

**Предмет и история  
космологии. Большой взрыв.  
Антропный принцип**

**Тема 9.**

# Предмет и история КОСМОЛОГИИ

**Космология** – раздел естествознания, изучающий строение и эволюцию Вселенной.

**Предмет космологии** – окружающий нас мегамир.

**Задача космологии** – описание наиболее общих свойств строения и эволюции Вселенной.

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОСМОЛОГИИ:

1) Геоцентрическая теория **К. Птолемея**; гелиоцентрическая теория **Н. Коперника**; эмпирическое подтверждение теории Н. Коперника **Г. Галилеем**; 3 закона движения планет **И. Кеплера**; закон всемирного тяготения и учение об абсолютных пространстве и времени **И. Ньютона**.

# Предмет и история КОСМОЛОГИИ

- 2) Общая теория относительности **А. Эйнштейна** (в целом современные космологические теории основаны на ОТО). Но в рамках данной теории Вселенная имеет стационарный характер (принцип неизменности Вселенной).
- 3) Математическая модель **А.А. Фридмана**. Вселенная должна изменяться: либо сжиматься, либо расширяться.
- 4) **В. Слайфер**: одним из первых пришел к заключению, что спиральные туманности являются очень далекими звездными системами; открытие огромных пространственных скоростей галактик, что выступило наблюдательной основой теории расширяющейся Вселенной, предложенной Э. Хабблом.
- 5) **Э. Хаббл**: теория расширяющейся Вселенной. Чем дальше галактика, тем выше скорость ее удаления от нас и от других галактик. Начало расширения – около 14 млрд лет назад (неточность, т.к. существует неопределенность учета среднего значения плотности вещества в космосе – проблема «скрытой» массы).

# Концепция Большого взрыва

Это реконструкция истории Космоса, подчиняющаяся принципу глобального эволюционизма.

Начало – **13, 77 млрд лет назад.**

Вселенная находилась в сингулярном, сверхплотном состоянии, которое не описывается ОТО. Но состояние было неустойчивым, что привело к «взрыву» и скачкообразному переходу к расширяющейся Вселенной.

Таким образом, происходит разделение 4 типов объединения, при этом гравитационное находится на особом положении.

# КОНЦЕПЦИЯ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА



# Концепция Большого взрыва

## ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ:

1) **Эпоха Планка.** Было 2 гипотезы: холодное начало и горячее начало. Победила гипотеза горячего начала.

- **Холодное начало:** нейтроны распадались на протоны, электроны, антинейтрино. Итог – образование гелия. Минус – основным компонентом звездообразования является водород.
- **Горячее начало:** сверхгорячее вещество имело много фотонов, разбивающих цепочки, ведущие к образованию гелия. Доказательством является **реликтовое (фоновое) излучение**, предсказанное **Г.А. Гамовым**). Это излучение – равномерно заполняющее Вселенную тепловое излучение, сохранилось с начальных этапов существования Вселенной. Было обнаружено в **1965 г. А. Пензиасом и Р. Уилсоном**.

# Концепция Большого взрыва

- 2) **Эра великого объединения и адронов:** образуются кварки и лептоны.
- 3) **Лептонная эра:** много легких частиц, пары электронов и позитронов (не только аннигилировали, но и порождали нейтрино и антинейтрино). Температура падала, энергия частиц и античастиц также снижалась. Предполагается, что сейчас существует **реликтовый нейтринный фон**.
- 4) **Плазменная эра (эра излучения):** температура продолжает снижаться, тепловая энергия падает ниже энергии связи сложных ядер, позволяя протонам и нейтронам объединяться. В первичном синтезе ядер образовалось около 25 % (по массе) ядер гелия, а остальное вещество почти полностью состояло из свободных протонов.

# Концепция Большого взрыва

5) **Звездная эра (современная эпоха):** образование протогалактик, протозвезд, звезды и планет. Вещество и излучение окончательно разделились.

