

История истории Вселенной

А.М.Черепащук

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 натуралистов 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.

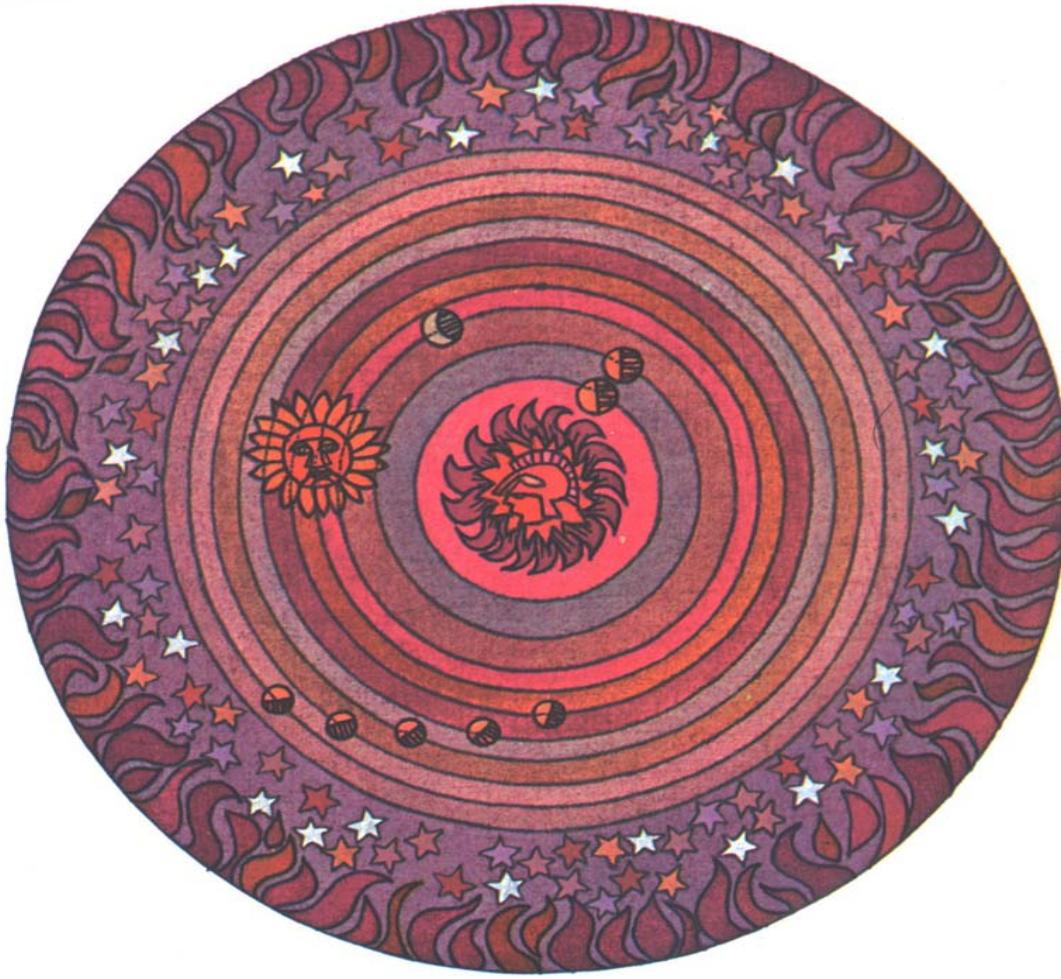
Древнейшие идеи о «привычных» и новых формах материи Вселенной

- 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, VIIв. до н.э., считал, что на ней и держится-плавает тяжелая плоская цилиндрическая Земля);
- «воздух» как вездесущий, проявляющийся в ветре и вихрях (Анаксимен, VIв. 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 «прана», 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-IVвв. 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 первоматерии: 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).

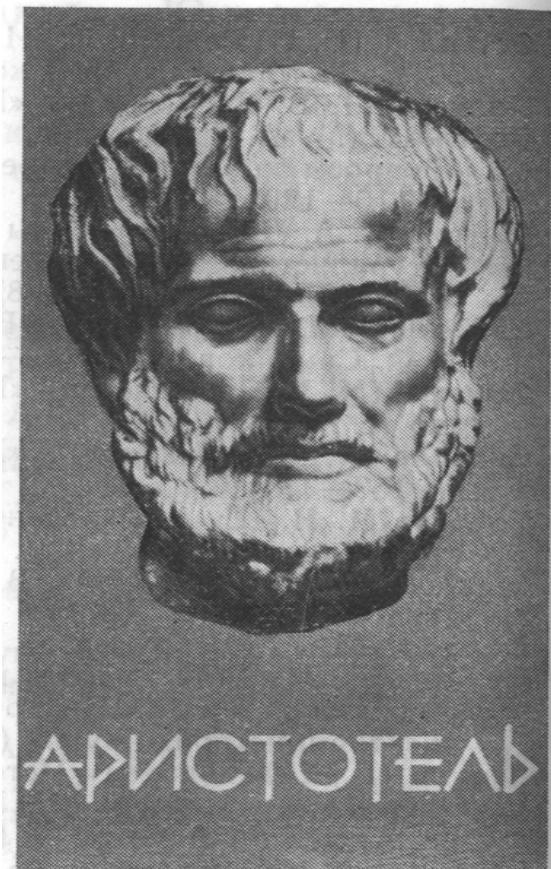
Сферическая Земля в центре Мира

Аристотель (384 – 322 до н.э.)

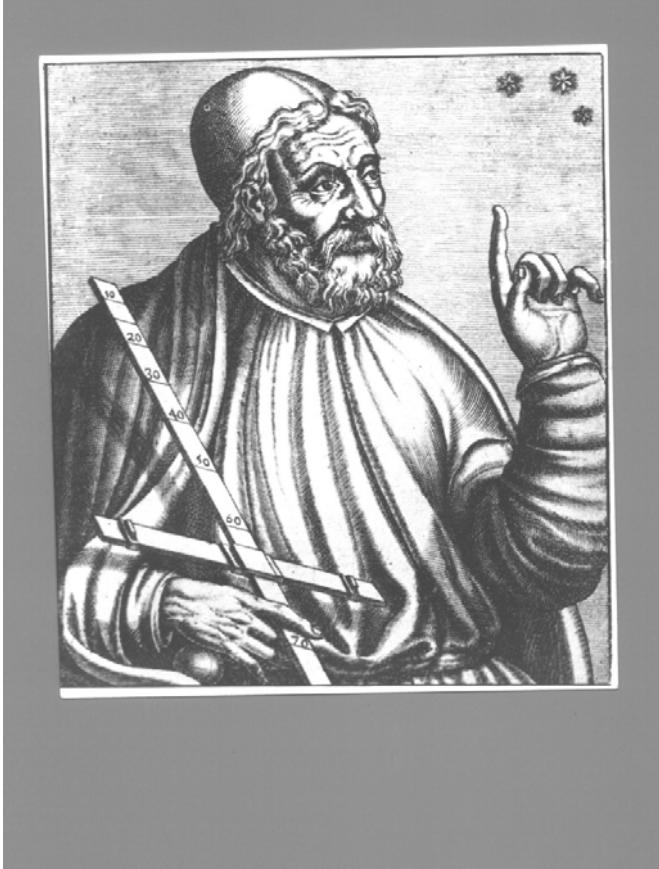
Аристотель впервые обобщил все накопленные в Греции и за ее пределами знания о явлениях как на Земле, так и в Космосе, и оформил их в первую в истории естествознания стройную убедительно физически обоснованную для его времени универсальную геоцентрическую картину мира.



