

Вселенная сегодня:  
астрономические  
открытия Эволюция  
Галактик и звезд.

# Домашнее задание

- ▶ 1. Изучить текст презентации
- ▶ 2. Посмотреть видео по теме урока
- ▶ [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=27&v=tOVBru1gDVo&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=27&v=tOVBru1gDVo&feature=emb_logo) - Вся история вселенной
- ▶ [https://www.youtube.com/watch?v=UWuKMiOYXbA&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=UWuKMiOYXbA&feature=emb_logo) - Настоящие размеры вселенной
- ▶ [https://www.youtube.com/watch?v=wMV2TYmgxGs&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=wMV2TYmgxGs&feature=emb_logo) - Рождение Вселенной или момент творения. Начало всего. Большой Взрыв.
- ▶ 3. <https://forms.gle/Gn62htV9kP59h7AN7> - пройти тест по ссылке

Вселенная — это необъятные просторы, в которых находятся черная материя, триллионы галактик и звездных скоплений. У нее нет границы ни в пространстве, ни во времени. Огромные космические просторы таят в себе много тайн, для разгадки которых важно определить принципы эволюции и строение Вселенной.

**Совокупность наблюдаемых галактик всех типов и их скоплений, а также межгалактической среды, образует Вселенную.**



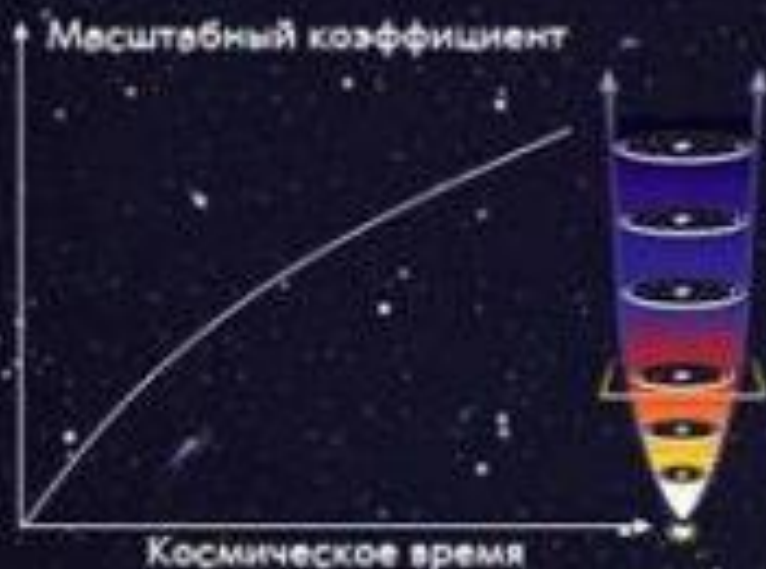


# Эволюция Вселенной

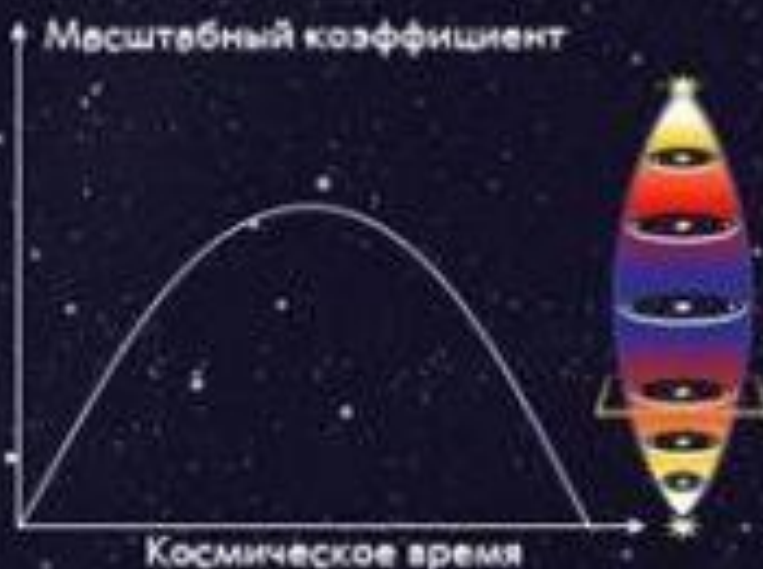
- ▶ Самым главным свойством Вселенной является её постоянное расширение. Впервые гипотезу о расширении Вселенной выдвинул Альберт Эйнштейн, однако строгих расчётов им предложено не было.
- ▶ В 1920 году русский учёный Александр Александрович Фридман занялся анализом десяти сложнейших уравнений теории относительности и пришёл к фундаментальному выводу: ни при каких условиях их решение не может быть единственным. Это означало, что невозможно точно ответить на вопрос о том, какой формой обладает Вселенная, каков её радиус кривизны и вообще, стационарна она или нет.

