

# КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (КСЕ)

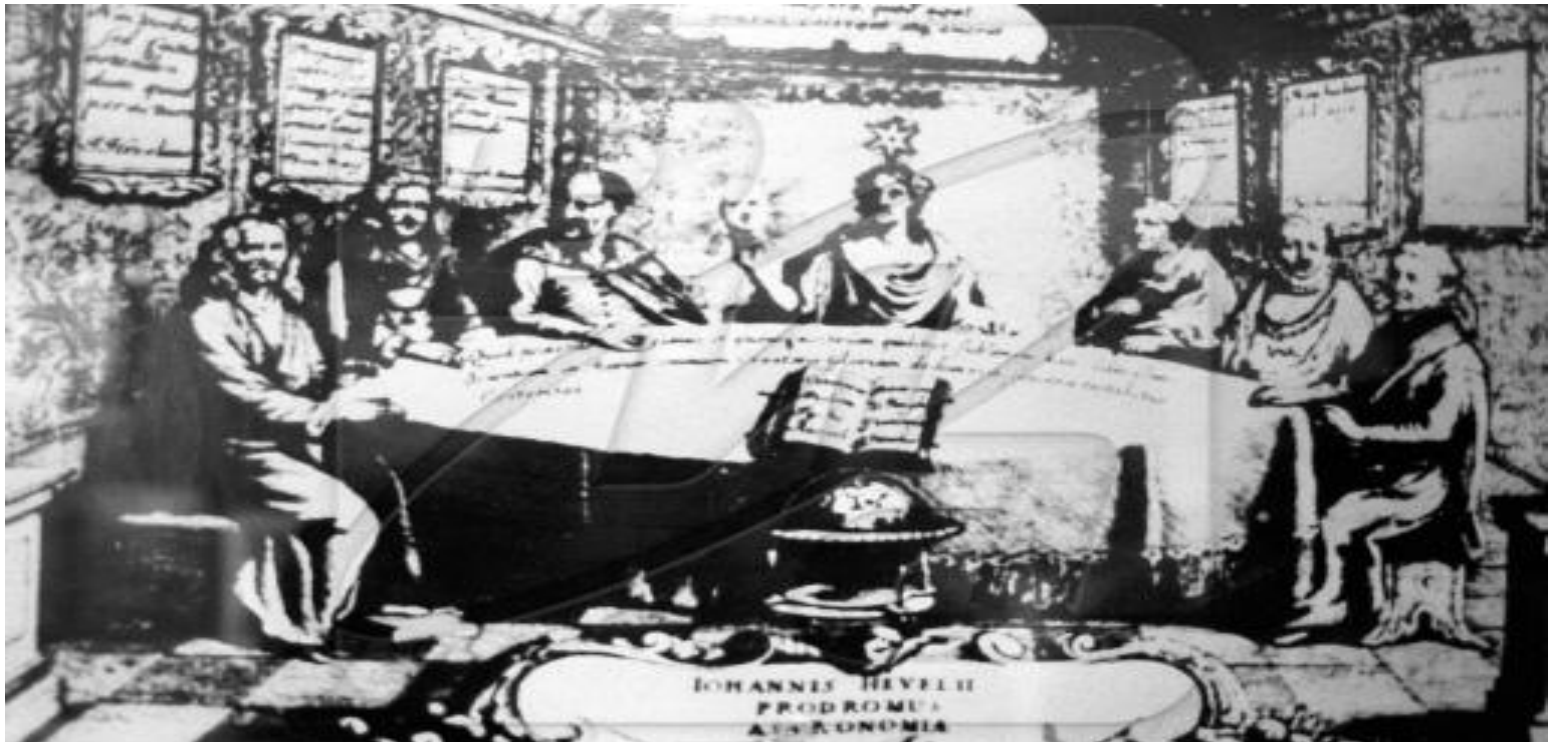
лекция № 5 (часть 1)

## История развития астрономии – древнейшей из наук

### *Общие представления о Вселенной*

Лектор: доцент кафедры методики обучения безопасности жизнедеятельности  
Силакова Оксана Владимировна

- Астрономия является одной из древнейших наук. Первые записи астрономических наблюдений, подлинность которых несомненна, относятся к VIII в. до н.э.



Астрономия изучает фундаментальные законы природы и эволюцию нашего мира. Поэтому особенно велико её философское значение. Фактически, она определяет мировоззрение людей.

### **Древнейшая из наук.**

За несколько тысяч лет до нашей эры в долинах крупных рек (Нил, Тигр и Евфрат, Инд и Ганг, Янцзы и Хуанхэ) осели землевладельцы. Календарь, составлявшийся жрецами Солнца и Луны, стал играть важнейшее значение в их жизни. Наблюдения за светилами жрецы проводили в древних обсерваториях, одновременно бывших и храмами. Их изучает археоастрономия. Археологи нашли довольно много подобных обсерваторий.

Простейшие из них – мегалиты – представляли собой один (менгиры) или несколько (дольмены, кромлехи) камней, расположенных в строгом



порядке друг относительно друга. Мегалиты отмечали место восхода и захода светил в определённое время года.

Одним из самых известных сооружений древности является Стоунхедж, расположенный в Южной Англии. Его основная функция – наблюдение Солнца и Луны, определение дней зимнего и летнего солнцестояний, предсказание лунных и солнечных затмений.

Примерно за 4 тысячи лет до н.э. в долине Нила возникла одна из древнейших на Земле цивилизаций - египетская. Ещё через тысячу лет, после объединения двух царств (Верхнего и Нижнего Египта), здесь сложилось мощное государство. К тому времени, которое называют Древним царством, египтяне уже знали гончарный круг, умели выплавлять медь, изобрели письменность. Именно в ту эпоху были сооружены пирамиды. Тогда же, вероятно, появились египетские календари: лунно-звёздный - религиозный и схематический - гражданский.

Астрономия египетской цивилизации началась именно с Нила. Египетские жрецы-астрономы заметили, что незадолго до начала подъёма воды происходят два события: летнее солнцестояние и первое появление Сириуса на утренней звезде после 70-дневного отсутствия на небосводе. Сириус, самую яркую звезду неба, египтяне называли именем богини Сопдет.

Греки произносили это имя как «Сотис».

К тому времени в Египте существовал лунный календарь из 12 месяцев по 29 или 30 дней - от новолуния до новолуния. Чтобы его месяцы соответствовали сезонам года, раз в два-три года приходилось добавлять 13-й месяц. «Сириус» помогал определять время вставки этого месяца. Первым днём лунного года считался первый день новолуния, наступавший после

Такой «наблюдательный» календарь с нерегулярным добавлением месяца, плохо подходил для государства, где существовали строгий учёт и порядок. Поэтому для административных и гражданских нужд был введён так называемый схематический календарь. В нём год делился на 12 месяцев по 30 дней с добавлением в конце года дополнительных 5 дней, т.е. содержал 365 дней. Египтяне знали, что истинный год на четверть дня больше, чем введённый, и достаточно добавить в каждом четвёртом, високосном, году вместо пяти дополнительных шесть дней, чтобы согласовать его с сезонами. Но этого сделано не было. За 40 лет, т.е. жизнь одного поколения, календарь уходил вперёд на 10 дней, не такую уж заметную величину, и писцы, управлявшие хозяйством, могли без труда приспособиться к медленным изменениям дат наступления сезонов.

Через какое-то время в Египте появился и ещё один лунный календарь, приспособленный к скользящему гражданскому. В нём дополнительные месяцы вставлялись так, чтобы удержать начало года не вблизи момента появления Сириуса, около начала гражданского года. Этот «блуждающий» лунный календарь использовался наряду с другими двумя.

- Астрономия, как и все другие науки, возникла из практических потребностей человека.
- Все необходимые знания могли дать и давали наблюдения над движением небесных светил, которые велись в начале без всяких инструментов, были не очень точными, но вполне удовлетворяли практические нужды того времени.



Древние  
земледельцы

- Из таких наблюдений и возникла наука о небесных телах - астрономия





В Древнем Египте существовала сложная мифология с множеством богов. Астрономические представления египтян были тесно связаны с ней. Согласно их верованиям, в середине мира находился Геб, один из прародителей богов, кормилец и защитник людей. Он олицетворял Землю. Жена и сестра Геба, Нут, была самим Небом. Её называли Огромной матерью звёзд и Рождающей богов. Считалось, что она каждое утро проглатывает светила и каждый вечер рождает их вновь. Из-за этой её привычки когда-то произошла ссора Нут и Геба. Тогда их отец Шу, Воздух, поднял Небо над Землёй и разлучил супругов. Нут была матерью Ра(Солнца) и звёзд и управляла ими. Ра в свою очередь создал Тота(Луну) как своего заместителя на ночном небе.

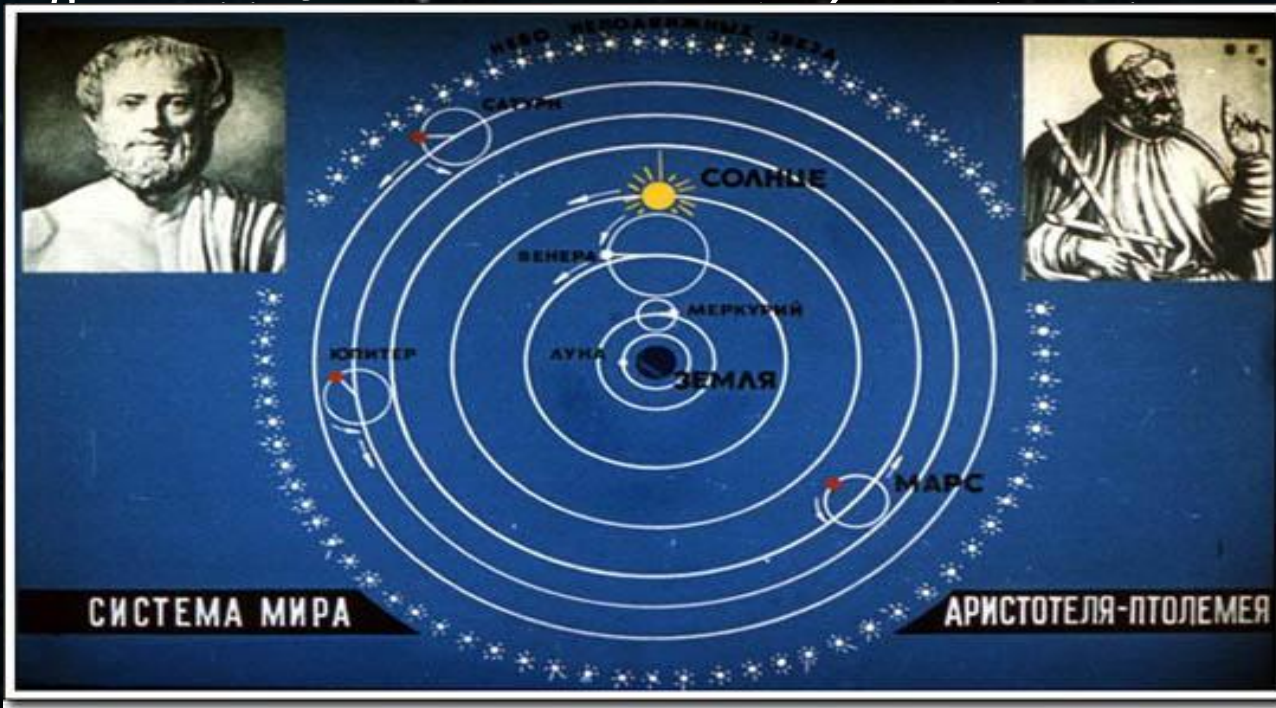
Согласно другому мифу, Ра плывёт по небесному Нилу и освещает Землю, а вечером спускается в Дуат(ад). Там он путешествует по подземному Нилу, сражаясь с силами мрака, чтобы утром снова появиться на горизонте.



