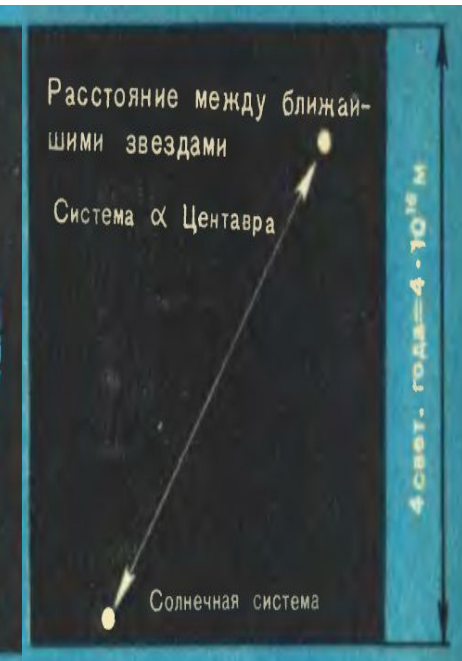
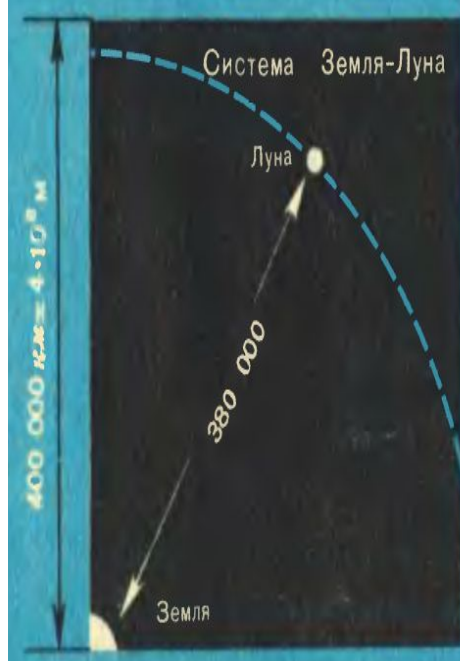
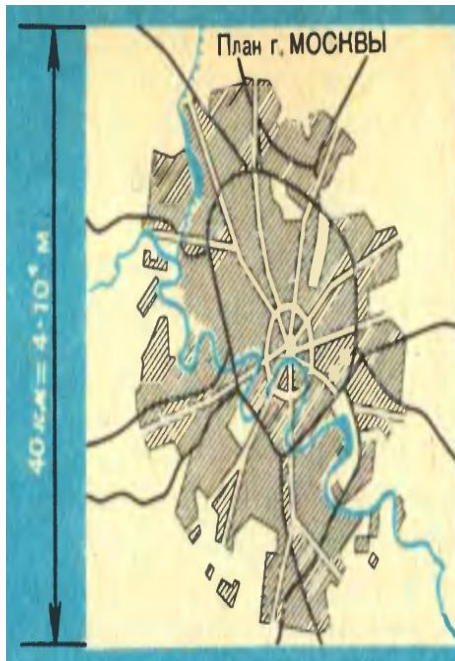
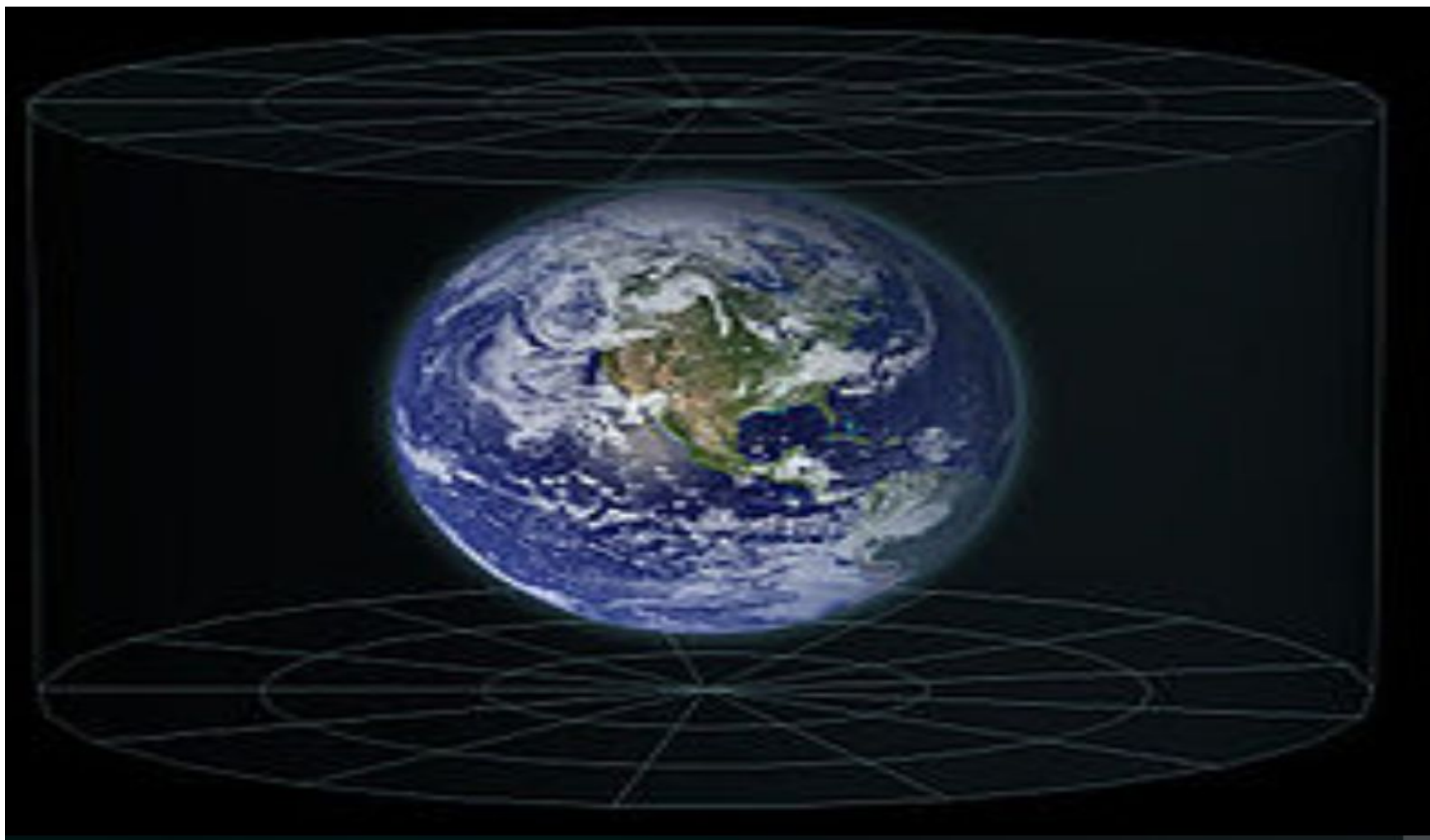