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



Аристотель

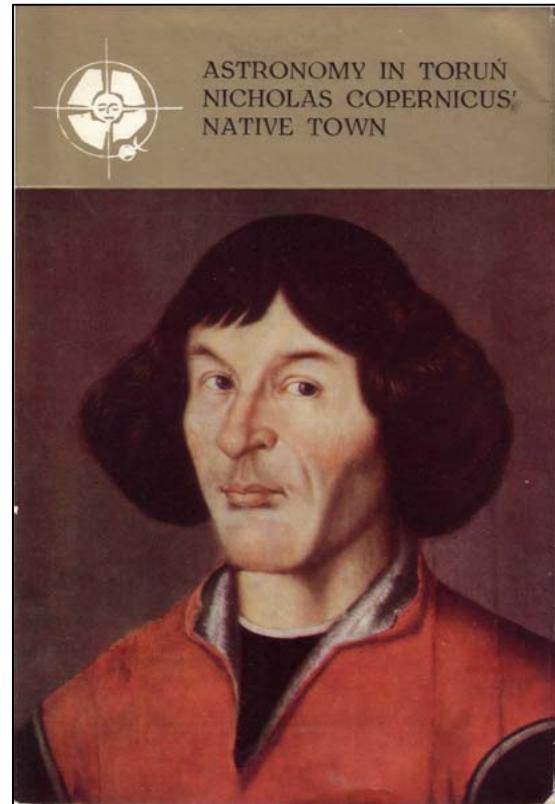


Клавдий Птолемей

- Физическое обоснование геоцентризма дал Аристотель (**IVв. 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

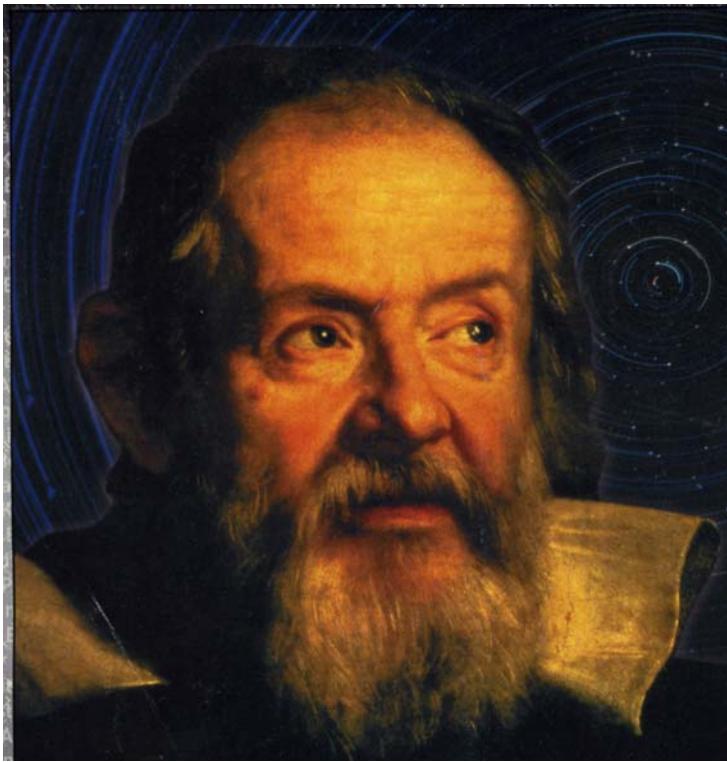


Джордано Бруно (1548-1600).

- Первым борцом за гелиоцентризм, к тому же расширявшим 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.



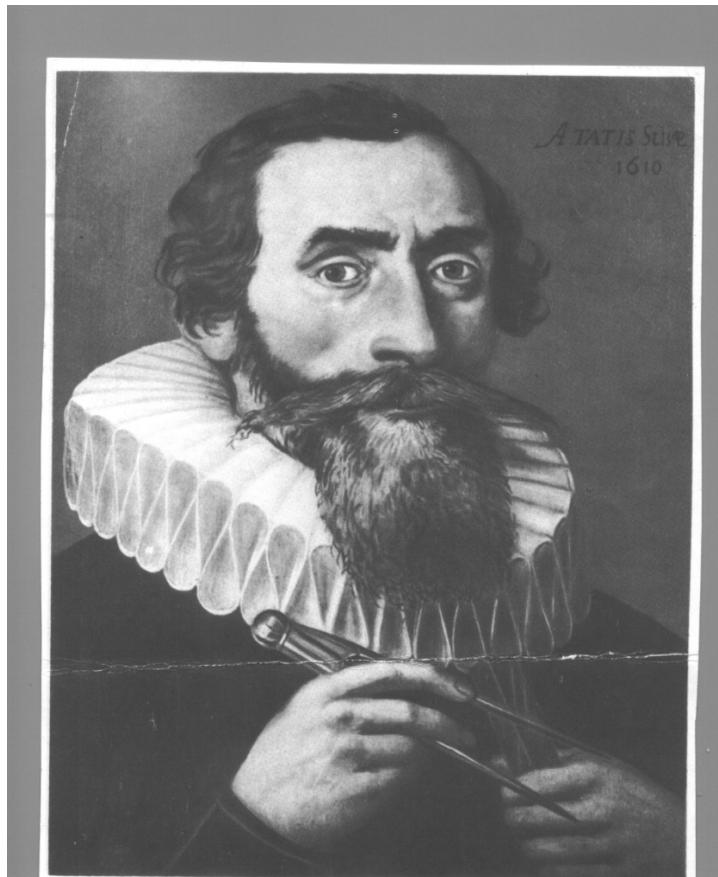
Галилео Галилей (1564-1642).



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 обычным 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 вящеи 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).