# Модели нестационарной Вселенной

Моноotonно  
расширяющаяся  
Вселенная



Периодическая  
Вселенная



Моноotonно  
расширяющаяся  
Вселенная



# Эволюция Вселенной

- ▶ Но тем не менее Фридманом было получено три возможные модели нестационарной Вселенной: две из них описывали монотонно расширяющуюся Вселенную. А третья модель предполагала периодичность Вселенной, то есть радиус кривизны её пространства сначала возрастает от нуля до некоторого значения, а затем вновь уменьшается до нуля.
- ▶ Всё это говорило о том, что Вселенная не может находиться в стационарном состоянии, она должна расширяться и сжиматься под действием гравитационных сил



# Но почему же Вселенная расширяется?

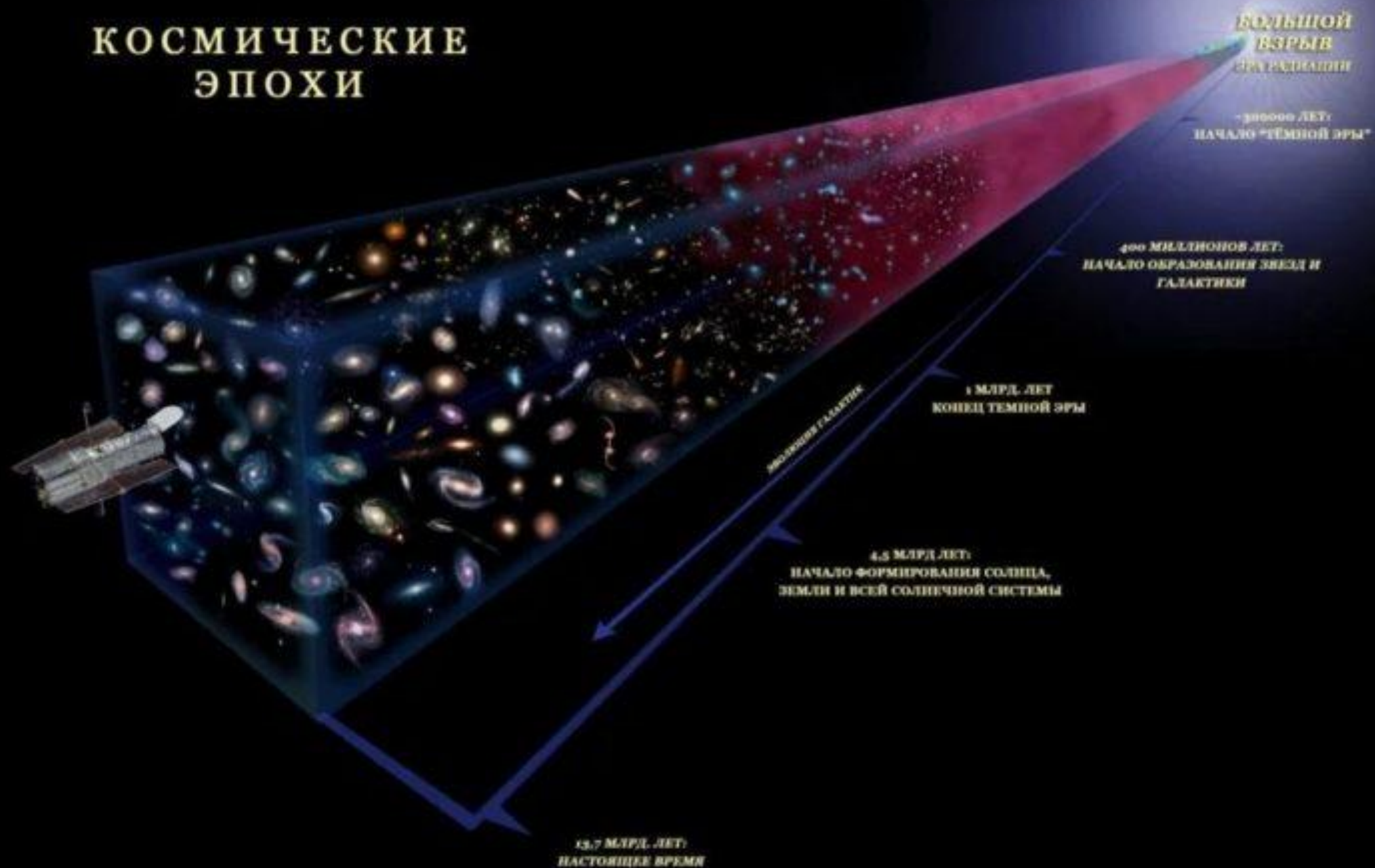
- ▶ Ответ на этот вопрос впервые предложили бельгийский священник Жорж Леметр и советско-американский физик Георгий Антонович Гамов. Итак, согласно их теории, Вселенная возникла около 14 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва и с тех пор непрерывно расширяется, и охлаждается.
- ▶ До взрыва не было ничего: ни материи, ни пространства, ни времени. Четыре фундаментальных взаимодействия объединены в одно. А сама Вселенная представляла собой некую субстанцию с бесконечно малым объёмом и бесконечно большой плотностью.
- ▶ Такое состояние материи принято называть **сингулярностью**.