Место Земли во



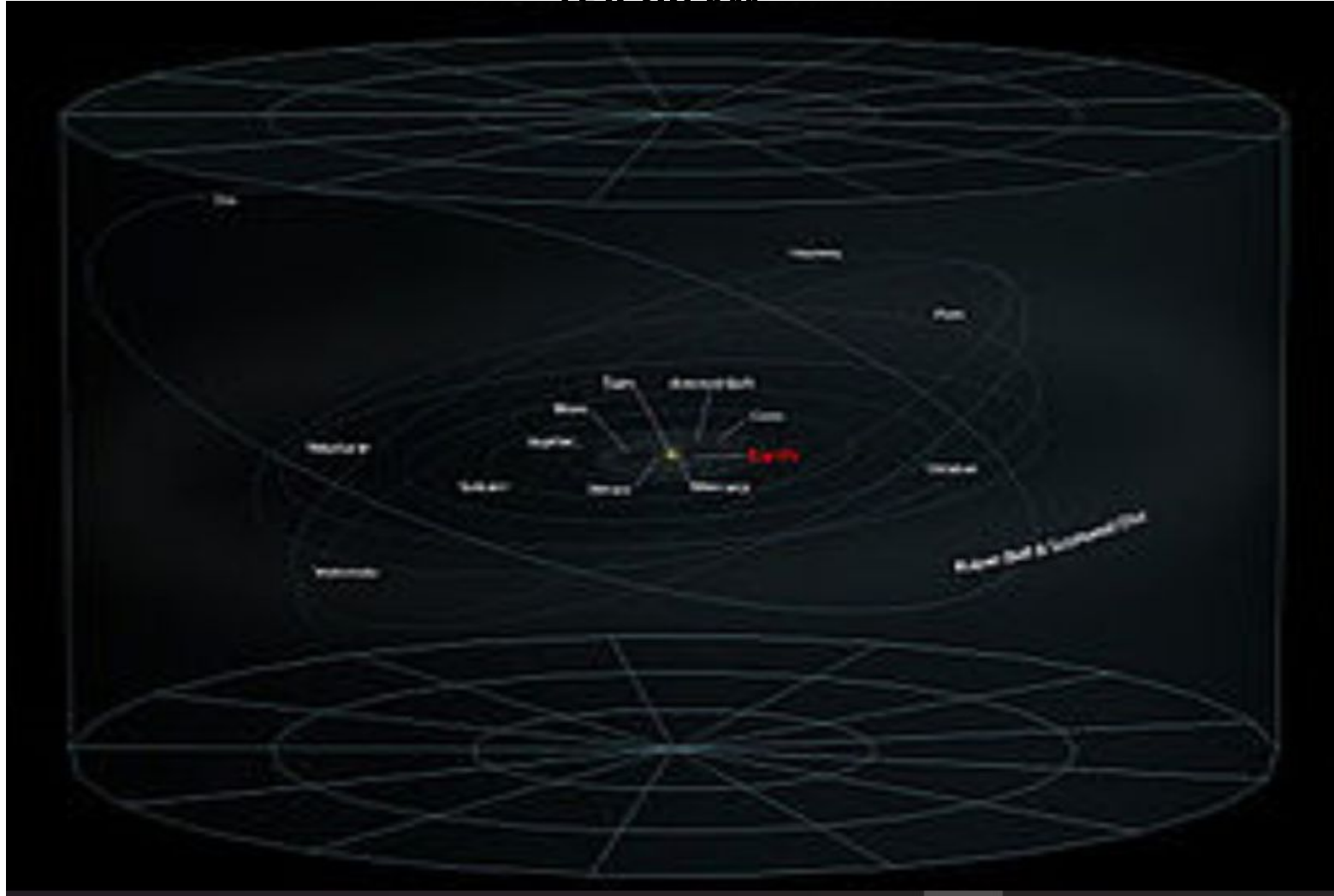
Здесь показаны примерные масштабы наблюдаемой вселенной. Каждый следующий квадрат больше предыдущего в 10 тысяч раз, а последний квадрат больше предыдущего в 100 тысяч раз.

