

МОДЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ

Выполнила ученица 11 класса
Романюк Ольга

Для изучения общих закономерностей развития Вселенной создаются космологические модели. Основанием для их создания является уравнения общей теории относительности (ОТО), которую обосновал Эйнштейн в 1916 году. Впрочем, было установлено, что основные характеристики космологических моделей можно получить также, исходя из классических уравнений, выражающих (в дифференциальной форме) законы сохранения массы, импульса и энергии. Всего создано более двух десятков моделей, которые делятся на две большие группы - стационарные и нестационарные модели. Рассмотрим основные из них.



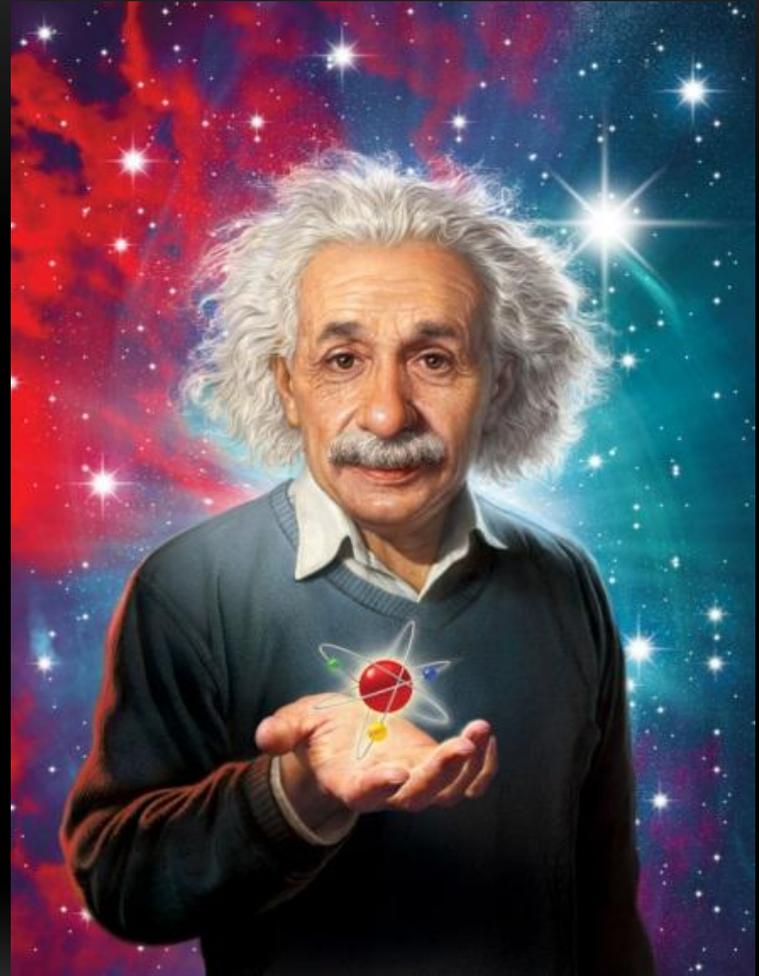
СТАЦИОНАРНЫЕ МОДЕЛИ



Теория стационарной, вечной Вселенной
Утверждает, что Вселенная однородна и бесконечна в пространстве и во времени - безгранична и существует вечно.

МОДЕЛЬ ЭЙНШТЕЙНА

В 1917 году Эйнштейн предложил выведенную им из своих уравнений поля модель пространства, известную ныне как Модель Вселенной Эйнштейна. По своей сути это была стационарная модель. Чтобы не вступать в противоречие со статичностью, Эйнштейн модифицировал свою теорию, введя в уравнения так называемую космологическую постоянную. Он ввел новую «антигравитационную» силу, которая в отличие от других сил не порождалась каким-либо источником, а была заложена в саму структуру пространства-времени. Эйнштейн утверждал, что пространство - время само по себе всегда расширяется и этим расширением точно уравновешивается притяжение всей остальной материи во Вселенной, так что в результате Вселенная оказывается статической.



