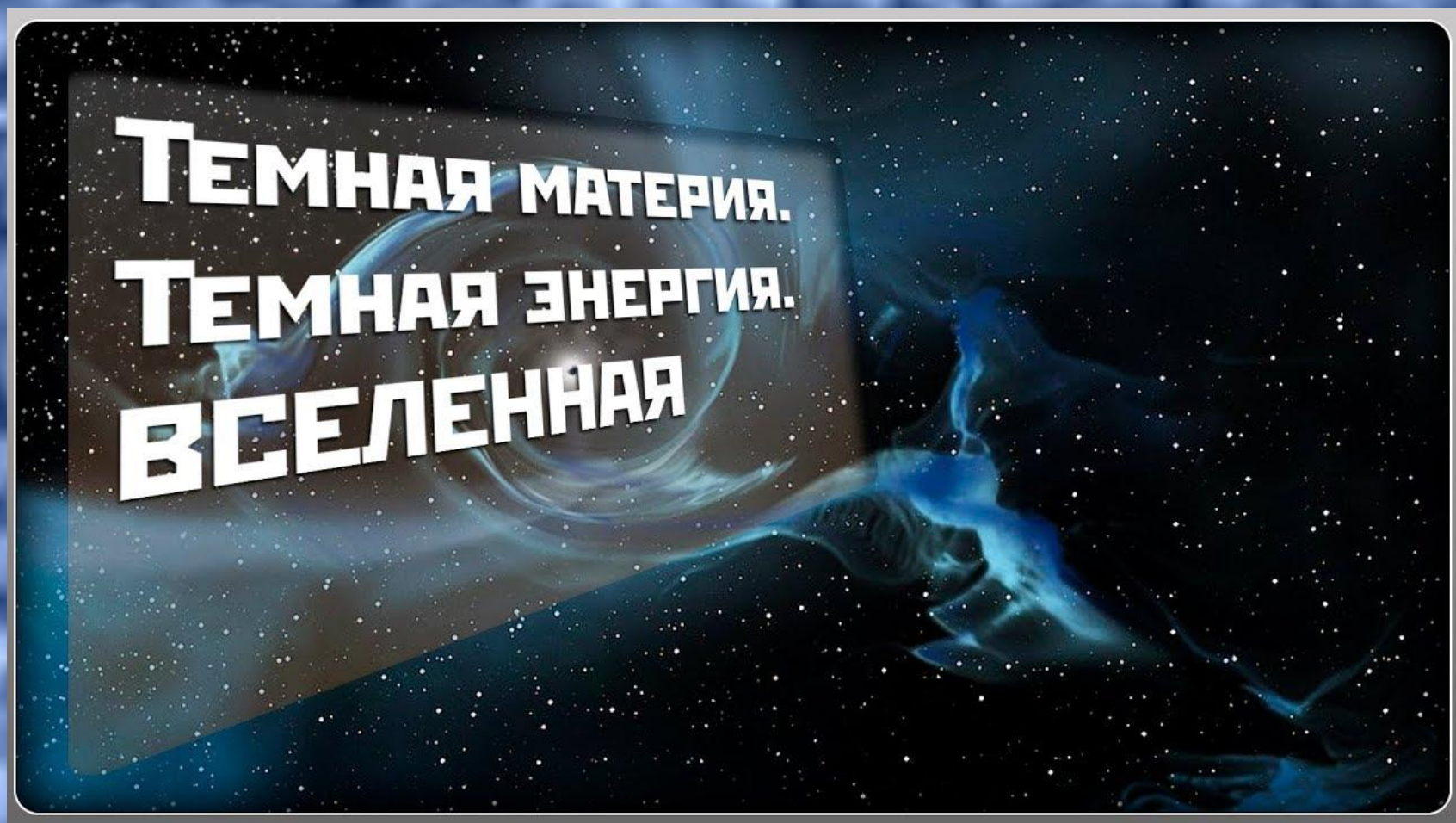


# «Темная Вселенная»



# Праздник Halloween



31 октября Полнолуние



# УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР ГАЛАКТИК, ЗВЕЗД И ЧЕРНЫХ ДЫР



# АСТРОНОМИЯ



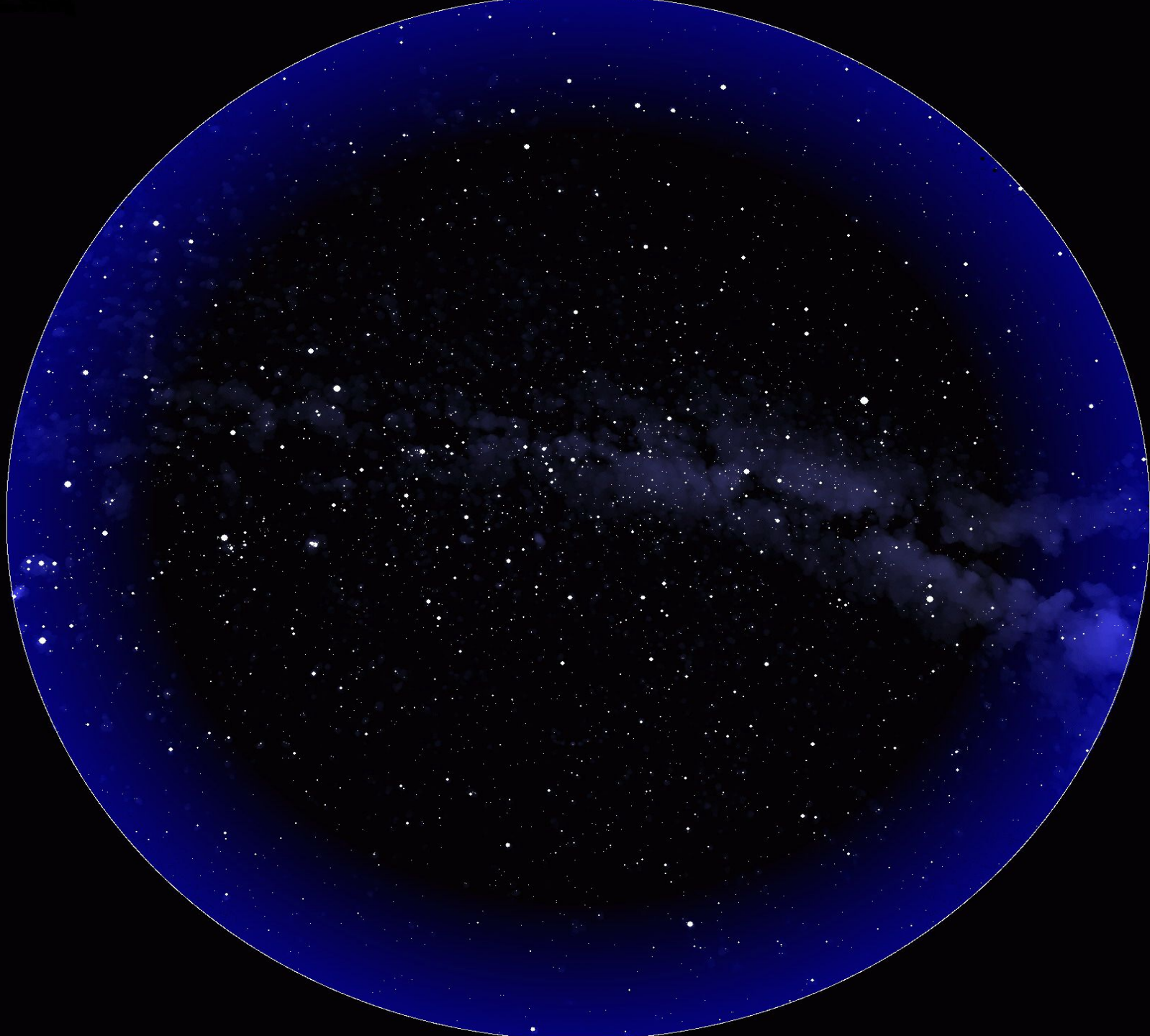
- **АСТРО** – ЗВЕЗДА
- **НОМ** – ЗАКОН.
- **Астрономия**  
**это наука о**  
**законах**  
**управляющи**  
**х всей**  
**Вселенной**

# Познание как источник вдохновения

- «Самая прекрасная эмоция, которую нам дано испытать, — ощущение тайны. Это основополагающая эмоция, стоящая у истоков всякого истинного искусства и науки».
- А.Эйнштейн

# Астрономия – это практика жизни человечества в прошлом, настоящем и будущем

- - Астрономия создала календарь
- - Астрономия научила как учитывать время
- -Астрономия дала навыки как осваивать окружающий мир
- -Астрономия наглядно демонстрирует возможные сценарии нашего будущего
- Астрономия могущественная наука – не покидая Земли мы можем обзреть всю Вселенную.





# Карты звездного неба



Звездное небо  
Готторпского глобуса.  
Северное полушарие.



Звездное небо  
Готторпского глобуса.  
Южное полушарие.

# Стоунхэндж – древняя обсерватория



# Сколько звезд на небе?

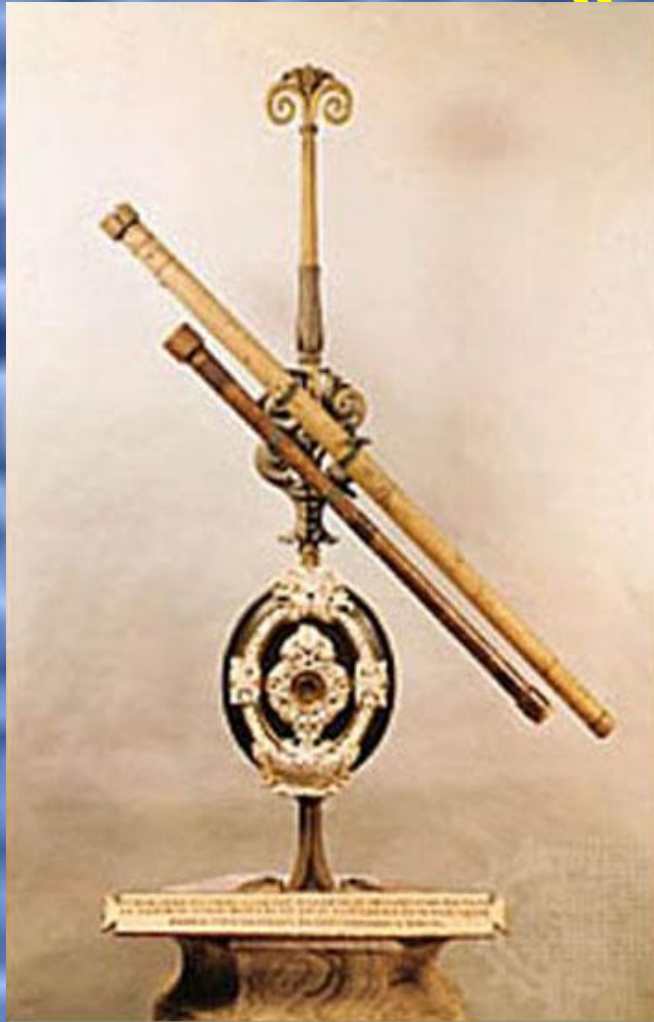
- Невооруженным глазом видно 6 тыс. звезд
- В бинокль 200 тыс звезд
- В небольшой телескоп 2 млн. звезд
- В мощный телескоп 100 млн. звезд
- В нашей Галактике более 200 млрд. звезд

# Аналемма

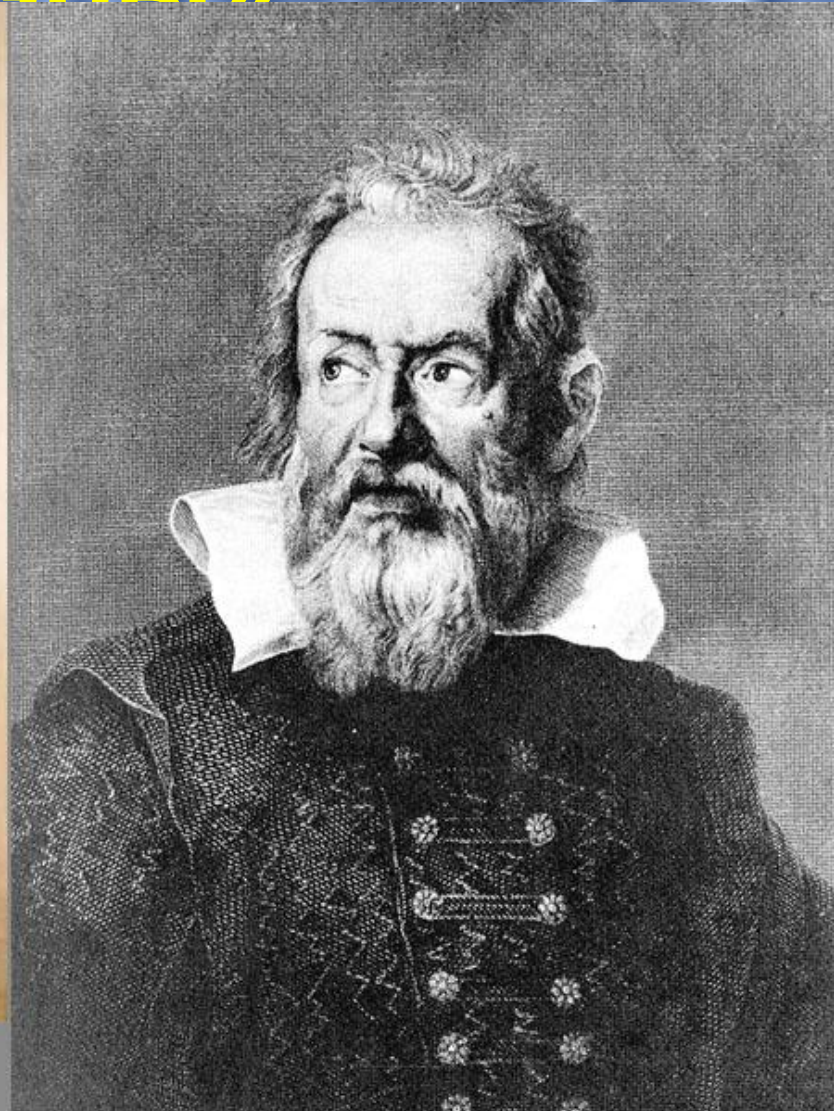




# Телескоп – начало новой «эры»



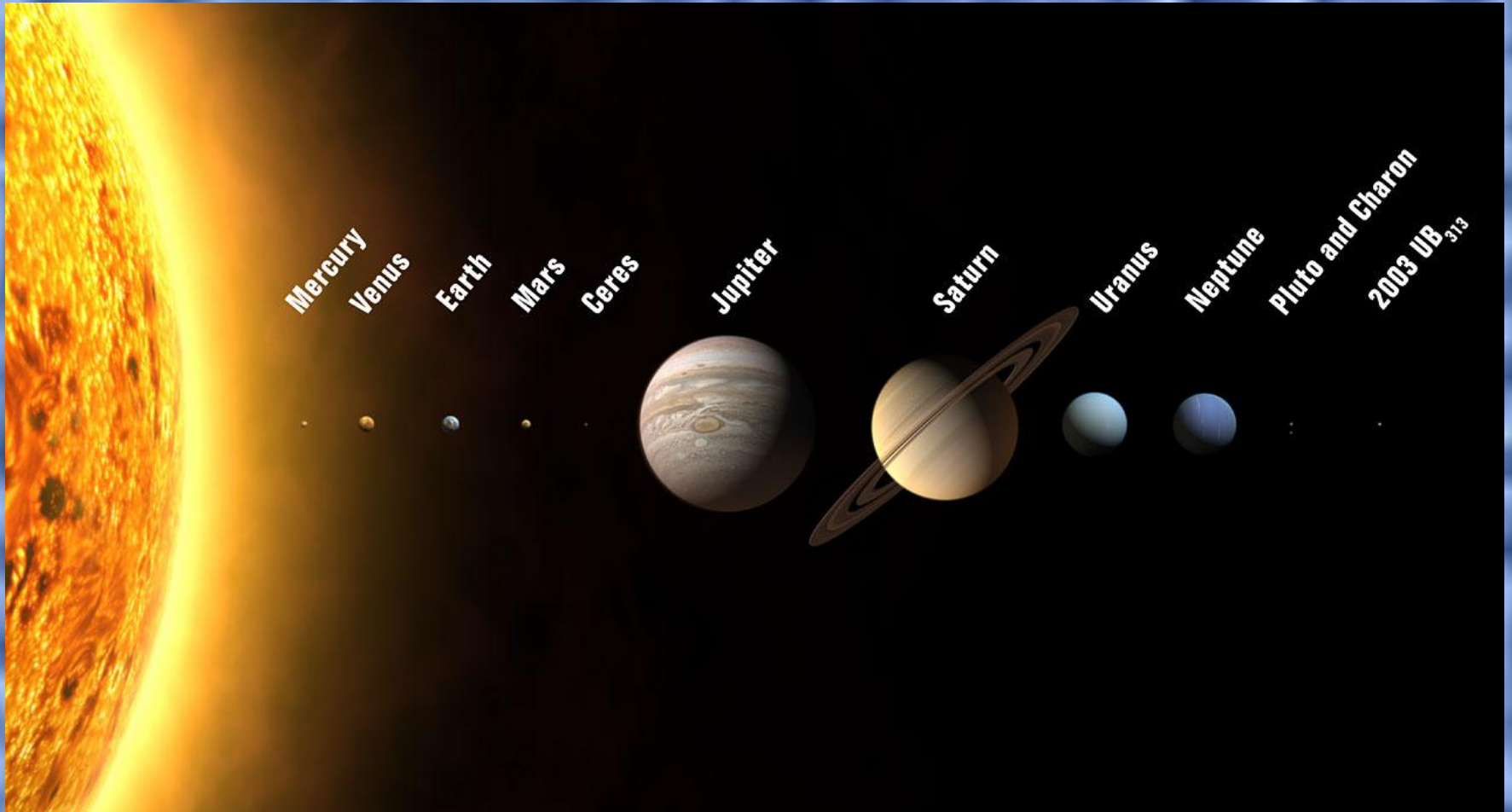
Галилео, 1609





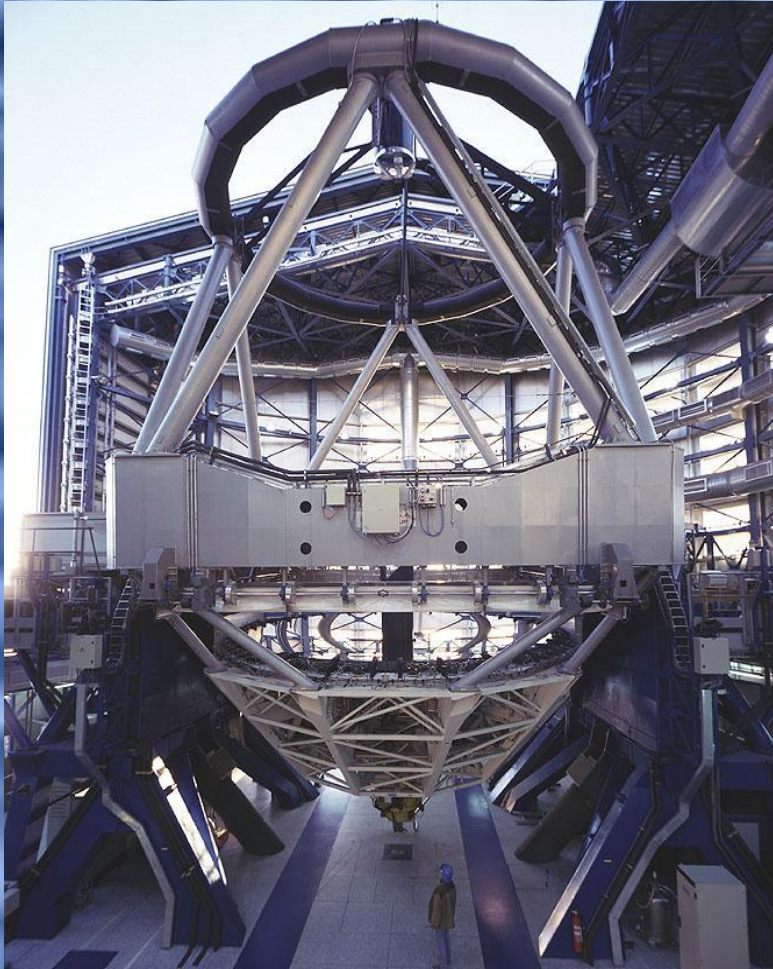
Simon R. Hudson

# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА





# Телескопы разных времен



# Сколько звезд на небе?

- Невооруженным глазом видно 6 тыс. звезд
- В бинокль 200 тыс звезд
- В небольшой телескоп 2 млн. звезд
- В мощный телескоп 100 млн. звезд
- В нашей Галактике более 200 млрд. звезд

# Телескопы завтра



# Вселенная Хаббла

**Эдвин Хаббл: первый астроном  
в истории, который доказал,  
что кроме Млечного Пути есть  
другие галактики**

THE SPACEWAY



# Что такое Вселенная?

**Вселенная** — обычно определяется как совокупность всего, что существует физически.



**Вселенная** — это совокупность пространства и времени, всех форм материи, физических законов и констант, которые управляют ими.

Однако термин **Вселенная** может трактоваться и иначе, как космос, мир или природа.