Земля, её диаметр 12700 км.



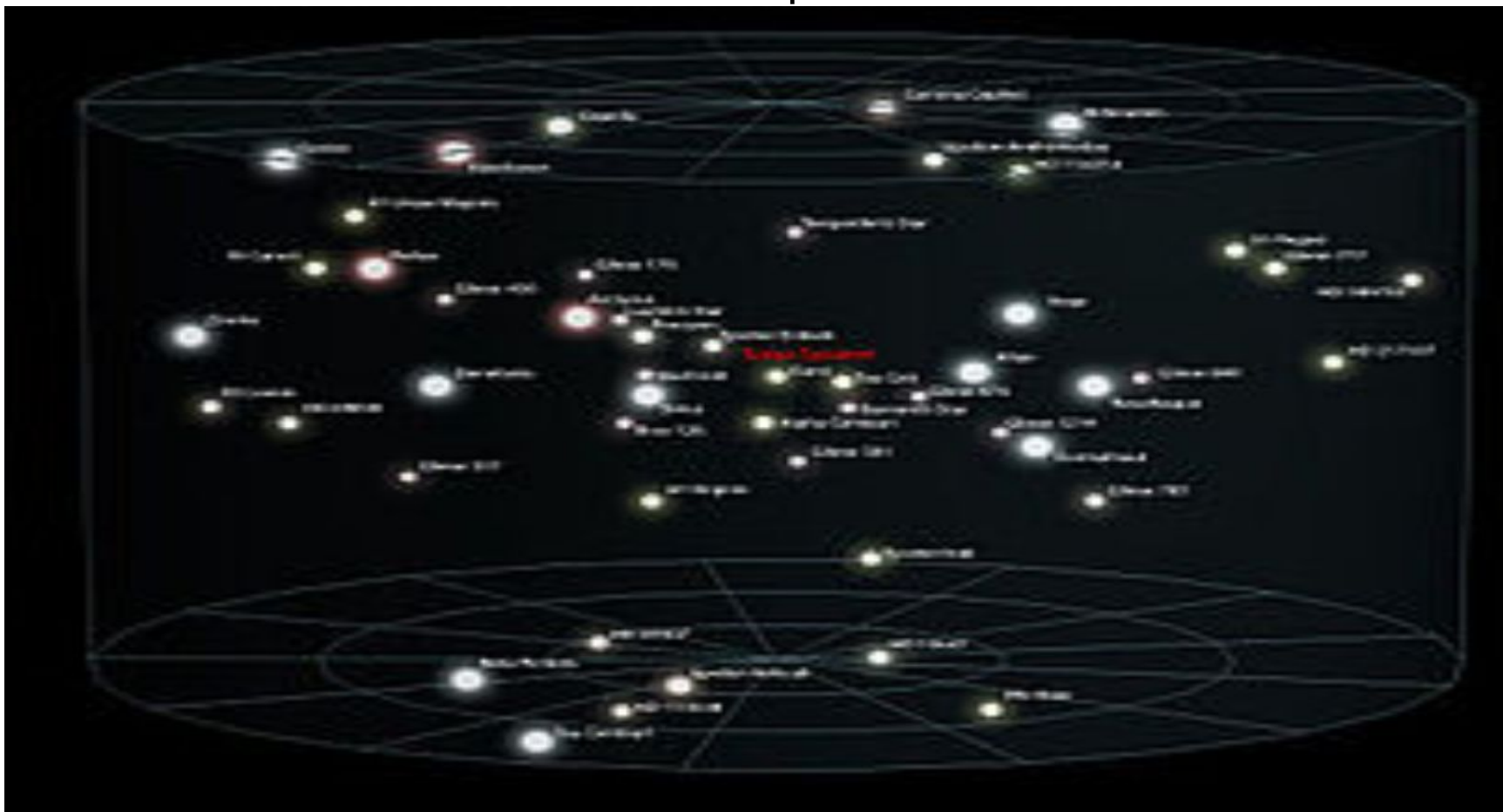
Солнечная система, на ней Земля похожа на маленькую точку, потому что только расстояние до Солнца около 150 миллионов километров (а здесь оно выглядит небольшим отрезком). Уже на этих масштабах расстояние начинают измерять во времени, за проходит свет эти расстояния. 1 световая секунда равна 300