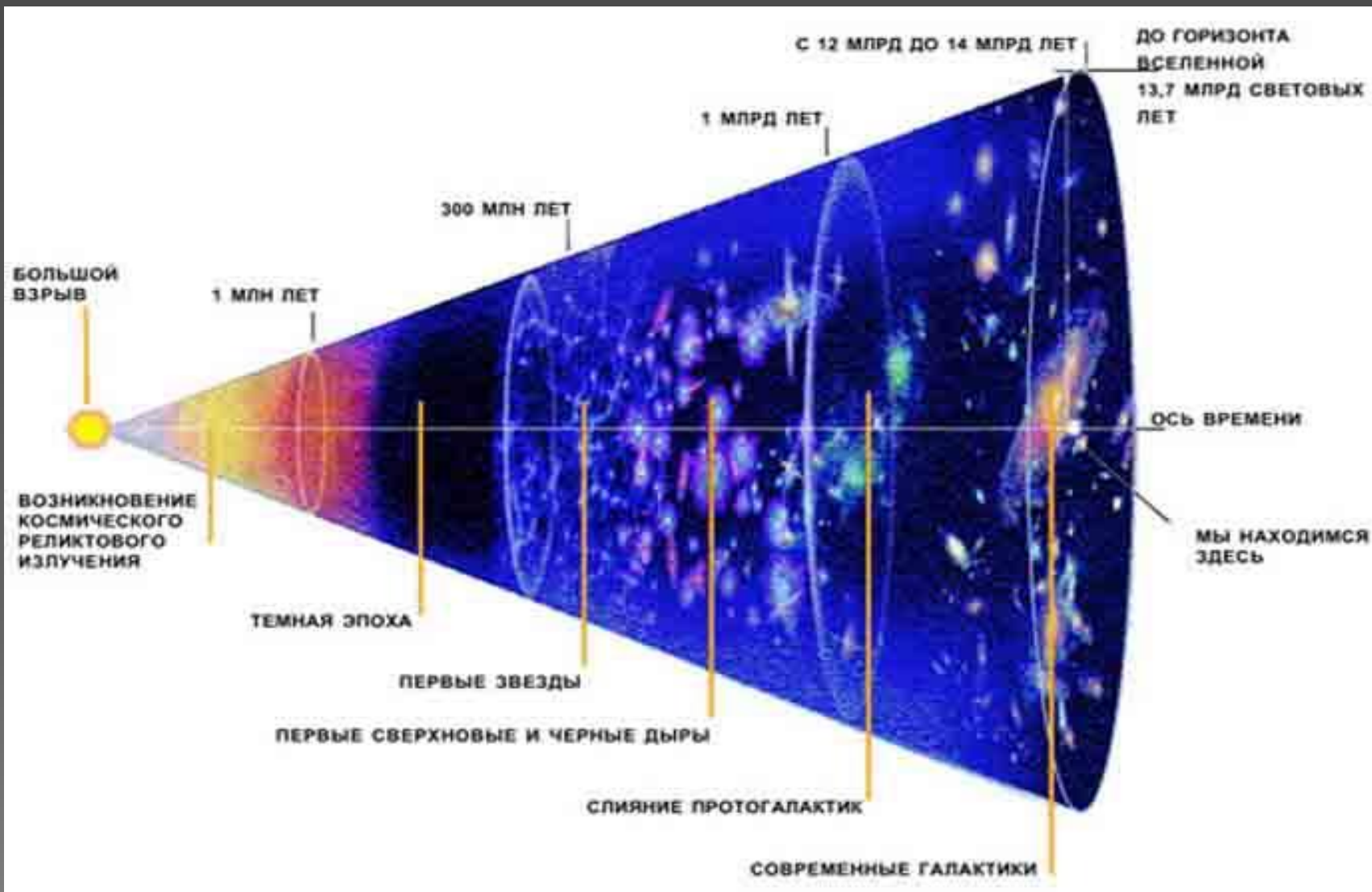
Газ – облака – протогалактики – протозвезды – звезды – планеты.

## ВЫВОД:

- Образование вещественной основы Вселенной произошло спустя **3 минуты** после Большого взрыва;
- Первыми ядрами были ядра водорода и гелия;
- Температура падала, а Вселенная расширялась.



