

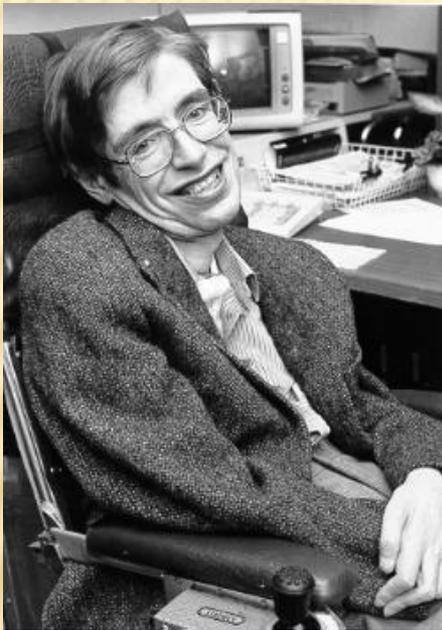
# Вселенная Стивена Хокинга

## Лекция 1: «Пространство и время»



В 1979 году Хокинг получает должность Лукасовского профессора математики в Кембриджском университете.

В 1985 году во время поездки в Швейцарию заболевает воспалением легких и после трахеостомии лишается возможности говорить.



В 1988 году выходит «Краткая история времени» - книга, принесшая Хокингу мировую известность.

В 1995 году он разводится с Джейн и женится на своей сиделке, Элайн Мейсон, с которой проживет 11 лет.



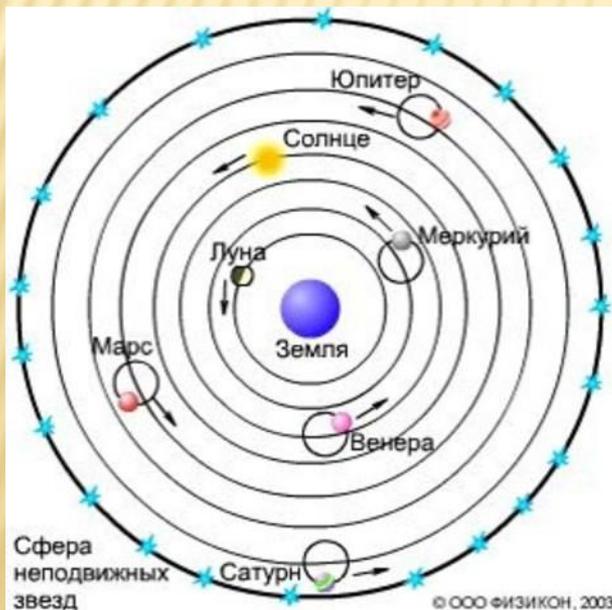
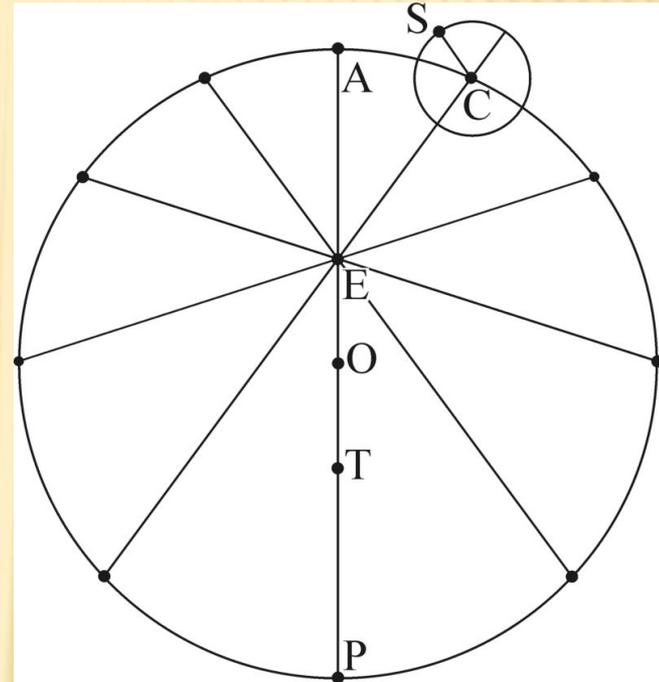
# Геоцентрическая система мира

Фалес, Армстотель, Аксимиандр, Анаксагор, Парменид.

## Клавдий Птолемей



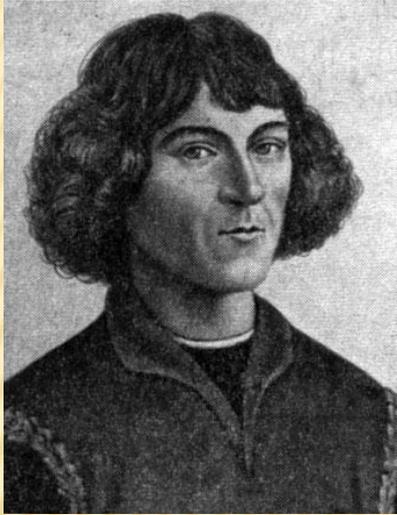
«Альмагест» пр. 140 г.



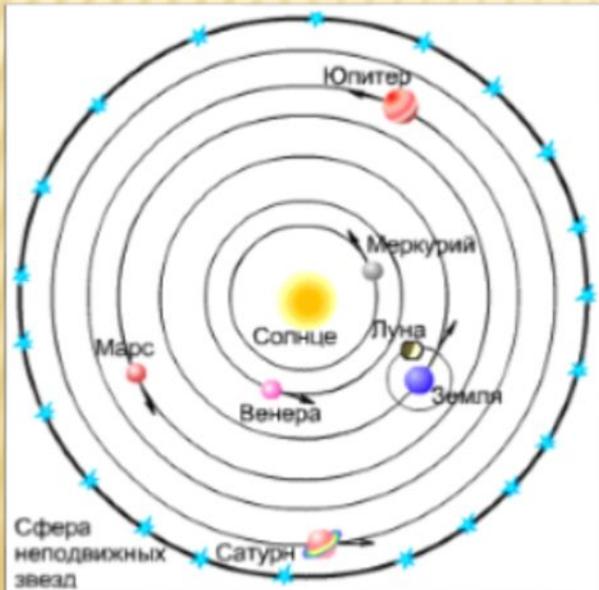
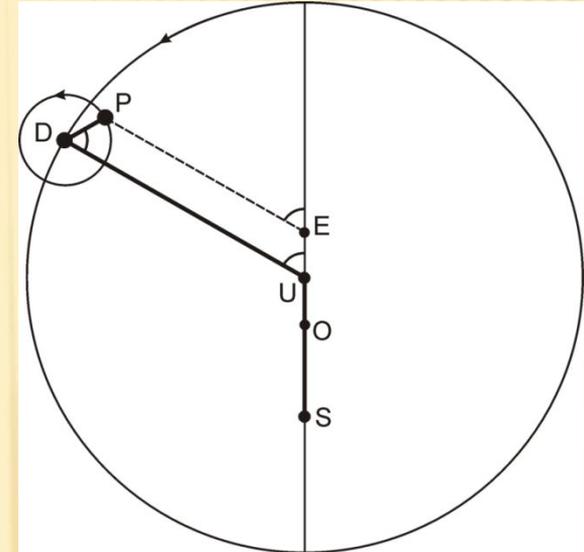
Планеты движутся по окружностям – эпициклам, которые движутся по другим окружностям – деферентам.

