



Тема. *Современная научная космология.*

Вопросы:

1. Космология и космогония.
Проблема бесконечности.
2. Антропный принцип в космологии XX века.

Космология и космогония.

- **Космология** - область науки, в которой изучается Вселенная как целое и космические системы как ее части.
- **Космогония** - в современном понимании, раздел астрономии, изучающий происхождение космических объектов и систем.
- **Физика** закладывает теоретический фундамент под все мироздание, описываемое астрономией, космологией и космогонией.
- **Астрономия** представляет необходимые для построения естественно научной картины мира данные наблюдения.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

- Понятие «космос» у древних греков обозначало украшение конской сбруи, в дальнейшем стало указывать на «порядок, строй, красоту».
- Понятие «Вселенная» есть церковнославянский перевод древнегреческого слова «ойкумена - область мира, освоенная человеком».
- После Аристотеля и у римлян, космос отождествляется с миром в целом - Universum-ом.
- В новоевропейское время понятие "космос" теряет свое философское содержание. В это слово начинают вкладывать преимущественно астрономическое содержание, а все сущее начинает именоваться природой (Спиноза), материей (Бэкон), абсолютной идеей (Гегель).

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

- Математик Пифагор (VI-V в. до нашей эры.) первым высказал мысль о шарообразности земли.
- Платон (V-IV в. до н.э.) считал, что астроном изучает на небе идеальный мир, соответствующий достоинствам богов.
- Аристотель (IV в. до н.э.): неизменный и совершенный мир начинается за Луной, в нем господствует пятый элемент – квинтэссенция.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

Геоцентрическая модель

Птолемей (? — 168 г. или (90-160 гг.)).

Земля в центре и не может двигаться. Солнце стоит на третьем месте от Земли, а каждая планета движется не только вокруг Земли, но и по дополнительным орбитам (эпициклам).

Соответствовала христианской космологии и удовлетворяла практическим потребностям, не сильно расходясь с наблюдениями.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

Гелиоцентрическая модель

Николай Коперник (1473-1543).

- Трактат «Об обращении небесных сфер» 1543г.
- «Коперниканский переворот»: полное устранение метафизической иерархии аристотелевского космоса.

Основные положения:

- не Вселенная движется вокруг неподвижной Земли, а Земля перемещается в космическом пространстве. Это противоречило христианскому учению о месте человека в мире.
- идея относительности движения: видимое нашим взором должно быть понято с учетом движения того тела, откуда ведется наблюдение. Универсум - есть универсум ума, образ, в котором ум созерцает сам себя.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

Вселенная представляет наибольший интерес для современного естествознания.

Космос - бесконечно разнообразная лаборатория, где можно изучать такие состояния и процессы, которые недоступны на Земле.

В качестве единицы длины служит **световой год** - расстояние, которое луч света проходит за год.

Световой год = 100000000000000 км
3,26 светового года = 1 pc (парсек)

Представления о неизменности Вселенной до XX века

Если бы
звезды
светили
бесконечно
долго, то в
любом
направлении
и взгляд
упирался бы
в звезду.

Космология и космогония.

- В XX веке на смену представления о стационарной, неизменной Вселенной пришло представление об изменяющейся Вселенной.
- 1922 год - нестационарная релятивистская космология.
- 1929 году - закон Хаббла. Красное смещение тем сильнее, чем дальше находится от нас та или иная галактика.

Представления о нестационарной Вселенной

Эффект Доплера:
число
звуковых
колебаний,
приходящих в
течение
момента
времени от
источника
звука к
приемнику,
зависит от
скорости
движения
источника по
отношению к
приемнику.

Эффект «красного смещения»

Происходит
общее
расширение
метagalактик
и таким
образом, что
чем больше
расстояние
между
звездными
системами,
тем выше
скорость их
взаимного
удаления.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

Галактикой называется большая система из звёзд, межзвёздного газа и пыли, тёмной материи и, возможно, тёмной энергии, связанная силами гравитационного взаимодействия. Обычно галактики содержат от 10 миллионов (10^7) до 1 триллиона (10^{12}) и более звёзд, вращающихся вокруг общего центра тяжести. Кроме отдельных звёзд и разрежённой межзвёздной среды, большая часть галактик содержит множество кратных звёздных систем, звёздных скоплений и различных туманностей. Как правило, диаметр галактик составляет от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч световых лет, а расстояния между ними исчисляются миллионами световых лет.

