

Десять часто задаваемых вопросов.

1. Неужели Вселенная не может быть вечной и в среднем оставаться все время такой же, чтоб все изменения носили бы лишь локальный характер?
2. Почему галактики удаляются именно от нас?
3. Действительно ли Вселенная расширяется, может быть другие объяснения красному смещению?
4. Если Вселенная расширяется, то из какой точки началось расширение?
5. Что собственно расширяется? Расширяются ли галактики? Звезды? Атомы?
6. Если по закону Хаббла скорости растут с расстоянием, то как быть с предельной скоростью света?
7. Что существовало до того, как появились первые звезды и галактики?
8. Может ли материя сжиматься в расширяющейся вселенной?
9. Что такое «Тёмные века»?
10. Что было до начала расширения?

Космическая история



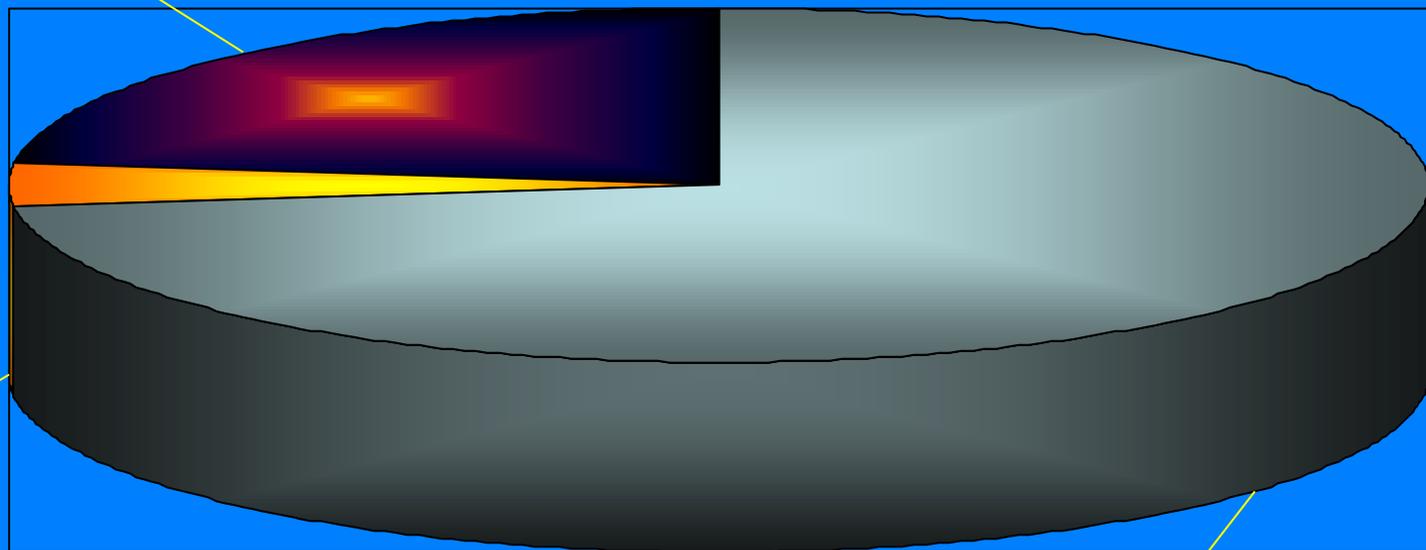
Как в первоначально очень горячем и расширяющемся Мире СМОГЛИ ПОЯВИТЬСЯ ГАЛАКТИКИ?