# Этапы формирования Вселенной

- ▶ Теория Большого взрыва позволила ученым создать точную модель эволюции Мироздания. И сегодня мы неплохо знаем, какие процессы происходили в молодой Вселенной. Исключение составляет лишь самый ранний этап творения, который по-прежнему остается предметом яростных обсуждений и споров.



# КОСМИЧЕСКИЕ ЭПОХИ



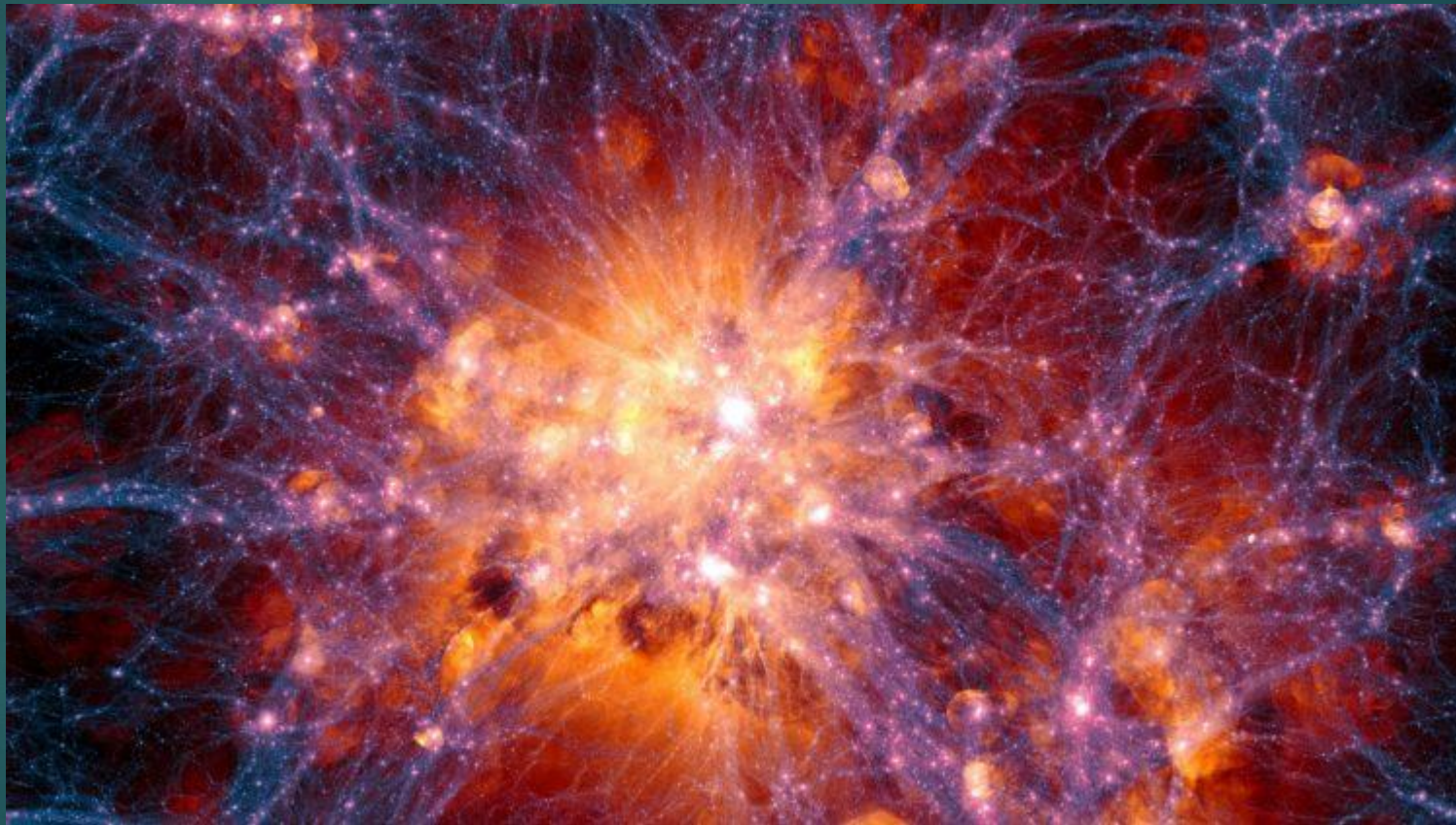
# В настоящее время наукой выделяются следующие этапы после Большого взрыва

- ▶ Самый ранний из известных нам периодов называется **Планковской эрой**, он занимает отрезок от 0 до  $10^{-43}$  секунд. В это время вся материя и энергия Вселенной была собрана в одной точке, а четыре основных взаимодействия были едины;
- ▶ **Эпоха Великого объединения** (с  $10^{-43}$  по  $10^{-36}$  секунд). Она характеризуется появлением кварков и разделением основных видов взаимодействий. Главным событием этого периода считается выделение гравитационной силы. В эту эру начали формироваться законы Вселенной. Сегодня мы имеем возможность для подробного описания физических процессов этой эпохи;
- ▶ Третий этап творения называется **Эпохой инфляции** (с  $10^{-36}$  по  $10^{-32}$ ). В это время началось стремительное движение Вселенной со скоростью, значительно превосходящей световую. Она становится больше, чем современная видимая Вселенная. Начинается охлаждение. В данный период окончательно разделяются фундаментальные силы мироздания;
- ▶ В период с  $10^{-32}$  по  $10^{-12}$  секунды появляются «экзотические» частицы типа бозона Хиггса, пространство заполнила кварк-глюонная плазма. Промежуток с  $10^{-12}$  по  $10^{-6}$  секунды называется **эпохой кварков**, с  $10^{-6}$  по 1 секунду – **адронов**, в 1 секунду после Большого взрыва начинается **эра лептонов**;