# Геоцентрическая система

## мира

Во II веке до н.э. греческий учёный Птолемей выдвинул свою «систему мира». Он пытался объяснить устройство Вселенной с учётом видимой сложности движения планет. Считая Землю шарообразной, а размеры её ничтожными по сравнению с расстояниями до планет и тем более до звёзд. Птолемей, однако, вслед за Аристотелем утверждал, что Земля – неподвижный центр



гравитационной (гравитационной системы от Земли)

Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн, звёзды. Но если движение Луны, Солнца, звёзд круговое, то движение планет

гораздо сложнее

**Вселенная** – окружающий нас мир, бесконечный в пространстве, во времени и по многообразию форм заполняющего его вещества и его превращений.  
Вселенную изучает астрономия.

**Астрономия** (от греч. *astron* – звезда, *nomos* - наука) – наука о движении, строении, возникновении, развитии небесных тел, их систем и Вселенной в целом

- . Основной метод получения астрономических знаний – наблюдение, поскольку за редким исключением эксперимент при изучении Вселенной невозможен.

- Системой мира Птолемея завершается этап развития древнегреческой астрономии.
- Развитие феодализма и распространение христианской религии повлекли за собой значительный упадок естественных наук, в том числе и развитие астрономии



- Рациональное развитие в этот период астрономия получила лишь у арабов и народов Средней Азии и Кавказа, в трудах выдающихся астрономов того времени - Аль-Баттани (850-929 гг.), Бируни (973-1048 гг.), Улугбека (1394-1449 гг.) и др.



Улугбек(1394-1449 г.)

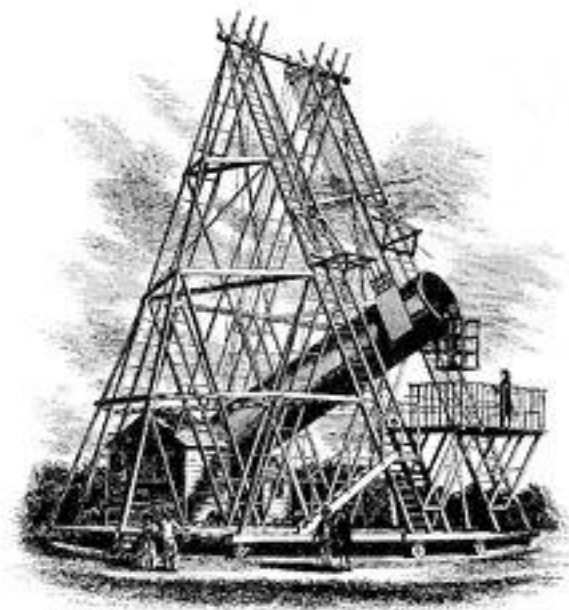


Аль-Баттани(850-929 г.)



Бируни(973-1048 г.)

- В период возникновения и становления капитализма в Европе началось дальнейшее развитие астрономии. Особенно быстро она развивалась в эпоху великих географических открытий (XV-XVI вв.).



# КОПЕРНИК Николай (1473-1543), польский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира

- Совершил переворот в естествознании, отказавшись от учения о центральном положении Земли
- Объяснил видимые движения небесных светил вращением Земли вокруг оси и обращением планет (в т. ч. Земли) вокруг Солнца
- Свое учение изложил в сочинении

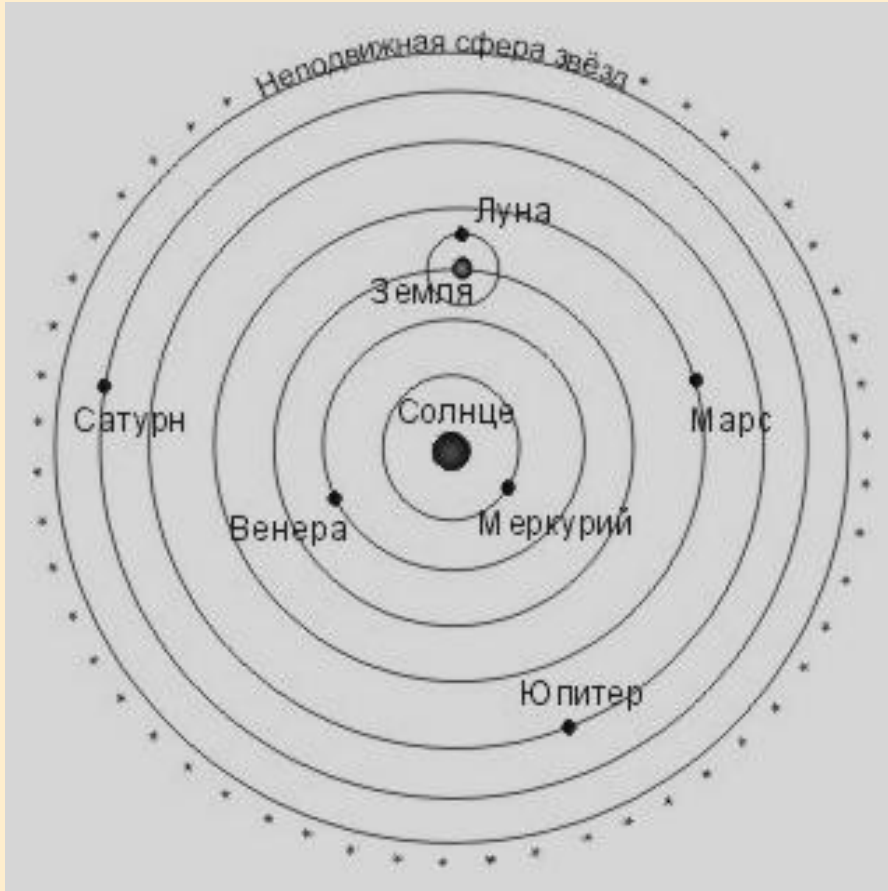
«Об обращениях небесных сфер» (1543), запрещенном католической

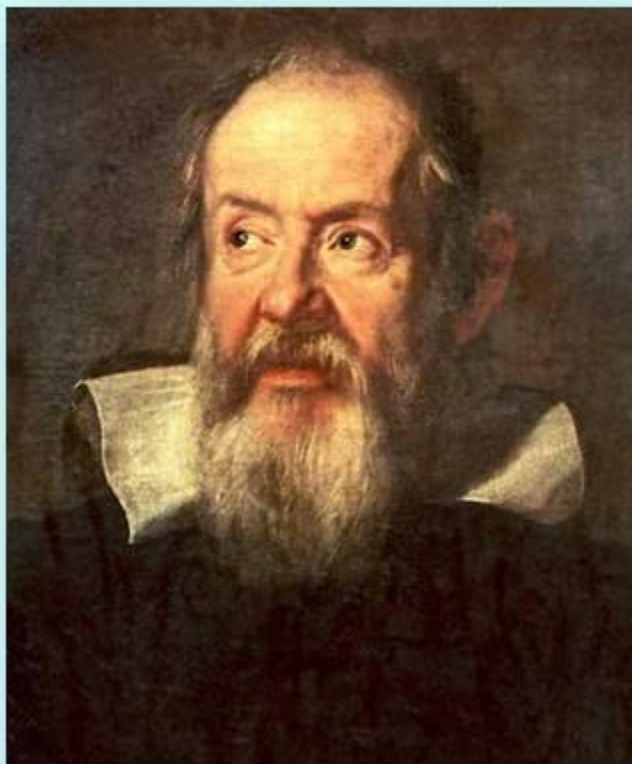


- Николай Коперник одним из первых задумался над несовершенством Птолемеевой системы мироздания, согласно которой Солнце и другие планеты вращаются вокруг Земли. Используя примитивные астрономические инструменты, частично самодельные, ученый сумел вывести и обосновать теорию гелиоцентрической солнечной системы.
- В то же время Коперник до конца жизни полагал, что дальние звезды и светила, видимые с Земли, закреплены на особой сфере, окружающей нашу планету. Это заблуждение было вызвано несовершенством технических средств того времени, ведь в Европе эпохи Возрождения не существовало даже простейшего телескопа. Некоторые детали теории Коперника, в которых придерживался мнения древнегреческих астрономов, впоследствии были устранены и доработаны Иоганном Кеплером.



# Гелиоцентрическая система Мира – революция в Естествознании



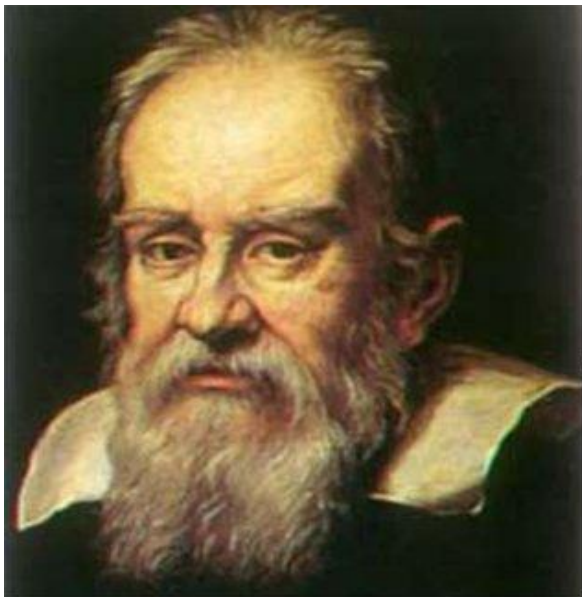


# Галилео Галилей (1564-1642)

*Кн. «Диалог о двух  
главнейших системах  
мира»*

## Телескоп





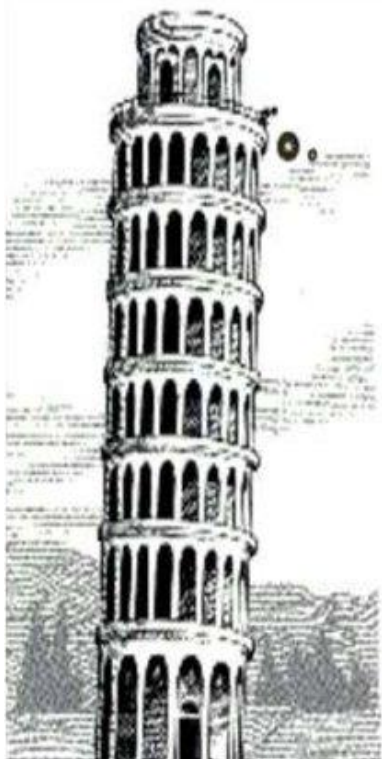
# Галилео Галилей (1564-1642)

- Основположник экспериментального естествознания
- Открыл закон инерции и механический принцип относительности
- Астрономические открытия Галилея, сделанные с помощью телескопа:
  - Лунный ландшафт
  - Млечный путь – скопление звёзд
  - Солнце вращается вокруг своей оси (по пятнам)
  - Фазы Венеры
  - Юпитер имеет 4 спутника

## Вывод:

*Земля не является уникальным центром Вселенной, а, скорее всего, сама движется вокруг Солнца.*

Книга: «Диалог о двух главнейших системах мира: Птолемеевой и Коперниковой»



# ДЖОРДАНО БРУНО (1548-1600)

Первый набросок  
*полицентрической* картины  
мира:



- Вселенная вечна во времени
- Бесконечна в пространстве
- Во Вселенной множество звезд, подобных нашему Солнцу
- Вокруг бесконечного числа звезд вращается множество планет
- Предполагал существование разумной жизни на других планетах

## Памятник Джордано Бруно в Риме



**Через столетия на месте казни поставлен памятник.**

**«Только мученичество и героическая смерть могут сделать так, чтобы великие идеи жили в Будущем.»**

**( Джордано Бруно )**

- Кеплером в 1609-1618 гг. были открыты законы движений планет, а в 1687 г. Ньютон опубликовал закон всемирного тяготения.



Кеплер Иоганн



Ньютон Исаак  
(1643-1727 г.)



Тихо Браге  
(1546-1601)

В результате длительной обработки многолетних наблюдений датского астронома Тихо Браге немецкий астроном и математик Кеплер эмпирически установил законы движения планет Солнечной системы.



