

История истории Вселенной

А.М.Черепашук

ГАИШ МГУ

Общее собрание отделения физических наук РАН
17.12.12

Астрономия - древнейшая наука.

- **7 - 8 тысячелетия до н.э.:**

Следы астрономической деятельности в виде наблюдательных площадок, астрономических рисунков и лунных календарей на стенах древнейших пещер. Эти следы относят к так называемой «доисторической астрономии».

- **3-е -2-е тысячелетия до н.э.:** Астрономическая деятельность, отраженная в письменных источниках (астрономия историческая).

- **Даже в 20-ом тысячелетии до н.э.,** по-видимому, имеются свидетельства астрономической деятельности человека. Например, найденный под Ачинском жезл из кости мамонта с числом лунок в его орнаменте, соответствующим различным астрономически значимым периодам.

Зарождение естественнонаучного осознания Вселенной.

- **1-е тыс. до н.э.:** первые попытки осознания Вселенной как упорядоченного устройства, попытки понять ее состав, собственные законы, даже происхождение.
- Наиболее ранние дошедшие до нас такие идеи пробивались в религиозных космофизических «гимнах» - Ведах древних индийцев, в хрониках придворных астрономов-чиновников Китая (где астрономия была государственной службой), но особенно ярко и многообразно они проявились в поэмах «О Природе» (в смысле «О сущности вещей») у первых натурфилософов и астрономов Древней Греции с ее не тоталитарным устройством и большей свободой мышления.
- **X век до н.э.:** В древнеиндийской «Ригведе» (Книге гимнов) сказано, что Земля – «обширное плоское пространство», покрытое сверху небом – «голубым сводом», усеянным звездами.

- Помимо прикладного использования ранней астрономии для ориентации в пространстве и времени в ней отразился ее ранний культовый характер – поклонение светилам (первоначальные астральные формы религии) и использование небесных явлений как сигналов с неба (зарождение астрологии).
- Умение, на основе наблюдений предсказывать некоторые периодические явления делало астрономию в руках ее руководителей-жрецов в тоталитарных государствах типа Древнего Египта и Вавилонии в Месопотамии, с их вертикалью власти, большой политической силой. Поэтому культовая жреческая астрономическая деятельность была строго засекреченной.

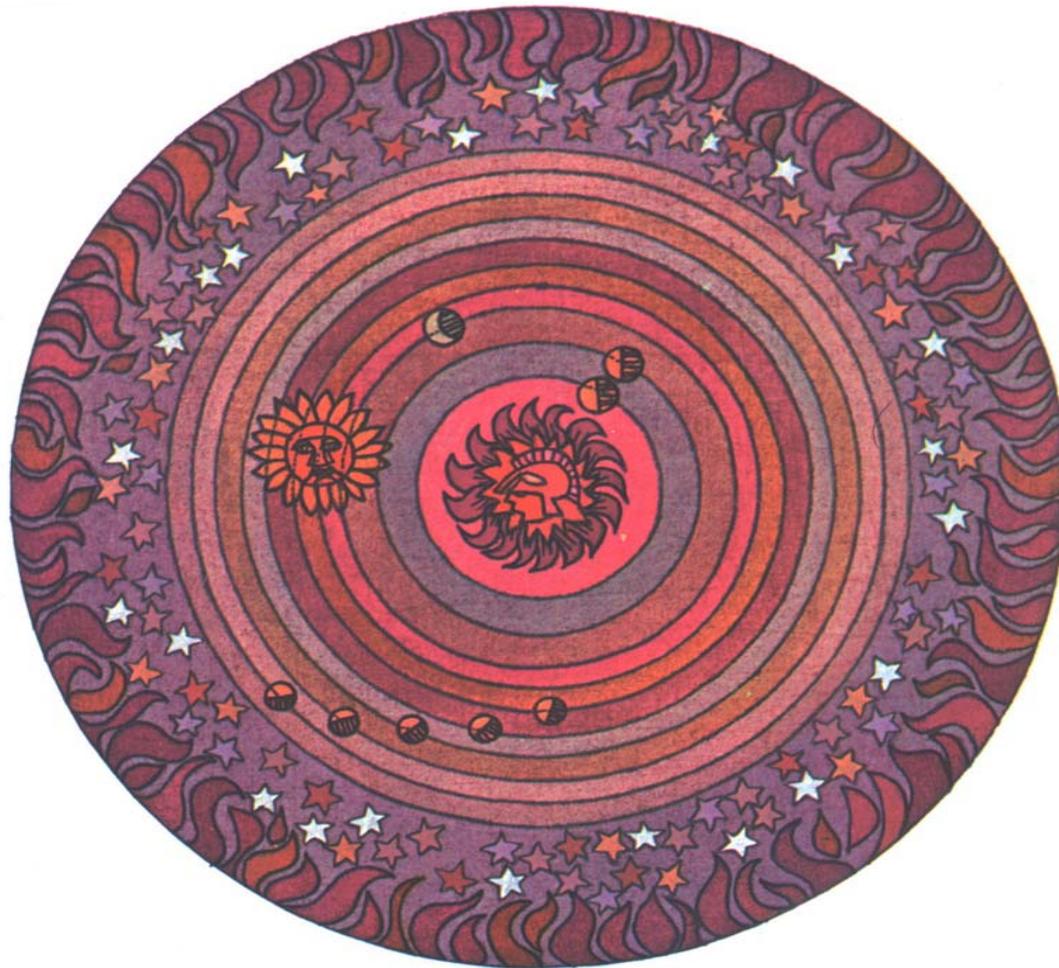
Древнейшие идеи о «привычных» и новых формах материи Вселенной

- Свести все многообразие наблюдаемого мира к немногим первичным элементам - первая тенденция, проявившаяся во всех древнейших очагах цивилизации на Земле. Обычно в качестве первооснов мыслились, по аналогии, как некие обобщенные понятия –
- «вода» как вечно движущаяся среда (родоначальник греческой науки Фалес Милетский, VII в. до н.э., считал, что на ней и держится-плавает тяжелая плоская цилиндрическая Земля);
- «воздух» как вездесущий, проявляющийся в ветре и вихрях (Анаксимен, VI в. до н.э., полагавший, что именно на вихре воздуха, как на подушке, держится Земля);
- Или же «огонь» - как наиболее легкий, проявляющийся в светилах. Так было у Анаксимандра (VII в. до н.э.) – ученика Фалеса и учителя Анаксимена, а также и у пифагорейца и огнепоклонника -зороастрийца Гераклита Эфесского (V в. до н.э.).

Плоская Земля в центре Мира.



Большая Вселенная Анаксимандра (VII в. до н.э.) - из темных эфирных колец, возникших в результате перегрева и разрыва центрального тела-«зародыша» на несколько сфер-колец («космосов»), заполненных огненной материей, видимой сквозь их щели как небесные светила, и окруженных внешней огненной средой. Солнце и Луна выше звезд! В центре плоская, в форме цилиндра (по Фалесу) Ойкумена (т.е. Обитаемая Земля, с выделенной Грецией - отголосок первобытного топоцентризма мира).



Первая *не-геоцентрическая*, пифагорейская модель мира с **движущейся Землей**. В центре – священный очаг Гестия. Впервые обнародована пифагорейцем Филолаем, V в. до н.э.

Мировой эфир Платона

- Платон (IV в. до н.э.), древнегреческий философ, математик и астроном, добавил к четырем «земным» элементам-сущностям первоматерии пятый - особый «небесный» первоэлемент, пятую сущность («квинт-эссенция»), дав ему имя «эфир».

- Древнеиндийские натурфилософы (IV век до н.э.) выдвинули еще одну любопытную идею. Они предполагали, что некая **невидимая мировая среда, которую они называли «пра́на», обладает свойствами самодвижения, вроде «дыхания» и находится в состоянии «натяжения».**
- Не исключено, что такое представление могло возникнуть также по аналогии – из наблюдений проявления поверхностного натяжения воды: разбегания во все стороны брошенной на нее горстки легкой пыли...
- (Не напоминает ли это образ «пустой» Вселенной де Ситтера?..)

Атомистика и геометризация материи.

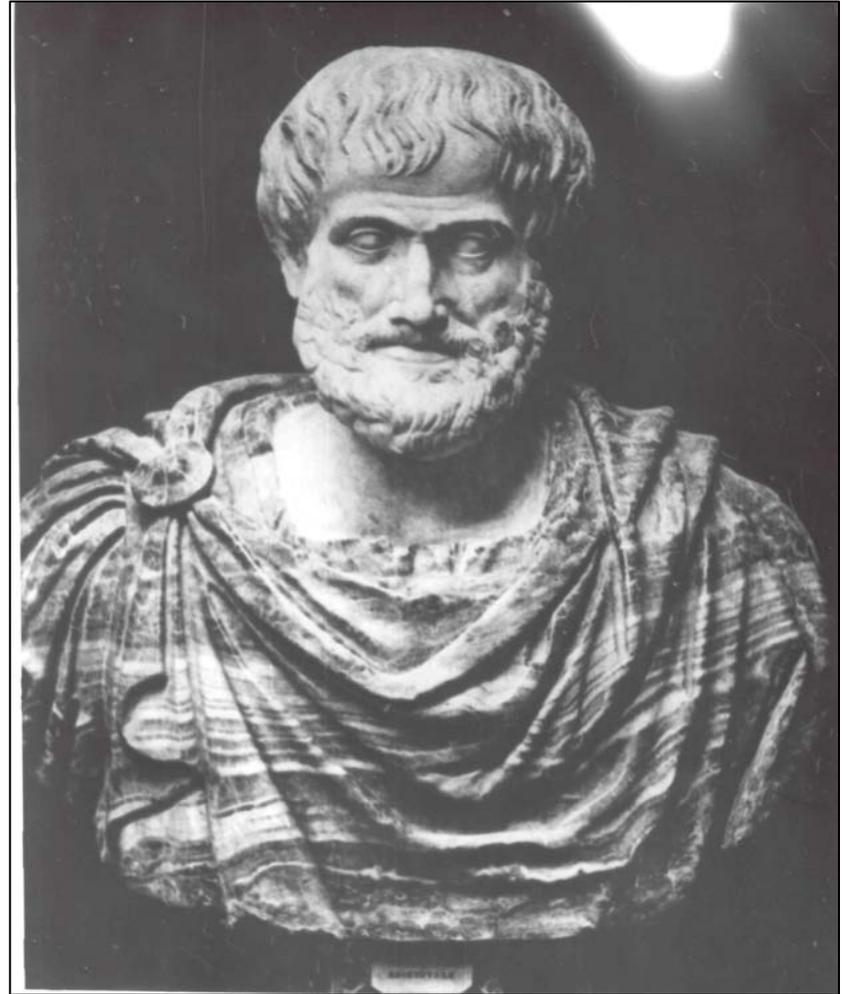
От Демокрита к Платону.

- Впервые материю представили состоящей из микрочастиц-атомов Левкипп и Демокрит (V-IV вв. до н.э.), различая их только по размерам и сложности формы (без конкретизации ее).
- Платон, их младший современник, основатель афинской академии, на входе в которую была предупреждающая надпись: «Не знающий геометрии да не войдет».
- Он впервые ввел геометризацию в понятие первоэлемента: частицам каждого первоэлемента он придал форму одного из пяти правильных выпуклых многогранников («платоновы тела»): куба (частицы земли), тетраэдра (элементы воздуха), октаэдра (для огня), икосаэдра (20-гранника, элементам воды), додекаэдра (12-гранника - частицам эфира).

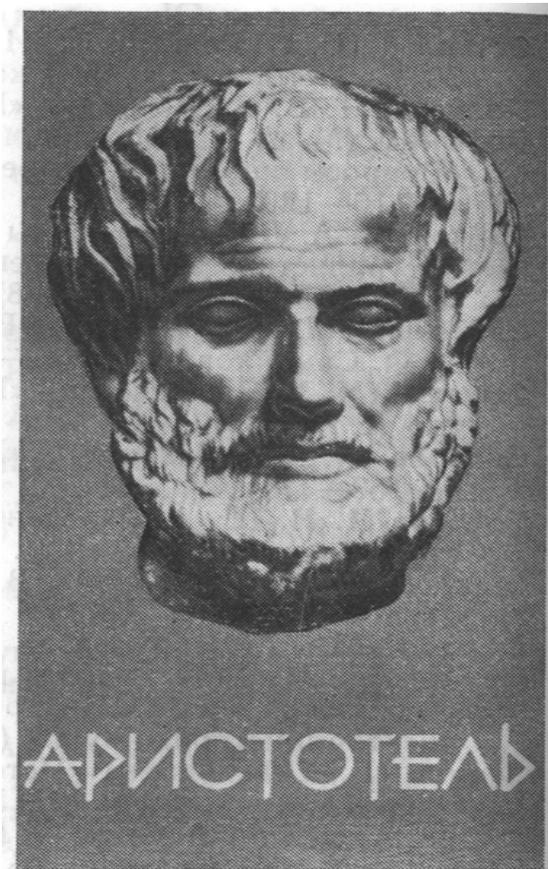
Сферическая Земля в центре Мира

Аристотель
(384 – 322 до н.э.)