Хотя около 90% массы галактик приходится на долю тёмной материи и энергии, природа этих невидимых компонентов пока не изучена.

Существуют свидетельства того, что в центре многих (если не всех) галактик находятся сверхмассивные чёрные дыры.

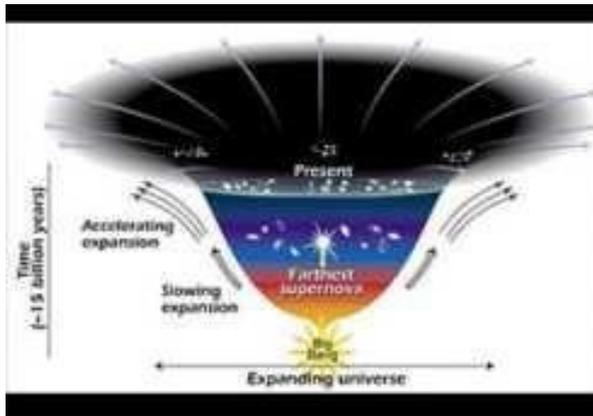
Межгалактическое пространство является практически чистым вакуумом со средней плотностью меньше одного атома вещества на кубический метр. Возможно, что в наблюдаемой части Вселенной находится около 10^{11} галактик.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ.

Космологический постулат:

1. Вселенная однородна в том смысле, что структурные элементы далеких звезд и галактик, физические законы, которым они подчиняются, и физические константы с большой степенью точности одинаковы повсюду.
2. Вселенная однородна с точки зрения распределения вещества.

Космогония: концепция «Большого взрыва»



Представления о первоначальном периоде жизни Вселенной моделируются гипотезой инфляционной Вселенной. В основе этой гипотезы – представление о существовании компенсирующей гравитационное притяжение силы космического отталкивания невероятной величины, которая смогла разорвать некое начальное состояние материи и вызвать ее расширение, продолжающееся по сей день.



Космогония: концепция «Большого взрыва»

Подтверждением факта
Большого взрыва
считается 1964 год –
обнаружение
реликтового
электромагнитного
излучения с
температурой около 3
градусов по шкале
Кельвина (-270С)

Космогония: концепция «Большого взрыва»

Все пространство заполняло «инфлатонное поле». Благодаря случайным колебаниям оно принимало разные значения в произвольных пространственных областях и в различные моменты времени. Случайно не образовалась однородная конфигурация поля размером более 10^{-33} см. Пространственная область, занятая флуктуацией (от лат. колебание - случайные отклонения наблюдаемых физических величин от средних значений), начинает быстро увеличиваться в размерах, а инфлатонное поле стремиться занять положение, в котором его энергия минимальна.

Космогония: концепция «Большого взрыва»

Такое расширение продолжается всего 10^{-35} сек, рост диаметр Вселенной составил как минимум 1027 раз. К окончанию инфляционного периода Вселенная обрела размер примерно 1 см.

Накопившаяся кинетическая энергия переходит в энергию рождающихся и разлетающихся частиц, происходит нагрев Вселенной. Этот момент и называется **Большим взрывом**.

Космогония: концепция «Большого взрыва»

1. Область, занятая инфлатонным полем, разрасталась со скоростью, существенно большей скорости света.
2. Описанная выше картина справедлива для «наблюдателя», находящегося внутри этой области. Причем этот наблюдатель никогда не узнает, что происходит вне той области пространства, где он находится. Другой «наблюдатель», смотрящий на эту область снаружи, никакого расширения не обнаружит вообще. Инфлатонное поле сейчас продолжает существовать и флуктуировать. Но мы – «внутренние наблюдатели» - не в состоянии этого увидеть.
3. После окончания инфляции расстояния между частицами быстро увеличиваются из-за всеобщего расширения. Гравитационные силы притяжения между частицами уменьшают их скорость, поэтому расширение Вселенной после завершения инфляционного периода постепенно замедляется.

Космогония: концепция «Большого взрыва»

4. Происходило охлаждение.
5. Менялся состав материи. Вселенная оказалась заполненной элементарными частицами – протонами, нейтронами, электронами, нейтрино и фотонами. Реликтовое излучение – это как раз следствие аннигиляции (то есть взаимоуничтожения) частиц и античастиц.
6. Температура Вселенной упала до 10^{10} К (возраст Вселенной составлял примерно 1 минуту).