Иоганн Кеплер  
(1571-1630)

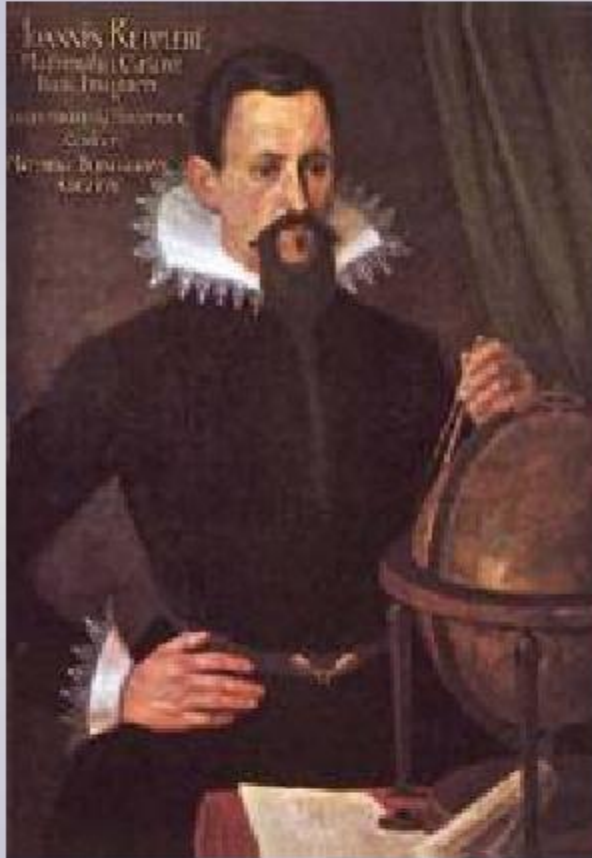


▣ **Иоганн Кеплер** (1571-1630), который в 1609-19 гг. открыл три закона движения планет. Коперник и Галилей считали, что планеты вращаются вокруг Солнца по круговой орбите; Кеплер определил, что орбиты планет являются эллиптическими, и тем самым устранил ошибки своих предшественников.



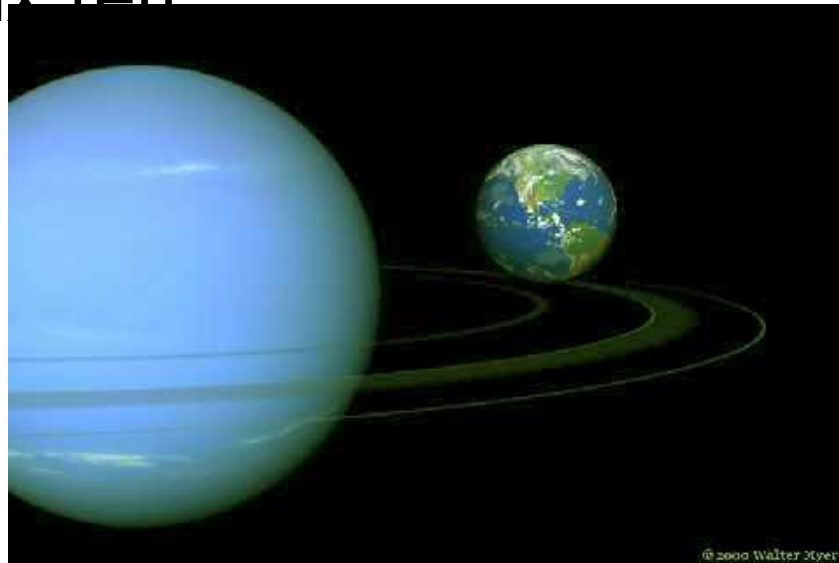


# Вклад Кеплера в теорию Золотого Сечения



- Гениальный астроном Иоганн Кеплер (1571-1630) был последовательным приверженцем Золотого Сечения, Платоновых тел и Пифагорейской доктрины о числовой гармонии Мироздания.
- Считается, что именно Кеплер обратил внимание на ботаническую закономерность **филлотаксиса** и установил **связь между числами Фибоначчи и золотой пропорцией**, доказав, что последовательность отношений соседних чисел Фибоначчи:  
 **$1/1; 2/1; 3/2; 5/3; 8/5; 13/8; \dots$**  в пределе стремится к золотой пропорции

- Новая астрономия получила возможность изучать не только видимые, но и действительные движения небесных тел. Ее многочисленные и блестящие успехи в этой области увенчались в середине XIX в. открытием планеты Нептун, а в наше время - расчетом орбит искусственных небесных тел.



- Следующий, очень важный этап в развитии астрономии начался сравнительно недавно, с середины XIX в., когда возник спектральный анализ и стала применяться фотография в астрономии.



- Возникла астрофизика, получившая особенно большое развитие в XX в. и продолжающая бурно развиваться в наши дни.



- В 40-х гг. XX в. стала развиваться радиоастрономия



Меридианный радиотелескоп Гроута Ребера



Точная копия радиотелескопа Карла Янского в натуральную величину

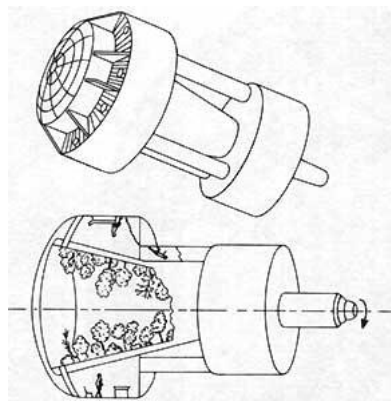
- в 1957 г. было положено начало качественно новым методам исследований, основанным на использовании искусственных небесных тел, что в дальнейшем привело к возникновению фактически нового раздела астрофизики — рентгеновск



- Запуск первого искусственного спутника Земли (1957 г., СССР), космических станций (1959 г., СССР), первые полеты человека в космос (1961 г., СССР), первая высадка людей на Луну (1969 г., США), - эпохальные события для всего человечества.



Запуск первого искусственного спутника Земли (1957 г., СССР)



Эскиз космической станции



Старт корабля Аполлон-11

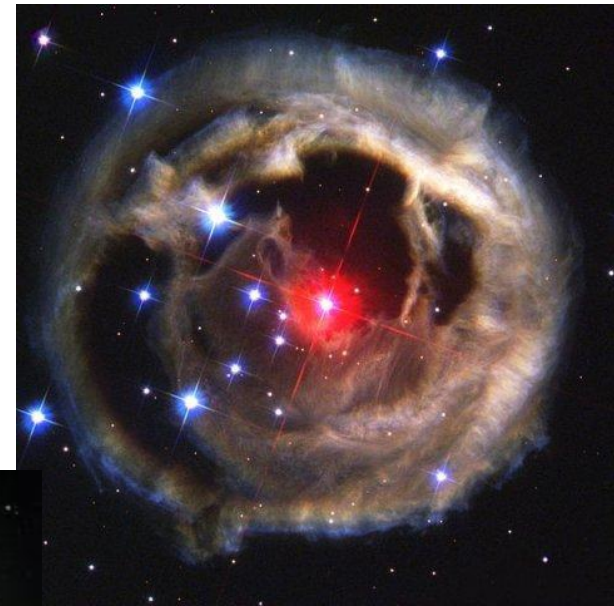
- В наше время астрономия достигла значительных успехов. Об этом свидетельствуют и большое количество обсерваторий, и постоянно открываемые звёзды, галактики, спутники крупных планет



Обсерватории



Галактики



Одна из звёзд  
созвездия Единорога





# 2009 год был объявлен годом астрономии



- 15-16 января в Париже, в штаб-квартире ЮНЕСКО, состоялось официальное открытие Международного года астрономии (МГА-2009), подготовленного Организацией Объединенных Наций (ООН) и Международным астрономическим союзом (МАС) и проходящего под девизом «Откройте для себя тайны Вселенной». Это уникальная возможность отметить на международном уровне важную дату – 400 лет с того дня, когда Галилей впервые использовал телескоп.

- Вряд ли человечество когда-нибудь покорит все просторы Вселенной, но возможно в этом есть своя прелесть, ведь никогда не знаешь, чем она удивит нас завтра...



«тройяцы» - были обнаружены уже в XX веке, спустя столетие после смерти Лагранжа.

При решении конкретных задач небесной механики пути этих учёных неоднократно пересекались; они вольно или невольно соперничали друг с другом, приходя то к близким, то к совершенно различным результатам.

## Современная астрономия

Вся история изучения Вселенной есть, в сущности, поиск средств, улучшающих человеческое зрение. До начала XVII века невооружённый глаз был единственным оптическим инструментом астрономов. Вся астрономическая техника древних сводилась к созданию различных угломерных инструментов, как можно более точных и прочных. Уже первые телескопы сразу резко повысили разрешающую и проникающую способность человеческого глаза. Вселенная оказалась совсем иной, чем она казалась до тех пор. Постепенно были созданы приёмники невидимых излучений и в настоящее время вселенную мы воспринимаем во всех диапазонах электромагнитного спектра - от гамма-лучей до сверхдлинных радиоволн.

Более того, созданы приёмники корпускулярных излучений, улавливающие мельчайшие частицы - корпускулы (в основном ядра атомов и электроны), приходящие к нам от небесных тел. Если не бояться аллегорий, можно сказать, что Земля стала зорче, её «глаза», то есть совокупность всех приёмников космических излучений, способны

фиксировать объекты, от которых до нас лучи света доходят за многие миллиарды лет.

Благодаря телескопам и другим инструментам астрономической техники человек за три с половиной века проник в такие космические дали, куда свет - самое быстрое, что есть в этом мире - может добраться лишь за миллиарды лет! Это означает, что радиус изучаемой человечеством Вселенной растёт со скоростью, в огромное число раз превосходящей скорость света!

- **Спектральный анализ** - изучение интенсивности излучения в отдельных спектральных линиях, в отдельных участках спектра. Спектральный анализ является методом, с помощью которого определяется химический состав небесных тел, их температура, размеры, строение, расстояние до них и скорость их движения.

Через 50 лет, надо полагать, будут открыты (если они имеются) планеты у ближайших к нам 5-10 звёзд. Скорее всего их обнаружат в оптическом, инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах волн с внеатмосферных установок.

В будущем появятся межзвёздные корабли-зонды для полёта к одной из ближайших звёзд в пределах расстояний 5-10 световых лет, разумеется, к той, возле которой будут обнаружены планеты. Такой корабль будет двигаться со скоростью не более 0,1 скорости света с помощью термоядерного двигателя.

2000 лет тому назад расстояние Земли от Солнца, согласно Аристарху Самосскому, составляло около 361 радиуса Земли, т.е. около 2.300.000 км. Аристотель считал, что «сфера звёзд» размещается в 9 раз дальше. Таким образом, геометрические масштабы мира 2000 лет тому назад «измерялись» величиной в 20.000.000 км.

При помощи современных телескопов астрономы наблюдают объекты, находящиеся на расстоянии около 10 млрд. световых лет.. Таким образом, за упомянутый промежуток времени масштабы мира выросли в 5.000.000.000.000.000 раз.

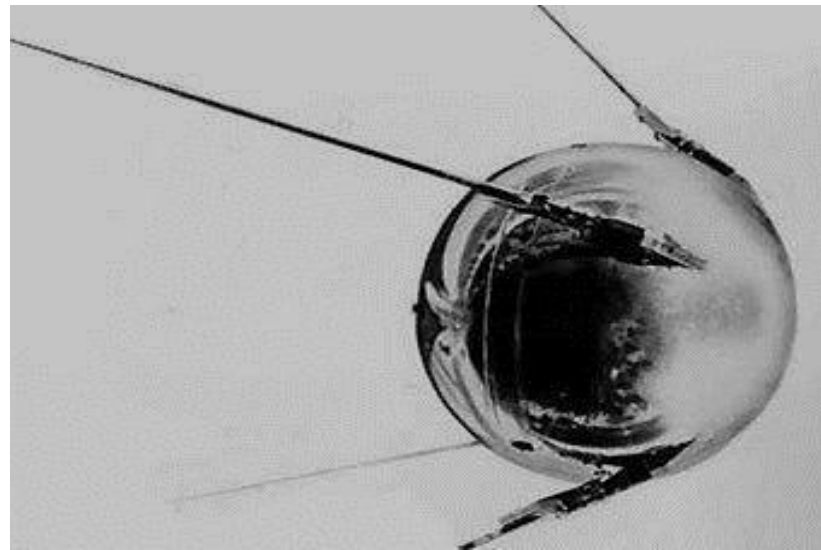
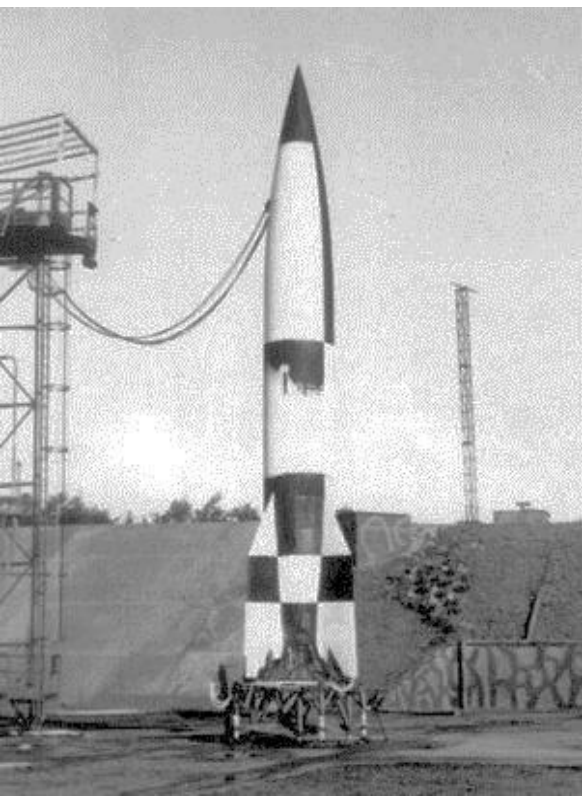
Согласно византийским христианским богословиям мир был создан 5508 лет до н.э., т.е. менее чем 7.5 тыс. лет тому назад.

