

The background of the slide is a deep space image featuring a large, colorful nebula with swirling patterns of purple, blue, and orange. In the upper right, a portion of a spiral galaxy is visible. Scattered throughout the dark space are numerous stars of varying brightness. In the bottom left corner, there is a faint, stylized illustration of an atom with a central nucleus and three elliptical electron orbits.

Обзор структуры и масштабов Вселенной

Вселенная — всё сущее: от мельчайших частиц до необъятных космических структур.

История познания космоса: от мифов к науке

До XVII века мир объясняли мифами. Коперник сместил Землю из центра, Галилей впервые увидел лунную поверхность и спутники Юпитера. Позже Гершель и Хаббл расширили знания, открыв инфракрасное излучение и расширение Вселенной.



Основные компоненты Вселенной

01

Барионная материя — привычные атомы, звёзды и планеты, составляет около 5% от общего «веса» Вселенной.

02

Темная материя — загадочная субстанция, невидимая для света, образует примерно 27% всей массы и влияет на гравитацию.

03

Темная энергия — примерно 68% Вселенной, ответственна за ускоренное расширение космоса и до сих пор мало понятна физике.

Масштабы Вселенной: от ближнего к далекому



Солнечная система — наш ближайший космос

Лучшие обозримые пределы — радиус около 150 астрономических единиц, включая Пояс Койпера и облако Оорта. Это границы гравитационного влияния Солнца.



Галактика Млечный Путь — огромный дом для миллиардов

Диаметр порядка 100 000 световых лет, содержит миллиарды звезд и межзвездного газа, формируя сложную структуру с рукавами и ядром.



Суперкластеры — космические мегаструктуры

Сверхскопления, такие как Ланиакейя, состоят из тысяч галактик, простираются на сотни миллионов световых лет, объединяя крупные структуры Вселенной.

Сравнительная таблица космических размеров

От Земли до видимой Вселенной — колоссальные различия в размерах, измеряемые в километрах и световых годах.

Масштабы космоса превосходят привычные размеры, требуя использования световых лет для измерения расстояний.

Объект	Размер
Земля	12 742 км
Солнечная система	287,46 млрд км
Млечный Путь	946 квадриллионов км (100 000 световых лет)
Видимая Вселенная	93 млрд световых лет

Галактики: строение и разнообразие

Галактики сформированы из миллиардов звезд, межзвездного газа и пыли, а также обширных областей темной материи.

01

Эллиптические галактики имеют более округлую форму и содержат значительно меньше газа и молодых звезд.

03

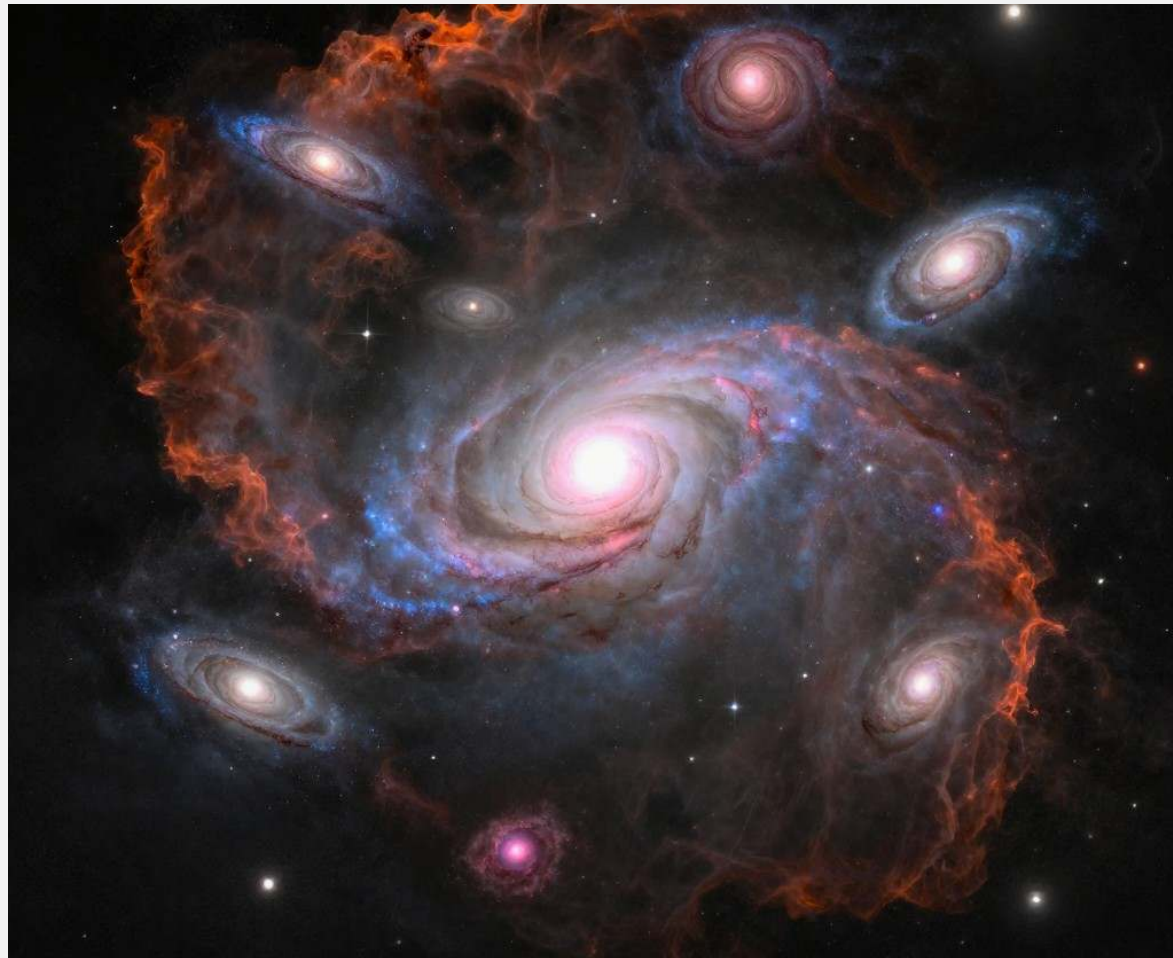
Спиральные галактики, такие как Млечный Путь и Андромеда, отличаются упорядоченной структурой с рукавами и плоским диском.