# Гелиоцентрическая система мира

Николай Коперник

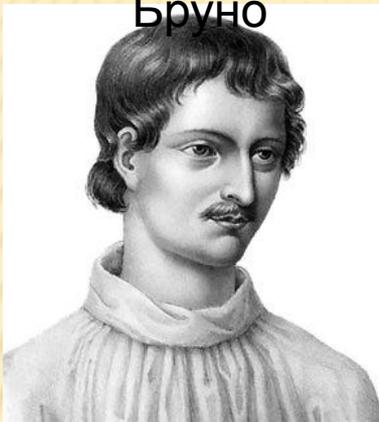


«О вращении небесных сфер» 1473г.

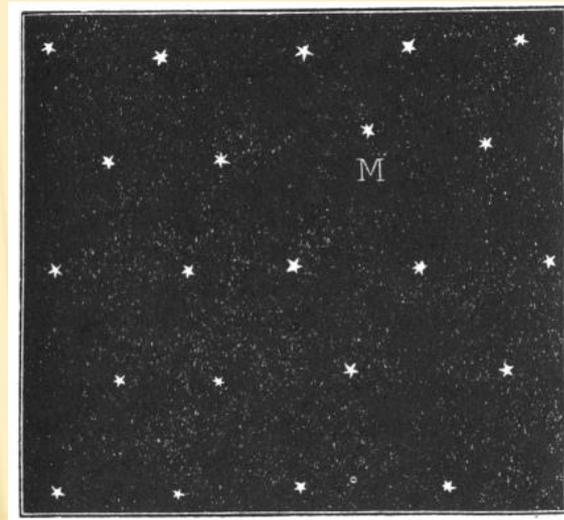


Центр Вселенной – орбита Земли  
Земля – единственная планета, которая движется равномерно.

Джордано  
Бруно



«О бесконечности,  
Вселенной и мирах»  
1584г.



«Звезды это тоже Солнца»  
Вселенная бесконечна.

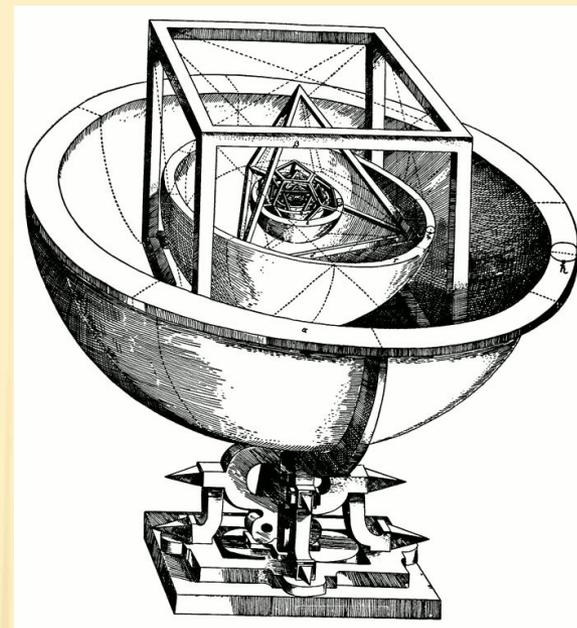
# Иоганн Кеплер



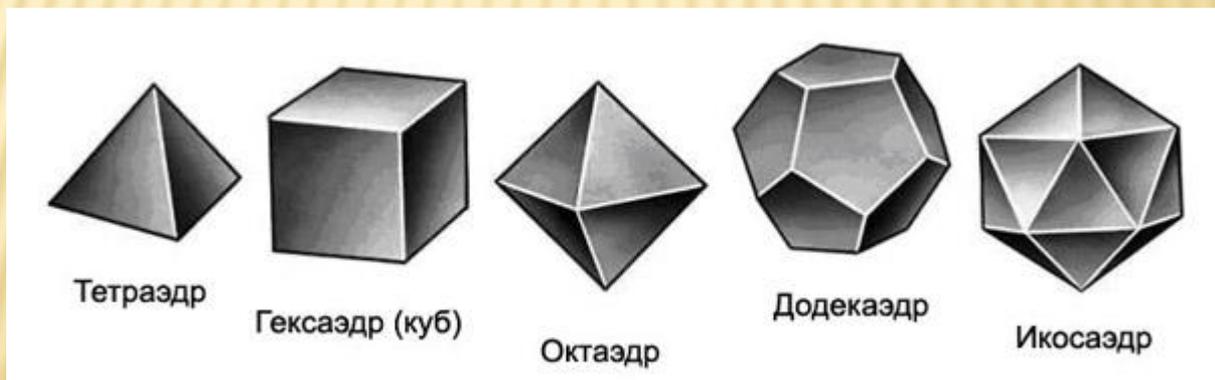
«Тайна мироздания»

1596г.

Правильные многогранники (Платоновы тела)



«Кубок Кеплера»

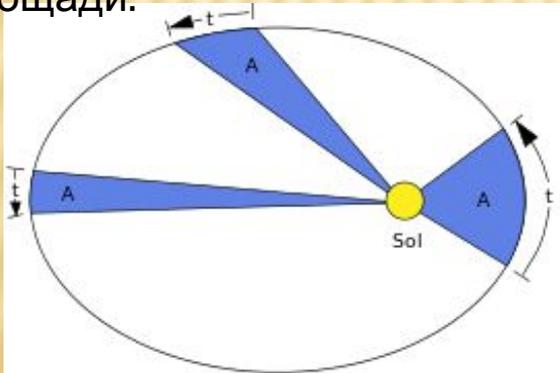


Орбиты планет находятся на сферах, описанных около правильных многогранников и вписанных в другие правильные многогранники