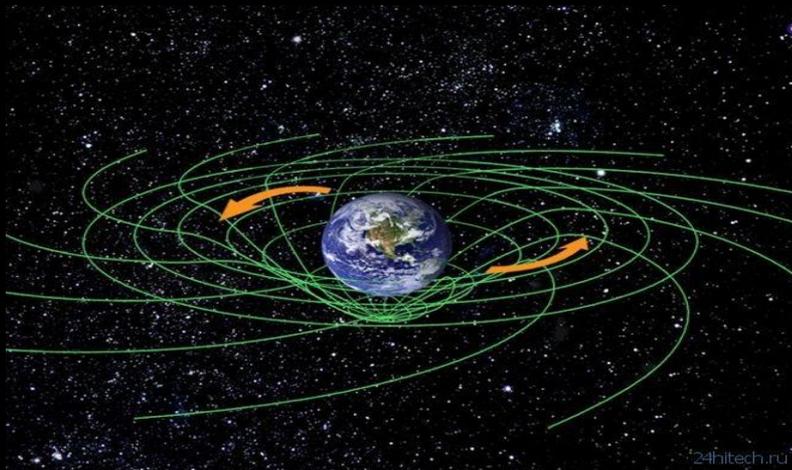
С учётом космологической постоянной уравнения Эйнштейна имеют вид:

$$R_{ab} - \frac{R}{2}g_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{ab}$$

ГДЕ, Λ — КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ,
 G_{AB} — МЕТРИЧЕСКИЙ ТЕНЗОР,
 R_{AB} — ТЕНЗОР РИЧЧИ,
 R — СКАЛЯРНАЯ КРИВИЗНА,
 T_{AB} — ТЕНЗОР ЭНЕРГИИ-ИМПУЛЬСА,
 c — СКОРОСТЬ СВЕТА,
 G — ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ НЬЮТОНА.

Его формулы позволяют вычислить радиус этой Вселенной. Поскольку кривизна ее зависит от массы тел, которые ее составляют, то надо знать среднюю плотность материи. Астрономы в течение многих лет изучали одни и те же маленькие участки неба и скрупулезно подсчитывали количество материи в них. Оказалось, что плотность равна приблизительно 10^{-30} г/см³. Если подставить эту цифру в формулы Эйнштейна, то, во-первых, получится положительная величина кривизны, то есть наша Вселенная замкнута! - а, во-вторых, радиус ее равен 35 миллиардам световых лет. Это значит, что хотя Вселенная и конечна, но она огромна - луч света, мчась по Большому Космическому кругу, вернется в ту же точку через 200 миллиардов земных лет!

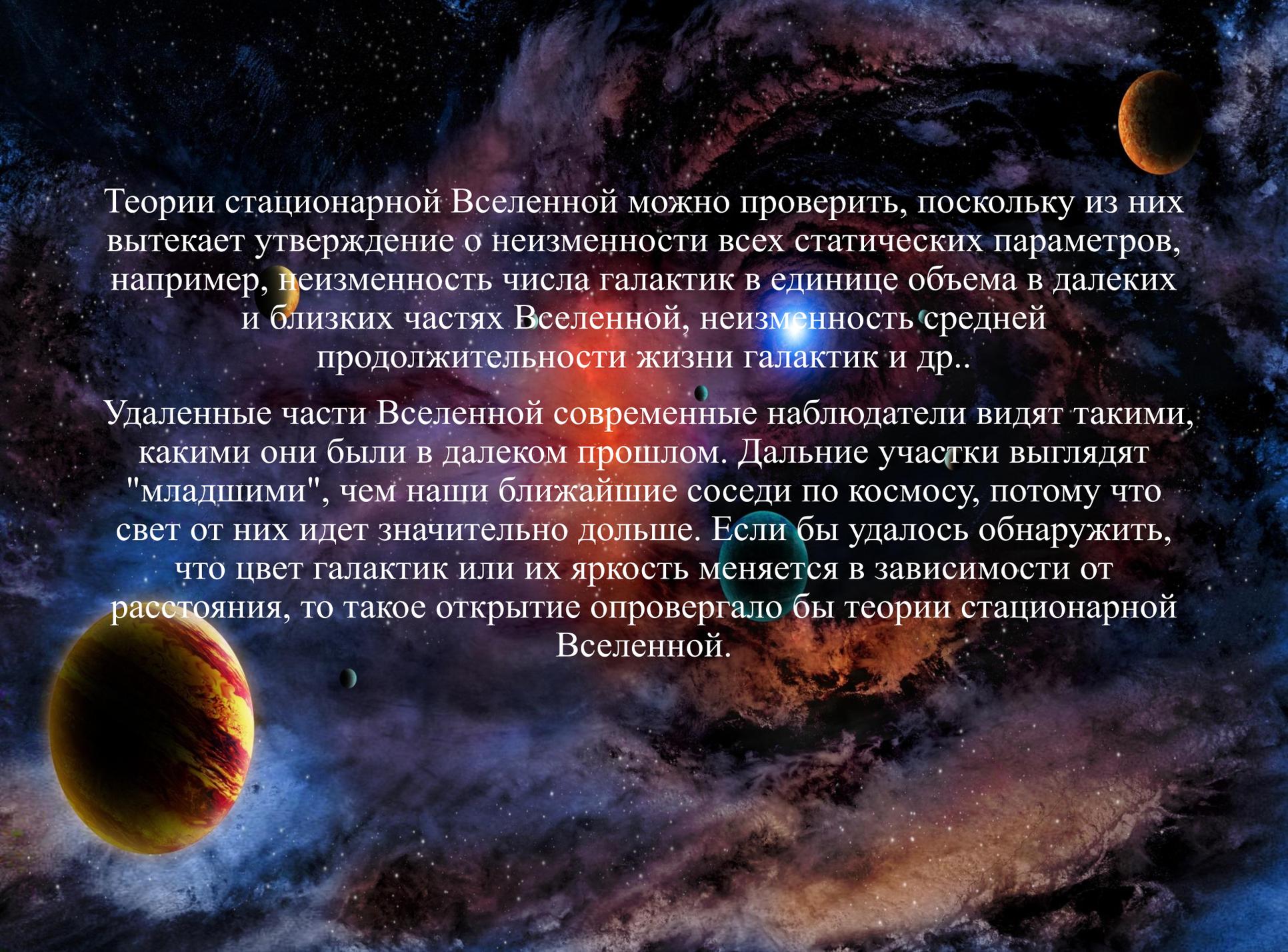
Это не единственный парадокс вселенной Эйнштейна. Она не только конечна, но безгранична, она еще и непостоянна. Свою теорию Альберт Эйнштейн сформулировал в виде десяти очень сложных, так называемых нелинейных дифференциальных уравнений. Однако далеко не все ученые отнеслись к ним как к десяти заповедям, допускающим лишь одно-единственное толкование. Да это и не удивительно - ведь точно решить такие уравнения современная математика не умеет, а приближенных решений может быть много.