Краткая история вселенной



НАЧАЛО
ОТСЧЕТА

ОДНА
СЕКУНДА

СЕГОДНЯ

Время	10 ⁻³² сек	10 ⁻⁶ сек	3 мин	300 тыс. лет	1 млрд. лет	15 млрд. лет
Температура	10 ²⁷ К	10 ¹³ К	10 ⁸ К	10 000 К	20 К	3 К

ВРЕМЯ

- 10⁻⁴⁵ – 10⁻³⁷ сек
- 10⁻⁶ сек
- 10⁻⁵ сек
- 10⁻⁴ сек – 3 мин
- 400 тыс. лет
- 15 млн. лет
- 1 млрд. лет
- 3 млрд. лет
- 10 - 15 млрд. лет
- 10¹⁴ лет
- 10³⁷ лет
- 10⁴⁰ лет
- 10¹⁰⁰ лет

ТЕМПЕРАТУРА

- Более 10²⁶ К
- Более 10¹³ К
- 10¹² К
- 10¹¹ - 10⁹ К
- 4 000 К
- 300 К
- 20 К
- 10 К
- 3 К
- 10⁻² К
- 10⁻¹⁸ К
- 10⁻²⁰ К
- 10⁻⁶⁰ - 10⁻⁴⁰ К

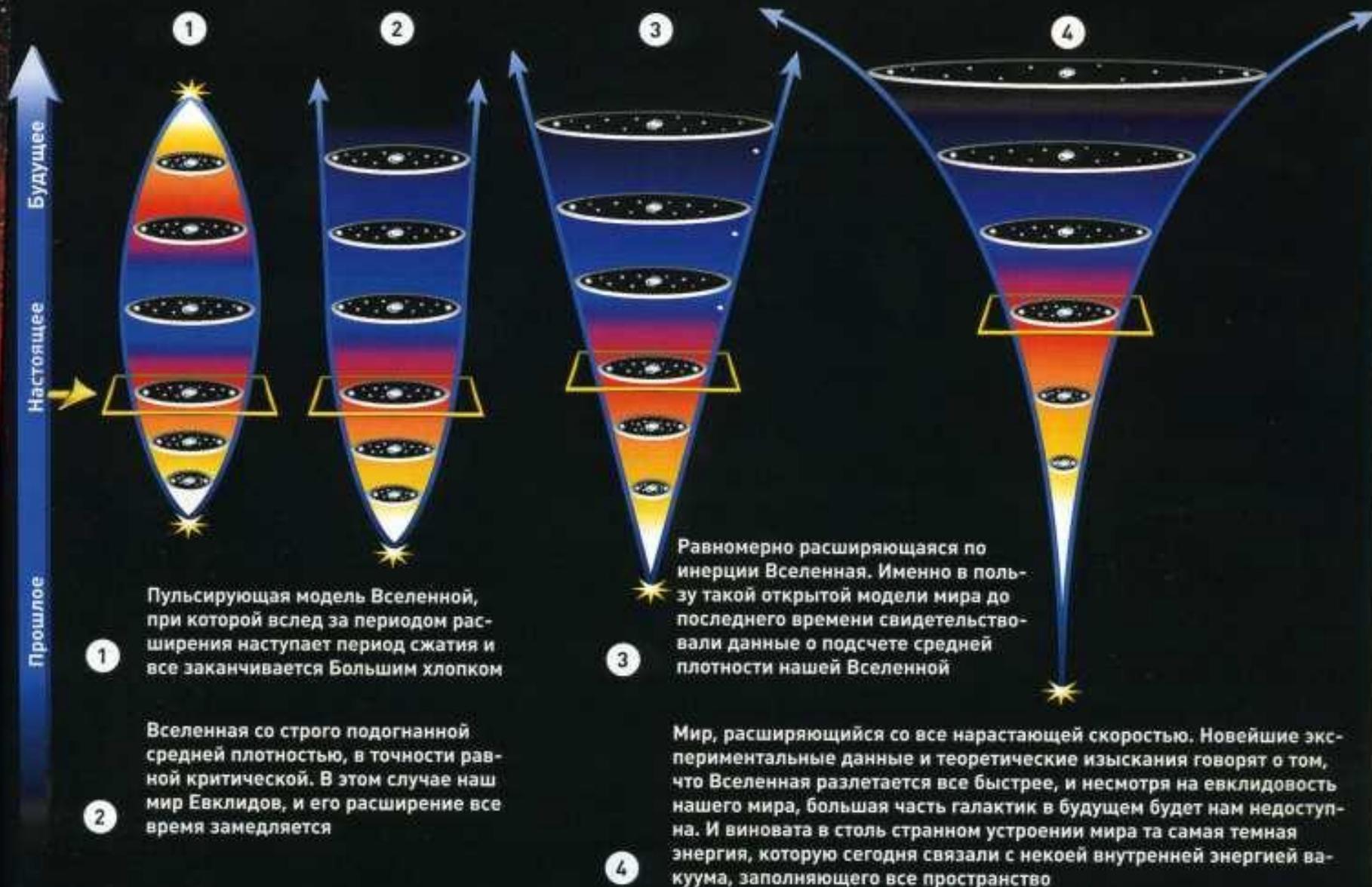
СОСТОЯНИЕ

- Инфляционное расширение
- Возникновение кварков и электронов
- Образование протонов и нейтронов
- Возникновение ядер дейтерия, гелия и лития
- Образование атомов
- Продолжение расширения газового облака
- Зарождение первых звезд и галактик
- Образование тяжелых ядер при взрывах звезд;
- Появление планет и разумной жизни