# Открытие галактик Хабблом



# Телескоп Хаббла



# НАША ВСЕЛЕННАЯ





# Спор титанов науки о происхождении Вселенной



# Жизнь звезд



Загадки строения Вселенной сколько звезд, столько и загадок

# В мире звезд

## A comparison of star sizes

Red Dwarf

Lower limit:  
0.08 solar  
masses



Our Sun

1 solar mass



Blue-white  
Supergiant

150 solar masses



Red Giant

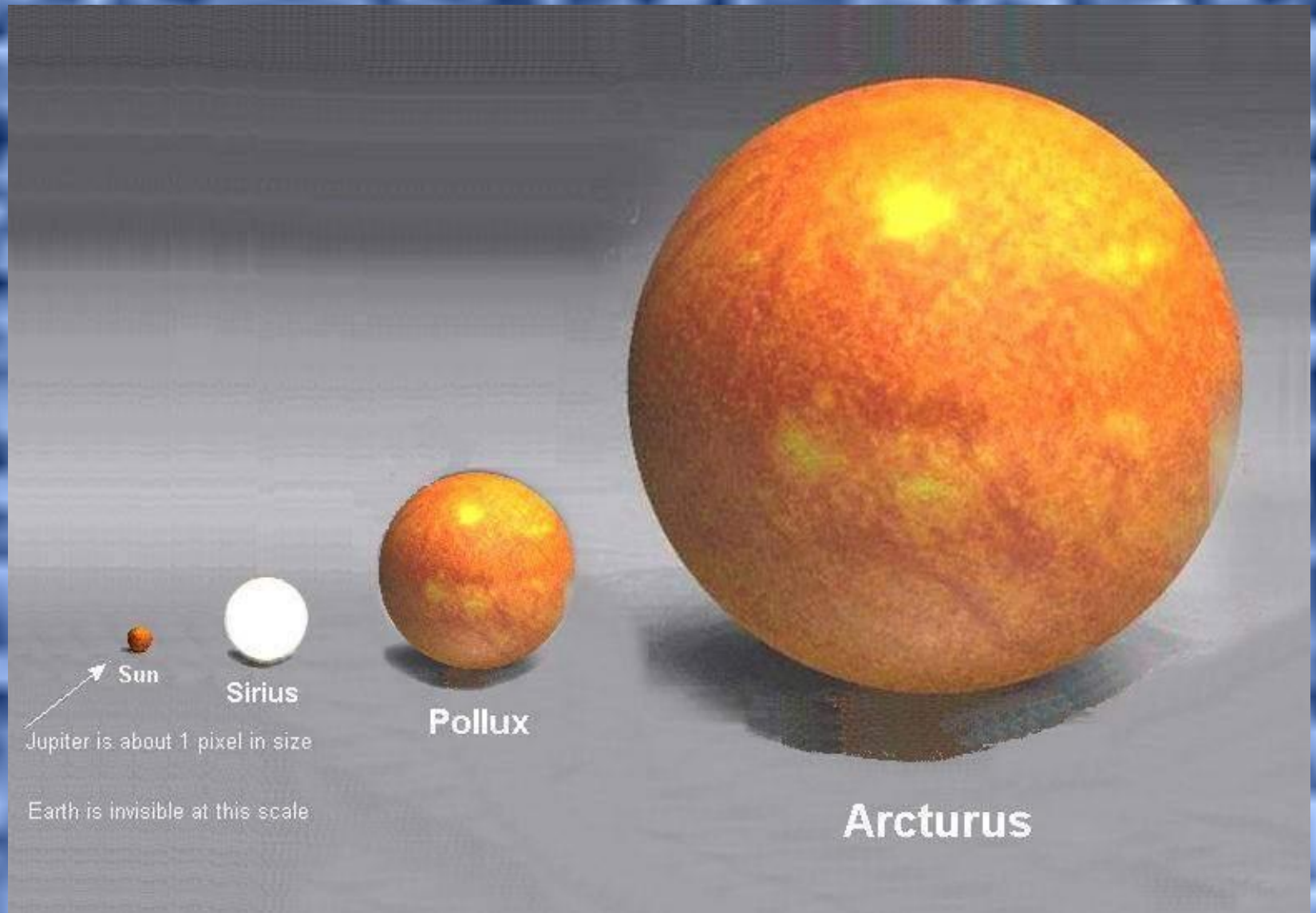
Very old stars that  
evolve from stars of  
<5 solar masses



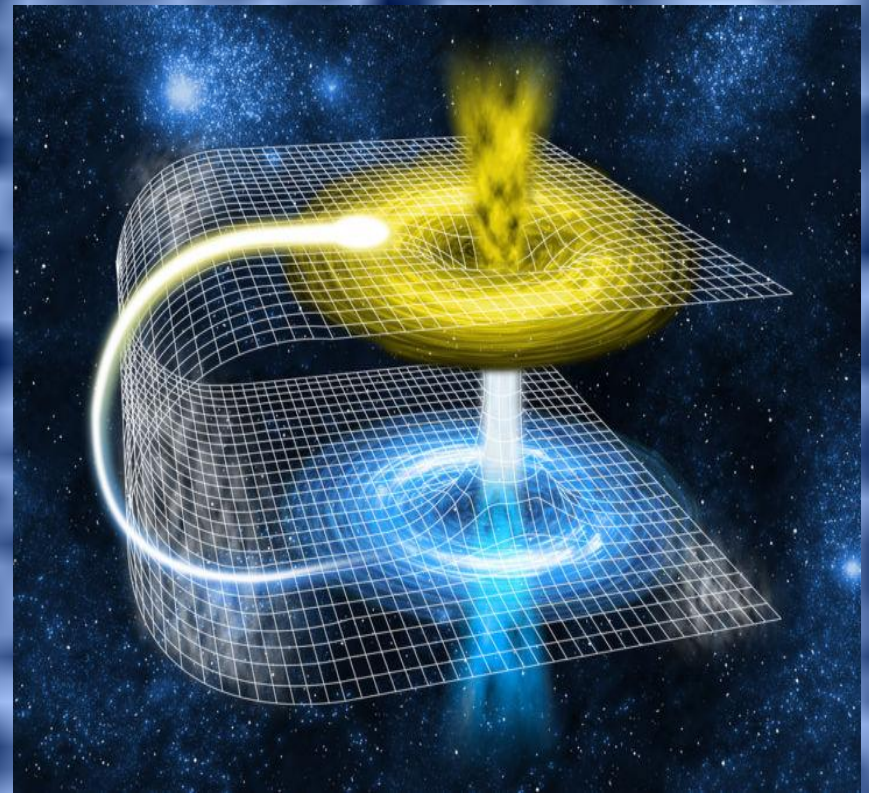
# Цикл жизни звезды



# Star sizes



# Черные дыры и кротовые норы

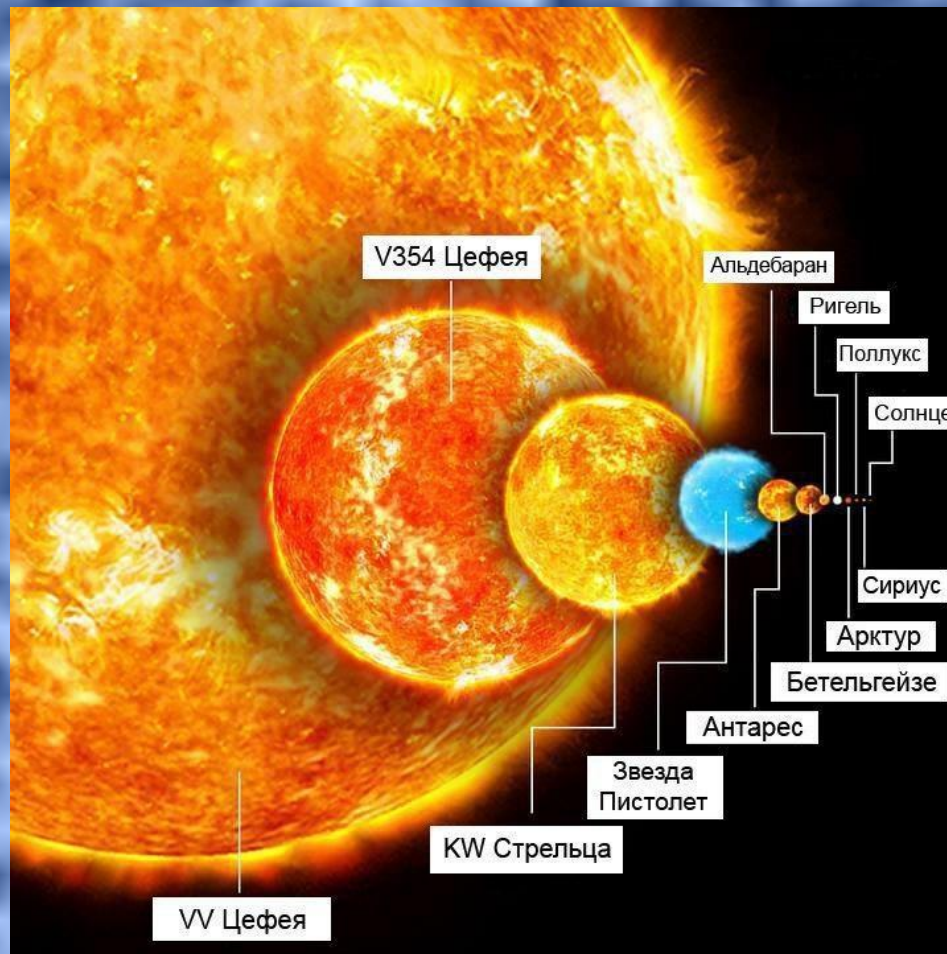


Логика может привести  
Вас от пункта, А к  
пункту Б, а воображение  
— куда угодно...

© Альберт Эйнштейн



# Суперзвезды

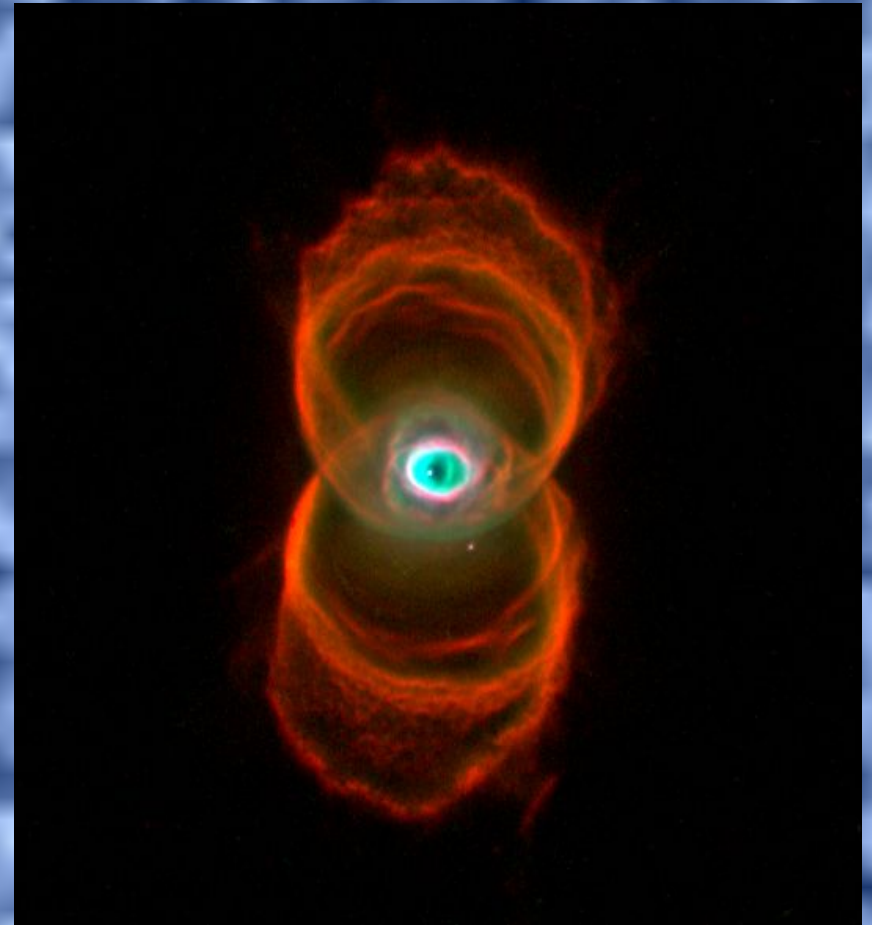




# Космический телескоп Хаббл – 30 лет открытий



# Туманность «Кошачий глаз» и «Песочные часы»



# Звезды и туманности



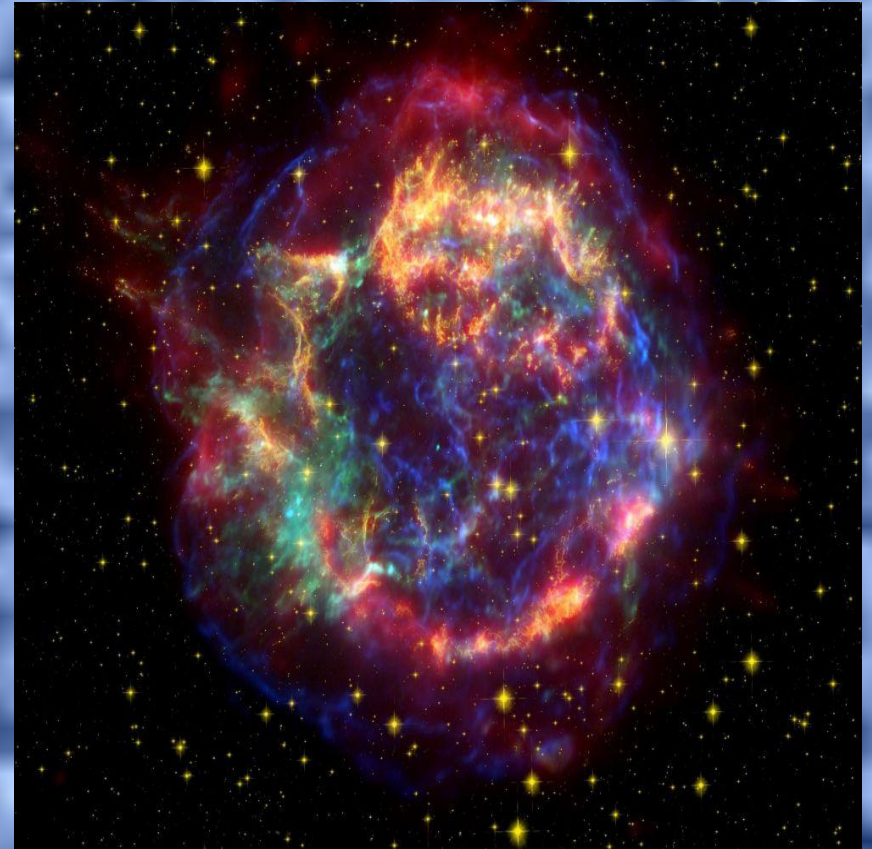
# Туманность «Угольный мешок» и «Баббочка»



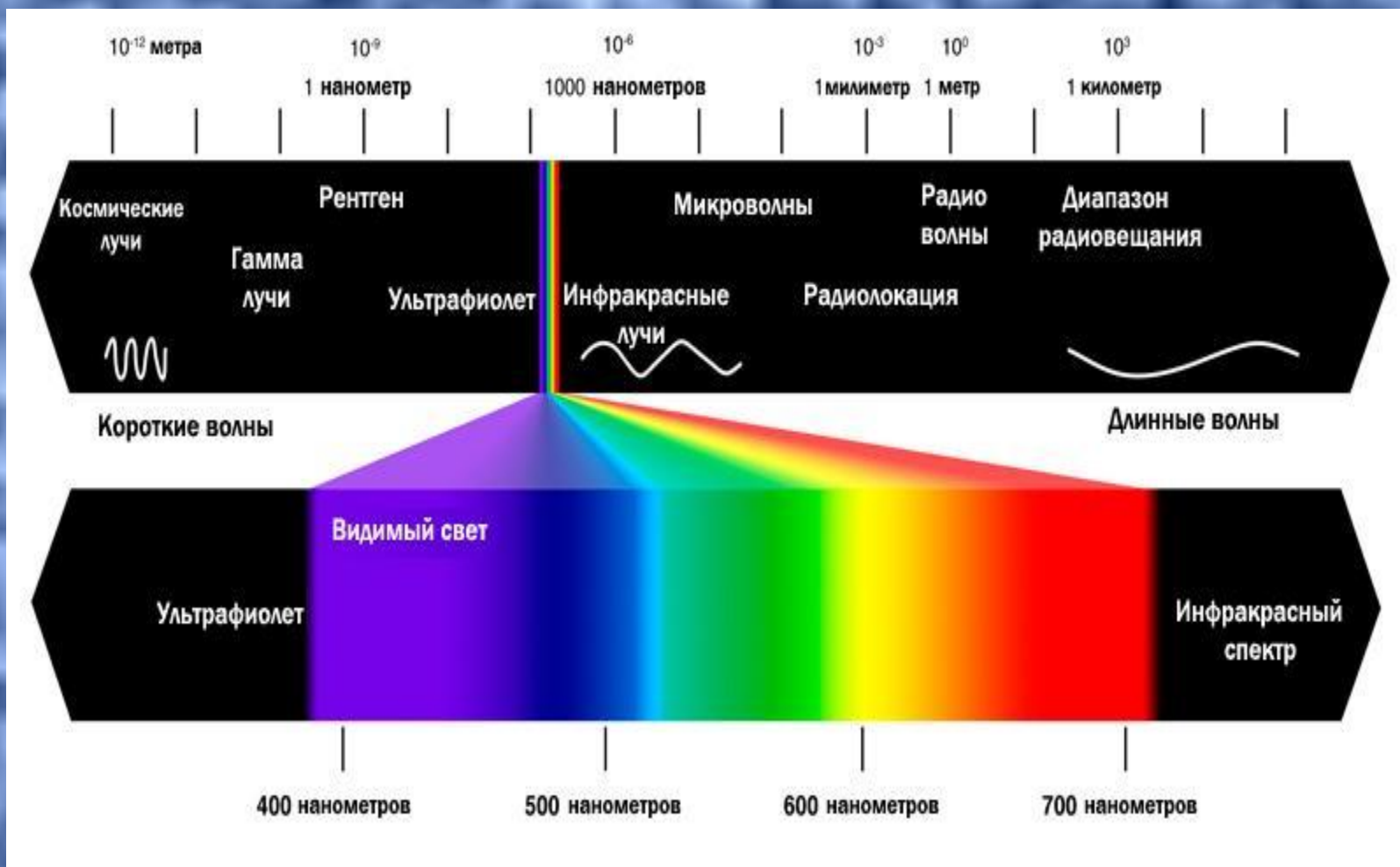
# Рождение звезд



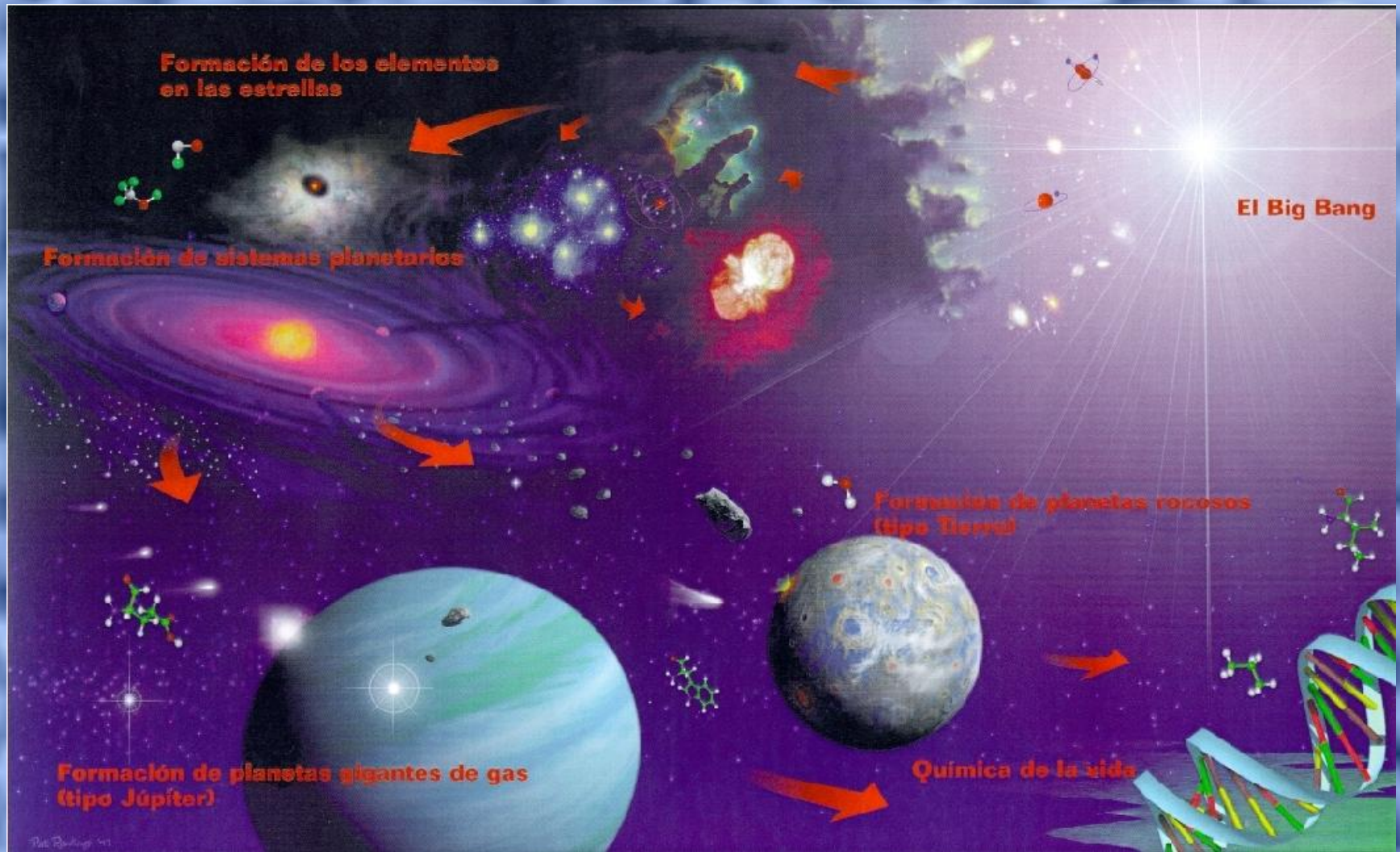
# Взрывы сверхновых звезд в созвездии Тельца и Кассиопеи



# РАДУГА ВСЕЛЕННОЙ



# Космическое разнообразие





# Скопления галактик – квинтет Стефана



# Большой Взрыв Вселенной одессита Георгия Гамова

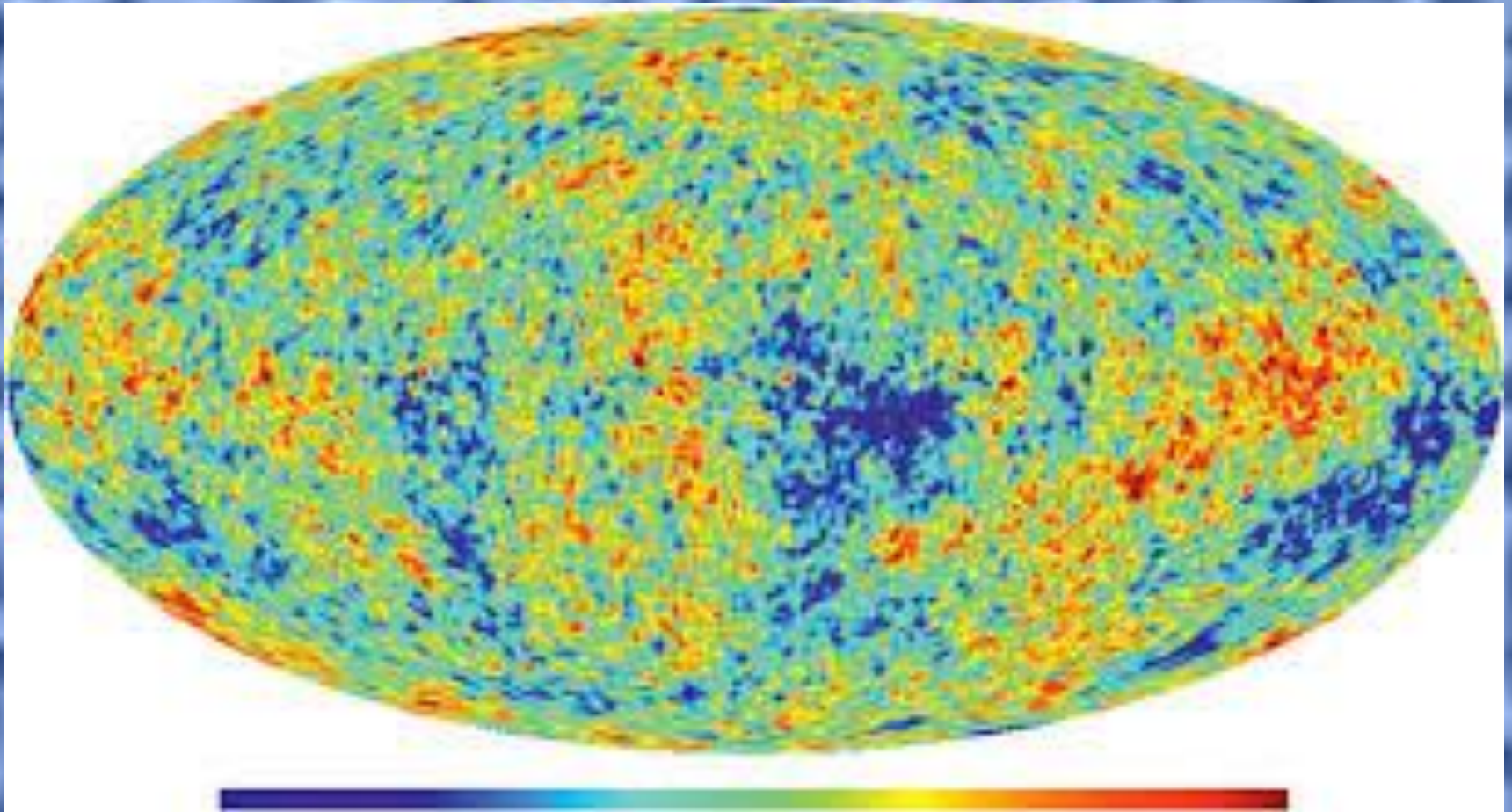




# Большой Взрыв – начало времен



# Рождение Вселенной



# 13.8 млрд. лет как один «год Вселенной» (1 секунда – 500 лет)

- 1 января 0 часов 0 минут **БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ  
ВСЕЛЕННОЙ**
- 10 января – **ОБРАЗОВАНИЕ ГАЛАКТИК**
- 9, 14, 25 сентября образование Солнечной системы, Земли и возникновение жизни
- 12, 15 ноября возникновение фотосинтеза и первых клеток с ядром
- 1, 16 декабря насыщение атмосферы кислородом и появление первых червей
- 29-30 декабря первые рыбы, насекомые, динозавры
- 31 декабря 22 часа 30 минут **Первые люди**