МОДЕЛЬ ДЕ СИТТЕРА

Буквально через два месяца после опубликования модели Эйнштейна появилась статья нидерландского астронома Виллема де Ситтера, в которой утверждалось, что существует еще одно решение, которое отвечает стационарном замкнутом Вселенной. В этой модели привлекали три момента. Первое: скорость фотона здесь зависит от расстояния фотона до точки, в которой находится наблюдатель, и поэтому наблюдатель никогда не сможет узнать, что происходит дальше, за пределами какой-либо расстояния. Второе: модель предполагает эффект красного смещения. И, наконец, третье: материальные частицы "разбегаются" друг от друга.

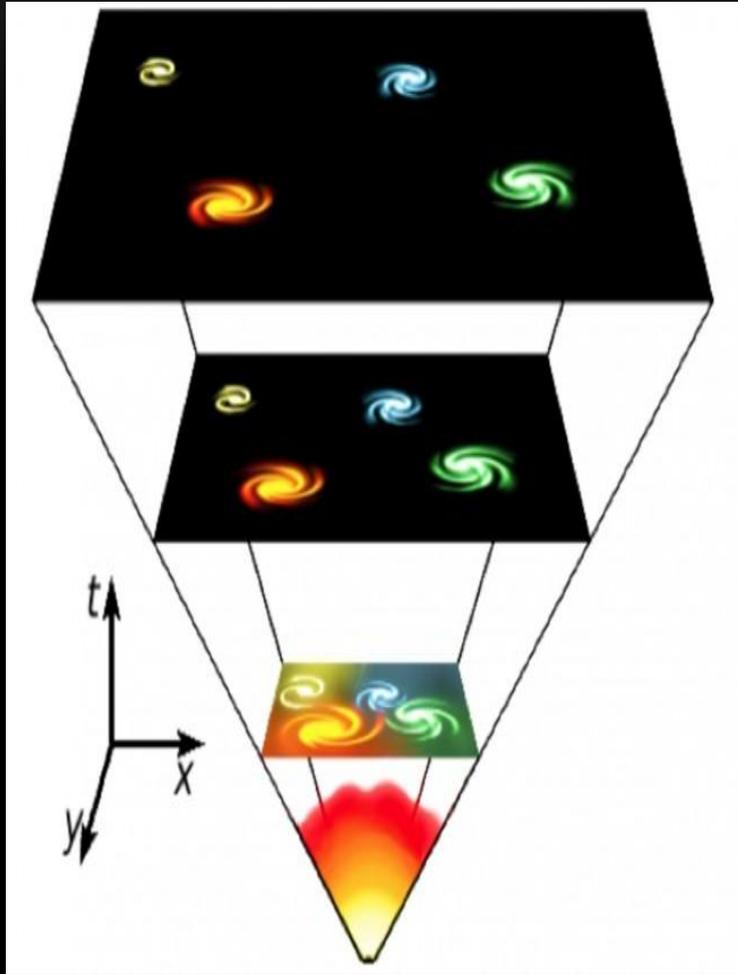


The background of the slide is a vibrant cosmic scene. It features a dense field of stars and galaxies in various colors, including deep blues, purples, and oranges. Several planets are visible: a large orange planet in the upper right, a smaller yellow planet in the lower left, and a blue planet in the center. The overall atmosphere is that of a vast, colorful universe.