ТЫСЯЧ КМ

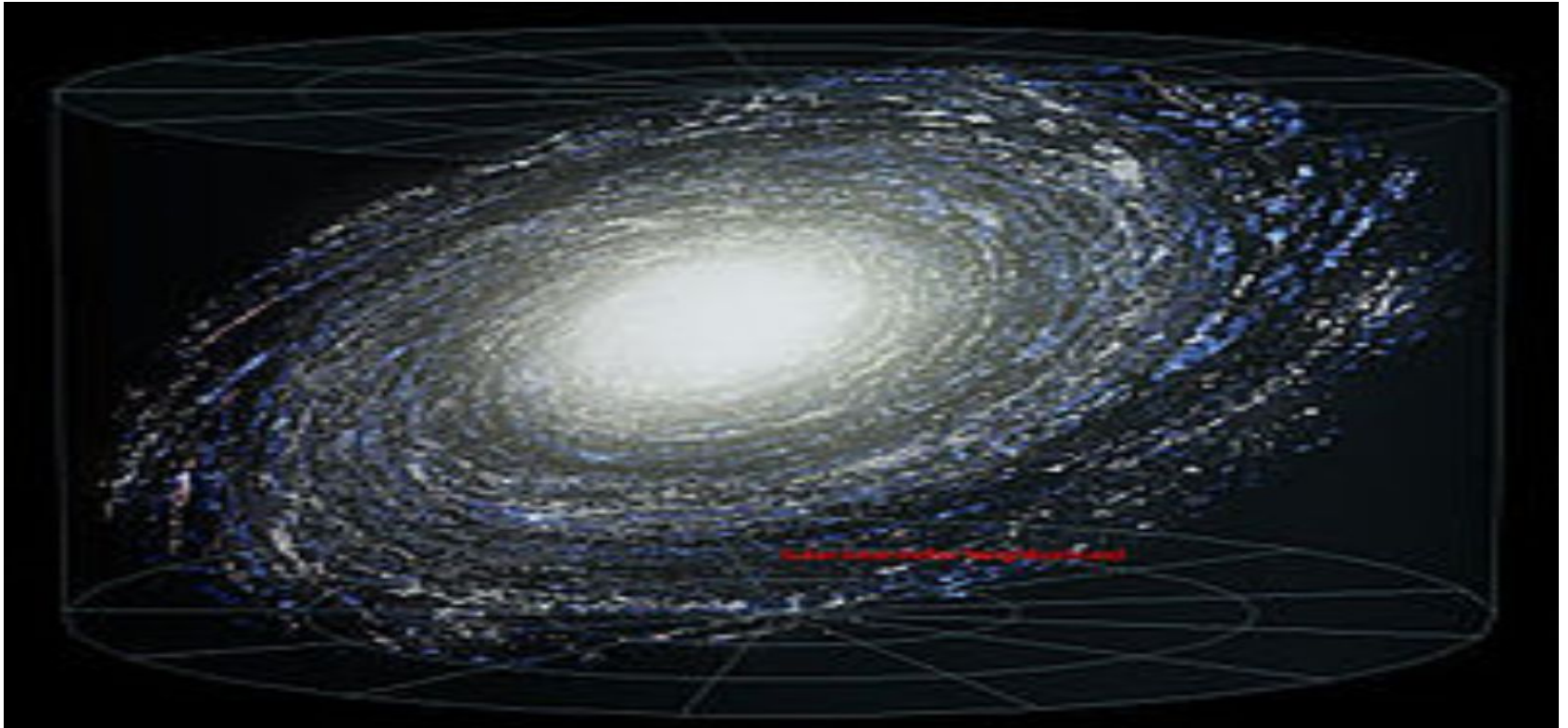


Соседние звёзды.

Расстояния между ближайшими звёздами много больше размеров звёздных систем. Самая близкая звезда к нашей – Альфа Центавра, до неё расстояние составляет около 4 световых лет. Это примерно 120-130 миллионов световых секунд или около 40 триллионов километров.