02

Неправильные галактики, как Магеллановы Облака, характеризуются асимметричной формой и активным звездообразованием.

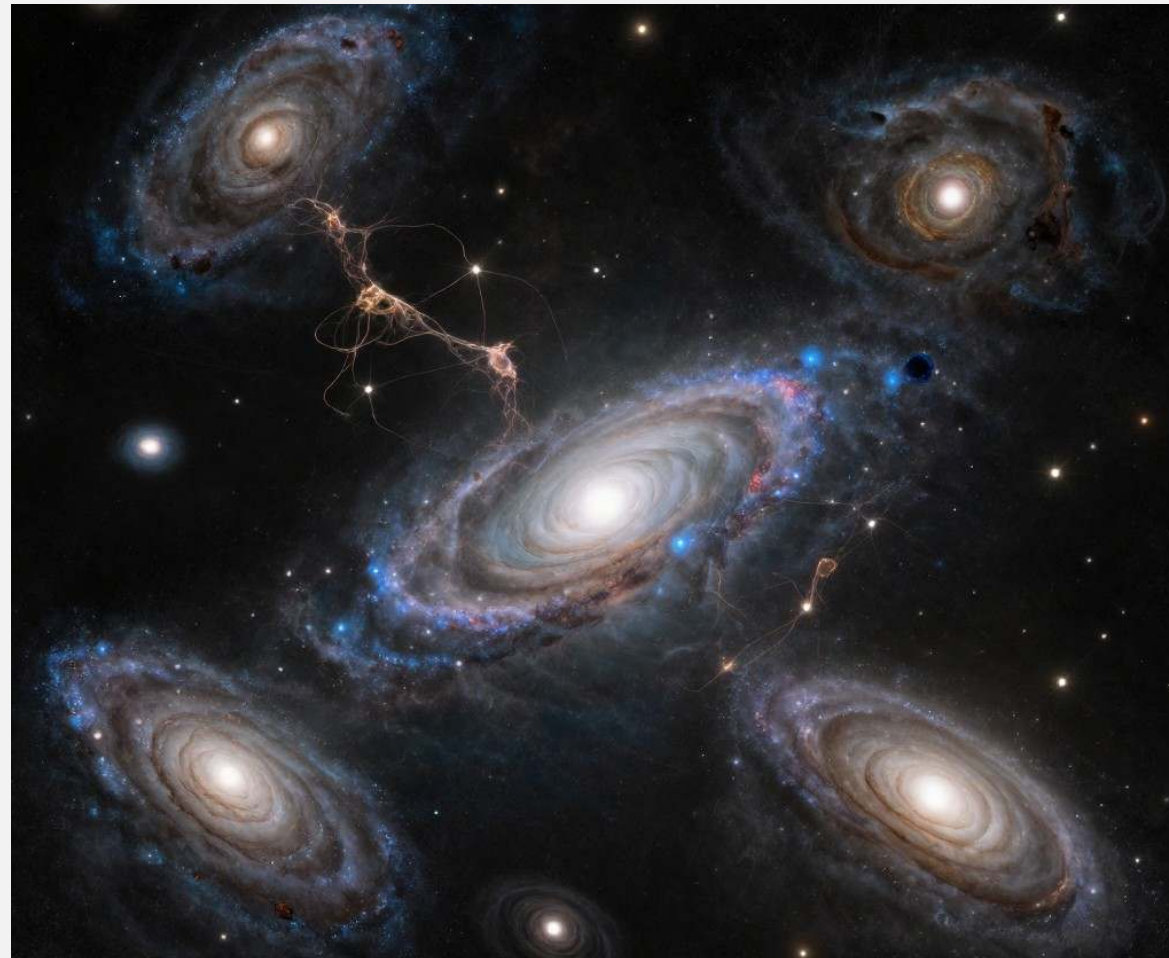
04

Скопления и суперкластеры галактик



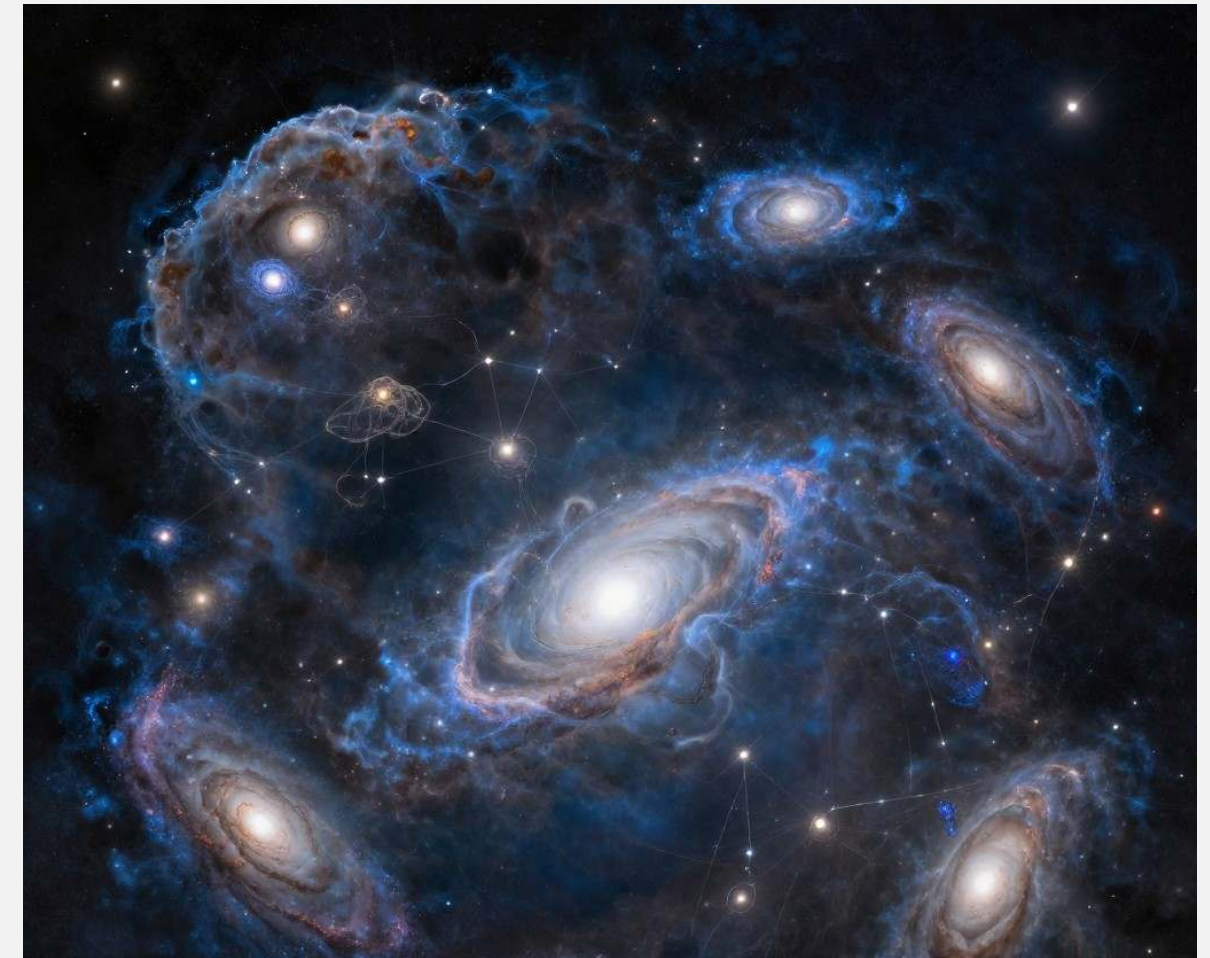
Гравитационные объединения — скопления галактик

Эти скопления насчитывают от десятков до тысяч галактик, связанные