Теории стационарной Вселенной можно проверить, поскольку из них вытекает утверждение о неизменности всех статических параметров, например, неизменность числа галактик в единице объема в далеких и близких частях Вселенной, неизменность средней продолжительности жизни галактик и др..

Удаленные части Вселенной современные наблюдатели видят такими, какими они были в далеком прошлом. Дальние участки выглядят "младшими", чем наши ближайшие соседи по космосу, потому что свет от них идет значительно дольше. Если бы удалось обнаружить, что цвет галактик или их яркость меняется в зависимости от расстояния, то такое открытие опровергло бы теории стационарной Вселенной.

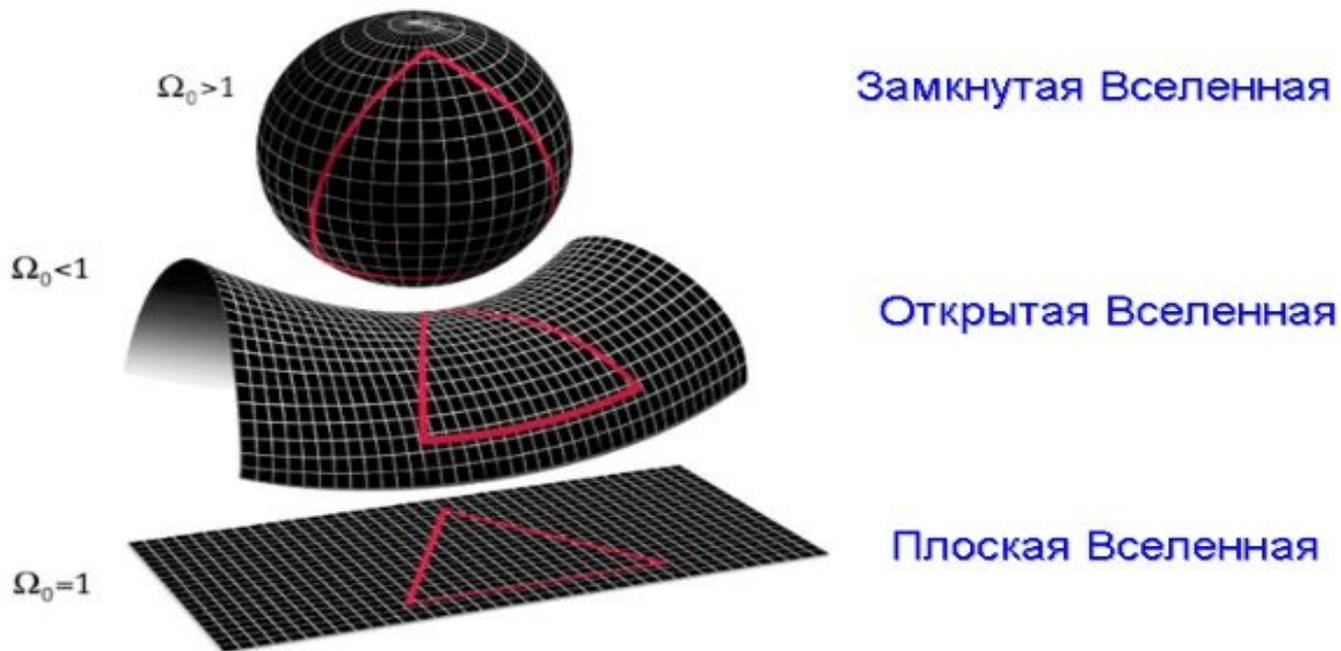
НЕСТАЦИОНАРНЫЕ МОДЕЛИ ТЕОРИЯ А.А. ФРИДМАНА



В 1922—1924 гг. Фридман, будучи всерьез заинтересовавшимся теорией относительности, выступил с критикой выводов Эйнштейна. Он показал необоснованность его исходного постулата — о стационарности, неизменности во времени Вселенной. Проанализировав мировые уравнения, Фридман пришел к заключению, что их решение ни при каких условиях не может быть однозначным и не может дать ответа на вопрос о форме Вселенной, ее конечности или бесконечности.

