она растянула Вселенную. Когда их длина волны стала достаточно большой, они “замерзли,” перестали двигаться и исчезать.



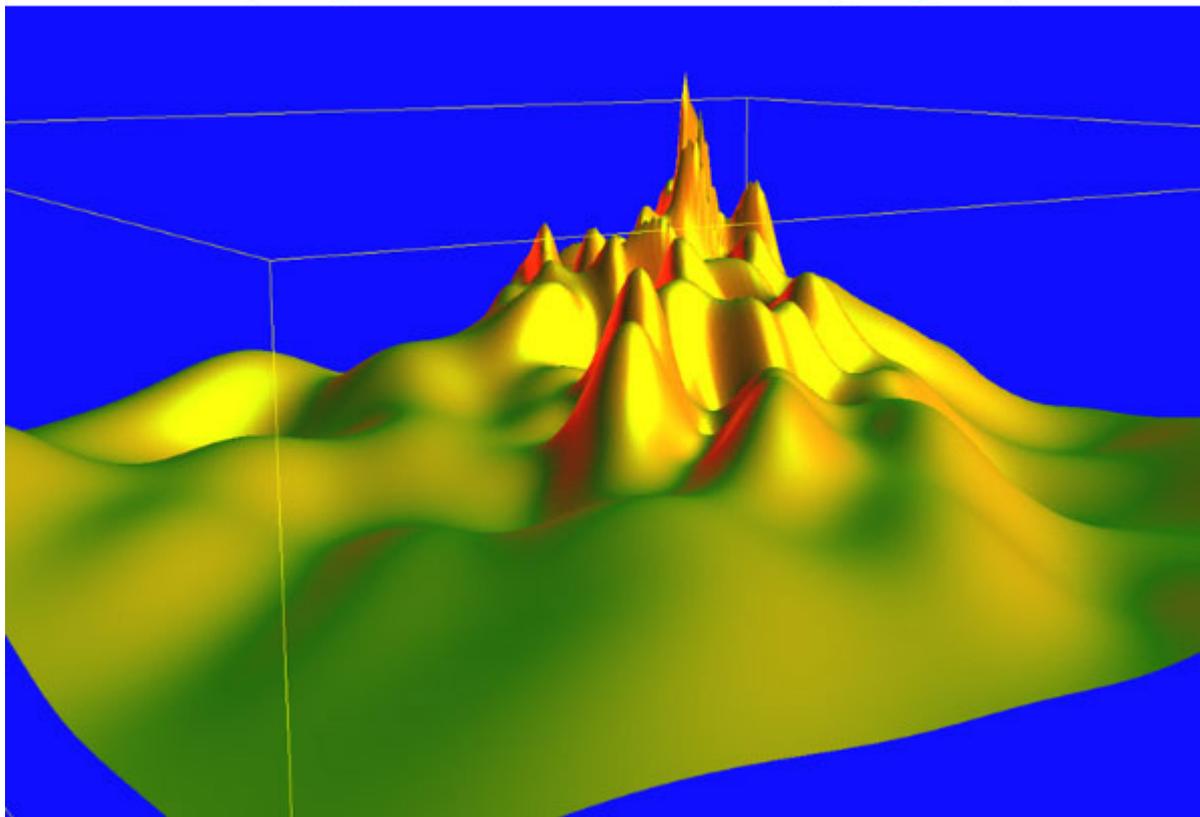
Затем новые флуктуации растянулись и замерзли поверх старых.