гравитационным взаимодействием и окружённые облаками горячего газа.



Сверхскопления — крупнейшие известные структуры вселенной

Например, Ланиакейя содержит около 100 000 галактик и охватывает масштаб в сотни миллионов световых лет, объединяя множество скоплений.



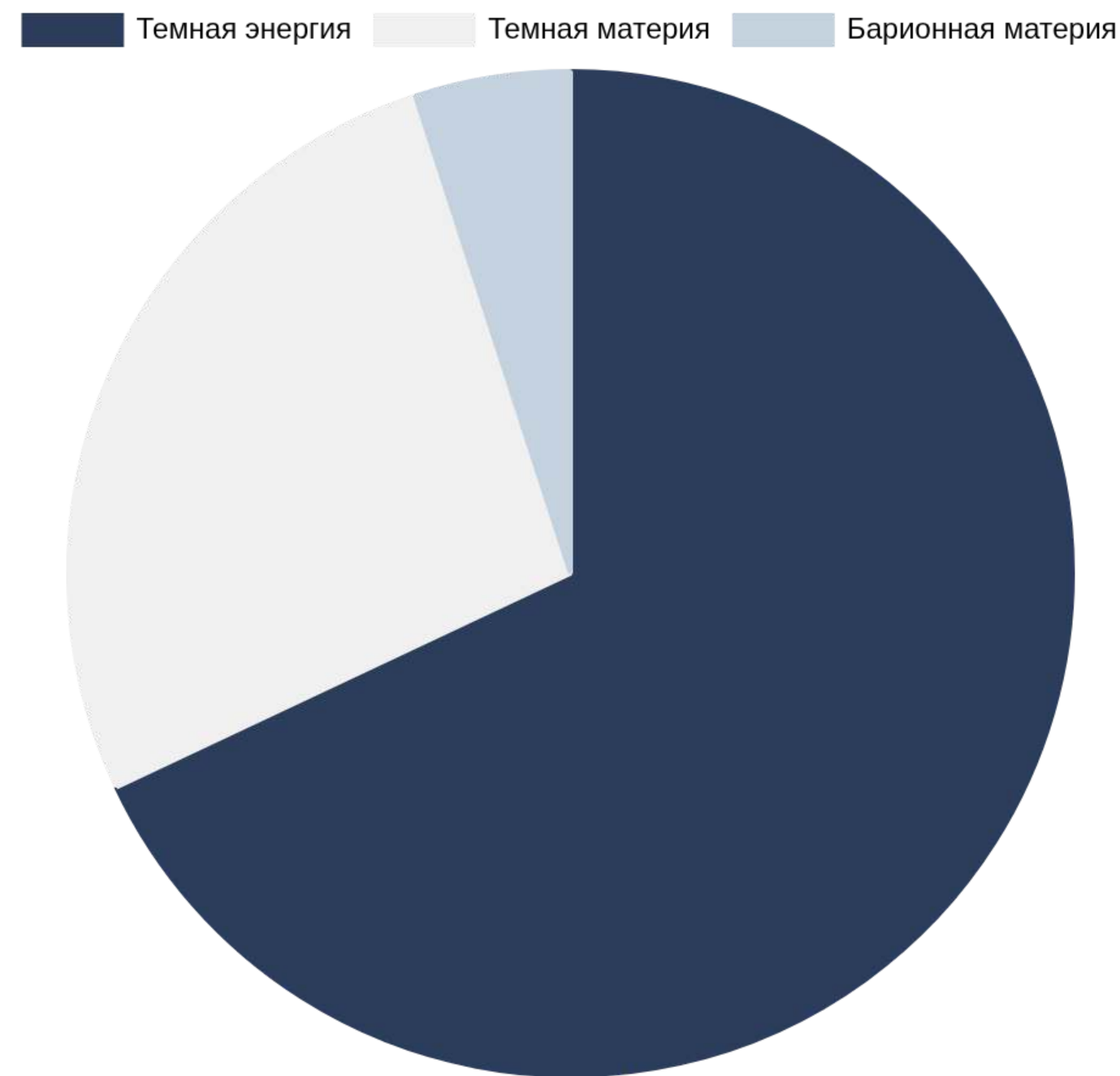
Распределение сверхскоплений формирует космическую сеть

