

Лекция-15

Часть первая. Вторая универсальная революция в естествознании. От классической к релятивистской космологической картине мира.

Глава 1. Предыстория.

§ 1. Кризис АКМ начала XX века: космологические парадоксы и попытки их решения.

Три главных космологических парадокса

- *2. Гравитационный парадокс.*
- Этот парадокс состоит в несовместимости представления о бесконечности вещественной гравитирующей вселенной и ненаблюдаемости, неощутимости той бесконечно большой суммарной силы тяготения бесконечного числа тел, которая должна была бы действовать со всех сторон на каждое тело в такой вселенной. Его отметил еще Р. Бентли в письме к Ньютону (1692г.), но более четко сформулировали в конце XIXв. Нейман и Зеелигер.
- В начале XX в. его попытались устранить Шарлье(см. ниже), а затем К. Шварцшильд (1916), рассмотрев модель вселенной со сферической геометрией.

- 3. Фотометрический парадокс.

- Он состоит в том, что в бесконечной (и даже в конечной, но очень большой) звездной Вселенной, заполненной хаотически разбросанными звездами, взгляд в любом направлении должен упираться в поверхность какой-либо из них и, таким образом, все небо должно сиять примерно как поверхность Солнца! А этого нет, в чем и состоит парадокс. Первым это противоречие отметили еще в 1720г. Галлей (и даже, возможно, первый археоастроном Стьюкли). Большую известность получило аналогичная формулировка его швейцарским астрономом Х. Шезо (1744 г.). Но широко известен он стал в приведенной выше более развитой формулировке Г.В. Ольберса (1826 г.).
- Оба эти парадокса попытался снять Шарлье, предложив модель иерархической космологической Вселенной, предполагавшей такой сильный рост расстояний между системами каждого «этажа» , что ср.плотность материи при бесконечной массе Вселенной оказывалась равной нулю . Но она отвращала уже своей искусственностью.

- **4. Термодинамический парадокс "тепловой смерти" Вселенной.**
- Этот парадокс обнаружили в середине XIX в. В. Томсон (лорд Кельвин) и Р. Клаузиус при попытке распространить только что открытое II Начало термодинамики на весь физический (ньютоновский) мир - бесконечное пространство, заполненное звездами. Суть парадокса состояла в необходимости одностороннего необратимого рассеяния энергии, ведущего к тепловой смерти Вселенной (формулировка Томсона) или, иначе, к безудержному росту энтропии ("Энергия мира постоянна. Энтропия мира стремится к максимуму" - формулировка Клаузиуса). (Энтропия – степень неупорядоченности системы и растет как раз с переходом всех видов движения в хаотическое тепловое.
- Попытки разрешить эти парадоксы в рамках классической АКМ оказались недостижимыми. Первые два еще могли быть устранены в иерархической космологической Вселенной Шарлье. Но термодинамический не удавалось устранить, если только не усомниться в самом II Начале или его применимости к бесконечной, незамкнутой системе Вселенной.

- Людвиг Больцман (1844 – 1906) был первым, кто рассмотрел "статистическую модель Вселенной".. Однако Больцман использовал *дискретную* (атомную) модель материи, вместо континуальной, принимаемой в классической феноменологической термодинамике.
- Свое решение парадокса Больцман нашел, пойдя в признании тепловой смерти даже дальше, чем Клаузиус и Кельвин. Больцман рассмотрел вопрос о том, что будет, когда *установится* термодинамическое равновесие, то есть когда тепловая смерть наступит!.. Более того, сделав следующий весьма смелый шаг, он предположил, что состояние тепловой смерти – это обычное состояние любой части Вселенной.
- Но при этом Больцман указал (в чем и состояла гениальность его идеи!) на принципиально новое обстоятельство: **с учетом флуктуаций неизбежно возникновение как частых малых, так и чрезвычайно редких, но сколь угодно больших флуктуаций, то есть возникновение *неравновесных* областей во Вселенной, причем сколь угодно больших, в результате чего и могла самоорганизоваться наша упорядоченная Вселенная.**
- Но уже вскоре проблема парадоксов отпала в связи с коренными изменениями в физике и физической картине мира.

§ 2. Кризис классической физической картины мира на рубеже XIX - XX вв.

- В первой четверти XX в. произошла вторая в истории естествознания великая научная революция - смена классической космофизической картины мира на новую, квантово-релятивистскую. Этот коренной переворот начался с *революции в физике*.

- Классическая физическая картина мира (ньютоновская гравитационно-механическая, дополненная к концу XIX в. идеями и открытиями электродинамики Максвелла - Лоренца и ставшая по сути гравитационно-электродинамической) опиралась на представление о независимости друг от друга, иначе *абсолютности* таких сущностей, как *пространство, время, материя*

- Пространство представлялось евклидовым - плоским, трехмерным, бесконечным, существующим и без материи (как абсолютная пустота).
- Время в общем смысле - как некая абсолютная длительность, вне связи с материей (хотя принималось во внимание и физическое время как мера физических процессов – вспомним это определение у Аристотеля!).
- Материя мыслилась дискретной - состоящей из нейтральных атомов с электромагнитной основой (то есть в свою очередь построенных из электрически заряженных частиц - электронов и некой положительно заряженной

- *Абсолютными* и универсальными считались и *физические законы* – то есть открытые на Земле, они распространялись на всю мыслимую материальную Вселенную.

- И хотя в механике уже со времен Галилея был известен классический принцип относительности ("не абсолютности") движения, а именно тождественность любых механических явлений в равномерно (и, как уточнил Ньютон, прямолинейно) движущихся или покоящихся системах, все же *одна система* отсчета выделялась как *абсолютная*, в целом *неподвижная*, движение относительно нее можно было рассматривать как абсолютное. Такой системой считался *мировой эфир*.
- *Абсолютной силой* считалось *тяготение* – как "всемирное" врожденное (вопреки представлениям самого Ньютона!) свойство материи.
- *Законы макроскопических явлений распространялись (экстраполировались) на всю шкалу масштабов* - до космологических в одну сторону и до микромира в другую. Такова была классическая физическая картина мира.

Парадокс Майкельсона (1881г.)

- Но в последние десятилетия XIX в. в физической картине мира проявился новый парадокс: результат опыта американского физика *А. Майкельсона*. В 1881 г. он предпринял *попытку обнаружить мировой эфир* прямыми опытами - *измерить скорость движения относительно него Земли*, иначе – "эфирный ветер ". В общепринятой тогда волновой теории света он считался проявлением волновых колебаний мирового эфира и скорость распространения луча света , как ожидалось, должна была складываться или вычитаться из скорости орбитального движения Земли . **Но измеряя скорость луча света (в 1881-87гг.), направленного вдоль и поперек земной орбиты, наблюдатели получали скорость**

Попытки объяснения парадокса Майкельсона в рамках классической физической картины мира.

- 1. Объяснить это пытались *неощутимостью движения Земли относительно мирового эфира*, хотя существование самого эфира и, следовательно, движение Земли относительно этой неподвижной мировой среды продолжали считать реальностью.

- 2. *Г. Герц* предположил (1880-е гг.), что *Земля* просто *увлекает* с собой часть *окружающего эфира* и в этой, неподвижной относительно *Земли*, окрестности и производятся наши опыты. Но *И. Физо* показал, что такое «увлечение может быть лишь частичным» и скорость света должна изменяться.
- 3. *Х.А. Лоренц* и *Дж. Фитцджеральд* попытались объяснить отрицательный результат опыта *Майкельсона*, допустив *реальное сокращение размеров движущихся тел, включая Землю*, в направлении их движения. (При этом неизменность скорости света объяснялась уменьшением промежутков пространства между точками испускания и приема луча: свет, скорость которого складывалась со скоростью *Земли*, проходил бы за то же время меньшее расстояние и скорость его т.о. представлялась бы такой же, как и в покоящейся

Принцип относительности Пуанкаре (1904)

- *Именно эффект неощутимости якобы реально существующего движения Земли сквозь мировой эфир (неощутимости его и по электромагнитным явлениям) и был назван впервые (по аналогии с принципом Галилея) новым "принципом относительности" (А. Пуанкаре, 1904 г.).*

Вторая научная революция в физике.

создание специальной и общей теории относительности (СТО и ОТО). Эйнштейн.1905, 1916.

- Перед физиками встала проблема поисков новой фундаментальной, более общей теории, которая на единой основе объясняла бы и механические, и электромагнитные явления. Эту проблему решил в 1905 г. молодой немецкий физик Альберт Эйнштейн (1879 - 1955) в своей "специальной теории относительности" (СТО).