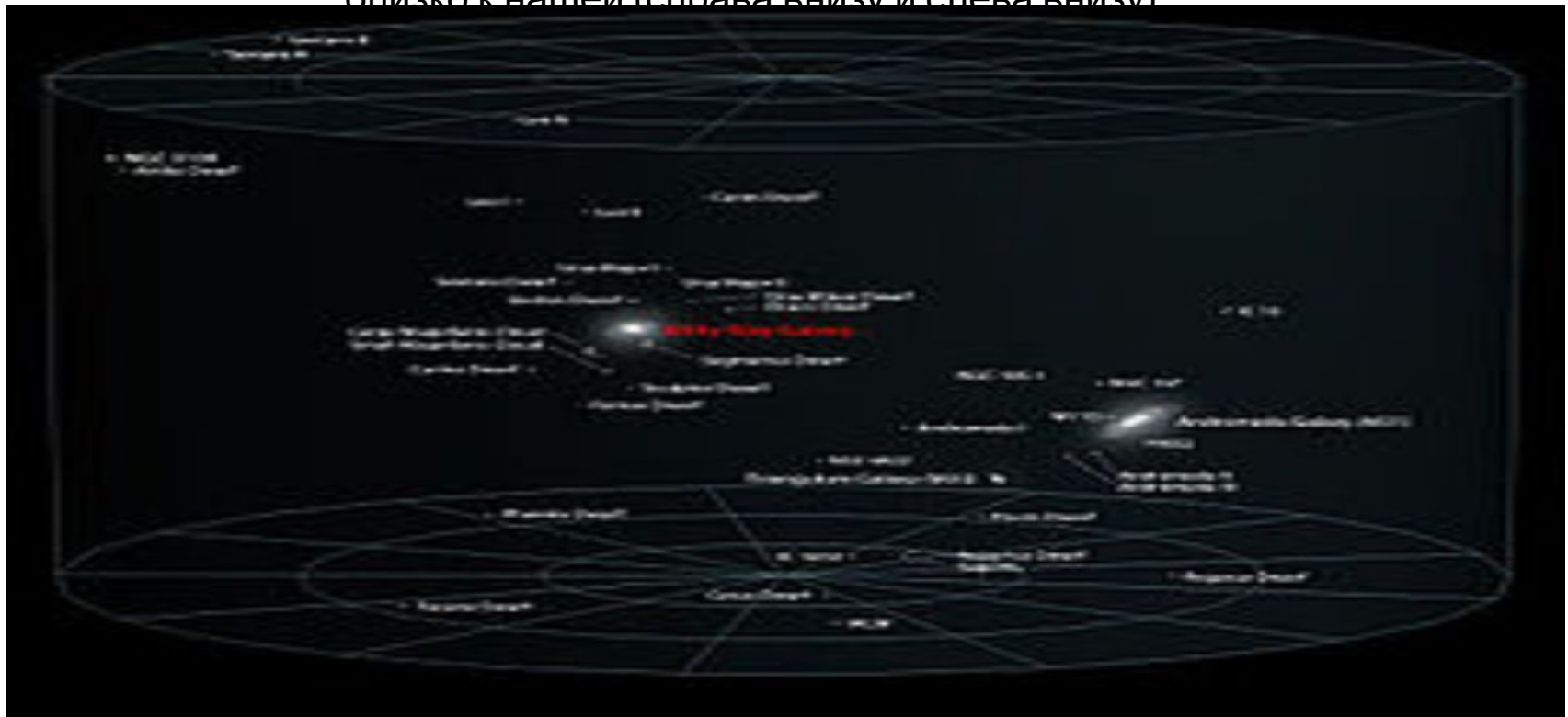


Наша галактика – Млечный путь.
В ней много миллиардов звёзд, её диаметр
около 100 тысяч световых лет. Область,
включающая звёзды, соседние с нами, здесь
может быть изображена только как очень
маленькая точка.



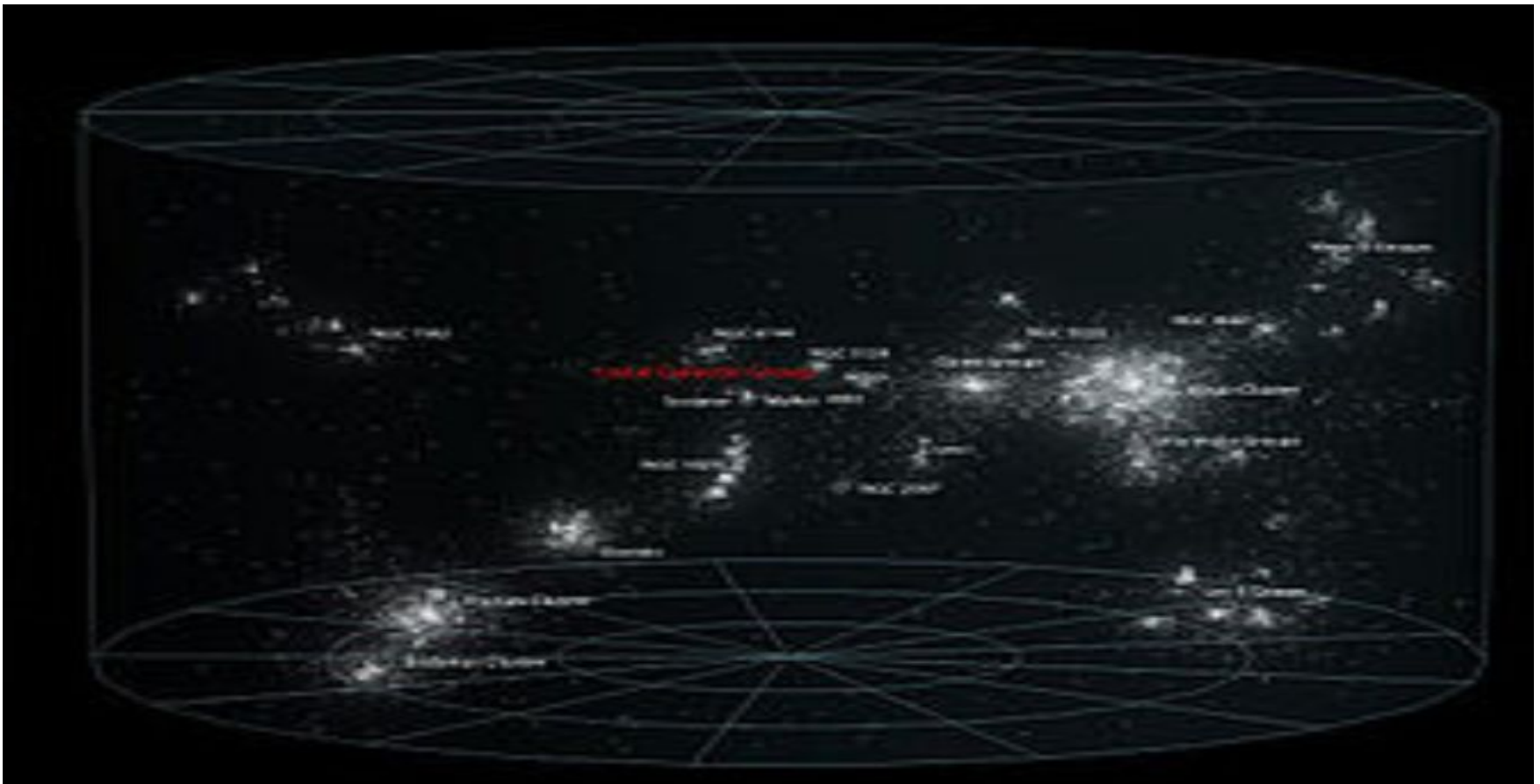
Местная галактическая группа.