- Прекращение процесса рождения звезд
- Истощение энергии всех звезд
- Испарение черных дыр и рождение элементарных частиц
- Завершение испарения всех черных дыр

Космогония: концепция «Большого взрыва»

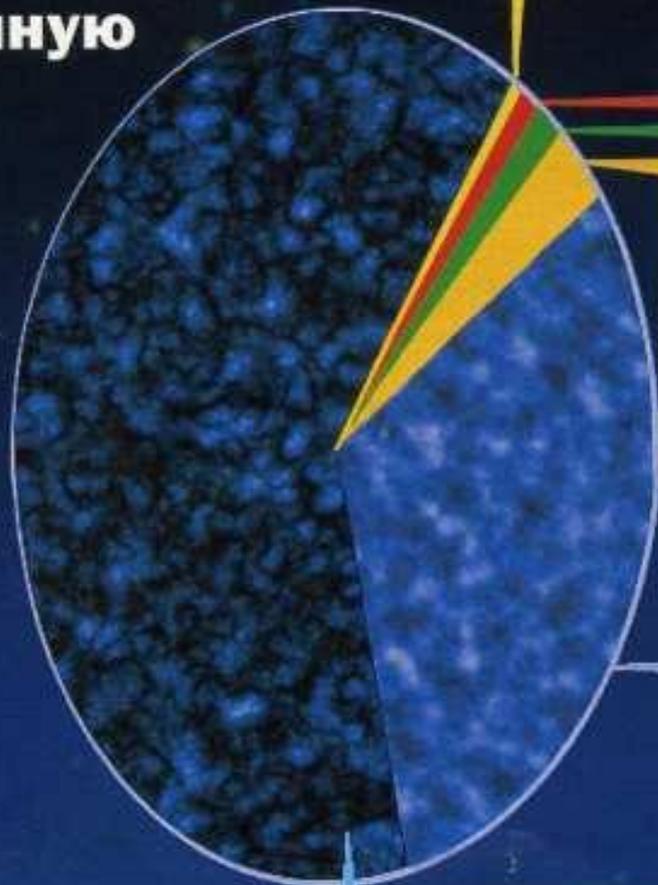
Альвен Х. относит модель Большого взрыва к математическим мифам: «космогоническая теория представляет собой верх абсурда - она утверждает, что вся Вселенная возникла в некий определенный момент подобно взорвавшейся атомной бомбе, имеющей размеры (более или менее) с булавочную головку. Похоже на то, что в нынешней интеллектуальной атмосфере огромным преимуществом космологии Большого взрыва служит то, что она является оскорблением здравого смысла *credo quia absurdum*. Когда ученые сражаются против астрономической бессмыслицы вне храмов науки, неплохо было бы им припомнить, что в самих этих стенах подчас культивируется еще худшая бессмыслица».