## Тихо Браге

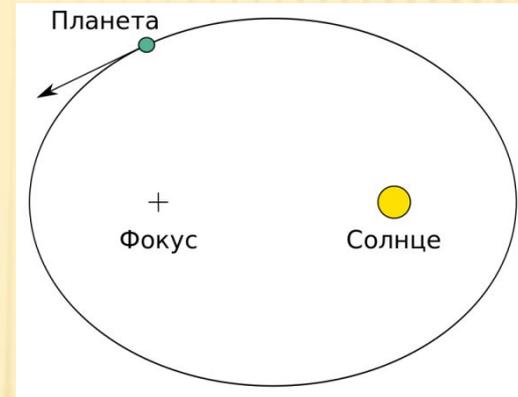


**2-й закон:** за равные промежутки времени радиус вектор, соединяющий Солнце и планету, заметает равные площади.

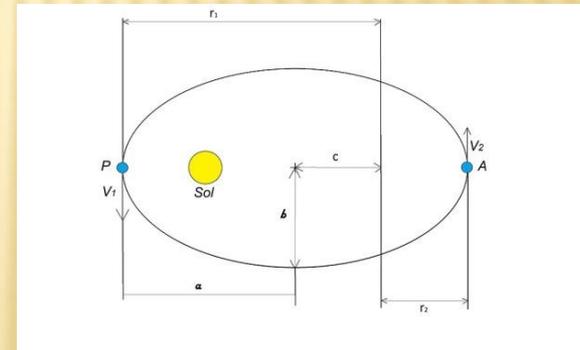


## Законы Кеплера

**1-й закон:** Планеты движутся по *эллипсам*, в одном из фокусов которых находится Солнце.



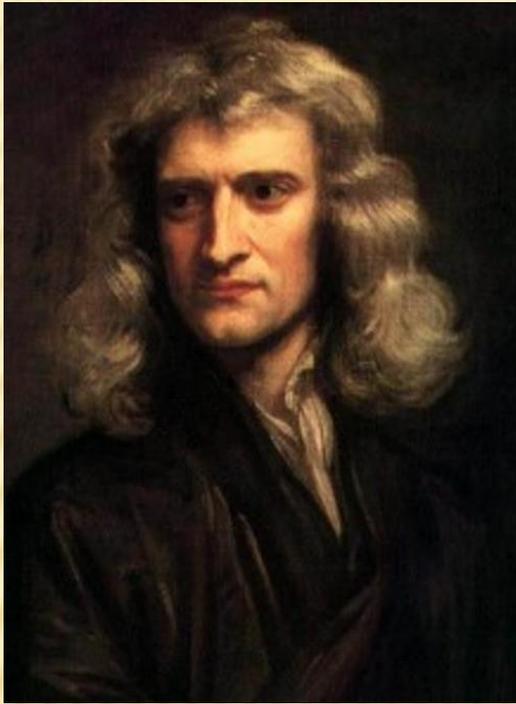
**3-й закон:** Квадраты периодов обращения звезд вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей их орбит.



$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$



Исаак Ньютон



Закон всемирного  
тяготенья 1684г.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

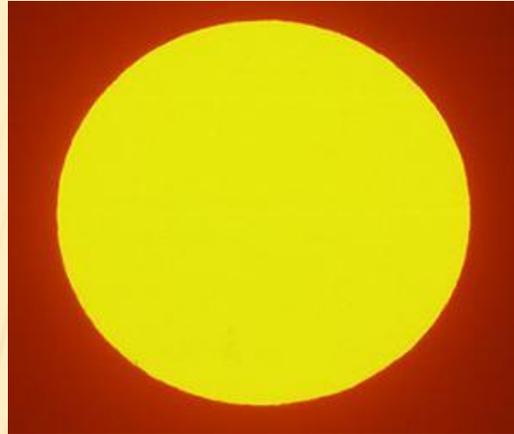
Небесная механика.  
Строгое доказательство  
движение планет по  
эллипсам.



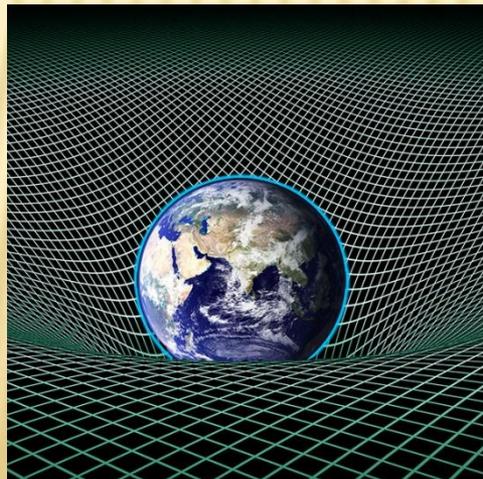
«Если я и  
видел  
дальше  
других, то  
лишь потому,  
что стоял на  
плечах  
гигантов»

## Парадоксы бесконечной стационарной Вселенной

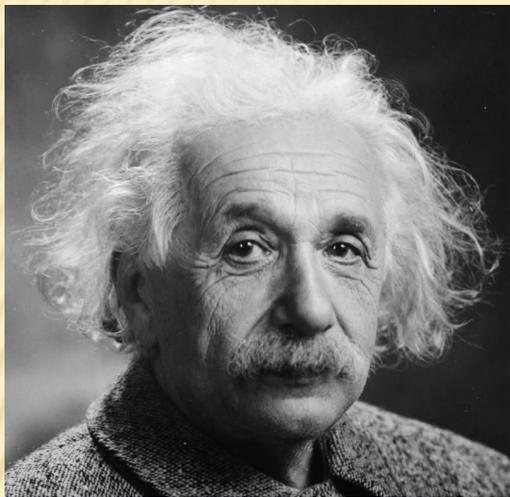
**Фотометрический** [Шезо (1744г.) Ольберс (1826г.)] – все небо должно светиться равномерно, например, как поверхность Солнца.



**Гравитационный** [Нейман, Зелигер (1895)] – в бесконечной, равномерно заполненной веществом Вселенной, гравитационный потенциал всюду принимает бесконечное значение.



Альберт Эйнштейн



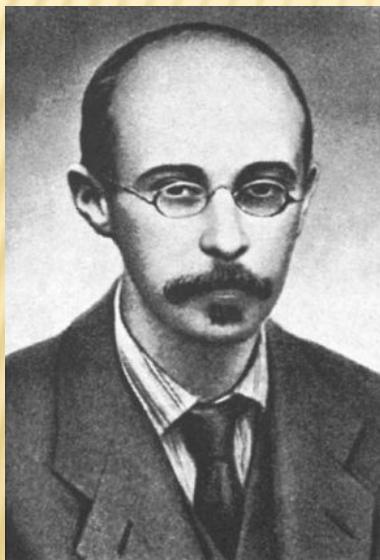
Общая теория  
относительности 1915г.



Уравнения с лямбда-  
членом.



Александр Фридман



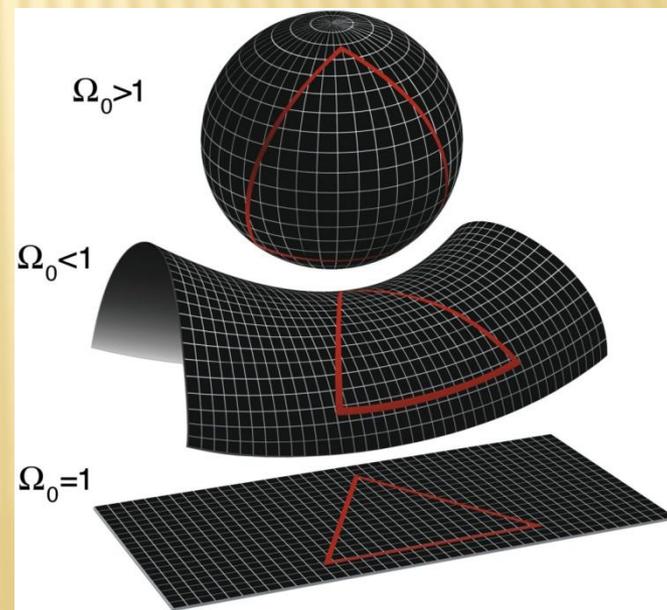
Нестационарная  
Вселенная!



$$\Omega_0 = \frac{\rho}{\rho_{cr}}$$

«Лямбда – член не нужен!»

