

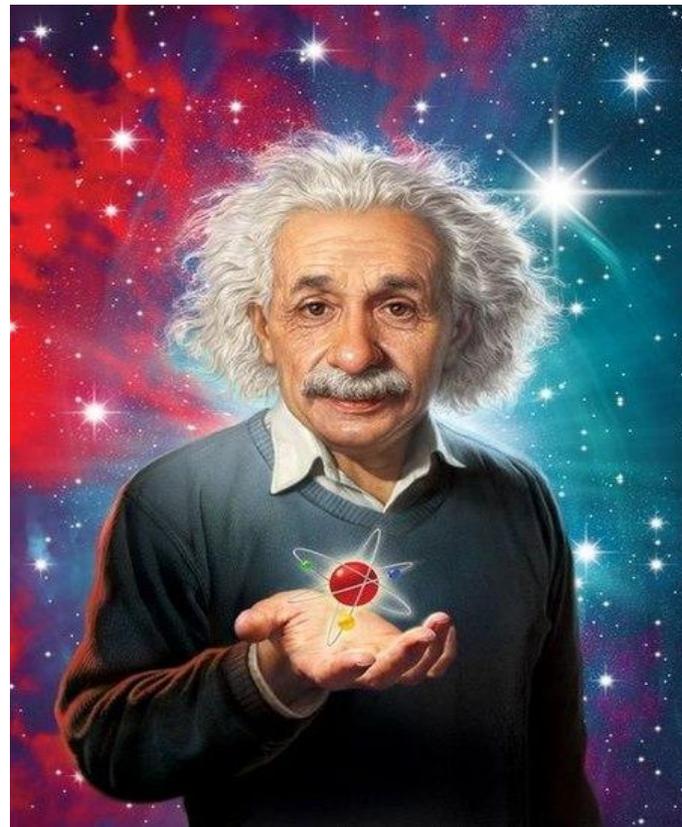
# Модель расширяющейся Вселенной

Выполнила: Дюсенова Диана, 3 курс, 3 группа



# Зарождение модели, 1916 г.

Модель Вселенной **А. Эйнштейна** стала первой космологической моделью, базирующейся на выводах общей теории относительности. Это связано с тем, что именно тяготение определяет взаимодействие масс на больших расстояниях. Поэтому теоретическим ядром современной космологии выступает теория тяготения — общая теория относительности. Эйнштейн допускал в своей космологической модели наличие некой гипотетической отталкивающей силы, которая должна была обеспечить стационарность, неизменность Вселенной. Однако последующее развитие естествознания внесло существенные коррективы в это представление.



# В основе модели

- 1) свойства Вселенной одинаковы во всех ее точках (однородность) и направления (изотропность);
- 2) наилучшим известным описанием гравитационного поля являются уравнения Эйнштейна. Из этого следует так называемая кривизна пространства и связь кривизны с плотностью массы (энергии). Космология, основанная на этих постулатах, - релятивистская.



GRAVITY

# О модели

Важным пунктом данной модели является ее *нестационарность*.

Это определяется двумя постулатами теории относительности:

- 1) принципом относительности, гласящим, что во всех инерционных системах все законы сохраняются вне зависимости от того, с какими скоростями, равномерно и прямолинейно движутся эти системы друг относительно друга;
- 2) экспериментально подтвержденным постоянством скорости света.

# 1922 г.

Пять лет спустя, советский физик и математик **А. Фридман** на основе строгих расчетов показал, что Вселенная Эйнштейна не может быть стационарной, неизменной. При этом Фридман опирался на сформулированный им космологический принцип, который строится на двух предположениях: об изотропности и однородности Вселенной. *Изотропность* Вселенной понимается как отсутствие выделенных направлений, одинаковость Вселенной по всем направлениям. *Однородность* Вселенной понимается как одинаковость всех точек Вселенной: мы можем проводить наблюдения в любой из них и везде увидим изотропную Вселенную.