Это гравитационно-связанная группа более 40 галактик рядом с нашей (обычно в неё включают около 50-60 галактик). Гравитационная связанность означает, что их притяжение друг к другу существенно влияет на их движение. В космосе галактики не живут по одиночке, а всегда располагаются подобными группами. Характерное расстояние между галактиками в одной группе много больше размера одной галактики – миллионы световых лет. До ближайшей крупной галактики, Туманности Андромеды, 2 миллиона световых лет. На рисунке она справа от нашей. Ближе всего к нам две карликовые галактики– Большое и Маленькое Магеллановы облака, до них расстояние около 150 тысяч световых лет, на рисунке они изображены очень близко к нашей (справа внизу и слева внизу)



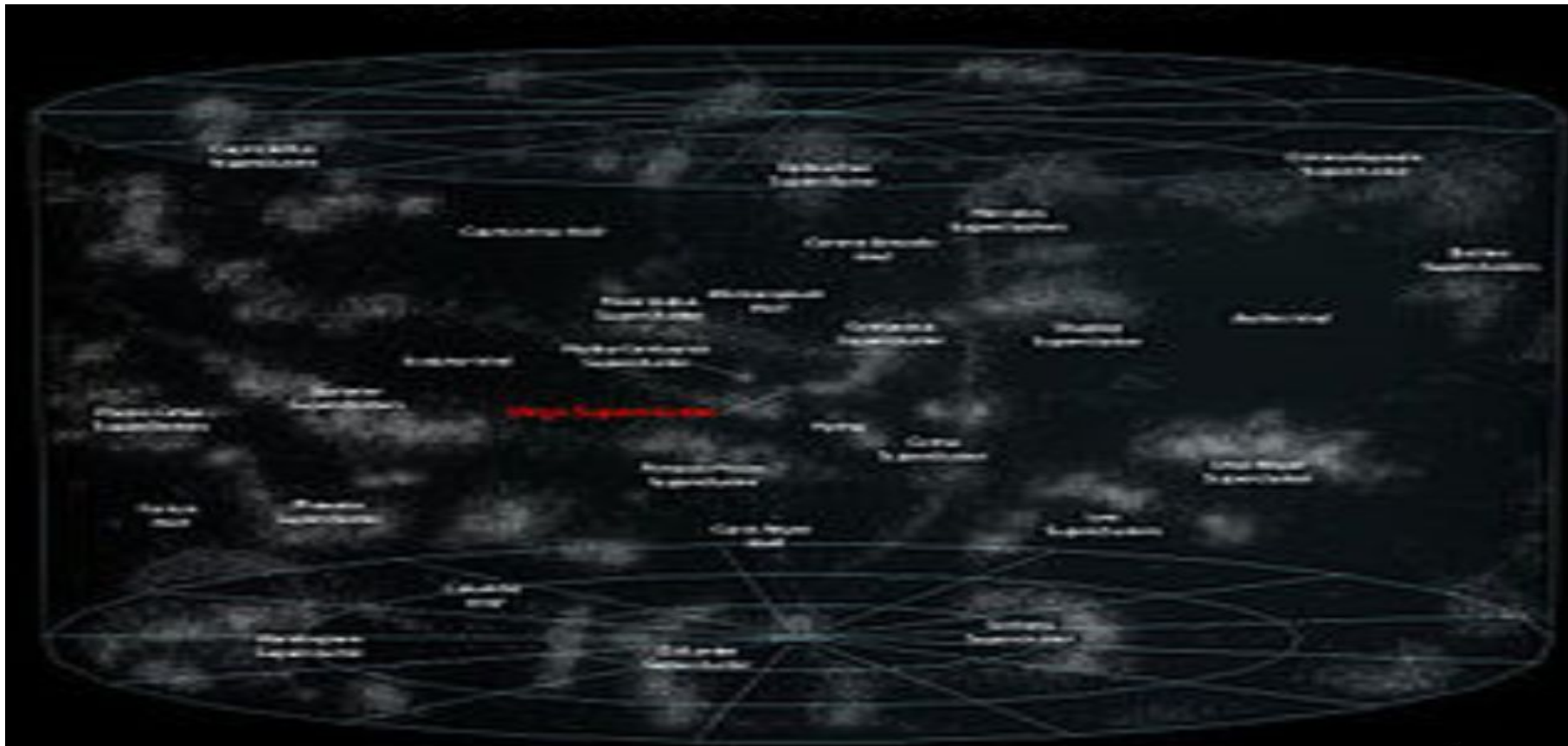
Местное галактическое суперскопление.

Группы галактик собираются в суперскопления из рядом расположенных групп. Подробнее о надгалактических структурах будет в другой лекции. Суперскопления формируют галактические нити – нитеобразные и плоскообразные объекты, состоящие из скоплений галактик.



Ближайшие суперскопления.

Галактические нити образуют ячеистую структуру вселенной. Стенки ячеек состоят из разных суперскоплений, а внутренности пустые. При увеличении масштаба вселенная напоминает пчелиные соты.



Наблюдаемая вселенная (метагалактика).

Наблюдаемая вселенная много меньше всей вселенной, возникшей из большого взрыва. Судить о размерах всей вселенной, однако, довольно трудно и оценки её размера делают с помощью разных моделей Теории Большого Взрыва. Область, указанная на предыдущем рисунке, здесь выглядит как небольшая точка.



Теория большого взрыва.

- **Почему ученые считают, что Вселенная началась со взрыва? Астрономы приводят три очень разные последовательности рассуждений, которые создают прочную основу для данной теории. Давайте рассмотрим их подробнее.**

1. Наблюдаемое расширение вселенной.