ПРОБЛЕМА

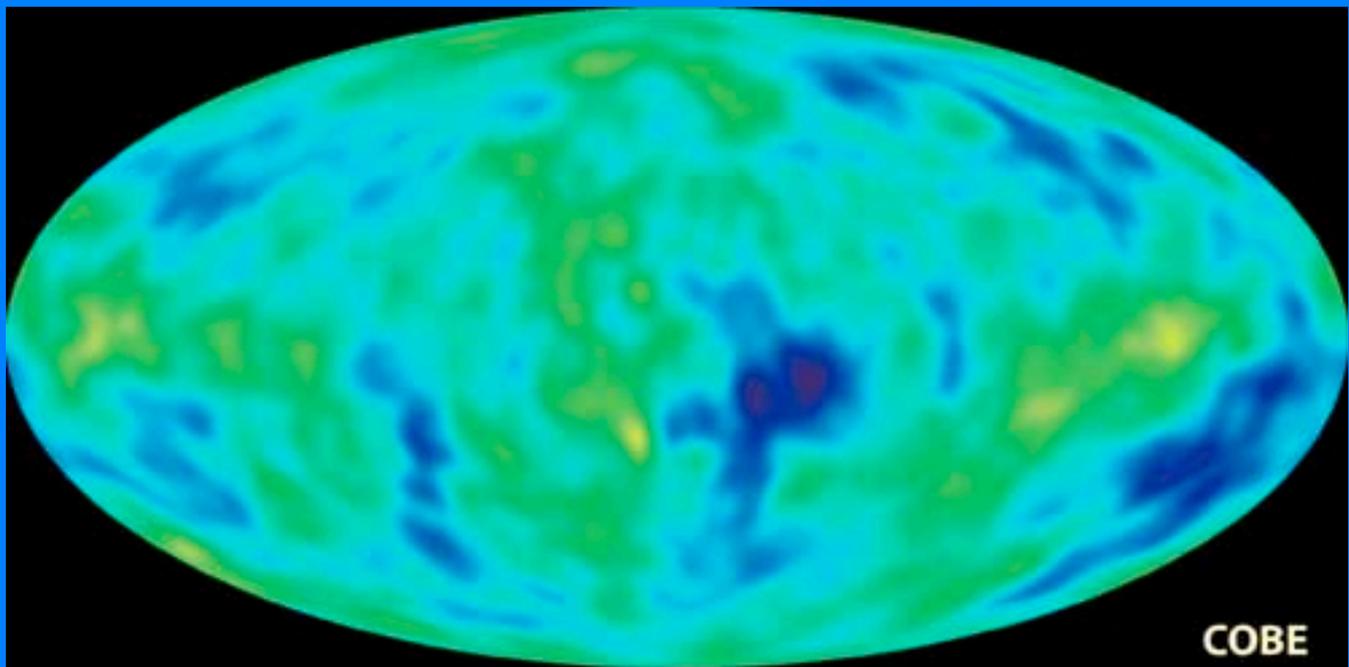
- В идеально однородной Вселенной ничего возникнуть не может. Должны существовать слабоконтрастные неоднородности в яркости фонового излучения, существовавшие на момент рекомбинации.
- Видимой материи недостаточно, чтоб даже при наличии неоднородностей за полмиллиарда лет образовать первые галактики. Только с учетом темной материи этот процесс удастся смоделировать