Современная астрономия дала доказательства того, что уже около 10 млрд. лет тому назад доступная для астрономических наблюдений Вселенная существовала в виде гигантской системы галактик. Масштабы во времени «выросли» в 13 млн. раз.

Но главное, конечно, не в цифровом росте

Первые экспериментальные суборбитальные космические полёты были осуществлены ещё немецкой ракетой Фау-2 в 1944 году [4]. Однако начало практическому освоению космоса было положено 4 октября 1957 года запуском первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) в Советском Союзе.

Первые годы развития космонавтики характеризовались не сотрудничеством, а острой конкуренцией между государствами (так называемая Космическая гонка). Международное сотрудничество стало интенсивно развиваться только в последние десятилетия, в первую очередь, благодаря совместному строительству Международной космической станции и исследованиям, проводимым на её борту.



19 августа 1960 года состоялся старт корабля «Спутник-5», на борту которого были Белка и Стрелка, собаки-космонавты, совершившие орбитальный космический полёт и вернувшиеся на Землю невредимыми.



Белка и Стрелка являлись дублёрами собак Чайки и Лисички, которые погибли в катастрофе такого же корабля при неудачном старте 28 июля 1960 года. На 19-й секунде полёта у ракеты-носителя разрушился боковой блок первой ступени, в результате чего она упала и взорвалась.

12 апреля 1961 года в 09:07 по московскому времени с космодрома Байконур был произведён старт корабля «Восток-1» с Юрием Гагариным на борту. До полёта ещё не было известно, как человеческая психика будет вести себя в космосе, поэтому была предусмотрена специальная защита от того, чтобы первый космонавт в порыве помешательства не попытался бы управлять полётом корабля. Чтобы включить ручное управление, ему надо было вскрыть запечатанный конверт, внутри которого лежал листок с кодом, набрав который на панели управления можно было бы её разблокировать.

# ЧЕЛОВЕК В КОСМОСЕ!

## КАПИТАН ПЕРВОГО ЗВЕЗДОЛЕТА—НАШ, СОВЕТСКИЙ!

Великая победа  
разума и труда

МИР РУКОПЛЕЩЕТ  
ЮРИЮ ГАГАРИНУ



ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ГАГАРИН



Орган  
Центрального  
Комитета  
ВЛКСМ

### КОМСОМОЛЬСКАЯ ПРАВДА

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН,  
СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

Среда, 13 апреля 1961 г. Цена 2 коп.

К Коммунистической партии и народам Советского Союза!  
К народам и правительствам всех стран!  
Ко всему прогрессивному человечеству!

## ОБРАЩЕНИЕ

Центрального Комитета КПСС, Президиума Верховного  
Совета СССР и правительства Советского Союза

Сотрудники нашей страны, рабочие и крестьяне нашей страны, студенты и ученые! В этот великий день, когда на борту первого космического корабля «Восток-1» человек впервые вышел в космос и совершил орбитальный полет вокруг нашей Земли — страны Советов!

Великая победа разума и труда нашей страны, великая победа человеческого разума и труда. Поздравляем наших земляков и человечество в целом. С этой датой, которая войдет в нашу историю, связаны великие надежды и великое будущее нашей страны, нашей партии, нашего народа.

Человек в космосе — это шаг к освоению космоса, к созданию новой отрасли науки, к освоению космоса для нужд нашей страны, для нужд человечества.

Поздравляем Юрия Алексеевича Гагарина — первого космонавта нашей страны, человека, который первым вышел в космос и совершил орбитальный полет вокруг нашей Земли.

Мы, коммунисты нашей страны, строители коммунизма, наша власть, наша партия и народ, победы и достижения нашей страны на земле и в космосе.

### ПРЫЖОК ВО ВСЕЛЕННУЮ

12 апреля 1961 г. в Советском Союзе выведен на орбиту вокруг Земли первый в мире космический корабль-спутник «Восток» с человеком на борту.

Пилотируемый космический корабль-спутник «Восток» является традицией Союза Советских Социалистических Республик пилота Гагарина Юрия Алексеевича.

Старт космической миссии осуществлена ракетой-носителем и после набора первой космической скорости и отделения от последней ступени ракеты-носителя приборно-аппаратный комплекс спутника начал работу вокруг Земли.

По предварительным данным, время обращения корабля-спутника вокруг Земли составляет 90 минут. Ученые нашей страны и всего мира следят за полетом корабля-спутника.

ТАСС

Выполнив один оборот вокруг Земли, в 10:55:34 корабль завершил полёт. Из-за сбоя в системе торможения спускаемый аппарат с Гагариным приземлился не в запланированной области в 110 км от Сталинграда, а в Саратовской области, неподалёку от Энгельса в районе села Смеловка. Первыми людьми, которые встретили космонавта после полёта, оказались жена местного лесника Анна (Анихайт) Тахтарова и её шестилетняя внучка Рита (Румия). [30] Вскоре к месту событий прибыли военные из дивизиона и местные колхозники.



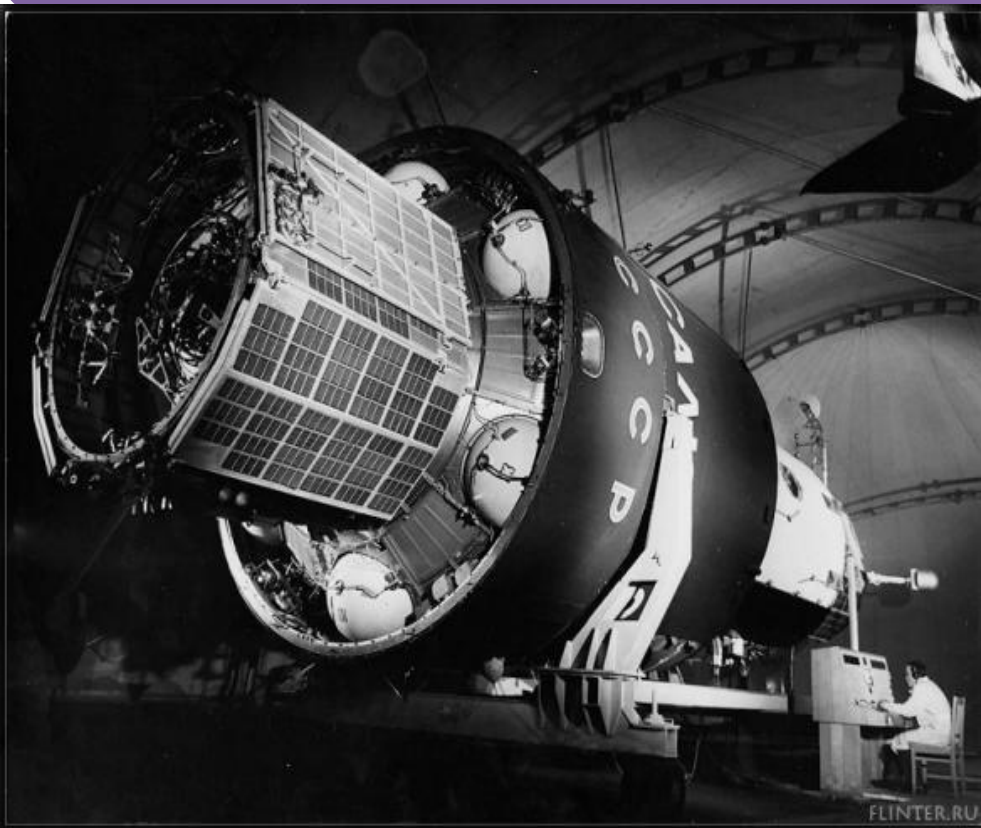
18—19 марта 1965 года Алексей Архипович Леонов совершил первый в истории космонавтики выход в открытый космос продолжительностью 12 минут 9 секунд. Во время выхода проявил исключительное мужество, особенно в нештатной ситуации.



21 июля 1969 года Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны. Произнесённая им при этом фраза: «Маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества», — вошла в историю.



Салют-1 – первая пилотируемая орбитальная станция СССР и мира. Выведена на орбиту 19 апреля 1971 года. Закончила свою работу 11 октября 1971 года, пробыв на орбите 175 суток.



12 апреля 1981 года состоялся первый пилотируемый полёт многоразового транспортного космического корабля Колумбия STS-1. Командиром экипажа был ветеран американской космонавтики Джон Янг, пилотом — Роберт Криппен. Полёт был (и остается) уникальным: самый первый, фактически, испытательный запуск космического корабля, проводился с экипажем на борту.

## **СОВРЕМЕННАЯ АВСТРОНОМИЯ**

**Космология** (от греч. *kosmos* - мир и *logos* – учение) – область науки, в которой изучается Вселенная как единое целое и космические системы как ее части.

Учитывая древнегреческое значение термина «космос» - «порядок», «гармония» – важно отметить, что космология открывает упорядоченность нашего мира и нацелена на поиск законов его функционирования. Открытие этих законов и представляет собой цель изучения Вселенной как единого упорядоченного целого.

Космология близко соприкасается с **космогонией** (от греч. *kosmos* – мир, *gonos* – рождение) как разделом астрономии, изучающим происхождение космических объектов и систем.

Вместе с тем подход космологии и космогонии к изучаемым явлениям различен – космология изучает закономерности всей Вселенной, а космогония рассматривает конкретные космические тела и системы.

**Звезды** – гигантские раскаленные  
самосветящиеся небесные тела.

**Планеты**- холодные небесные тела, которые  
обращаются вокруг звезды и светят светом,  
отраженным от звезды.

**Спутники** (планет) – холодные небесные тела,  
которые обращаются вокруг планет и светят  
отраженным от звезд светом.

Так, **Солнечная система** (или планетная  
система) – совокупность небесных тел – планет,  
их спутников, астероидов, комет,  
обращающихся вокруг Солнца под действием  
силы его тяготения. В Солнечную систему  
входят 9 планет, их спутники, свыше 100 тысяч  
астероидов, множество комет.

***Астероиды*** (или малые планеты) – небольшие холодные небесные тела, входящие в состав Солнечной системы. Имеют диаметр от 800 км до 1 км и менее, обращаются вокруг Солнца по тем же законам, по которым движутся и большие планеты.

***Кометы*** – небесные тела, входящие в состав Солнечной системы. Имеют вид туманных пятнышек с ярким сгустком в центре – ядром. Ядра комет имеют маленькие размеры - несколько километров.

**Галактика** – гигантская звездная система, насчитывающая более 100 млрд. звезд, обращающихся вокруг ее центра.

**Звездные скопления** – группы звезд, разделенные между собой меньшим расстоянием, чем обычные межзвездные расстояния. Звезды в такой группе связаны общим движением в пространстве и имеют общее происхождение.