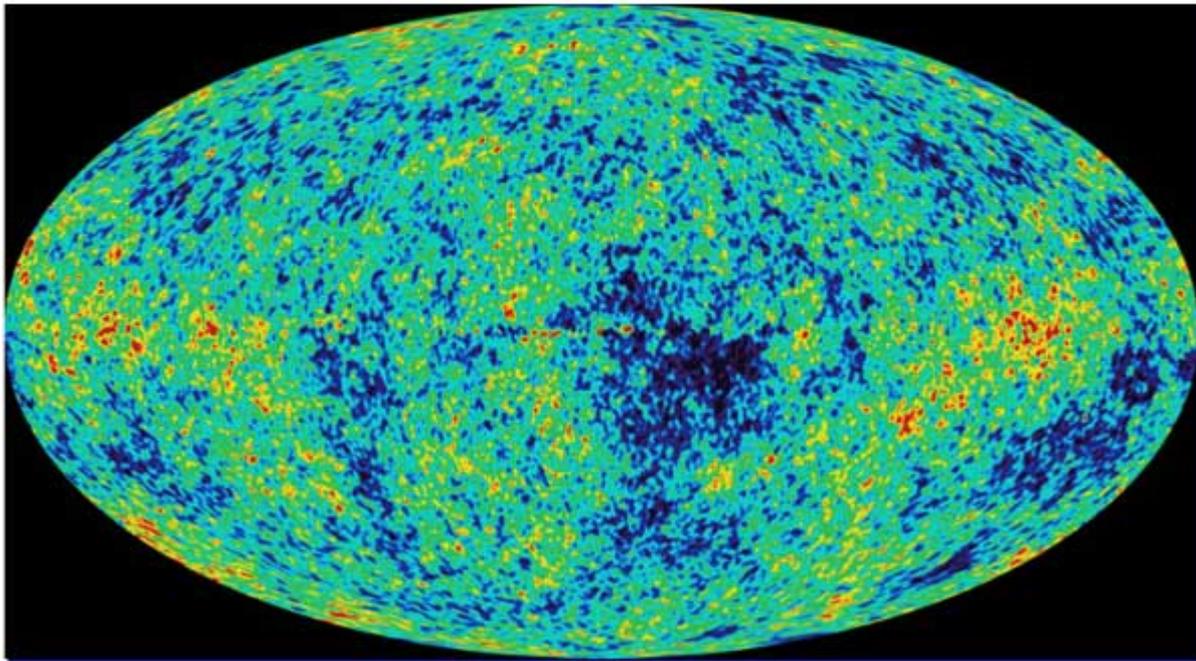
В результате Вселенная заполнилась неоднородным скалярным полем. Эти неоднородности ответственны за последующее образование галактик.

Иногда эти флуктуации накапливаются и сильно увеличивают энергию скалярного поля в некоторых частях Вселенной. В этих частях инфляция ускоряется, Вселенная входит в режим самовосстановления, процесс инфляции становится вечным.