**Темная
материя
23%**

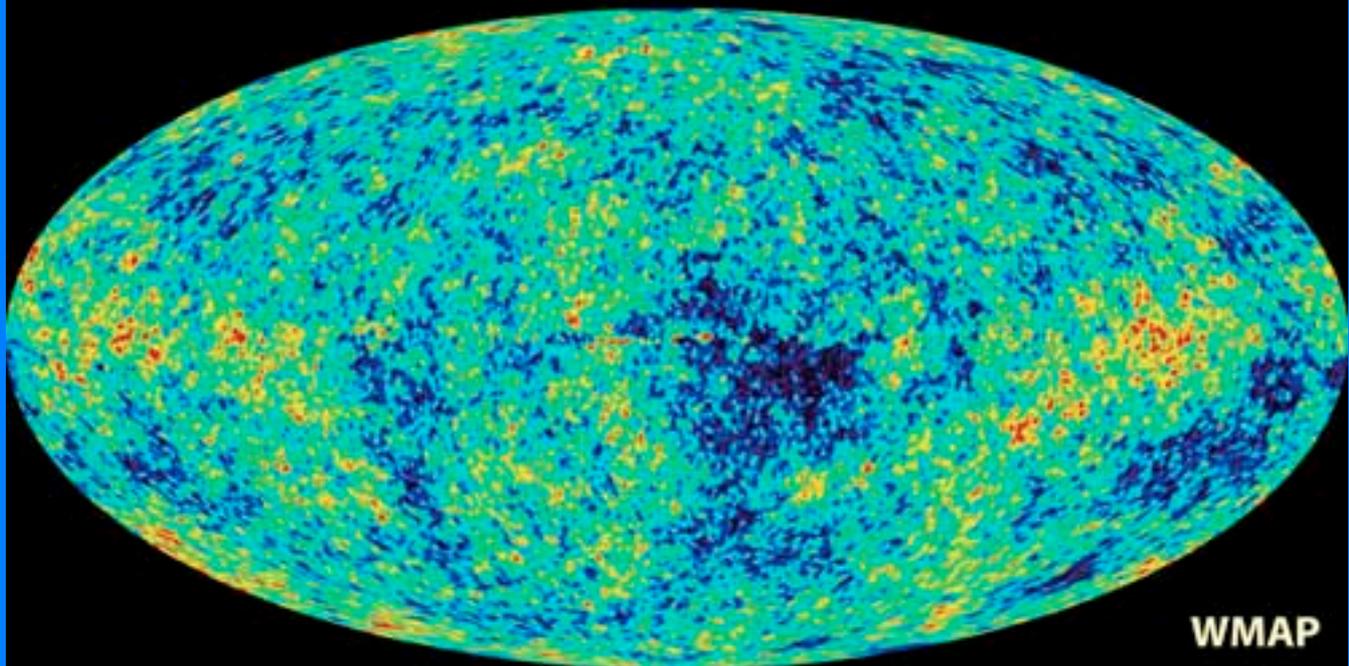
**Светящаяся
материя
4%**



**Темная
энергия
73%**



COBE



WMAP

СОПОСТАВЛЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ И ТЕОРИИ

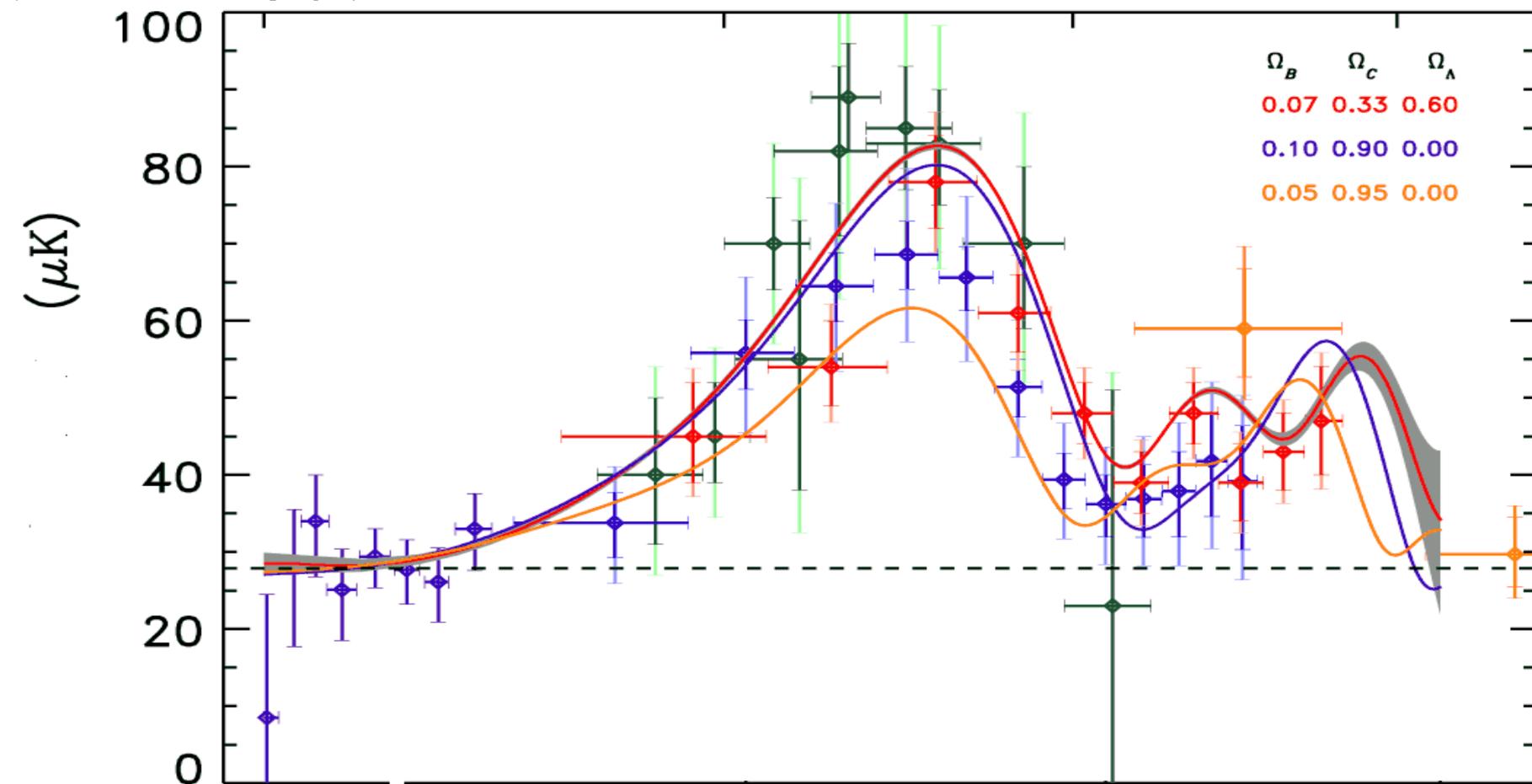
АМПЛИТУДА ИЗМЕНЕНИЯ
ЯРКОСТИ
(миллионные доли градуса)