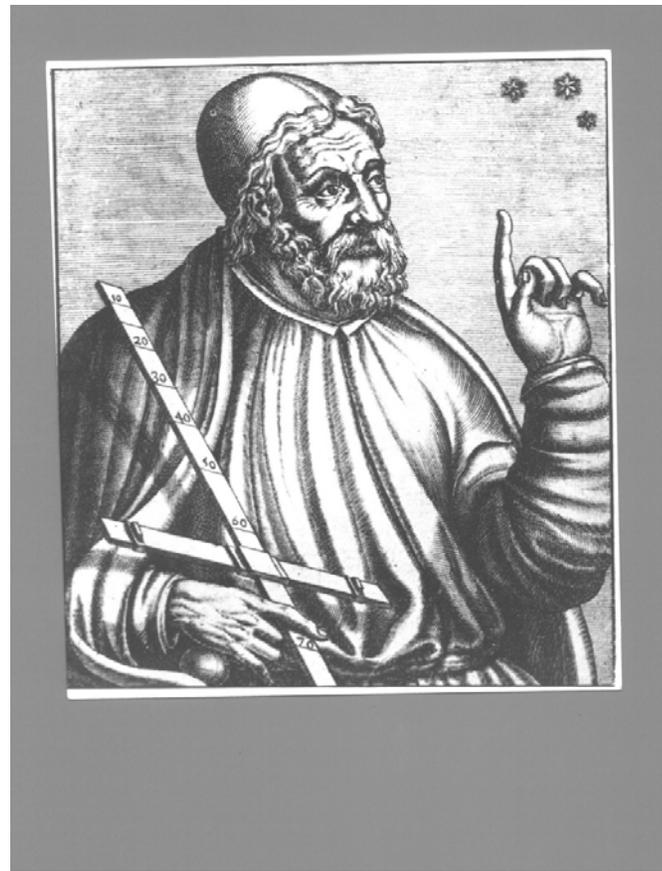
Аристотель впервые обобщил все накопленные в Греции и за ее пределами знания о явлениях как на Земле, так и в Космосе, и оформил их в первую в истории естествознания стройную убедительно физически обоснованную для его времени универсальную геоцентрическую картину мира.



Эта геоцентрическая система Мира была превращена Католической церковью в религиозную Догму.



Аристотель

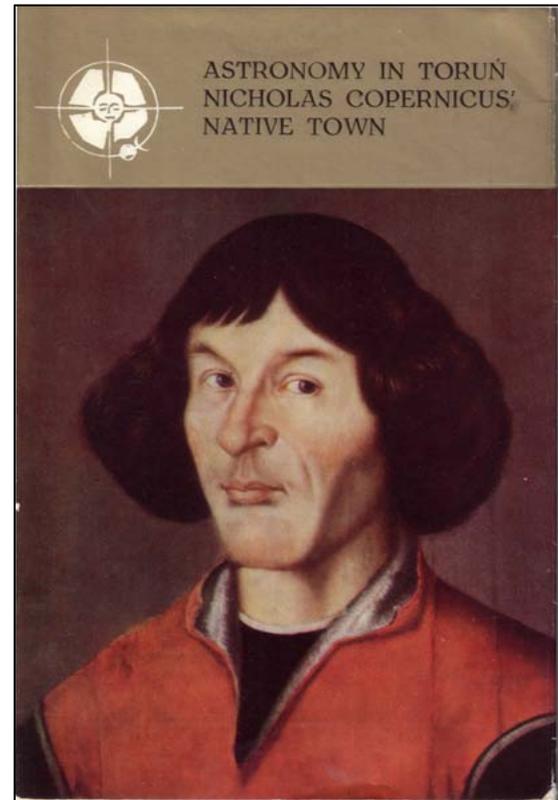


Клавдий Птолемей

- Физическое обоснование геоцентризма дал Аристотель (**IV в. до н.э.**)
- Вершиной развития геоцентрической картины мира стала математическая теория Птолемея (**II в. н.э.**)
- Циклы, эпициклы (более 60), **Альмагест**. Теория Птолемея была освящена Католической церковью.

Николай Коперник - разрушитель геоцентрической системы Мира.

Разрушителем
геоцентризма (отчасти даже
против своих
первоначальных
намерений!) стал великий
польский астроном Николай
Коперник (1473 – 1543).

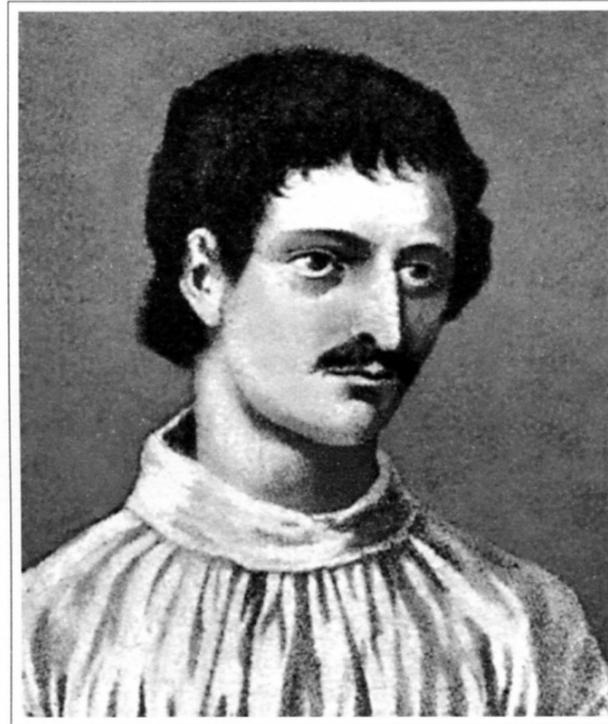


«Малый комментарий» (1515); «О вращениях небесных тел» (1543). В центре – **Солнце**. Орбиты Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера и Сатурна. Внешний круг – Сфера неподвижных звезд.

В 1616г. – запрет на учение Коперника Католической церковью (снят в 1828г.).

До Коперника, в середине III века до н.э. идею движения Земли вокруг Солнца обсуждал Аристарх Самосский. Эта идея вновь возникла в XI веке на Востоке, в трудах энциклопедиста Бируни.

Борьба за гелиоцентризм

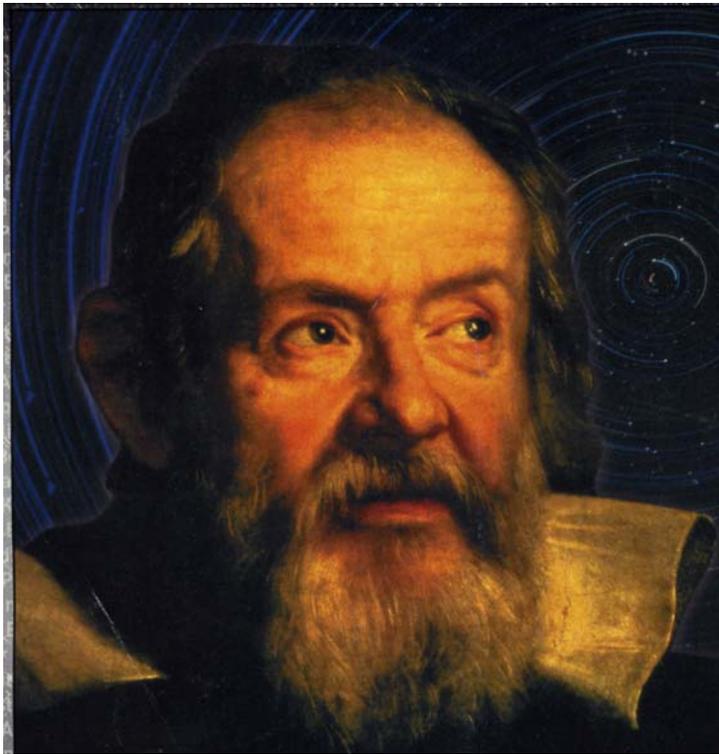


Джордано Бруно (1548-1600).

- Первым борцом за гелиоцентризм, к тому же расширившим и углубившим сам его смысл, стал гениальный итальянский мыслитель Джордано Бруно. Он отверг абсолютный смысл теории Коперника – Солнце в центре всей Вселенной. В своей «философии рассвета» он, следуя Кузанскому (1401 - 1464), утверждал множественность самих солнечных систем. Причем обитаемых!

Сожжен на костре Инквизиции в 1600г. на площади Цветов в Риме.

Галилео Галилей (1564 – 1642) и начало телескопической астрономии.



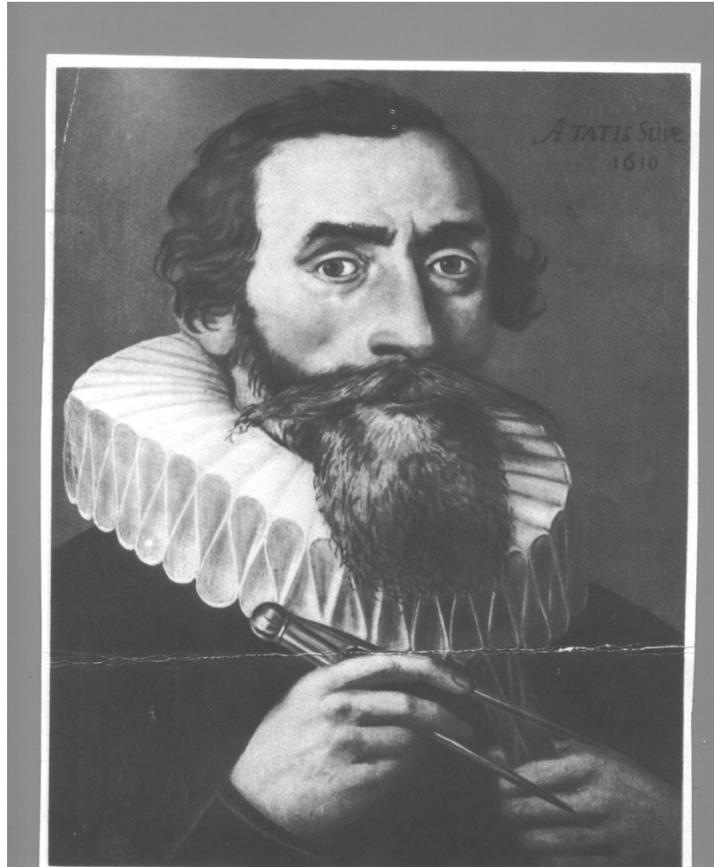
Галилео Галилей (1564-1642).



Телескопы Галилея
(в музее во Флоренции).

- С изобретением зрительной трубы (1609) Галилей получил в 1610г. первые свидетельства в пользу гелиоцентрической системы мира (не уникальности Земли!): открыл четыре первых спутника у другой планеты - Юпитера. **«Диалог о двух главнейших системах Мира»**. Одно из преступлений в которых Инквизиция обвиняла Галилея, касалось формы и стиля его сочинений. Возмущало, что он пишет так, что это понятно обыкновенным людям.
- **Конец XIII века – очки с выпуклыми стеклами, а в 1450г. – очки с вогнутыми стеклами (Италия). Подзорная труба была изобретена в октябре 1608г. в Голландии (Якоб Метиус).**

Открытие законов планетных движений.



Иоганн Кеплер (1571-1630)

- Один из первых последователей Коперника Кеплер открыл три закона планетных движений (1609, 1619) и изобрел рефрактор (1611). Развил первую гипотезу силового (вихревого) движения планет в магнитном поле Солнца.

Открытие закона всемирного тяготения.

Исаак Ньютон

(1643 - 1727)

Величайший английский физик, оптик, математик, астроном и конструктор - изобретатель, а также химик и металлург. Окончательно доказал (1666) действие закона всемирного тяготения, построив на его основе новую космофизическую картину бесконечной Вселенной (в соч. «**Математические начала натуральной философии**» (1687)).



Вопрос об уточнении закона тяготения Ньютона возникал неоднократно. В середине XVIII века Клод Клеро ввел в закон Ньютона дополнительное слагаемое ε/r^3 . В дальнейшем он от этой идеи вынужден был отказаться.

Космическая среда в ньютоновской физической картине мира.