- ▶ **Фаза нуклеосинтеза.** Она длилась примерно до третьей минуты от начала событий. В этот период во Вселенной из частиц возникают атомы гелия, дейтерия, водорода. Продолжается охлаждение, пространство становится прозрачным для фотонов;
- ▶ Через три минуты после Большого взрыва начинается **эра Первичной рекомбинации.** В этот период появилось реликтовое излучение, которое астрономы изучают до сих пор;
- ▶ Период 380 тыс. – 550 млн лет называют **Темными веками.** Вселенная в это время заполнена водородом, гелием, различными видами излучения. Источников света во Вселенной не было;
- ▶ Через 550 млн лет после Сотворения появляются звезды, галактики и прочие чудеса Вселенной. Первые звезды взрываются, освобождая материю для образования планетных систем. Данный период называется **Эрой реионизации;**
- ▶ В возрасте 800 млн лет во Вселенной начинают образовываться первые звездные системы с планетами. Наступает **Эра вещества.** Вселенная стала похожа на то, что мы видим сейчас. В этот период формируется и наша родная планета.



# Недостатки теории Большого взрыва



- ▶ Некоторые ученые отмечают в теории Большого взрыва слабые места. Если бы мироздание образовалось мгновенно из одной небольшой точки, то должно было существовать неоднородное распределение вещества, чего мы не наблюдаем. Также данная модель не может объяснить, куда подевалась антиматерия, количество которой в «момент творения» не должно было уступать обычной барионной материи. Однако сейчас число античастиц во Вселенной мизерно. Но самый весомый недостаток данной теории – ее неспособность объяснить феномен Большого взрыва, он просто воспринимается как свершившийся факт. Мы не знаем, как выглядела Вселенная до момента сингулярности.
- ▶ Предпринимались попытки улучшить существующую теорию Большого взрыва. Например, существует гипотеза о цикличности Вселенной, согласно которой, рождение из сингулярности – не более чем ее переход из одного состояния в другое. Правда, такой подход противоречит второму закону термодинамики.
- ▶ Существуют и другие гипотезы зарождения и дальнейшей эволюции мироздания. Долгие годы была популярна **модель стационарной Вселенной**. Ряд ученых придерживались мнения, что в результате квантовых флуктуаций она возникла из вакуума. В их числе был и знаменитый Стивен Хокинг.
- ▶ Ли Смолин выдвинул теорию о том, что наша, как и другие Вселенные, образовались внутри черных дыр.