Возможные сценарии развития нашего мира



Будущее Вселенной

Компоненты, составляющие Вселенную



Твердые компоненты, наподобие земли 0,03%



Вездесущие нейтрино 0,3%



Звезды светящиеся и уже нет 0,5%



Свободный водород и гелий 4%



Темная материя, невидимая с Земли 30%



Темная энергия, по-видимому, присущая вакууму 65%

Космогония: концепция «Большого взрыва»

На сегодня к «непонятностям» концепции Большого взрыва относят:

1. Сущность скрытой массы (темной материи) и темной энергии.
2. Почему Вселенная содержит гораздо больше частиц, чем античастиц?
3. Почему пространство трехмерно?
4. Почему все константы в природе словно подогнаны так, чтобы возникла разумная жизнь?
5. Что такое гравитация?



Проблема бесконечности мира

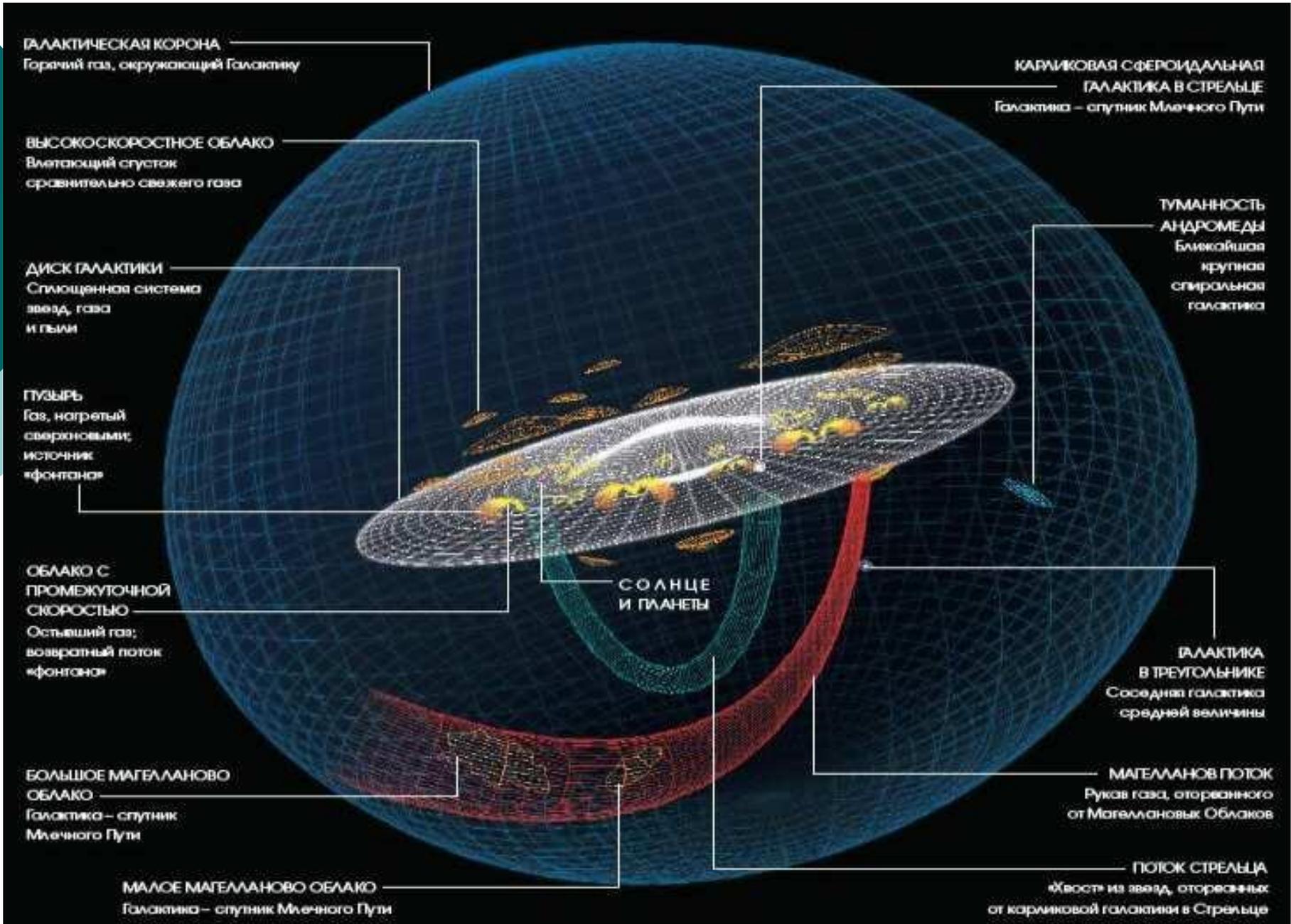
Вселенная безгранична, но конечна.