- Открытие явления расширения Вселенной. Вероятно, самое убедительное доказательство теории Большого Взрыва вытекает из замечательного открытия, сделанного американским астрономом Эдвином Хабблом в 1929 году. До этого большинство ученых считали Вселенную статичной — неподвижной и не меняющейся.
- Но Хаббл обнаружил, что она расширяется: группы галактик разлетаются одна от другой, так же как осколки разбрасываются в разных направлениях после космического взрыва.
- Очевидно, что если какие-то объекты разлетаются, то когда-то они были ближе один к другому. Проследивая процесс расширения Вселенной назад во времени, астрономы пришли к выводу, что около 14 миллиардов лет назад . Вселенная представляла собой невероятно горячее и плотное образование, высвобождение огромной энергии из которого было вызвано взрывом колоссальной силы.

2. Реликтовое излучение.

- Открытие космического микроволнового фона. В 1940-х годах физик Георгий Гамов понял, что Большой Взрыв должен был породить мощное излучение. Его сотрудники предположили также, что остатки этого излучения, охлажденные в результате расширения Вселенной, могут все еще существовать.
- В 1964 году Арно Пенциас и Роберт Вилсон из *AT & T Bell Laboratories*, сканируя небо с помощью радиоданной, обнаружили слабое равномерное потрескивание. То, что они сначала приняли за радиопомехи, оказалось слабым "шелестом" излучения, оставшегося после Большого Взрыва. Это однородное микроволновое излучение, пронизывающее все космическое пространство (его еще называют реликтовым излучением). Температура этого *космического микроволнового фона* (cosmic microwave background) в точности такая, какой она должна быть по расчетам астрономов ($2,73^\circ$ по шкале Кельвина), если охлаждение происходило равномерно с момента Большого Взрыва. За свое открытие А. Пенциас и Р. Вилсон в 1978 году получили Нобелевскую премию по физике.

3. Изобилие гелия в космосе.

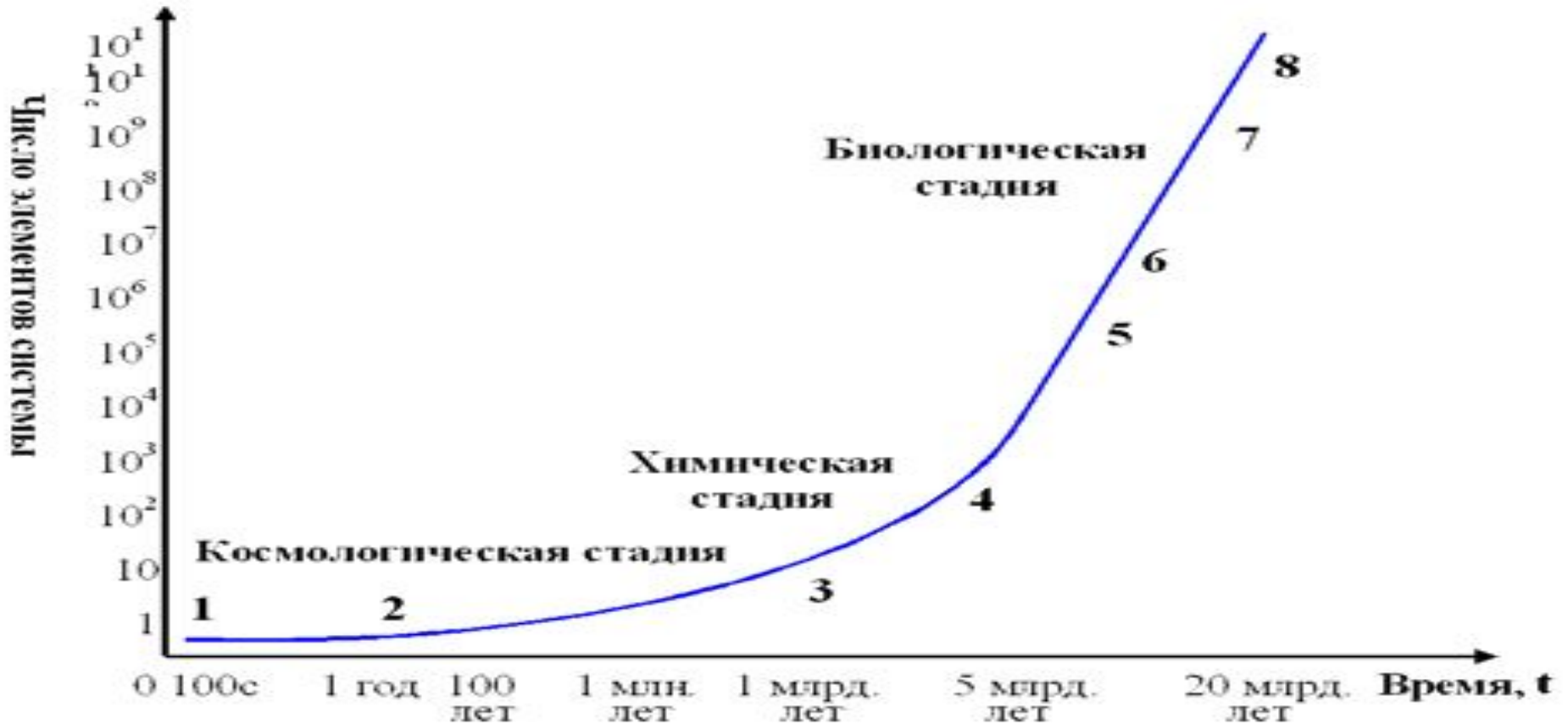
- Астрономы обнаружили, что по отношению к водороду количество гелия в космосе составляет 24 % (остальных химических элементов по имеющимся данным менее 2 % во вселенной). Причем ядерные реакции внутри звезд идут недостаточно долго для того, чтобы создать так много гелия. Но гелия как раз столько, сколько теоретически должно было образоваться во время Большого Взрыва.
- Содержание химических элементов определяется анализом излучения от космических объектов (в основном звёзд).
- Как оказалось, теория Большого Взрыва успешно объясняет явления, наблюдаемые в космосе, но остается только отправной точкой для изучения начального этапа развития Вселенной. Например, эта теория, несмотря на ее название, не выдвигает никаких гипотез об источнике "космического динамита", который и вызвал Большой Взрыв.