- С открытием закона всемирного тяготения в физике надолго воцарилась идея **дальнодействия** центральных сил, в том числе и главной среди них вселенской силы тяготения, действующей якобы мгновенно и через пустоту. При этом быстро было забыто, что сам Ньютон полагал, что осуществление тяготения требует некоего посредника, правда, наряду с материальной допуская и его нематериальную природу.

На рубеже картезианства и ньютонианства.

**Михаил Васильевич
ЛОМОНОСОВ**
(1711 - 1765)

Великий русский ученый-энциклопедист, поэт и государственный деятель-организатор науки в России, был одним из последних картезианцев, но высоко ценил и новую физику Ньютона.



- В ярких стихотворных строках Ломоносов нарисовал впечатляющую картину Вселенной, единой по своим законам и наполненной очагами Жизни и Разума.

*«...Открылась бездна звезд полна;
Звездам числа нет, бездне дна.*

.....

*Уста премудрых нам гласят:
Там разных множество светов;
Несчетны солнца там горят,
Народы там и круг веков:
Для вящей славы божества
Там равна сила естества. (1743)*

Вселенная – мир звезд.

Наша Галактика.

- По гипотезе Дж. Бруно Солнце – одна из звезд Вселенной. XVIII-XIX века – изучение Галактики.
- В.Гершель. Его телескопы-рефлекторы. «Черпки» звезд с целью определения размеров и формы Млечного пути. Открытие визуально-двойных звезд. Построение модели Галактики (в форме чечевицы) с Солнцем в её центре. Позднее Х.Шепли отнес Солнце на 8 кпс от центра Галактики.
- Несколько лет назад академик В.И.Арнольд на приеме у Папы Римского Иоанна Павла II в Ватикане спросил: Галилей недавно оправдан церковью. Не пора ли оправдать и Джордано Бруно? Понтифик ответил: Почему бы и нет, но докажите сначала существование жизни на других планетах.
- Сейчас открыто свыше 1000 планетных систем около других звезд.

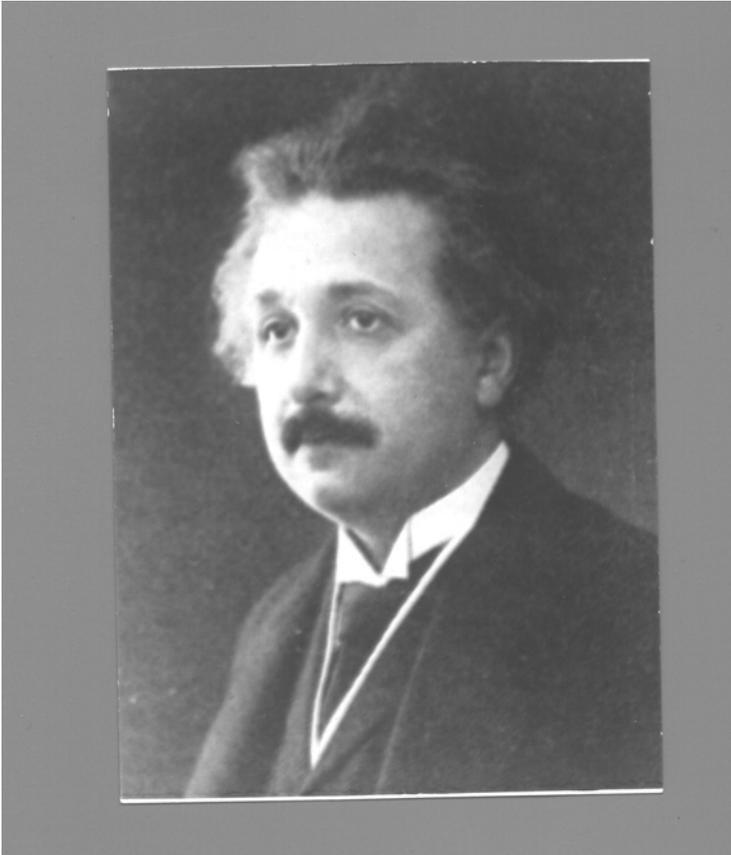
Хаббл и вторая революция в астрономии: Вселенная – мир галактик.

- **1924г.:** Эдвин Хаббл доказал, что туманность Андромеды находится вне Галактики и представляет собой самостоятельную галактику, содержащую сотни миллиардов звезд. Он использовал вместо 3-сантиметрового телескопа (которым пользовался Галилей) 2.5-метровый телескоп обсерватории Маунт Вилсон в Калифорнии (построен в 1917г.).
- Оказалось, что **Вселенная – это мир галактик, скоплений галактик и сверхскоплений.**



- Первая космологическая работа **Эйнштейна** (1917). Стационарная Вселенная с Λ -членом.
- Работы **А.А.Фридмана** по теории нестационарной Вселенной (1922-1924).
- Все эти работы были сделаны до открытия Э.Хабблом космологического расширения Вселенной.

Творцы релятивистской космологии. Вторая научная революция



Альберт Эйнштейн (1879-1955).



Александр Александрович Фридман (1888-1925).

- **В 1917-1922гг.** Началась **вторая научная революция в астрономии**. В результате сформировалась релятивистская картина *нестационарной* Вселенной **Эйнштейна – Фридмана – Леметра**, расширение которой и его закон установил великий американский астроном **Э.Хаббл** (1929) с помощью 5-метрового рефлектора обсерватории Маунт Паломар.

«Горячая Вселенная» Дж.Гамова.

**Джордж (Георгий
Антонович) ГАМОВ**
(1904-1968)

Один из самых выдающихся астрофизиков XX века, автор теории «горячей Вселенной»(1946), предсказавший существование реликтового радиоизлучения как остаточного от начального «Big Bang» (Большого хлопка), в результате которого 13,8 млрд. лет тому назад возникла наша Вселенная (Метагалактика) .

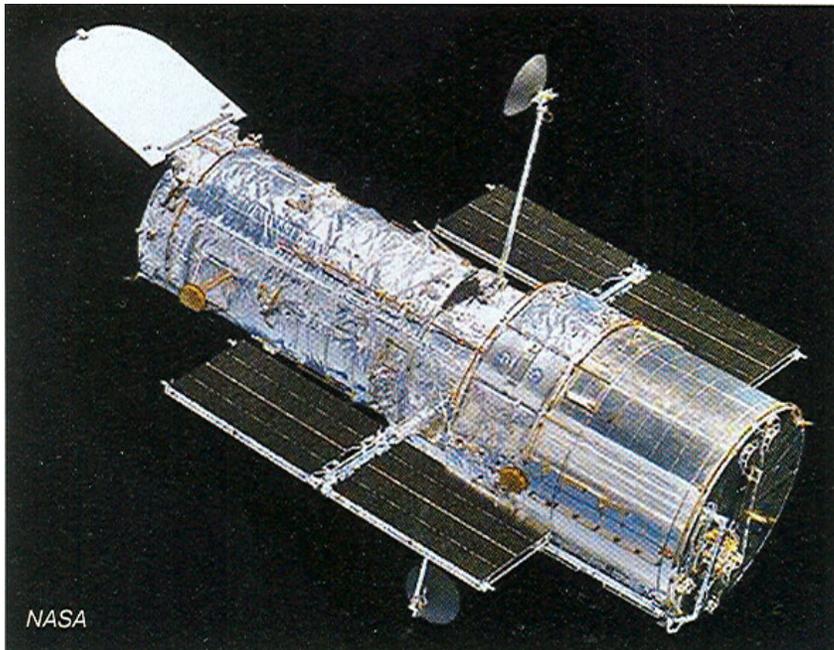
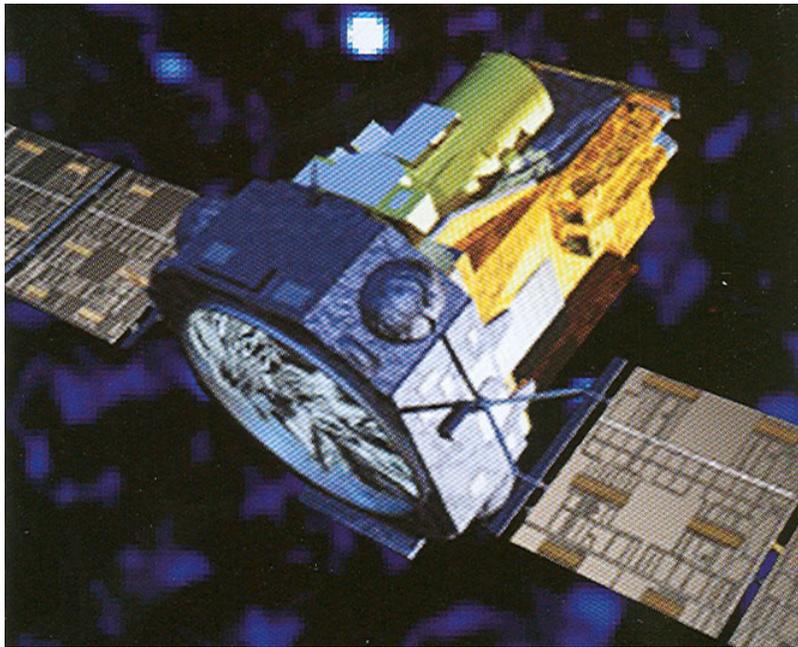


Предсказание реликтового следа сингулярного начала Вселенной.

- Гамов утверждал, что это остаточное «фоновое» радиоизлучение, по его расчетам остывшее до температуры около 3К, и можно было обнаружить как **доказательство реальности сингулярного начала расширения нашей Вселенной**. Предсказание Гамова, казавшееся фантастически недоступным проверке, подтвердилось в совершенно случайных, проводимых с иной целью, наблюдениях двух американских радиоинженеров **Пензиаса и Уилсона в 1965г**. Еще при жизни Гамова это открытие принесло им в конце 70-х Нобелевскую премию и получило от нашего астрофизика **И.С.Шкловского** удачное имя **реликтового излучения**.
- За 7 лет до открытия Пензиаса и Уилсона 3-х градусное космическое излучение реально регистрировалось в Пулковской обсерватории с помощью рупорной антенны, построенной **Хайкиным, Кайдановским и Шмаоновым**. Но никто, увы, не придавал тогда этому значения...

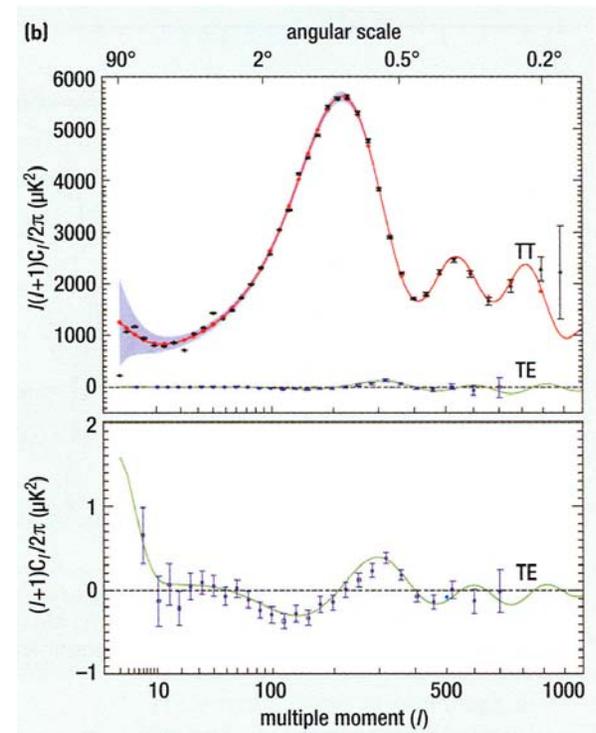
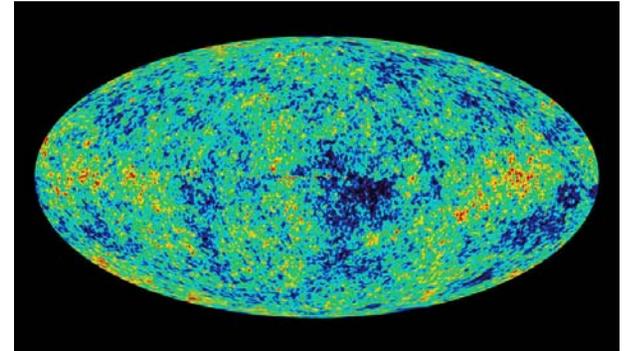
Эра всеволновой астрономии

- **4 октября 1957 года** в СССР (России) запущен первый в мире искусственный спутник Земли. Началась эра всеволновой астрономии. Диапазон длин волн принимаемого электромагнитного излучения (**гамма, рентген, УФ, оптика, ИК, радио**) меняется не в 2 раза, а в 10^{16} раз. Это привело к тому, что надежность результатов астрономических наблюдений сравнялась с надежностью результатов лабораторных физических экспериментов.