Отказ от идеи мирового эфира и от понятия массы как абсолютного независимого свойства материи

- Из утверждения о принципиальной неощутимости движения Земли относительно мирового эфира **Эйнштейн сделал** подлинно революционный **вывод**: в таком случае можно считать, что *такой абсолютной системы отсчета вовсе не существует* - и отказался от идеи мирового эфира.
- Обобщив принцип относительности Галилея, Эйнштейн провозгласил равноправие всех инерциальных систем в отношении любых физических процессов.
- Другим фундаментальным выводом теории стало знаменитое соотношение между полной внутренней энергией и массой тела $E = mc^2$. Оно следовало из постулата Эйнштейна о пропорциональной зависимости между массой и внутренней энергией

Создание общей теории относительности (Эйнштейн) и квантовой теории света (Планк, Эйнштейн) – завершение второй научной революции в физике.

- В 1915 г. Эйнштейн доложил свою новую теорию гравитации – общую теорию относительности (ОТО). Специальная теория относительности вошла в нее как частный случай, (она описывала поведение тел при движениях с околосветовыми скоростями в слабом поле тяготения). Т.о. и ньютонова количественная теория гравитации вошла в ОТО частным случаем – для слабых полей тяготения.

- В ОТО утверждалась неразрывная связь не только между пространством и временем (идея Минковского) , но еще и материей и вводился новый образ четырехмерного пространства-времени, зависящего от находящейся в нем материи. Она искривляла пространство (его описывала геометрия Римана, где сумма углов треугольника с выпуклыми сторонами $> 180^\circ$), и тело двигалось в этом пространстве так, что казалось притягиваемым к месту концентрации материи.
- Так впервые тяготение было представлено как эффект чего-то, а не врожденное свойство.

Первые успехи ОТО

- Первым успехом ОТО стало **объяснение загадочной лишней скорости (на 43"/100лет) в движении перигелия Меркурия.**
- Тогда же, в 1916 г. К. Шварцшильд нашел первое точное решение мировых уравнений Эйнштейна, которые связывают геометрические свойства, или метрику, четырехмерного искривленного пространства-времени со свойствами заключенной в нем материи, и тем по новому устранял гравиметрический парадокс (см. выше).
- Из ОТО следовало, что луч света, проходя вблизи звезды, искривляющей пространство, должен сам искривляться в направлении этой звезды. **Такой эффект действительно был обнаружен во время солнечных затмений (в 1919г. Эддингтоном и Дайсоном, затем в 1922г. ,а в 1936гг. А.А.Михайловым).**

- Физика, зарождавшаяся некогда как "космофизика", вновь возвращалась к своим космическим масштабам.
- В свою очередь **ОТО стала фундаментом** для выявления новых свойств и закономерностей Вселенной в самых крупных масштабах и для создания новой, **релятивистской космологии** и космологической картины мира.
- Вторым существенным элементом научной революции в физике стало создание в начале XX в. квантовой теории света Планком и Эйнштейном .

§ 1. Космологические следствия общей теории относительности: рождение релятивистской АКМ

- **1. Вселенная Эйнштейна. 1917г.**
- Попытку построить математическую модель Вселенной предпринял сам Эйнштейн в 1917 г.
- Считая радиус кривизны пространства постоянным, то есть исходя из представлений о стационарности Вселенной в целом во времени (что казалось наиболее разумным с философской точки зрения, поскольку под именем «Вселенная» мыслился весь существующий материальный мир), он пришел к заключению, что **Вселенная должна быть пространственно конечной, хотя и бесконечной во времени** (вечной) и построил новую – первую не наглядную – модель Вселенной: в форме четырехмерного цилиндра, отразившего конечность трехмерного пространства Вселенной и бесконечность ее существования во времени.

Введение «космологического Λ - члена»,

- Однако решение мировых уравнений оказывалось неоднозначным и не давало однозначной стационарной модели мира, пока Эйнштейн не ввел в них некую искусственную умозрительно полученную деталь – дополнительную постоянную – **«космологический член»**, обозначенный им как Λ (греч. большая буква «лямбда»). При положительных значениях Λ эта постоянная приобретала **физический смысл поля сил отталкивания**, или, как стали говорить в дальнейшем, "отрицательного давления". (Эйнштейн считал в дальнейшем введение космологической постоянной едва ли не главной своей ошибкой, а между тем она оказалась плодом глубочайшей интуиции гения, и ей еще предстояло с триумфом возродиться в космологии и космофизике XXI века.)

От стационарной вселенной Эйнштейна к нестационарной вселенной Фридмана – Леметра).

- Александр Александрович Фридман (1888 - 1925), петербургский математик, геофизик (и летчик-наблюдатель ,герой первой мировой войны) первым отказался от исходного постулата о стационарности Вселенной, показав его теоретическую необоснованность.
- В 1922 г. он заново проанализировал сложную систему из 10 мировых уравнений ОТО и пришел к фундаментальному выводу о том, что эти уравнения ни при каких условиях не дают однозначного решения, то есть ответа на вопрос о форме Вселенной, ее конечности или бесконечности в пространстве.

А.А.Фридман (1888-1925)

Российский
математик,
геофизик, летчик-
наблюдатель
(доброволец) в
первую мировую
войну (1914-1918)



2. Нестационарная вселенная Фридмана. 1922г.

- Вместе с тем захваченный новой небывалой перспективой получить, пусть не однозначный, но ответ на вопрос о том, **что же может представлять собой наша Вселенная с точки зрения ОТО**, в рамках новых представлений о существовании гравитации, Фридман **предположил возможность изменения радиуса кривизны мирового пространства во времени.**

Три космологические модели Фрийдмана

- Исходя также из постулата – но теперь уже иного – об однородности и изотропности Вселенной, Фрийдман нашел новые, "нестационарные" частные решения уравнений ОТО – в виде трех возможных моделей нестационарной Вселенной. Каждая определялась принимаемым интервалом значений Λ и знаком кривизны пространства.

- Две модели (с положительным Λ) описывали Вселенную с монотонно растущим радиусом кривизны. Вселенная как целое оказывалась расширяющейся: в одном случае из точки, в другом – начиная с некоторого малого, но ненулевого объема. («Монотонный мир первого и второго рода», по Фридману.)
- Третья модель представляла "периодическую" Вселенную: радиус кривизны ее пространства периодически возрастал от нуля до некоторой величины за время, которое Фридман назвал "периодом мира" (используя образы из древнеиндийской космологии – представления о периодах-югах!), а затем уменьшался опять до нуля и т.д.

Первая реакция Эйнштейна

- Таким образом Фридман отвергал вывод Эйнштейна о том, что ОТО обязательно приводит к конечности Вселенной при любой положительной средней плотности материи в ней.
- Результаты Фридмана были опубликованы в небольшой (11 страниц) статье в ведущем немецком теоретико-физическом журнале "*Zeitschrift für Physik*" (1922, Vd.10; рус. пер. в Журнале рус. физ.-хим. Об-ва, т.56, за 1924/25г.) .
- Статья вызвала резкую критику Эйнштейна, но вскоре Фридман сумел убедить его и он уже в 1923г. в Z.f.Ph. признал правоту молодого советского теоретика, назвав его результаты «проливающими новый свет на проблему».

- В 1924 г. во второй своей статье в том же журнале Фридман рассмотрел вопрос о возможности мира с постоянной отрицательной кривизной.
- Более полную и глубокую оценку вклада А. Фридмана Эйнштейн дал в 1945 г. : "Его [Фридмана] результат затем получил неожиданное подтверждение в открытом Хабблом расширении звездной системы... Последующее представляет не что иное, как изложение идеи Фридмана. ...Не вызывает поэтому никаких сомнений, что это наиболее общая схема, дающая решение космологической проблемы" [*Цит. по мем. Фридм. Конф. //Успехи физических наук.Т.80,1963г.*]