# БИОГРАФИЯ ВСЕЛЕННОЙ

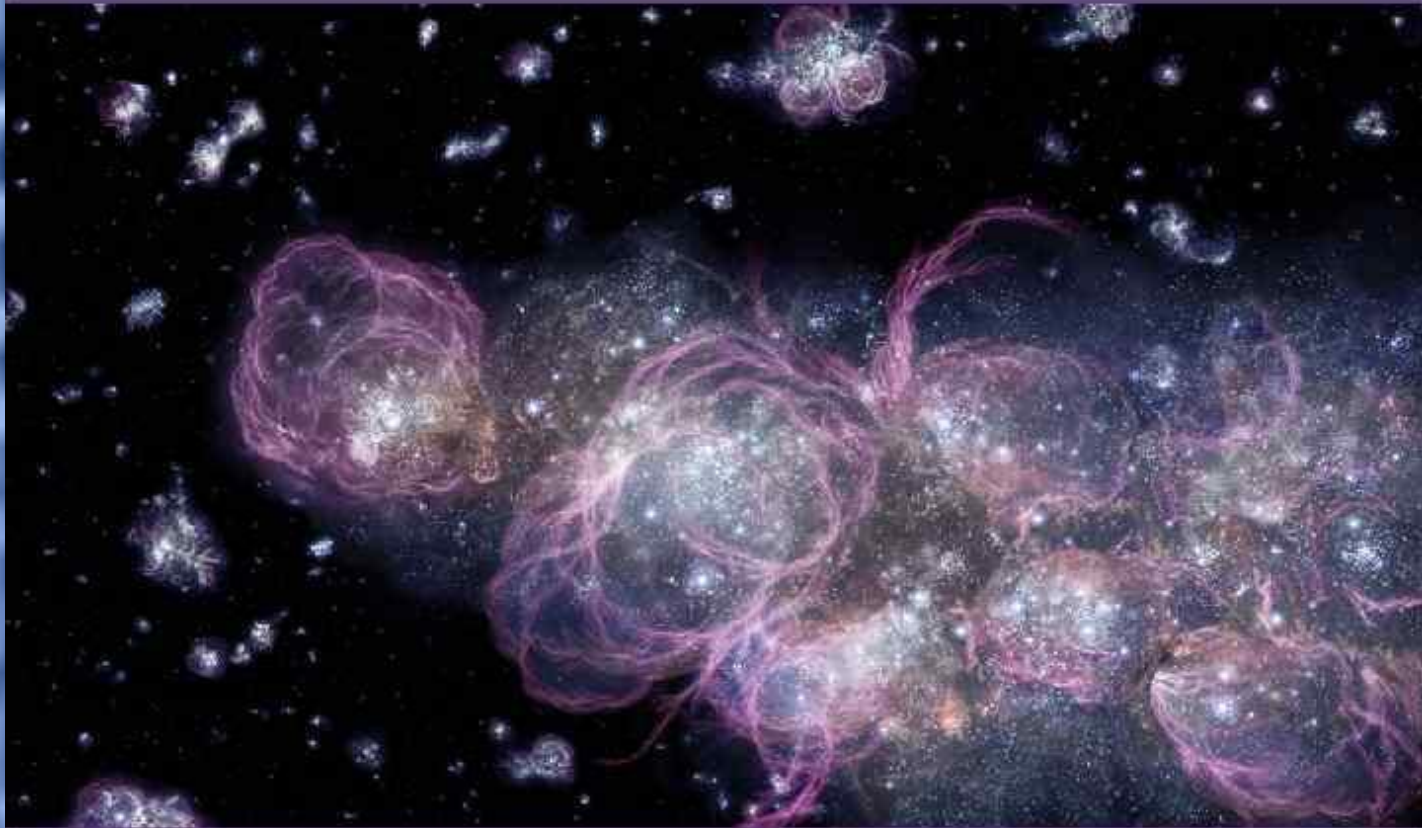






# Вселенная в возрасте миллиарда лет

Начало звёздообразования

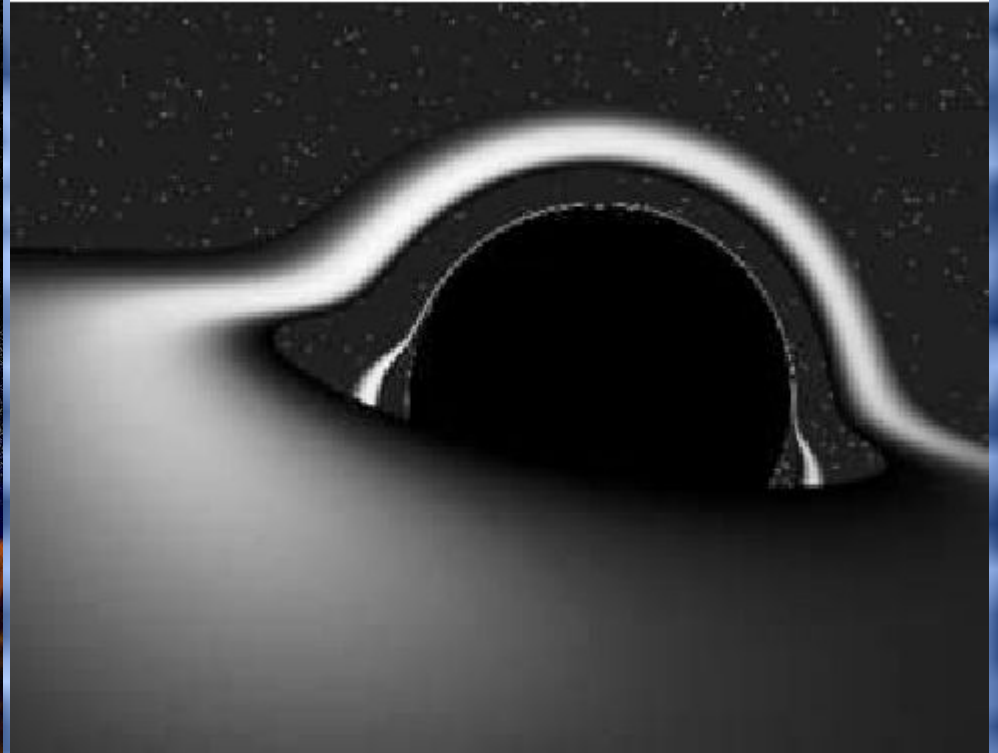
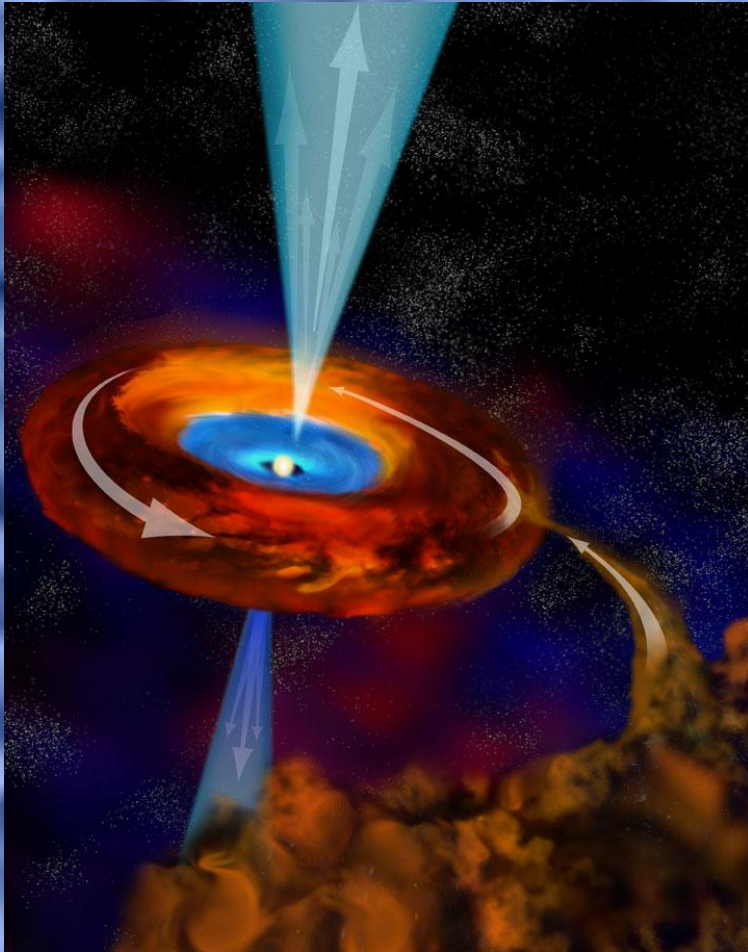


Это изображение показывает предположение о том, как выглядела очень молодая вселенная (меньше чем 1 миллиард лет), когда начиналось формирование звёзд, преобразовывая исходный водород в бесчисленные звезды.

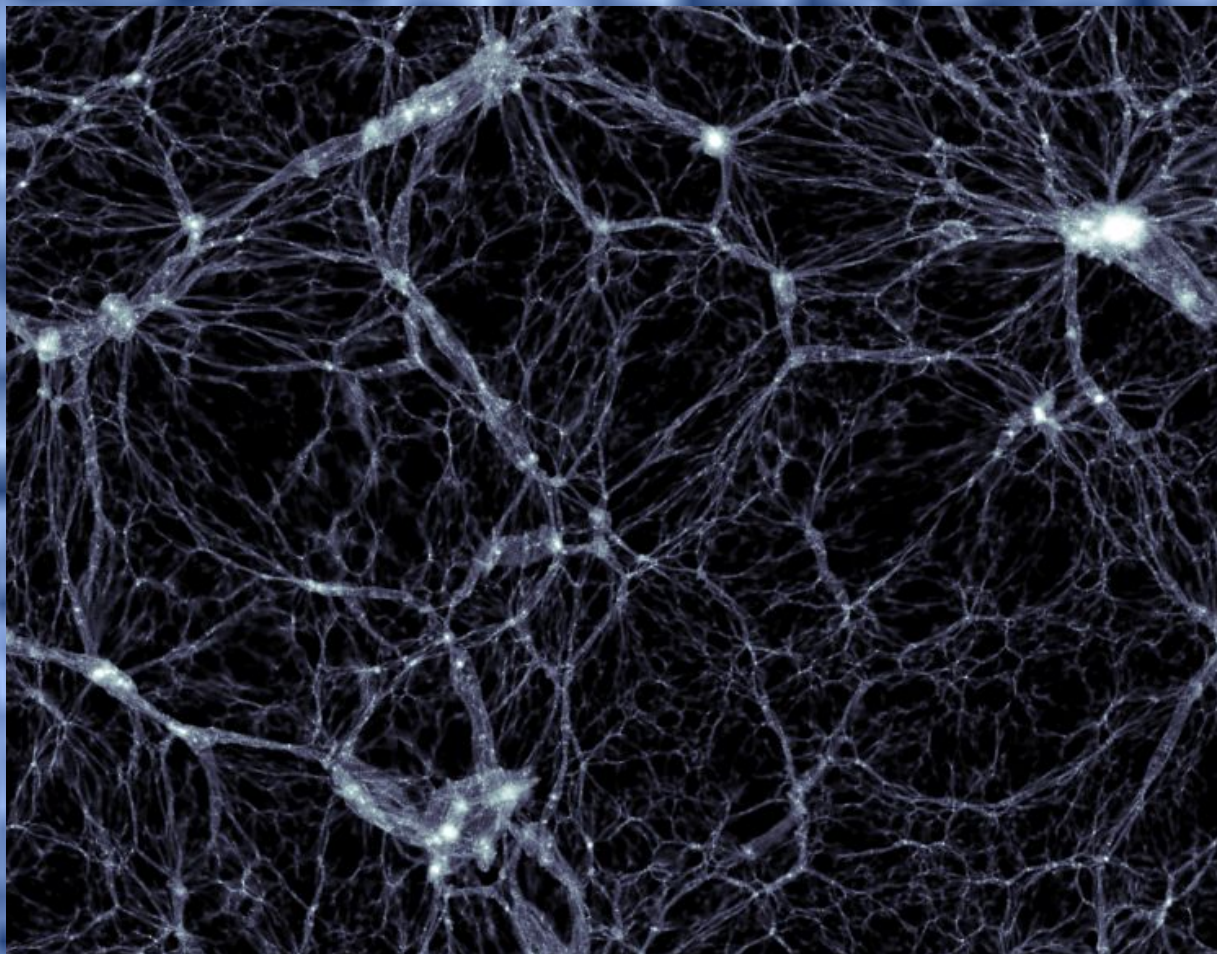
# НАША ГАЛАКТИКА – МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ