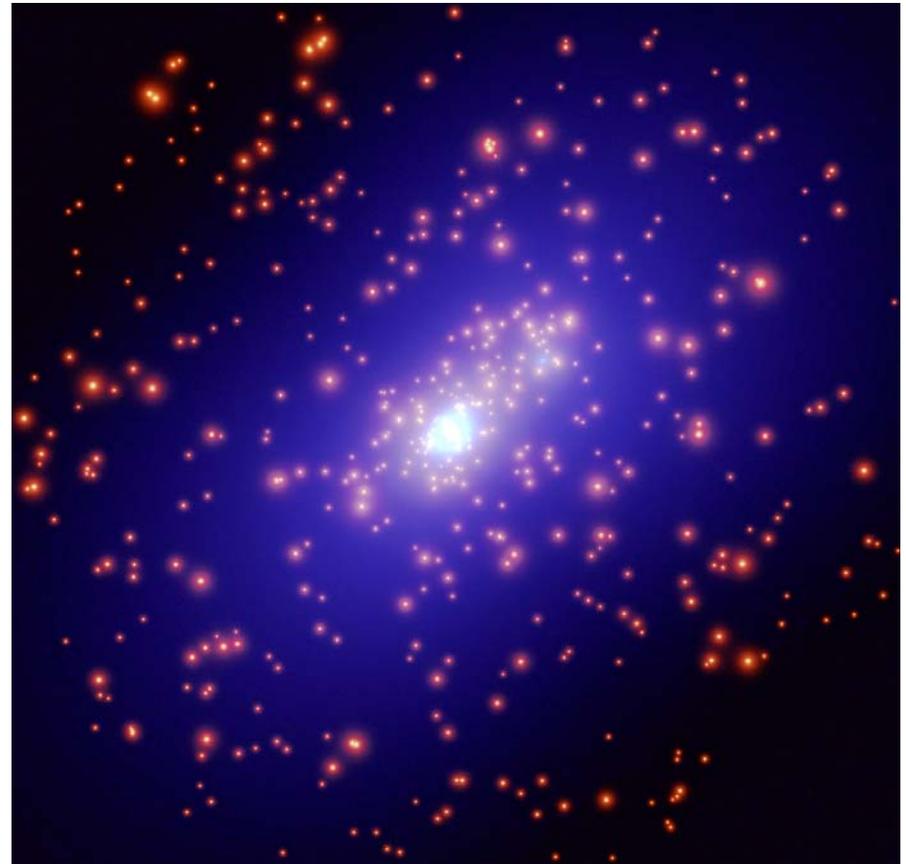
Открытие анизотропии реликтового трехградусного излучения

- Спутники РЕЛИКТ, СОВУ, WMAP, PLANCK. $\Delta T/T \sim 10^{-5}$.
Прямое доказательство того, что наше трехмерное пространство эвклидово, а средняя плотность всех видов материи во Вселенной равна критической $3H^2/8\pi G \cong 10^{-29} \text{ г/см}^3$.
- Определение фундаментальных параметров расширяющейся Вселенной.



Открытие темной материи

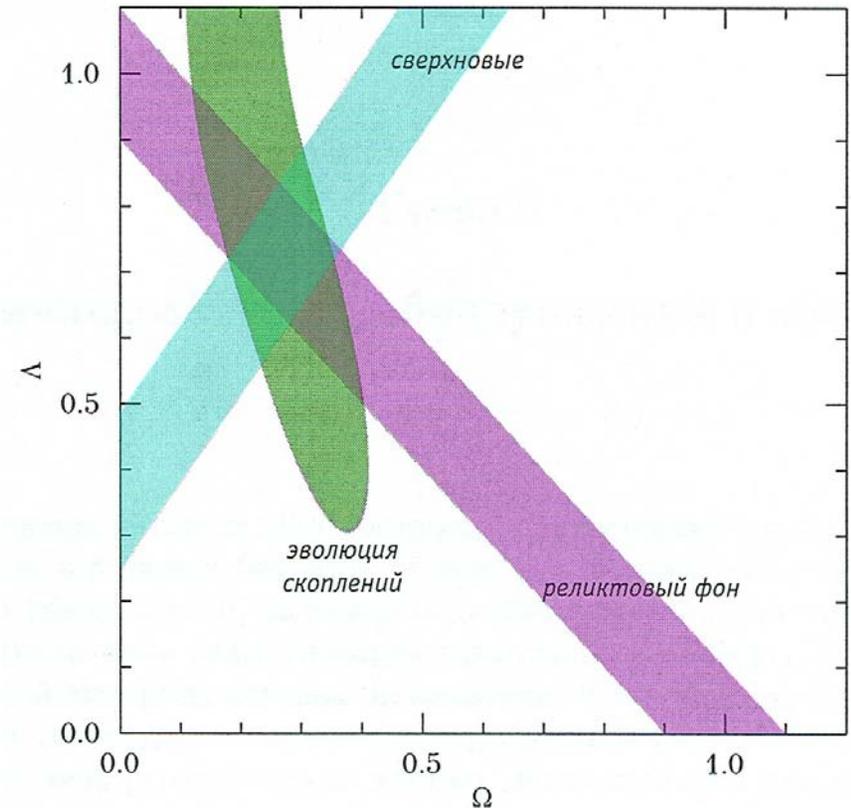
- Движение галактик в скоплениях ($v \geq 1000$ км/с). $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Вращение галактик (плоские кривые вращения). $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Горячий газ в скоплениях галактик ($v_p \geq 1000$ км/с). $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Гравитационное линзирование света далеких галактик в гравитационном поле более близких скоплений. $M_{DM} \approx 10M_B$,
и т.д.



Всего имеется около 10 независимых свидетельств существования темной материи во Вселенной. Это подобно тому, как если бы 10 независимых линий пересекались в одной точке! Такова прочность наших выводов о существовании темной материи во Вселенной.

Открытие темной энергии (1998-1999).

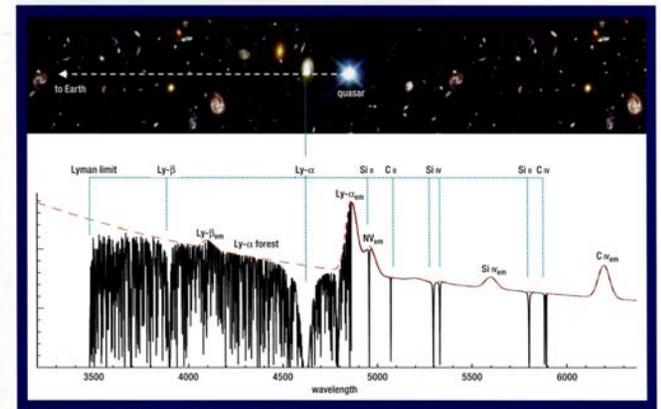
- Ускоренное расширение Вселенной, наблюдаемое по вспышкам сверхновых типа Ia (**Ю.П.Псковский** предложил сверхновые Ia как «стандартные свечи»). Нобелевская премия 2011 года. **Б.Смидт**, **А.Райс**, **С.Перлмуттер**.
- Эволюция скоплений галактик. Рентгеновские наблюдения (Росат, Чандра, XMM) и радионаблюдения (**эффект Сюняева-Зельдовича**).
- Возраст самых старых шаровых скоплений (~14 млрд. лет). **Шкловский**, **Зельдович**, **Кордашев**.
- Эвклидовость трехмерного мира, выводимая из анализа углового распределения флуктуаций реликтового излучения.



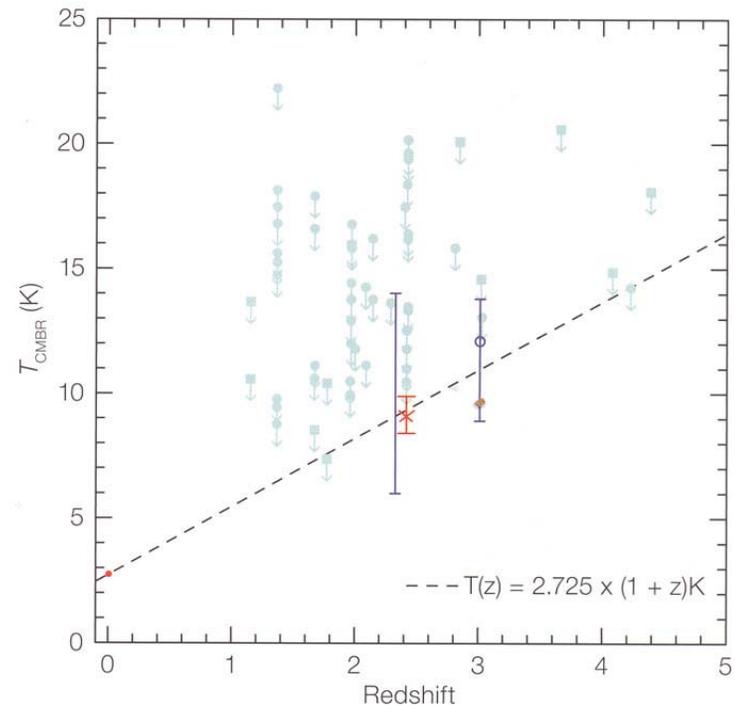
Новые доказательства реального расширения Вселенной.

Населенности уровней некоторых молекул межгалактического газа возбуждаемых квантами реликтового излучения, возрастают с увеличением красного смещения.

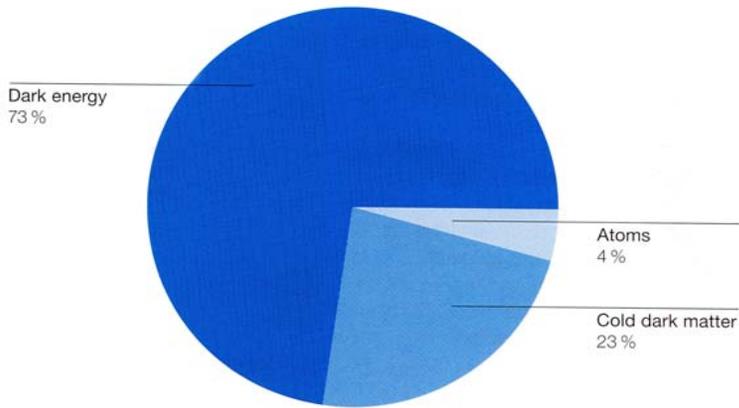
То есть, плотность реликтовых фотонов в прошлом была выше, чем в нашу эпоху. Объем Вселенной возрастает со временем.



1: QSO absorption (from J Webb). In a bright background QSO spectrum (emission lines marked in cyan), absorption occurs from a few foreground galaxies (one marked with strong Lyman lines from H I, and many heavy-element lines) and many from lower density regions where only Lyman lines are generally detectable.



Энергетический состав Вселенной.



Барионное вещество (атомы и молекулы) составляет лишь **4%** от полной плотности энергии Вселенной.