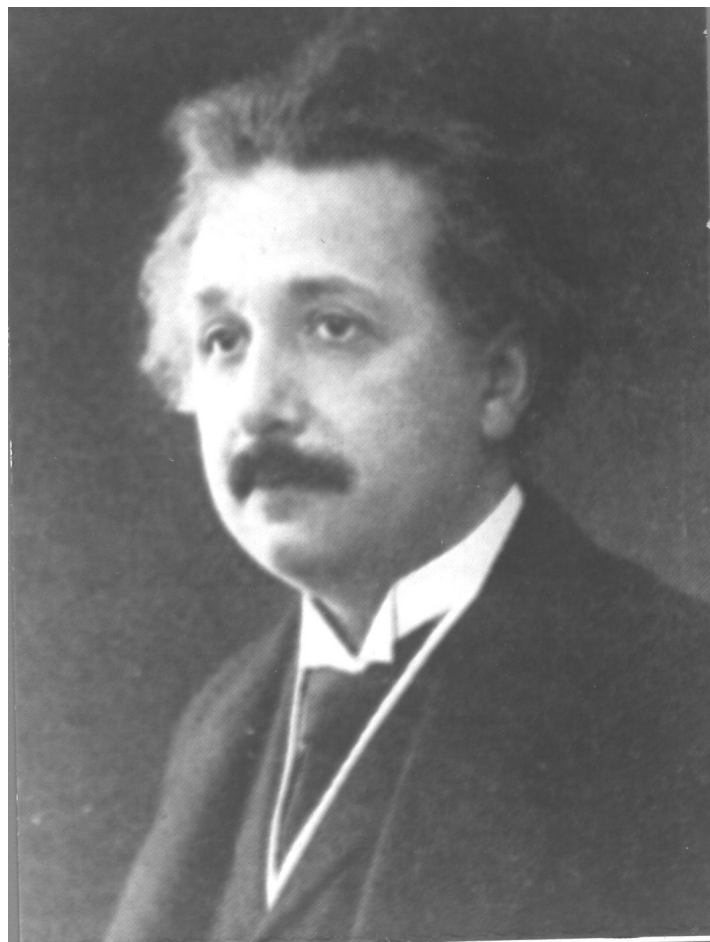
Фридман и древнеиндийская философия

- В космологии Фридман не был чистым теоретиком. Получив модель "периодической Вселенной", он обращается к истории философского осмысления окружающего мира. "Невольно вспоминается, – писал Фридман в своей философской брошюре **"Мир как пространство и время" (1923)**, – сказание индусской мифологии о периодах жизни".
- В космологии Фридман большое значение придавал и наблюдениям. "Вернейший и наиболее глубокий способ изучения, при помощи теории Эйнштейна, геометрии мира и строения нашей Вселенной состоит в применении этой теории ко всему миру и в использовании астрономических исследований... И хотя астрономические исследования не дают еще достаточно надежной базы для экспериментального изучения нашей Вселенной ... наши потомки, без сомнения, узнают характер Вселенной, в которой мы обречены жить...", – пророчески писал Фридман в той же брошюре.
-

ТВОРЦЫ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ

КОСМОЛОГИИ.

*Альберт Эйнштейн (1879-1955) и Александр
Александрович Фридман (1888-1925).*



Загадка больших скоростей спиралей и первые интерпретации эффекта. В.М. Слайфер, В. де Ситтер, А. Эддингтон, Г. Вейль (первая четверть XX в.).

- Весто Мелвин Слайфер (1875 - 1969) на Ловелловской обсерватории (в г. Флагстафф, на севере шт. Аризона, США) первым стал измерять лучевые скорости шаровых скоплений и спиральных туманностей и обратил внимание на их значительные величины у спиралей по сравнению со скоростями звезд (до 1100 км/с против десятков км/с у звезд).
- **Вскоре обратили внимание на преобладание среди них скоростей удаления - туманности как бы разбегались от нас (В. Слайфер, В. де Ситтер, 1917 г.)**

Весто Мелвин Слайфер

(1875 1969)

Американский астроном-наблюдатель, с 1901г. сотрудник Ловелловской обсерватории, с 1916г. ее директор, первым начал измерять лучевые скорости шаровых скоплений и спиральных туманностей, обнаружил, что лучевые скорости последних на 2 порядка превышают лучевые скорости звезд. Член Национальной АН



- В наблюдениях этот эффект "разбегания" проявился впервые при исследованиях (начатых в 1916 г.) движения Солнца относительно совокупности млечных туманностей. В соответствующее кинематическое уравнение, взятое из звездной астрономии и связывающее скорость движения Солнца в пространстве и лучевую скорость, но теперь уже не звезды, а каждой туманности, вошел некий **K-член**, имеющий смысл дополнительной относительной скорости Солнца и данной туманности. Вычисленная по совокупности туманностей его значительная величина (в сотни км/с) и положительный знак показали, что туманности как бы разбегаются от Солнца. **Этот K-член и был поначалу назван "красным смещением"** (немецким астрономом К. Виртцем, 1921 г.), а в целом эту дополнительную скорость Солнца, или, что то же самое, - скорость движения относительно Солнца всей совокупности туманностей стали называть "скоростью Вселенной".
- Выяснить, не зависит ли K-член от расстояния до туманностей, безуспешно пытались в 1916 - 1928 гг. многие наблюдатели и теоретики (Паддок, К. Виртц, К. Лундмарк, Г. Стремгрен и др.).

Модель Вселенной де Ситтера и ее интерпретация у Эддингтона и Вейля

- В этот же период, в 1916 - 1917 гг., голландский астроном Виллем де Ситтер (1872 - 1934) первым рассмотрел астрономические следствия ОТО. В 1917 г. де Ситтер теоретически вывел эффект взаимного удаления туманностей - как ожидаемое преобладание сил "гравитационного отталкивания вакуума " (в этом был физический смысл положительного космологического члена Λ) над обычными силами гравитации, ввиду крайне малой плотности материи во Вселенной. Эта модель известна как "модель пустой вселенной де Ситтера". (Ср. с моделью Шарлье!)
- Под впечатлением этой теории А. Эддингтон, который также одним из первых отметил **преобладание в спектрах спиралей красных смещений**, назвал этот эффект "**эффектом де Ситтера**".
- В 1923 г. немецкий математик Г. Вейль, исходя из теории де Ситтера, а также из принципа однородности и изотропности Вселенной, без труда показал, что относительные **скорости взаимных удалений** млечных туманностей, даже при совершенно равномерном расширении Вселенной, **должны расти**

Наблюдения Хаббла и Хьюмасона

- Возможно, не без влияния этих идей и расчетов (по крайней мере зная об идеях де Ситтера) Э.П. Хаббл (1889 - 1953) в 20-е гг. на Маунт-Вилсон занялся анализом лучевых скоростей галактик и привлек к этому другого сотрудника обсерватории, талантливого наблюдателя спектроскописта М. Хьюмасона (1891 - 1972). (О теории Фридмана американские астрономы, как и многие тогда, ничего не знали, очевидно)
- Сравнение конкретных лучевых скоростей и расстояний показало Хабблу, что у более далеких туманностей они больше и что т.о. в кинематическом уравнении движения Солнца относительно туманностей **K-член**, или "скорость Вселенной" также **растет с ростом расстояний до туманностей и его следует условно записывать как Kr** .
- Конкретный вид зависимости "скорости Вселенной" от расстояния между Солнцем и туманностями Хаббл впервые определил по 24 галактикам с измеренными расстояниями и по 22, расстояния до которых были оценены им по их суммарным звездным величинам. Эти галактики располагались не далее, чем в 70 млн. св. лет от нас, и параметр красного смещения в их

Открытие закона Хаббла

- К 1929 г. Хаббл уже уверенно установил что лучевые скорости (v) растут прямо пропорционально r : $v = Kr$ и оценил значение постоянную $K = 500 - 530$ км/(сек \times Мпк). В январе 1929 он сдал в печать статью (на 6 страницах) с этими результатами: "**Связь между расстоянием и лучевой скоростью внегалактических туманностей**" в Труды Национальной академии наук США (она вышла в марте).
- Американский физик-теоретик Р. Толмэн предложил назвать постоянную в новом законе "красного смещения" именем Хаббла и обозначать ее через "H":

$$v = Hr.$$

- Так в астрономию вошел фундаментальный **закон космологического расширения ХАББЛА**

- К 1931 г. он был доказан Хабблом и Хьюмасоном для расстояний в 18 раз больших, чем при его открытии. К 1935 -36 гг. он был подтвержден и для изолированных галактик, и для их скоплений, вплоть до самых далеких доступных 100" телескопу (до 18 зв. вел. и с лучевыми скоростями до 42тыс. км/с). В 1950 - 51 гг. уже с помощью 200" рефлектора закон Хаббла был продвинут к лучевым скоростям в 61 000 км/с. В этой работе по обоснованию и "распространению" действия закона Хаббла принимали затем участие известные наблюдатели В. Бааде, Н. Мейолл, Э. Сэндидж и др. и целый ряд крупных обсерваторий.
- В настоящее время его действие, подтвержденное и в радиодиапазоне, проверено и подтверждено до расстояний свыше 10 млрд. св. лет (по радиоисточникам и квазарам).
- Постоянная Хаббла является одной из фундаментальных космологических постоянных. В результате неоднократных уточнений ее значение, полученное с помощью КТХ (2009г.) принимается в настоящее время равным $72 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ и т.о. возраст нашей Вселенной оценивается в 13,8 млрд. лет.

Окончание первого часа
лекции 15

Лекция 15- 2. Неожиданные следствия развития релятивистской АКМ и рождение релятивистской эволюционной космологии.

Первая треть XX в.

§ 1. Рождение релятивистской эволюционной космологии.