# СХЕМА ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ



# Сценарии будущего Вселенной

Все зависит от плотности вещества во Вселенной:

- 1) Большой разрыв.** Дальнейшее расширение Вселенной, превращение галактик в черные дыры, испарение черных дыр. Останется лишь излучение – «пустыня» (при плотности ниже критического значения);
- 2) Большое сжатие.** Вселенная начнет сжиматься, а средняя плотность ее вещества – стремительно расти. Пространство-время будет искривляться до тех пор, пока Вселенная не замкнется сама на себе, вроде поверхности обычной сферы, но с большим количеством измерений, чем мы привыкли себе представлять;
- 3) Пульсирующая Вселенная.** Тяготение (сжатие)/расширение (разрыв).

# Инфляционная Вселенная

Гипотеза о законе расширения Вселенной на ранней стадии Большого взрыва (при температуре выше  $10^{28}$  К), предполагающая период ускоренного по сравнению со стандартной моделью горячей Вселенной расширения.

Первый вариант теории был предложен **в 1981 году Аланом Гуттом (Гусом)**, однако ключевой вклад в создание теории внесли советские и экс-советские астрофизики **Алексей Старобинский, Андрей Линде, Вячеслав Муханов** и др.

Сверхдавление и сверхтеплота привели к возбужденному состоянию первичного вакуума. Появились «пузырьки» пространства, которые очень быстро «раздувались».

Разрешается проблема плоской Вселенной.