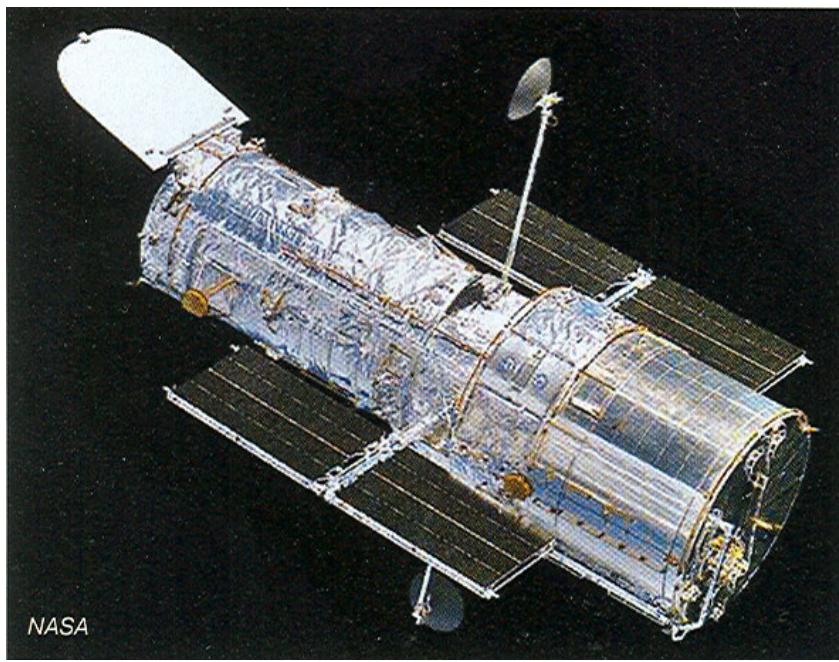
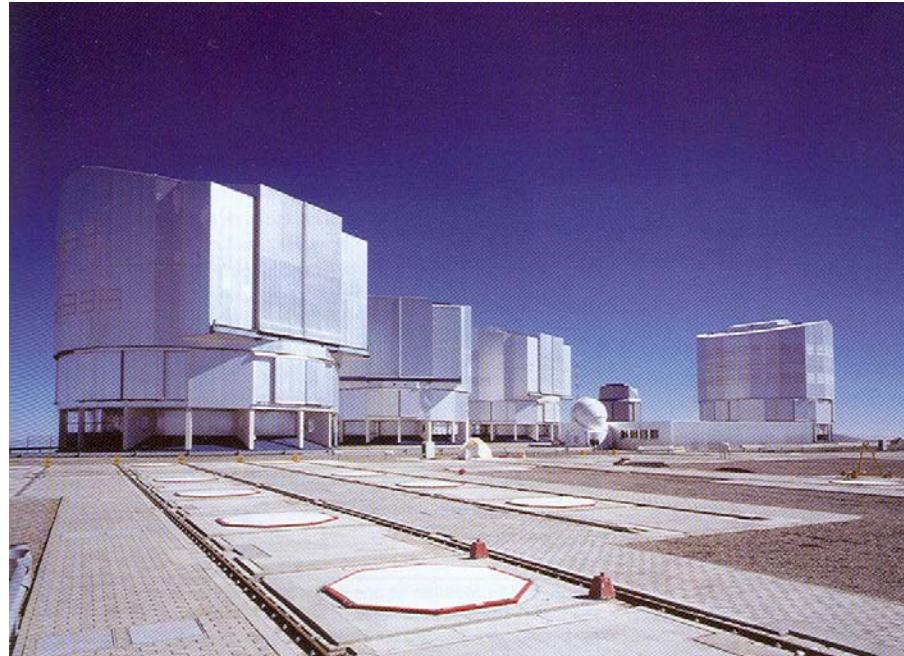
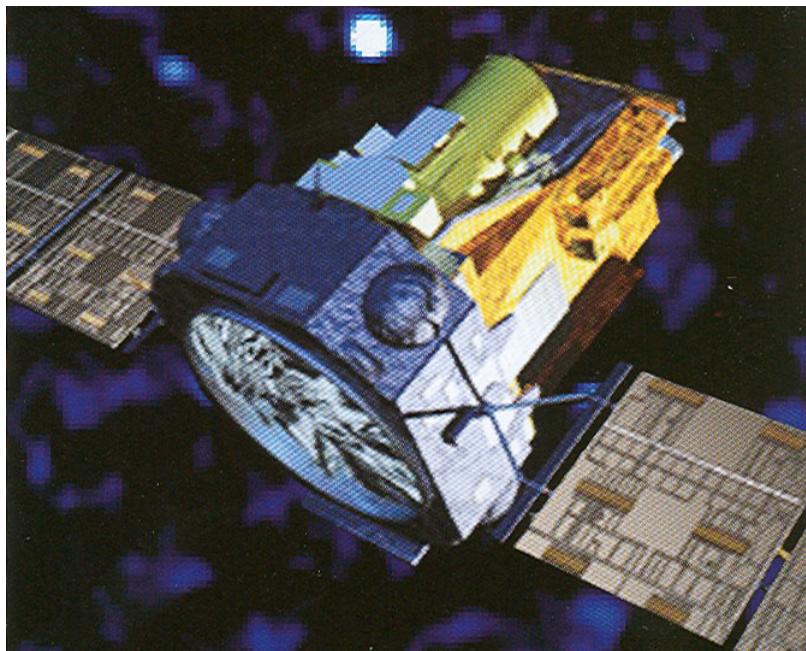


Предсказание реликтового следа сингулярного начала Вселенной.

- 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 придал тогда этому значения...

Эра всеволновой астрономии

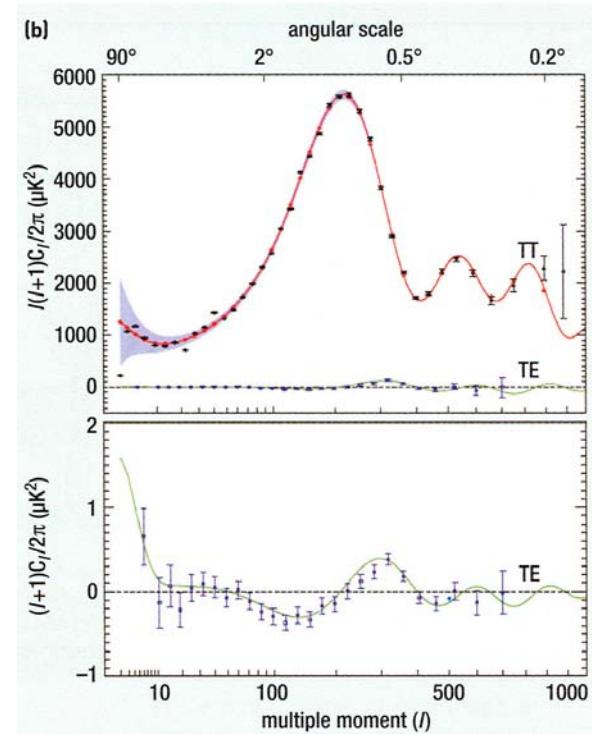
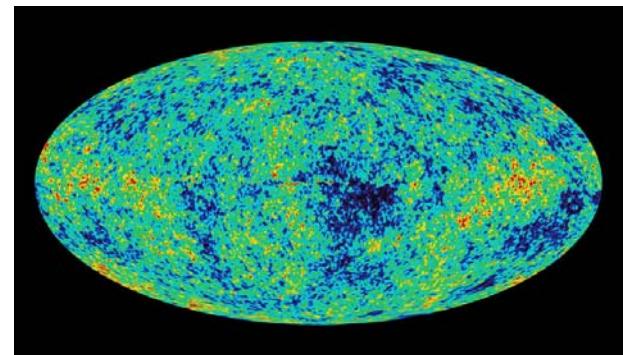
- **4 октября 1957 года** в СССР (России) запущен первый в мире искусственный спутник Земли. Началась эра всеволновой астрономии. Диапазон длин волн принимаемого электромагнитного излучения (**гамма, рентген, УФ, оптика, ИК, радио**) меняется не в 2 раза, а в 10^{16} раз. Это привело к тому, что надежность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



NASA

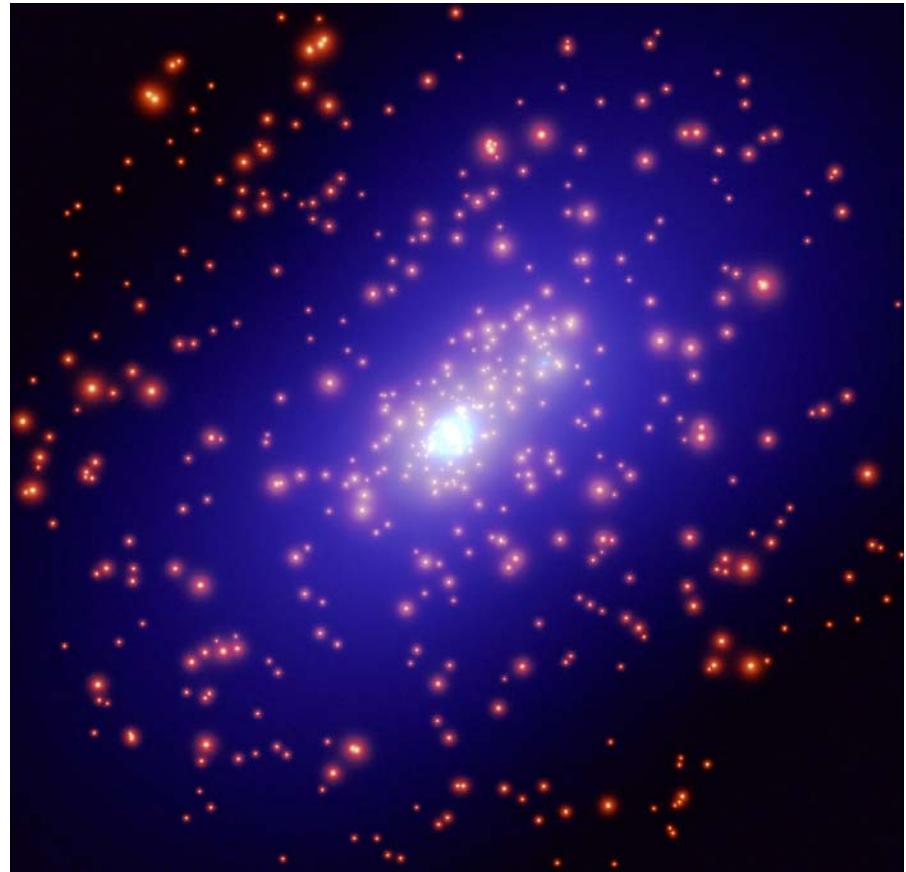
Открытие анизотропии реликтового трехградусного излучения