- 1 . Проблема конечного возраста Вселенной.
- Большое смятение в умах вызвало осознание того, что величина, обратная постоянной Хаббла ($1/H$) означает не что иное, как время расширения Вселенной, ее возраст, то есть закон Хаббла свидетельствует о конечности Вселенной во времени (!), а не только в пространстве.

1 . Предыстория проблемы конечного возраста Вселенной и первые оценки его в теории Фридмана (1922-23г.).

- Первым эту проблему затронул еще А. Фридман. Свою первую статью по космологии (1922) он закончил хотя и чисто иллюстративным, но тем не менее любопытным подсчетом: если положить $\Lambda = 0$ и общую массу Вселенной близкой по порядку величины к массе Метагалактики, то время от начала существования Вселенной ("**период мира**«) будет исчисляться величиной **порядка 10 млрд. лет.**
- Более детально Фридман обсуждает вопрос в брошюре 1923 г. "Мир как пространство и время": "Является возможность также говорить о "сотворении мира из ничего", но все это пока должно рассматриваться как курьезные факты, не могущие быть солидно подтвержденными недостаточным астрономическим экспериментальным материалом. ... Бесполезно, - продолжает он, - за отсутствием надежных астрономических данных приводить какие-либо цифры, характеризующие "жизни" переменной Вселенной" (имеется в виду аналогия с древнеиндийскими "циклами жизни«-югами). "Если все же начать подсчитывать, для курьеза, **время, прошедшее с момента, когда Вселенная создавалась из точки, до теперешнего ее состояния,** начать определять, следовательно, время, прошедшее от создания мира, то получатся числа в **десятки миллиардов наших обычных лет**". (Ср. с современными оценками в 13,8 млрд. лет...). **Это еще раз напоминает об эвристической силе математики в познании окружающего мира.**

2. Вывод о начале Вселенной во времени и гипотеза "Большого Взрыва"(Big Bang) Ж. Леметра (1927г.).

- Вывод о "начале" Вселенной следовал и из эффекта красного смещения при его истолковании на основе принципа Доплера. Это осознал в 1927г. (еще по данным Слайфера и до опубликования закона Хаббла) бельгийский астроном Жорж Леметр (1884 - 1966)(в то время недавний студент Эддингтона). Независимо от Фридмана (возможно, и не зная о нем) он выдвинул гипотезу возникновения Вселенной и ее дальнейшего расширения из "точки". (За ней закрепилось на некоторое время название "атома-отца", хотя сам Леметр, даже будучи лицом духовным (он имел сан аббата в Ватикане), избегал этого образа и вообще теологической трактовки своей теории.)
- Между тем, и в наши дни церковь пытается трактовать теорию Леметра именно в религиозном смысле, приписывая и сам Большой Взрыв действию Бога (яркий пример паразитирования современной религии на достижениях и трудностях науки).

Гипотеза Big Bang

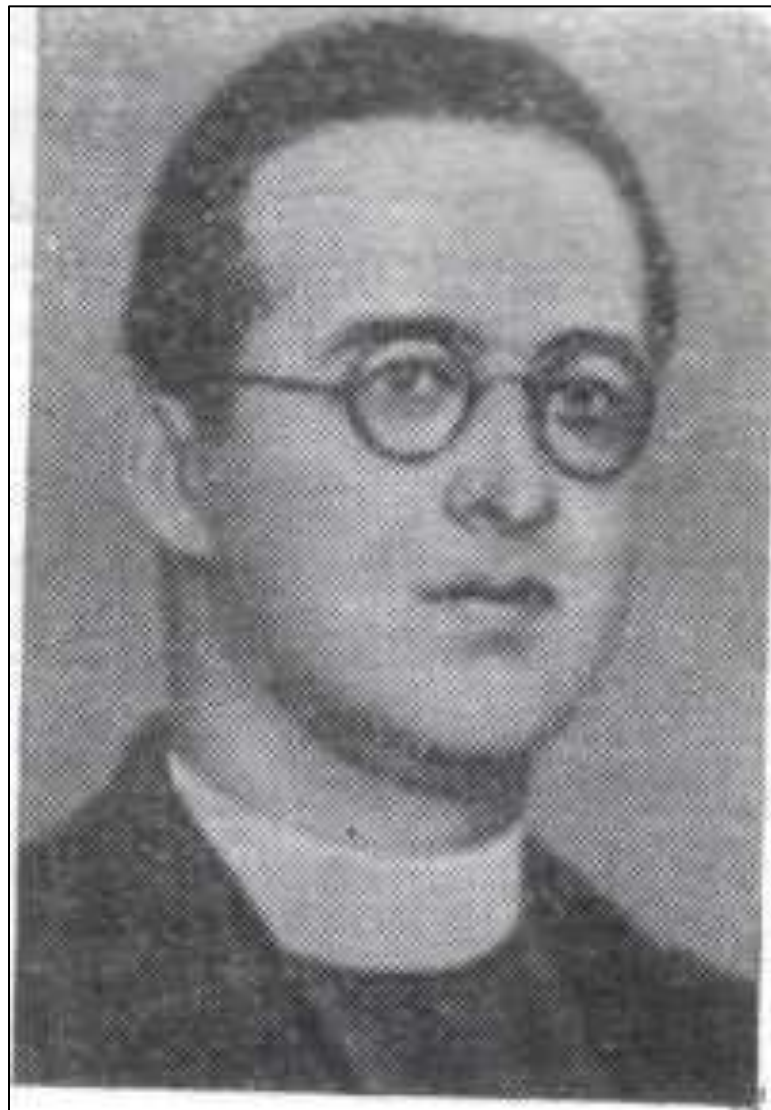
- Процесс возникновения Вселенной Леметр представил в форме Большого Взрыва (Big Bang), первым попытавшись "нащупать" и его наблюдаемые следы. Он допускал, что таким отголоском могли быть космические лучи (открытые в 1912 г. В. Гессом и В. Кольхерстером).
- Однако гипотеза Леметра была "услышана" астрономами только после его выступления в 1933 г., когда он предложил новый вариант концепции расширения Вселенной - из плотного сгустка материи конечных, но очень малых размеров.

Жорж Леметр (1894 - 1966)

Бельгийский астроном,
Получил два образования. 1.
Инженер (окончил Лувенский
иезуитский ун-т, 1914),; 2.
астроном (окончил
Кембриджский ун-т -ученик
Эддингтона), Гарвардский ун-т
и Массачусетский технологич.
Ин-т (США).

Автор гипотезы начала
Вселенной в форме «Большого
Взрыва» (Big Bang) (в 1927г.
объяснил красное смещение
расширением Вселенной из
точки, в 1933 – из очень малого
объема).

Имел сан аббата (1922), член
Папской АН в Ватикане, ее
президент в 1960-66.



3. Философские проблемы релятивистской космологии и попытки не-доплеровского решения проблемы.

- Релятивистская космология распространила вновь открытые космологические закономерности на всю мыслимую материальную Вселенную, превратив ее в новую астрономическую картину мира. Поэтому вывод о возможности ее начала во времени, казалось, вел к полному перевороту и отрицанию веками и тысячелетиями складывавшегося представления о вечности Вселенной (отождествлявшейся со всей существующей материей вообще). Все это настораживало философов-материалистов и многих астрономов.
- В 30-е гг. разгорелись острые дискуссии о смысле эффекта красного смещения, а затем и об оценке "возраста" Вселенной и о "космологической шкале времени".
- Дело в том, что первоначальная оценка коэффициента самим Хабблом в открытом им законе приводила к невероятно малому времени существования Вселенной - всего около 2 млрд. лет! Это было меньше возраста Земли, уже оцененного геологами в неск. млрд. лет, а тем более звезд – возраст которых оценивался по господствовавшей тогда «длинной космологической шкале времени» Джинса в 10^{13} - 10^{15} лет.

- Вместе с тем попытки объяснить эффект красного смещения не доплеровским эффектом, а, например, потерей фотонами энергии на пути от далеких галактик (Цвикки) или же приписать его действию сильных полей тяготения в Космосе (гравитационное красное смещение в ОТО) также не имели успеха. В первом случае была бы зависимость эффекта от длины волны, во втором – эффект был бы намного меньше наблюдаемого.