Если считать, что с момента Большого Взрыва до настоящего времени прошел 1 год, можно составить следующий календарь событий этого года:

Новый Год, 1 января, 0 ^h 00 ^m 00 ^s - Большой Взрыв		
В тот же миг произошло возникновение Метагалактики		
1 января, полдень		образовались первые атомы
Март		образовались первые галактики
Апрель		Образовалась наша Галактика
Июнь		процесс образования галактик в основном завершился
Сентябрь		Возникновение Солнца Возникновение Солнечной системы
Октябрь		Возникновение жизни(микроорганизмы)
Ноябрь		Микробиоты, возникновение фотосинтеза
Декабрь,	1-5	Образование кислородной атмосферы
	15	Первые многоклеточные
	20	Возникновение беспозвоночных
	26	Первые динозавры
	27	Первые млекопитающие
	28	Первые птицы
	29	Вымирание динозавров
	30	Первые приматы
	31 декабря, 14 ^h 22 ^h 30 ^m	
Новый год 1 января, 00 ^h 00 ^m 03 ^s - XX век.		

Эволюция материи в Метагалактике:

- 1. Атомные ядра
- 2. Атомы
- 3. Молекулы (наиболее сложные молекулы межзвездной среды содержат до 13 атомов)
- 4. Пылинки, частицы вещества, содержащие до 100 атомов
- 5. Гигантские молекулы-полимеры
- 6. Одноклеточные живые организмы
- 7. Хордовые (позвоночные)
- 8. Человек



Сценарии судьбы вселенной.

- Варианты развития вселенной рассчитывают на основе общей теории относительности – современной теории гравитации. Вселенная рассматривается упрощённо как большой однородный расширяющийся шар. Такие модели предусматривают три варианта будущего – сжатие, замедляющееся расширение и ускоряющееся расширение.
- В настоящее время средняя плотность галактического вещества $\rho = 3 \times 10^{-31} \text{ г/см}^3$, однако масса каждой галактики много больше общей массы всех наблюдаемых в ней объектов. Видимое вещество составляет менее 5% плотности Метагалактики, а невидимое, "темное", неизвестной природы, – свыше 95%! В настоящее время установлено, что около 20-25 % - это известные нам виды материи (молекулярные облака, остатки звёзд, карликовые звёзды, которые сложно увидеть и тому подобные объекты). А 75 % неизвестной массы составляет так «темная материя», природа которой до сих пор неизвестна. Первые попытки изучения распределения скрытого вещества в пространстве Метагалактики показали, что оно неоднородно и обладает сложной волокноподобной структурой. Эти волокна обычно называют «волосами».
- Будущее зависит от точного значения плотности вселенной и от величины тёмной энергии – энергии неизвестной природы, которая равномерно распределена в пространстве и усиливает расширение нашей вселенной. Известно, что если наши модели верны, то плотность нашей вселенной близка к критической (если она больше, то должно быть сжатие, если меньше – то замедляющееся расширение). Однако в последние десятилетия была открыта тёмная энергия, которая составляет около 75 % энергии всей вселенной, а оставшиеся 25 % приходятся на известные виды вещества (около 4-5 %) и на тёмную материю (около 20 %). Тёмная энергия заставляет нашу вселенную расширяться с ускорением. Дальнейшая судьба нашей вселенной зависит от того, насколько велико это ускорение. Возможны 2 варианта – вечное ускоренное расширение и «конец света» . Во втором случае вселенная не будет существовать вечно, её материя, пространство и время полностью будут разрушены через некоторое время ускоренным расширением.

Как может произойти «конец света»?

- Этот сценарий предполагает достижение бесконечной скорости расширения за конечное время. Это означает полное разрушение материи, пространства и времени нашей вселенной, чтобы понять, что это значит, надо знать, что было до Большого Взрыва.
- Первые признаки конца света будут видны небе – звёзды вначале покраснеют, а потом мы перестанем их видеть. Вначале это произойдёт с более удалёнными звёздами и галактиками, потом с находящимися рядом.
- Потом расширение достигнет такой скорости, чтобы начать отрывать Землю от Солнца, но замёрзнуть мы не успеем, так как начнёт разрушаться Земля.
- Дестабилизация земной коры и ядра вызовет массовые землетрясения, вулканическую активность, новые расколы земной коры. Нас будут ожидать массовые катаклизмы, связанные с этим – например, цунами, вызванные землетрясениями, огромные пожары из-за извержения вулканов.
- В конце концов жизнь на планете будет уничтожена в результате разрушения земной коры. Раскалённая лава выйдет на поверхность и всё сгорит, даже океаны испарятся.
- После этого распадётся даже вещество и атомы, пространство и время. Вся вселенная прекратит существование (возможно, вернётся в какое-то неизвестное нам состояние, которые было до Большого Взрыва).
- Если верна теория космической инфляции Линде (самая популярная на данный момент среди современных физиков-теоретиков), то Большой Взрыв – это просто возникновение пузыря в первичном вакууме, который постоянно «кипит». Пузыри-вселенные всё время образуются (для каждой из них это момент Большого