***Метагалактика*** – грандиозная совокупность отдельных галактик и скоплений галактик.

В современной трактовке понятия «Метагалактика» и «Вселенная» чаще отождествляют.

Но иногда Метагалактика толкуется лишь как видимая часть Вселенной, при этом Вселенная сводится к бесконечности.



При изучении объектов Вселенной имеют дело со сверхбольшими расстояниями.

Для удобства при измерении таких сверхбольших расстояний в космологии используют *специальные единицы*:

- *астрономическая единица (а.е.)* соответствует расстоянию от Земли до Солнца – 150 млн.км.

Эта единица, как правило, применяется для определения космических расстояний в пределах Солнечной системы. Например, расстояние от Солнца до самой удаленной от него планеты – Плутона – 40 а.е.;

- *световой год* – расстояние, которое световой луч, движущийся со скоростью 300000 км/с, проходит за один год. Это  $\sim 10^{13}$  км.

1 а.е. равна 8,3 световым минутам. В световых годах определяют расстояние до звезд и других космических объектов, находящихся за пределами Солнечной системы;

- *парсек (пк)* - (русское обозначение: **пк**<sup>[1]</sup>; международное: **pc**) — распространённая в астрономии внесистемная единица измерения расстояний, равная расстоянию до объекта, годовой тригонометрический параллакс которого равен одной угловой секунде<sup>[2]</sup>. Название образовано из сокращений слов «параллакс» и «секунда». Используют для измерения расстояний внутри звездных систем и между ними. 30,8568 трлн км (петаметров) = 3,2616 светового года.

## Некоторые расстояния

1 [астрономическая единица](#) (а. е.) составляет приблизительно  $4,848 \cdot 10^{-6}$  парсека;

по состоянию на [13 февраля 2015 года](#), космический аппарат «[Вояджер-1](#)» находился на расстоянии 0,000630 пк (19,4 млрд км, или 130 [а. е.](#)) от Солнца, удаляясь по 17,5 микропарсек за год (3,6 а. е./год);

диаметр [облака Оорта](#)  $\approx 0,62$  пк;

расстояние от [Солнца](#) до ближайшей звезды ([Проксима Центавра](#)) составляет 1,3 парсека;

расстояние в 10 пк свет проходит за 32 года 7 месяцев и 6 дней;

расстояние от Солнца до ближайшего [шарового скопления](#), [М 4](#), составляет 2,2 кпк;

расстояние от Солнца до центра [нашей Галактики](#) — около 8 кпк;  
диаметр нашей Галактики около 30 кпк;

расстояние до [туманности Андромеды](#) — 0,77 Мпк;

ближайшее крупное скопление галактик, [скопление Девы](#), находится на расстоянии 18 Мпк;

в масштабах порядка 300 Мпк [Вселенная практически однородна](#)<sup>[6]</sup>;

расстояние до первого открытого, самого яркого и одного из ближайших [квазаров](#), [3С 273](#), составляет 734 Мпк;

до горизонта [наблюдаемой Вселенной](#) — около 4 Гпк (если измерять расстояние, пройденное регистрируемым на Земле светом), или, если оценивать современное расстояние — с учётом расширения Вселенной (то есть до удалившихся объектов, это излучение когда-то испустивших)  $\approx 14$  Гпк<sup>[7]</sup>;

Задачами современной астрономии являются не только объяснение данных астрономических наблюдений, но и *изучение эволюции Вселенной* (от лат. *evolutio*-развертывание, развитие).

Эти вопросы рассматривает космология – наиболее интенсивно развивающаяся область астрономии.

*Изучение эволюции Вселенной основано на следующем:*

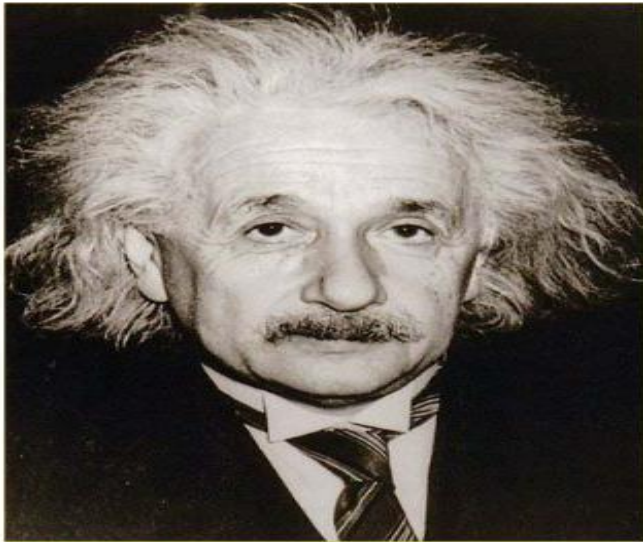
- *универсальные физические законы считаются действующими во всей Вселенной;*
- *выводы из результатов астрономических наблюдений признаются распространяемыми на всю Вселенную;*
- *истинными признаются только те выводы, которые не противоречат возможности существования самого наблюдателя, т.е. человека (антропный принцип).*

**Модель** (от лат. *modulus* – образец, норма) – это схема определенного фрагмента природной или социальной реальности (оригинала), возможный вариант его объяснения.

В основе современной космологии лежит эволюционный подход к вопросам возникновения и развития Вселенной, в соответствии с которым разработана **модель расширяющейся Вселенной**.

Ключевой предпосылкой создания модели эволюционирующей расширяющейся Вселенной послужила общая теория относительности А.Эйнштейна (немецкий физик, 1916г.).

## Работы Эйнштейна.



1905 г. – специальная теория относительности

1907 г.- квантовая теория теплоёмкости

1949 г. - Броуновское движение

1915—1916 г. – Общая теория относительности



Согласно этой модели Вселенная обладает следующими свойствами:

- **однородностью**, т.е. имеет одинаковые свойства во всех точках;
- **изотропностью**, т.е. имеет одинаковые свойства по всем направлениям;
- **нестационарностью**

Впервые вывод о нестационарности Вселенной сделал А.А.Фридман, российский физик и математик, в 1922г.

Впервые вывод о нестационарности Вселенной сделал А.А.Фридман, российский физик и математик, в 1922г.

В 1929 году американский астроном *Эдвин Хаббл* открыл так называемое «красное смещение». *Красное смещение* – это понижение частот электромагнитного излучения: в видимой части спектра линии смещаются к его красному концу.

На основе результатов проведенных исследований Э.Хаббл сформулировал важный для космологии закон (*закон Хаббла*): *Чем дальше галактики отстоят друг от друга, тем с большей скоростью они удаляются друг от друга.* Это означает, что Вселенная нестационарна: она находится в состоянии постоянного расширения.

## Модель расширяющейся Вселенной (Вселенная Фридмана, нестационарная Вселенная)



В 1922 г. советский ученый А. А. Фридман разработал первую нестационарную модель Вселенной. Эта теория не находится в противоречии с общей теорией относительности, но если Вселенная расширяется, то должно было произойти некое событие, приведшее к разбеганию звезд и галактик. Это явление очень напоминало взрыв, поэтому ученые и назвали его «Большим взрывом».



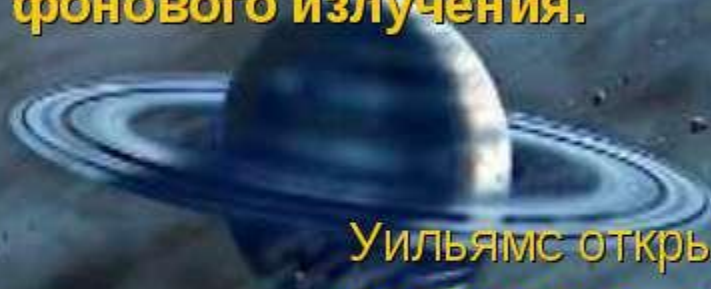


**В 1929 Хаббл Э. открыл «красное смещение» в спектрах далеких галактик.**



**В 1965 году американские астрофизики Арно Алан Пензиас и Уильямс открыли разнородность фонового излучения.**

**PENZIAS, Arno Allan**  
Nobel Laureate PHYSICS 1978  
© Sverdrup



**Уильямс открыл реликтовые частицы, возникшие в момент большого взрыва.**



В 1929 году американский астроном *Эдвин Хаббл* открыл так называемое «красное смещение». *Красное смещение* – это понижение частот электромагнитного излучения: в видимой части спектра линии смещаются к его красному концу.

На основе результатов проведенных исследований Э.Хаббл сформулировал важный для космологии закон (*закон Хаббла*): *Чем дальше галактики отстоят друг от друга, тем с большей скоростью они удаляются друг от друга.* Это означает, что Вселенная нестационарна: она находится в состоянии постоянного расширения.

**закон Хаббла:** *скорость удаления галактики  $V$  прямо пропорциональна расстоянию  $r$  до нее, т.е.*

$$V=Hr,$$

*где  $H= 75$  км/ сМпк— постоянная Хаббла.*



1. Смещения нет –  
галактика стоит на месте



2. Красное смещение –  
галактика удаляется от Земли

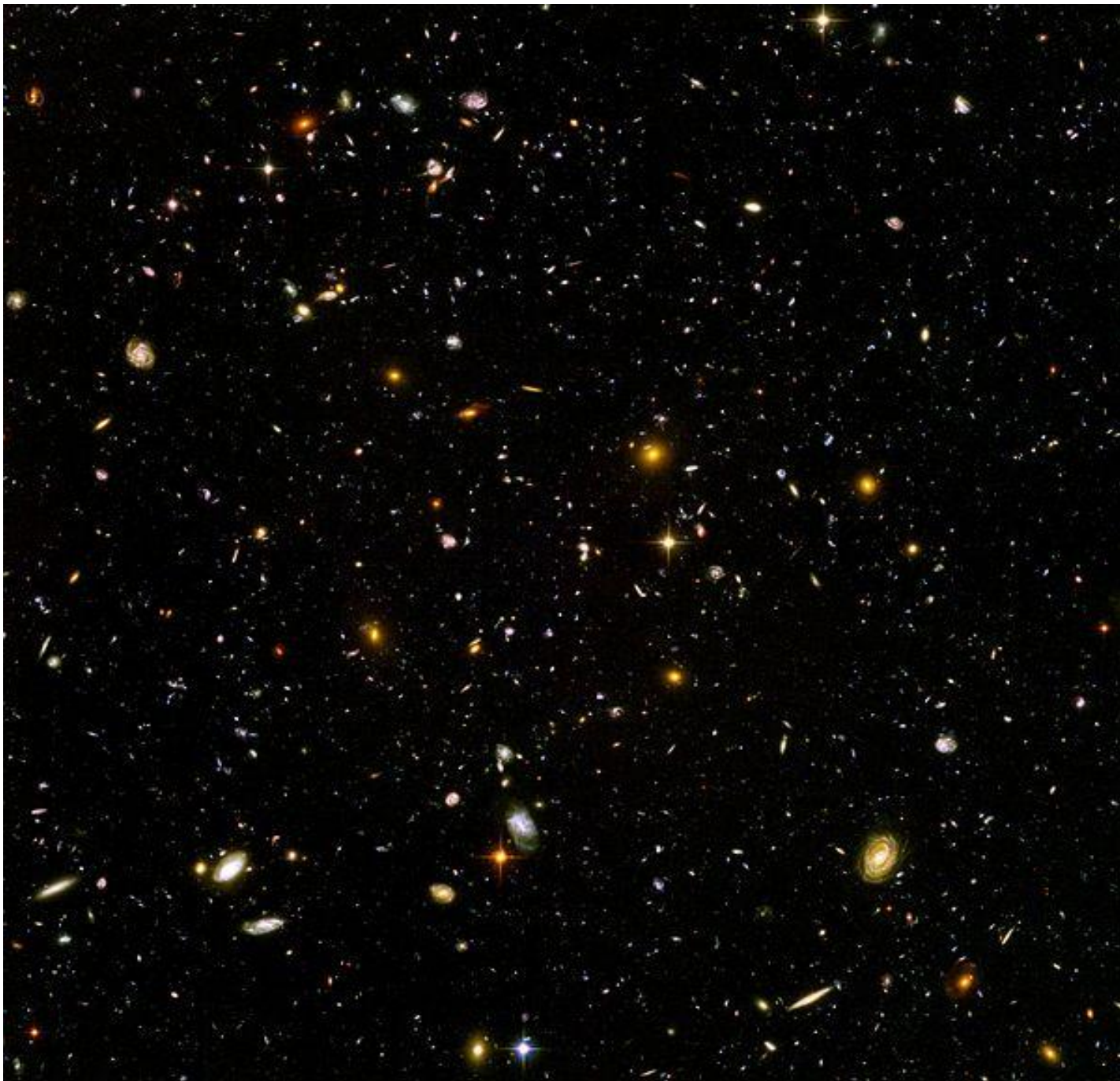


3. Синее смещение –  
галактика приближается к Земле



Космічний  
телескоп  
«Хаббл»

**Автоматическая обсерватория на орбите вокруг Земли, названная в честь Эдвина Хаббла. Телескоп «Хаббл» — совместный проект НАСА и Европейского космического агентства; он входит в число Больших обсерваторий НАСА.**



На изображении, полученном по программе Hubble Ultra Deep Field, видны сотни галактик, самые красные и тусклые образовались всего через 800 млн лет после Большого взрыва.