УГЛОВОЙ РАЗМЕР ОБЛАСТЕЙ НА НЕБЕ

2

0.5

0.2

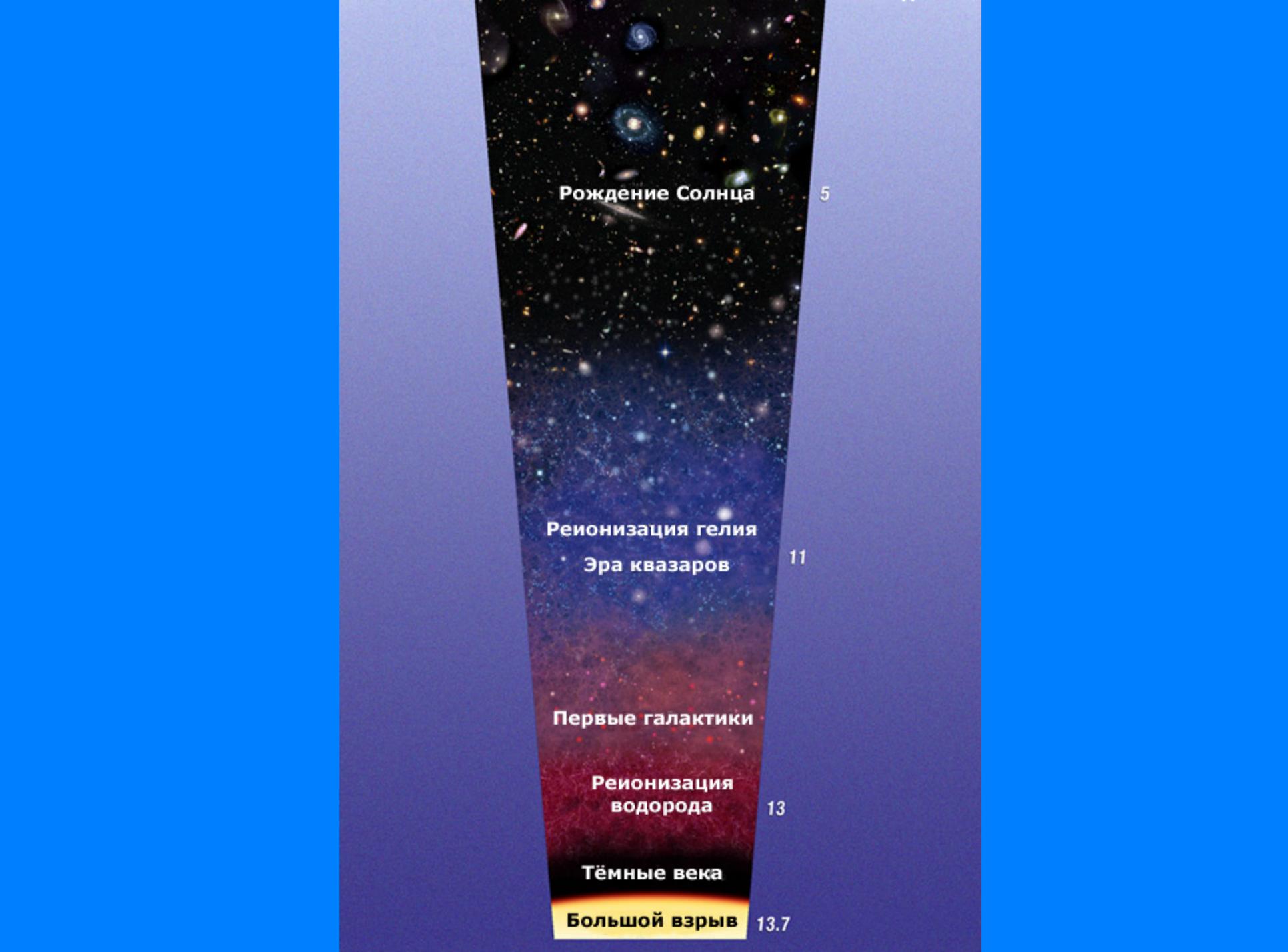


Уплотнения темной материи, возникшие при росте первоначально слабых неоднородностей, притягивали и вбирали в себя первичный газ. Формировались гравитационно связанные структуры – галактики и скопления галактик.