Во Вселенной доминируют:

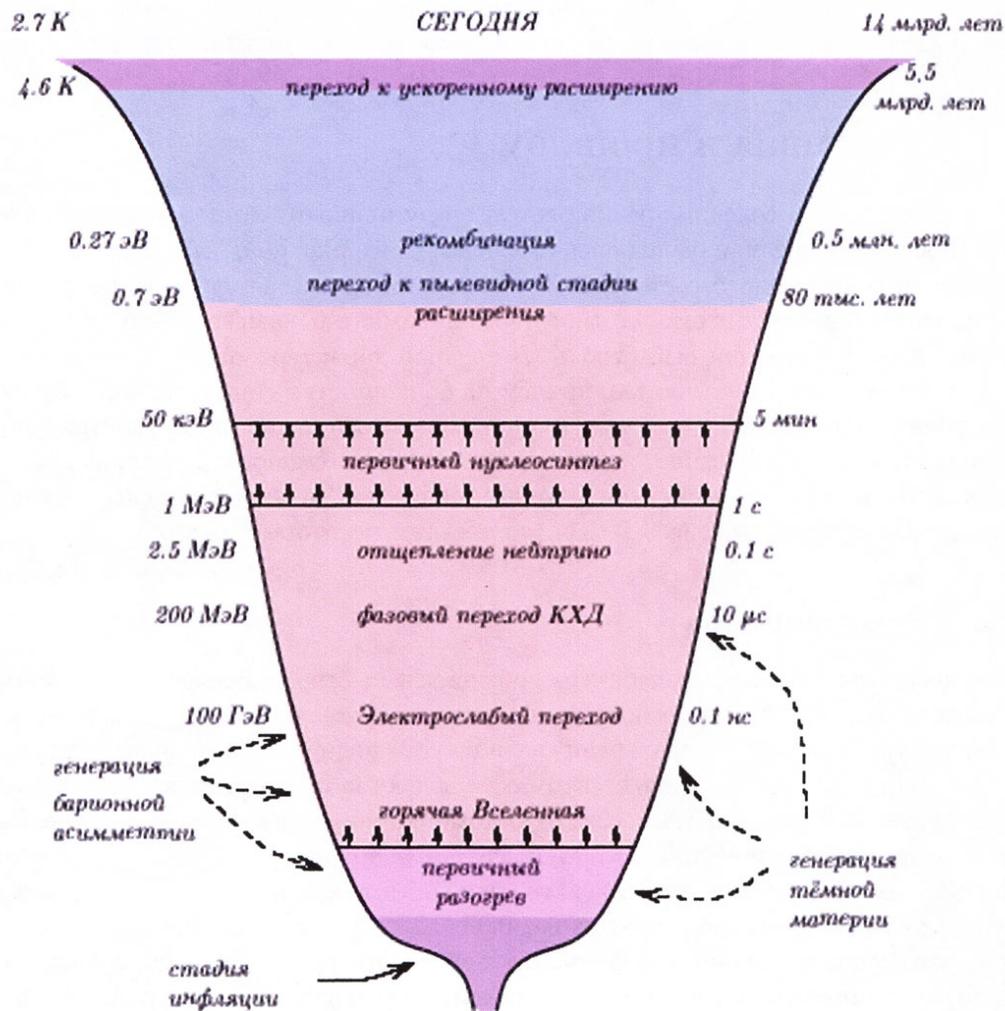
- **Темная материя (23%)**. Гравитационно скучивается (частицы). Проявляет себя лишь тяготением (**притяжением**).
- **Темная энергия (73%)**. Гравитационно не скучивается (поле). Проявляет себя лишь антитяготением (**отталкиванием**).
- $\rho = -w\rho c^2$; $w \cong 1.02 \pm 0.05$.
- В ОТО источник гравитации $\rho + 3p/c^2 \rightarrow$ антигравитация.

Основные этапы эволюции нашей Вселенной.

- Квантовое рождение пространства-времени и эра инфляции. Лифшиц, Белинский, Халатников, Старобинский, Гут, Линде, Зельдович, Рубаков, Глинер, Дымникова, Фомин, Стейнхард, Муханов, Сажин, Грищук, Зельманов.
- Распад скалярного поля, рождение частиц, возрастание энтропии Вселенной, переход к стадии горячей Вселенной, расширяющейся по закону Фридмана. Рубаков, Старобинский, Линде, Горбунов.
- Генерация барионной асимметрии. Сахаров, Кузьмин, Рубаков, Шапошников, Горбунов, Афлек, Дайн.
- Электрослабый переход и фазовый переход КХД.
- Отщепление нейтрино.
- Закалка нейтронов ($n_n/n_p=1/5$).
- Нуклеосинтез: H, ^4He , ^3He , D. Зельдович, Шрамм, Оливе, Варшалович.
- Доминирование темной материи. Зельдович, Эйнасто, Сюняев.
- Отделение излучения от вещества. Зельдович, Курт, Сюняев, Пибблс, Дорошкевич, Новиков.
- Темная эра: H, He.
- Первые звезды III поколения. М.Рис.
- Формирование крупномасштабной структуры Вселенной. Лифшиц, Халатников, Сахаров, Зельдович, Сюняев, Дорошкевич, Шандарин, Эйнасто, Гуревич, Зыбин.
- Переход к ускоренному расширению. Перлмуттер, Смидт, Райс, Старобинский, Рубаков.
- Современная эпоха (возраст 13.7 млрд. лет).

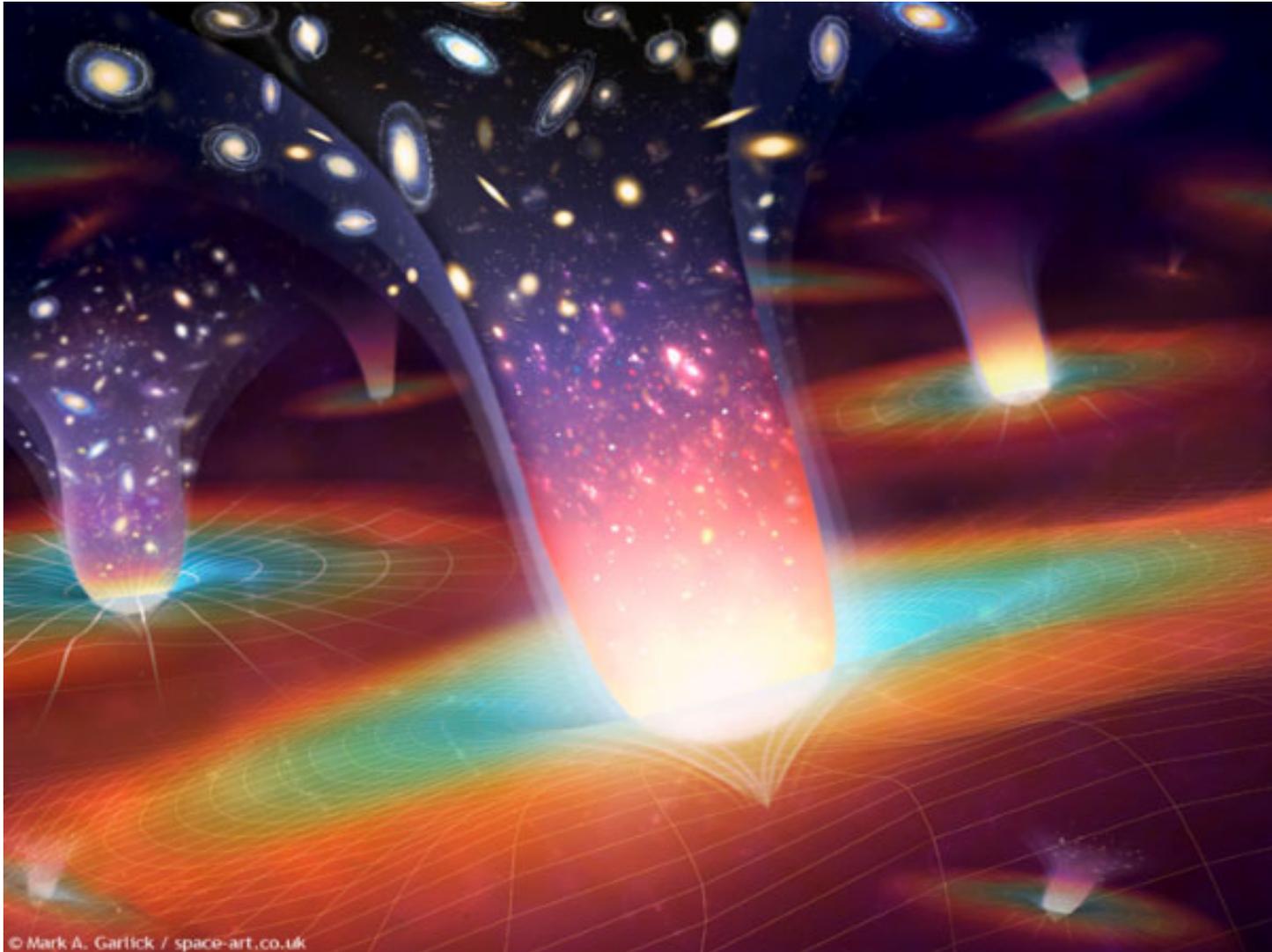
Основные эпохи эволюции во Вселенной

Название эпохи и физические процессы в то время	Время от Большого Взрыва	Температура
Рождение классического пространства-времени	10^{-43} с	10^{32} К
Стадия инфляции	$\sim 10^{-42} \div 10^{-36}$ с	меняется в очень широких пределах
Рождение вещества	10^{-36} с	10^{29} К
Рождение барионного избытка	10^{-35} с	10^{29} К
Электрослабый фазовый переход	10^{-10} с	$\sim 10^{17} \div 10^{16}$ К
Конфаймент кварков	10^{-4} с	$\sim 10^{12} \div 10^{13}$ К
Первичный нуклеосинтез	$1 \div 200$ с	$\sim 10^9 \div 10^{10}$ К
Доминирование темной материи	60 000 лет	10 000 К
Рекомбинация	300 000 лет	3 000 К
Начало ускоренного расширения	7 000 000 000 лет	4 К
Современная эпоха	13 700 000 000 лет	2.7 К



Д.С.Горбунов, В.А.Рубаков (2007)

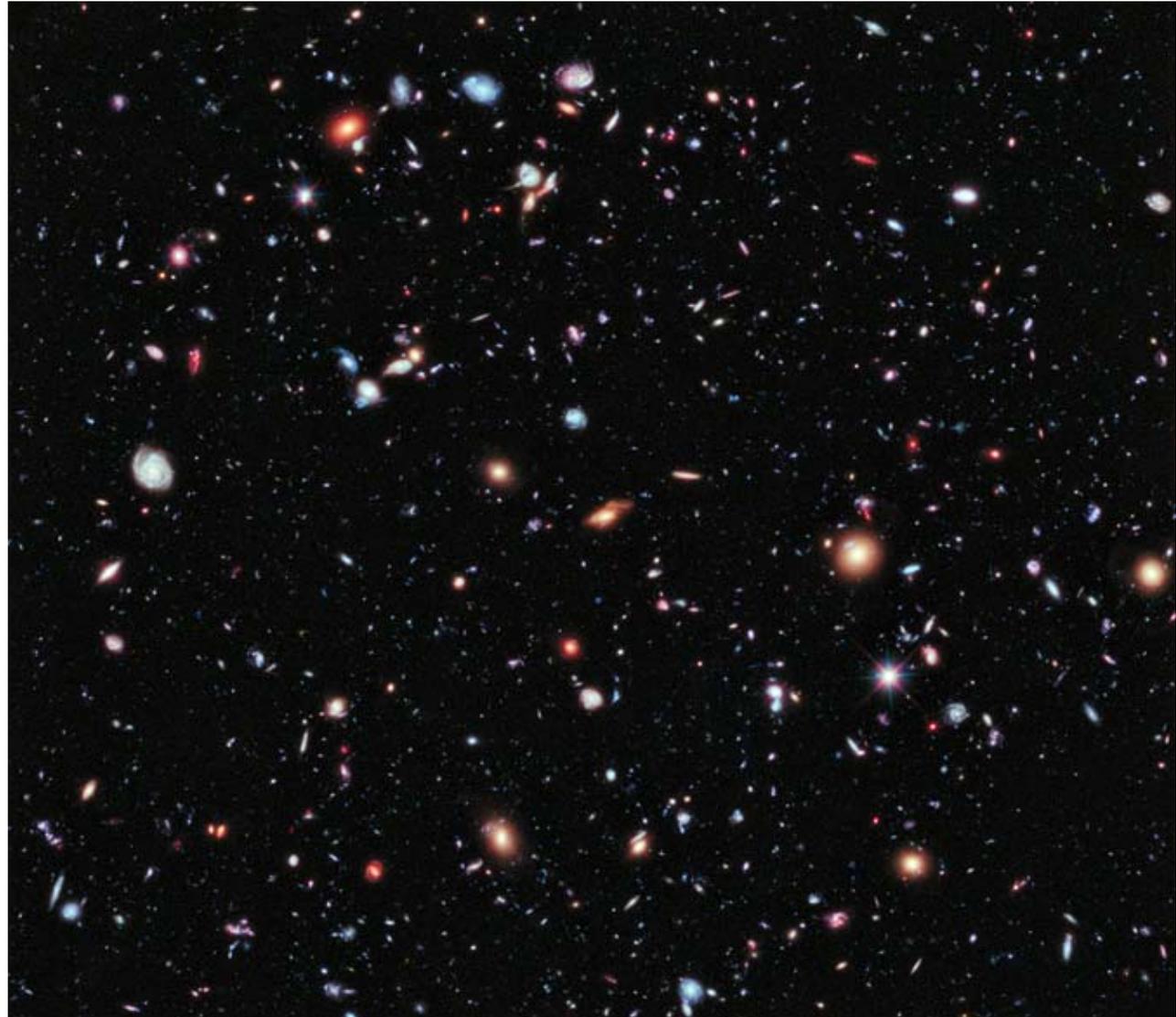
Мультимир (Линде)



- Сильный антропный принцип.
- Слабый антропный принцип. Зельманов, Картер, Розенталь, Дикке, Барроу.