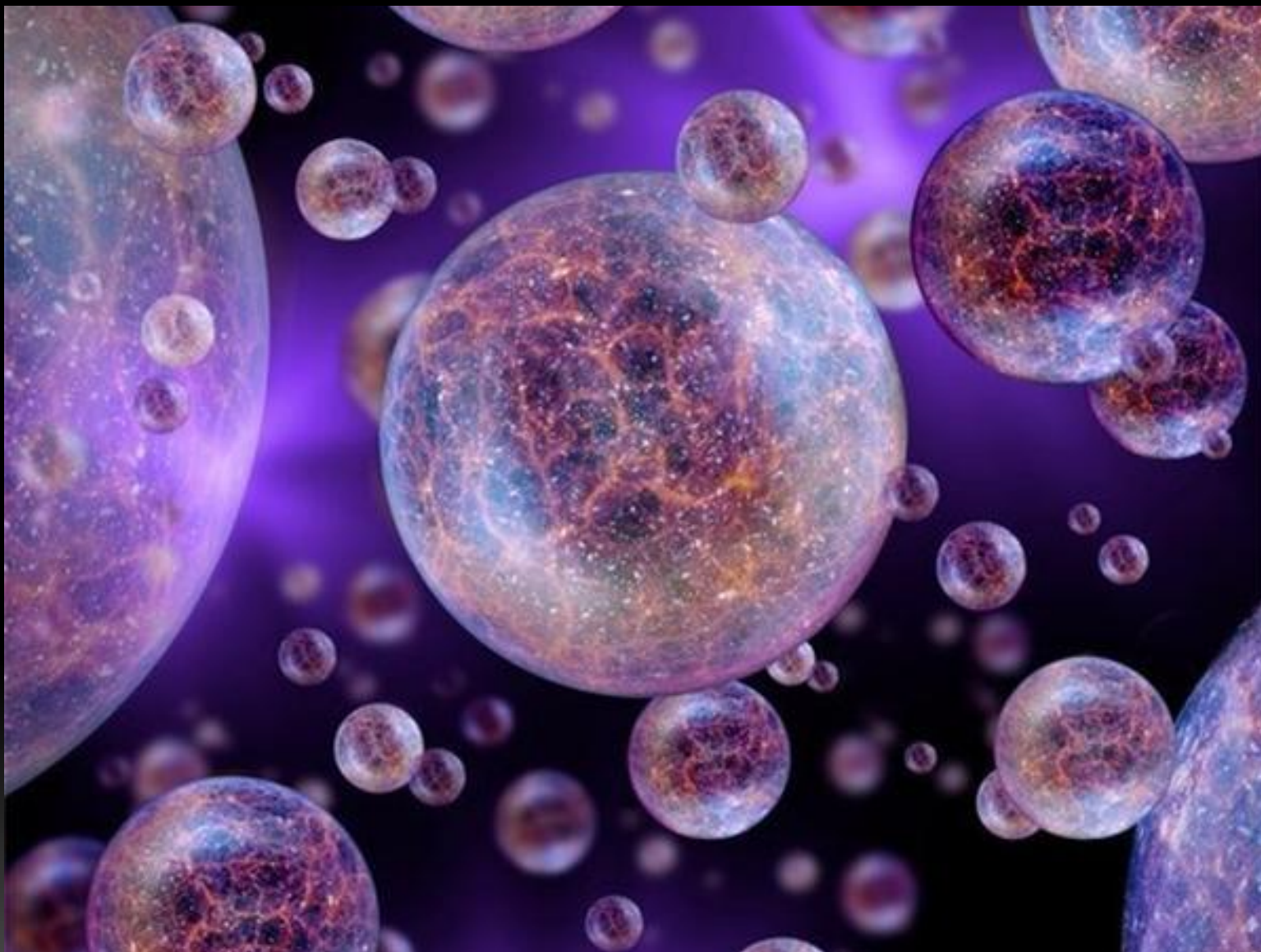
# Мультивселенная

Гипотетическое множество всех возможных реально существующих параллельных вселенных (включая ту, в которой мы находимся). Вселенные, входящие в Мультивселенную, называются альтернативными вселенными, альтернативными реальностями, параллельными вселенными или параллельными мирами.

**М. Тегмарк** предложил **классификацию миров:**

- 1) Уровень 1:** миры за пределами нашего космологического горизонта (внеметagalактические объекты);
- 2) Уровень 2:** миры с другими физическими константами (например, миры на других бранах в М-теории);
- 3) Уровень 3:** миры, возникающие в рамках многомировой интерпретации квантовой механики;
- 4) Уровень 4:** конечный ансамбль (включает все вселенные, реализующие те или иные математические структуры).