-

Новая идея стационарности Вселенной и неожиданный проблеск далекого предвидения

- Делались попытки "спасти" идею стационарности Вселенной без отрицания ее расширения в целом. В 1948 г. английские космологи Ф. Хойл, Х. Бонди и Т. Голд, а также немецкий физик П. Йордан выдвинули и математически разработали идею, согласно которой вместо ушедших из данного объема пространства галактик непрерывно возникают новые как бы "из ничего" (вернее, как полагали авторы идеи, - из некой неизвестной формы материи - "С-поля"), так что средняя плотность материи во Вселенной сохраняется и Вселенная оказывается "стационарной". Но и это объяснение вошло в противоречие с новыми наблюдениями., а также считалось нелепым с мировоззренческой точки зрения (Опрометчиво отождествили С-поле с Ничто)...
- Между тем, в наши дни его можно сравнить с первичным состоянием материи в виде «скалярного поля»

**Открытие нового канала
информации о
Вселенной.**

АКМ к началу XX века

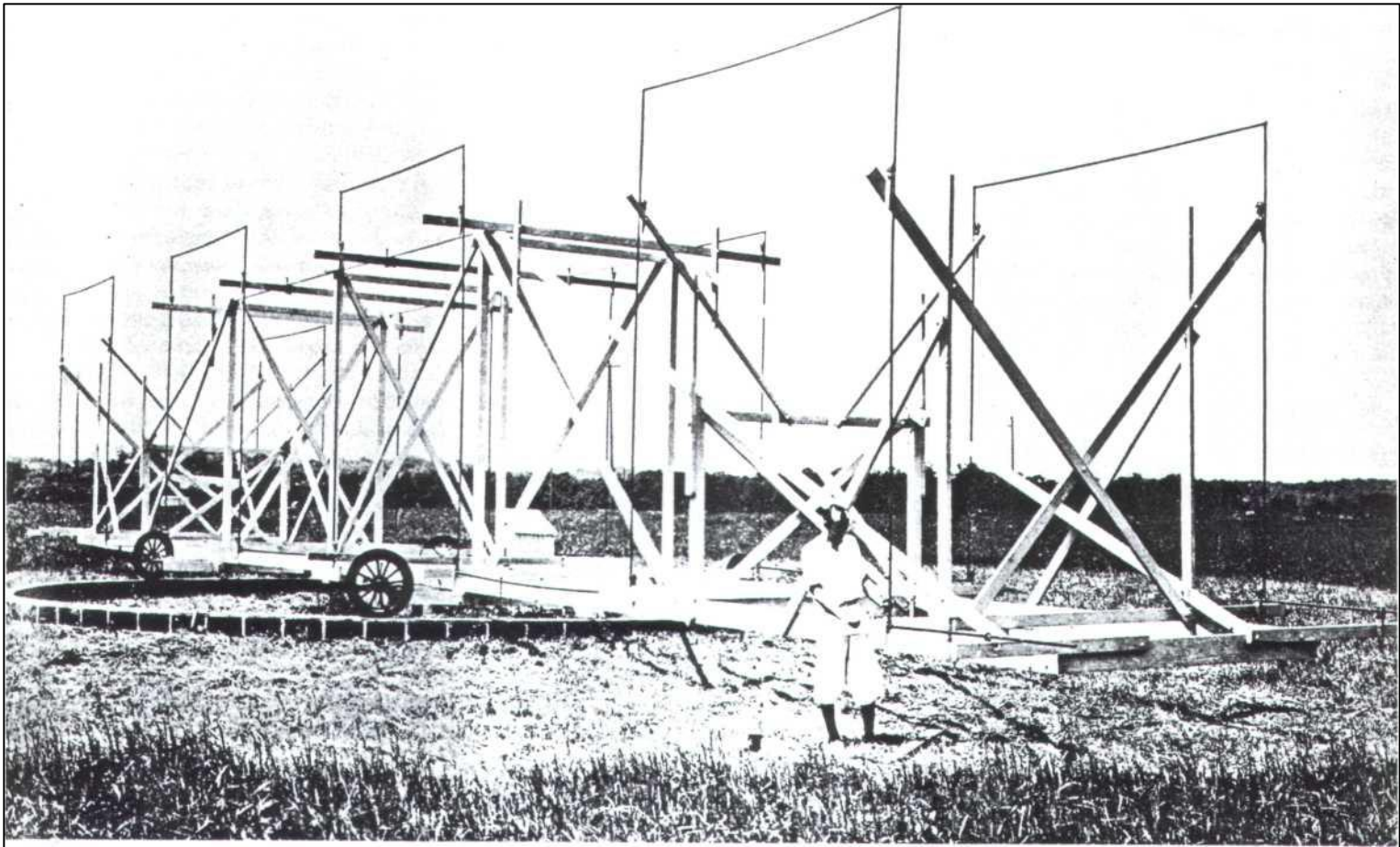
До третьего десятилетия XX в. астрономическая картина мира формировалась, опираясь исключительно на наблюдения в оптическом диапазоне спектра. Характерными чертами ее были представления о космической материи главным образом в виде звезд с "примесью", казалось, второстепенной диффузной газопылевой добавки.

Основные наблюдаемые явления объяснялись действием гравитации, ядерными и атомными процессами на базе новой физики: теории относительности и квантовой механики. Но как и ранее, все излучение мыслилось по своей природе тепловым, а процессы в Космосе установившимися, устойчивыми. Все объекты во Вселенной, хотя и считались эволюционирующими, но процесс этот предполагался чрезвычайно медленным. Взрывы - в виде новых и сверхновых звезд - представлялись если не случайными, то редкими событиями. Открытие в 20-х гг. глобальной нестационарности (расширения) Вселенной не изменило представлений о "локально спокойной" картине мира.

- **Открывший новое «окно» во Вселенную – Карл Янский, 1932г.**
- 30-е гг. буквально взорвали привычную картину оптической Вселенной, приоткрыв астрономам совершенно необычную, новую вселенную - радиовселенную.
- Первый радиосигнал – непрерывный, идущий из Космоса свистящий шум, источник которого угадывался в Млечном Пути, был прлучен и понят в сентябре 1932г., а в апреле 1933 г. уверенно определен в центральной области Галактики американским радиоинженером Карлом Янским (1905 - 1950). Первая публикация об этом(в газ. New –York Times)
- **5 мая 1933г. стала официальной датой рождения радиоастрономии.** Сам результат был получен Янским еще 16 сентября 1932 г. на частоте 20.5 МГц (14,5м). Однако это эпохальное событие после первого всплеска внимания к Янскому, не получила тогда должного продолжения.

- К.Янский сделал свое открытие на громоздкой системе прямоугольных антенн, вращавшихся по круговым рельсам, при изучении помех -радиозумов для телефонной компании «Белл», целью чего было совершенствование первой межконтинентальной телефонной связи.
- Радиозаписи Янского показали при этом источник радиозума не только в центральной части Млечного Пути, в них выявился и первый дискретный радиоисточник — известный ныне как "Кассиопея-А" остаток вспышки Сверхновой.
- В интернете есть интересные сведения: Янский «пытался убедить руководство «Белл» построить 30-метровую тарелочную антенну и серьезно заняться космическими радиосигналами. Но менеджеры щедрости не проявили и перебросили Янского на другой проект. У астрономических обсерваторий тоже не было лишних денег и желания тратиться на радиоаппаратуру. Изложив свои результаты в четырех статьях (двух — в инженерном журнале, одной — в *Popular Astronomy* и одной — в *Nature*), Янский распрощался с радиоастрономией» (Левин, 2009).
-

Радиоантенны К.Янского («Карусель») на полигоне
компании Белл в Холмделле (фото 1933г.)
Каждые 20 мин. система делала полный оборот .