Исходя из противоположного постулата — о возможном изменении радиуса кривизны мирового пространства во времени, Фридман нашел нестационарные решения «мировых уравнений». В качестве примера таких решений он построил **три возможные модели Вселенной.**

Замкнутая, открытая и плоская Вселенная

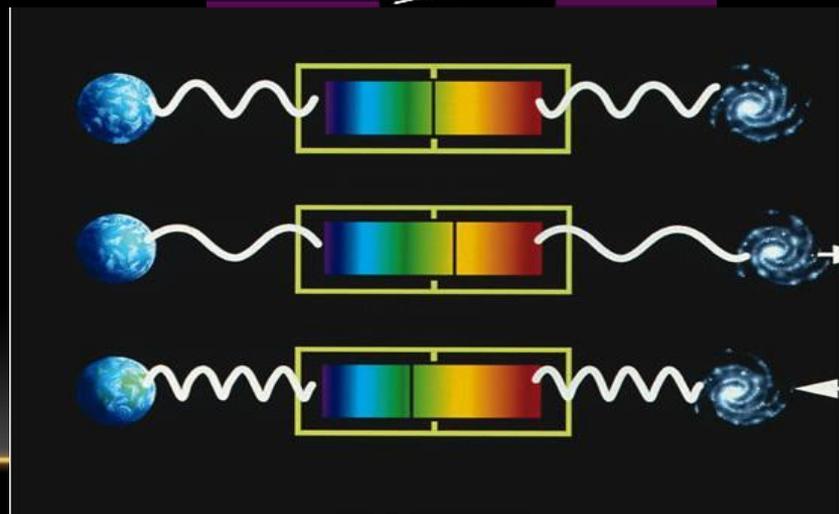
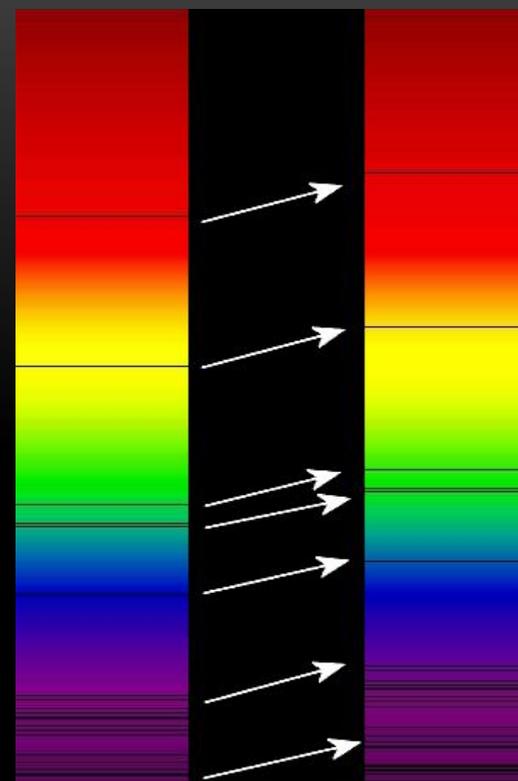


MAP990006

В двух из них **радиус кривизны пространства монотонно растет**, и Вселенная расширяется (в одной модели — из точки, в другой — начиная с некоторого конечного объема).

Третья модель рисовала картину **пульсирующей Вселенной** с периодически меняющимся радиусом кривизны. Модель Фридмана предполагает возможность как закрытой (сужающейся вселенной), плоской и открытой (расширяющейся вселенной) подмоделей, а в приделе позволяет говорить о пульсирующей Вселенной (как изменении коэффициента, соответствующему космологической постоянной Эйнштейна, с течением жизни Вселенной).

Две первые модели Вселенной Фридмана уже вскоре нашли удивительно точное подтверждение в непосредственных наблюдениях движений далеких галактик — в так называемом эффекте «красного смещения» в их спектрах. Он свидетельствует о взаимном удалении всех достаточно далеких друг от друга галактик и их скоплений.



Если обратить картину во времени, то это приводит к заключению о существовании «начала» обнаруженного общего расширения пространства Вселенной! Такие выводы и были сделаны уже в конце 20-х годов бельгийским астрономом аббатом Ж. Леметром (о расширении Вселенной из точки, из «атома-отца») и А. Эддингтоном (предположившим, что расширение началось от состояния плотного сгустка конечных размеров). Все это ломало привычные, тысячелетиями складывавшиеся представления, прежде всего о «вечности» Вселенной, поскольку она отождествлялась со «всею существующей материей».



Таким образом, Александру Фридману удалось развить теорию возникновения Вселенной. Вселенная Фридмана по сравнению со Вселенной Эйнштейна эволюционирует так же, как и все в ней существующее.