Галактики группируются в нити и узлы, оставляя огромные пустоты, что подчёркивает сложную пространственную структуру Вселенной.

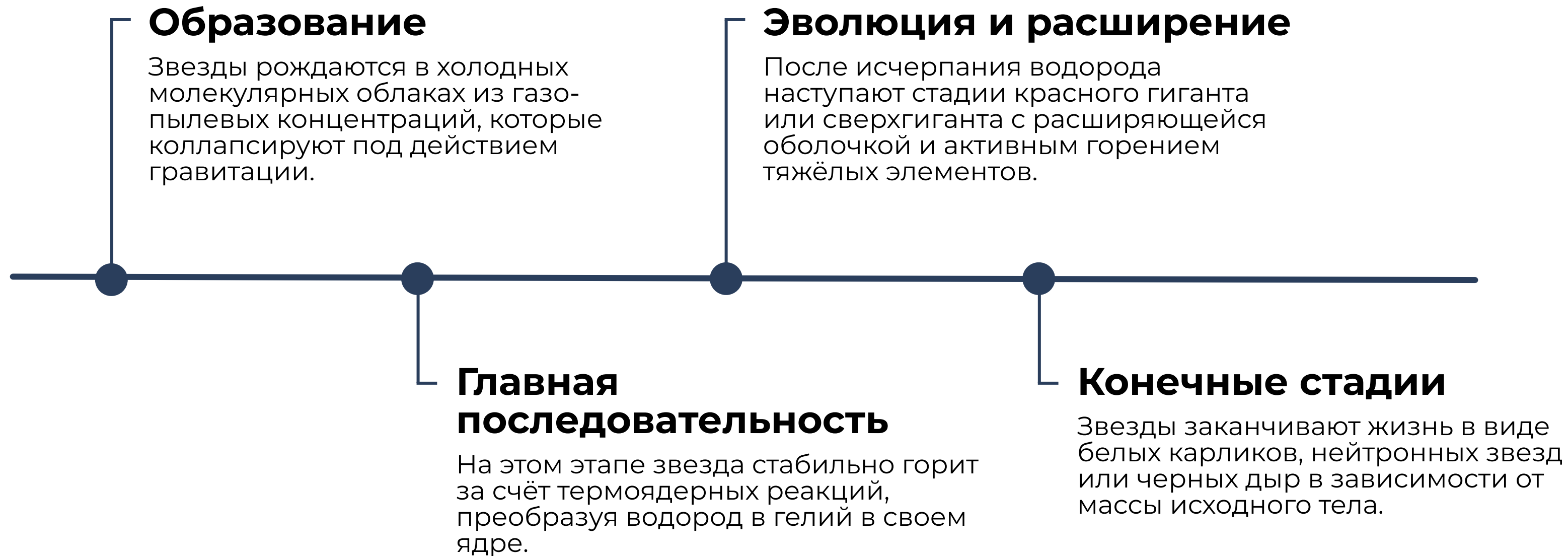
Распределение массы-энергии во Вселенной