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



Открытие темной материи

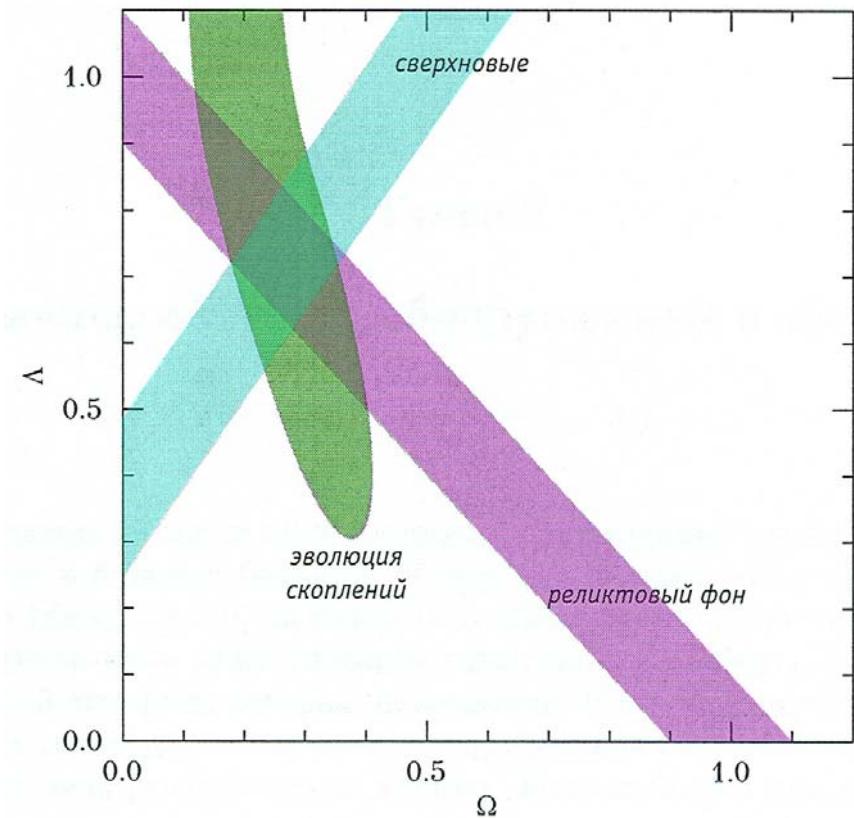
- Движение галактик в скоплениях ($v \geq 1000$ км/с). $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Вращение галактик (плоские кривые вращения). $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Горячий газ в скоплениях галактик ($v_p \geq 1000$ км/с).
 $M_{DM} \approx 10M_B$.
- Гравитационное линзирование света далеких галактик в гравитационном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

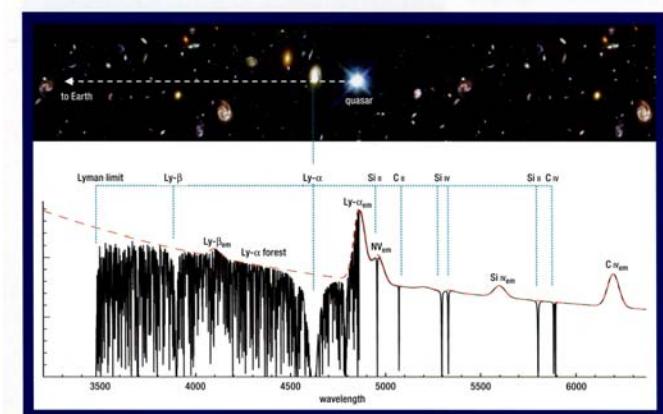
- Ускоренное расширение Вселенной, наблюдаемое по вспышкам сверхновых типа Ia (Ю.П.Псковский предложил сверхновые Ia как «стандартные свечи»). Нобелевская премия 2011 года. Б.Смидт, А.Райс, С.Перлмуттер.
- Эволюция скоплений галактик. Рентгеновские наблюдения (Росат, Чандра, ХММ) и радионаблюдения (эффект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



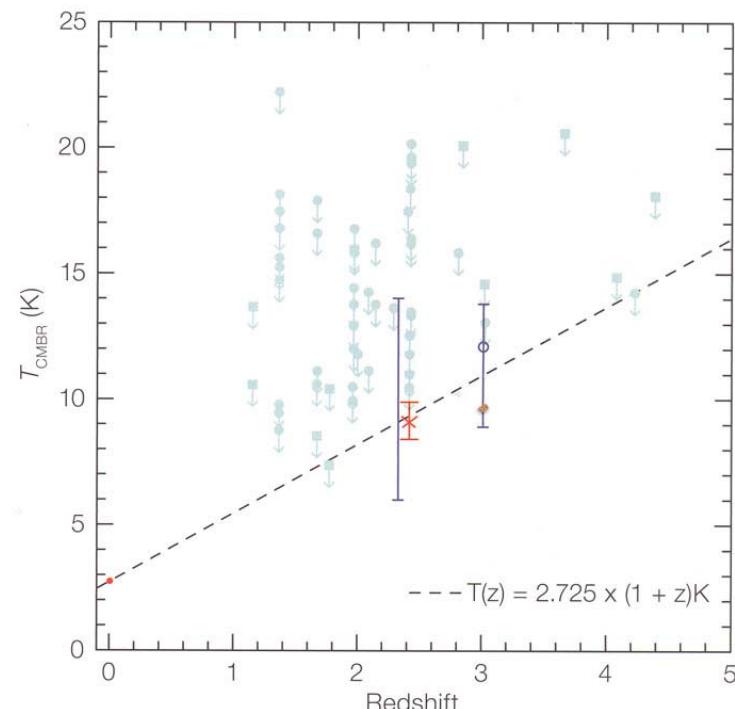
Новые доказательства реального расширения Вселенной.

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

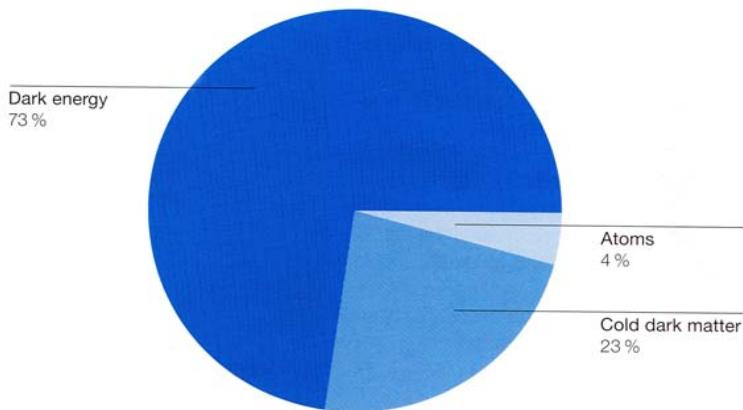
То есть, плотность реликтовых фотонов в прошлом была выше, чем в нашу эпоху. Объем Вселенной возрастает со временем.