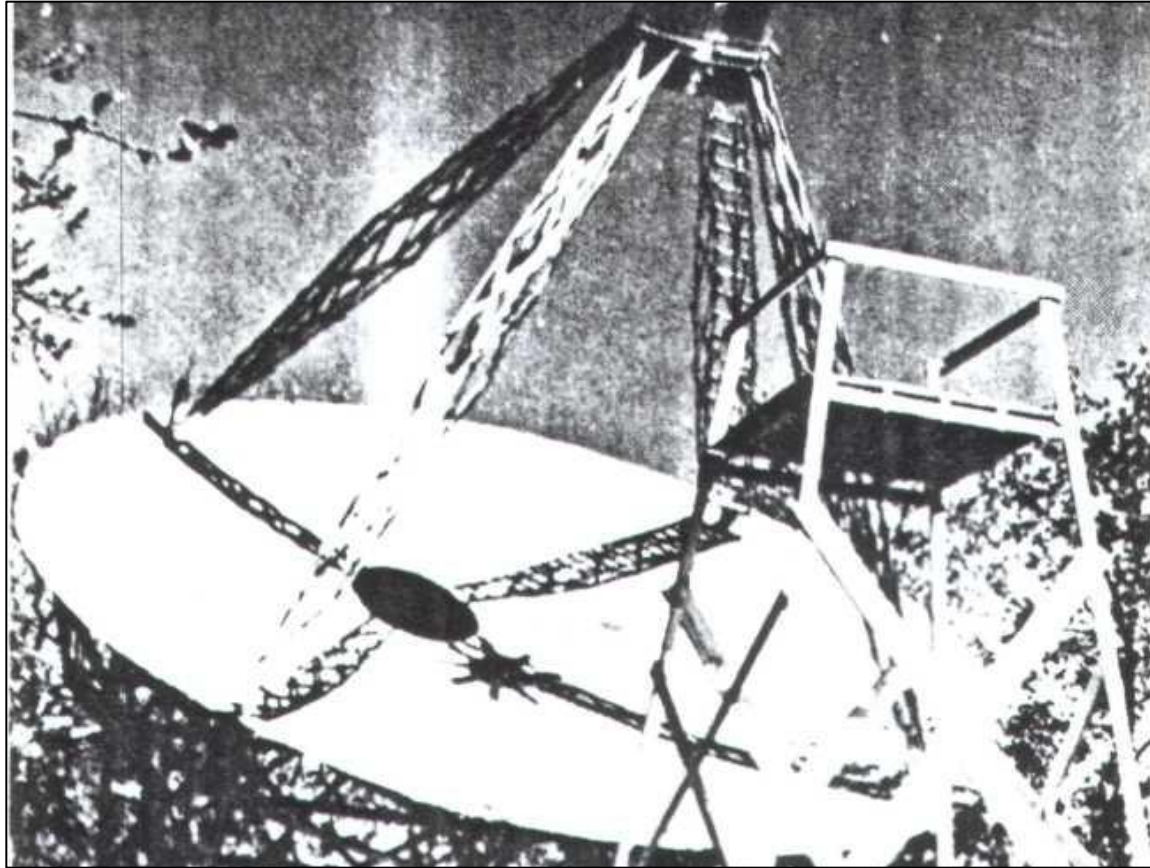


Галилей радиоастрономии – Г.Ребер

- На открытие Янского первым деятельно откликнулся другой американский радиоинженер и любитель астрономии Гроут Ребер (1911 - 2002).
- Ребер в 1937 г. построил первый в мире настоящий радиотелескоп – полноповоротный (с параболической антенной-зеркалом диаметром 9,5 м и фокусным расстоянием 6м) и начал с ним систематическое наблюдение неба. В 1938 году он принял первые космические радиосигналы в диапазоне 160 МГц (немного более 1м) из нашей галактики — Млечного Пути и в начале 1940-х опубликовал первую радиокарту неба Северного полушария. Поэтому его можно с полным основанием назвать Галилеем радиоастрономии. До 1948г. Ребер оставался единственным исследователем-радиоастрономом.

Родоначальники радиоастрономии: Карл Янский
(1905-1950)
(слева) и Гроут Рёбер (1911-2002)

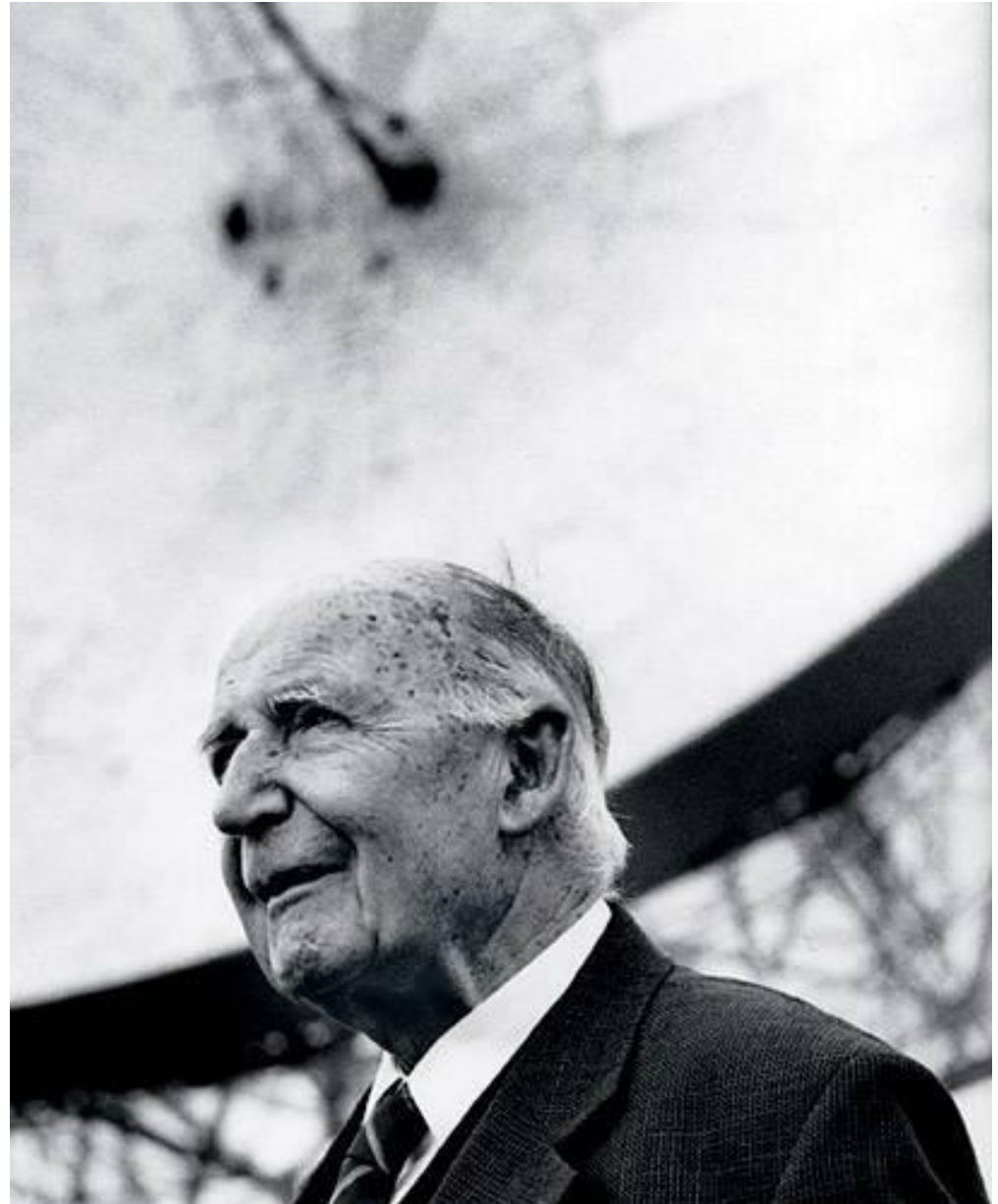




Первый радиотелескоп Рёбера с параболической антенной диаметром 9,5 м и фокусным расстоянием 6 м (1937г.) Ныне – экспонат в Национальной радиообсерватории Грин-Бэнк (США, Западная Виргиния. -ист. интернет).

Гроут Ребер (1911 -2002)

Американский радиоинженер, один из основоположников радиоастрономии, создатель первого работающего полноповоротного радиотелескопа (1937) и первой радиокарты северного полушария неба (начало 40-х гг.). Став первым радиоастрономом, Ребер даже переселился в Тасманию, где были лучше условия для длинноволновой радиоастрономии. Его заслуги были отмечены в 1962г. медалью им. Брюс от Тихоокеанского



- «С конца 1950-х и до самой смерти 20 декабря 2002 года Ребер жил и работал в Тасмании, географическое расположение и климат которой благоприятны для длинноволновой радиоастрономии.»
- См. Интернет , Левин А. // [«Популярная механика» №8, 2009](#) .
- В отличие от Карла Янского, скончавшегося в 45 лет, Гроут Ребер прожил 91 год (20.12.1911 – 22.12.2002).

Открытие радиовселенной

- Уже первые наблюдения Ребера открыли неизвестную прежде "радиовселенную": яркие звезды в ней "молчали"; радиоизлучение, имевшее непрерывный спектр, шло в основном из области Млечного Пути, т.е. "сигналила"- излучала диффузная материя.

«Перекуем мечи на орала...»

- Как самостоятельная область **радиоастрономия** сформировалась в 40-50-е гг. на базе военных радарных установок. Радиоастрономами становились **недавние военные инженеры.**
- Первыми астрономами - энтузиастами новорожденной радиоастрономии стали в послевоенные годы голландец Ян Оорт, советский физик и астрофизик-теоретик И. С. Шкловский и американцы Дж. Гринстейн и Отто Струве (последний представитель пулковской астрономической династии).

- **Открытие первой спектральной радиолнии (с длиной волны 21см)**
- В период 40 - начала 50-х гг. было сделано новое фундаментальное открытие: молодой голландский радиоастроном Хендрик Кристофель ван де Хюлст предсказал, И.С. Шкловский теоретически рассчитал и американцы Х. Юэн и Э. Парселл в 1951 г. обнаружили первую и главную (как выяснилось) линию радиоспектра - 21 см (запрещенная линия нейтрального водорода HI). Это впервые позволило начать детальные исследования спиральной структуры Галактики и ее центральной области.