# Строение Вселенной



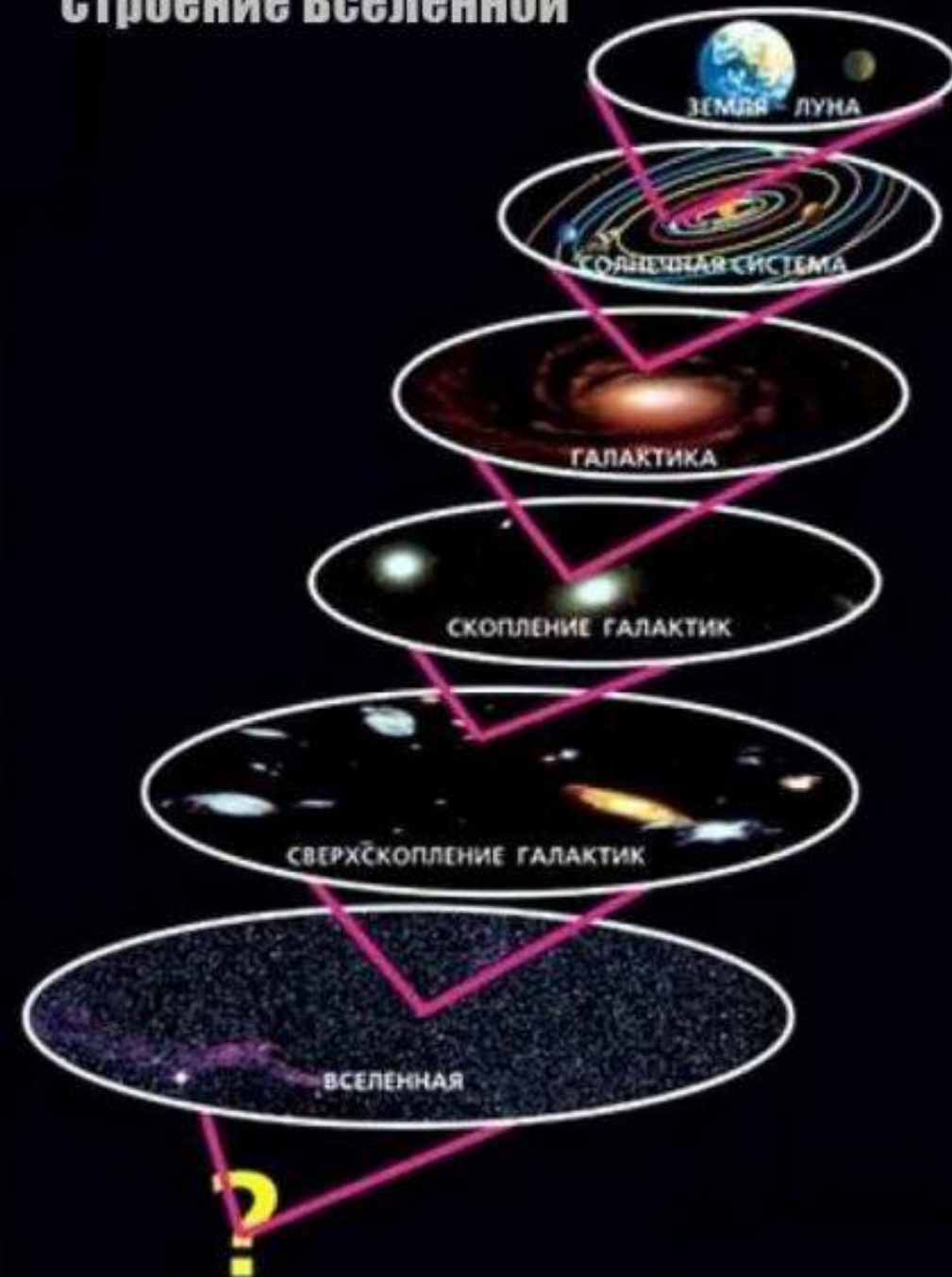


- ▶ Во все времена люди предпочитали считать Вселенную вечной и неизменной. Эта точка зрения господствовала вплоть до 20-х годов нашего века. В то время считалось, что она ограничена размерами нашей Галактики. Пути могут рождаться и умирать, Галактика все равно остается все той же, как неизменным остается лес, в котором поколение за поколением сменяются деревья.
- ▶ Настоящий переворот в науке о Вселенной произвели в 1922 — 1924 годах работы ленинградского математика и физика А. Фридмана. Опираясь на только что созданную тогда А. Эйнштейном общую теорию относительности, он математически доказал, что **мир — это не нечто застывшее и неизменное**. Как единое целое он живет своей динамической жизнью, изменяется во времени, расширяясь или сжимаясь по строго определённым законам.
- ▶ Общие представления о строении Вселенной складывались на протяжении всей истории астрономии. Однако только в нашем веке смогла появиться современная наука о строении и эволюции Вселенной — космология

**Структура Вселенной** довольно сложна и имеет несколько уровней организации, которые мы можем классифицировать в соответствии с масштабом объектов:

Астрономические тела во Вселенной обычно группируются в системы. Звезды нередко образуют пары или входят в состав скоплений, которые содержат десятки, а то и сотни светил. В этом отношении наше Солнце довольно нетипично, так как оно не имеет «двойника»;