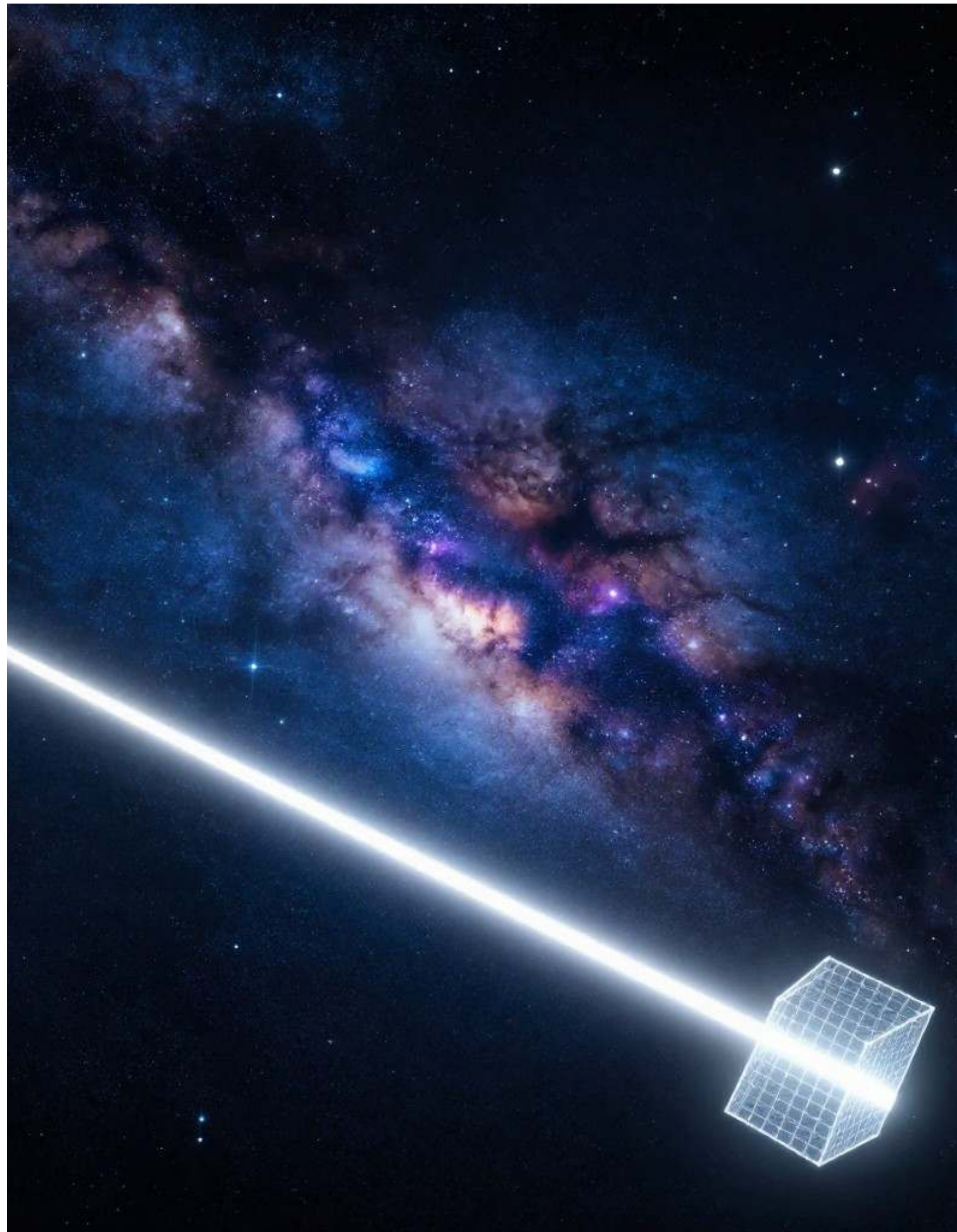
Результаты миссий WMAP и Planck подтверждают преобладание темной энергии.

Большая часть Вселенной остаётся загадкой и требует дальнейших исследований.



Жизненный цикл звезды





Единицы измерения космических расстояний

Световой год

Световой год — расстояние, которое свет проходит за один год, около 9,46 триллионов километров. Используется для измерения расстояний между звездами и галактиками.