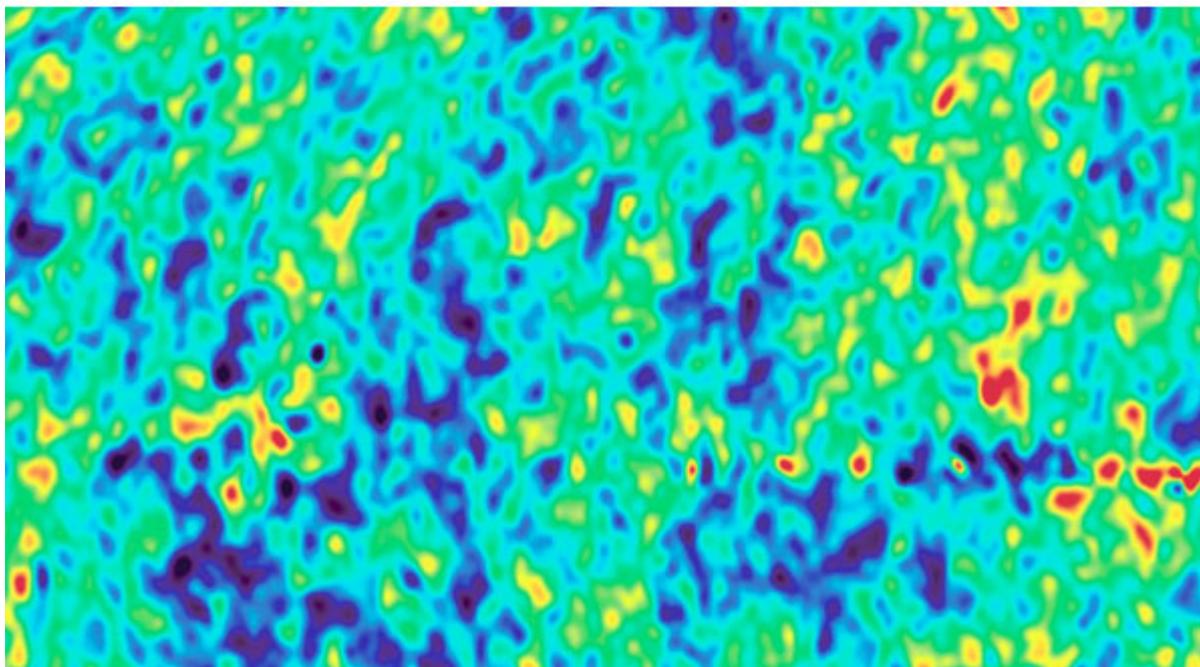
Генерация Квантовых Флуктуаций



WMAP и температура неба



Фотография квантовых флуктуаций
размером в полнеба



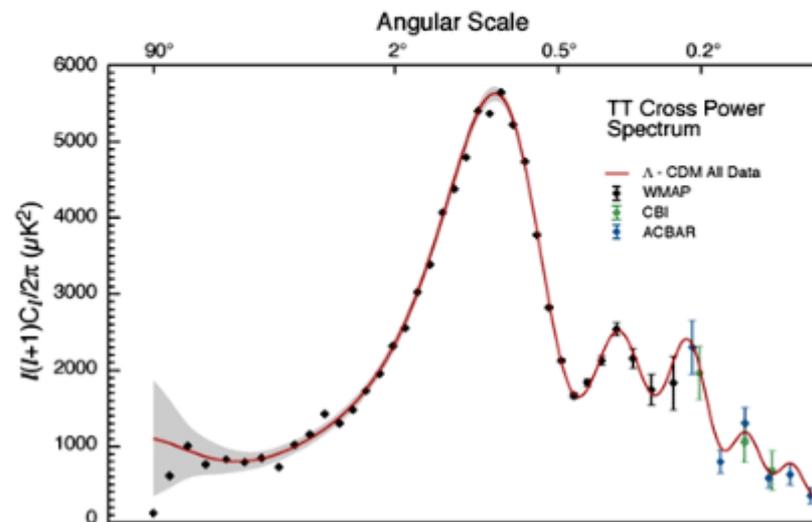


WMAP

и анизотропия микроволнового излучения

Черные точки - экспериментальные данные

Красная линия - предсказания инфляционной теории



Многоликая Вселенная

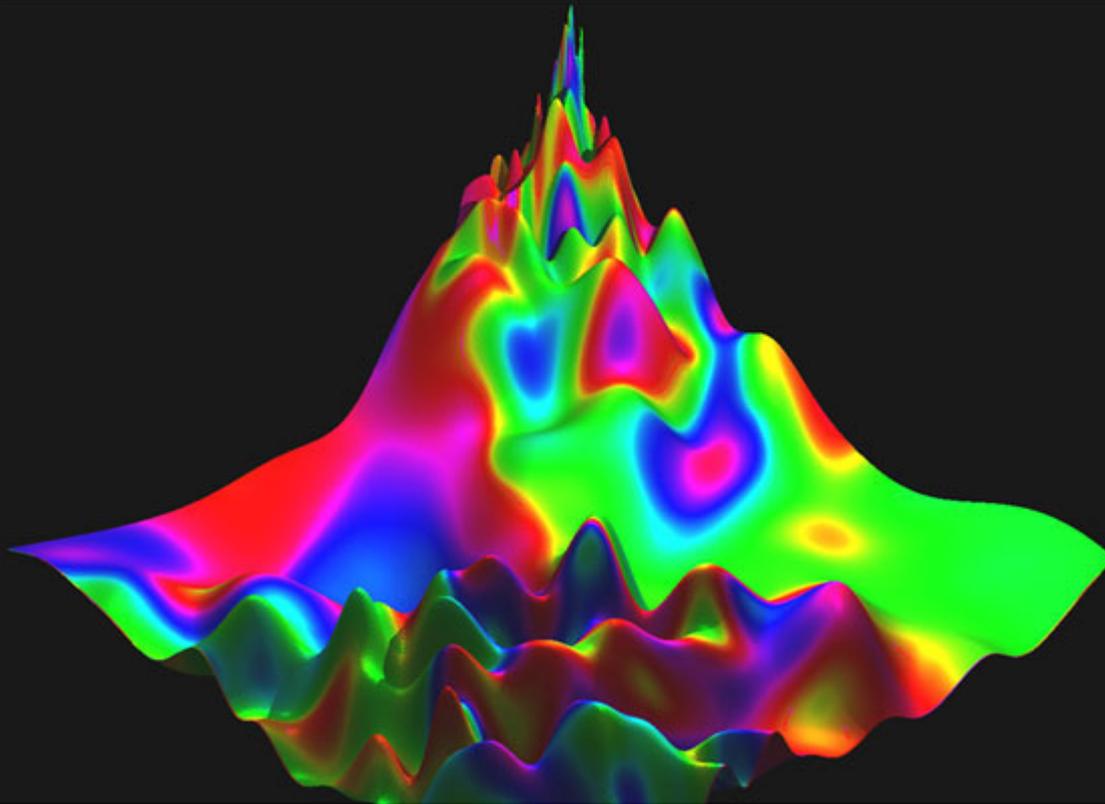
В реалистических теориях элементарных частиц существует **много разных скалярных полей**. Их потенциальная энергия может иметь очень **много минимумов**. Каждый минимум соответствует новому вакуумному состоянию. **Элементарные частицы имеют разные свойства в разных вакуумных состояниях.**