## Строение Вселенной





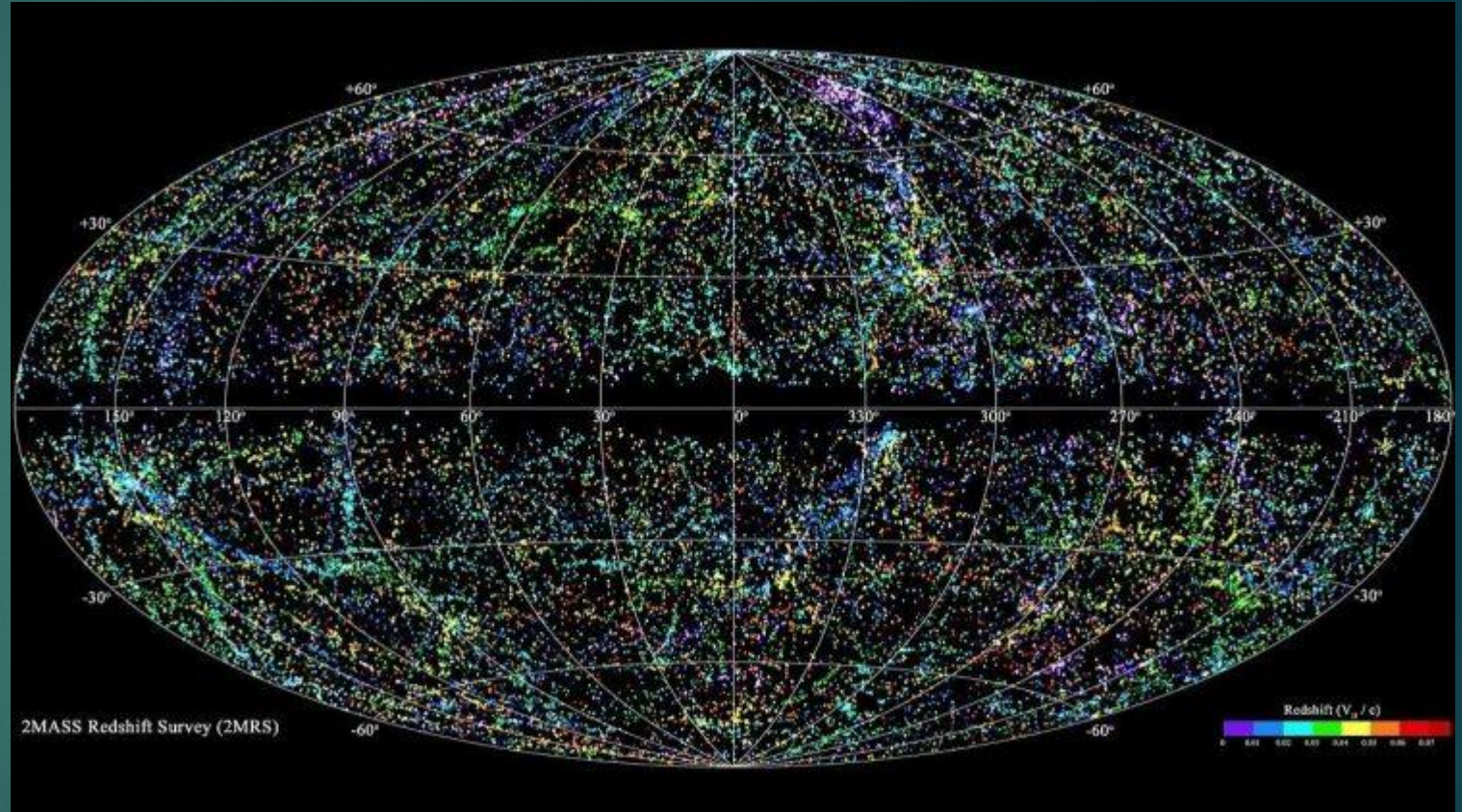
- ▶ Следующей ступенью организации являются галактики. Они могут быть спиральными, эллиптическими, линзовидными, неправильными. Ученые пока не до конца понимают, почему галактики обладают разной формой. На этом уровне мы обнаруживаем такие чудеса Вселенной, как черные дыры, темную материю, межзвездный газ, двойные звезды. Кроме звезд, в их состав входит пыль, газ, электромагнитное излучение. В известной Вселенной обнаружено несколько сотен миллиардов галактик.
- ▶ Несколько галактик образуют Местную группу. В нашу, кроме Млечного пути, входит Туманность Треугольника, Туманность Андромеды и еще 31 система. Скопления галактик – самые крупные из известных устойчивых структур Вселенной, их удерживает воедино гравитационная сила и еще какой-то фактор. Ученые подсчитали, что одного лишь притяжения явно недостаточно для поддержания стабильности этих объектов. Научного обоснования данного феномена пока не существует;
- ▶ Следующим уровнем структуры Вселенной являются сверхскопления галактик, каждая из которых содержит десятки, а то и сотни галактик и скоплений. Однако тяготение их уже не удерживает, поэтому они следуют за расширяющейся Вселенной;



- ▶ Последним уровнем организации мироздания являются ячейки или пузыри, стенки которых формируют сверхскопления галактик. Между ними находятся пустотные области, именуемые войдами. Эти структуры Вселенной имеют масштабы около 100 Мпк. На этом ярусе наиболее заметны процессы расширения Вселенной, также с ним связано реликтовое излучение – отголосок Большого взрыва.
- ▶ Каждый из вселенских объектов — это уникальное формирование с таинственной структурой.
- ▶ Сегодня мы гораздо лучше понимаем устройство Вселенной, но каждое полученное знание лишь рождает новые вопросы. Исследование атомных частиц в коллайдере, наблюдение за жизнью в дикой природе, высадку межпланетного зонда на астероиде также можно назвать изучением Вселенной, ибо данные объекты входят в ее состав. Человек тоже часть нашей прекрасной звездной Вселенной. Изучая Солнечную систему или далекие галактики, мы больше узнаем о самих себе.

# Размеры Вселенной

- ▶ Говоря о размерах Вселенной, мы имеем в виду ее видимую часть, называемую еще Метагалактикой. Чем больше результатов наблюдений мы получаем, тем дальше раздвигаются границы Вселенной. Причем происходит это одновременно по всем направлениям, что доказывает ее сферическую форму.