1922 г.

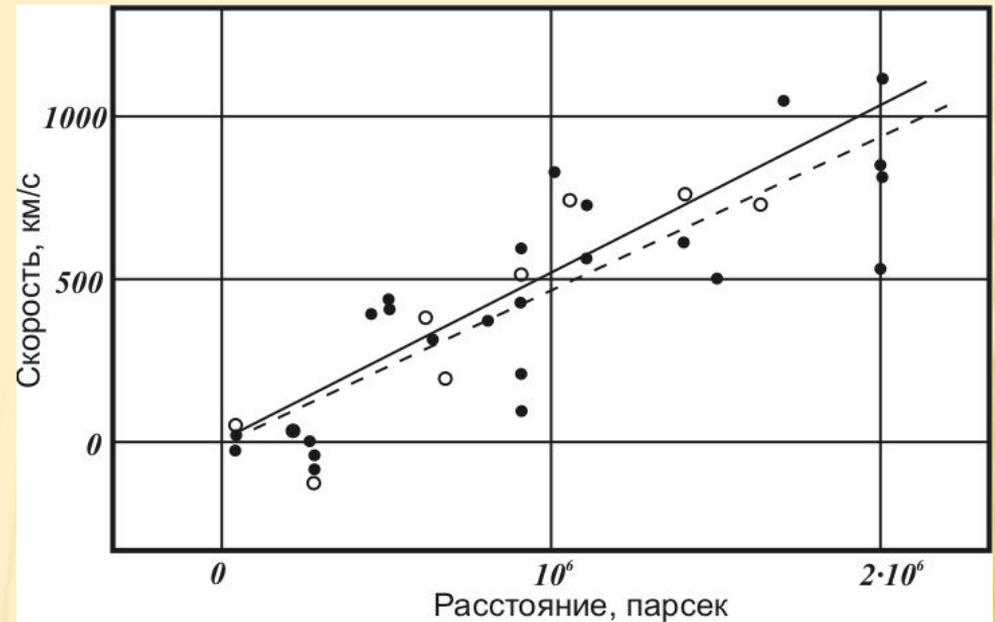


# Эдвин Хаббл

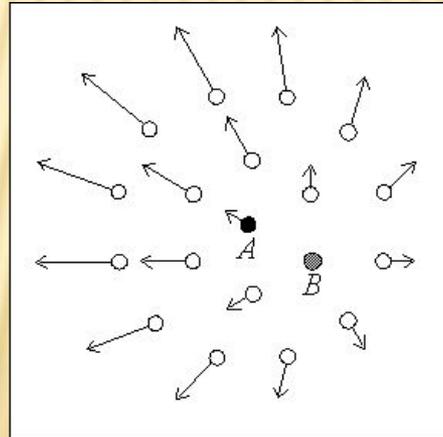
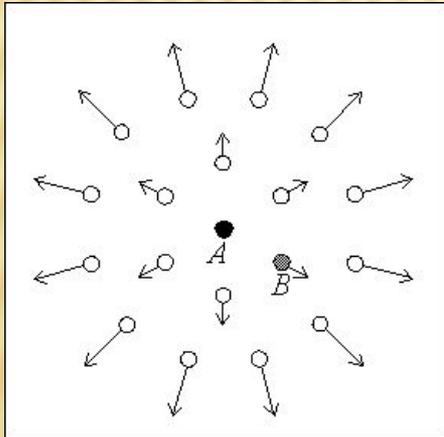


Открытие других галактик 1925г.

Открытие «разбегания» галактик 1929г.



$$v = Hr$$



«Лямбда-член был величайшей ошибкой в моей жизни» Эйнштейн (с)

**Космологический принцип – Вселенная однородна и изотропна.**

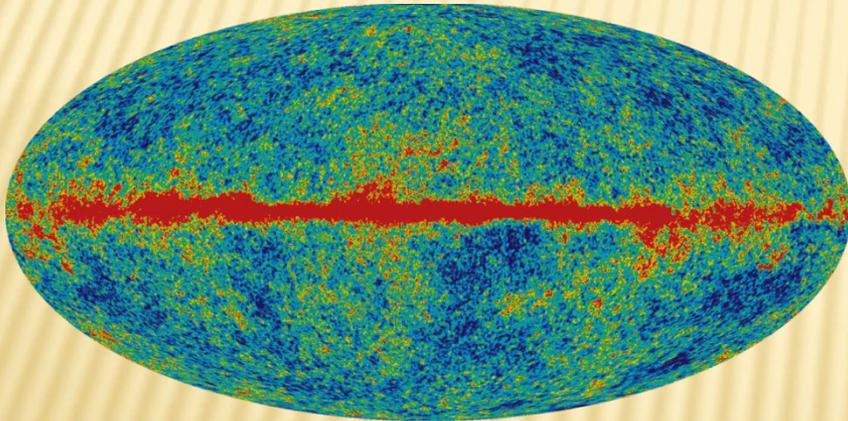
Фред Хойл



## Теория стационарной Вселенной

По мере расширения Вселенной между галактиками образуются новая материя. Космологический принцип выполняется не только в пространстве, но и во времени. (Время однородно).

Опровергается открытием реликтового излучения – «эха большого взрыва». 1965г.

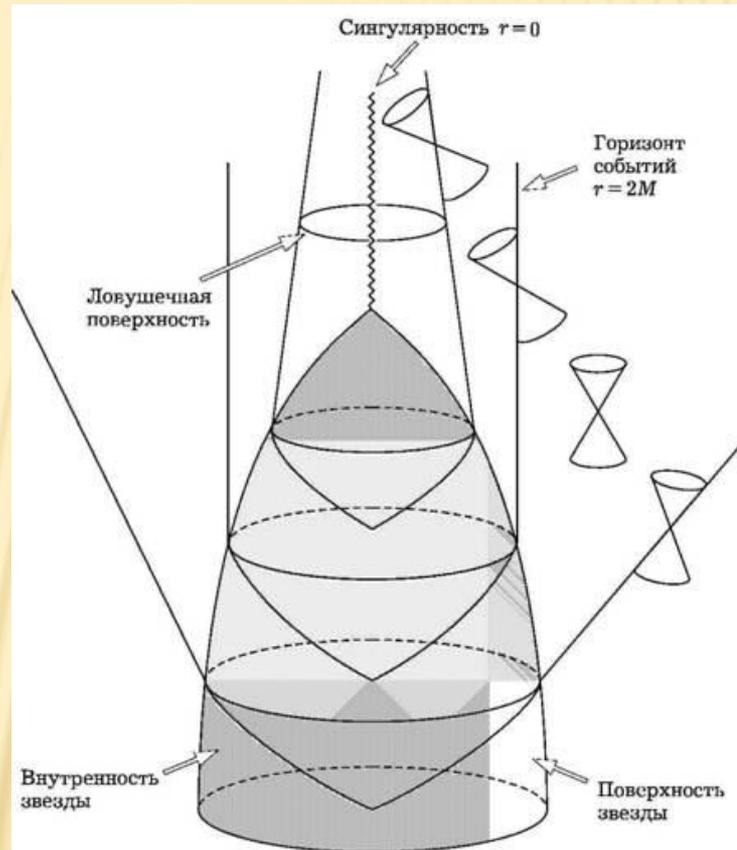
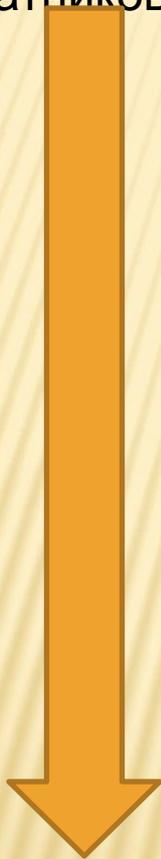