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГЕНИЯ.



Галактика Млечный путь:

- Солнце находится от центра галактики на расстоянии 30 тыс. световых лет.
- Расстояние между ближайшими звездами в десятки миллионов раз превосходит их поперечники.
- Звезды, составляющие галактику, движутся вокруг ее центра со скоростью 220 км/сек.
- Солнечная система совершает оборот вокруг галактического центра за 250 миллионов лет.
- Совокупность галактик - Метагалактика (мета - от греческого - после).



ГАЛАКТИЧЕСКАЯ КОРОНА
Горячий газ, окружающий Галактику

КАРЛИКОВАЯ СФЕРОИДАЛЬНАЯ ГАЛАКТИКА В СТРЕЛЬЦЕ
Галактика – спутник Млечного Пути

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ОБЛАКО
Влетающий ступак сравнительно свежего газа

ТУМАННОСТЬ АНДРОМЕДЫ
Ближайшая крупная спиральная галактика

ДИСК ГАЛАКТИКИ
Сплюснутая система звезд, газа и пыли

ПУЗЫРЬ
Газ, нагретый сверхновыми; источник «фонтана»

СОЛНЦЕ И ПЛАНЕТЫ

ОБЛАКО С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СКОРОСТЬЮ
Остывший газ; возвратный поток «фонтана»

ГАЛАКТИКА В ТРЕУГОЛЬНИКЕ
Соседняя галактика средней величины

БОЛЬШОЕ МАГЕЛЛАНОВО ОБЛАКО
Галактика – спутник Млечного Пути

МАГЕЛЛАНОВ ПОТОК
Рукав газа, оторванного от Магеллановых Облаков

МАЛОЕ МАГЕЛЛАНОВО ОБЛАКО
Галактика – спутник Млечного Пути

ПОТОК СТРЕЛЬЦА
«Хвост» из звезд, оторванных от карликовой галактики в Стрельце

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГЕНИЯ.

Свойства Метагалактики

1. **однородна** (свойства материи и пространства одинаковы во всех частях Метагалактики) и **изотропна** (свойства материи и пространства одинаковы по всем направлениям).
2. **постоянное расширение**, «разлет» скоплений галактик:
 - «красное смещение» в спектрах галактик,
 - открытие реликтового излучения (фоновое, независимое от направления негалактическое тепловое излучение, соответствующее температуре около 3К).

Солнечная система

- Планеты: (в порядке удаления от Солнца): Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.
- Законы движения планет вокруг Солнца открыл немецкий ученый И.Кеплер (1571-1670).
- Удерживает планеты у Солнца и задает им вращение по замкнутым орбитам сила тяготения. Исаак Ньютон (1642-1727) - открытие закона всемирного тяготения

Солнечная система

По своим физическим характеристикам планеты образуют **две группы**, отличающиеся размерами, плотностью, химическим составом.

1. группа: Меркурий, Венера, Земля, Марс - небольшие планеты, значительной плотности, состоят в основном из силикатов и металлов.
2. группа: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун - малой плотности, быстро вращающиеся вокруг оси, состоящие в основном из летучих элементов.

Солнечная система

Согласно современным представлениям, планеты Солнечной системы образовались из холодного пылевого облака – гипотеза академика Шмидта.

Солнечная система

Центральное тело нашей системы – **Солнце.**

Радиус Солнца составляет 696 тыс. км, что в 109 раз превышает радиус Земли, причём полярный и экваториальный диаметры различаются не более, чем на 10 км. Соответственно, объём Солнца превышает земной в 1,3 миллиона раз. Масса Солнца равна $1,99 \times 10^{30}$ кг, в 330 000 раз больше массы Земли. Средняя плотность Солнца невелика — всего 1,4 г/см³, хотя в центре Солнца она достигает 150 г/см³. Ускорение свободного падения на поверхности Солнца равно 274 м/с², а вторая космическая скорость — 618 км/с.