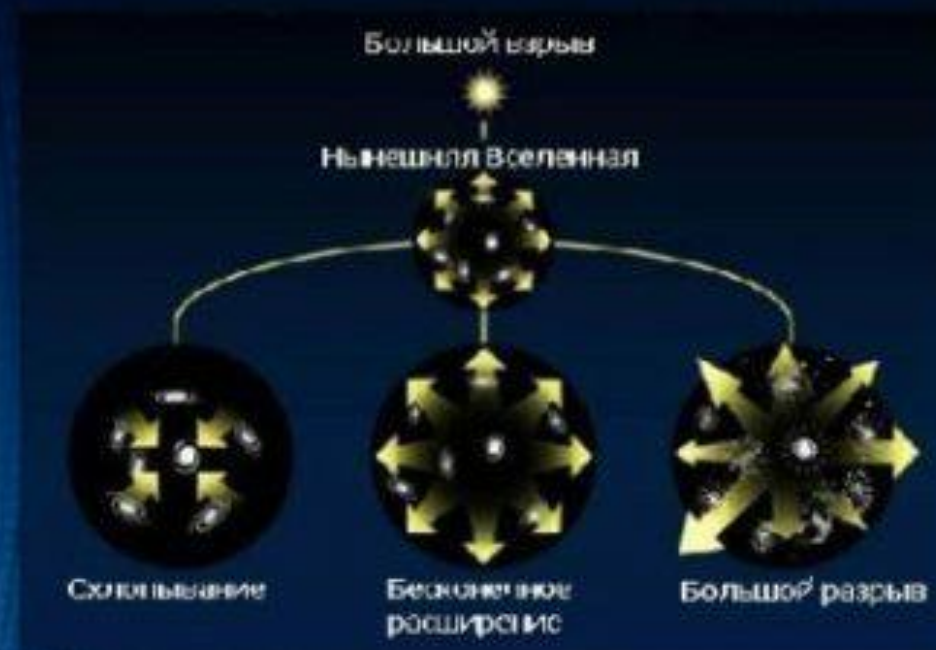




- ▶ Наш мир появился около 13,8 млрд лет назад в результате Большого взрыва – события, породившего звезды, планеты, галактики и другие объекты. Эта цифра является реальным возрастом Вселенной.
- ▶ Исходя из скорости света можно предположить, что ее размеры также составляют 13,8 млрд световых лет. Однако на самом деле они больше, ибо с момента рождения Вселенная непрерывно расширяется. Часть движется со сверхсветовой скоростью, из-за чего значительное количество объектов во Вселенной останутся невидимыми навеки. Данный предел называется **сферой или горизонтом Хаббла**.
- ▶ Диаметр Метагалактики составляет 93 млрд световых лет. Мы не знаем, что находится за пределами известной Вселенной. Может быть, существуют и более далекие объекты, недоступные сегодня для астрономических наблюдений. Значительная часть ученых верит в бесконечность Вселенной.
- ▶ Возраст Вселенной неоднократно проверялся с использованием различных методик и научных инструментов. Последний раз его подтвердили с помощью орбитального телескопа «Планк». Имеющиеся данные полностью соответствуют современным моделям расширения Вселенной.

# Будущее Вселенной

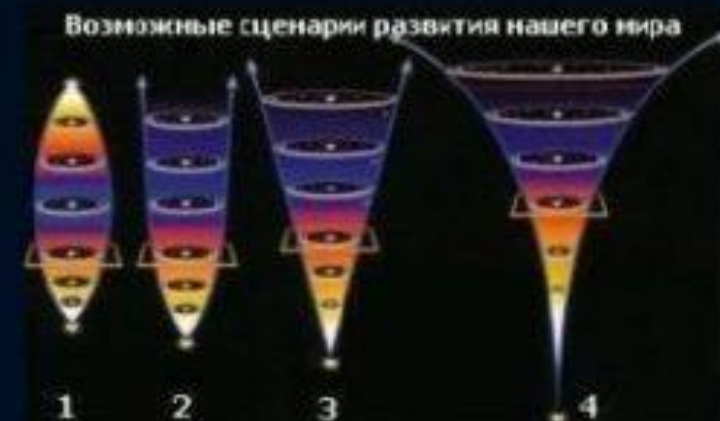
- ▶ Наше мироздание началось с маленькой точки. Быстрое развитие и расширение границ привело к образованию необъятных космических пространств. Но, будет ли остановлено расширение? Возможен ли обратный вариант развития, то есть сжатия в ту же исходную плотную точку?



1. Период расширения – период сжатия (большой взрыв)
2. Расширение замедляется, стремится к нулю (схлопывание)

3. Вселенная постоянно будет расширяться (бесконечное расширение).

4. Доминирующая модель в наше время (нынешняя Вселенная)





- ▶ В 1990-х годах, специалисты пришли к выводу, что реальны два варианта будущего Вселенной.
- ▶ “Сжатие” космических просторов возможно! При достижении максимальных размеров, она может разрушиться. Плотность черной материи может достичь критических показателей, из-за чего будет сжиматься.
- ▶ Также, существует предположение, что причиной разрушения мироздания могут стать черные дыры. Все звездные скопления могут прекратить передачу энергии и преобразоваться в черные дыры. Если температура космического пространства приблизиться к нулю, возможно их испарение. В результате чего, все разрушиться и наступит логичный конец.