# Реликтовое излучение

В 1964 году американские физики А.Пензиас и Р.Уилсон обнаружили предсказанный Г.Гамовым эмпирический факт: Вселенная наполнена электромагнитным излучением в микроволновом диапазоне частот. Последовавшие измерения показали, что это характерное классическое излучение черного тела, свойственное объектам с температурой около  $-270^{\circ}\text{C}$  (3 К), т. е. всего на три градуса выше абсолютного нуля.

Простая аналогия поможет нам интерпретировать этот результат. Представьте, что вы сидите у камина и смотрите на угли. Пока огонь горит ярко, угли кажутся желтыми. По мере затухания пламени угли тускнеют до оранжевого цвета, затем до темно-красного. Когда огонь почти затух, угли перестают испускать видимое излучение, однако, поднеся к ним руку, вы почувствуете жар, что означает, что угли продолжают излучать энергию, но уже в инфракрасном диапазоне частот. Чем холоднее объект, тем ниже излучаемые им частоты и больше длина волн. По сути, Пензиас и Уилсон определили температуру «космических углей» Вселенной после того, как она остывала на протяжении 13,7 миллиардов лет: ее фоновое излучение оказалось в диапазоне микроволновых радиочастот.

Исторически это открытие и предопределило выбор в пользу космологической теории Большого взрыва.

Открытие реликтового излучения, удостоенное в 1978 г. Нобелевской премии по физике, является важным достижением современной науки. Оно подтверждает правильность теории «горячей» расширяющейся Вселенной, описывающей эволюцию Вселенной в течение десятков миллиардов лет.

Из этой теории следует, что на ранней стадии эволюции Вселенная существенно отличалась от современной и представляла собой сгусток сверхплотной плазмы и излучения с очень высокой температурой, рожденных в момент Большого взрыва.

# ***моделью горячей Вселенной***

***Из этой модели следуют два вывода:***

- 1). вещество, из которого зарождались первые звезды, состояло в основном из водорода (75 %) и гелия (25 %);**
- 2). в сегодняшней Вселенной должно наблюдаться слабое электромагнитное излучение, сохранившее память о начальном этапе развития Вселенной и поэтому названное реликтовым**



Открытие **реликтового излучения** в 1965г. явилось наблюдательным обоснованием концепции горячей Вселенной.

В соответствии с моделью, разработанной на основе теории относительности,

***расширяющаяся Вселенная:***

- однородная*
- изотропная*
- нестационарная*
- горячая*

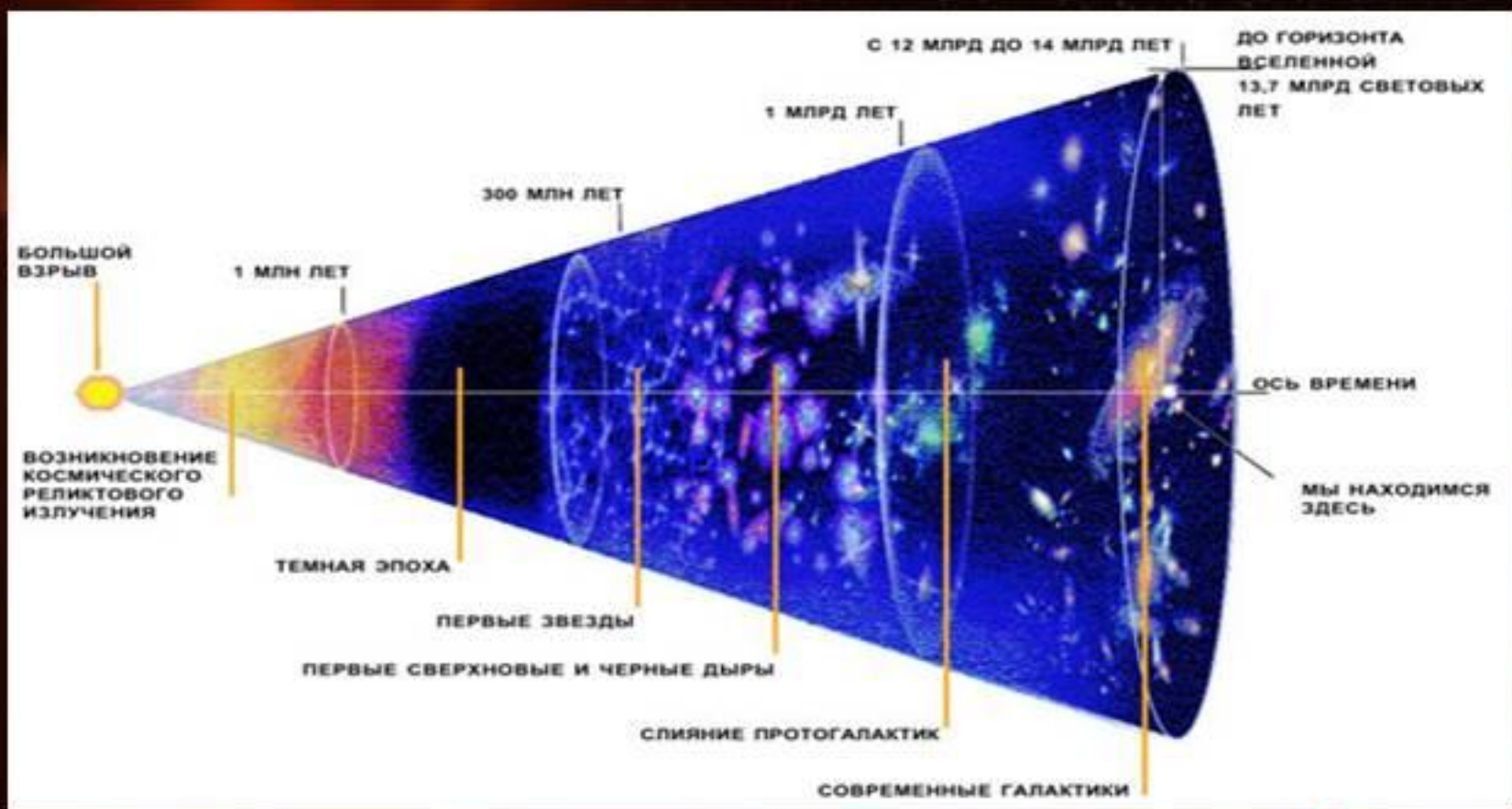
Убедительными аргументами, подтверждающими обоснованность космологической модели расширяющейся Вселенной, являются установленные факты.

К числу таких фактов относятся следующие:

- *расширение Вселенной в соответствии с законом Хаббла;*
- *однородность светящейся материи на расстояниях порядка 100 мегапарсек;*
- *существование реликтового фона излучения с тепловым спектром, соответствующим температуре 2,7K (-270.45 C)*

# Теория Большого взрыва

- В основе этой теории лежит предположение, что физическая Вселенная образовалась в результате гигантского взрыва примерно 15 – 20 млн. лет назад, когда всё вещество и энергия современной Вселенной были сконцентрированы в водном сгустке. Модель Большого Взрыва (БВ) была предложена в 1948 году Г.А. Гамовым.



Модель Большого взрыва

# Краткая история вселенной



## ВРЕМЯ

$10^{-45}$  –  $10^{-37}$  сек  
 $10^{-6}$  сек  
 $10^{-5}$  сек  
 $10^{-4}$  сек – 3 мин  
 400 тыс. лет  
 15 млн. лет  
 1 млрд. лет  
 3 млрд. лет  
 10 – 15 млрд. лет  
 $10^{14}$  лет  
 $10^{37}$  лет  
 $10^{40}$  лет  
 $10^{100}$  лет

## ТЕМПЕРАТУРА

Более  $10^{26}$  К  
 Более  $10^{13}$  К  
 $10^{12}$  К  
 $10^{11}$ – $10^9$  К  
 4 000 К  
 300 К  
 20 К  
 10 К  
 3 К  
 $10^{-2}$  К  
 $10^{-18}$  К  
 $10^{-20}$  К  
 $10^{-60}$ – $10^{-40}$  К

## СОСТОЯНИЕ

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

# Хронология эволюции Вселенной

- 15 млрд лет назад – Большой Взрыв
- 3 минуты спустя – образование вещественной основы Вселенной
- через несколько сотен тысяч лет – появление атомов (H, He)
- 14-13 млрд лет назад – образование разномасштабных структур (галактик)
- 10 млрд лет назад – появление звезд первого поколения, образование атомов тяжелых элементов
- 5 млрд лет назад – рождение Солнца
- 4.6 млрд лет назад – образование Земли
- 3.6 млрд лет назад – зарождение жизни
- 450 млн лет назад – выход жизни на сушу
- 150 млн лет назад – появление млекопитающих
- 4 млн лет назад – начало антропогенеза



**Фриц Цвикки** (нем. Fritz Zwicky; 14 февраля 1898, Варна, Болгария — 8 февраля 1974, Пасадена, США) — американский астроном швейцарского происхождения.

**В 1932 году Ф. Цвикки выдвигает идею о существовании тёмной материи — вещества, не проявляющего себя электромагнитным излучением, но участвующего в гравитационном взаимодействии.**



**Георгий Антонович Га́мов,**  
**также известен как Джордж**  
**Гамов** (20 февраля (4 марта)  
1904, Одесса — 19 августа  
1968, Боулдер) — советский и  
американский физик-  
теоретик, астрофизик и  
популяризатор науки.