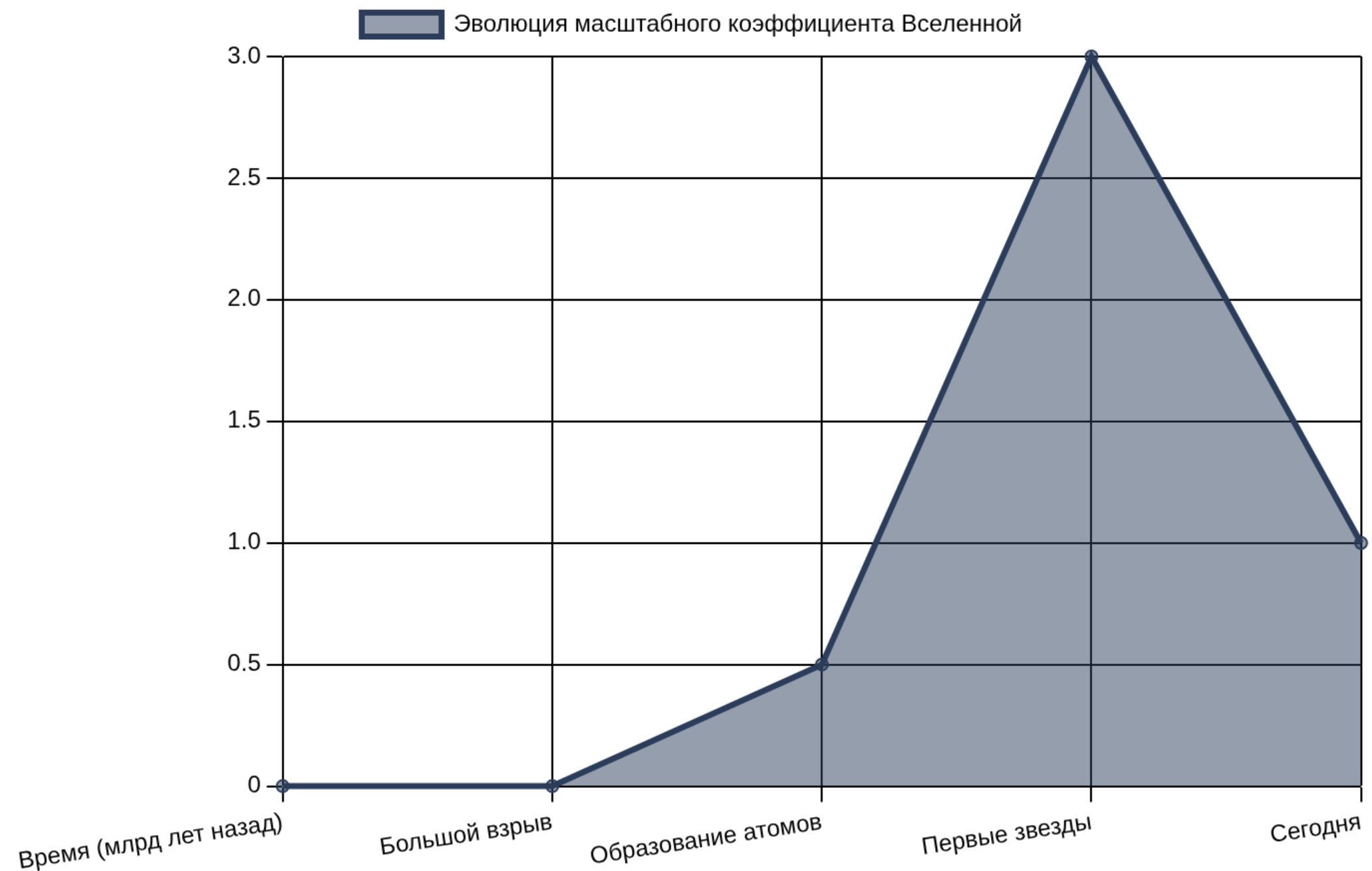
Парсек

Парсек равен примерно 3,26 светового года или 30,9 триллионов километров. Широко применяется в астрономии для оценки межгалактических и космологических расстояний.

Возраст и расширение Вселенной

Современные измерения постоянной Хаббла указывают на ускоренное расширение Вселенной, отражающее влияние темной энергии на динамику космоса.

График иллюстрирует постепенное замедление и последующее ускорение расширения, подтверждая модель Большого взрыва и инфляции.



Данные NASA, ESA, Planck (2020)

**46,5 млрд световых
лет**

максимальный радиус
наблюдаемой Вселенной,
обусловленный скоростью света и
возрастом космоса.

NASA, ESA

Наблюдаемая Вселенная ограничена
горизонтом событий, за которым объекты
остаются недоступными для наших
современных инструментов.

Чёрные дыры: структура и роль



Основы гравитационного коллапса

Чёрные дыры формируются в результате коллапса массивных звезд после истощения ядерного топлива. Гравитация становится столь сильной, что образуется горизонт событий, за которым свет не может покинуть объект.



Сверхмассивные чёрные дыры в центрах галактик

В центре многих галактик расположены сверхмассивные чёрные дыры массой в миллиарды солнц. Они влияют на динамику и эволюцию галактик, управляя ростом газа и формированием звёзд.



Роль чёрных дыр в перераспределении материи

Через аккреционный диск и излучение чёрные дыры активно перераспределяют материю и энергию в космосе, что сказывается на образовании новых звёзд и структуре галактик.

Космическое микроволновое фоновое излучение

01

Это излучение представляет собой оставшуюся электромагнитную энергию от горячего состояния ранней Вселенной после Большого взрыва.

02

Его температура составляет примерно 2,73 К, что подтверждает модель охлаждения и расширения первичной плазмы космоса.

03

Флуктуации плотности в излучении зафиксированы спутниками COBE, WMAP и Planck, подтверждая однородность и анизотропию космического микроволнового фона.

Сравнение структуры разных масштабов

Объект	Размер	Единицы измерения
Земля	12 742	км
Солнце	1 400 000	км
Млечный Путь	100 000	световых лет
Скопление Вирго	10 000 000	световых лет

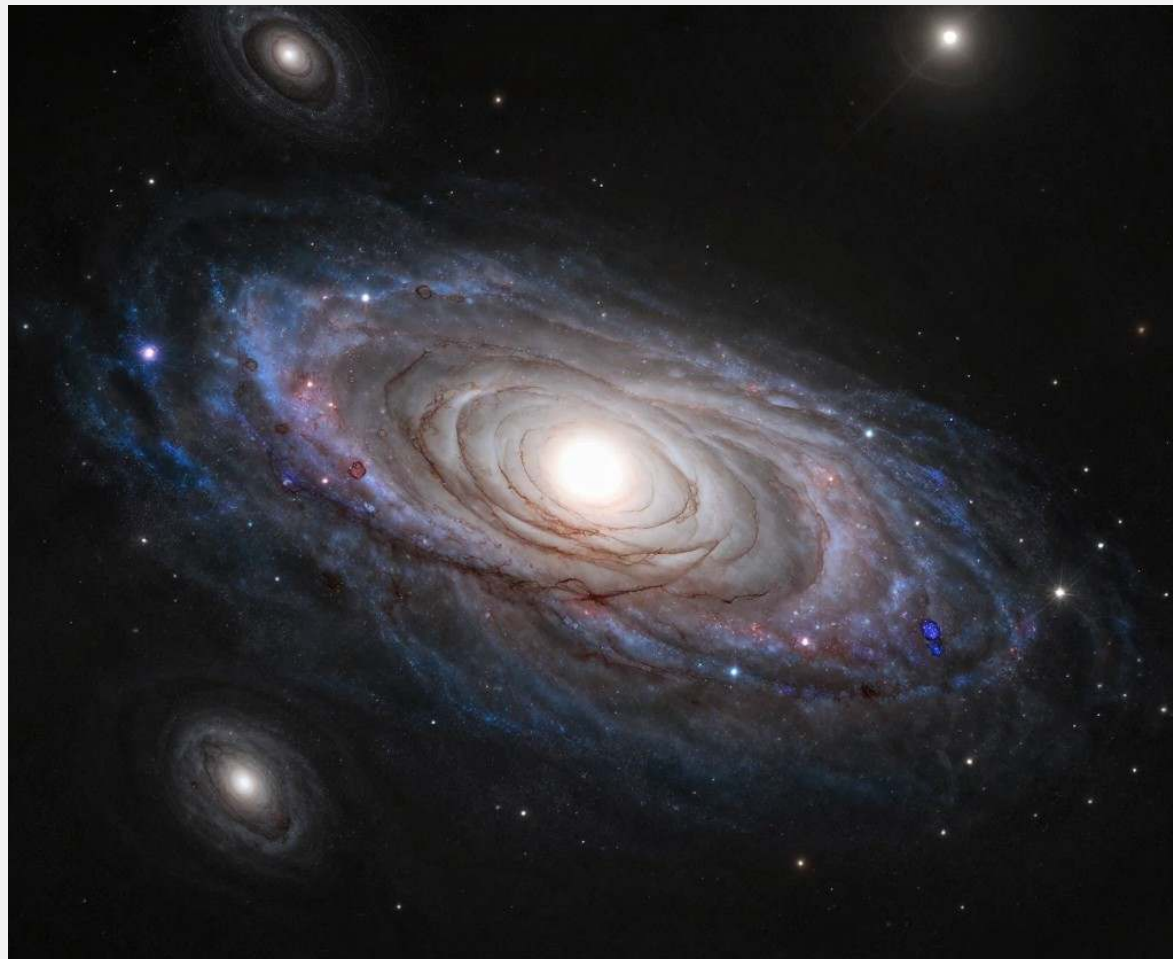
Размеры ключевых космических объектов показывают экспоненциальный рост от планет до скоплений галактик, отражая организованность и иерархию в космической структуре.