Открытие нового механизма радиоизлучения

- Еще более неожиданным стало открытие радиоизлучения новой, нетепловой природы. Его механизмом оказалось излучение электронов при торможении их в магнитных полях, отчего появилось его первое более точное название «магнитотормозное». В дальнейшем его заменили, на наш взгляд, менее удачным "синхротронное" (поскольку оно наблюдалось и в ускорителях частиц - синхротронах или синхрофазотронах). Оно имело непрерывный спектр, но совершенно необычное распределение в нем энергии.
- Такое радиоизлучение шло от так называемых дискретных радиоисточников, открытых еще в 1946 - 1949 гг. английскими и австралийскими радиоастрономами. Природа первых таких радиоисточников, обозначенных как "Лебедь-А", "Кассиопея-А" и "Телец-А", долгое время оставалась загадочной. Первые два из них из-за быстрой стохастической переменности их радиояркости были приняты сначала за близкие (ближе всех звезд) объекты и названы "радиозвездами".

- Но с отдельной «звездой» вскоре был отождествлен как раз третий из них : Телец-А совпал с остатком от взрыва знаменитой древнекитайской Сверхновой 1054 г. - Крабовидной туманностью (M1);
- остатком старой Сверхновой оказался и второй радиоисточник – Кассиопея-А, впервые зарегистрированный еще Янским.
- Радиоисточники Лебедь-А, а также Дева-А и Центавр-А оказались радиогалактиками, названными так потому , что они излучают в радиодиапазоне в сотни раз больше энергии, чем обычные галактики. Но и в оптическом диапазоне они имели столь необычный вид, такую сложную, непривычную для одиночных галактик структуру, что поначалу были приняты за пары сталкивающихся галактик.
- Были открыты дискретные радиоисточники и в Солнечной системе.
- Радиоизлучение самого Солнца было обнаружено еще Янским. Но особенно сильно оно проявилось в годы войны, «ослепляя» военные радары при попытке засечь вражеские самолеты, если они подходили со стороны Солнца (как выяснилось, оно было связано с его активностью, сильной вспышкой).
- Источниками радиоизлучения оказались также атмосферы некоторых планет и кометы.
-

Открытие квазаров

- С 1960 г. были известны удивительные почти точечные оптические источники с сильным радиоизлучением, отчего их называли "квазизвездными радиоисточниками" (квазары). В оптике они напоминали чрезвычайно горячие голубые звезды, но с совершенно неизвестными линиями в спектре.
- Природа их оставалась полной загадкой, пока в 1963 г. молодой голландский астроном, работавший в США, Мартин Шмидт не установил, что странные линии в их спектрах принадлежат обычным элементам, но чудовищно (в рамках представлений того времени) сдвинуты в красную область. При доплеровской природе сдвига эти "звезды" должны были удаляться от нас со скоростями около 50 тыс. км/с! Квазары тогда оказались самыми мощными из открытых источниками энергии во всей наблюдаемой Вселенной. Типичный квазар излучает, как добрая сотня галактик! У них были обнаружены и признаки явной нестационарности: переменность блеска и выбросы вещества с огромными скоростями. Квазары поставили перед астрономами новую проблему - их природы и источника их чудовищной энергии.
- В них видят проявление чудовищной активности ядер далеких молодых галактик.

• «Маленькие зеленые человечки...»

- Другим сюрпризом стало открытие в 1967 г. кембриджской аспиранткой Джоселин Белл из группы радиоастрономов Э. Хьюиша источников с фантастически быстрой и не менее фантастически правильной переменностью. Их даже зашифровали сначала как "сигналы маленьких зеленых человечков" - допускался их искусственный характер!
- Это были пульсары. За открытие их Хьюиш (но не Белл...) получил Нобелевскую премию (остряки радиоастрономы называли ее «Не-белловской»...).
- Позднее было установлено, что это впервые обнаруженные сверхплотные звезды - нейтронные, остатки взрыва сверхновых звезд.. Их существование было предсказано еще в 30-е гг. XX в. Л.Д. Ландау, В. Бааде и Ф. Цвикки.

Обогащение АКМ XX в. открытиями в двух полюсах спектра...

- С 60-х гг. картина Вселенной стала быстро пополняться и другими экзотическими радиообъектами. Среди них космические "мазеры" - сгустки диффузной материи в газо-пылевых облаках, окружающих молодые или даже формирующиеся звезды, а то и сами протопланетные газопылевые диски. !.. Таким образом, открытие мазеров и пульсаров ,возможно, впервые позволило увидеть начальные и конечные этапы жизни звезды.
- В начале 70-х были открыты до сих пор еще загадочные γ -всплески - источники предельно коротковолнового γ -излучения. Лишь на исходе тысячелетия удалось понять, что это взрывы в удаленных галактиках такой колоссальной мощности, перед которыми квазары выглядят просто светлячками... Возможно, в максимуме блеска светимость
- γ -всплеска больше, чем у 10 тысяч квазаров, известных в Метагалактике, вместе взятых! А то и сравнима с суммарной светимостью всей Метагалактики... Природа их до сих пор не объяснена. Одна из наиболее устойчивых гипотез – это отголосок слияния двух нейтронных звезд. Но может быть и нечто куда более нетривиальное

теории «горячей Вселенной» Дж.(Г.А.) Гамова как развитие гипотезы Big Bang

на основе квантовой физики и радиоастрономии (1946г.).

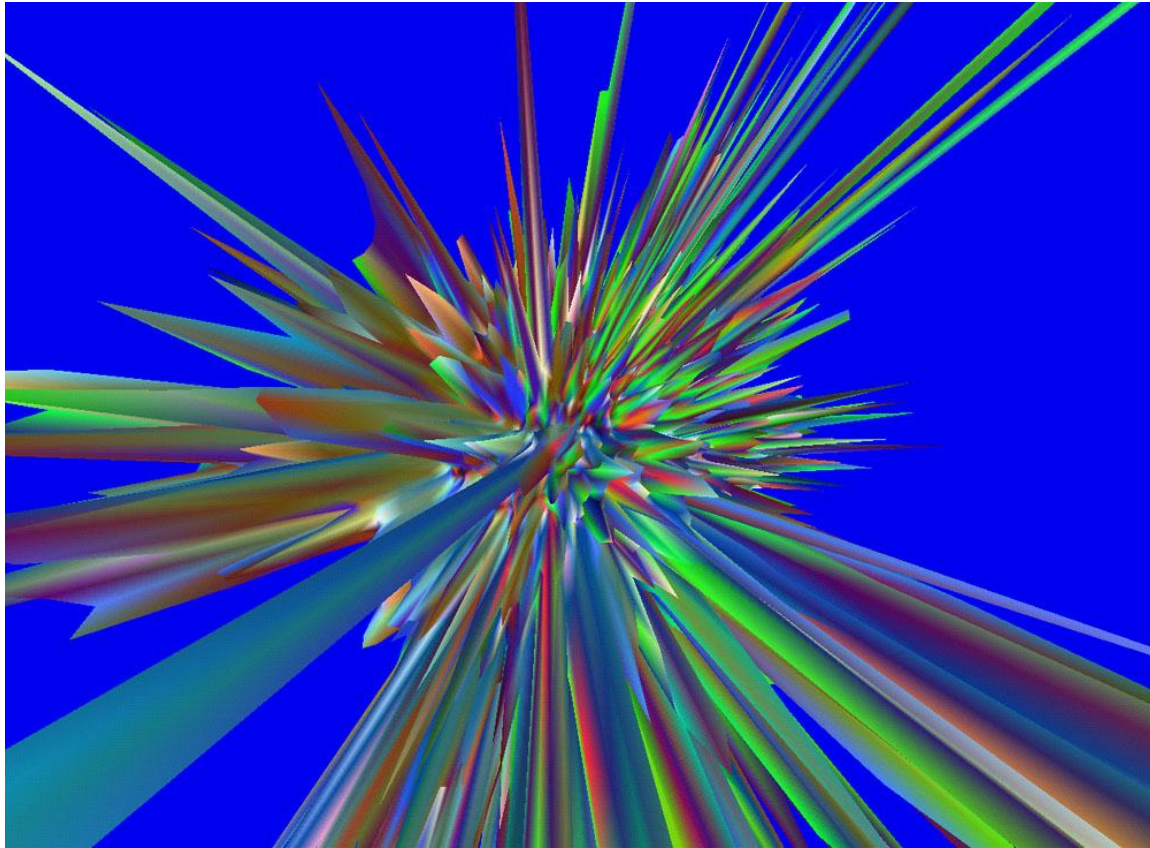
- Формирование физической космолого-космогонической теории возникновения и эволюции Вселенной связано в первую очередь с именем Джорджа (Георгия Антоновича) Гамова (1904 - 1968), одного из самых выдающихся и неординарных по мощности научной интуиции физиков-теоретиков XX века.
- В 1939 г. он предложил нейтринную теорию взрыва сверхновых; в 1942 г. построил детальную теорию эволюции красных гигантов.
- **Решая проблему возникновения химических элементов, Гамов предложил в 1946 г. свою теорию, этого процесса.** Согласно ей они формировались в процессе катастрофически быстрого расширения Вселенной (Большого Взрыва, позднее осознанного скорее как Большой Удар или Большой **Хлопок** (букв. Bang) без начального перепада давлений) и разлета материи, находившейся в некоем начальном сверхплотном нерасчлененном состоянии, недоступном для описания в рамках современной теоретической физики. Это описание процесса рождения Вселенной получило известность как «теория горячей Вселенной» Гамова.
- (Не напоминает ли это картину рождения Вселенной в древнеиндийской натурфилософии: превращения первоначальной нерасчлененной среды «авьякты» в мир вещей – «вьякту»?..)