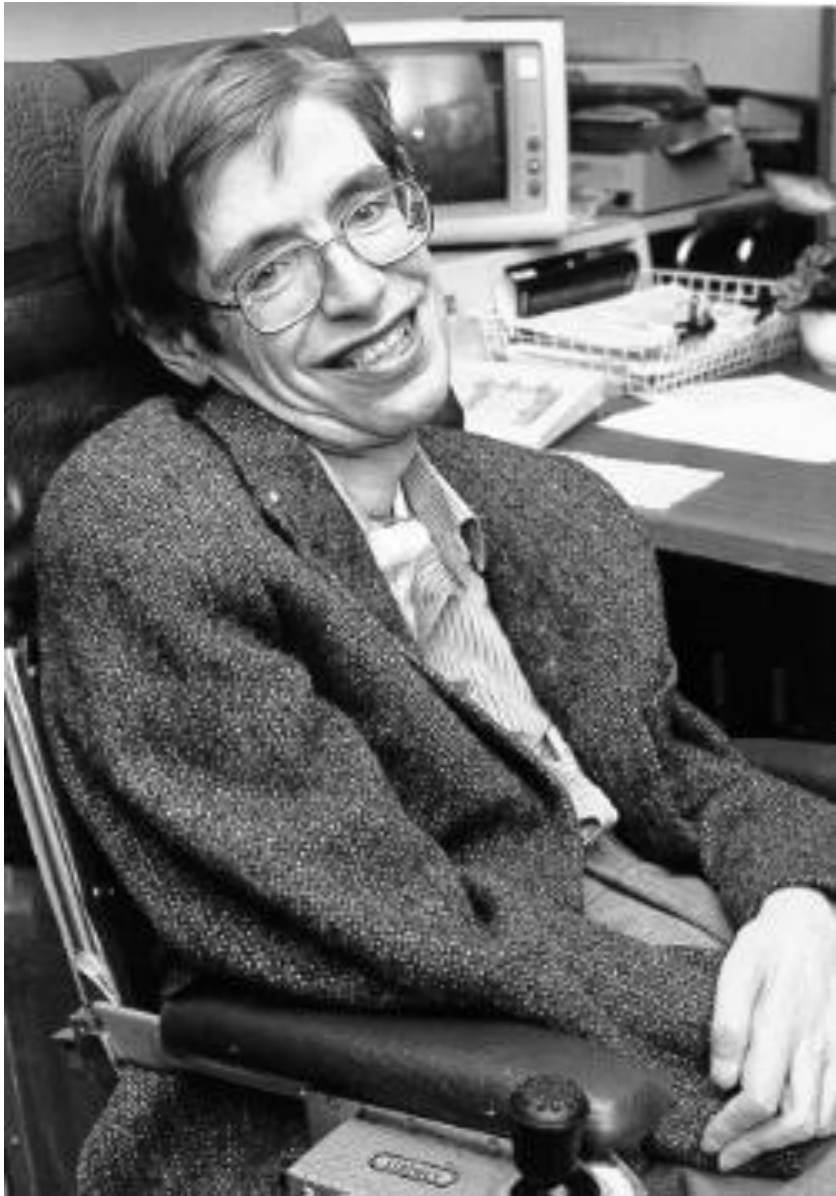
**В 1946—1949 годах Г. Гамов,** пытаюсь объяснить происхождение химических элементов, применяет законы ядерной физики к началу расширения Вселенной. Так возникает теория «горячей Вселенной» — теория Большого Взрыва, а вместе с ней и гипотеза об изотропном реликтовом излучении с температурой в несколько Кельвин.

**Квazarы** - мощные источники космического радиоизлучения, которые, как предполагают, являются самыми яркими и далекими из известных сейчас небесных объектов.

**Нейтронные звезды** – предполагаемые звезды, состоящие из нейтронов, образующиеся, вероятно, в результате вспышек сверхновых звезд.

**Черные дыры** (или «застывшие звезды», «гравитационные могилы») – объекты, в которые, как предполагают, превращаются звезды на заключительной стадии своего существования. Пространство черной дыры как бы вырвано из пространства Метагалактики: вещество и излучение проваливаются в нее и не могут выйти обратно.





## **Стивен Уильям Хокинг**

(англ. Stephen William Hawking, род. 8 января 1942- 18 марта 2018, Оксфорд, Великобритания) — один из наиболее влиятельных и известных широкой общественности астрофизиков-теоретиков нашего времени.

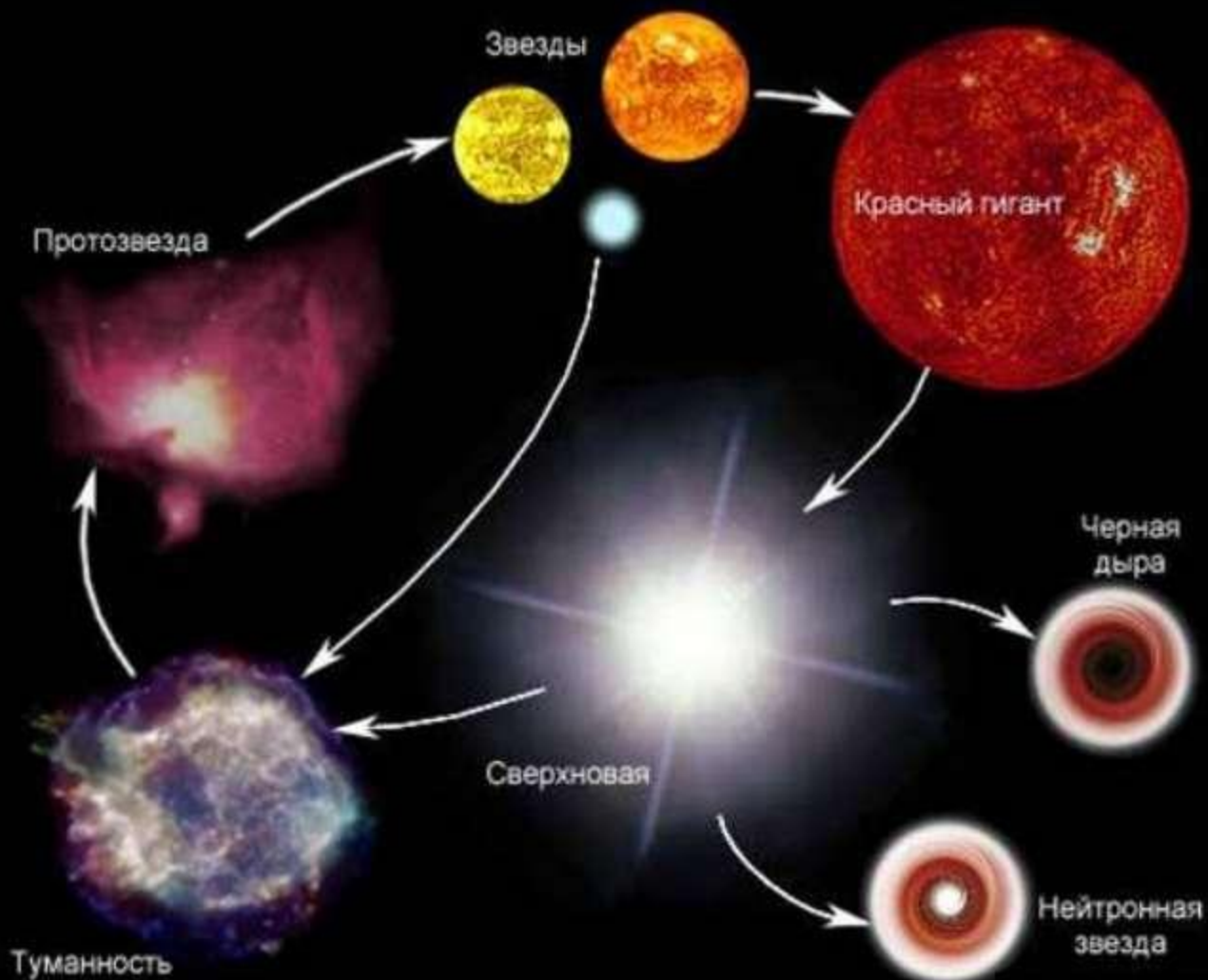
Основная область исследований Хокинга — космология и квантовая гравитация.

## Главные исследования Хокинга:

- применение термодинамики к описанию чёрных дыр;
- разработка в 1975 г. теории о том, что чёрные дыры «испаряются» за счёт явления, получившего название излучение Хокинга;
- 21 июля 2004 года Хокинг представил доклад, в котором он изложил свою точку зрения на разрешение парадокса исчезновения информации в чёрной дыре.

## ГИПОТЕЗА О ЧЕРНЫХ ДЫРАХ

Если некоторая масса вещества оказывается в сравнительно небольшом объеме, критическом для нее, то под действием сил собственного тяготения такое вещество начинает неудержимо сжиматься. Наступает своеобразная гравитационная катастрофа — **гравитационный коллапс.**



По современным представлениям, массивные звезды, с массой в несколько раз больше массы Солнца, заканчивая свою эволюцию, могут в конце концов сжаться (сколлапсировать) и превратиться в Нейтронную звезду или в Черную дыру.

Чёрные дыры были предсказаны в 1916 году Карлом Шварцшильдом, а сам термин "черная дыра" появился совсем недавно. Его ввел в обиход в 1969 г. американский ученый Джон Уилер.



До этого их называли "коллапсар" или "застывшая звезда".



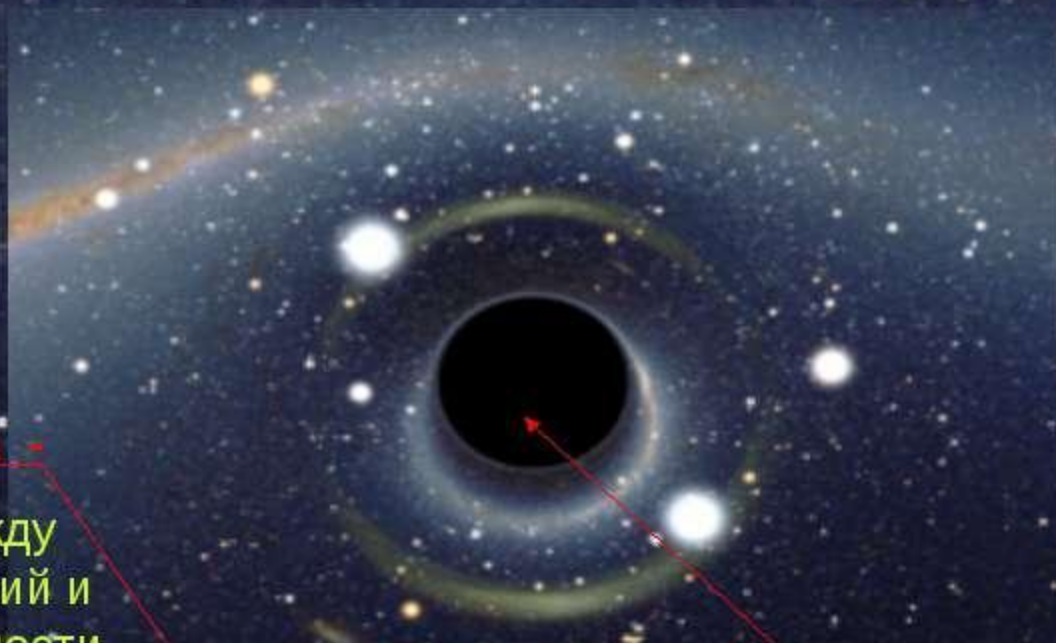
### Черной дырой

называется область пространства-времени, в которой гравитационное поле столь сильно, что ни один объект (даже свет) не может вырваться из нее.

### Горизонт событий

это граница области за которую не выходит свет.

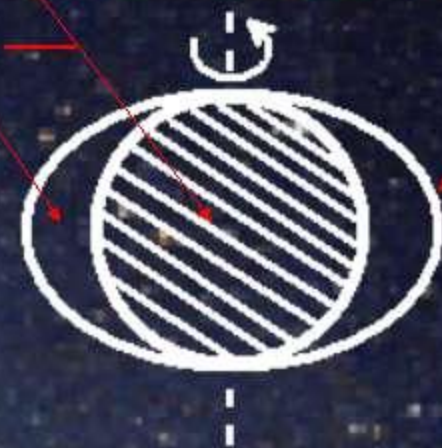
Скорость тел на горизонте событий имеют одну и ту же скорость.



Эргосфера -

пространство между горизонтом событий и пределом статичности.

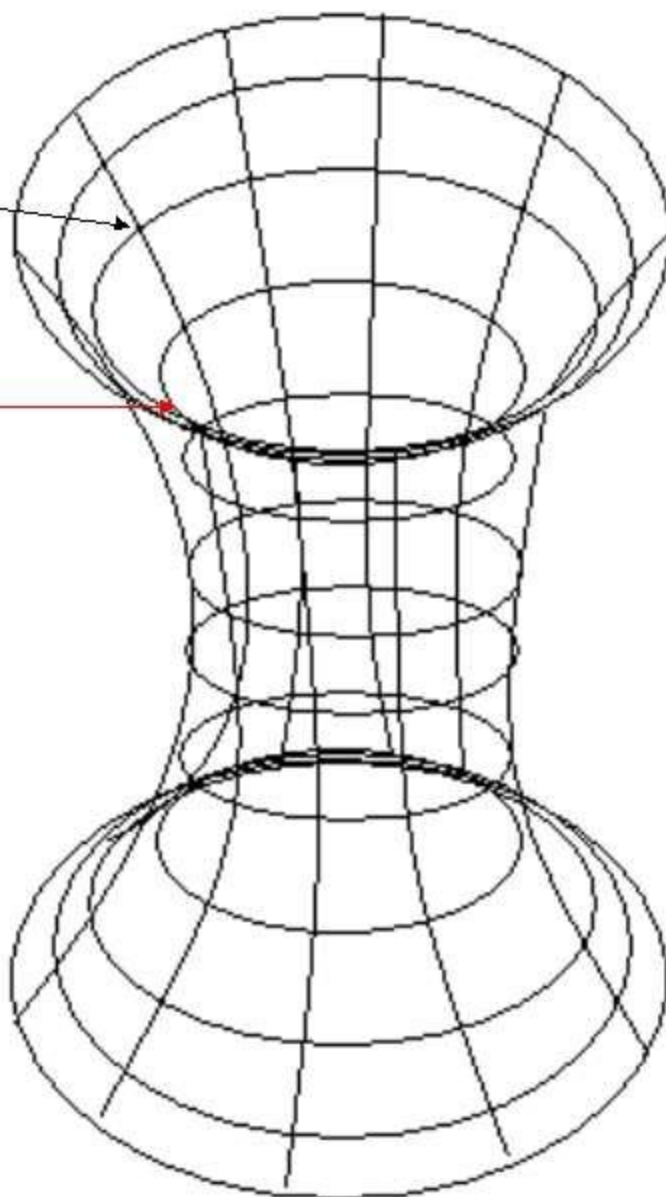
Черная дыра.