Арно Пензиас и Роберт Вильсон  
**NPW 1978**



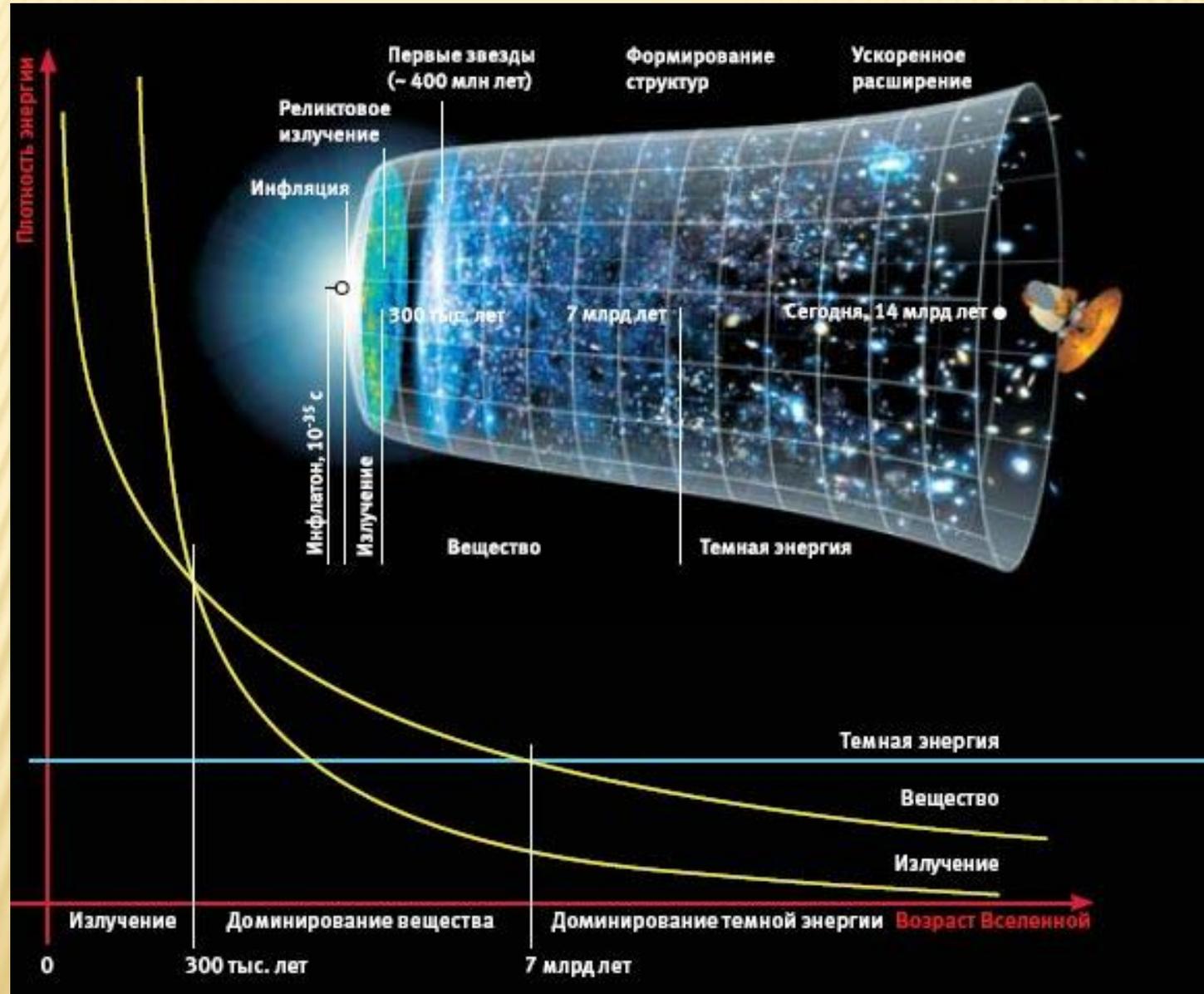
## Теорема Хокинга о сингулярностях 1965г.

«Стадии расширения Вселенной предшествовала стадия сжатия. Сжатие без идеальной симметрии должно приводить к отскоку. Плотность Вселенной при этом остается конечной.» (Лифшиц, Халатников)