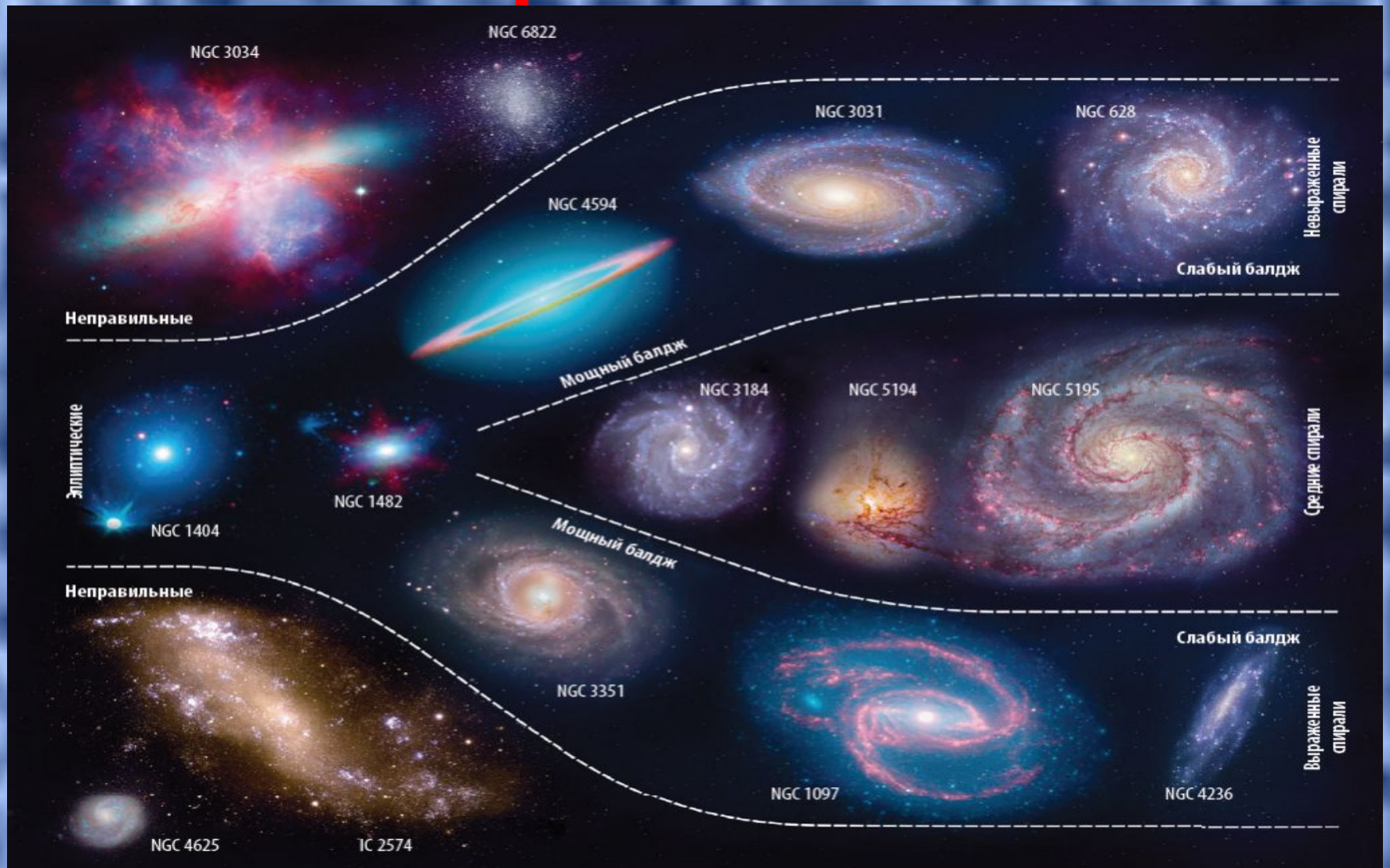
# Черные дыры в галактиках



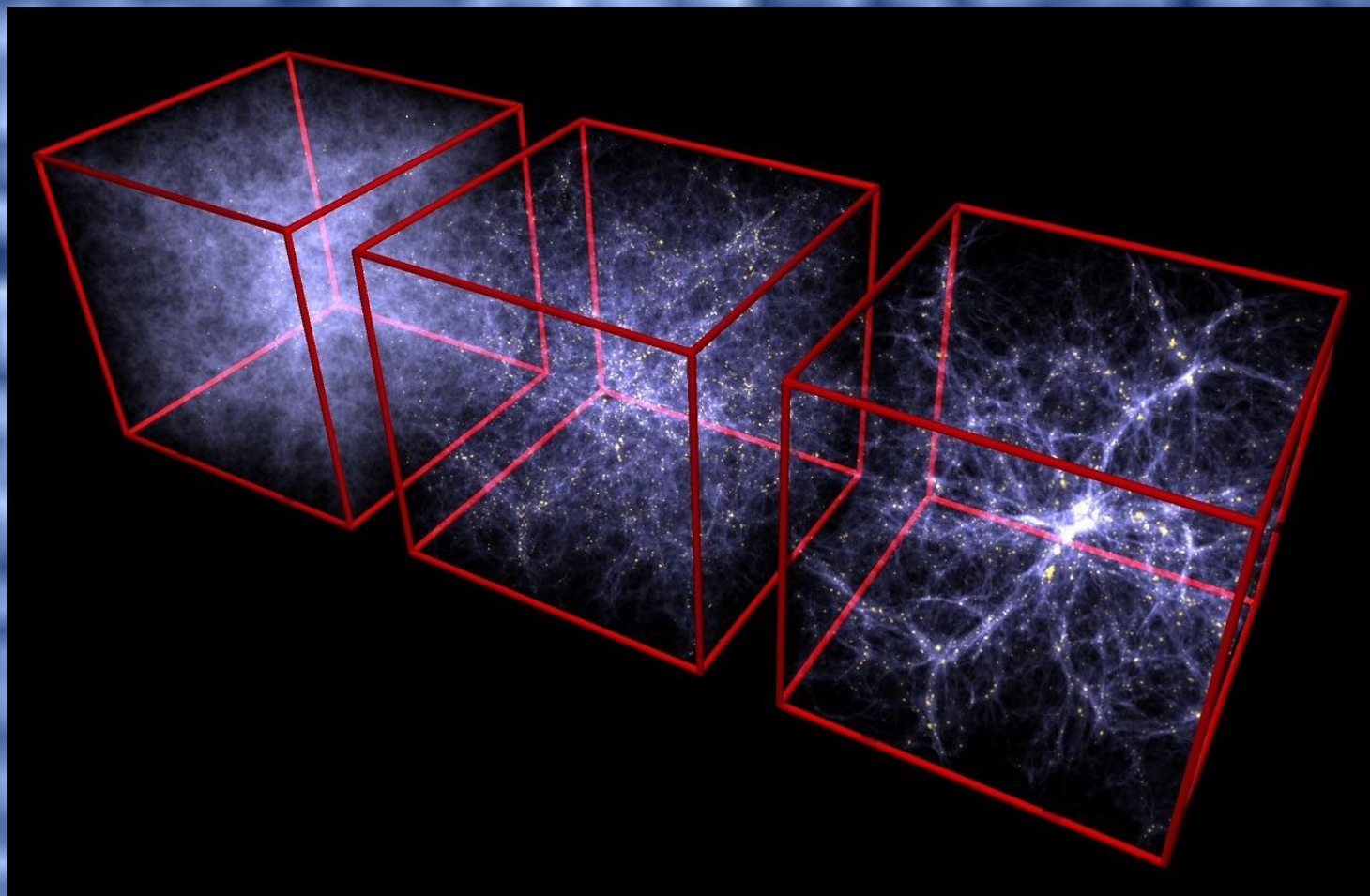
# Структура Вселенной



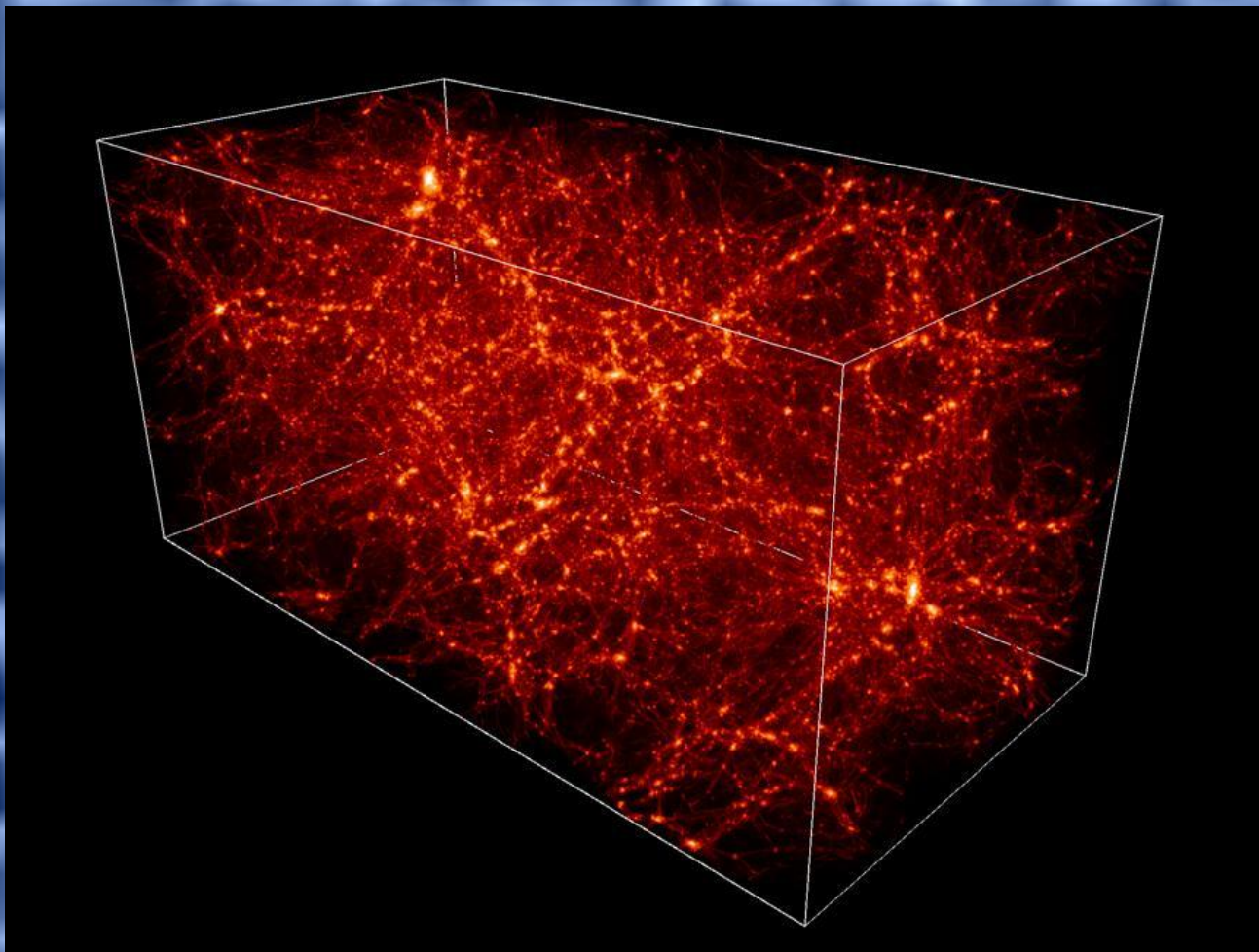
# Мир Галактик



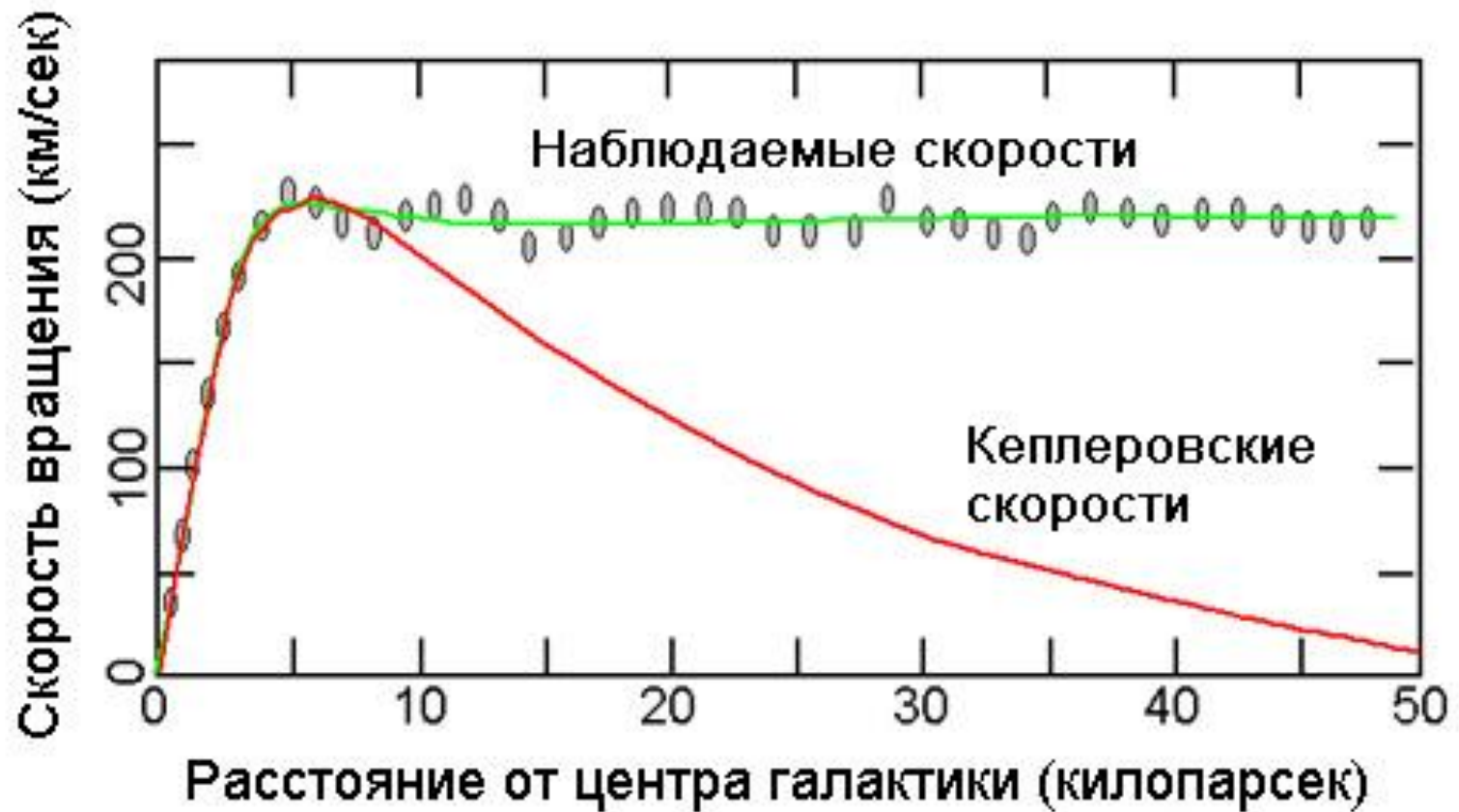
# Формирование Вселенной



# Паутина Вселенной



# Скрытая масса галактик

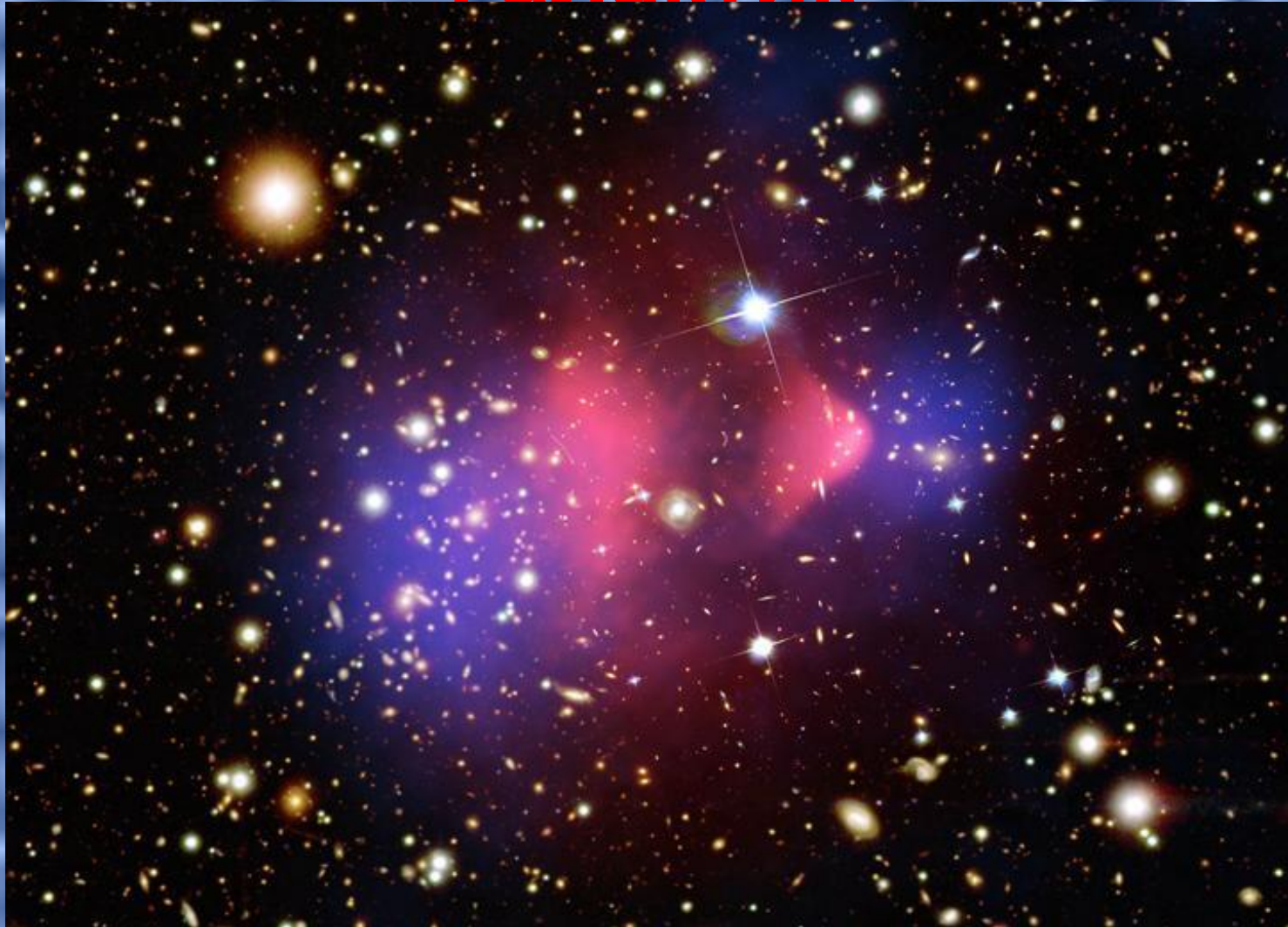




# Что удерживает галактики в скоплениях?



# Столкновение скоплений Галактик



# Судьбу Вселенной определяет темная материя и темная энергия

**74%**

**ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ**

стремится разнести Вселенную

**22%**

**ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ**

стремится сжать Вселенную

**3,6%**

**МЕЖГАЛАКТИЧЕСКИЙ ГАЗ**

**0,4%**

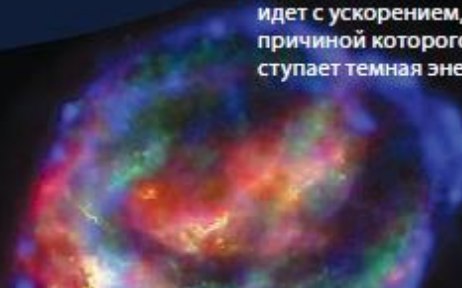
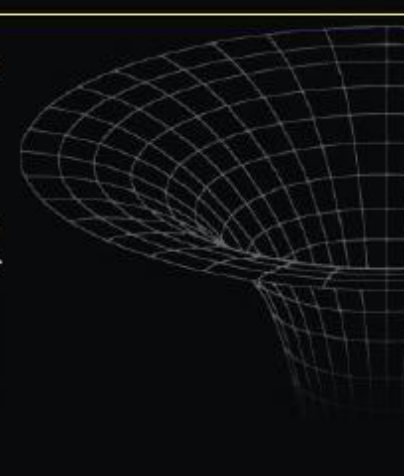
**ЗВЕЗДЫ И ДРУГИЕ ОБЪЕКТЫ**

Два крупнейших элемента Вселенной — темная материя и темная энергия — это те два элемента, о которых мы знаем меньше всего. При этом именно они определяют судьбу нашей Вселенной — ни много ни мало.

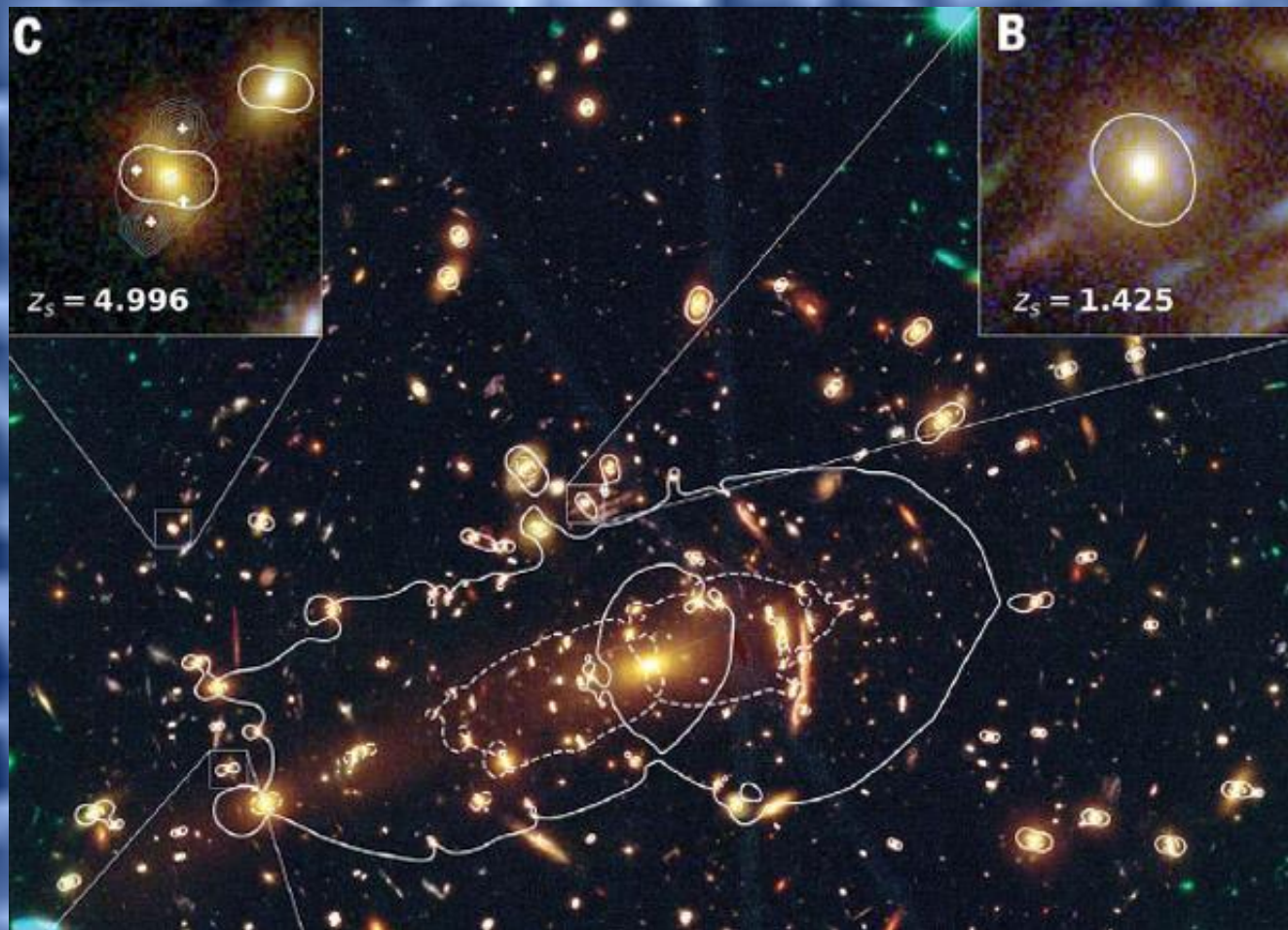


✓ С самого момента феноменального успеха закона всемирного тяготения Исаака Ньютона, в 1687 г. объяснившего движение планет и динамику, невидимая материя привлекалась для объяснения загадочных явлений, наблюдаемых в космических телах.

✓ Результаты наблюдения астрономов за сверхновыми типа *Ia* показали, что расширение Вселенной идет с ускорением, причиной которого выступает темная энергия.