Квантовые флуктуации во время инфляции могут разбить Вселенную на много частей, содержащих разные скалярные поля. **Вселенная становится похожей на набор многих Вселенных с разными законами физики.**

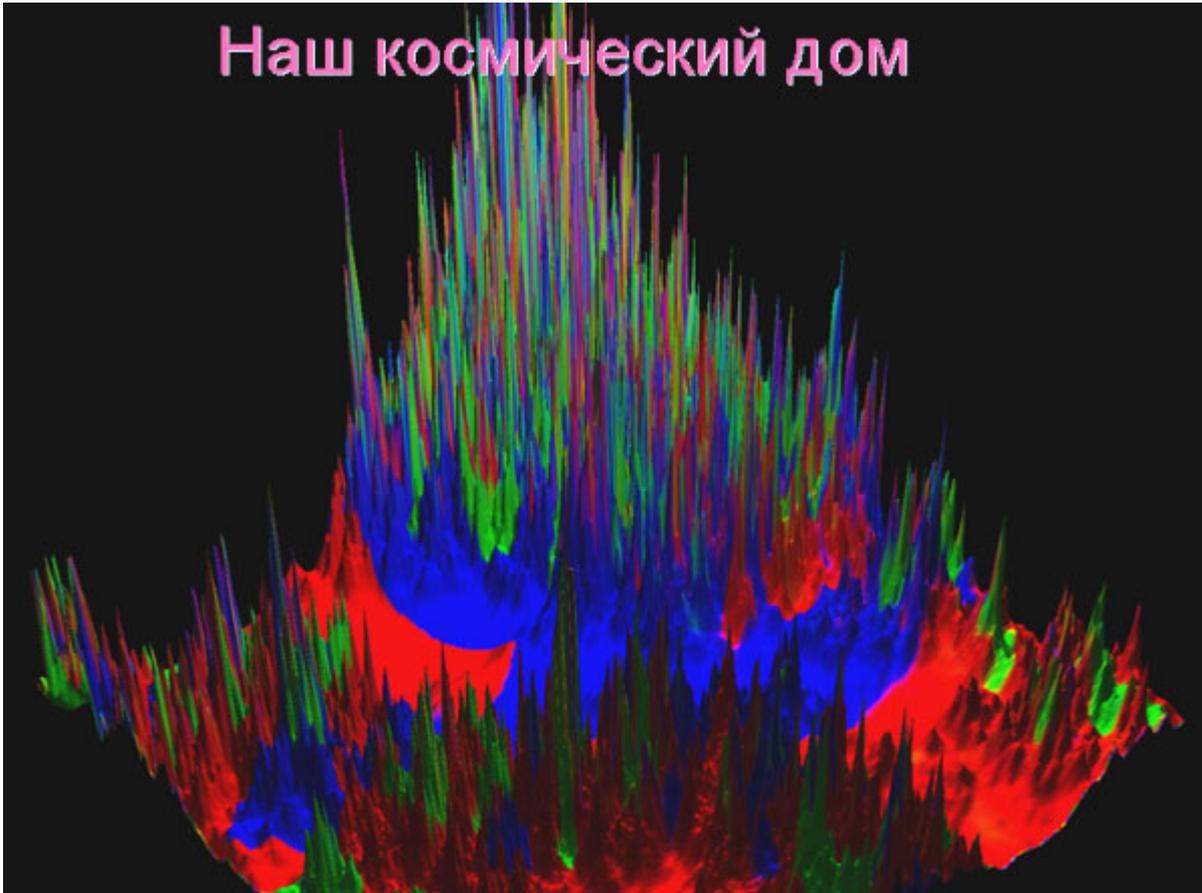
Ландшафт Теории Струн