Предел статичности -

внешняя граница области в которой все тела и частицы увлекаются в движение вокруг черной дыры.

Силовые линии  
гравитационного поля  
черной дыры



Черная дыра –  
космический объект,  
возникший в  
результате сжатия  
массивной потухшей  
звезды  
гравитационными  
силами до размеров  
меньших ее  
гравитационного  
радиуса.

Горизонт событий



Геометрическое представления черной дыры.



Если тело, образовавшее Черную дыру, вращалось, то вокруг Черной дыры сохраняется «вихревое» гравитационное поле, увлекающее все тела вблизи Черной дыры во вращательное движение вокруг неё.

“”Вихрь”

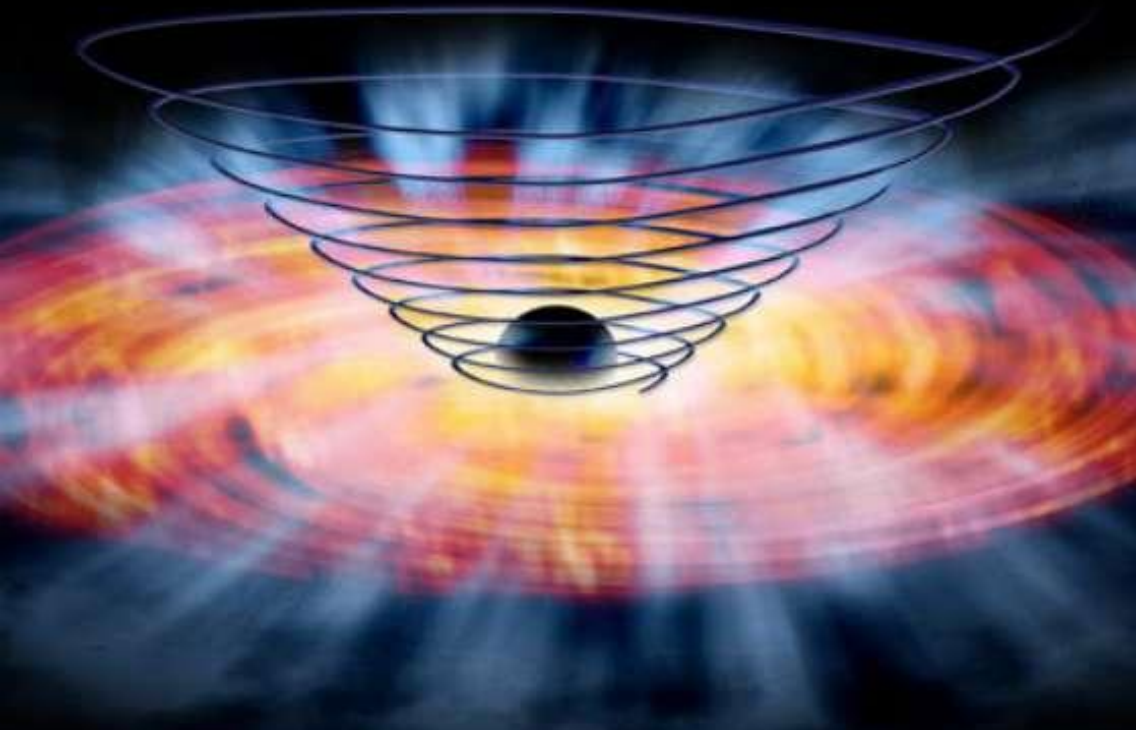


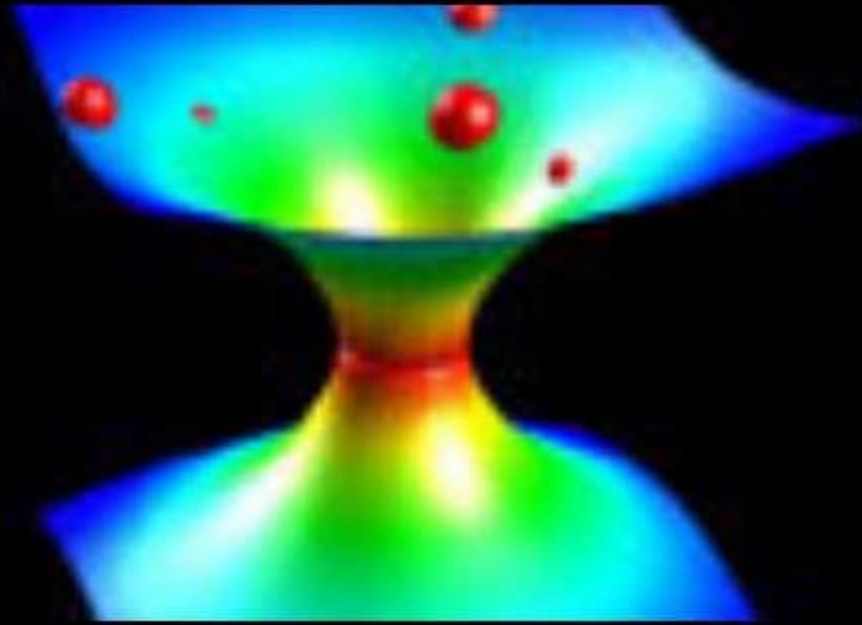
Чем ближе к черной дыре, тем больше скорость кругового движения.

Чёрные дыры характеризуются тремя параметрами:

- массой ( $M$ ),
- моментом вращения ( $L$ ),
- электрическим зарядом ( $Q$ ).

Все они складываются из соответствующих характеристик упавших в неё тел и излучения.

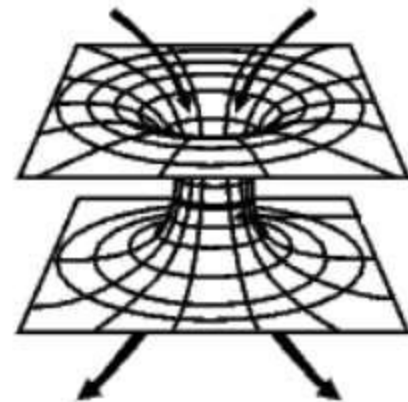




*По ту сторону чёрных дыр, как полагают некоторые астрофизики, расположены объекты не менее загадочные: „белые дыры“. Если чёрные дыры без устали поглощают материю, белые дыры неустанно порождают её. Одни пожирают целые миры, другие порождают новые миры .*

*Предположительно Белая дыра имеет такой вид.*

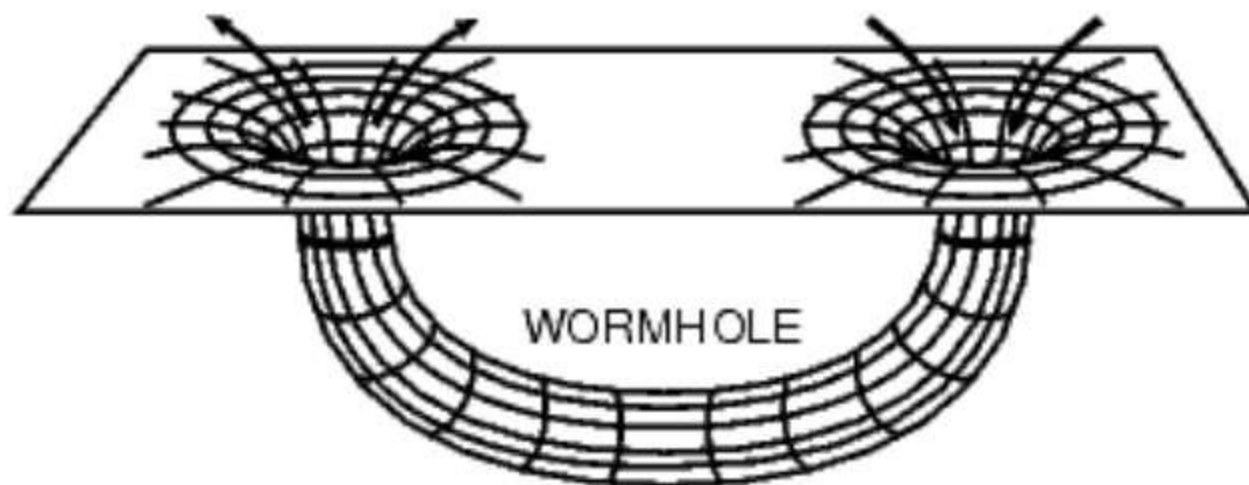
Черная дыра



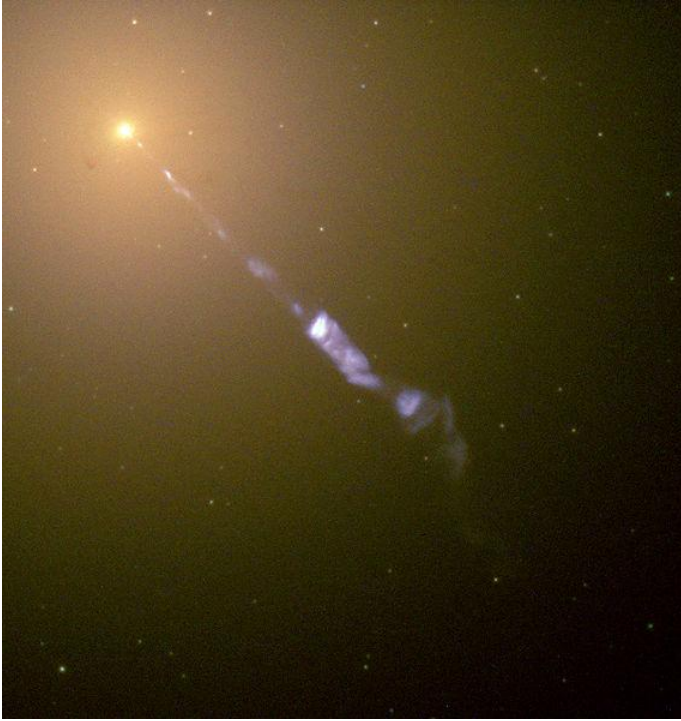
Белая дыра

Белая  
дыра

Черная  
дыра



**Кротовая нора**



Изображение, полученное с помощью телескопа «Хаббл»: Активная галактика M87. В ядре галактики, предположительно, находится чёрная дыра. На снимке видна релятивистская струя длиной около 5 тысяч световых лет

**Тематика докладов к семинару «Гипотезы происхождения Солнечной системы. Строение Солнца. Планы Солнечной системы»:**

- небулярная гипотеза Канта-Лапласа;
  - приливная гипотеза;
- захват Солнцем облака межзвездного газа;
  - кометная;
- происхожд. Солн. Сист. из газовой-пылевой облака

Также можно подготовить доклады по следующим темам:

1. Планеты Солнечной системы (отдельно по планете или рефератом в сравнении по группам):

земная группа -Меркурий

-Венера

- Марс (его спутники);

газовые и их спутники – Юпитер

- Сатурн

- Уран

- Нептун

2. Луна: происхождение, строение.

3. Солнце: происхождение, строение.

4. Черные дыры

5. Галактика Млечный путь: строение.