Ежесекундно Солнце излучает $3,84 \times 10^{26}$ Дж энергии, что в масс-энергетическом эквиваленте соответствует потере массы 4,26 миллионов тонн в секунду.

Температура видимой поверхности Солнца равна 5800 К, в центре Солнца температура достигает 15 000 000 К.

С Земли Солнце выглядит как ослепительно сверкающий диск с угловым размером около половины градуса (видимый угловой размер Солнца незначительно меняется в течение года из-за изменения расстояния Солнце — Земля при годовом движении Земли по орбите). Звёздная величина Солнца равна $-26,7m$; это самый яркий объект на земном небе.

Наблюдения деталей на поверхности Солнца показывают, что оно вращается вокруг оси, наклоненной к плоскости земной орбиты на $82^\circ 45'$. При этом поверхностные слои Солнца вращаются не как твёрдое тело — угловая скорость вращения убывает по мере приближения к полюсам, так что точка на экваторе Солнца совершает один оборот за 25 суток, а точка вблизи полюса — за 30 суток.

Солнечная система. Земля

Физические характеристики							
Экваториальный радиус	6378,14 км						
Полярный радиус	6356,78 км						
Средний радиус	6371,3 км						
Окружность экватора	40 075 км						
Объём	$1,0832 \times 10^{12}$ км ³						
Масса	$5,9737 \times 10^{24}$ кг						
Плотность	5,515 г/см ³						
Площадь поверхности	510 065 700 км ²						
Гравитация в зоне экватора	9,766 м/с ² , или 1 g						
Вторая космическая скорость	11 180 м/с						
Сидерический период вращения	23,934 час.						
Экваториальный наклон к орбите	23,45°						
Температура поверхности	<table border="1"><thead><tr><th>мин.</th><th>средн.</th><th>макс.</th></tr></thead><tbody><tr><td>185 К</td><td>287 К</td><td>331 К</td></tr></tbody></table>	мин.	средн.	макс.	185 К	287 К	331 К
мин.	средн.	макс.					
185 К	287 К	331 К					
Атмосферное давление у поверхности	101,325 кПа						

Космизация науки XX-XXI вв.

Космическая революция в науке: космизация науки совпадает с ее технизацией.

Антропный принцип - положение об особом, привилегированном положении человека во Вселенной: если бы человека не было, Вселенная была бы другой. Данная Вселенная предопределена присутствием в ней нас как наблюдателей.

Вопрос о том, какова Вселенная на самом деле, перестал быть правомерным после создания теории относительности Эйнштейна, с крушением классической парадигмы науки.

Антропный принцип

- Если бы масса электрона была в 3-4 раза больше ее значения, то время существования нейтрального атома водорода исчислялось бы несколькими днями, галактики и звезды состояли бы преимущественно из нейтронов, многообразие атомов и молекул в их современном виде просто не существовало бы.
- Современная структура вселенной очень жестко обусловлена так же величиной $m = m_{\text{нейтрона}} - m_{\text{протона}}$, разницей в массах нейтрона и протона. Разница очень мала и составляет всего около 10 в минус третьей от массы протона. Однако если бы она была в 3 раза больше, то во Вселенной не мог бы происходить нуклеосинтез, и в ней не было бы сложных элементов.
- Увеличение константы сильного взаимодействия всего на несколько % привело бы к тому, что уже в первые минуты расширения Вселенной водород полностью бы выгорел и основным элементом в ней стал бы гелий.
- Константа электромагнитного взаимодействия тоже не может существенно отклоняться от своего значения - $1/137$. Если бы, например, она была больше $1/80$, то все частицы, обладающие массой покоя, аннигилировали бы. Вселенная состояла бы только из безмассовых частиц.
- если бы сила тяготения, создаваемая одним протоном (то есть гравитационная постоянная), была бы чуть меньше, то все звезды были бы красными карликами (небольших размеров и малой светимости). А если бы, наоборот, была бы чуть большей, то все они стали бы огромными голубыми гигантами с высокой светимостью и быстро бы «выгорели». В обоих случаях возле них не могли бы существовать планеты с температурными условиями, пригодными для жизни, а значит, не было бы и нас.