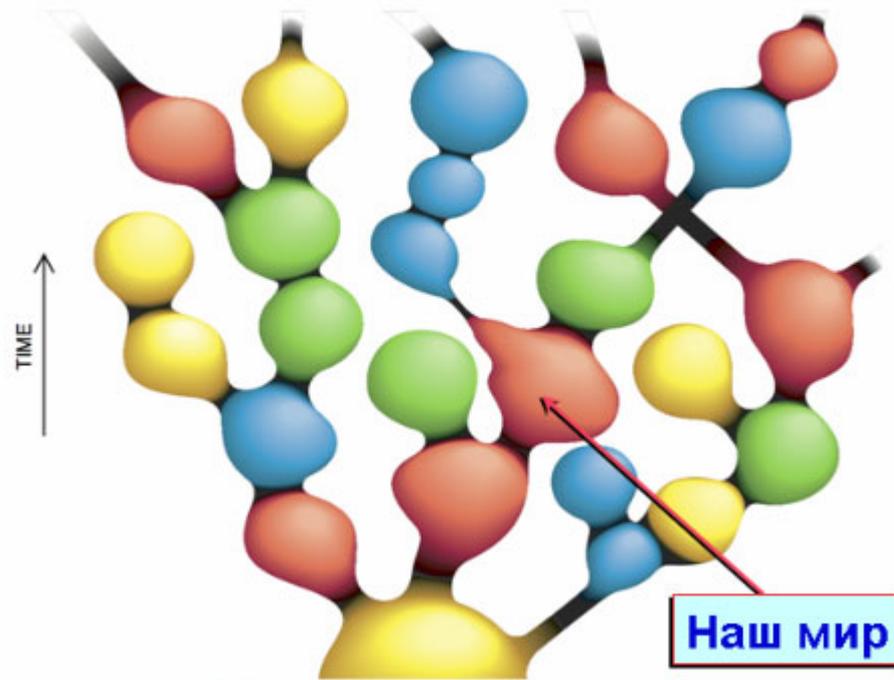
Формирование многоликой Вселенной



Наш космический дом

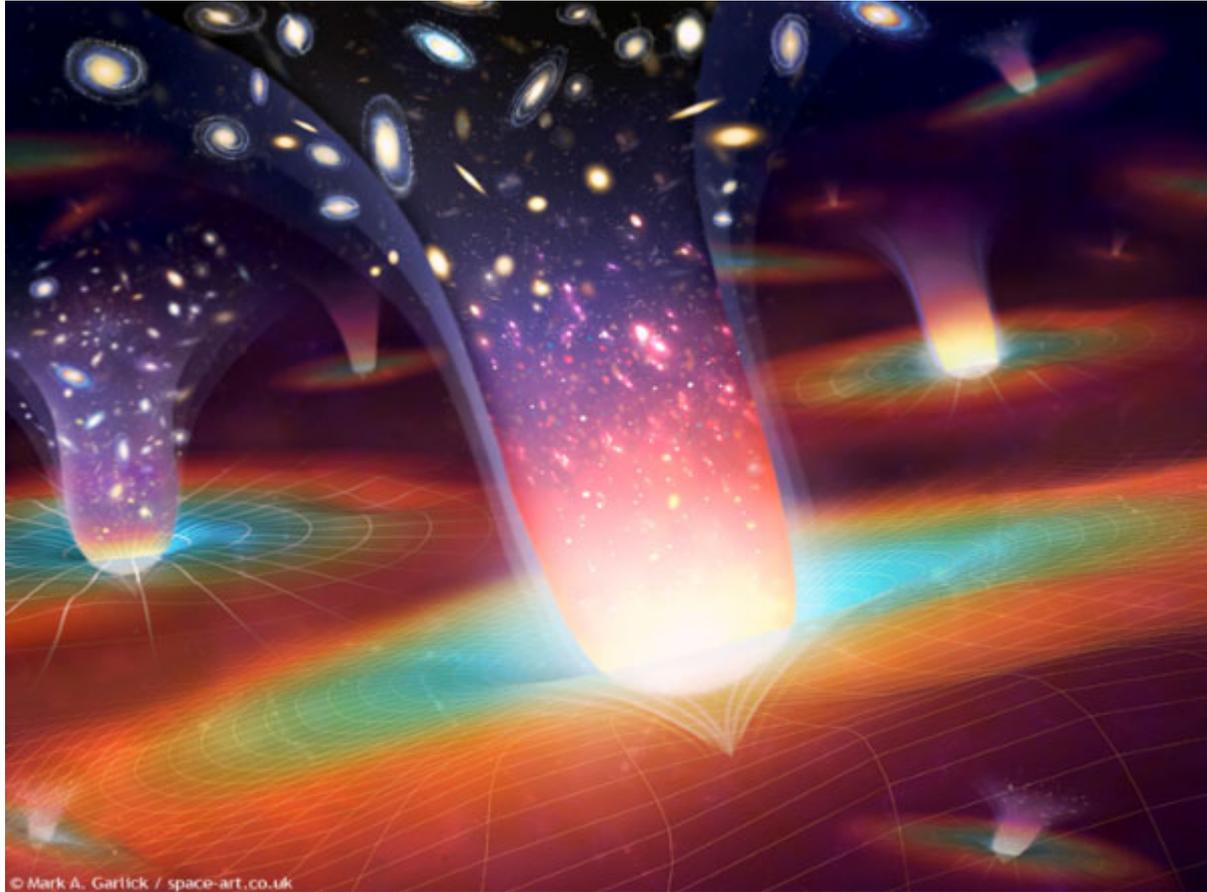