1: QSO absorption (from J Webb). In a bright background QSO spectrum (emission lines marked in cyan), absorption occurs from a few foreground galaxies (see 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:

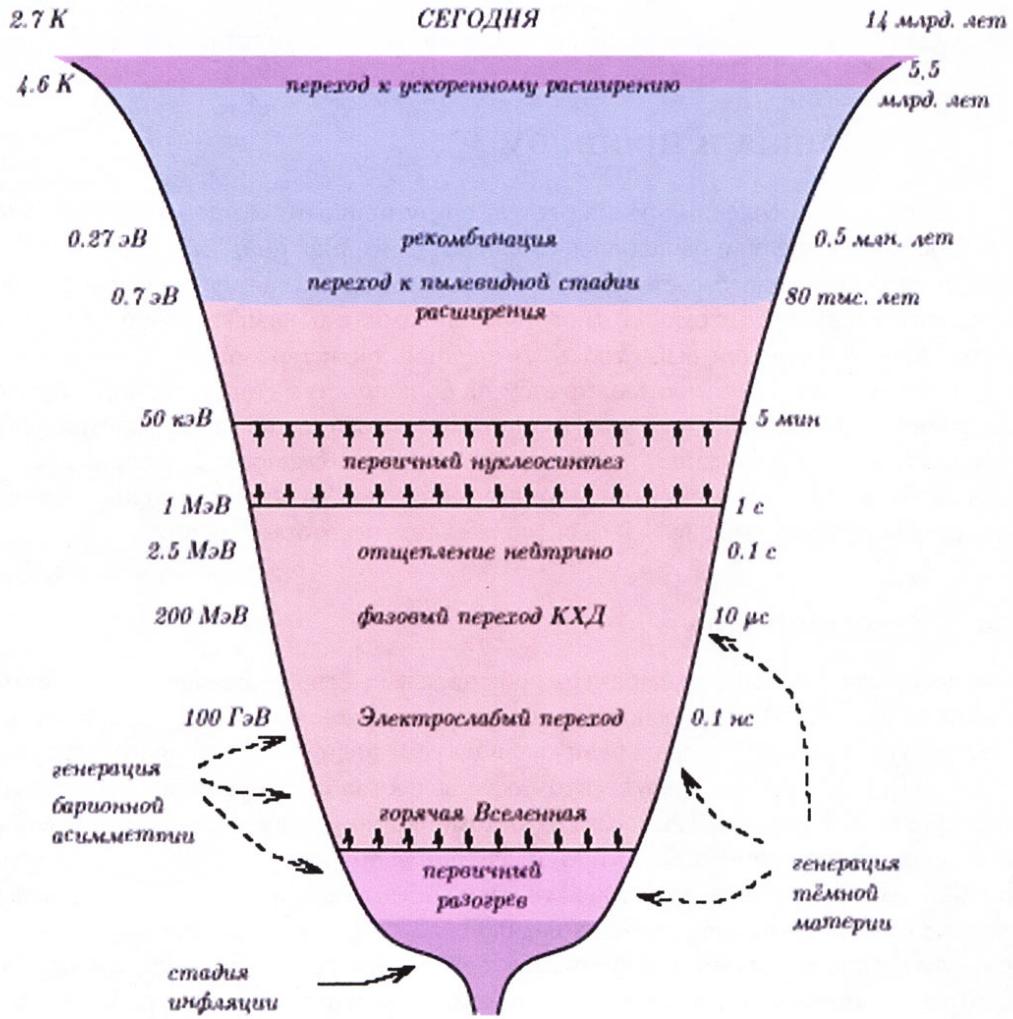
- **Темная материя (23%).** Гравитационно скучивается (частицы). Проявляет себя лишь тяготением (притяжением).
- **Темная энергия (73%).** Гравитационно не скучивается (поле). Проявляет себя лишь антитяготением (отталкиванием).
- $p=-w\rho c^2$; $w \approx 1.02 \pm 0.05$.
- В ОТО источник гравитации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

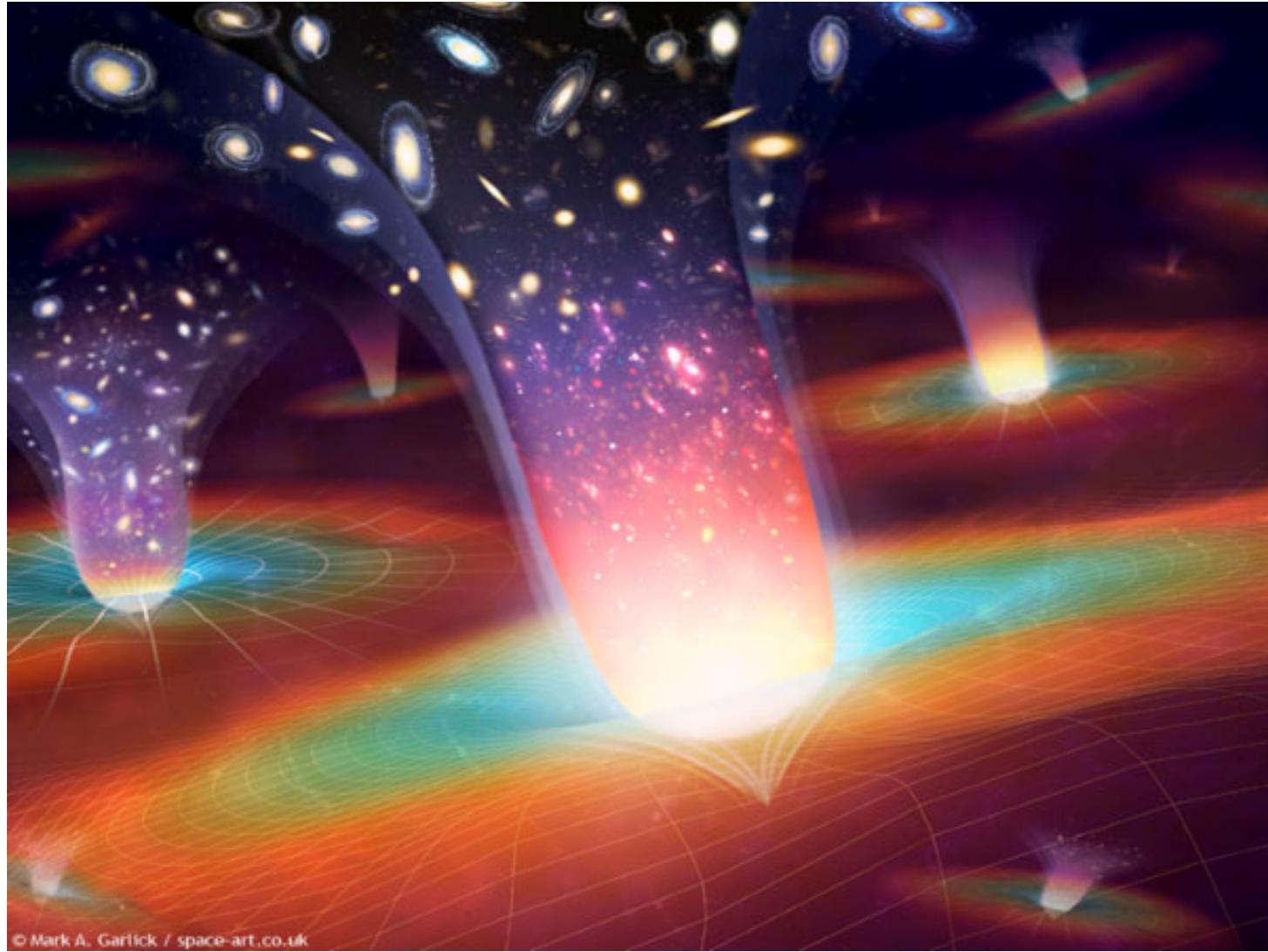
Основные эпохи эволюции во Вселенной

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
Конфайнмент 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)