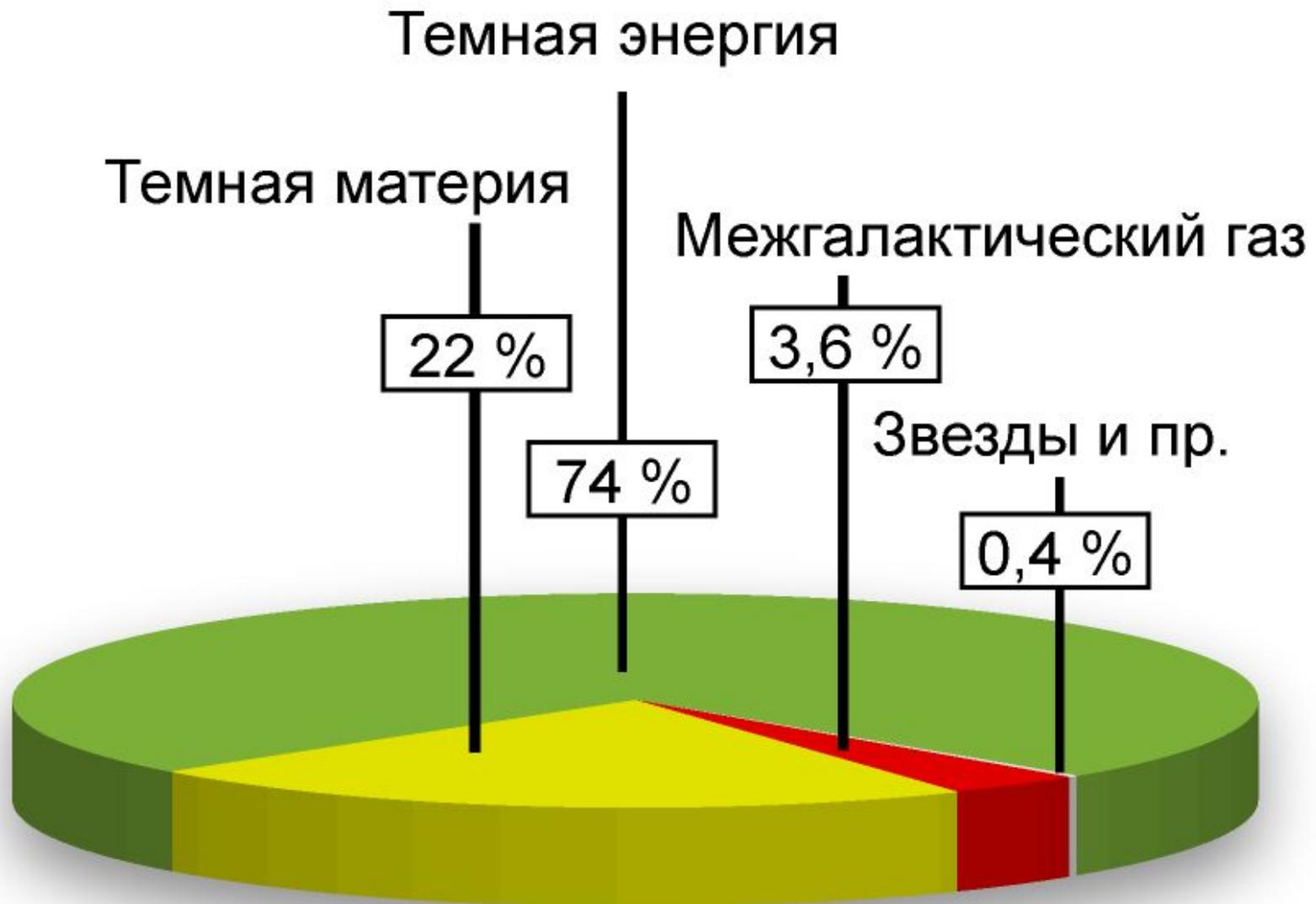


Хокинг: «Вселенная должна начинаться из сингулярности»

# История Вселенной по современным представлениям



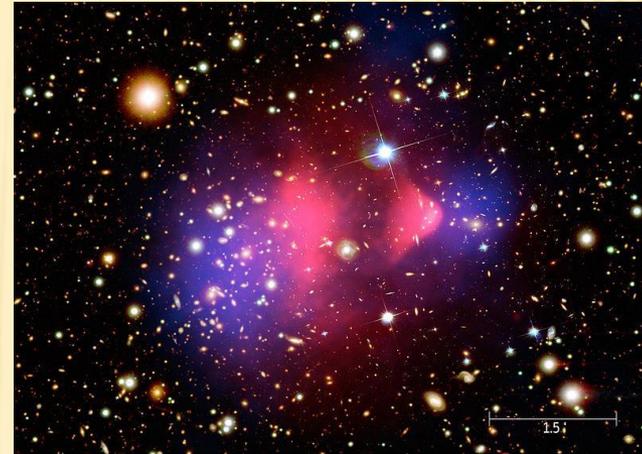
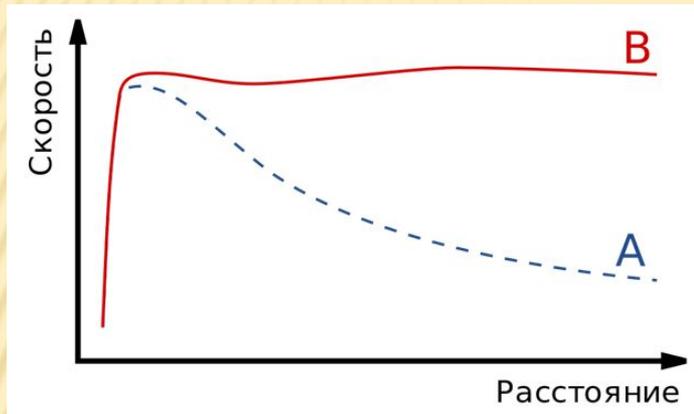
# Состав Вселенной по современным представлениям



**Темная материя** - гипотетическая материя, не испускающая электромагнитное излучение и взаимодействующая с остальным веществом только посредством гравитации.

Скопление галактик Пуля

Кривые вращения галактик.



Красный цвет – рентгеновское излучение.

Синий – распределение массы.

Гипотезы:

- 1) **MACHOs** - массивные компактные гало-объекты. (Белые и коричневые карлики, нейтронные звезды, черные дыры).
- 2) **WIMPs** – Слабовзаимодействующие массивные частицы (Тяжелые нейтрино, суперсимметричные частицы и т. д.).
- 3) **Очень легкие частицы** (легкие нейтрино, аксион, фотино, гравитино, хиггсино и т. д.)

**Темная энергия** – гипотетическая форма энергии, введенная для объяснения ускоренного расширения Вселенной.

Сол Перлмуттер



Брайан Шмитд



Адам Рисс



**NPW 2011**

- открытие  
темной  
энергии

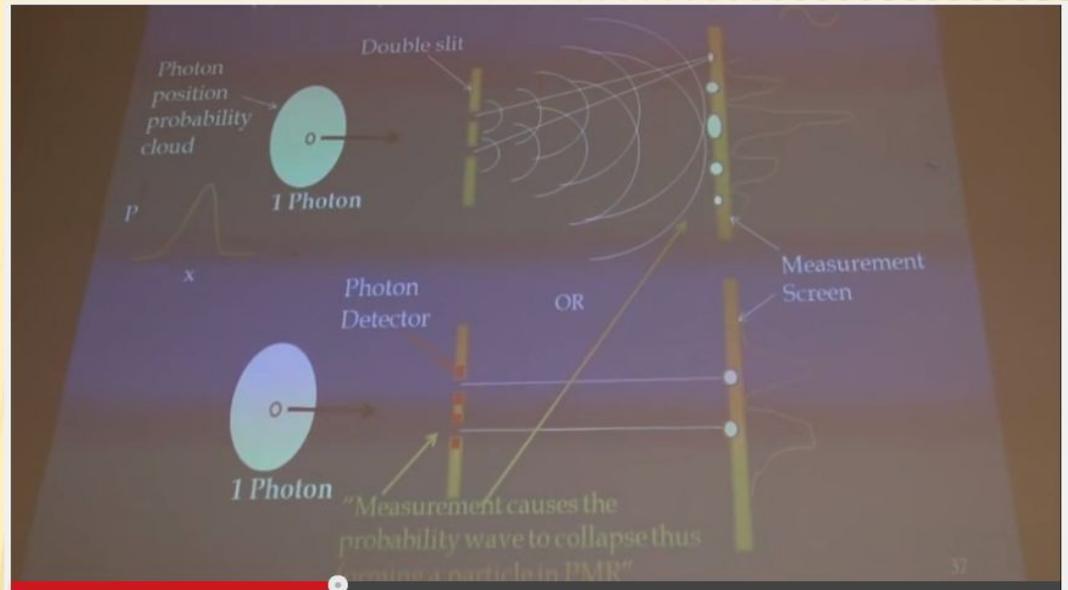
Гипотезы:

- 1) Космологическая постоянная** (энергия вакуума, лямбда-член)
- 2) Скалярное поле** (квинтэссенция) .