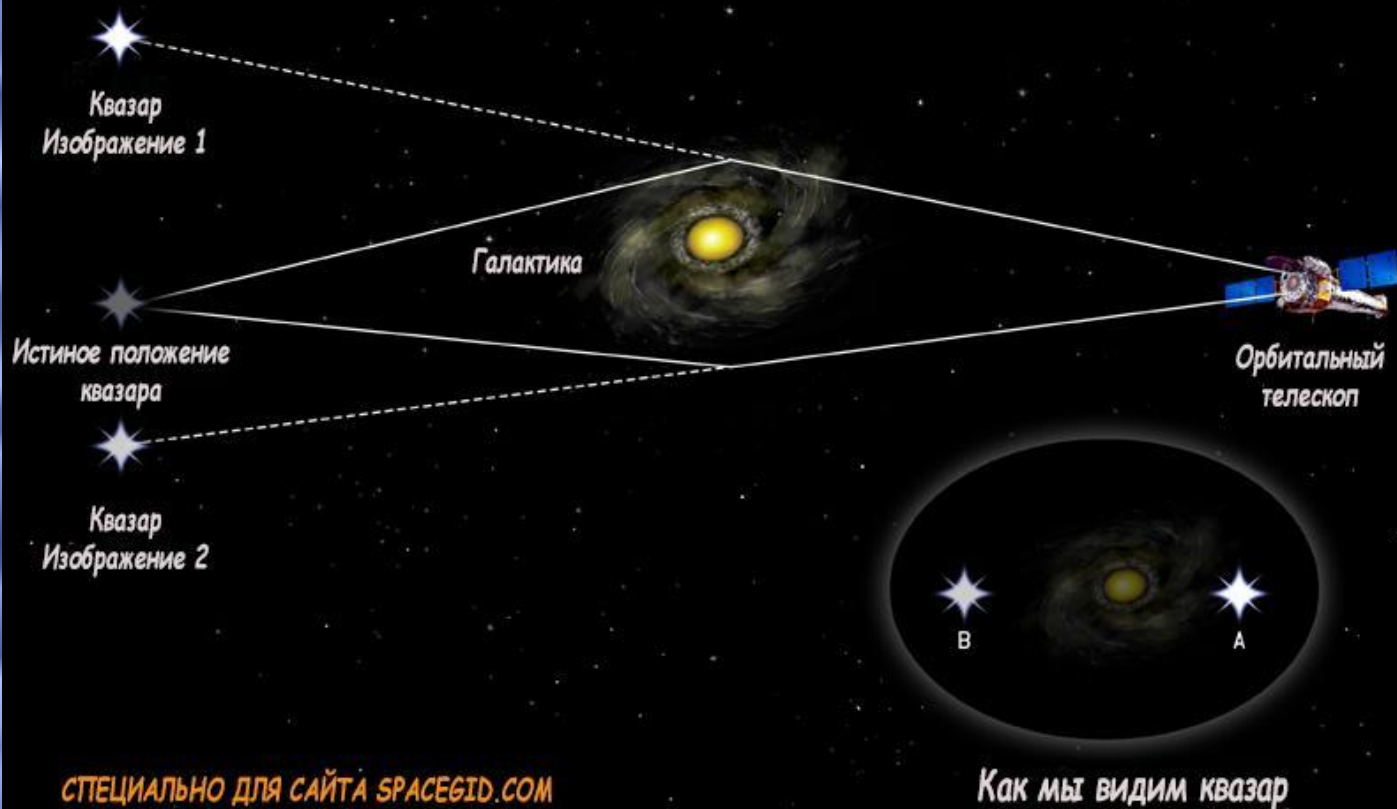


# КОСМИЧЕСКИЕ МИРАЖИ

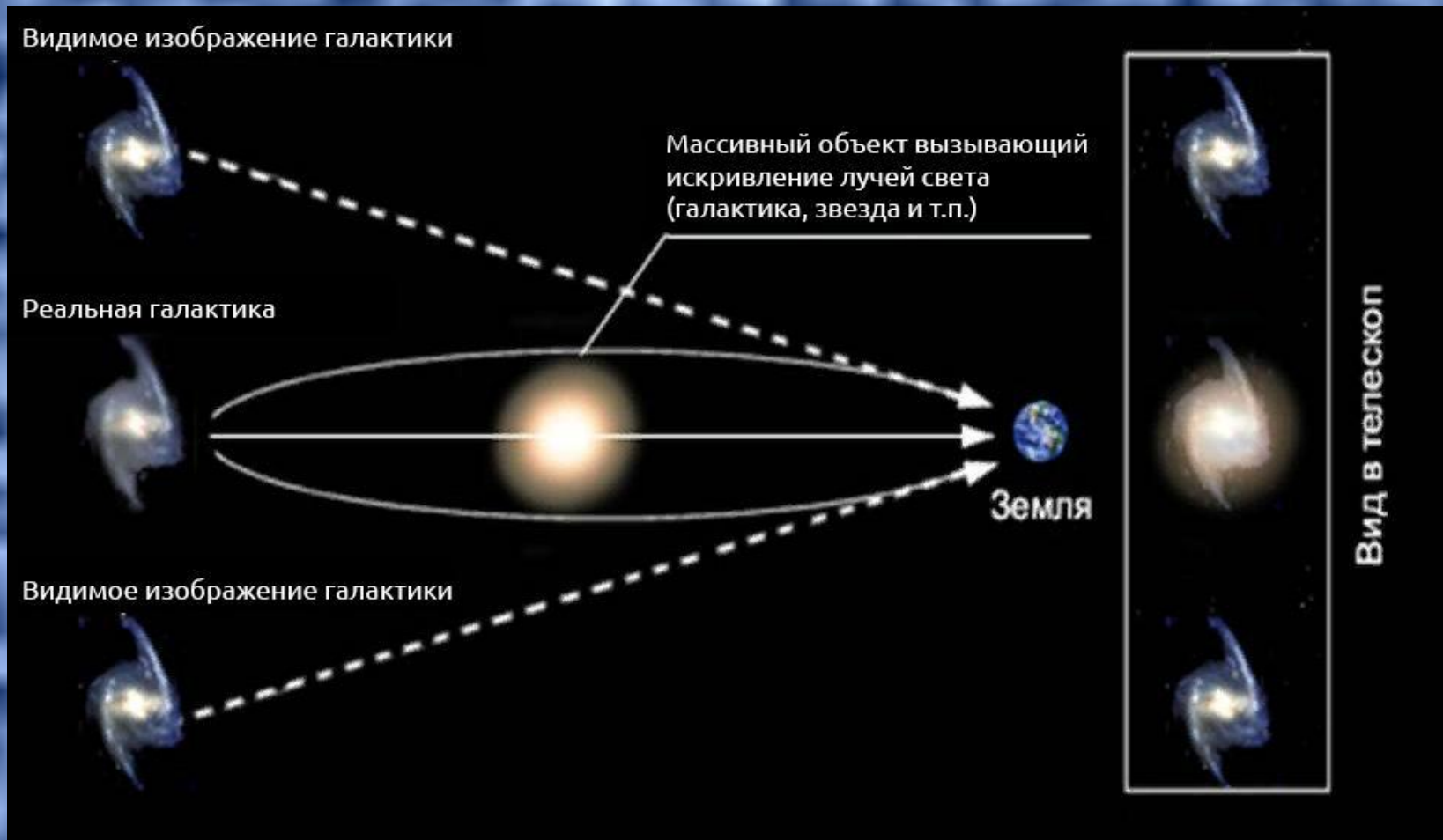


# Гравитационные линзы

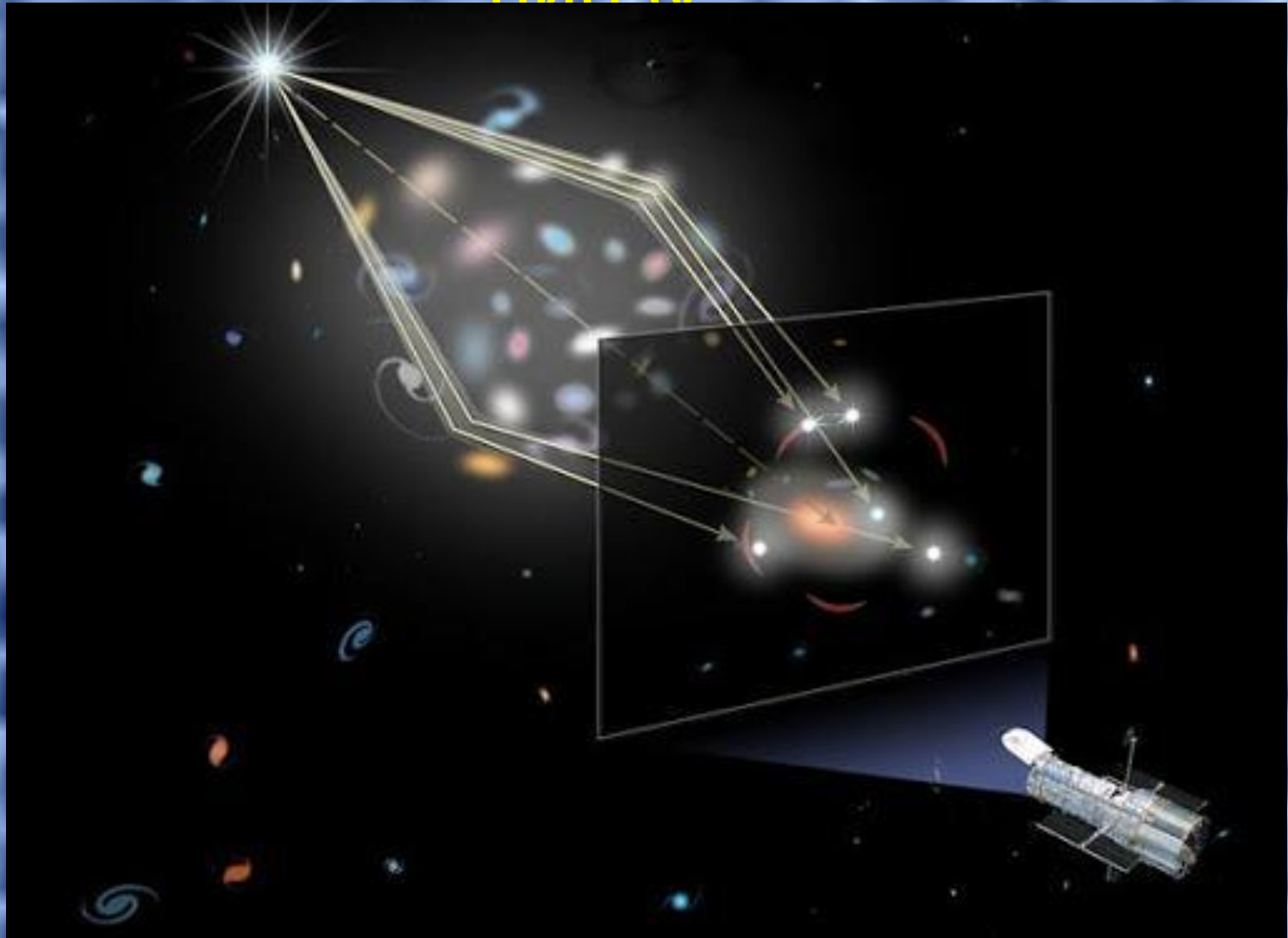
## СХЕМА ГРАВИТАЦИОННОГО ЛИНЗИРОВАНИЯ



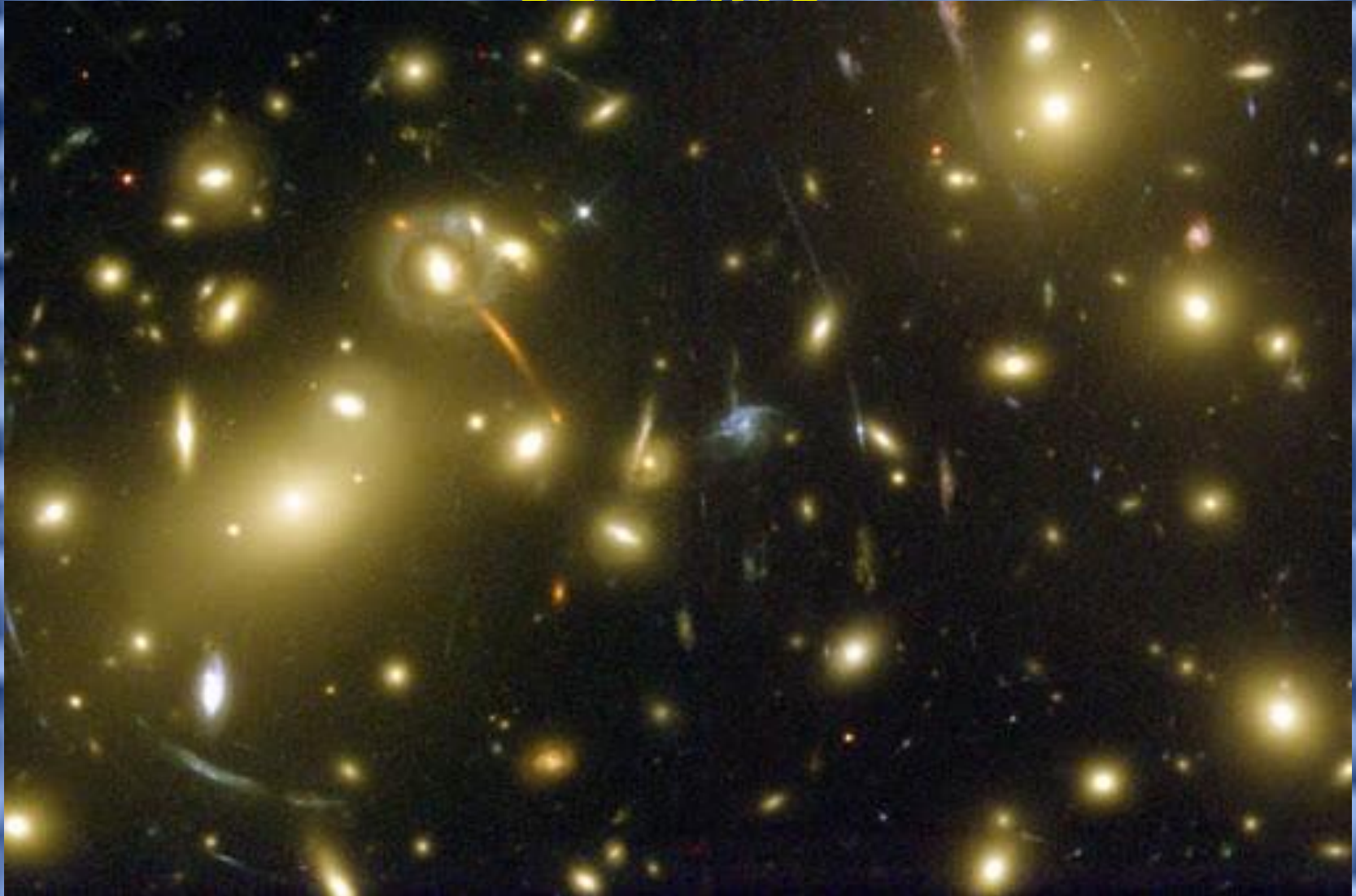
# Когда скрытое становится явным



# Космический телескоп Хаббл наблюдает через гравитационную линзу

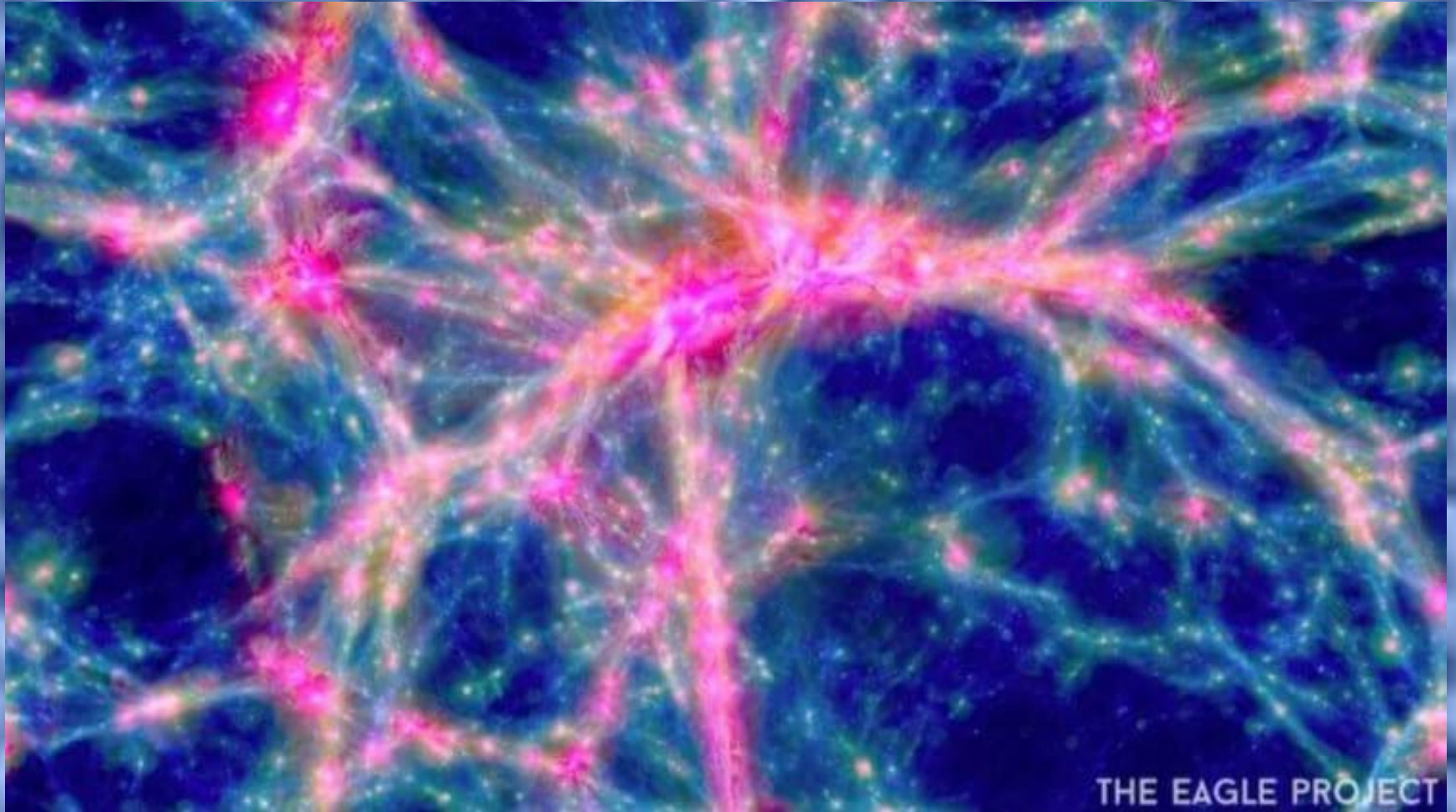


# Информация о линзе и удаленном объекте





# «Пчелиные» соты Вселенной



# История представлений о чёрных дырах

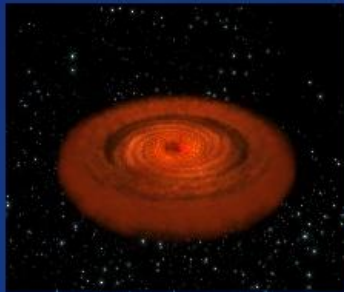
- В истории представлений о чёрных дырах условно можно выделить три периода:
- Начало первого периода связано с опубликованной в 1784 году работой Джона Мичелла, в которой был изложен расчёт массы для недоступного наблюдению объекта.
- Второй период связан с развитием общей теории относительности, стационарное решение уравнений которой было получено Карлом Шварцшильдом в 1915 году.
- Публикация в 1975 году работы Стивена Хокинга, в которой он предложил идею об излучении чёрных дыр, начинает третий период. Граница между вторым и третьим периодами довольно условна, поскольку не сразу стали ясны все следствия открытия Хокинга, изучение которых продолжается до сих пор.



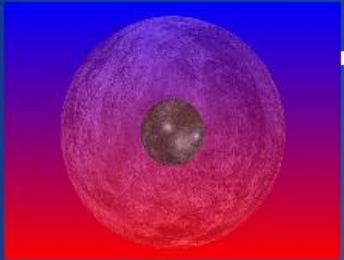
@andrius.amer

# Какими бывают черные дыры

## ВИДЫ ЧЕРНЫХ ДЫР



**1. Сверхмассивная черная дыра**



**3. Квантовая чёрная дыра**



Черная дыра звездной массы

Сверхмассивная черная дыра

**2. Первичная чёрная дыра – гипотеза**

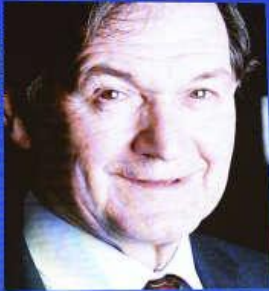




NOBELPRISET I FYSIK 2020  
THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2020



Photo: Perceps Institute



**Roger Penrose**

*"för upptäckten att bildandet av svarta hål är en robust förutsägelse av den allmänna relativitetsteorin"*

*"for the discovery that black hole formation is a robust prediction of the general theory of relativity"*

Photo: Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics



**Reinhard Genzel**

*"för upptäckten av ett supermassivt kompakt objekt i Vintergatans centrum"*

*"for the discovery of a supermassive compact object at the centre of our galaxy"*

Photo: Christopher D. Oke, UCLA



**Andrea Ghez**

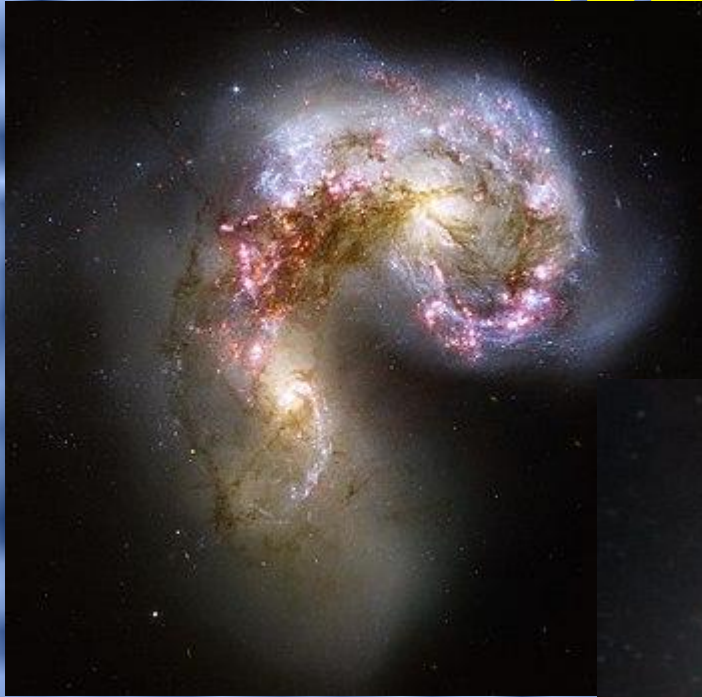


DAVID HAVILAND

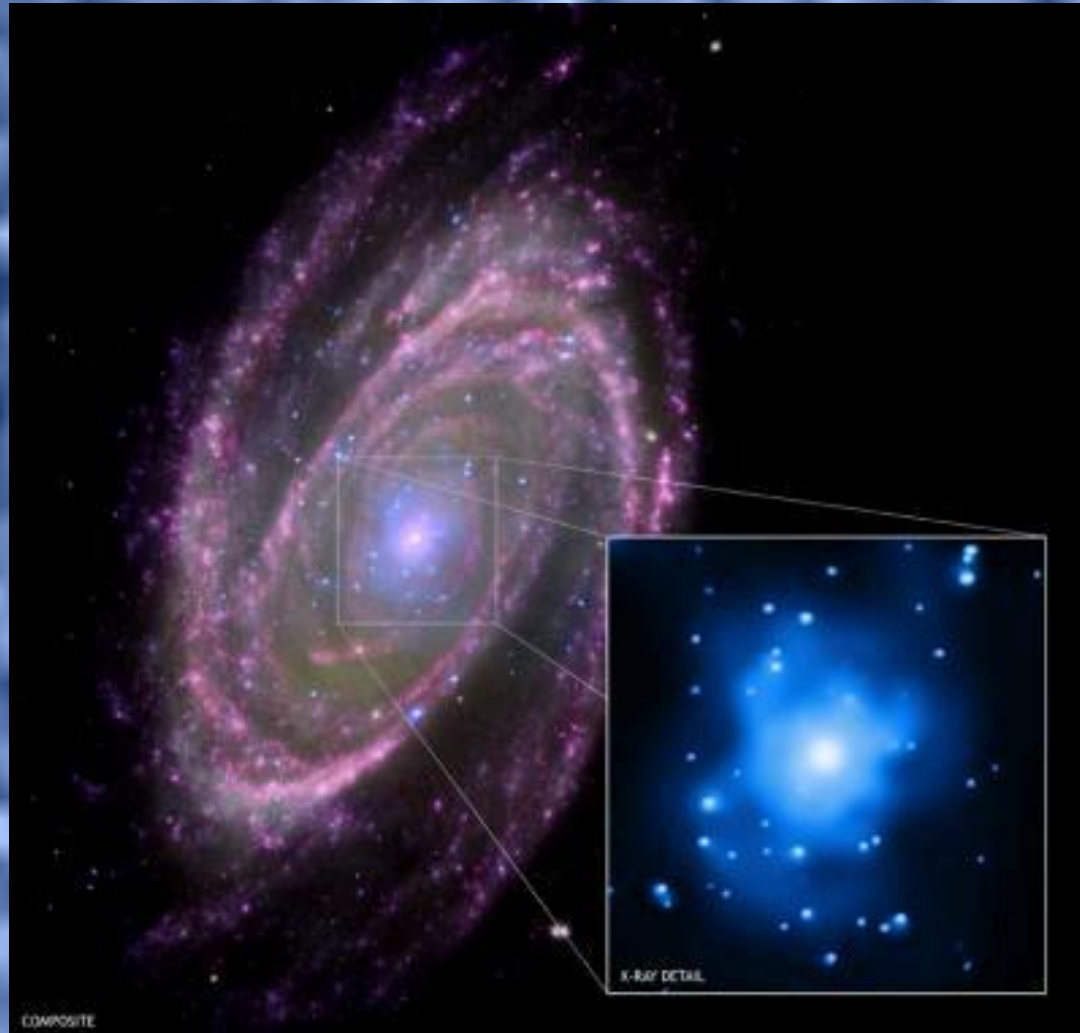


KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN  
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

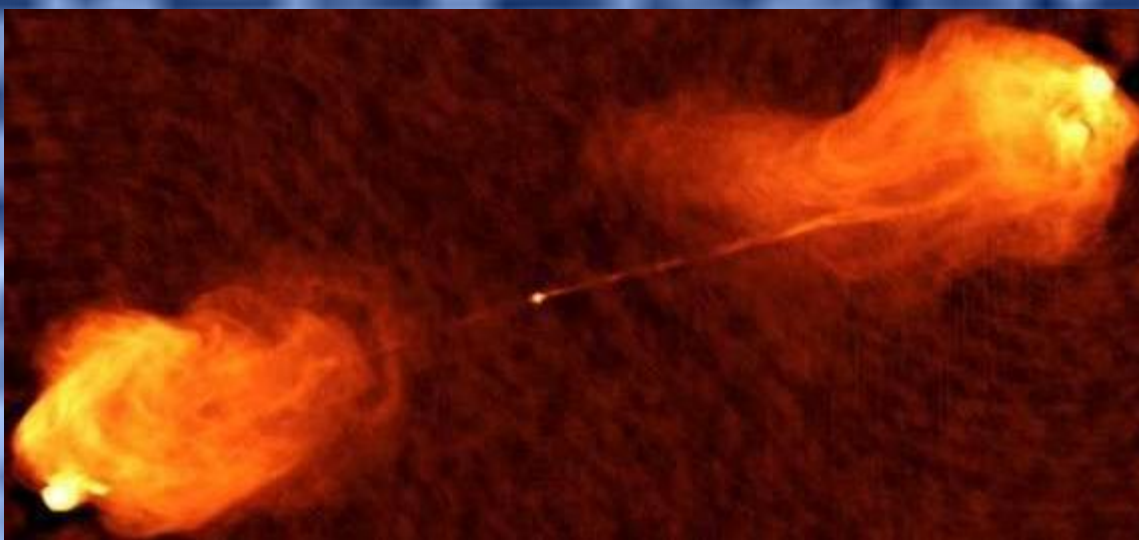
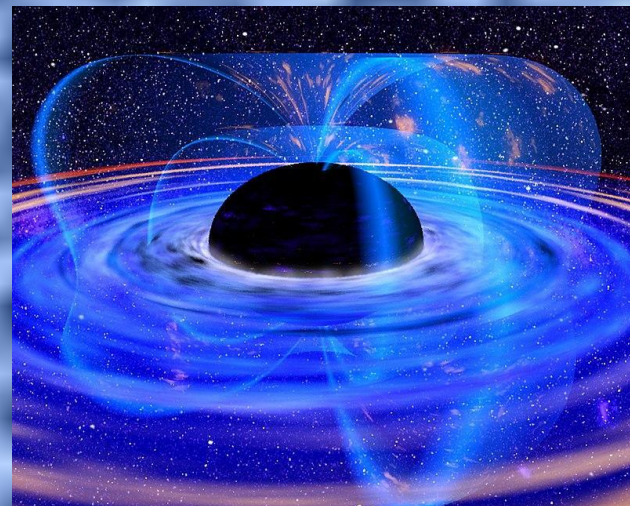
# Столкновение галактик и черных дыр



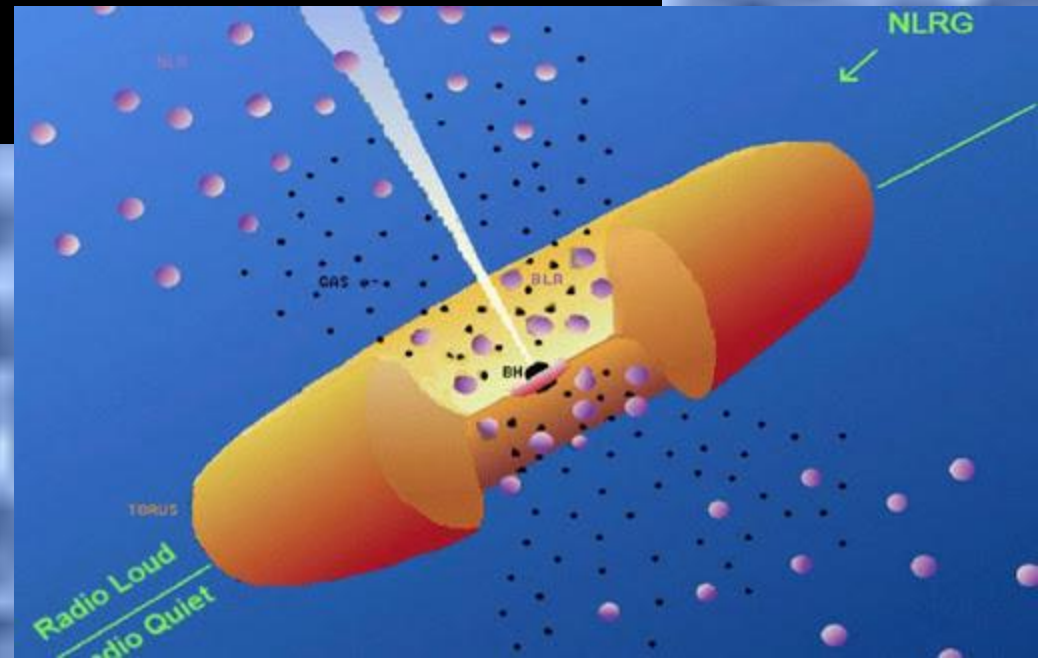
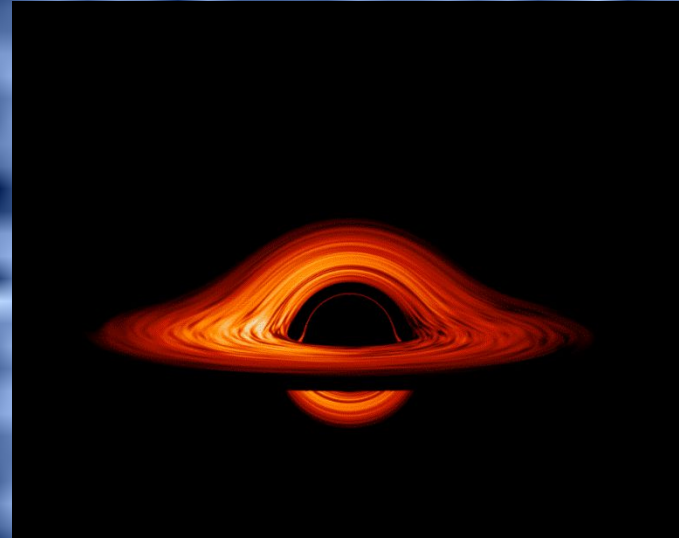
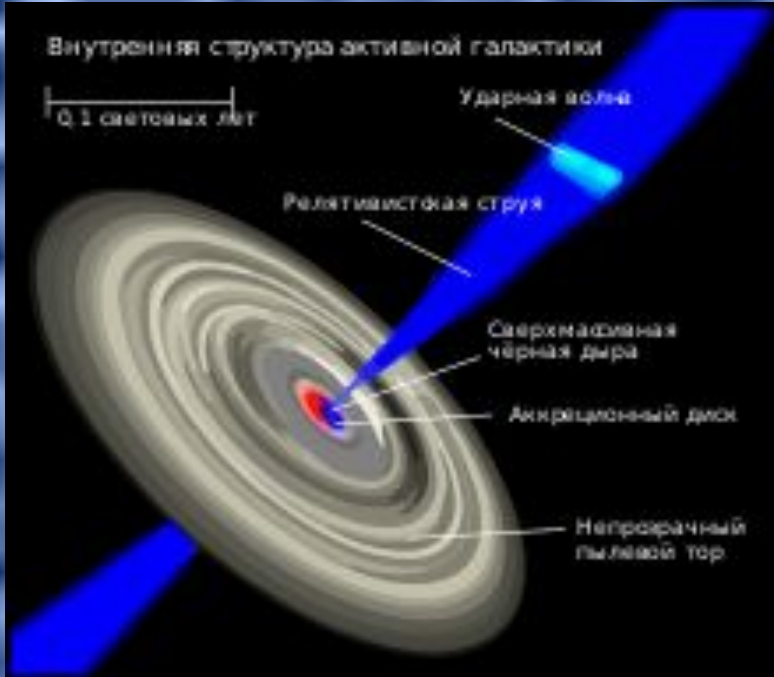
# Что происходит в окрестностях черных дыр ?