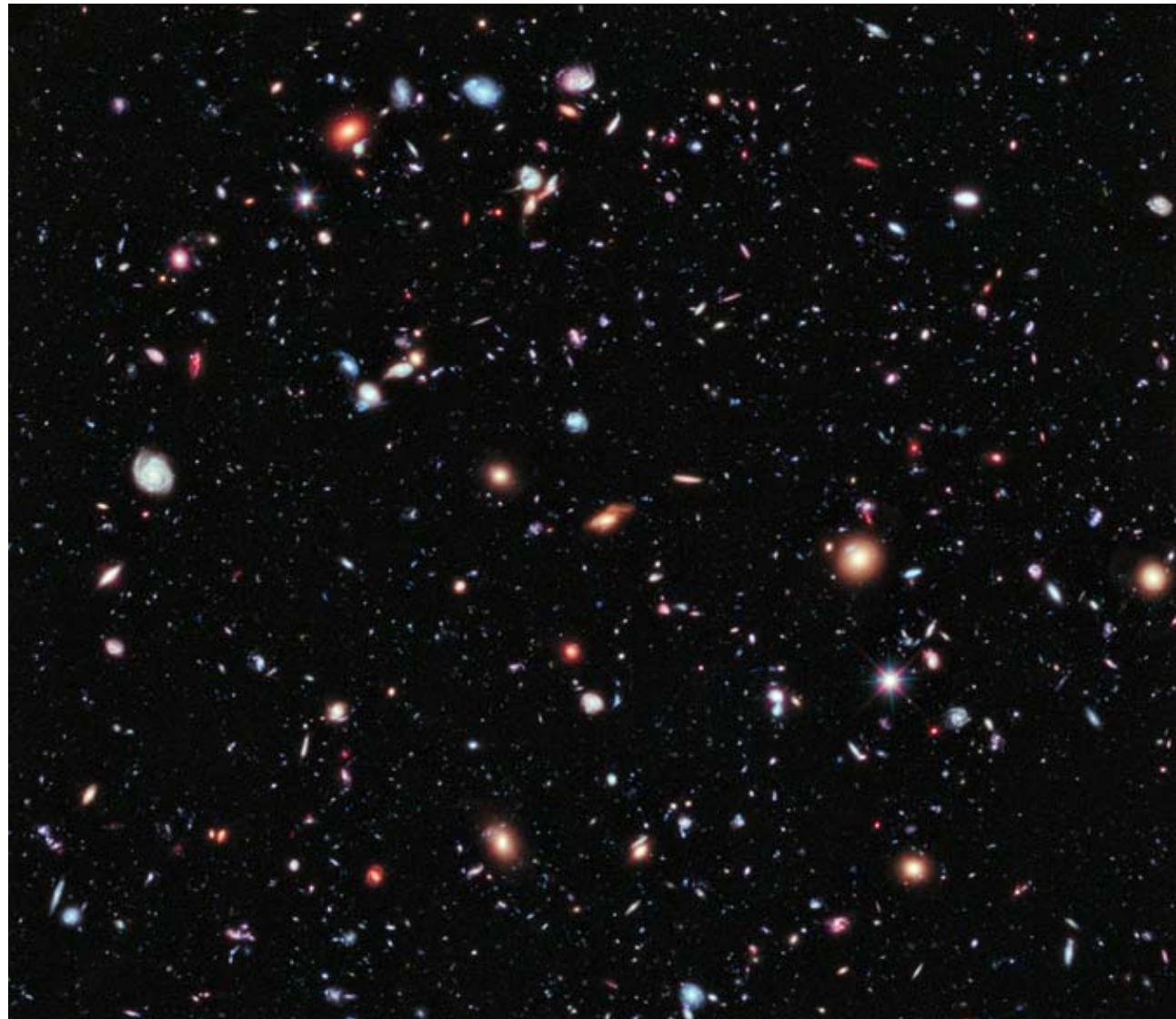
Мультимир (Линде)



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

Современный взгляд на далекие области нашей Вселенной

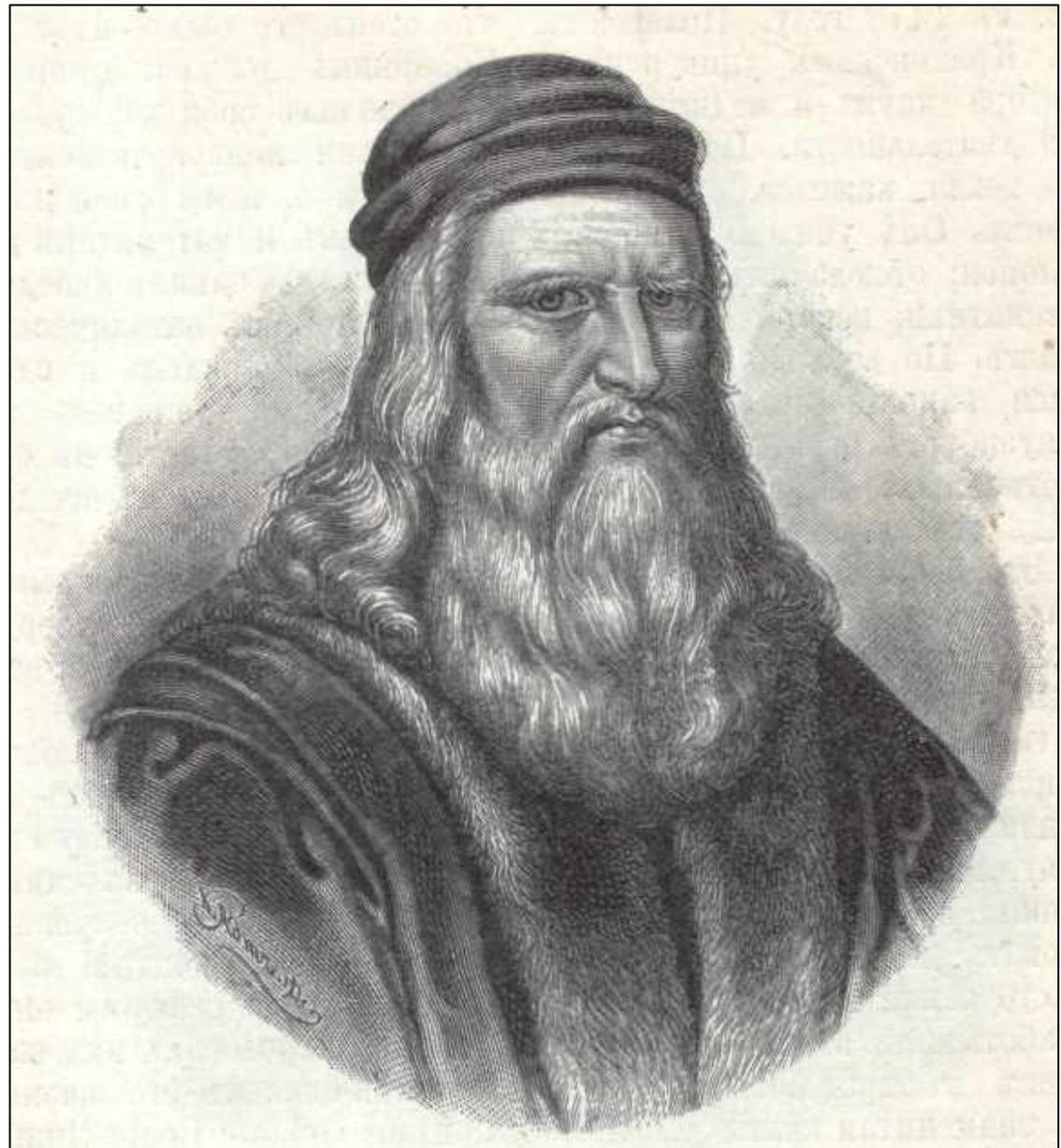
На этом глубоком снимке неба (экспозиция порядка 0.8 месяца) с космического телескопа Хаббла видны в основном галактики до 29-й звездной величины. Наша Вселенная – Мир галактик, темной материи и темной энергии. В центрах галактик расположены сверх массивные черные дыры ($M=10^6 \div 10^{10} M_{\odot}$). 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.
- Анахимандр (VII-VIв. до н.э.) первым вводит новый, отвлеченный образ - экзотическую идею мировой среды, заполняющей всю Вселенную, назвав ее **«апéйрон»** , т.е. «беспределное» (сравни с общеданным «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, беспределное, «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.**