Современный взгляд на далекие области нашей Вселенной

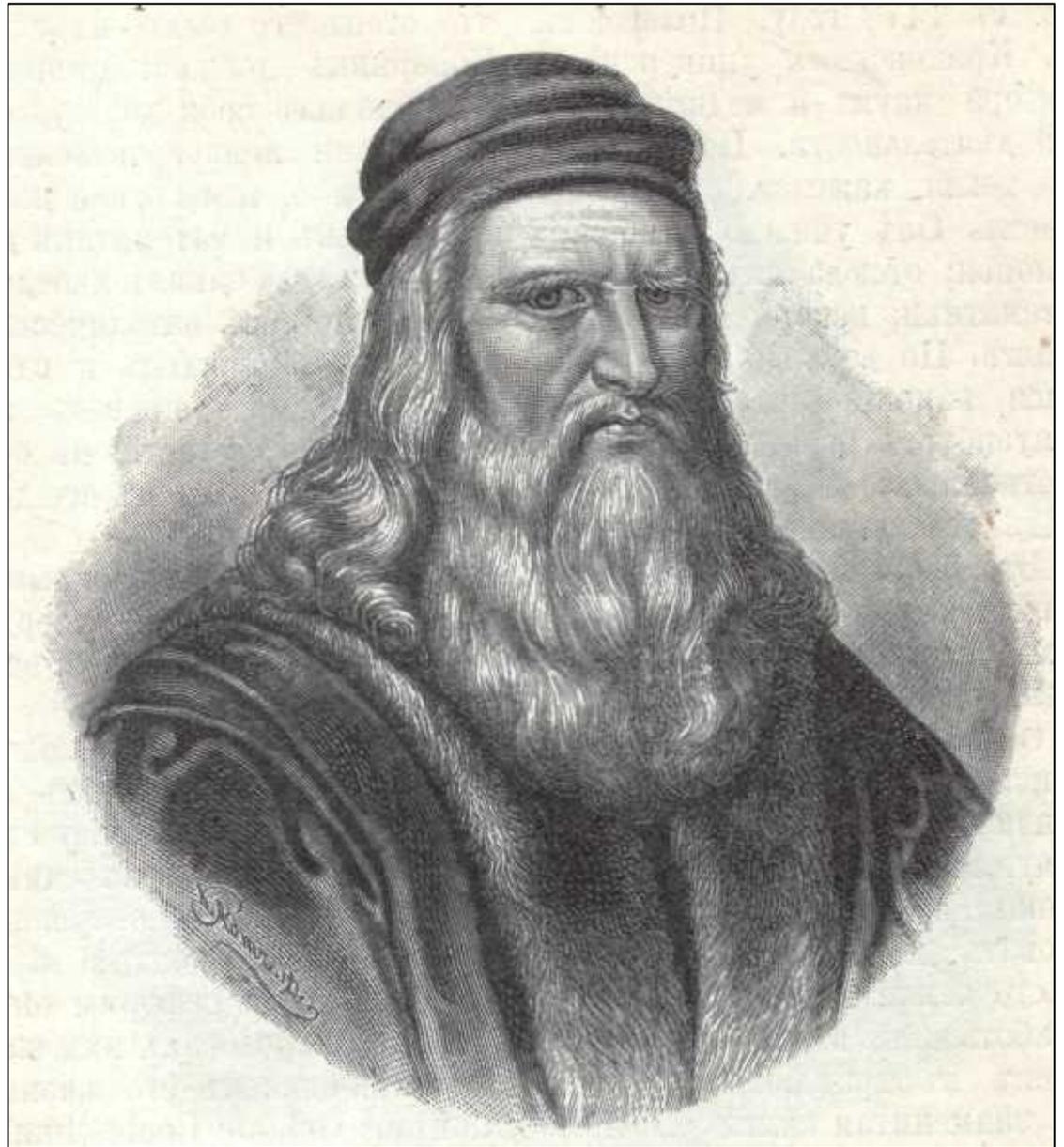
На этом глубоком снимке неба (экспозиция порядка 0.8 месяца) с космического телескопа Хаббла видны в основном галактики до 29-й звездной величины. Наша Вселенная – Мир галактик, темной материи и темной энергии. В центрах галактик расположены сверхмассивные черные дыры ($M=10^6 \div 10^{10} M_{\odot}$). В галактиках $\sim 0,1\%$ барионного вещества содержится в форме звездных черных дыр ($M \sim 10 M_{\odot}$).



Спасибо за внимание

**Леонардо да Винчи
(1452 – 1519)**

Великий
итальянский
ученый-
энциклопедист,
художник,
инженер.



II. Идеи о материальной основе и закономерностях Вселенной в историческом разрезе.

- Астрономия и даже физика с конца XX в. живут в экзотическом мире, где 96% материи мыслятся в двух новых, загадочных формах - «темной материи» и «темной (или точнее - *отрицательной*) энергии» (проявляя себя, однако, в реальных наблюдаемых эффектах!).
- Но сама проблема уходит истоками в древнейшие времена. Над составом Вселенной задумывались астрономы-натурфилософы и в Древней Греции, и в Древнем Китае и в Древней Индии.
- У человека еще было мало информации, но мозг работал, порой поражая нас, далеких потомков, глубиной догадок и обобщений. Недаром такой интерес к великим Югам – космическим циклам развития Вселенной древних индийцев проявил великий математик и космолог XX века А.А.Фридман.
- Подобные крупномасштабные идеи возникали уже не на основе поверхностной аналогии с имевшимся уже жизненным опытом, но выходили далеко за его пределы, когда включался новый, чисто человеческий механизм осмысления окружающей действительности – абстрактное мышление.
- Оно вырабатывалось, также опираясь на воображение, но и на улавливание более тонких и глубоких связей порой далеких друг от друга явлений, включалась человеческая интуиция, создавая совершенно неожиданные новые образы и обобщения.

- Эти же первичные элементы материи, с вариантами в виде «металла» и «дерева» мыслились у китайцев (отразившись пятью стихиями в их циклическом календаре)
- Тяжелый элемент «земля» всегда мыслился с очевидностью находившимся где-то внизу или в самом центре мира, пока эту картину не дерзнули нарушить первыми пифагорейцы из южно-итальянского города Кро'тона, двинувшие Землю вокруг центрального огня – Священного очага Гестии (явное влияние «соседства» Везувия).
- Отметим, что горячее, огненное «начало» Вселенной было типичной идеей древнейших космогоний...

Апéйрон Анаксимандра

- Но вернемся к проблеме космической среды.
- В этом ряду вдруг появляются первые экзотические формы мировой материи – плод воображения и конструкции натурфилософа.
- Анаксимандр (VII-VI в. до н.э.) первым вводит новый, отвлеченный образ - экзотическую идею мировой среды, заполняющей всю Вселенную, назвав ее **«апéйрон»** , т.е. «беспредельное» (сравни с обиходным «перрон»! А может быть и с образом «физического вакуума» , или «скалярного поля»...).
- И впервые такой среде он приписывает свойство закономерно направлять в ней все движения и процессы.

Древнекитайский вариант

- В том же VI в. до н.э китайский натурфилософ Лао Цзы создает учение о возникновении и развитии всех вещей независимо от «воли неба», по естественным законам, на основе выполнения и подчинения трем принципам. Главными были борьба противоположностей (ян и инь) и направляющий события принцип «дао» (буквально – путь всех вещей – от возникновения до исчезновения и одновременно «материальная праоснова их существования»). «Дао» представлялось и первоисточником всего сущего. Это было нечто вечное, единое, беспредельное, «родившееся прежде неба и Земли» и являющееся «матерью всех вещей». Дао имело и более обобщенный философский смысл универсальной закономерности, необходимости. Это учение известно под именем даосизма.

Нерасчлененная первичная материя в натурфилософии Древней Индии

- В противоположность религиозному мировоззрению жреческих кругов уже во II в. до н.э. в Древней Индии существовали и первые материалистические философские учения – "санкхья" и "локаята". Учение санкхья, сформировавшееся ранее II в. до н.э., означало "рациональное", "анализирующее", "количественное". Согласно ему, Вселенная материальна, все вещи и существа возникают из саморазвивающейся материи. Причем **вначале материя находилась в нерасчлененном состоянии, в "непроявленной" форме (авьякта)**. Под воздействием трех качеств - "гун" **она превратилась в "проявленную" форму (вьякта) предметов и существ, то есть в наблюдаемую Вселенную**. Качества эти – "тàmас" (тьма, инерция), "рàджас" (страсть, огонь, энергия) и "сàттва" (сущность, истина).
- Т.о. и здесь начало развития Вселенной связывается с действием первоначального *жара* в атмосфере *тьмы* и покоя (*инерции*), и в этом видится проявление *сущности* процесса. Сторонники этого учения жестоко преследовались господствующей буддистской религией. Их сочинения уничтожались и идеи сохранились до наших времен только через их критику в сочинениях противников.

Историческая роль физической картины мира Аристотеля.

- Пронизанная и скрепленная наблюдательными аргументами и железной логикой внутренних связей, космофизическая картина мира Аристотеля впервые стала общепринятой, господствовала в течение многих столетий и сыграла большую роль в развитии науки и представлений о Вселенной.
- Сначала положительную организующую (отсекая примитивные ранние идеи об устройстве Вселенной), а впоследствии, превращенная в религиозную догму католической церковью, — отрицательную, тормозящую (в том числе, как это нередко бывает, и по причине искажений подлинных мыслей и идей ее основателя).
- Так, например, было с совершенно обоснованным выводом Аристотеля о том, что в пустоте свободное падение тела не зависело бы от его веса, но он из опытов видел, что получить абсолютную пустоту на Земле невозможно. Этого не знал Галилей, критиковавший Аристотеля за вывод о зависимости скорости свободного падения от веса тела.

Дальнейшая судьба эфира.

- В картине мира Аристотеля эфир стал играть роль особой космической материи, из которой состояли небесные тела.
- На Земле одни тела представлялись им врожденно легкими и поднимались вверх. вроде огня, другие, врожденно тяжелыми, имевшими вес. Предоставленные самим себе, они падали вниз. По самой земле тела приходилось двигать силой для преодоления трения (Аристотель называл их насильственными).
- Небесные же светила вечно двигались круговым движением, никуда не падая и не улетая от центра мира. Поэтому Аристотель посчитал составляющую их материю – эфир особым веществом, ни тяжелым, ни легким, *невесомым* и приписал ему в качестве естественного вечное *бессильное* движение по кругам (первое по сути понятие об инерционном движении, как его понимал еще и Галилей!).

Николай Кузанский (1401 - 1464)

Крупнейший теолог и философ XV в. кардинал Николай Кузанский в своей новой картине бесконечной Вселенной высказал свой знаменитый афоризм:

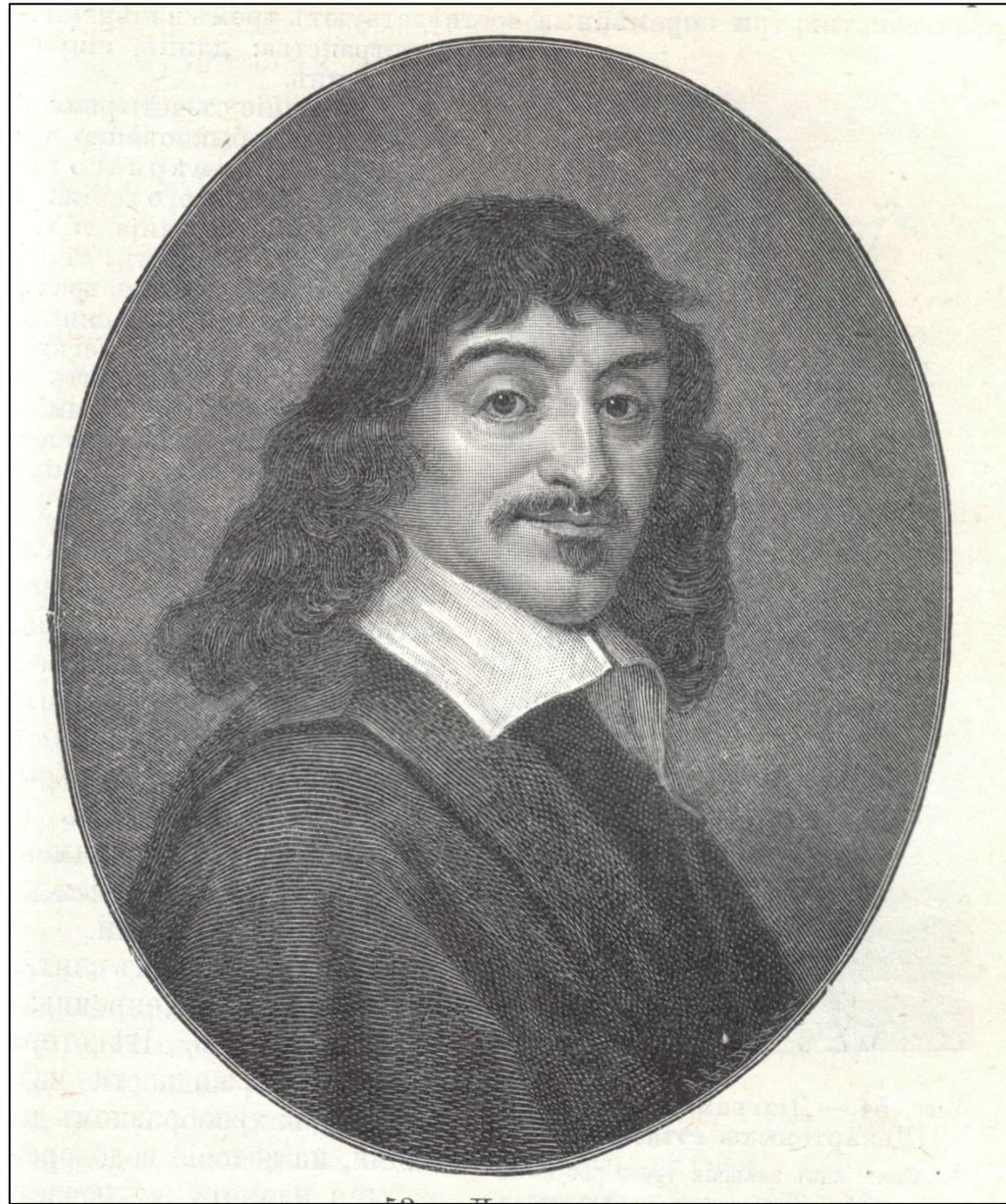
«Центр Вселенной - везде, а граница – нигде», добавив, что нет ни одной области звезд, лишенной жизни.