Начало образования галактик: $z \sim 10-20$ (несколько сотен млн лет после начала расширения) положило конец «темным векам».

Что такое «темные века»?

- После рекомбинации энергия и интенсивность излучения сильно упала.
- Области со слегка повышенной плотностью материи расширялись чуть медленнее окружающих вследствие собственной гравитации, и в конце концов перестали расширяться и начали сжиматься.
- Как и когда начали возникать обычные звезды и галактики?

A vertical, funnel-shaped diagram representing the timeline of the universe from the Big Bang to the present. The funnel is wider at the top and narrows towards the bottom. The background is a dark space filled with various celestial objects: galaxies, stars, and nebulae. The color palette transitions from dark blue and purple at the top to red and orange at the bottom. The diagram is set against a solid blue background.

Рождение Солнца

5

Реионизация гелия

Эра квазаров

11

Первые галактики

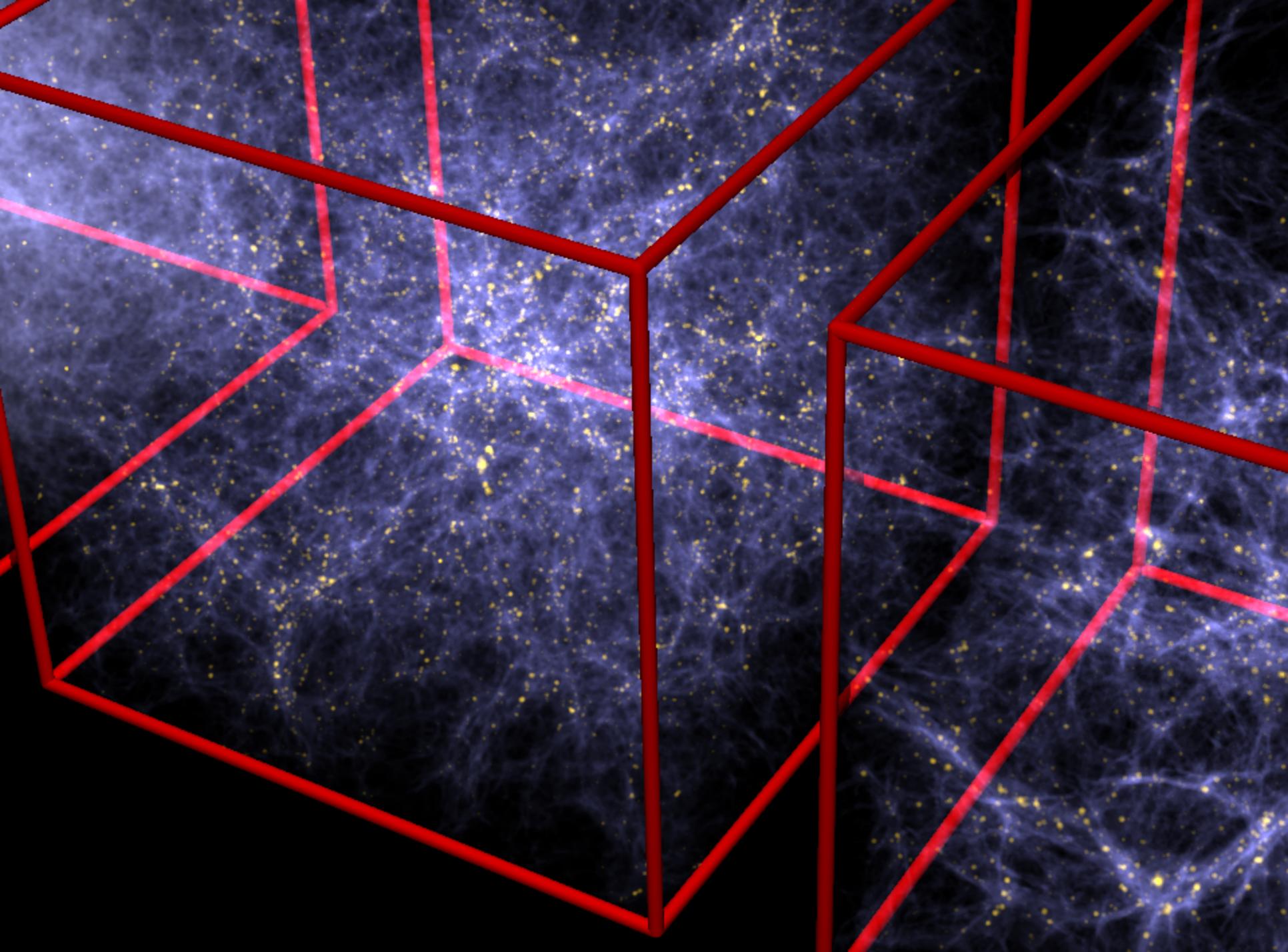
Реионизация
водорода

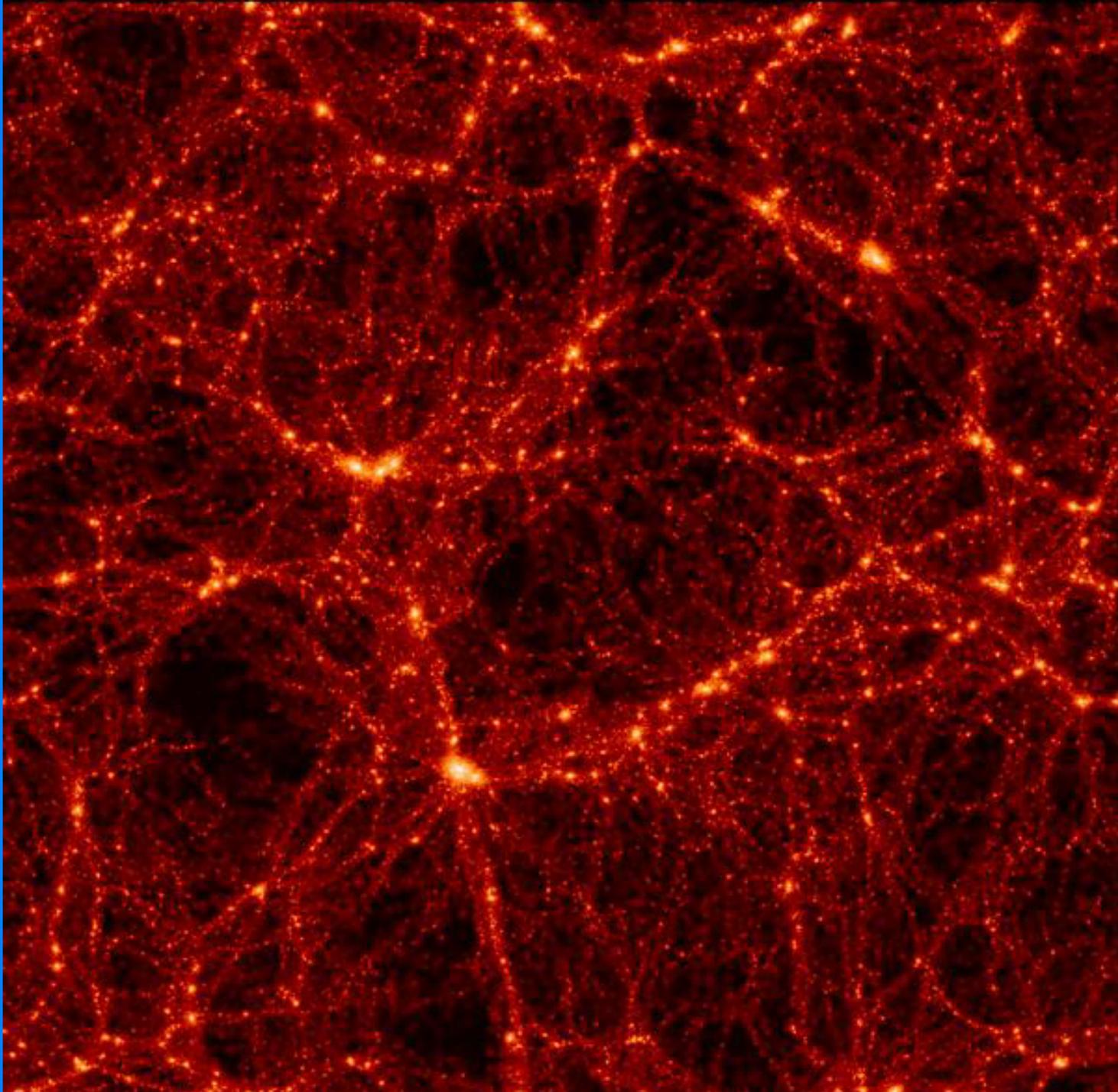
13

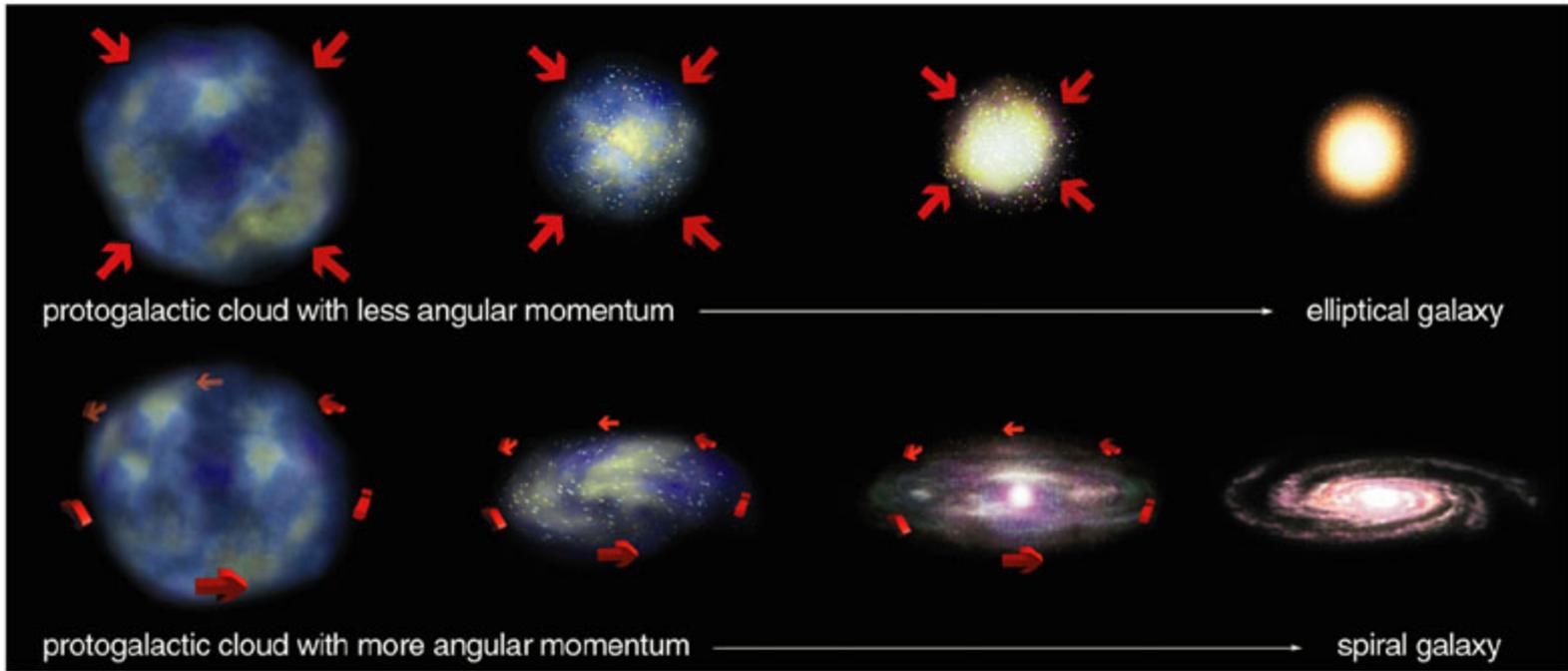
Тёмные века

Большой взрыв

13.7



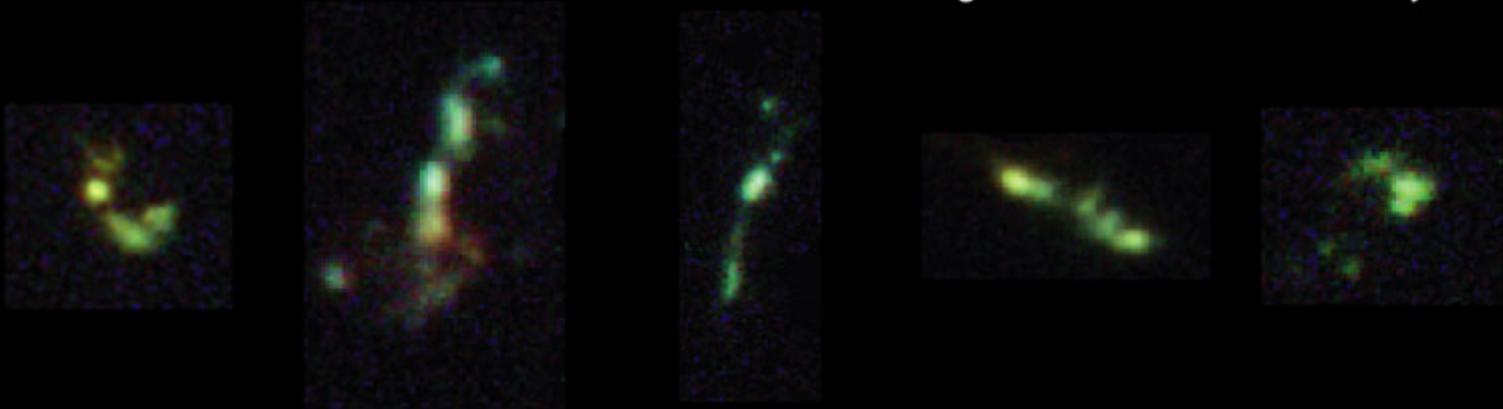




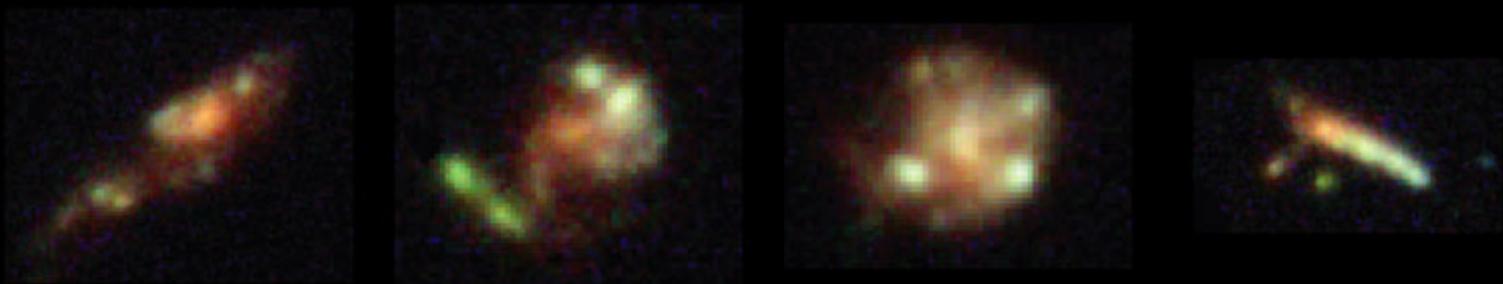
Как меняется мир галактик?



Age of Universe: 2–4 billion years



Age of Universe: 5–7 billion years



- Первый миллиард лет галактики росли по размеру и по массе за счёт падающего на них первичного газа и слияния друг с другом.