Фридман на основе космологического принципа доказал, что уравнения Эйнштейна имеют и другие, нестационарные решения, согласно которым Вселенная может либо расширяться, либо сжиматься. При этом речь шла о расширении самого пространства, т.е. об увеличении всех расстояний мира. Вселенная Фридмана напоминала раздувающийся мыльный пузырь, у которого и радиус, и площадь поверхности непрерывно увеличиваются.

А. Фридман сумел расчетным путем определить критическое значение пространственной плотности Вселенной

$\rho_{кр} = 10^{-29} \text{ г/см}^3$ , которое соответствует состоянию неустойчивого равновесия всей Метагалактики.

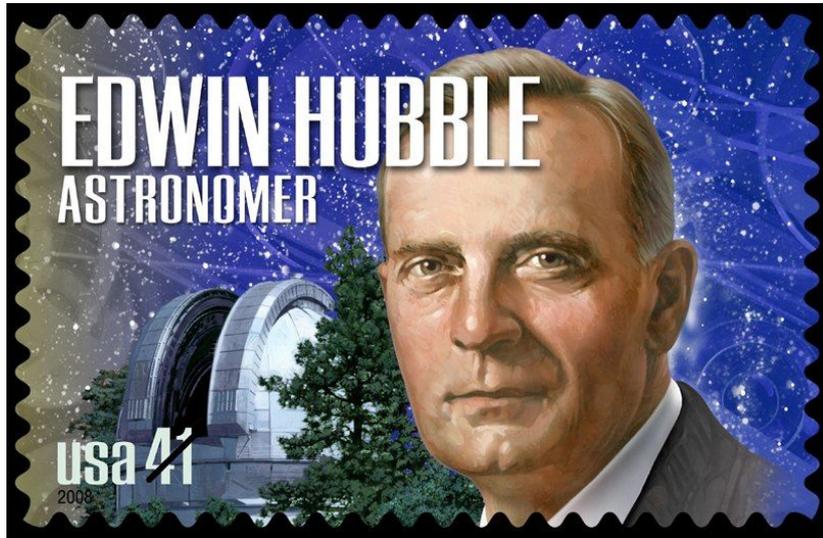
По Фридману возможны два основных варианта эволюции нестационарной Вселенной:

- 1) бесконечного расширения ( $\rho < \rho_{кр}$ );
- 2) пульсирующего расширения и сжатия ( $\rho > \rho_{кр}$ ).

Оба возможных варианта эволюции имеют лишь одну общую исходную точку, связанную с начальным моментом развития Вселенной, который впоследствии получил название *Большой Взрыв*.

# 1929 г.

Первоначально модель расширяющейся Вселенной носила гипотетический характер и не имела эмпирического подтверждения. Однако, американский астроном **Э. Хаббл** обнаружил эффект «красного смещения».



Красное смещение - это понижение частот электромагнитного излучения: в видимой части спектра линии смещаются к его красному концу. Обнаруженный ранее эффект Доплера гласил, что при удалении от нас какого-либо источника колебаний, воспринимаемая нами частота колебаний уменьшается, а длина волны соответственно увеличивается. При излучении происходит «покраснение», т. е. линии спектра сдвигаются в сторону более длинных красных волн.

В результате своих наблюдений Хаббл обосновал представление, что Вселенная — это мир галактик, что наша Галактика — не единственная в ней, и что существует множество галактик, разделенных между собой огромными расстояниями. Вместе с тем Хаббл пришел к выводу, что межгалактические расстояния не остаются постоянными, а увеличиваются. Таким образом, в естествознании появилась концепция расширяющейся Вселенной.

Постоянная Хаббла  $(3-5) \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$  позволяет оценить время, в течение которого продолжается процесс расширения Вселенной.

Закон Хаббла и *возраст* Вселенной

$$V = H \cdot d$$

↑ ↑ ↑

скорость удаления галактики от Земли      постоянная Хаббла      расстояние галактики от Земли

$$H = \frac{1}{5 \div 15 \text{ млрд лет}}$$

← *возраст* Вселенной

MyShared