# Активные ядра галактик

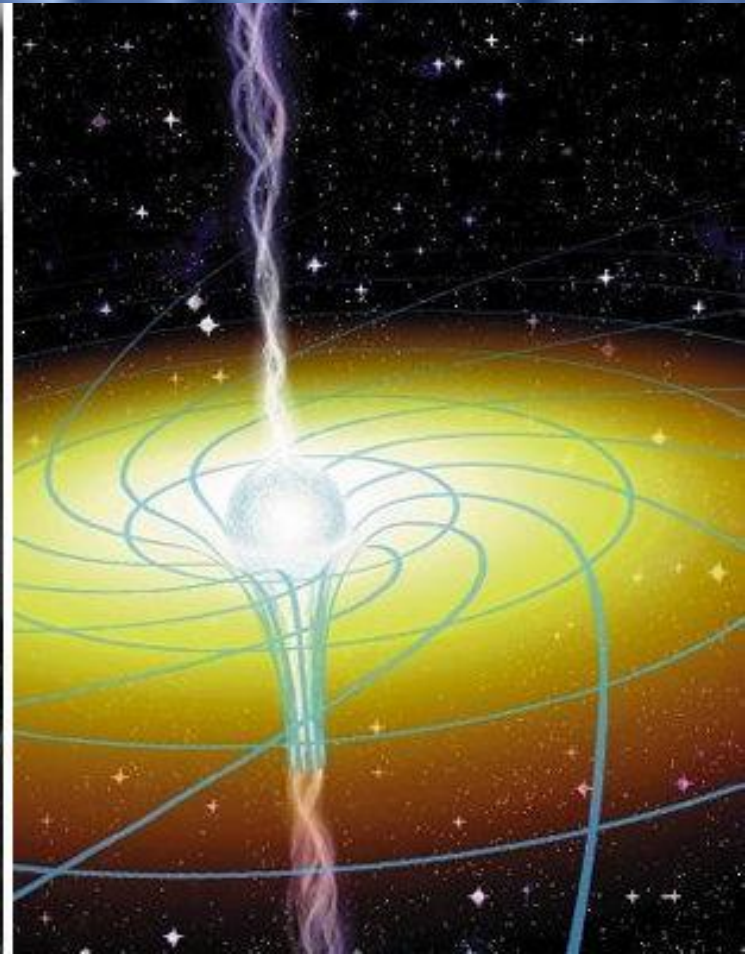
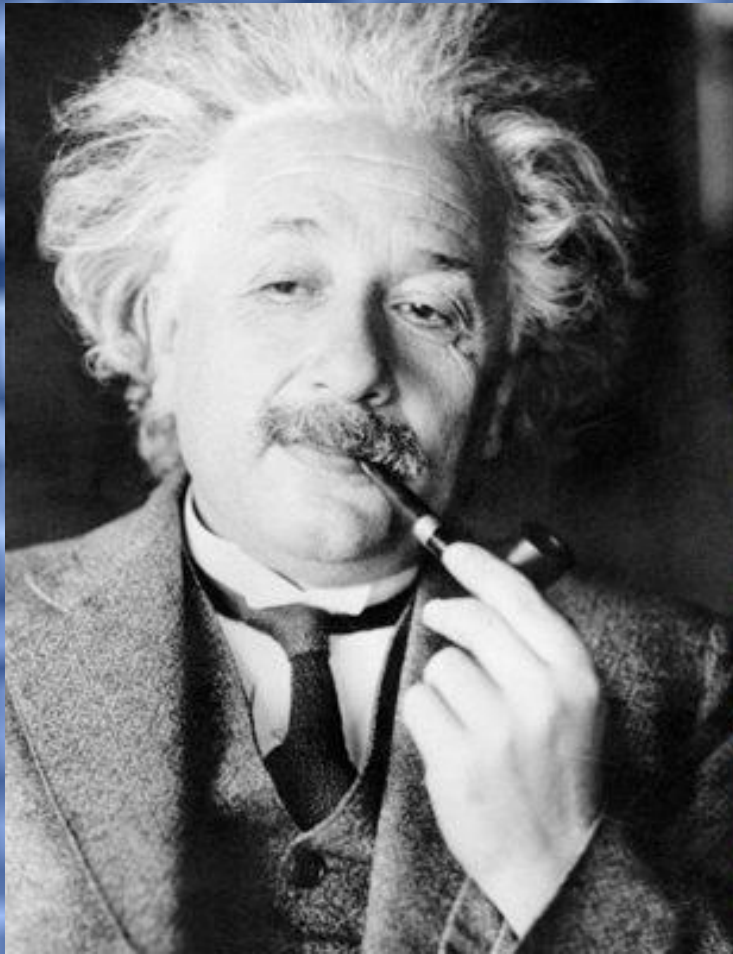


# Окрестности черной дыры





# А.Эйнштейн и черные дыры



# Когда черная дыра совсем близко

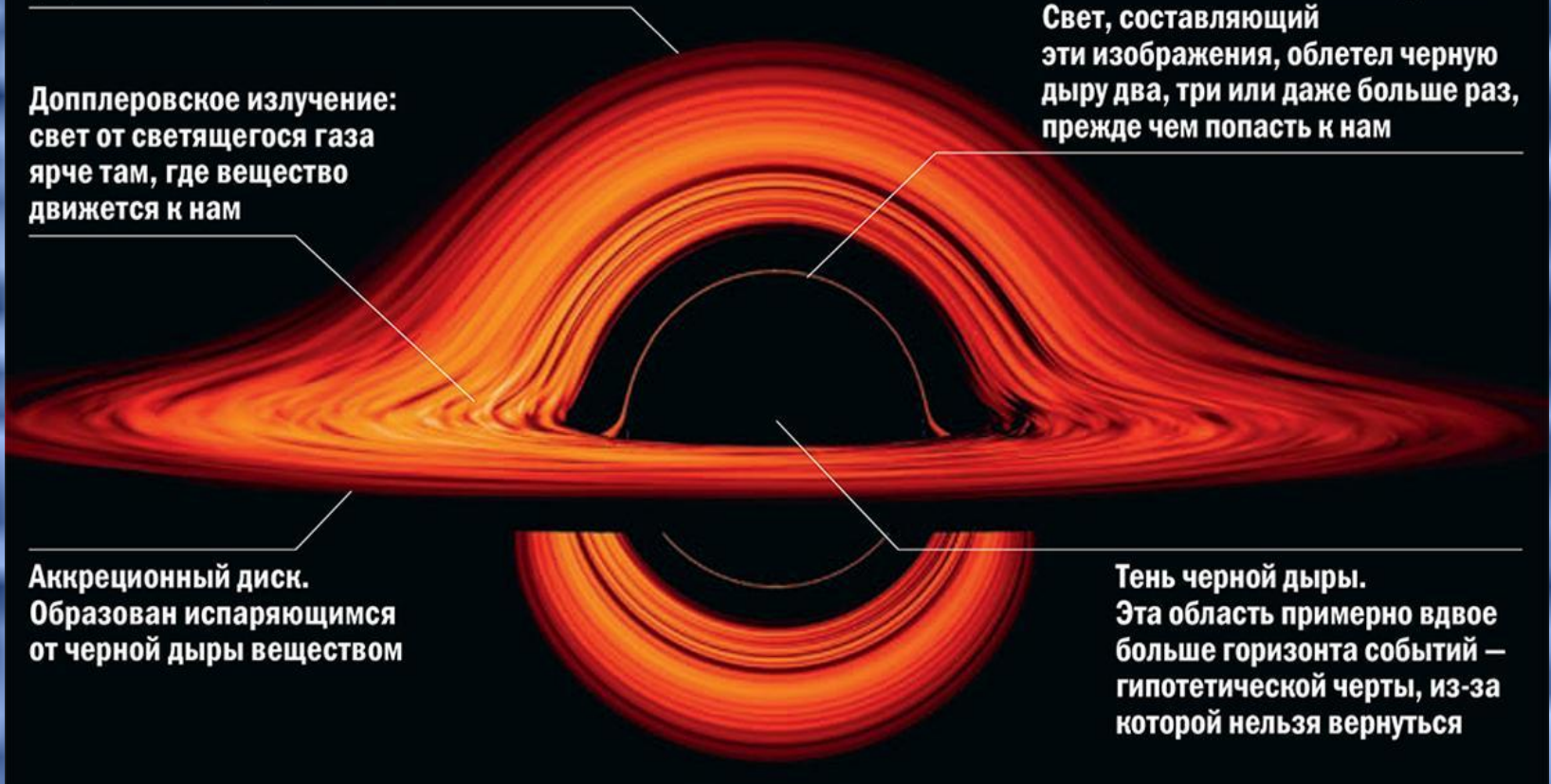
Обратная сторона диска.  
Гравитационное поле черной дыры изменяет путь света

Допплеровское излучение:  
свет от светящегося газа ярче там, где вещество движется к нам

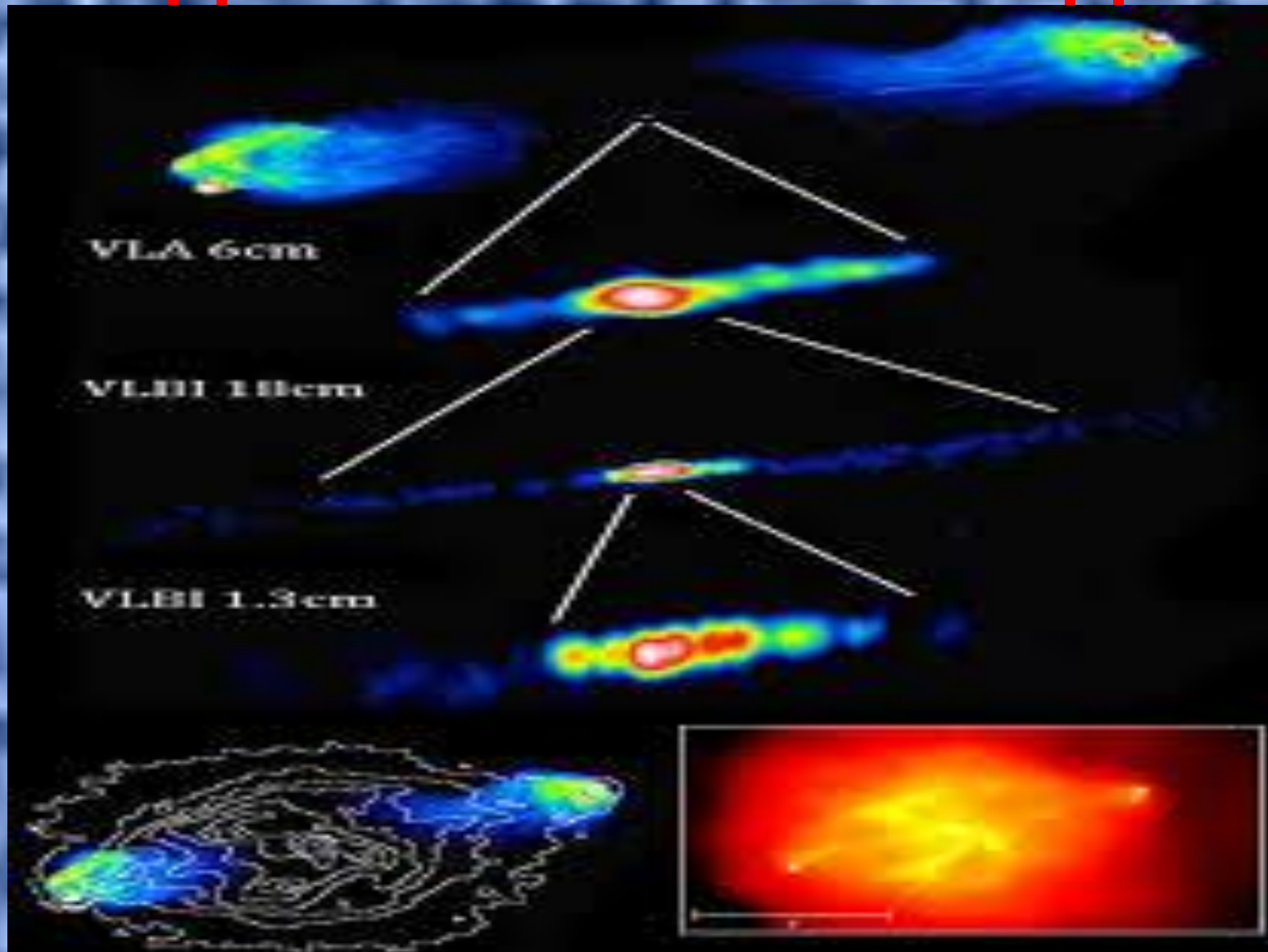
Аккреционный диск.  
Образован испаряющимся от черной дыры веществом

Фотонное кольцо — кольцо света, состоящее из нескольких искаженных изображений диска. Свет, составляющий эти изображения, облетел черную дыру два, три или даже больше раз, прежде чем попасть к нам

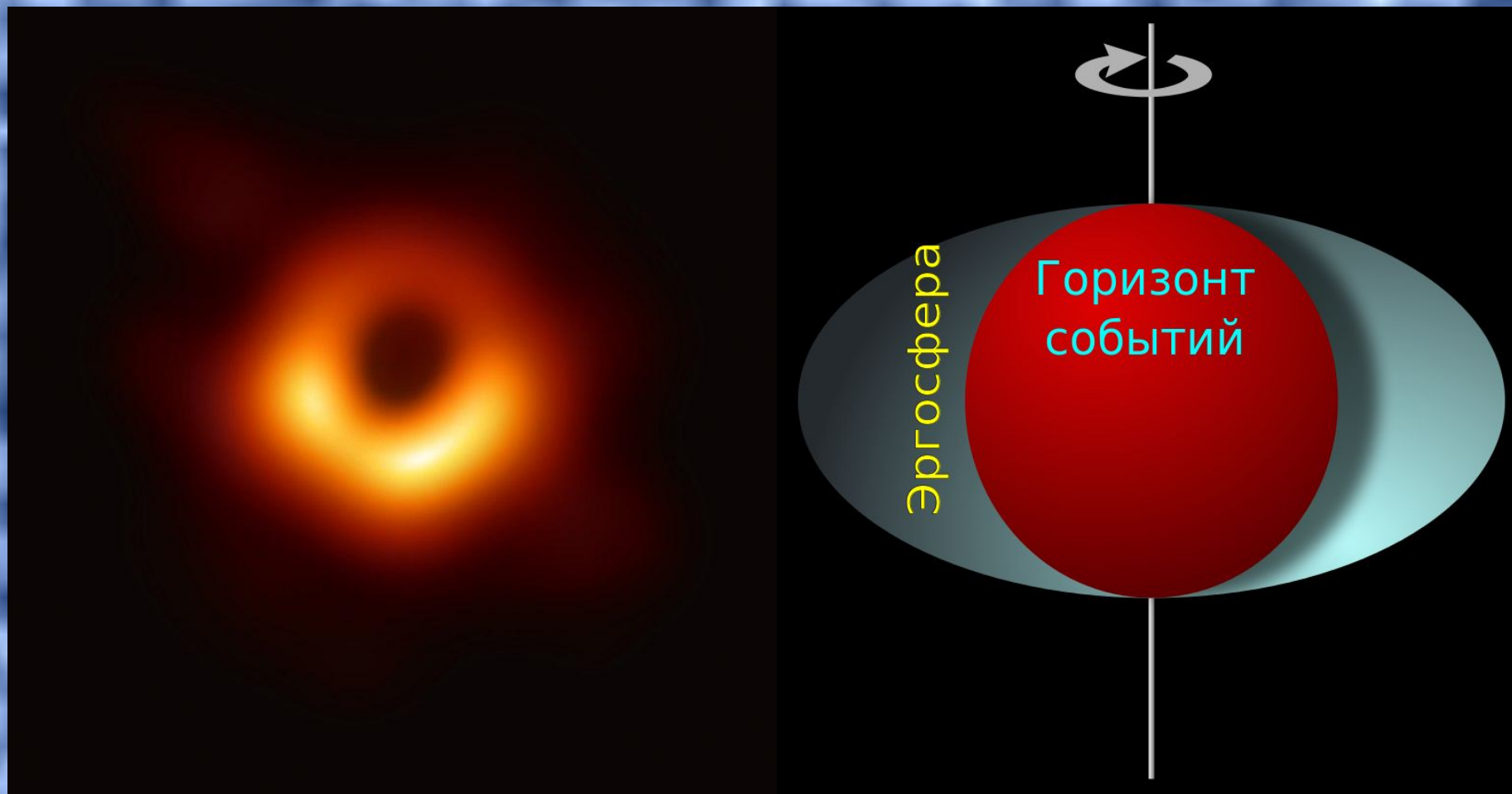
Тень черной дыры.  
Эта область примерно вдвое больше горизонта событий — гипотетической черты, из-за которой нельзя вернуться