- Массивные галактики прошли «стадию квазара», когда в центре сформировалась массивная черная дыра. На неё падал газ, вызывая высокую активность ядра.
- 10 – 11 млрд лет назад, при $z \sim 1-2$, галактики прошли через «пик» звездообразования, начали терять запасы межзвездного газа, некоторые быстро (линзовидные), некоторые – медленно (спиральные).

Далекие галактики на $z > 1$: более 10 миллиардов лет назад

- В несколько раз меньше по размеру, чем современные галактики
- Чаще имеют неправильную форму (это либо галактики взаимодействующие, либо они содержат несколько обширных областей, охваченных звездообразованием)
- Содержат в несколько раз больше газа, чем современные.
- Газ, из которого рождаются звезды, «обеднён» тяжелыми элементами (но не лишен их полностью).

При $z < 1$ (ближе к современности) галактики постепенно уменьшали темпы звездообразования: массивные галактики – уже почти прекратили рождать звезды (галактики E, S0), в маломассивных – этот процесс затухает медленно.

Изменения в галактиках в современную эпоху связаны в основном

- с уменьшением количества газа и старением звезд
- с приобретением (аккрецией) газа
- с их взаимодействием, слиянием или разрушением приливными силами

В целом, галактики стареют, уменьшают свою яркость и «краснеют» из-за того, что в них становится все больше старых красных звезд. Количество спиральных галактик будет все время уменьшаться

Но не будем заглядывать
слишком уж далеко...