(из соч. «Об ученом незнании», 1440, рус. пер. 1937г.)



Рене Декарт (1596 - 1650)

В новое время эфир возродил в своей первой механистической, космофизической картине мира в XVII в. Декарт. Но уже как «обычную», то есть подчиняющуюся естественным законам физики (тогда - механики) все заполняющую межзвездную среду. (Он не признавал возможности абсолютной пустоты нигде во Вселенной). Колебательными движениями в эфире Декарт объяснял явления света и причину звука. (Аналогичными же движениями в обычном веществе – теплоту, что развил позднее и один из последних приверженцев картезианства в физике М.В. Ломоносов)



Мировой эфир как космическая среда в физической картине мира XVIII в.

- В XVIII в. мировой эфир понемногу вновь стал восстанавливать свои права и воспринимался уже как обычная, но очень разреженная среда, в которой, однако, небесные тела могут даже несколько тормозиться.
- Так, в ожидании возвращения кометы 1682г., предвычисленного Галлеем на 1758 год, петербургский академик Эпинус, критикуя опасения ее влияния на Землю (не утащит ли эта комета за собой Землю), писал в 1757г., что Земля скорее со временем и сама может сойти со своего пути и упасть на Солнце, тормозясь постепенно в мировой эфире.

Изгнание ...

- **Мировой эфир** спокойно дожил до конца XIX в., обслуживая уже новую физическую оптику – волновую теорию света, пока не столкнулся с **парадоксом опыта Майкельсона (1881г.)**. – **неизменностью скорости света при измерениях ее вдоль и поперек земной орбиты**.
- После ряда неудачных попыток устранения этого парадокса А. Пуанкаре в 1904г. для объяснения его даже попытался обобщить принцип относительности Галилея, допустив, что сложение скоростей Земли и луча света имеет место, но остается принципиально необнаружимым, подобно равномерному и прямолинейному движению одной системы относительно другой, и впервые назвал этот новый эффект **«принципом относительности»**.
- **Тогда-то Эйнштейн и сделал решительный шаг**, разрубив этот гордиев узел: **эфир не обнаружим, значит он и не существует вовсе**.
- Хотя уже в уравнения новой обобщенной теории всемирного тяготения Эйнштейна (ОТО, 1917г.) этот образ пробрался-таки под видом математической величины - Λ -члена, введенного формально как «сила отталкивания», или «отрицательное давление». Это было сделано для «спасения» мировоззренческого принципа стационарности Вселенной в целом, неизменности радиуса кривизны мирового пространства (совсем в духе Птолемея, который в своей геоцентрической теории «спасал явления» - описывая видимые движения небесных тел, не претендуя на открытие их истинных причин!).

На пути к реабилитации...

- Быстро последовавшие математическая теория нестационарности Вселенной А.А.Фридмана (1922г.) и аналогичное астрофизическое объяснение Ж. Леметром (1927г.) красного смещения в спектрах далеких галактик (еще до установления Э. Хабблом закона этого смещения, 1929г.) открыли путь для реабилитации осужденного эфира: он больше не мешал, хотя и никак не проявлял себя.

XX век – век стремительного прогресса астрономии, как эволюционных (накопительных), так и революционных (смены картины мира) процессов в ней

- В отличие от прежних веков, когда даже по определению сравнительно короткий период первой революционной смены астрономической картины мира с геоцентрической Аристотеля – Птолемея на гелиоцентрическую Коперника, с последовавшим разрушением в «философии рассвета» Бруно (1584) ее абсолютного смысла (у Коперника Солнце – центр всей Вселенной, у Бруно, последователя Николая Кузанского – это центр лишь одной из бесчисленных солнечных систем в бесконечной Вселенной) растянулся на полтора века (1543 - 1687), вторая научная революция Эйнштейна-Фридмана-Леметра, завершившаяся открытием закона красного смещения Хаббла, произошла стремительно (1917 – 1929гг).

К новому синтезу наук.

- Новая релятивистская картина мира поставила новую общую проблему - о формировании всего химического богатства нашей Вселенной, если ее начальным состоянием было некое загадочное сингулярное физическое состояние. Физика, химия, космология, астрономия вновь двигались к взаимному неразрывному синтезу.

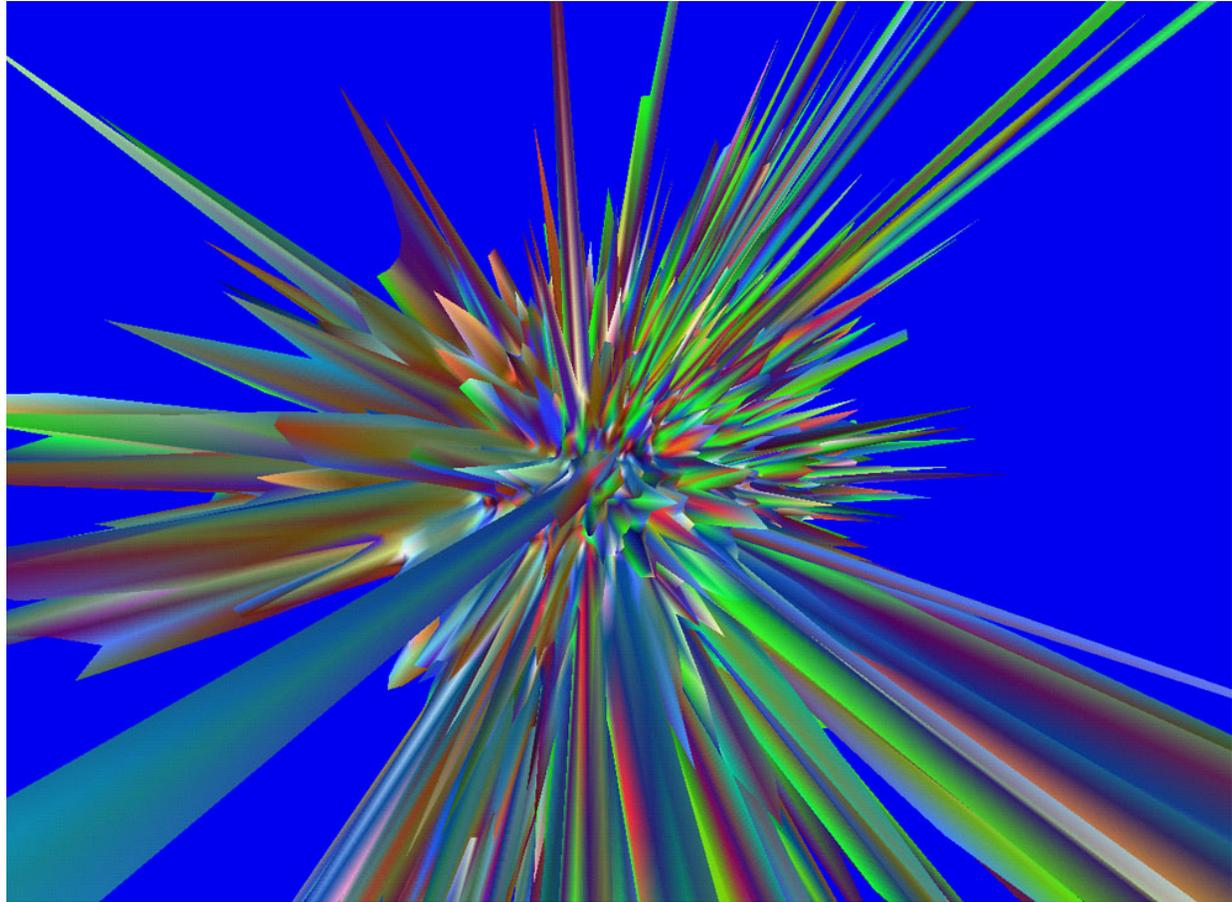
Открытие радиовселенной.

- Не менее стремителен был прогресс во всех сферах самой астрономии и ее инструментальной базы - с развитием физики, с открытием новых излучений, прежде всего радиоизлучения и рождением радиоастрономии (открытием радиоизлучения Галактики К. Янским и первым его детальным исследованием Г. Ребером, 1930-е гг.).

Развитие релятивистской космофизической картины мира в теории «горячей вселенной» Дж. Гамова

- В 1946г. Дж. Гамов (1904-1968), американский астрофизик русского происхождения, предложил свою теорию «горячей Вселенной» - формирования всего набора химических элементов нашей Вселенной в краткий начальный период ее расширения. В условиях чрезвычайно высоких энергий первоначальных элементарных частиц вещества, они сначала находились в состоянии неразделимой смеси и взаимопревращений с фотонами света. (Кстати, подобная идея была и в вихревой космогонии Декарта!) Но после быстрого остывания излучение отделилось от вещества и продолжало свободно распространяться, заполняя мировое пространство и переходя в радиоизлучение.

К теории горячей Вселенной Дж.Гамова.



*Big Bang, илл.
получена от
А.Д.Линде.*

- В 1946 г. Дж. (Г.А.) Гамов американский астроном-теоретик русского происхождения выдвинул идею «горячей Вселенной» - возникшей в результате «Большого Взрыва» (вернее «Хлопка» Big Bang – начавшегося без перепадов давления стремительного расширения из некоего сингулярного, не подвластного известной физике, состояния) и предсказал существование его следов в виде остаточного фонового радиоизлучения с температурой ок. 3К. Последнее было открыто в 1965г. Пензиасом и Уилсоном (США).

Проблема мировой среды уходит в историю?

- Реликтовое радиоизлучение наряду с другими диапазонами электромагнитного поля «наполнили» Вселенную, отодвинув в историческое прошлое вообще проблему особого вещества - космического эфира.
- Его образ считалось даже обсуждать неприлично как некий философский архаизм (Еще в 30-е гг. молодой Гамов от имени физиков нового поколения даже обратился с письмом к Сталину с жалобой , чтобы отделаться от придирок одного из советских философов-ортодоксов, все еще защищавшего «материалистическую» идею мировой среды).

Осознание подлинного смысла механизма космологического расширения Вселенной

- А между тем все более осознавался подлинный смысл механизма космологического расширения Вселенной:
- Это не был взрыв с перепадом давления от огромного к малому (как вначале впечатляюще изобразил его поэт и философ Космоса Ю. Линник :
- «Но где же начало? - В гигантский спрессована Атом, рванулась материя , яростно вызвездив мрак...»)
- Это был «хлопок» - результат «отрицательного давления» (первым эту идею мы услышали от Я.Б.Зельдовича на одном из заседаний ОАС в ГАИШ), иначе «разрыва некой среды», находящейся в состоянии натяжения (вспомним древнеиндийский образ «праны»!).
- Это – начало космического цикла развития Вселенной (такое циклическое развитие ей приписывали те же древнеиндийские натурфилософы, что в свое время привлекло самое пристальное внимание А.А.Фридмана !)

Вселенная продолжает удивлять сюрпризами...