# Радиогалактика Лебедь А

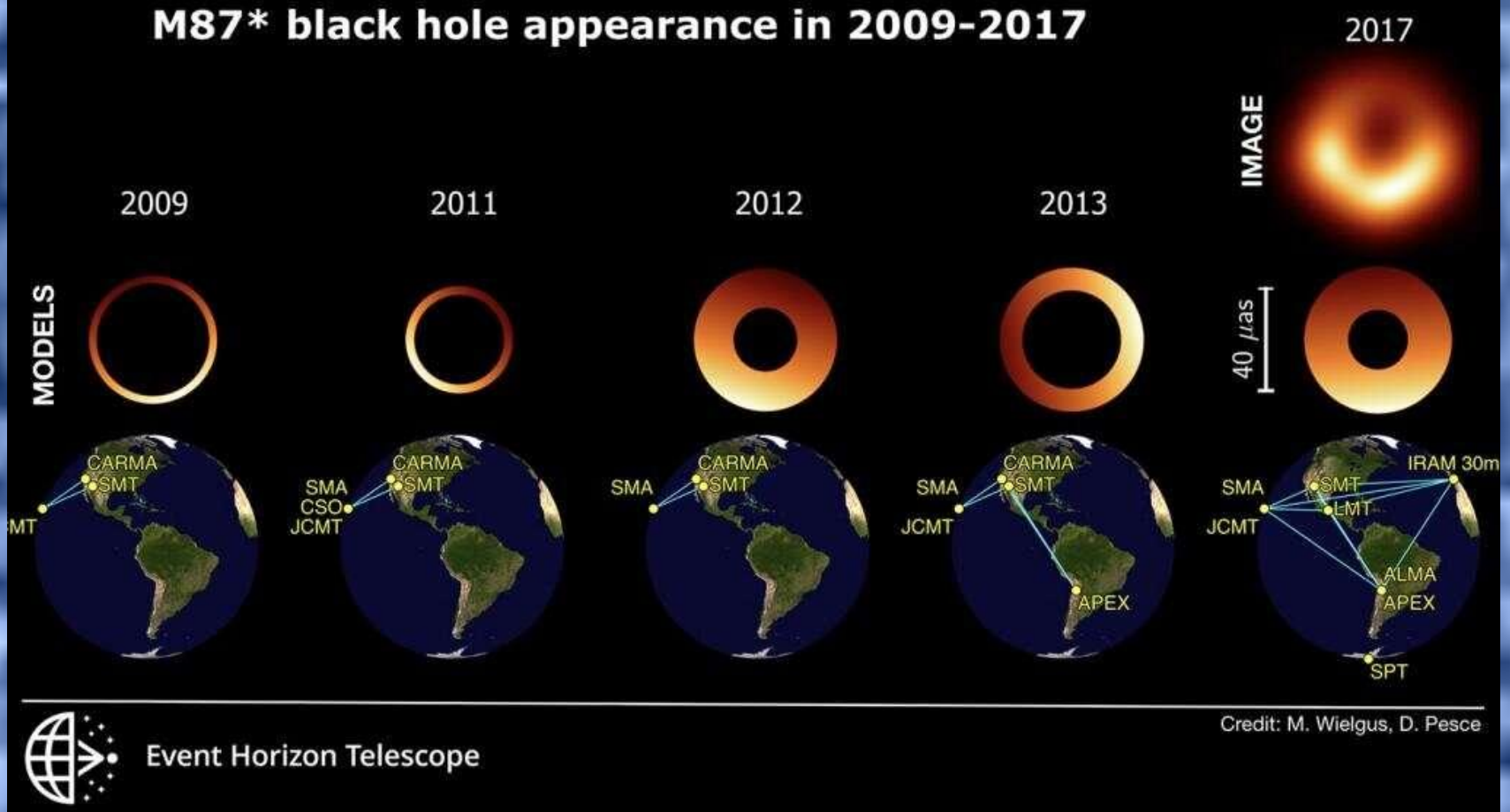


# Тень черной дыры



# Качание тени черной дыры

## M87\* black hole appearance in 2009-2017



Event Horizon Telescope

Credit: M. Wielgus, D. Pesce

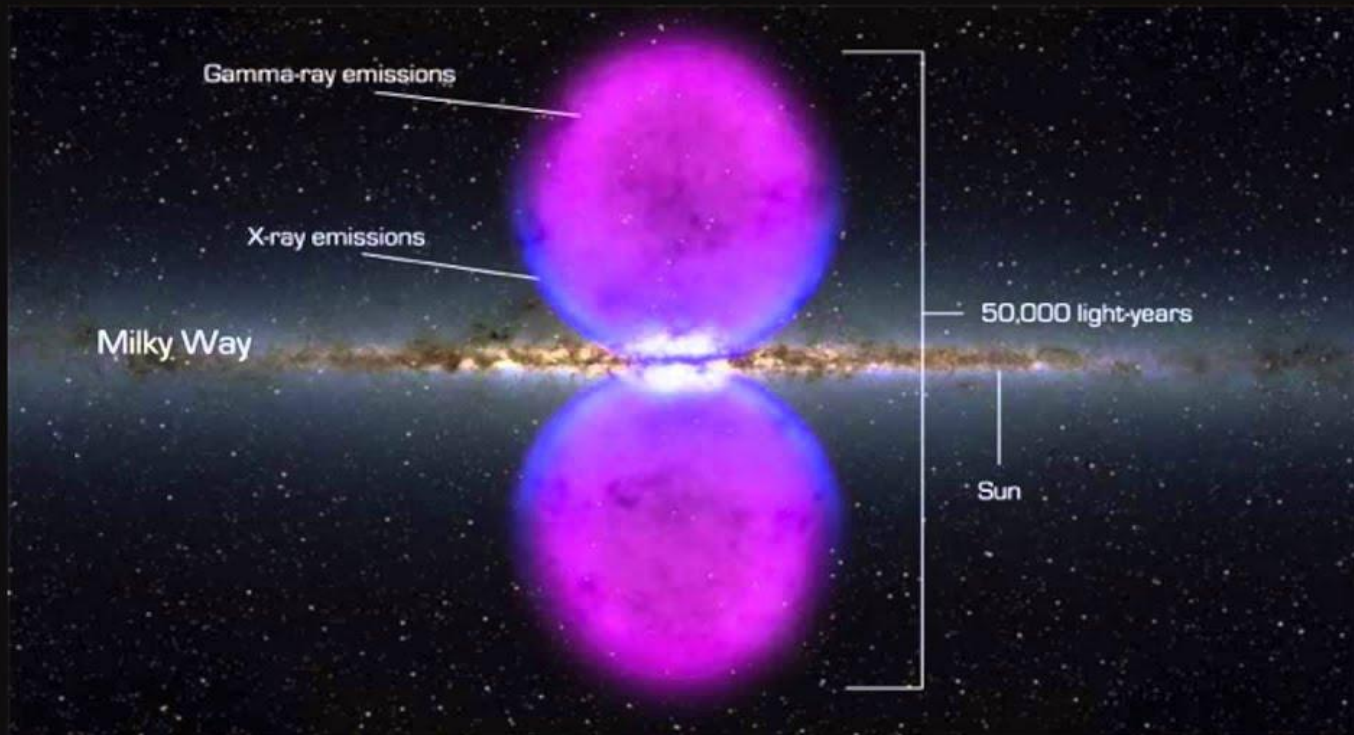
# Черная дыра в галактике Млечный путь



# Черная дыра – гравитационная линза

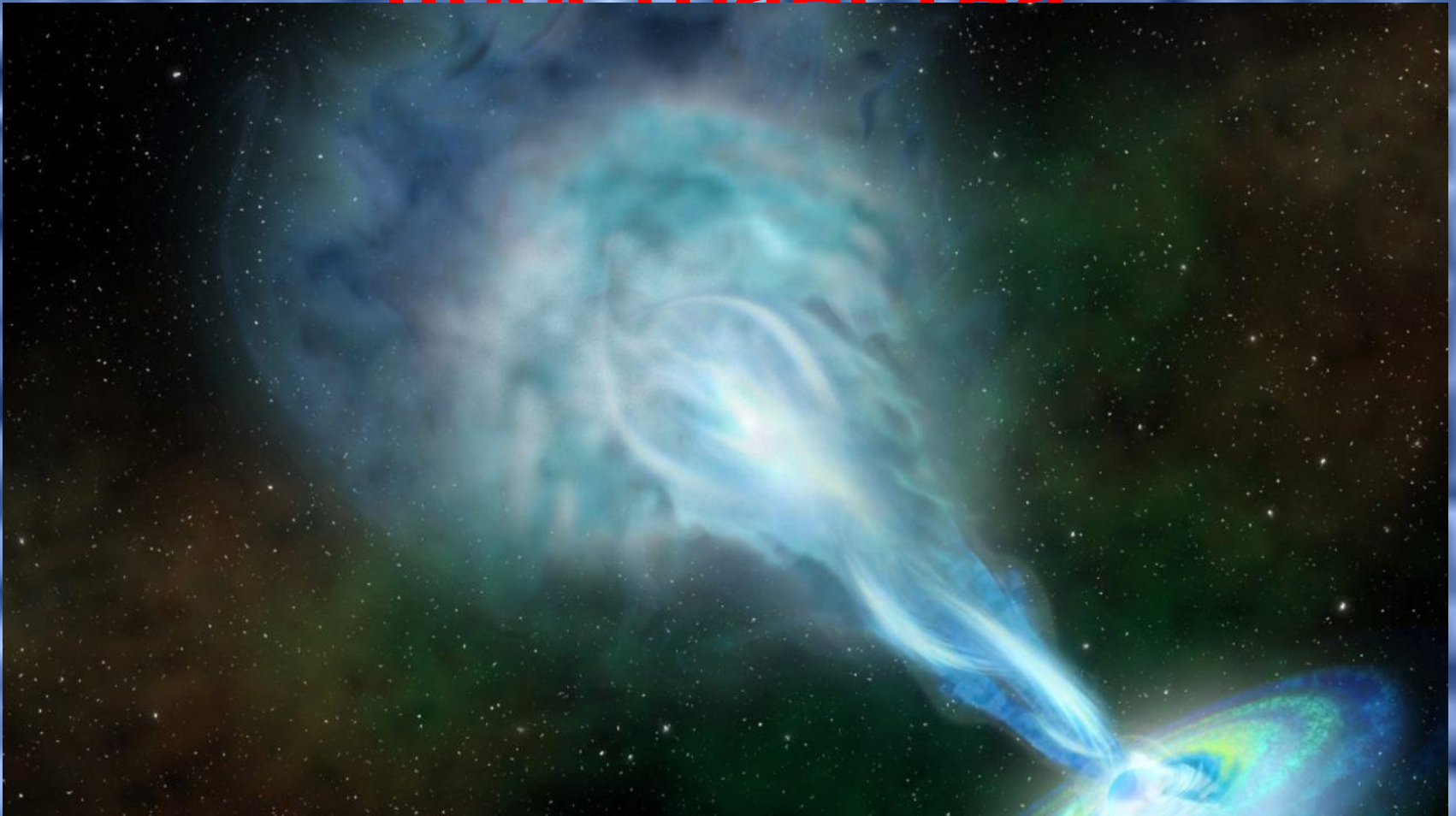


# Черная дыра выдувает пузыри

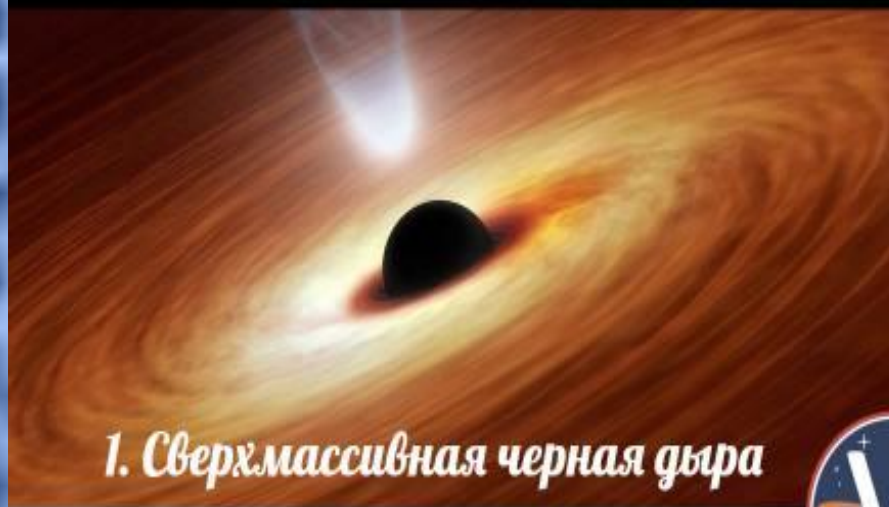




# Черные дыры влияют на большие области пространства



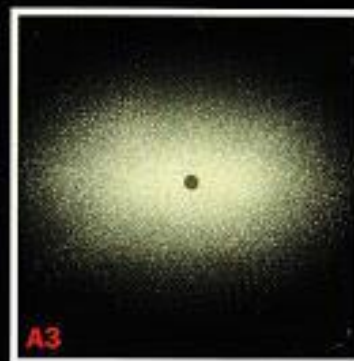
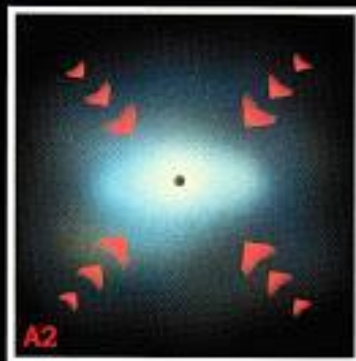
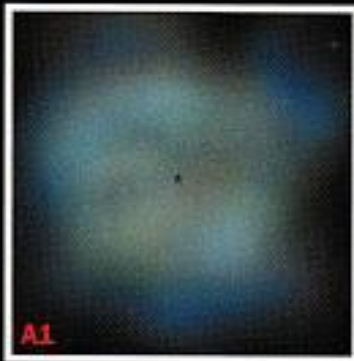
# Типы черных дыр Вселенной



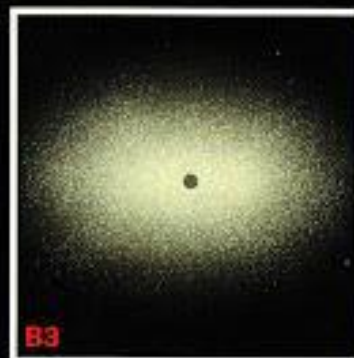
## Активные галактики

- Причина активности – сверхмассивная черная дыра (ЧД) в ядре галактики. Чем моложе галактика, тем больше материи падает в черную дыру, и тем больше активное ядро излучает.
- Итак, мы видим излучение, но не от самой черной дыры, а от той материи, которая почти туда упала.

**А ПЕРВИЧНОЕ СЖАТИЕ ГАЗОВОГО ОБЛАКА**



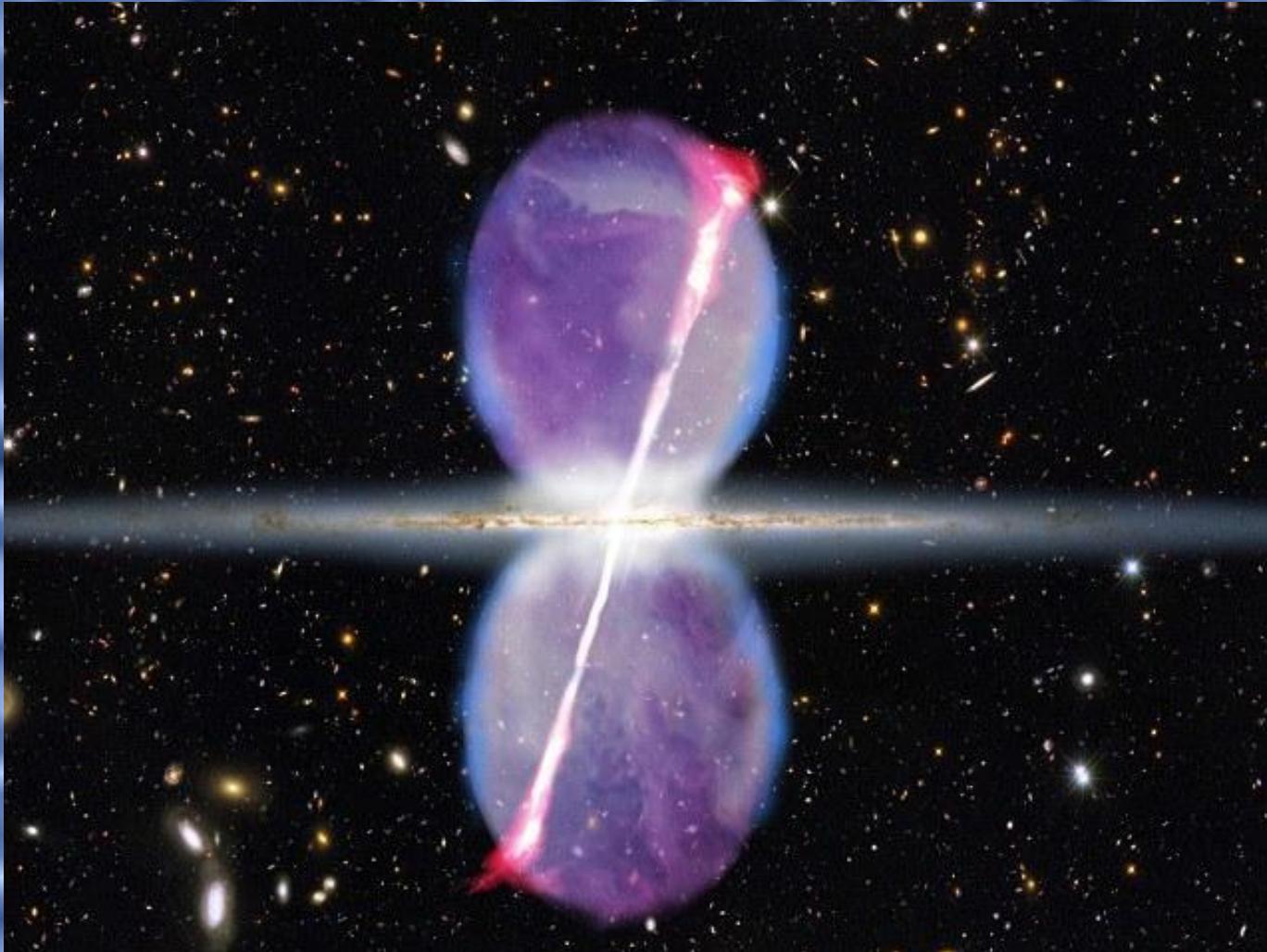
**В ГАЛАКТИЧЕСКОЕ СТОЛКНОВЕНИЕ**



**С ПСЕВДОУПЛОТНЕНИЕ**



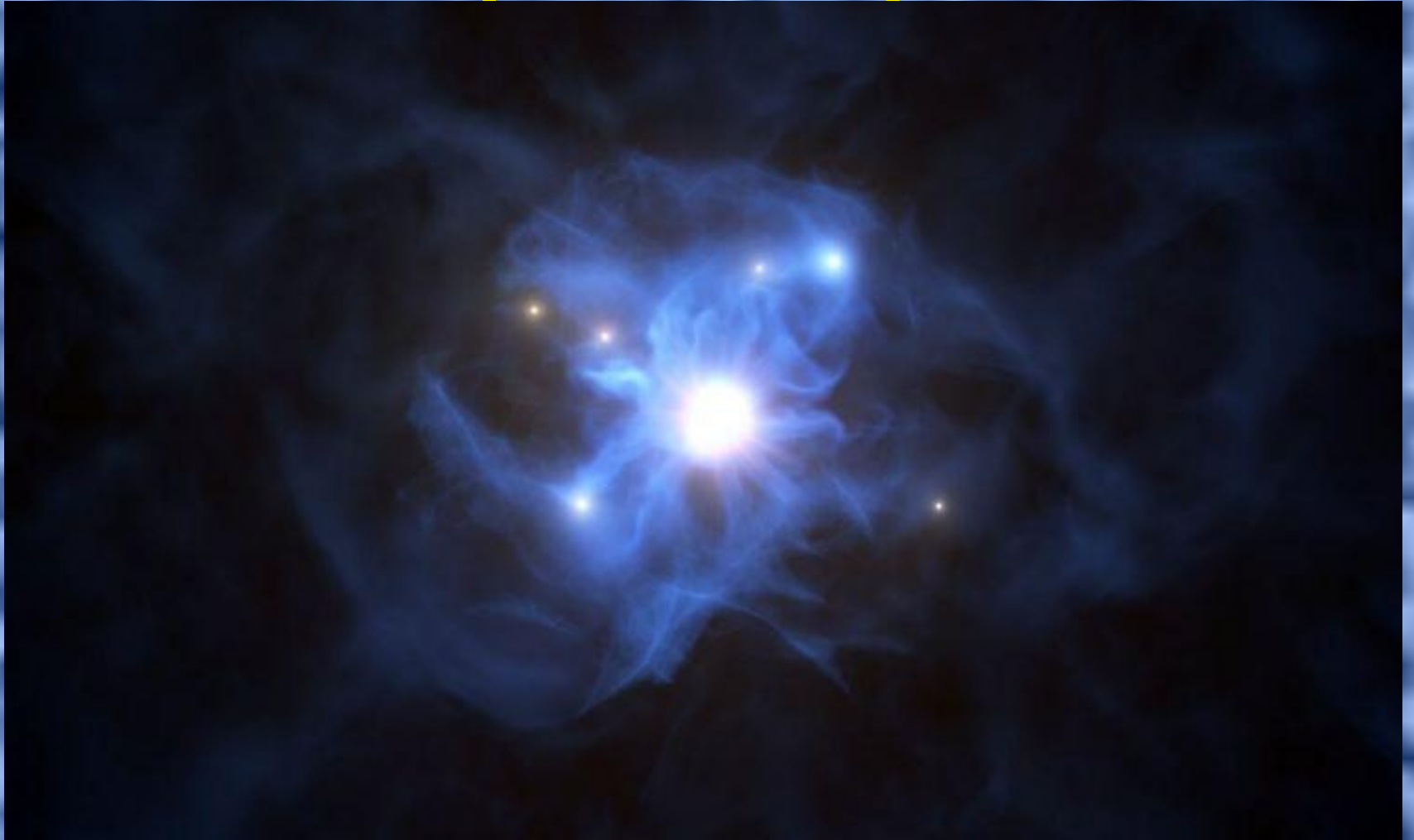
# Взрыв в ядре галактики – Млечный Путь



# Радиогалактика Гидра А



# Галактики в притяжении черной дыры

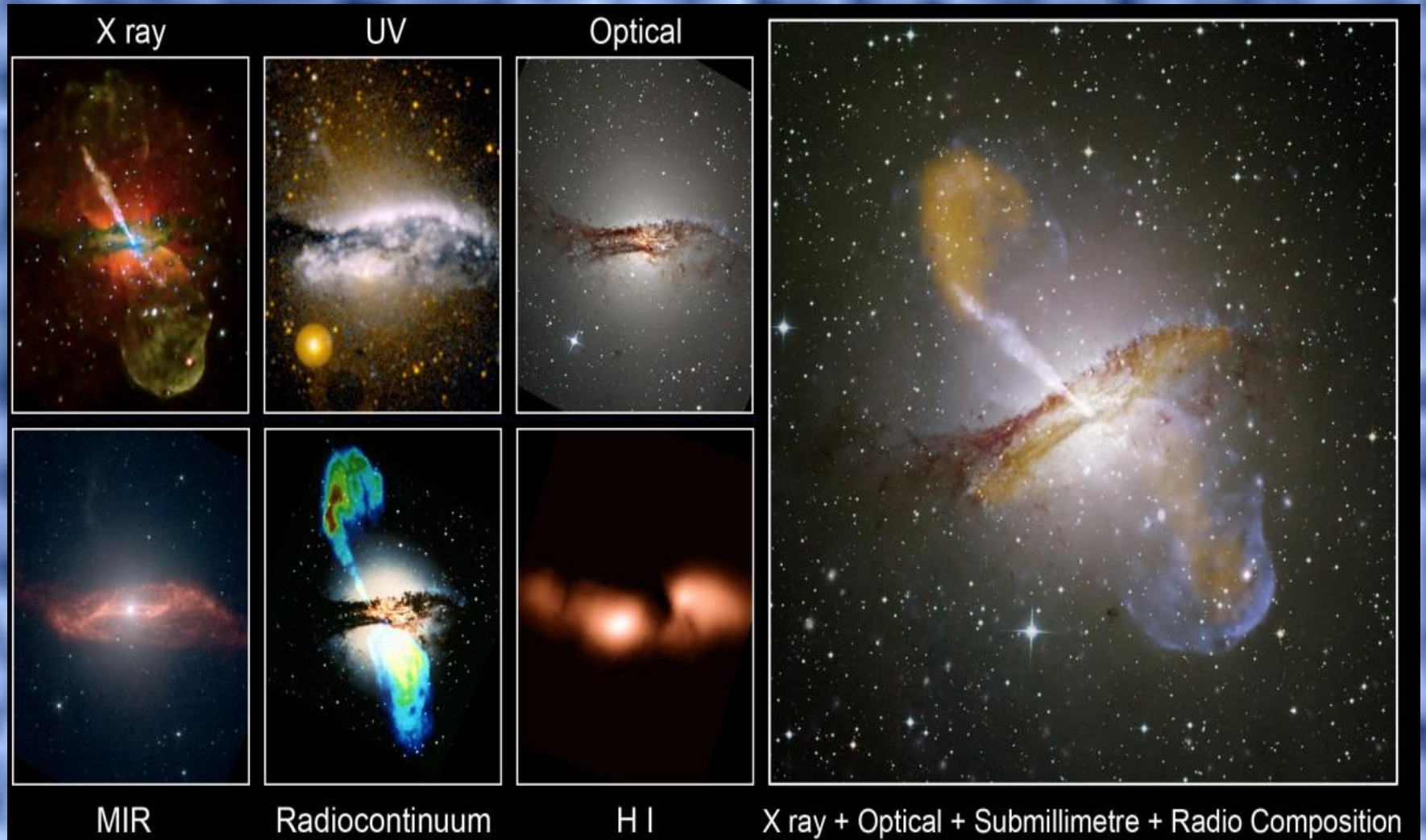


# Черные дыры в двойных звездных системах





# Радиогалактика Центавр А



# Планеты вокруг черных дыр





# Будущее галактики «Млечный Путь»



# Будущее нашей Вселенной

## Разлет во тьму

Во Вселенной преобладает загадочная темная энергия, сохраняющая постоянную плотность и действующая как антигравитация — сила взаимного отталкивания материи. Пространство расширяется все быстрее. Материя разрывается. Так будет продолжаться целую вечность. Но в конце концов все материальные структуры распадутся

## Через $10^{100}$ лет

В мировом пространстве сохраняются только сверхдлинноволновое электромагнитное излучение и элементарные частицы типа электронов и нейтрино. Температура в абсолютно темной и невероятно раздувшейся Вселенной приближается к абсолютному нулю

## Через $10^{40}$ лет

Происходит распад протонов — «строительных кирпичиков» ядер атомов. В космосе остаются лишь черные дыры. За счет квантовых эффектов они тоже испускают энергию в процессе вращения и медленно «испаряются»

## Через $10^{14}$ лет

Вселенная наполнена только черными дырами и «останками» звезд: нейтронными звездами, коричневыми и белыми карликами. Время от времени при столкновении двух коричневых карликов темное пространство озаряет вспышка нового светила