Предсказание квантовой теории поля расходится с экспериментами в  $10^{123}$  раз!

# Многомировая интерпретация квантовой механики

Хью Эверетт

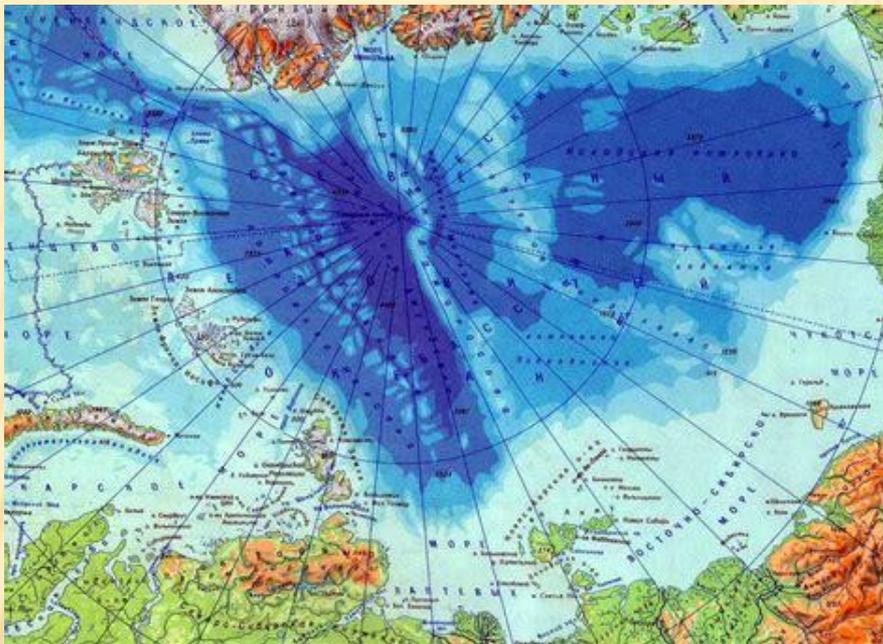


- Во всех вселенных-двойниках одинаковые физические законы.
- Совершенно неясно, где располагаются эти вселенные



**Принцип участия** - наблюдатель столь же существенен для возникновения Вселенной, как Вселенная для возникновения наблюдателя

Хокинг, Хартли («Безграничное предложение») - начальная сингулярность Вселенной заменена областью сродни северного полюса. К северу от него невозможно проехать, но там нет границы.



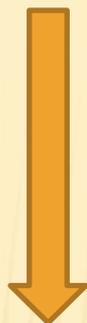
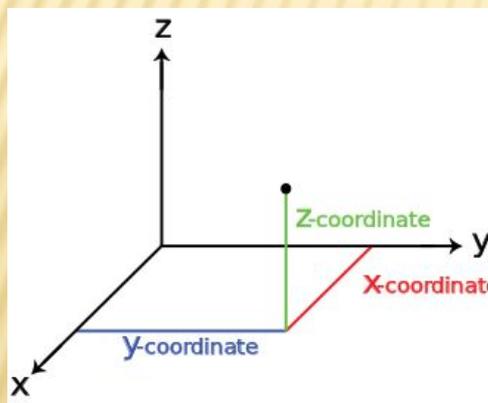
Стрела времени должна была «побежать» назад.

# Позиция Хокинга по поводу зарождения Вселенной

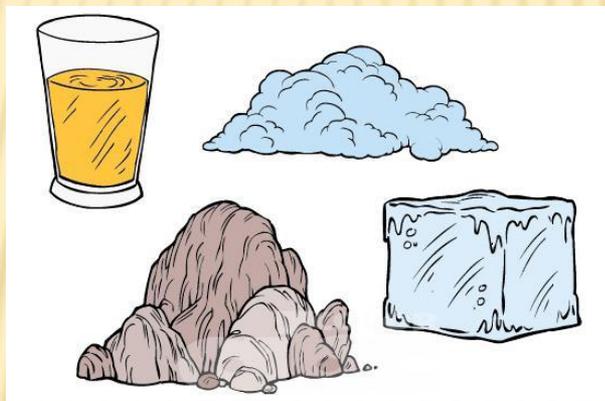
Три компонента, необходимых для существования Вселенной



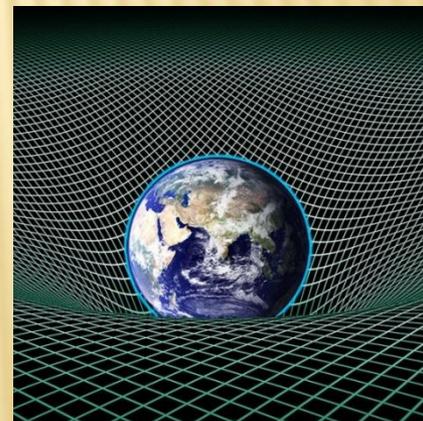
Пространство



Материя



Гравитация



Положительная энергия материи компенсируется отрицательной энергией гравитации. Следовательно, Вселенная могла зародиться сама.

# «Тонкая настройка Вселенной»

$$\left\{ \begin{array}{l} N \\ m_e \\ m_n - m_p \\ \alpha_e \\ \alpha_\gamma \\ \alpha_s \\ \alpha_w \end{array} \right\}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} N = 3 \\ m_e = 0,51 \text{ МэВ} \\ m_n - m_p = 1,29 \text{ МэВ} \\ \alpha_e = 1/127 \\ \alpha_\gamma = 0,53 \times 10^{-38} \\ \alpha_s = 0.1 \\ \alpha_w = 1.04 \times 10^{-10} \end{array} \right\}$$

Данные значения благоприятствуют появлению сложных структур!

## Антропный принцип

**Слабый АП** – то, что мы ожидаем наблюдать, должно быть ограничено условиями, необходимыми для нашего существования, как наблюдателей

**Сильный АП** – Вселенная должна быть такой, чтобы на определенном этапе в ней возникала разумная жизнь.

# Возможные объяснения

??



Разумный замысел



Окончательная  
теория



Множественность  
Вселенных

# Разумный замысел

Высшее трансцендентное  
существо

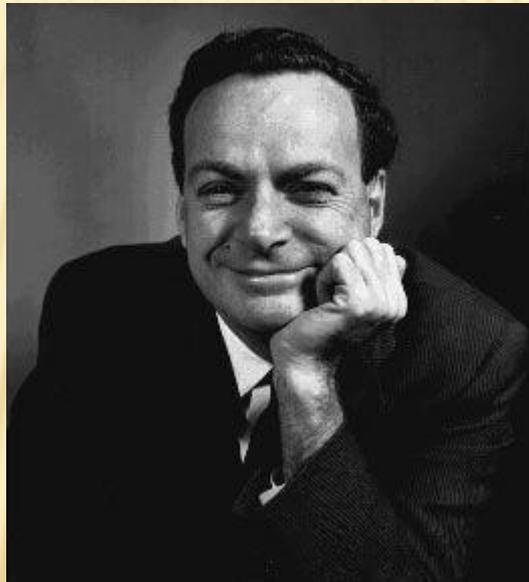


**Принцип целесообразности** – самой природой в начальный момент была заложена некая программа, которая и реализуется сейчас в виде человека.