Нерасчененная 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 "rationальное", "анализирующее", "количественное". Согласно ему, Вселенная материальна, все вещи и существа возникают из саморазвивающейся материи. Причем **вначале материя находилась в нерасчененном 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 – "тамас" (тьма, инерция), "раджас" (страсть, огонь, энергия) и "саттва" (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 бессиловое движение по кругам (первое по сути понятие об инерционном движении, как его понимал еще и Галилей!).

Николай Кузанский (1401 - 1464)

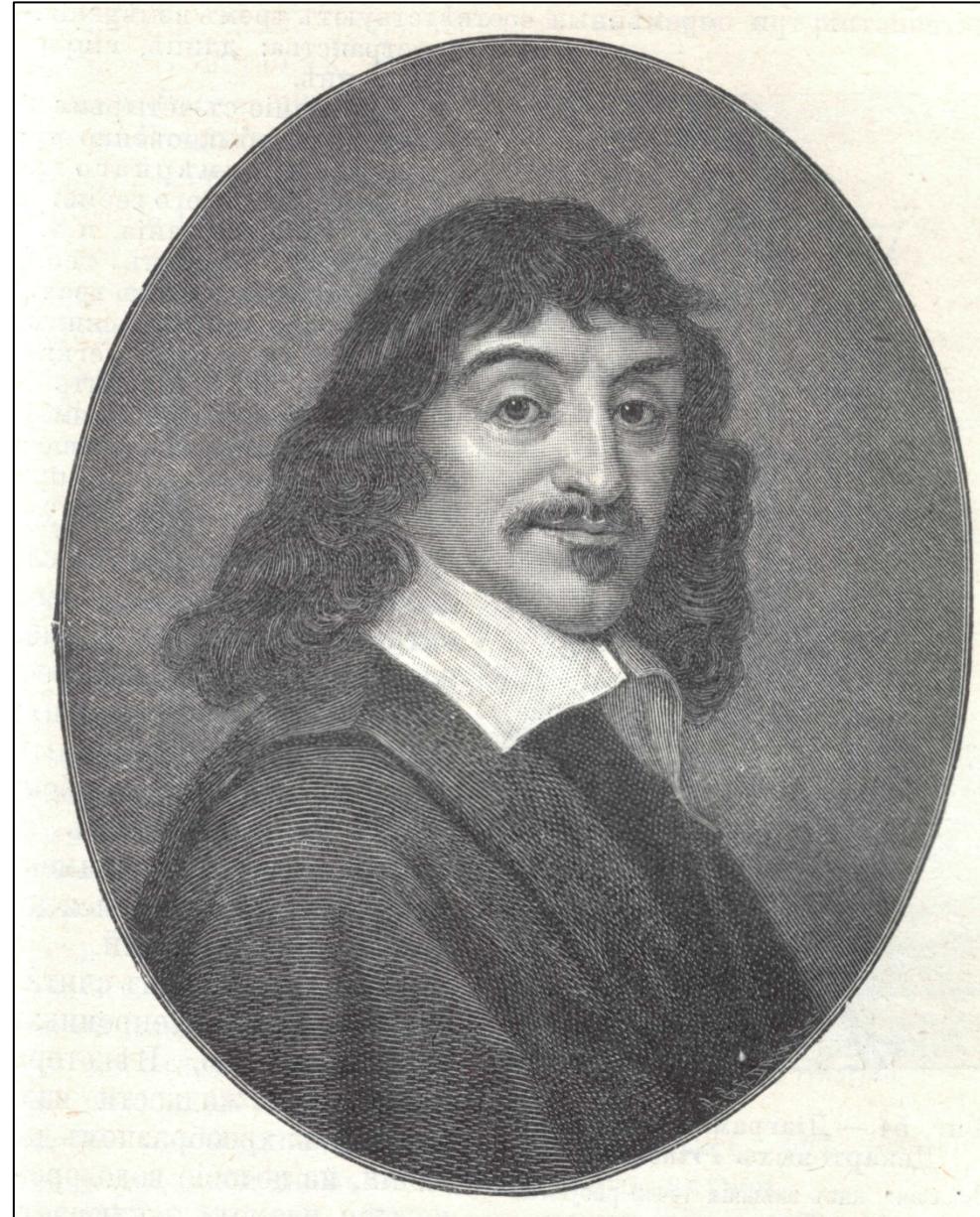
Крупнейший теолог и философ XV в. кардинал Николай Кузанский в своей новой картине бесконечной Вселенной высказал свой знаменитый афоризм: «Центр Вселенной - везде, а граница – нигде», добавив, что нет ни одной области звезд, лишенной жизни.

(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 - Л-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.

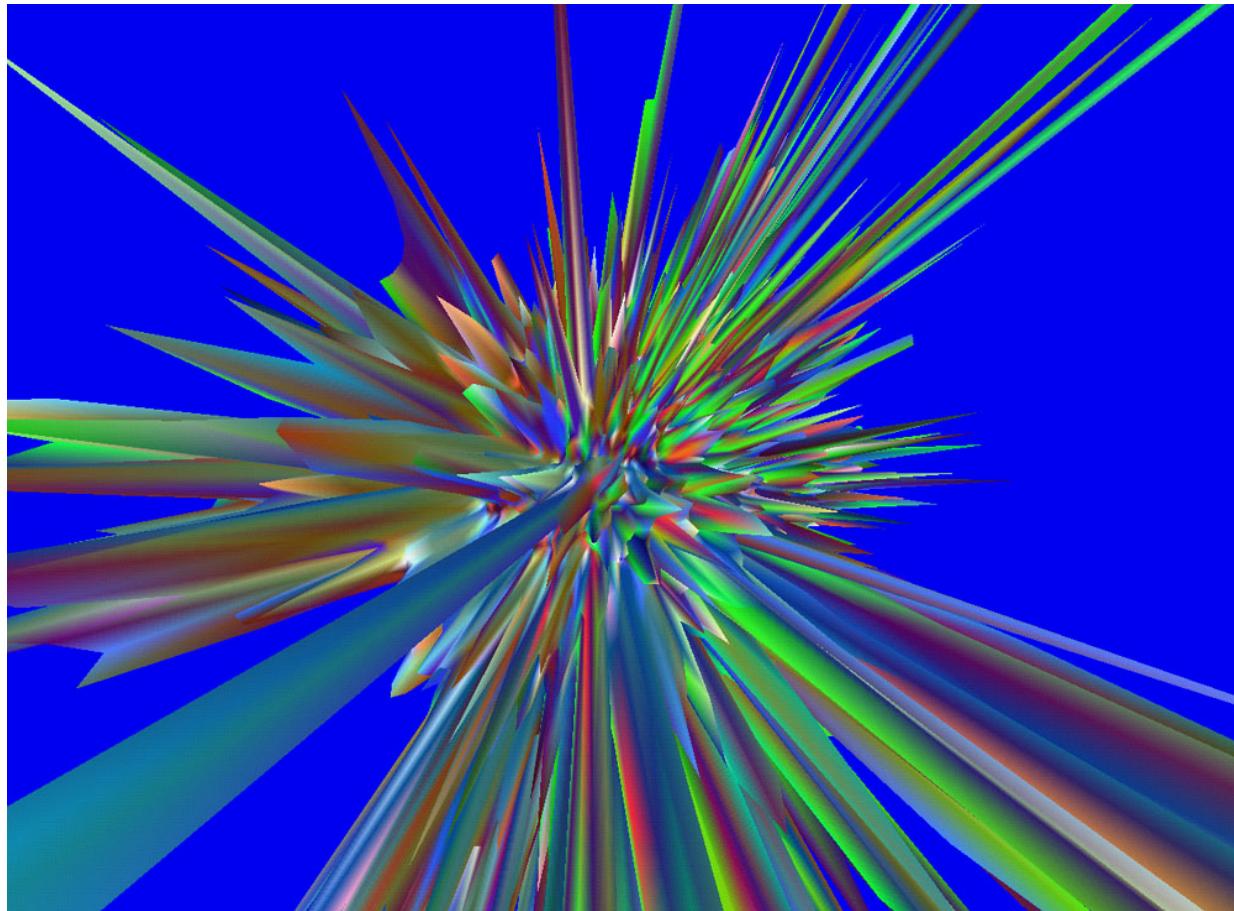
- Не менее стремителен был прогресс во всех сферах самой астрономии и ее инструментальной базы - с развитием физики, с открытием новых излучений, прежде всего радиоизлучения и рождением радиоастрономии (открытием радиоизлучения Галактики К. Янским и первым его детальным исследованием Г. Ребером, 1930-е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