Фрактальная Вселенная

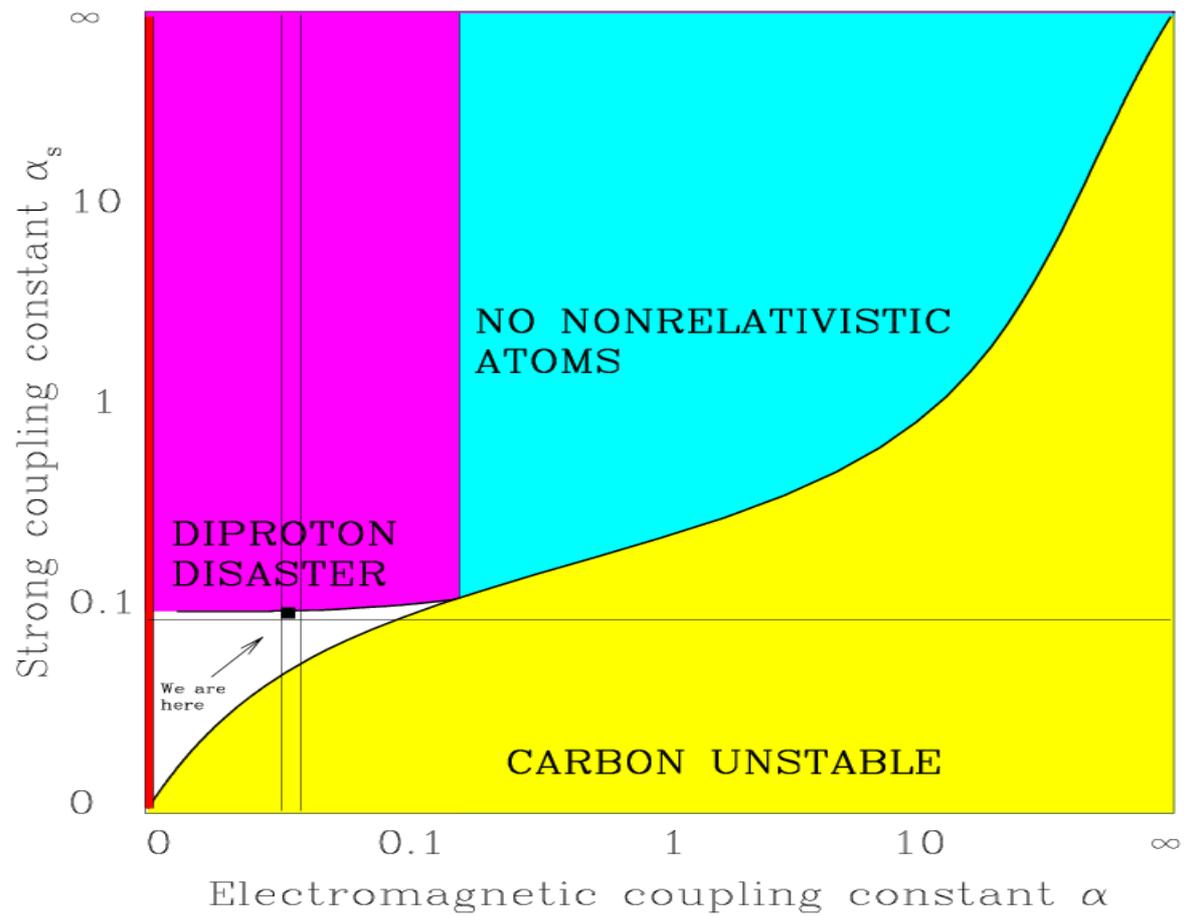


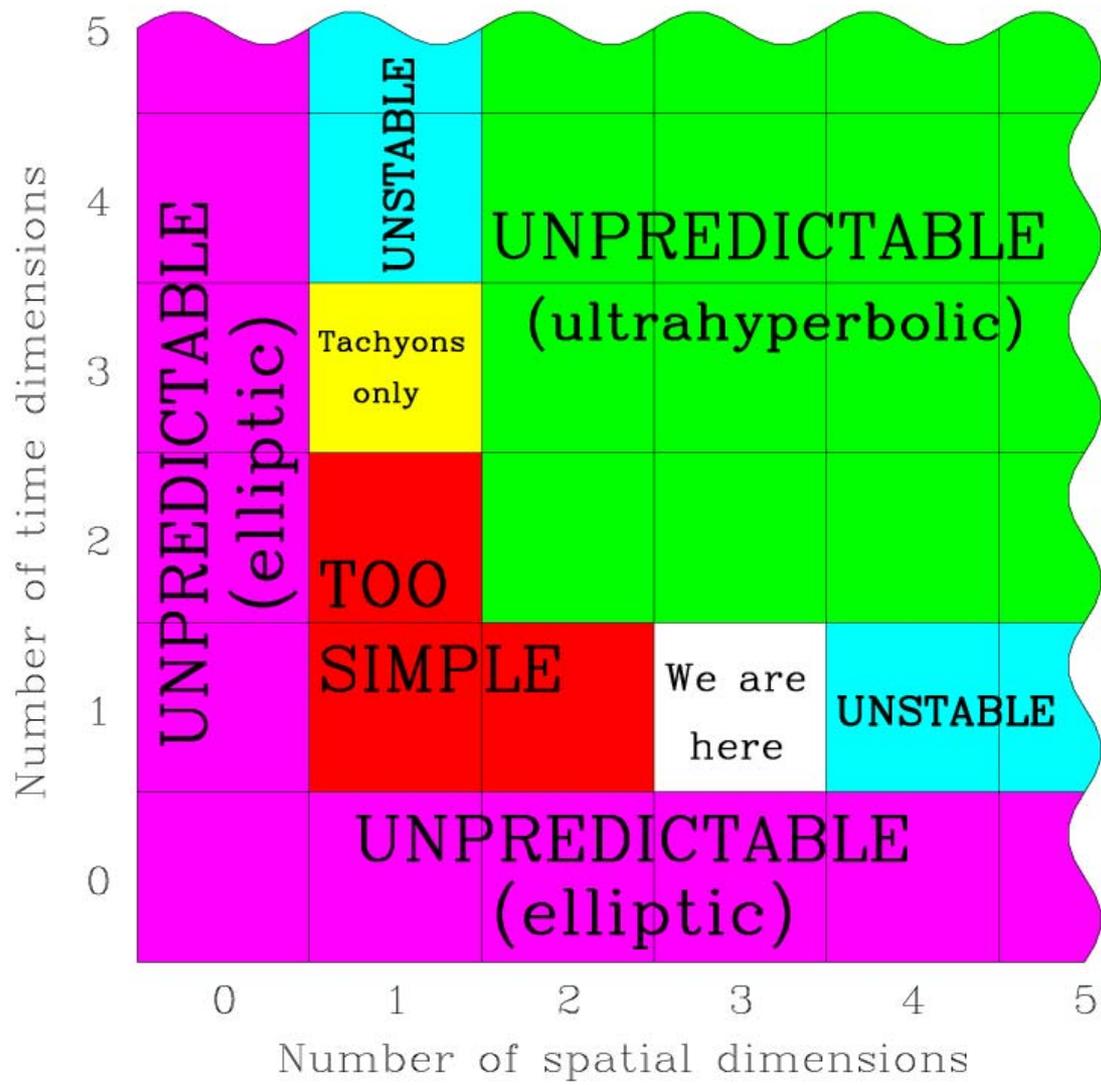
Большой Взрыв?