# Единая теория (Theory of Everything)

Единая теория должна объяснить значения ВСЕХ параметров во вселенной, исходя из некоего единого постулата. Возможно, придти к нему никогда не удастся.

Ричард Фейман: «Не исключено, что законы физики – это как луковица: с каждым новым слоем начинают действовать новые законы.»



**В случае обнаружения Единой Теории антропный принцип будет не нужен!**

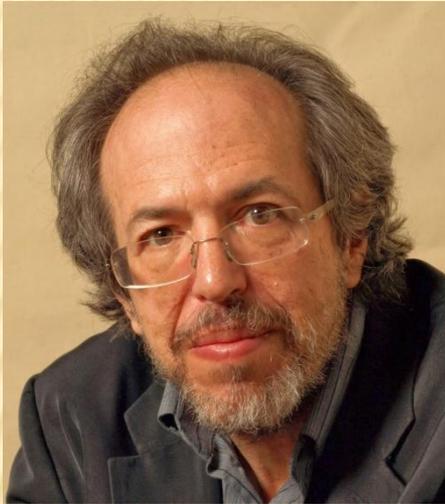
# Множественность Вселенных



В этом случае аргументация сильного АП практически совпадает с аргументацией слабого АП.

# Космологический естественный отбор

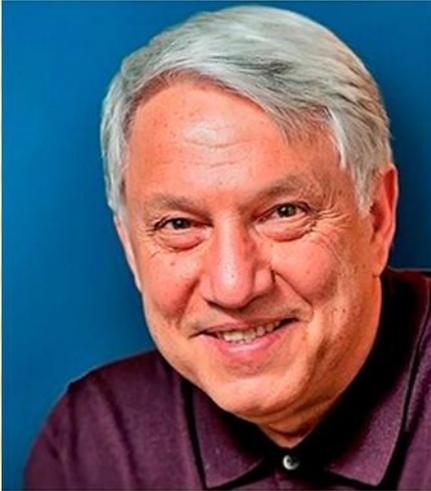
Ли Смолин



- Аналог естественного отбора в биологии
  - Ландшафт теорий = адаптивный ландшафт
  - Черные дыры являются зародышами новых Вселенных = механизм воспроизводства
  - Параметры законов случайно изменяются = изменчивость
  - Чем больше черных дыр находится внутри Вселенной, тем больше потомства она дает = приспособленность
- Вывод: Параметры Вселенной, обеспечивающие большое количество черных дыр, обеспечивают и жизнь. (?????)

# Инфляционная модель

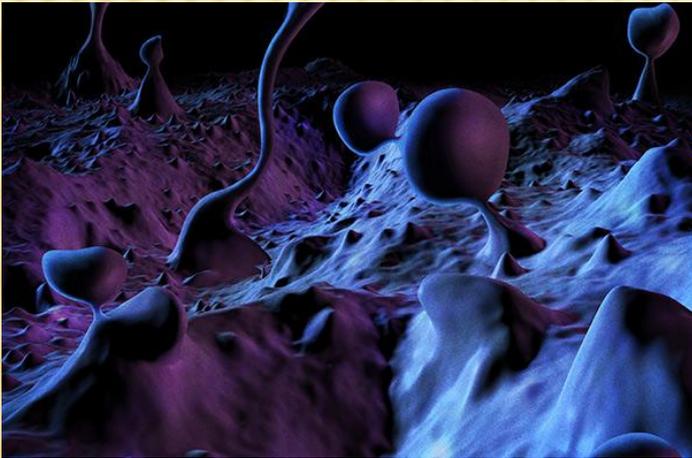
Андрей Линде



Александр Старобинский



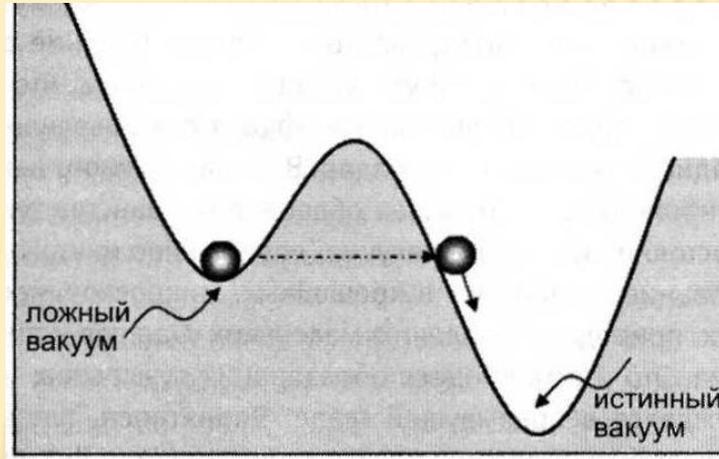
Алан Гут



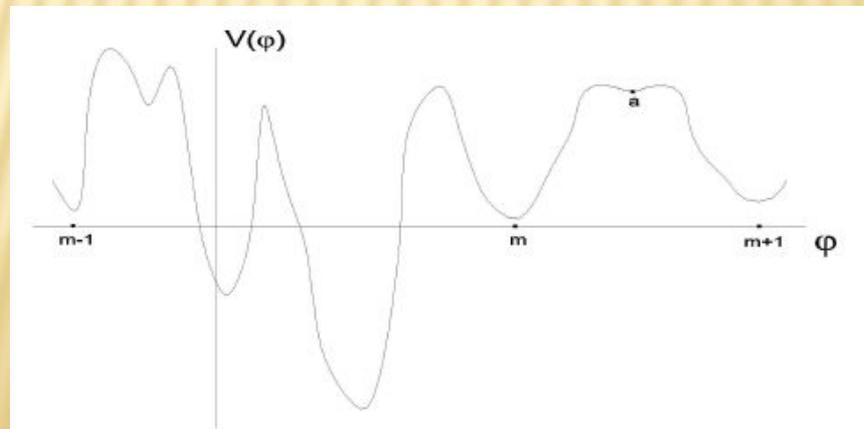
- Новые Вселенные образуются в результате квантовых флуктуаций, а затем претерпевают стадию сверхбыстрого расширения.
- Параметры Вселенных меняются в результате квантовых флуктуаций

# Ландшафт теории струн

Леонард Сасскинд



В рамках теории струн существует огромное количество ( $10^{100}$  -  $10^{500}$ ) ложных вакуумов, каждый из которых соответствует Вселенной со своими физическими законами.



**Спасибо  
за  
внимание!**