## Через $10^{11}$ (сто миллиардов) лет

Разгоняемые темной энергией скопления галактик разлетаются за пределы видимости

## Наше время

Пик Звездной эры

## 13,2 миллиарда лет назад

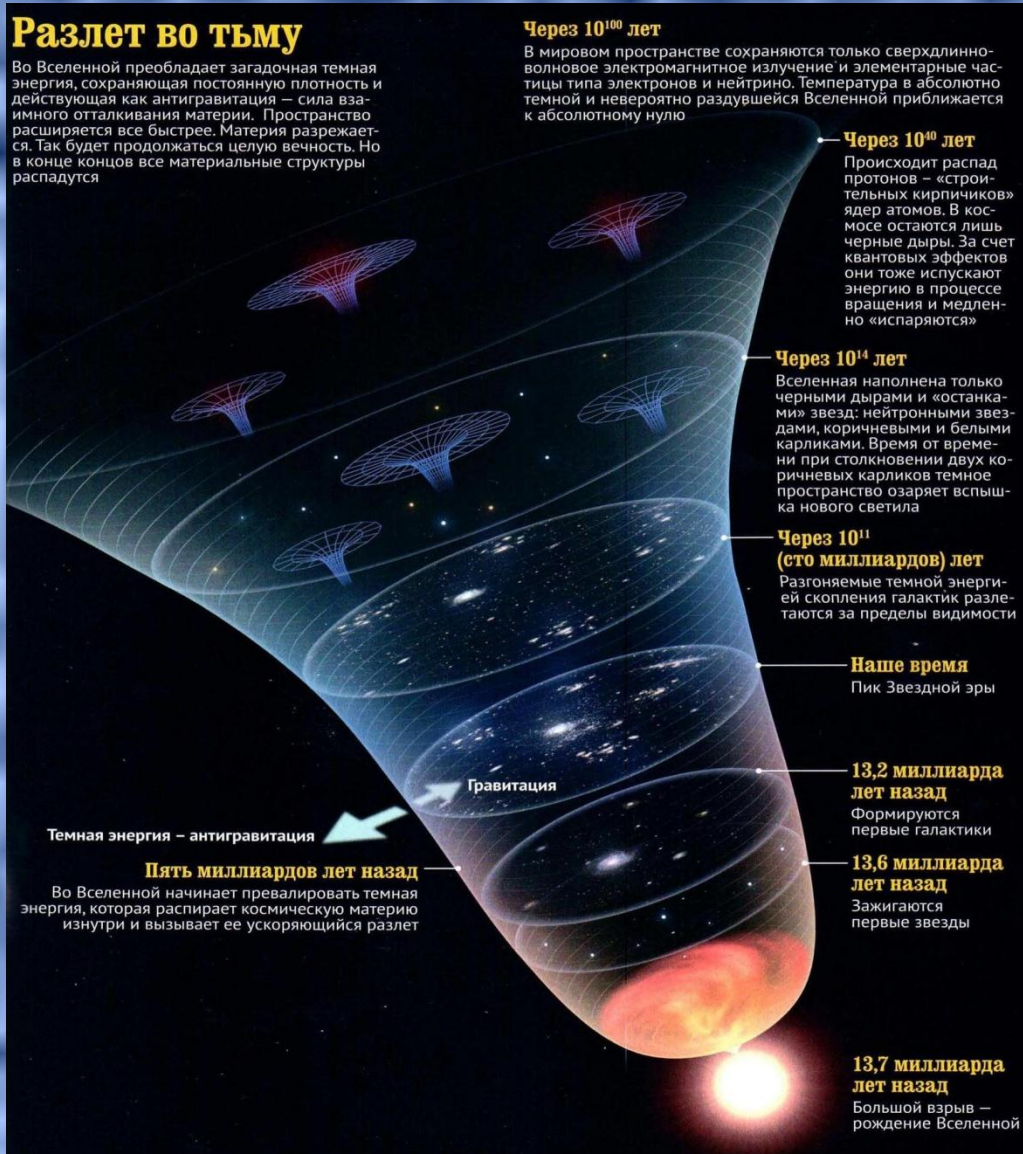
Формируются первые галактики

## 13,6 миллиарда лет назад

Загораются первые звезды

## 13,7 миллиарда лет назад

Большой взрыв — рождение Вселенной



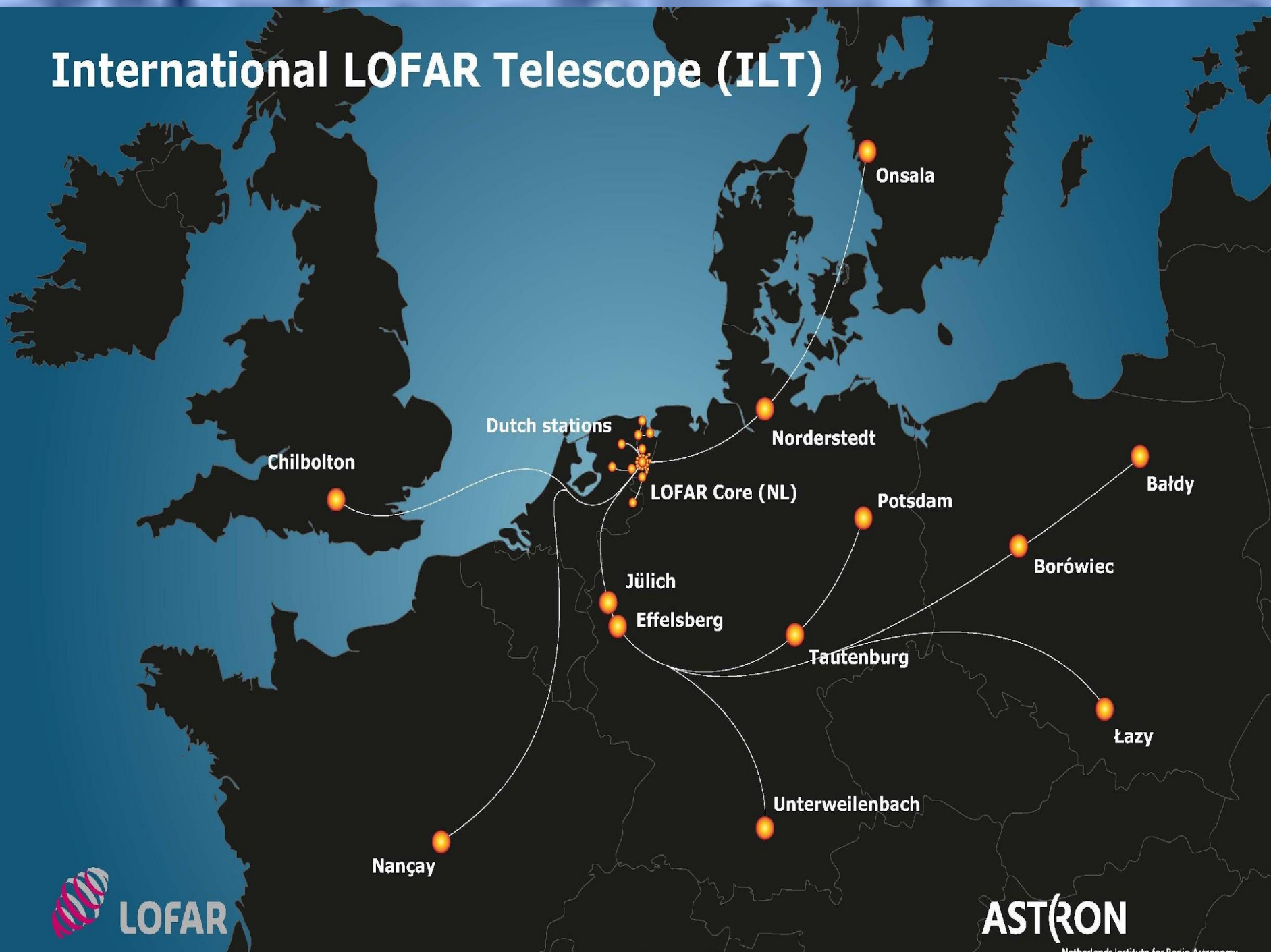
# Радиотелескоп РТ-32 VIRAS



# Центр космической связи в Украине (Золочев)



# International LOFAR Telescope (ILT)





# Низкочастотная антенная решетка LOFAR



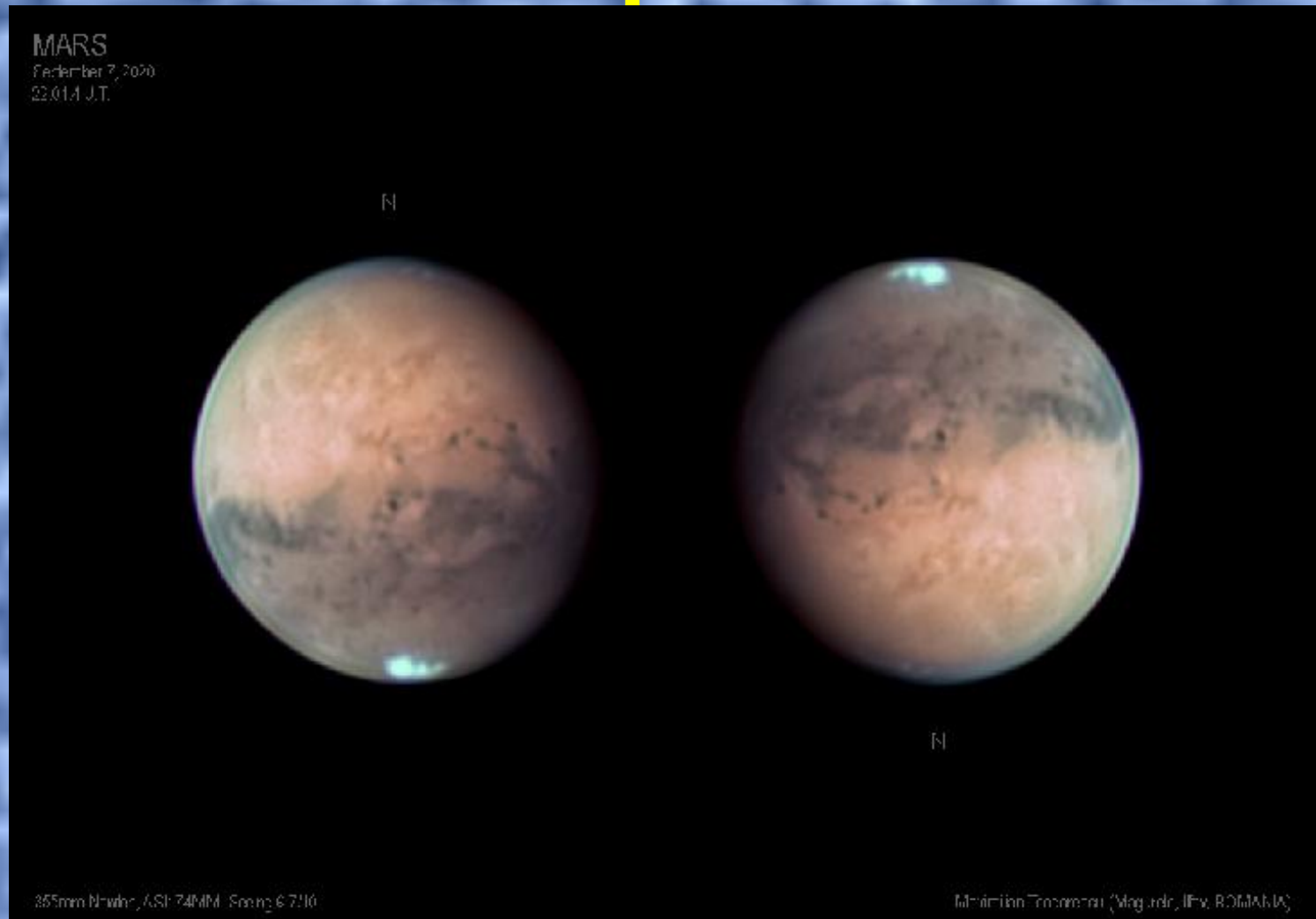
# Фазированная антенная решетка LOFAR



# Астрономические новости – октябрь 2020 г.



# В октябре противостояние Марса



# Противостояние Марса в 2020 году

## году

SOUTH

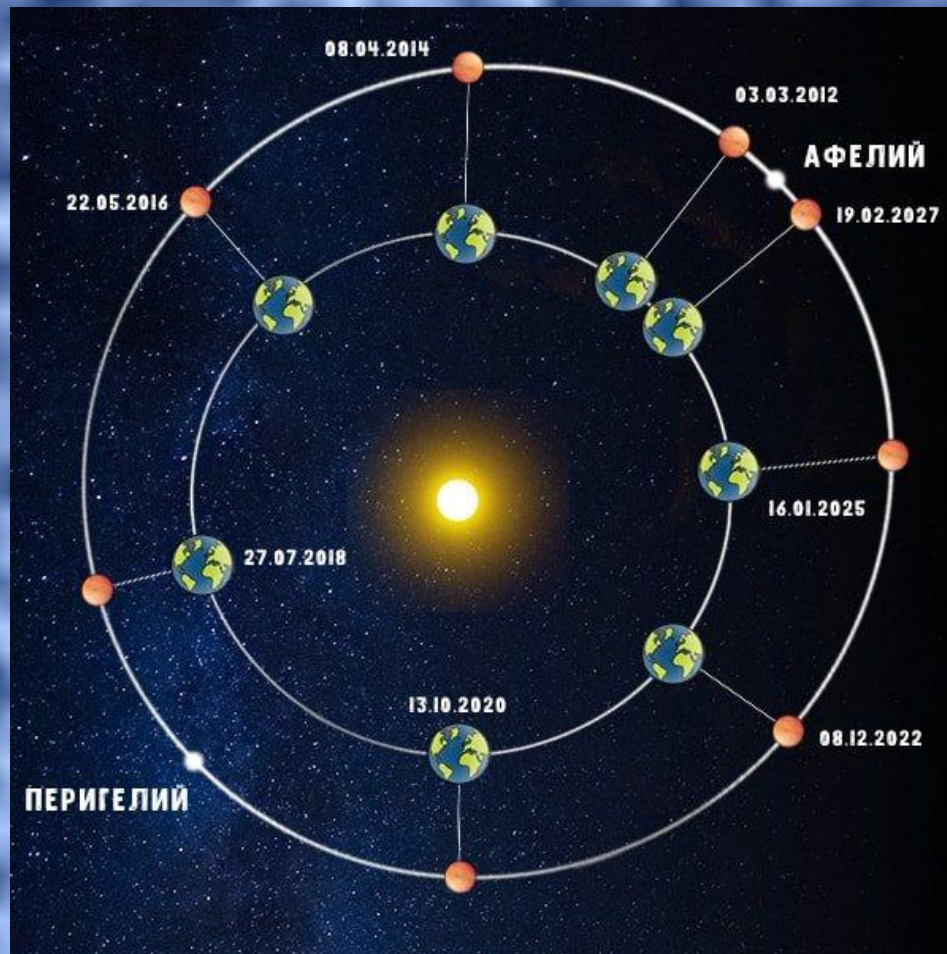
P



F

DATE	Mar-19	May-09	Jun-12	Jul-07	Oct-06	Dec-18	Jan-05	Jan-29	Mar-10
DIAM	6 "	8 "	10 "	12 "	22.6 "	12 "	10 "	8 "	6 "
LS*	168.6	197.6	218.1	233.7	290.9	333.2	342.8	355.2	14.9
De*	-11.8	-22.1	-24.0	-22.8	-19.4	-23.8	-22.2	-18.8	-10.1
Ds*	4.8	-7.4	-15.2	-20.1	-23.4	-11.1	-7.2	-2.0	6.3
Dec*	-22.4	-14.2	-6.4	-0.9	5.9	9.0	12.0	16.3	22.3
A.U.	1.565	1.171	0.937	0.782	0.415	0.776	0.935	1.163	1.554

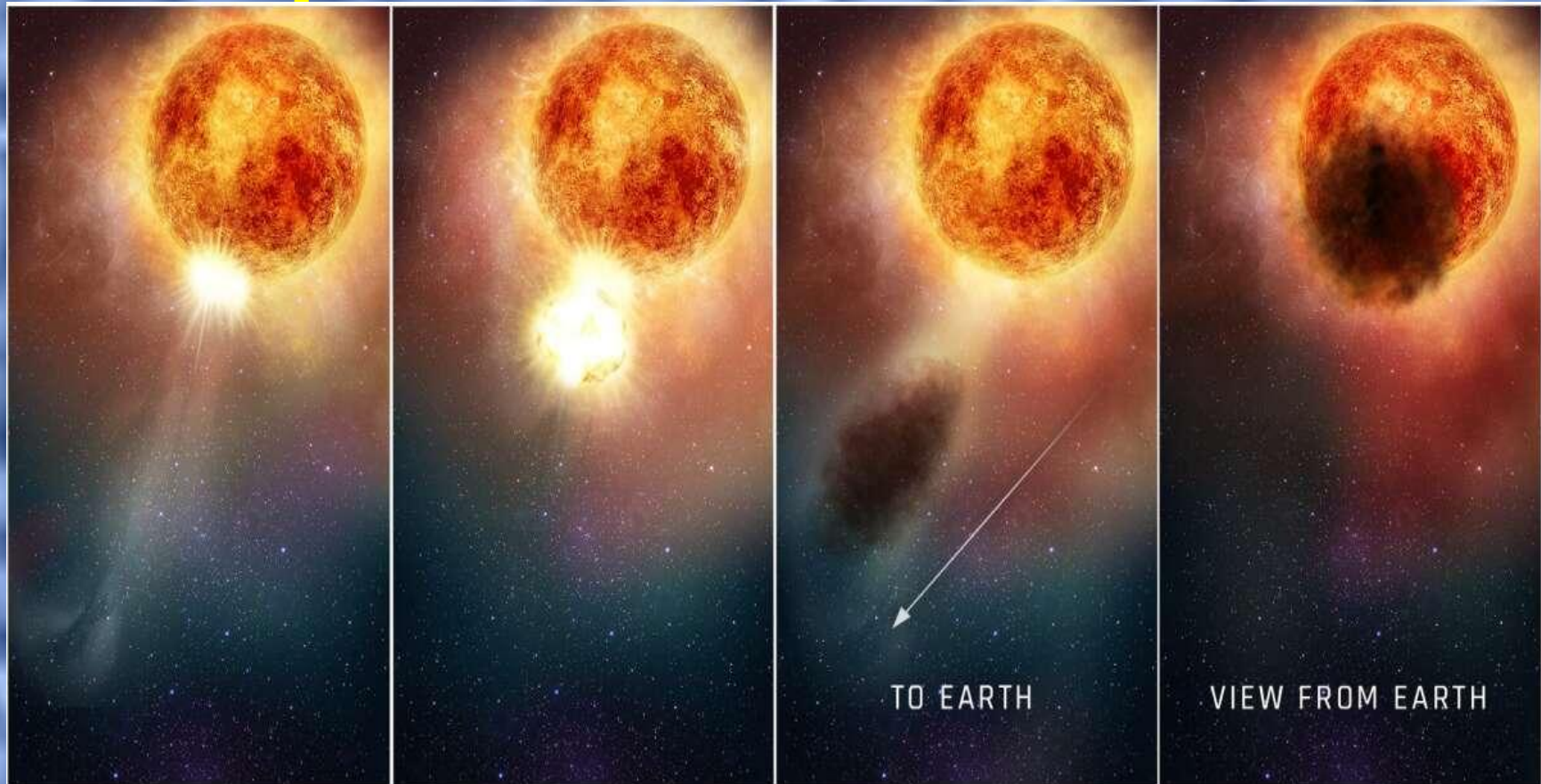
# Противостояния Марса



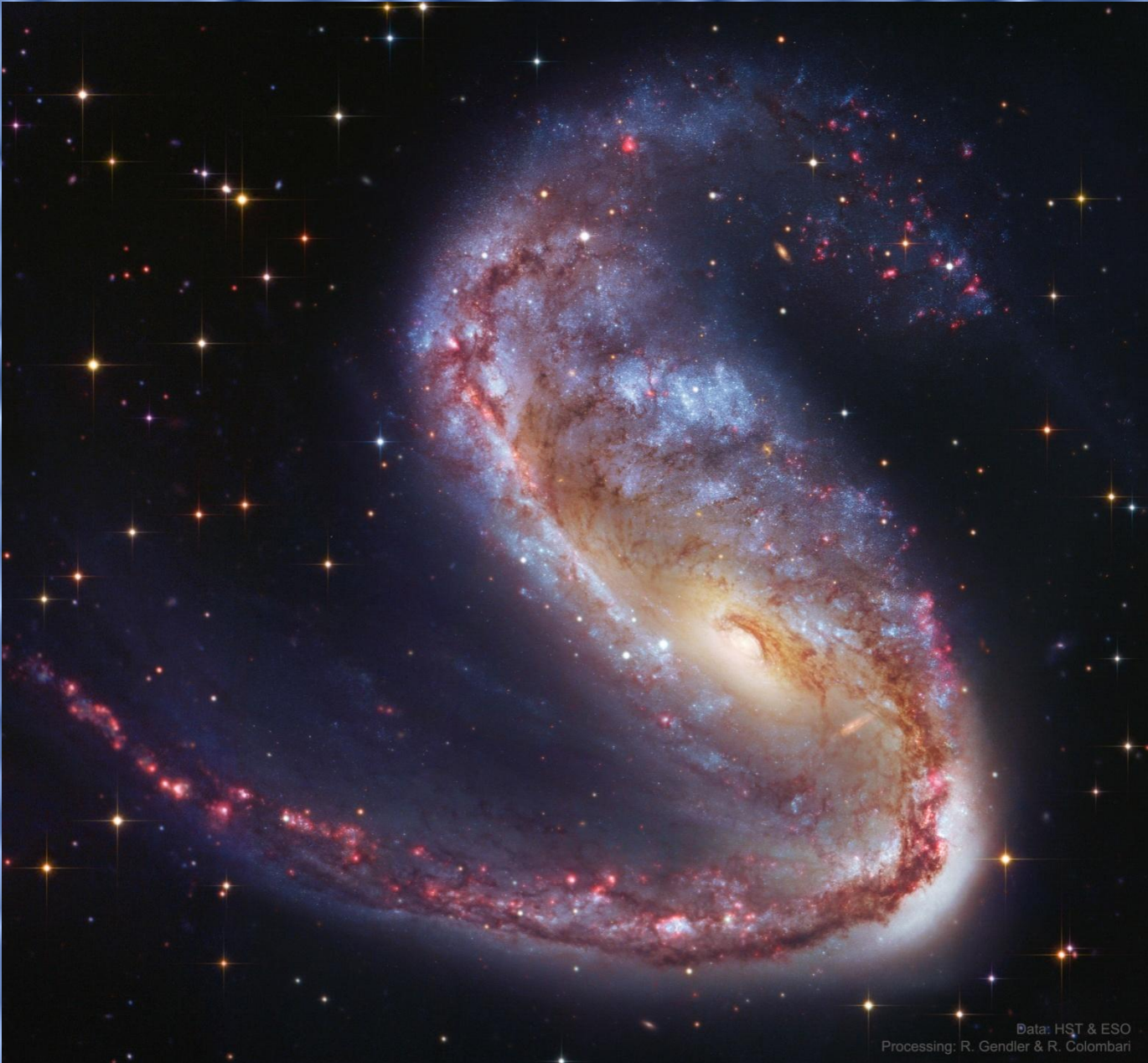
# Электромобиль Маска облетел Марс



# Бетельгейзе выбросило огромное облако пыли





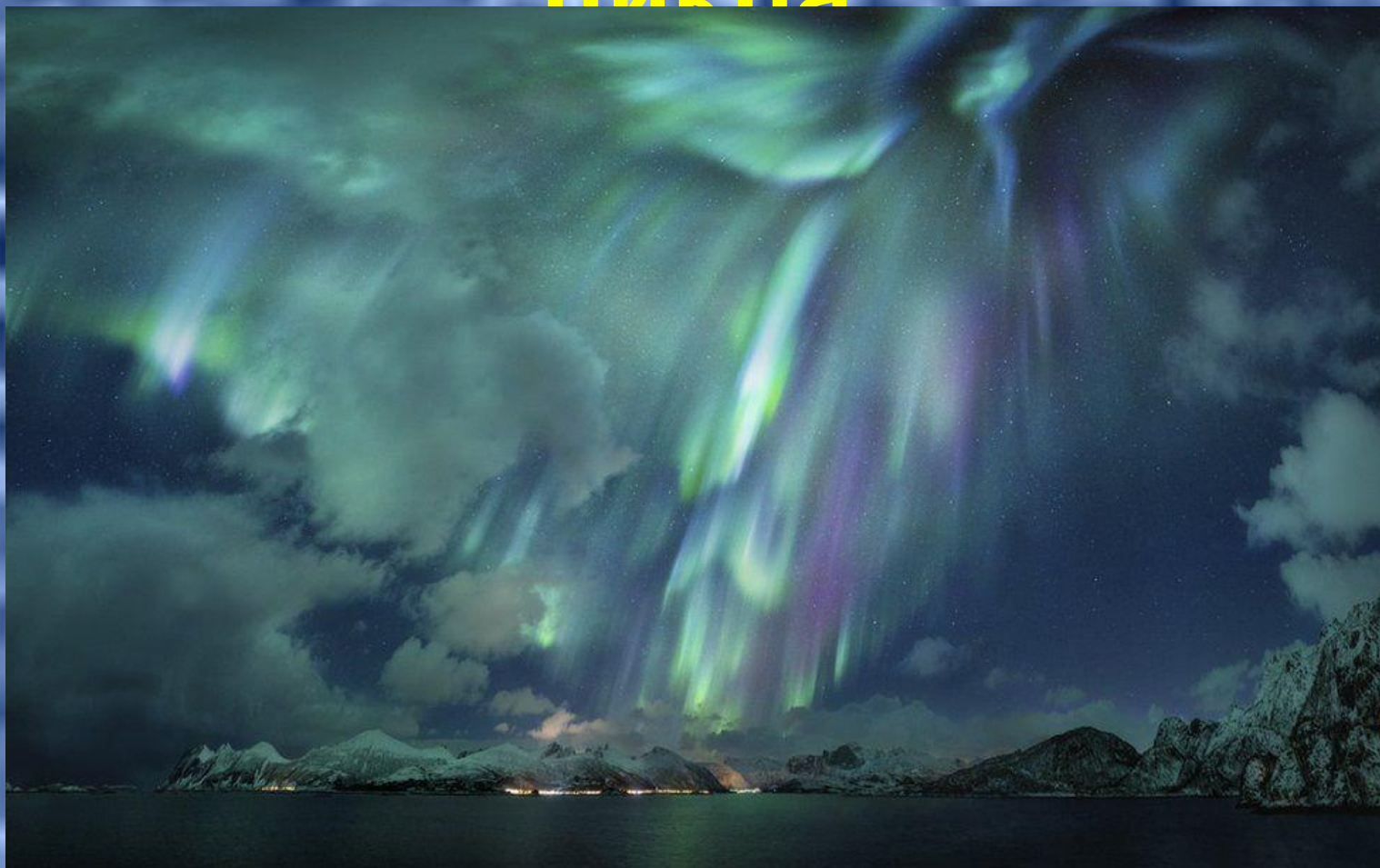


Data: HST & ESO  
Processing: R. Gendler & R. Colombari

# Столкновение массивных черных дыр



# Полярные сияния на Земле – начало нового солнечного цикла



# Прогноз столкновения галактик



# Задавайте вопросы и удивляйтесь Вселенной

- Я бы хотел, чтобы вы продолжали задавать вопросы и поражаться Вселенной такой, какая она есть. Неважно, если вы понимаете не все. Цените ее за то, что она больше, чем вы можете понять. Нужно постоянно смотреть вперед, потому что Вселенная нас может очень многому научить.
- профессор Лоуренс Клаус Краусс физик-теоретик ,

# Из чего состоит Вселенная?



# До новых космических путешествий в Одесском Планетарии!



CLASS  
PIC