# МУЛЬТИВСЕЛЕННАЯ



Миры – это пузыри



# Проблема темной материи и темной энергии

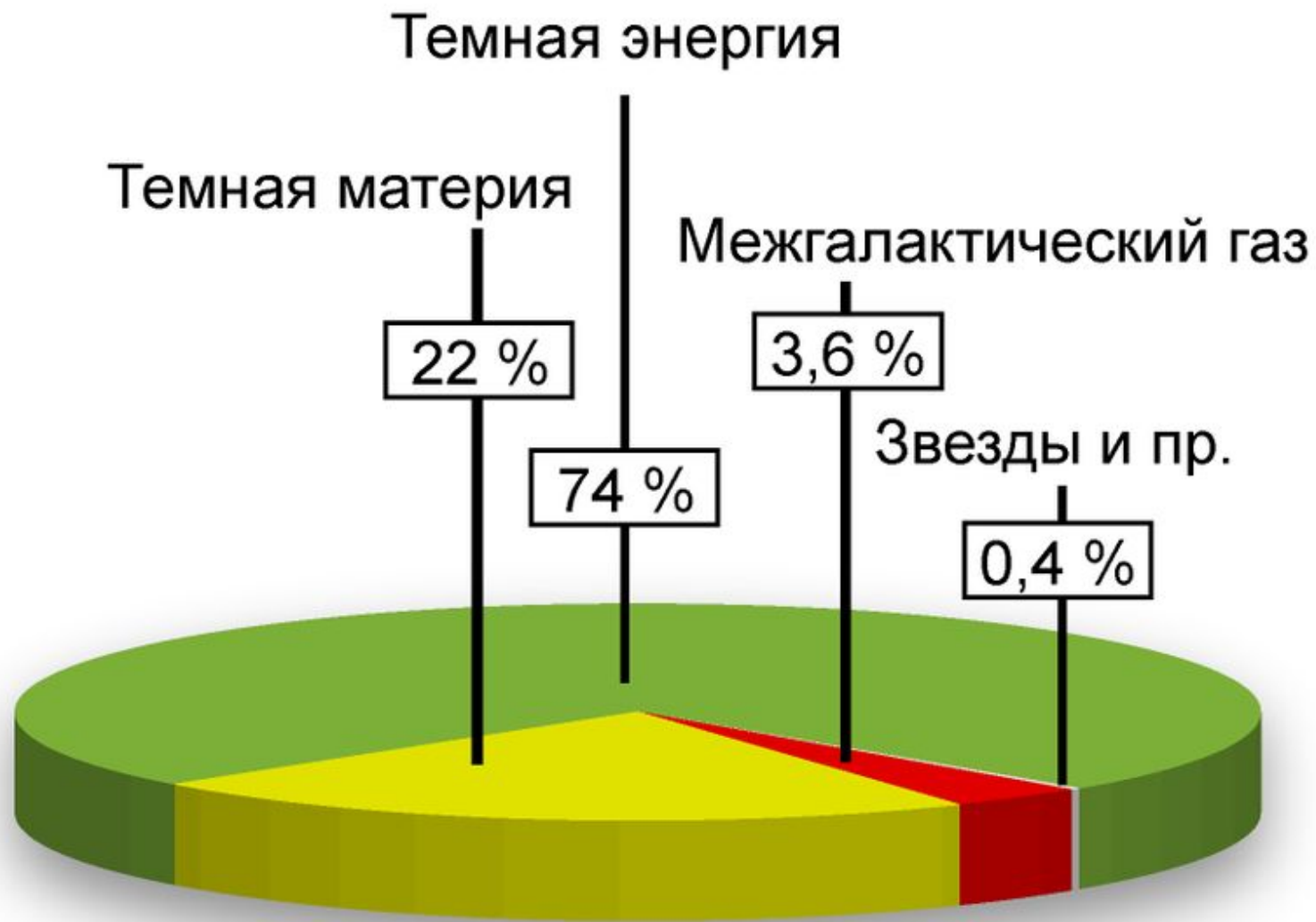
Темная материя и темная энергия – это то, что не видно глазу, однако их присутствие доказано в ходе наблюдений за Вселенной.

**1) Темная материя** – гипотетическая форма материи, которая не испускает электромагнитного излучения и напрямую не взаимодействует с ним. Это свойство данной формы вещества делает невозможным её прямое наблюдение.

Связана с проблемой **скрытой массы**. Гравитационно влияет на объекты: их искажения (изгибы света, миражи звезд и галактик), а также удержание галактик, замедление их разбегания.

**2) Темная энергия** – вид энергии, введенный в математическую модель Вселенной ради объяснения наблюдаемого ее расширения с ускорением. Равномерно распределена по Вселенной. Свойство – **антигравитация**, связана с разбеганием галактик.

# СОСТАВ ВСЕЛЕННОЙ



# Антропный принцип

**Антропный принцип** – один из фундаментальных принципов современной космологии, который фиксирует связь между крупномасштабными свойствами нашей Вселенной (Метагалактики) и существованием в ней человека, наблюдателя. Термин предложил английский математик **Б. Картер (1973)**.

Только при наличии констант Вселенная может создавать элементы нарастающей сложности в ходе своего развития. Константы получены независимо друг от друга. Случайны они или их появление предопределено глобальным процессом самоорганизации? Занимает ли человек особое место во Вселенной или его появление случайно?



# Антропный принцип

## ДВА ВАРИАНТА АНТРОПНОГО ПРИНЦИПА:

1) **Слабый антропный принцип:** то, что мы предполагаем наблюдать, должно удовлетворять условиям, необходимым для присутствия человека в качестве наблюдателя;

2) **Сильный антропный принцип:** Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на определенной стадии развития мог существовать наблюдатель. Вселенная должна иметь свойства, позволяющие развиться разумной жизни.