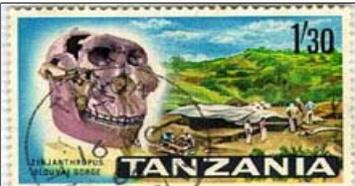




© Mark A. Gartick / space-art.co.uk







МУЛЬТИВСЕЛЕННЫЕ
=МУЛЬТИВЕРСЫ

МАСНА
DO

LINDE

REE

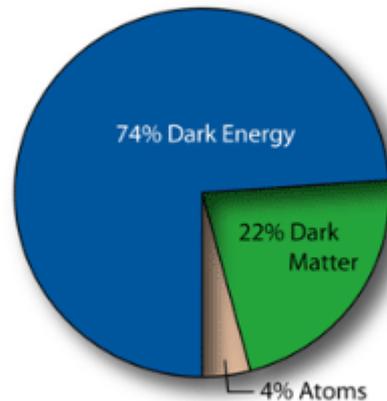


УСПЕХ!

Открытия последнего десятилетия:

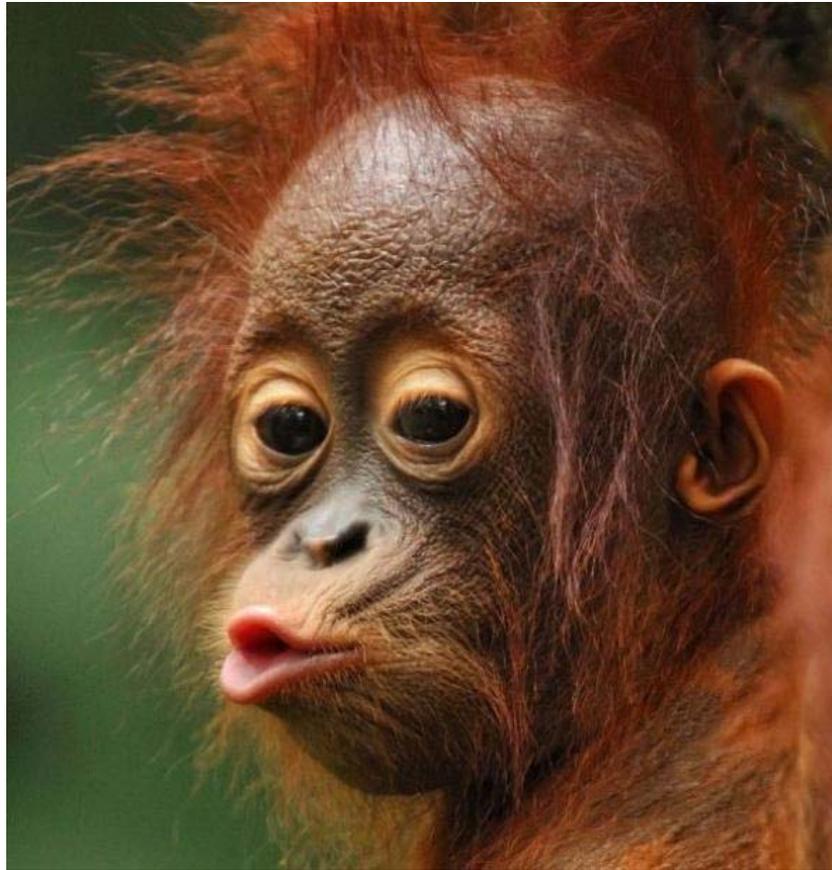
1. Вскоре после рождения Вселенной она расширялась с большим ускорением (инфляция Вселенной)
2. 5 миллиардов лет назад расширение Вселенной опять начало ускоряться, но очень медленно (за счет темной энергии)

Темная Энергия (энергия вакуума, или космологическая постоянная) - 73% всей материи во Вселенной



Темная Материя - 23% всей материи
Обычная Материя - 4% - 5%





I am also shocked!

Thank you!