**Джордж (Георгий
Антонович)
ГАМОВ**

(1904 - 1968)

Американец русского происхождения (род. в Одессе, эмигрировал в 1934г.). Гамов внес фундаментальный вклад в астрофизику, а также в генетику. Помимо теории горячей вселенной построил первую ядерную теорию звездной эволюции (1937 – 1940); нейтринную теорию взрыва Сверхновых (1939), теорию эволюции





Модель Big Bang (по А.Д.Линде).

- **Главное следствие процессов в ранней «горячей Вселенной» Гамова.**
- Начавшееся в результате Big Bang расширение материи – сначала в форме неразделимой из-за чудовищных скоростей (температуры) смеси элементарных частиц вещества и фотонов, непрерывно переходивших друг в друга, – по мере остывания и отделения излучения от вещества разделилось на два процесса. Элементарные частицы дают начало самой распространенной форме вещества – водороду. Сформировавшись затем в мир галактик и звезд, постепенно обогащаясь всеми элементами таблицы Менделеева эта часть материальной Вселенной демонстрирует нам расширение Метагалактики в виде эффекта красного смещения.
- А оторвавшееся от вещества излучение – фотоны, распространяясь и теряя энергию, заполняют Вселенную и образуют вторую оставляющую материальной Вселенной в виде остывающего свободного излучения.

Предсказание фонового излучения во Вселенной – как следствия Big Bang

- Дж. Гамов и его сотрудники Р. Альфер и Р. Герман в 1948 г. предсказали, что в современной Вселенной должно наблюдаться и заполнившее ее первичное излучение. Теперь уже остывшее, оно должно, по расчетам Гамова, проявляться как тепловое изотропное радиоизлучение - с температурой около 5К.

В атмосфере недоверия.

- Однако развитию этой теории в те годы сильно препятствовало общее скептическое отношение астрофизиков к столь фантастической задаче – **понять начало истории всей Вселенной в целом!**
- С другой стороны, и радиофизики считали полной фантазией пытаться уловить столь слабый сигнал в виде изотропного космического радишума – «радиошепота» из мирового пространства, который без сомнения будет заглушен уже наблюдаемым мощным многоголосым хором радиосигналов от звезд, галактик, межзвездной среды.

-

- *§ 3. Открытие реликтового излучения – наблюдательное подтверждение теории «горячей Вселенной» (Большого Взрыва -Big Bang).*
- *Драматическая предыстория «открытия века».*
- 1. В 1941 г. канадский астрофизик Э. Мак-Келлар (1910 - 1960), открывший за год до этого в межзвездном пространстве молекулы CN, CN⁺, CN и другие, столкнулся с загадочным фактом - возбужденным состоянием молекул межзвездного циана, температура возбуждения которых составляет 2,3 К.
- Но никто тогда не попытался ответить, что же могло возбудить молекулы.

- 2. в 1956 г. пулковский аспирант-радиоастроном Т.А. Шмаонов зарегистрировал радиоизлучение космического фона с абсолютной эффективной температурой, "равной $3,7 \pm 3,7$ К (в зените) и $3,9 \pm 4,2$ К (в полярной области)", отметив, что температура излучения "не менялась существенно со временем" (то есть радиоизлучение было близким к изотропному!).
- Задача была поставлена именно для "измерения эквивалентной температуры радиоизлучения фона на волне $3,2$ см", для чего была сконструирована специальная аппаратура - рупорная антенна. При постановке исследования указанных выше областей неба учитывалось, что "согласно теоретическим расчетам максимальная величина температуры радиоизлучения в области зенита не должна превышать 5 К на волне $3,2$ см", - писал автор этих исследований. (Вспомним, что Гамов предсказывал именно такую температуру остаточного излучения! Было ли это совпадение случайным или в Пулкове что-то знали о гипотезе Гамова, само имя которого в Советском Союзе в те годы было под запретом?.. К сожалению, прояснить это не

-
- Т.А. Шмаонов действительно зарегистрировал некое фоновое радиоизлучение с температурой около 4 К (но еще с небольшой точностью ± 3 К) и доказал его космическое происхождение.
- Важность этого результата тогда же отметил руководитель пулковских радиоастрономов советский радиоп физик *С.Э. Хайкин* (1901 - 1968), основоположник экспериментальной радиоастрономии в нашей стране.

- (Но по поздним воспоминаниям Шмаонова, на его вопрос к коллегам-что же делать с полученными результатами, получал ответ - защищайся по конкретной технической работе – испытанию антенны- и все.)
- Свои результаты Шмаонов опубликовал в узко-специализированном техническом журнале (защитив по ним и диссертацию), и вряд ли они дошли тогда до широких кругов астрономов.
- Впервые эта история была кратко рассказана на ОАС акад. Я. Б. Зельдовичем и тогда же впервые опубликована в книге автора настоящего курса «Астрономическая картина мира и ее творцы» (1984) и даже отправлена Т.Шмаонову, но отклика не последовало..., что можно было понять: ведь мимо прошла Нобелевская...

Еще один недолет

- 3. Как выяснилось впоследствии, подобный "недолет" случился и с японскими радиоастрономами, которые еще в начале 50-х гг. также фактически зарегистрировали низкотемпературное фоновое радиоизлучение из космоса и также не обратили на это должного внимания.

Разрыв между теоретиками и наблюдателями перед финалом...

- 4. В **1964 г.** советские астрофизики - теоретики *А.Г. Дорошкевич* и *И.Д. Новиков* провели расчет, впервые показавший, что на сантиметровых волнах предсказанное первичное радиоизлучение должно "забивать" все известные источники и, вопреки опасениям радиофизиков, вполне обнаружимо.
- Но этот важный вывод остался, очевидно, неизвестным радиоастрономам - наблюдателям!
- **До «открытия века» оставался один год.**

Рост интереса к фантастической проблеме...

- Интерес к проблеме в 60-е гг. начал расти в связи с попытками решения другой фундаментальной *проблемы - формирования химических элементов во Вселенной на ранних стадиях ее расширения.*
- Проблема "холодного" или "горячего" начального состояния Вселенной вызывала острые дискуссии и сама становилась "горячим" дискуссионным элементом в астрономической картине мира.

2. Эпохальный финал.

- Радиофизик Р. Дикке с сотрудниками начал подготовку к прямой проверке концепции Большого Взрыва.
- И когда в 1965 г. американские радиоинженеры Арно Элан Пензиас и Роберт Вудроу Уилсон (не слыжавшие о теории Гамова!) при испытании именно рупорной антенны (для наблюдения американского спутника "Эхо«) совершенно случайно зафиксировали устойчивый космический радиосум в микроволновом диапазоне (на волне 7,35 см), не зависевший от направления антенны, Дикке, узнав об этом, сразу понял, что речь идет, быть может, о самом фундаментальном открытии века - открытии остаточного первичного излучения Вселенной, осознав также, что сам он опоздал....



Нобелевская премия неожиданным финалистам и новое имя космологическому долгожителю Вселенной.

- Так теория "Большого Взрыва" (Big Bang), «горячей Вселенной» получила - еще при жизни ее автора – Дж. Гамова первое наблюдательное подтверждение, а инженеры - Нобелевскую премию (в дальнейшем они стали видными радиоастрономами). Об авторе теории и не вспомнили... Осужденный и запрещенный в СССР он и в США оставался чужим...
- И.С. Шкловский , находясь в окружении реликтовых сосен Пицунды, придумал удачное и образное краткое имя фоновому радиоизлучению , назвав его **реликтовым** (на Западе это не оценили и называют его до сих пор фоновым или остаточным). Но это и в самом деле единственный сохранившийся «долгожитель» - космологический реликт в Метагалактике.