Каждый последующий уровень космических структур увеличивается на несколько порядков, демонстрируя масштабность Вселенной.

Экспоненциальное расширение: инфляция и ускорение

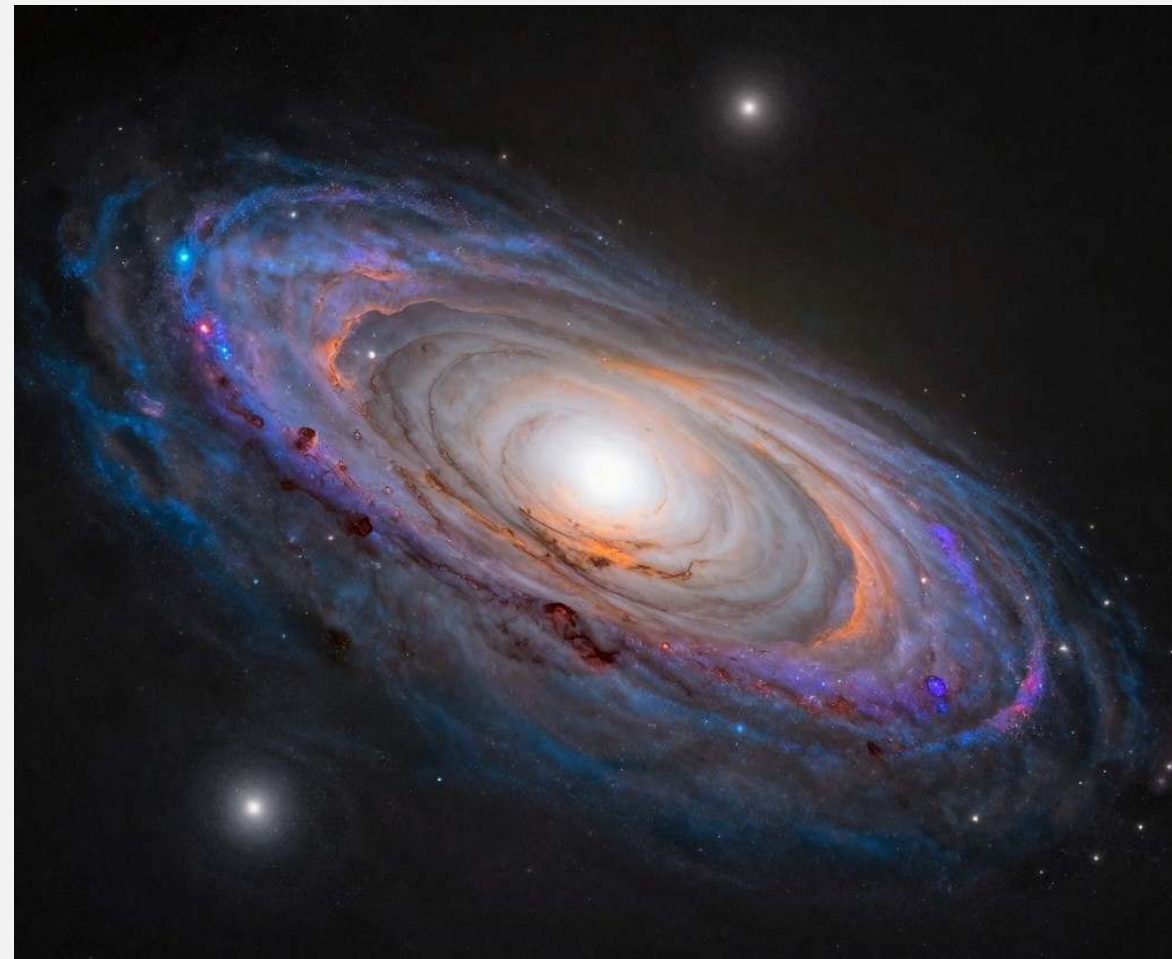
- 1.** Инфляционная теория описывает очень быстрое расширение пространства в первые 10^{-36} – 10^{-32} секунды после Большого взрыва, объясняя однородность космоса.
- 2.** Однородность и изотропность реликтового излучения является основным подтверждением гипотезы космической инфляции.
- 3.** В 1998–1999 годах было выявлено ускоренное расширение Вселенной, связанное с загадочной темной энергией.
- 4.** За открытие современной динамики космоса Нобелевская премия по физике 2011 года была присуждена астрономам, выявившим ускорение расширения.