Раскрытие физического смысла Л-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 гравитационным полями составляет ничтожный атом (4% вещества) и вряд ли может быть признана единственным «творением» этого первозданного (почти лемовского...) Океана...
- Так материализовался и Л-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, возрождалась 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 существовать 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

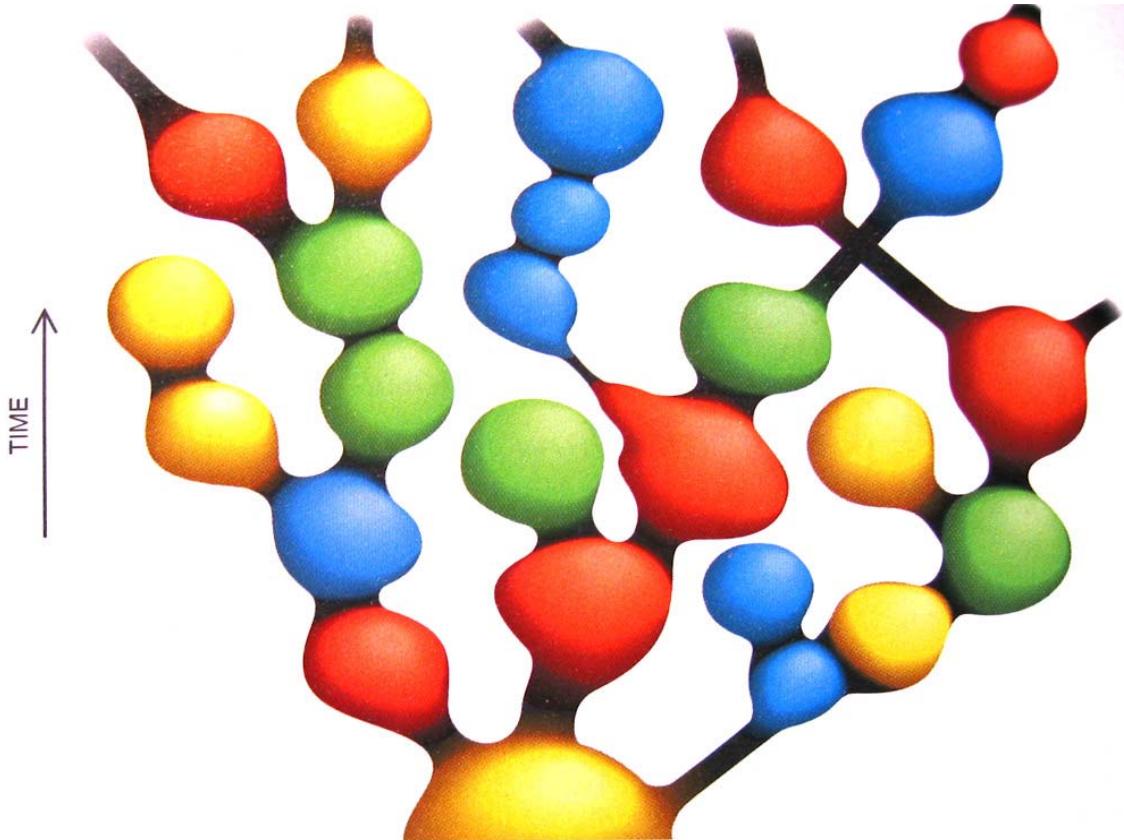
И с удивленьем мы узнали –

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.ХХ 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»)

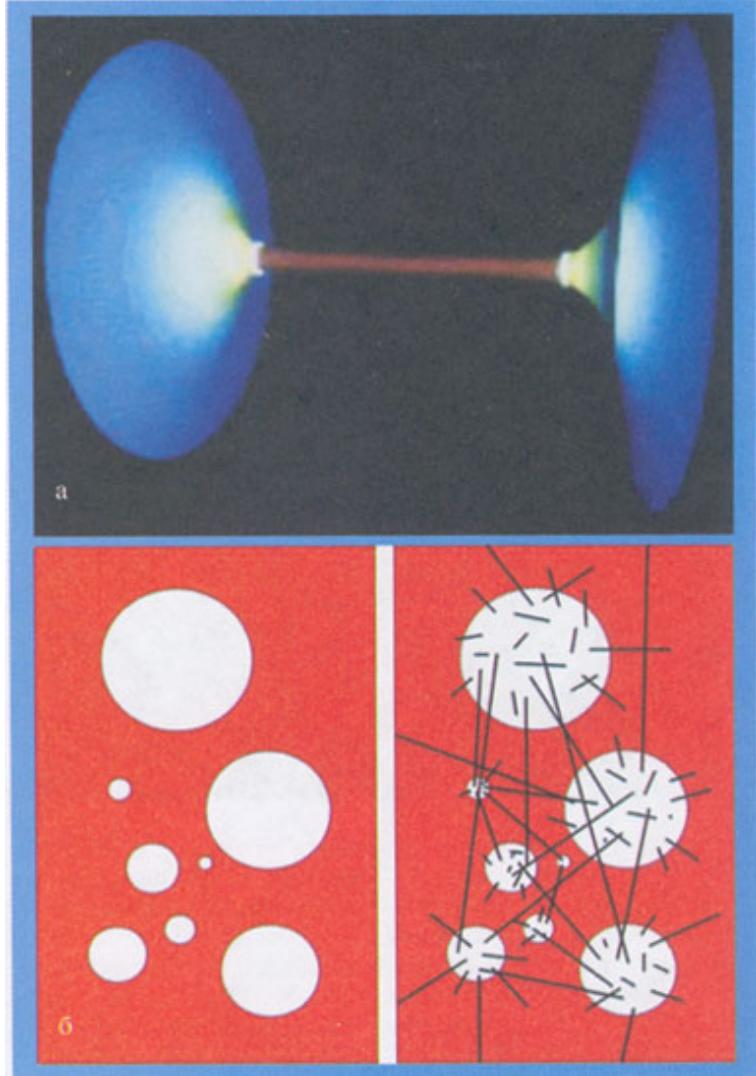
Нам Multiverse шлет новый знак,

Как блещущий 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 остройших 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 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 самостоятельно 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 цивилизованность от дикости».