# Интересные факты о Вселенной

- ▶ 1. Наши предки знали о Вселенной больше, чем мы знаем сейчас
- ▶ Наши предки были куда умнее, чем думают многие. Хотя они не строили небоскребы и не создавали компьютеры, они много знали о растениях и травах, географии и астрономии. Не будем забывать о Стоунхендже, пирамидах Гизы, линиях Наски и сотнях других известных мест, которые наши предки предположительно использовали для наблюдения за небом. Они полагали, что изменения в небе играли большую роль в их жизни, поэтому делали точные космологические расчеты. Полученная информация помогала им определять, когда лучше всего было выращивать еду, путешествовать в опасные земли, заключать союзы и принимать важные решения.



## ▶ 2. Вселенная полна невидимых вещей

- ▶ Существует мнение, что мы видим и знаем только 4% Вселенной, так как 96% может состоять из темной материи и темной энергии, которые мы все еще не можем обнаружить. Эти неизвестные сущности предположительно расталкивают видимую материю, что приводит к расширению Вселенной и другим возможным эффектам, которые пока нам неизвестны.

## ▶ 3. Вселенная растет

- ▶ До 1920-х люди считали, что Вселенная стоит на месте, но астроном Эдвин Хаббл обнаружил, что она расширяется. Многие годы люди ошибались, исходя из предположения, что гравитация замедляет Вселенную, но такой факт был бы верен только в том случае, если бы гравитация была сильнее. Более того, в 1998 году телескоп «Хаббл» зафиксировал, что сверхновые звезды в прошлом расширялись медленнее, чем сейчас, что только подтверждает теорию Хаббла.



- ▶ 4. Черные дыры тоже умирают
- ▶ Черные дыры – тела различных размеров, которые мы не можем видеть. Они обладают немыслимой силой притяжения, которую не способен преодолеть даже свет, и они питаются пойманным светом, чтобы выжить. Однако Стивен Хокинг утверждает, что если черные дыры «голодают» слишком долго, через какое-то время они могут умереть





## ▶ 5. Вселенных может быть больше

- ▶ Да, наша Вселенная может быть лишь одной из многих других, отличных от нашей. Малейшие изменения в принципах науки могут превратить другие Вселенные в нечто, о чем мы даже не мечтали. Все зависит от того факта, может ли большой взрыв, который положил начало нашей Вселенной, произойти в других местах. Если так, то существование бесчисленного количества других миров действительно возможно.

## ▶ 6. Во Вселенной как минимум 10 миллиардов триллионов звезд

- ▶ Хотя ученые не могут прийти к единому согласию в этом вопросе, самой достоверной цифрой в нашем распоряжении является 10 миллиардов триллионов. Каждая звезда отличается по размеру и может быть в сотни раз меньше или больше нашего Солнца. Вдобавок, каждую звезду окружают звездные тела, вроде планет, которых может быть от 4 до 12.

- ▶ 7. Парадокс Ферми. Инопланетная жизнь.
- ▶ Ученые настолько заинтересованы инопланетной жизнью, что придумали десятки различных интересных техник, направленных на ее поиск. Например, проект SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), чтобы ускорить обнаружение инопланетян, использует свои методы для поиска космического мусора, ближайших звезд, искусственных объектов, радиоволн и радиации.
- ▶ Вселенная настолько огромная и старая, что есть очень большие шансы на обнаружение других планет, похожих на Землю. Однако, согласно парадоксу Ферми, высокая вероятность внеземной жизни в космосе противоречит отсутствию видимых доказательств, подтверждающих это. На данный момент люди даже не уверены, что страшней: тот факт, что они не одиноки во Вселенной или то, что рядом есть кто-то еще.





## ▶ 8. Когда вы смотрите на небо, вы смотрите в прошлое

▶ Звезды, которые вы видите – вовсе не звезды, а свет, который они излучали много лет назад. Из-за того, что свету требуется определенное время, чтобы достичь нас, мы видим его таким, каким он был какое-то время назад. Один световой год – это расстояние, которое свет преодолевает за год. Так что, если вы смотрите на звезду, которая находится на расстоянии 1000 световых лет, вы видите ее такой, какой она выглядела 1000 лет назад.

## ▶ 9. Наши тела состоят из звезд

▶ Ваше и любое другое тело во Вселенной состоит из звезд, точнее, мертвых звезд. В самом начале существовали только простые элементы, такие как водород и гелий. Потом эти элементы соединились и сформировали первые звезды, которые в свою очередь образовали новые элементы, такие как железо и золото. Через какое-то время первые звезды погибли, и их взрывы сформировали новые элементы. Наши тела состоят из практически всех элементов, которые есть во Вселенной – конечно, большую часть составляют элементы вроде водорода и кислорода, но в нас также содержатся небольшие порции таких элементов, как золото!



- ▶ 10. От минус 270 градусов по Цельсию До 50 миллионов градусов по Цельсию.
- ▶ В космосе буквально везде встречаются довольно экстремальные условия. Температура сверхновой может достигать более 50 миллионов градусов по Цельсию, т. е. в пять раз выше температуры ядерного взрыва. С другой же стороны, в открытом космосе температура составляет минус 270 градусов по Цельсию.