Гравитационные линзы и наблюдение дальних объектов



Природа гравитационных линз

Массивные объекты, такие как скопления галактик, искривляют пространство-время, создавая линзы, которые изменяют путь проходящего света и позволяют видеть удалённые объекты.



Наблюдения с помощью гравитационных линз

Использование линз позволяет астрономам исследовать слабые и далекие галактики, недоступные для прямого наблюдения, тем самым расширяя горизонты познания.



Эффект кольца Эйнштейна

Этот эффект представляет собой искажённое кольцевое изображение удаленного объекта, вызванное сильным искривлением света; зафиксирован в данных Hubble и ALMA.

Методы наблюдения: телескопы и спектроскопия



Оптические телескопы

Позволяют изучать объекты в видимом диапазоне света с высоким разрешением, выявляя детали строения и расположения небесных тел.



Радиотелескопы

Фиксируют радиоизлучение из различных космических источников, открывая новые данные о процессах в галактиках и звёздных системах.



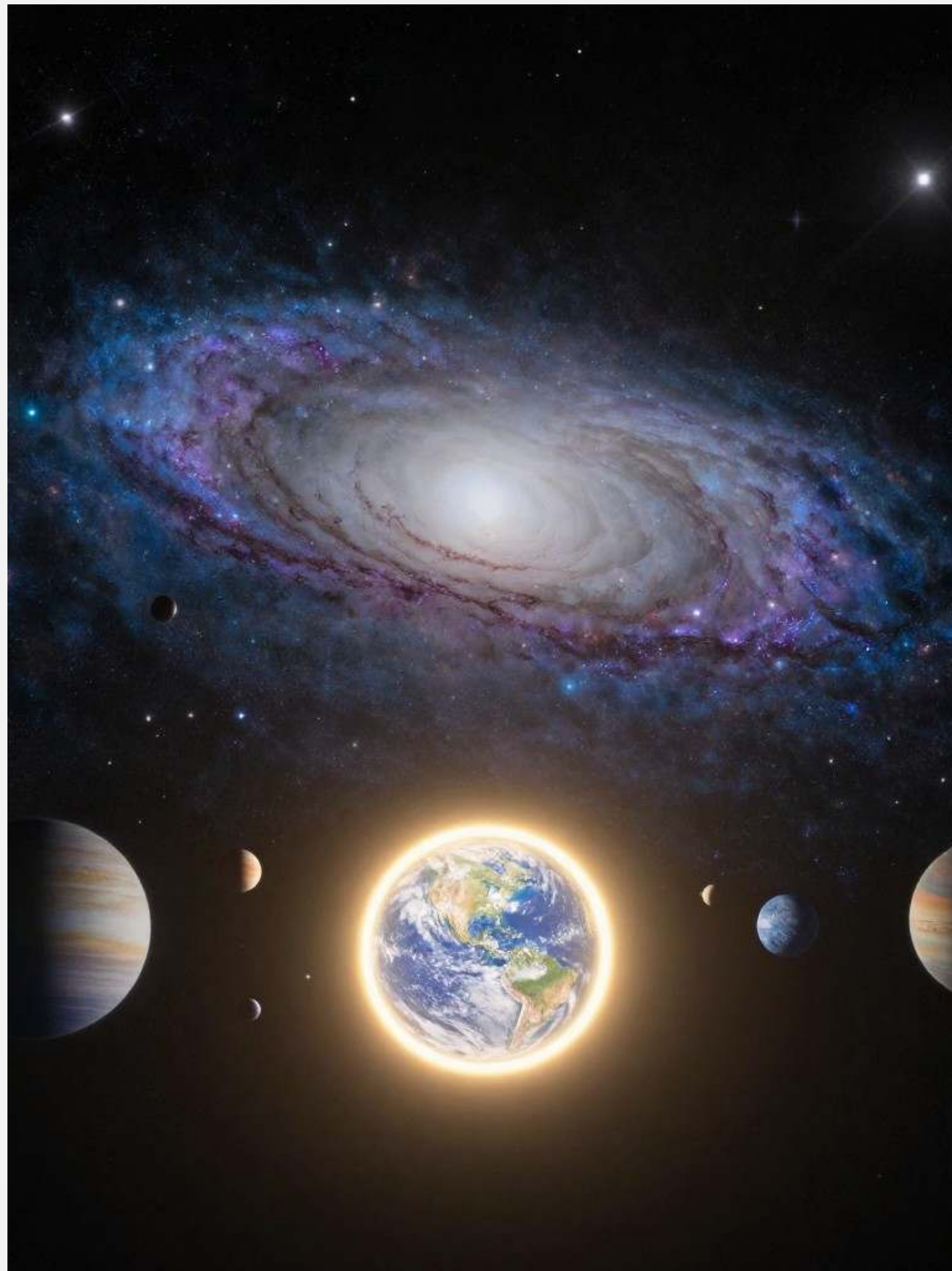
Инфракрасные телескопы

Обнаруживают тепло из космоса, позволяя видеть сквозь пыль и изучать формирование звёзд и планетарных систем.



Рентгеновские телескопы

Исследуют высокоэнергетические процессы, такие как излучение чёрных дыр и взрывы сверхновых, раскрывая экстремальные физические условия.



Место человека во Вселенной

Человек является частью миниатюрной доли барионной материи на планете Земля, расположенной в системе, которая занимает отдаленный участок Млечного Пути.

Галактика содержит сотни миллиардов планет, а видимая Вселенная включает около двух триллионов галактик, подчеркивая нашу малость в масштабах космоса.

Заключение: важность изучения Вселенной

Изучение космоса расширяет наши знания о природе, стимулирует развитие технологий и способствует формированию мировоззрения, раскрывая место человека в огромной Вселенной.