- На исходе XX века неожиданно проявили себя два новых эффекта космологических масштабов:
- Наблюдаемым скоплениям галактик явно **не хватало материи для объяснения слишком большого поля их тяготения**, что проявлялось в движении их членов ... Объяснением стало введение образа «темной материи», обнаруживающей себя пока только в эффекте дополнительного тяготения в таких крупномасштабных скоплениях .
Но сюрпризы не закончились.
- Обнаружение Сверхновой звезды в далекой галактике, слишком быстро удалявшейся со своей галактикой, чем это «разрешено» хаббловским законом для уже известного равномерного космологического расширения, неожиданно показало, что **это расширение идет с ускорением**. Что-то дополнительно растягивало материю нашей Вселенной, **воспринимавшейся как вся мыслимая материя вообще... как единственно существующее «ВСЕ», Universe.**
- В астрономическую картину мира в результате вошел еще один совершенно новый и небывалый образ – космического «физического вакуума» с бесконечной плотностью, но с отрицательным давлением внутри... (Снова вспоминается умозрительная интуиция де Ситтера с его «пустой» Вселенной...)

Возвращение в новом облике.

- Тут-то и вспомнили об идее вездесущей материальной первоосновы Вселенной, которая не давала покоя и будоражила умы мыслителей с глубокой древности.
- Так после почти векового забвения первичная космическая материя-среда, родившаяся некогда в умозрительном облике эфира, вновь обрела место в физической, вернее в космофизической картине мира, но уже в обличье еще более экзотическом - «физического вакуума», или «скалярного поля», или даже «темной энергии» с отрицательным давлением.
- Последовала заслуженная Нобелевская, но нет пока ответа – Что же это такое??
- Вселенная продолжает подбрасывать все новую пищу для человеческого разума и воображения, все новую «информацию к размышлению»...

О Вселенной в целом и месте в ней человека.

- Мы проследили историю лишь одной из стержневых проблем в истории астрономии – развитие на протяжении не одного тысячелетия представлений о материальной первооснове Вселенной, поскольку в настоящее время эта проблема сосредоточила на себе внимание и космологов, и физиков и даже философов. Она вновь оживила старый вопрос: **что же все-таки представляет собою ВСЯ Вселенная в целом? И каково наше место в ней и перспективы дальнейшего изучения ее, или «их», если наша релятивистская Вселенная -Метагалактика также не исчерпывает всей существующей материи...** (А именно так она понималась в течение почти всего XX века.)

Раскрытие физического смысла Λ -члена.

- Современные космологи все более уверенно допускают, что в этой вновь осознаваемой первооснове мыслимого материального мира, в безбрежном Океане темной энергии (при ее нелогичном наименовании она мыслится также как материя, но не в виде вещества, частиц, а в виде скалярного поля, в котором вся наша «вещественная» Вселенная с ее электромагнитными и гравитационными полями составляет ничтожный атом (4% вещества) и вряд ли может быть признана единственным «творением» этого первозданного (почти лемовского...) Океана...
- Так материализовался и Λ -член, не ошибка, как самокритично думал его «автор» Альберт Эйнштейн, а проявление глубокой интуиции великого физика! (А также еще одно проявление эвристичности самой математики).

На пути от Universe к Multiverse

- Мысль о множественности физически различных вселенных также имеет длинную историю. Она восходит к Демокриту, возродилась в Александрии (Ориген, III в. н.э.) и в космологии Николая Кузанского (XV в.), а в середине XX в. вновь была высказана и обоснована нашим выдающимся космологом А.Л.Зельмановым...
- Еще А.А.Фридман обращал внимание астрономов и философов на то, что **весь этот релятивизм отражает лишь свойства нашей наблюдаемой «Вселенной астронома», то есть нашей Метагалактики !**
- Тем более в наше время заключение, что вселенных может возникать и даже сосуществовать множество, и с различными физическими и геометрическими свойствами при этом, представляется естественным и логичным

«Так не в конце ли мы пути?»

- Поэтому все более укрепляется представление, что **мы находимся не только не в конце «космологии», исчерпав ее проблемы, но, напротив, в начале новой, третьей научной революции в космологии** – смены картины Universe как единственного всеохватывающего материального мира, расширяющегося бесконечно или в пульсирующем режиме (в зависимости от средней плотности вещества в нем, все еще оцениваемой как граничная, близкая к критической величине 10^{-30} г/см³) **на картину Multiverse – Многоликой Вселенной.**
- Но это – новая тема для нового доклада. Закончим же пока общим несколько эмоциональным заключением:

Так не в конце ли мы пути?..

Так не в конце ли мы пути? –

Открыто все! – Куда идти?!

Исчерпан Universe до дна:

Его граница уж видна...

[13,8 млрд. св. лет]

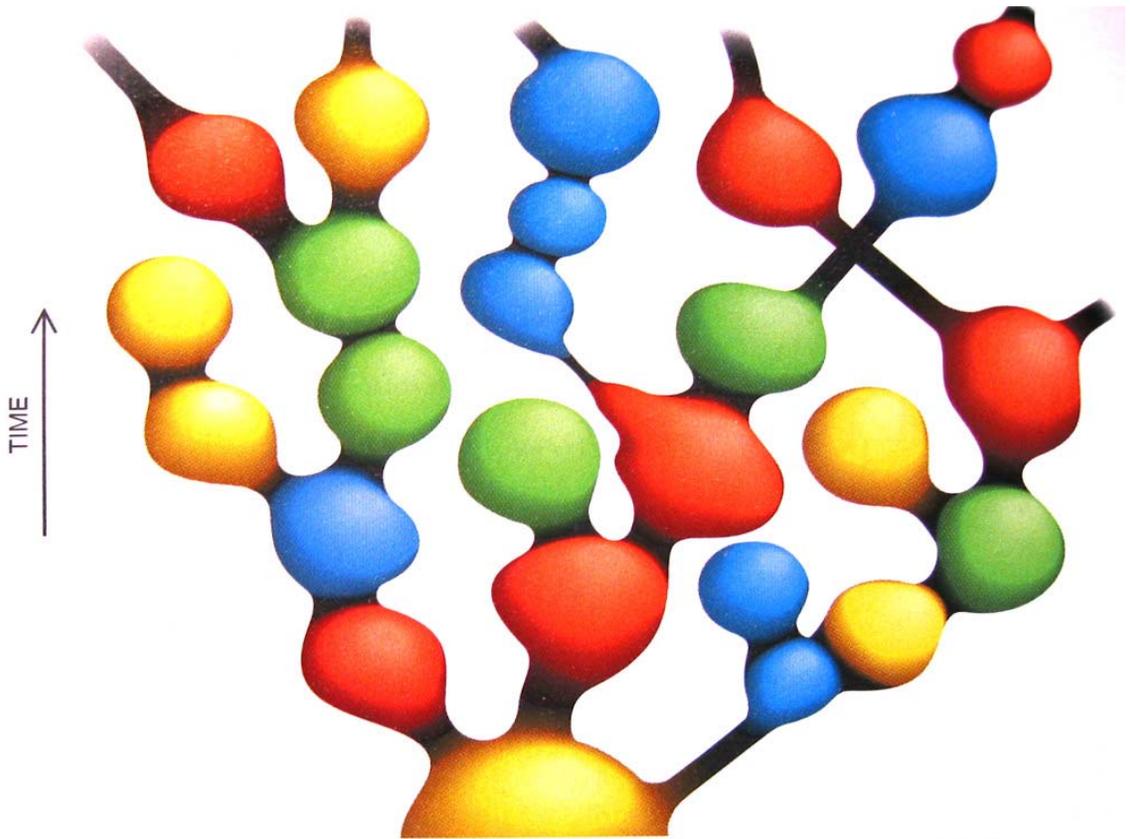
Но нет! Открылись снова дали

И с удивленьем мы узнали –

Мир многолик: пред нами встал

Космологический фрактал!

Третья научная революция.



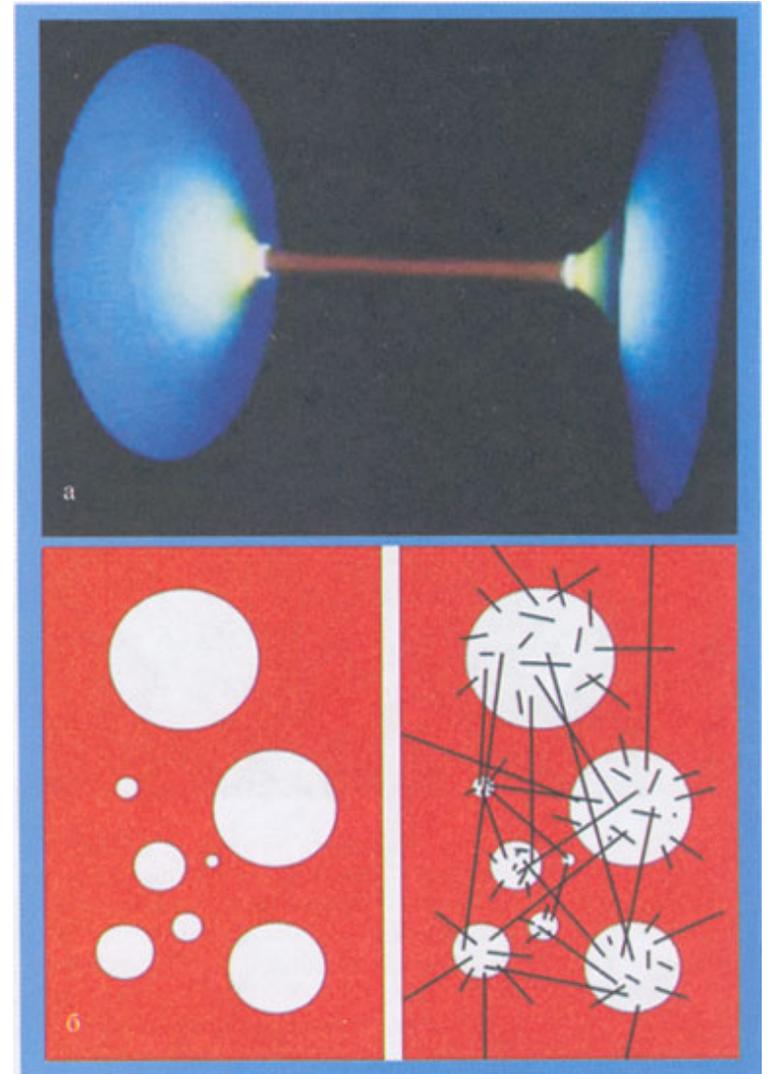
**Модель фрактальной
Многоликой Вселенной
(Multiverse). XXI в. (По рис.,
полученному от А.Д. Линде)**

- В 80-е гг. XX в. началась третья научная революция в астрономии – смена картины единственной релятивистской Вселенной (Universe) на картину множественности «вселенных» как самообновляющейся “Многоликой Вселенной” (Multiverse).- Инфляционная теория А. Гута, А.Д.Линде: «пузыри-вселенные», формирующиеся в процессе «кипения» физического вакуума (точнее возникновения флуктуаций-возмущений в нем как предельно – пока – примитивном виде материи - скалярном поле), могут быть представлены в виде непрерывно обновляющегося ветвящегося космологического фрактала...

Так представляется переход между
физически различными мирами в
теории акад. Н.С.Кардашева
(идея «кротовых нор»)

Нам Multiverse шлет новый
знак,
Как блестящий вдали маяк!
И курсом новым на ветру
Через «кротовую нору»
Мы рвемся в мир иных
законов!
И нет для разума заслонов!

*Космологическая поэма. Оотрывок.
А.Еремеева, 2012*



Мыслитель.

*(худ. Рене Франсуа
Огюст Роден (1840-
1917), работа 1880-
1882гг.)*



И, наконец, об уроках истории и некоторых острых проблемах дня!

- Один из главных уроков истории астрономии:
- в нее уходят своими истоками и крупнейшие достижения в познании человеком окружающей действительности (даже само формирование человека как *Homo sapiens*) и возникшие на первых порах заблуждения человечества -- астральная религия (поклонение светилам) и астрология (искаженное понимание космическо-земных связей, на деле – они солнечно-земные, являющиеся объектом изучения в гелиобиологии).
- Поэтому :

- 1) В школах необходимо восстановить предмет «астрономия» с включением **основных сведений и из истории этой науки**; надо изучать не историю религий, а именно историю астрономии, из которой и станет ясно, откуда произошла сама религия. **Не молельные комнаты, не кафедра теологии в физических институтах (?!), а знания делают человека самостоятельным мыслящим, то есть свободным духом и ответственным за свои поступки и судьбу человеком!**
- 2) Просить восстановить среди основных направлений исследований, поддерживаемых РФФИ, тему **«История фундаментальных наук»**, которая существовала там, но два года назад была неоправданно изъята!
- Нельзя забывать мудрых слов А.С.Пушкина:
 - **«Уважение к прошлому – вот что отличает**
 - **цивилизированность от дикости».**