

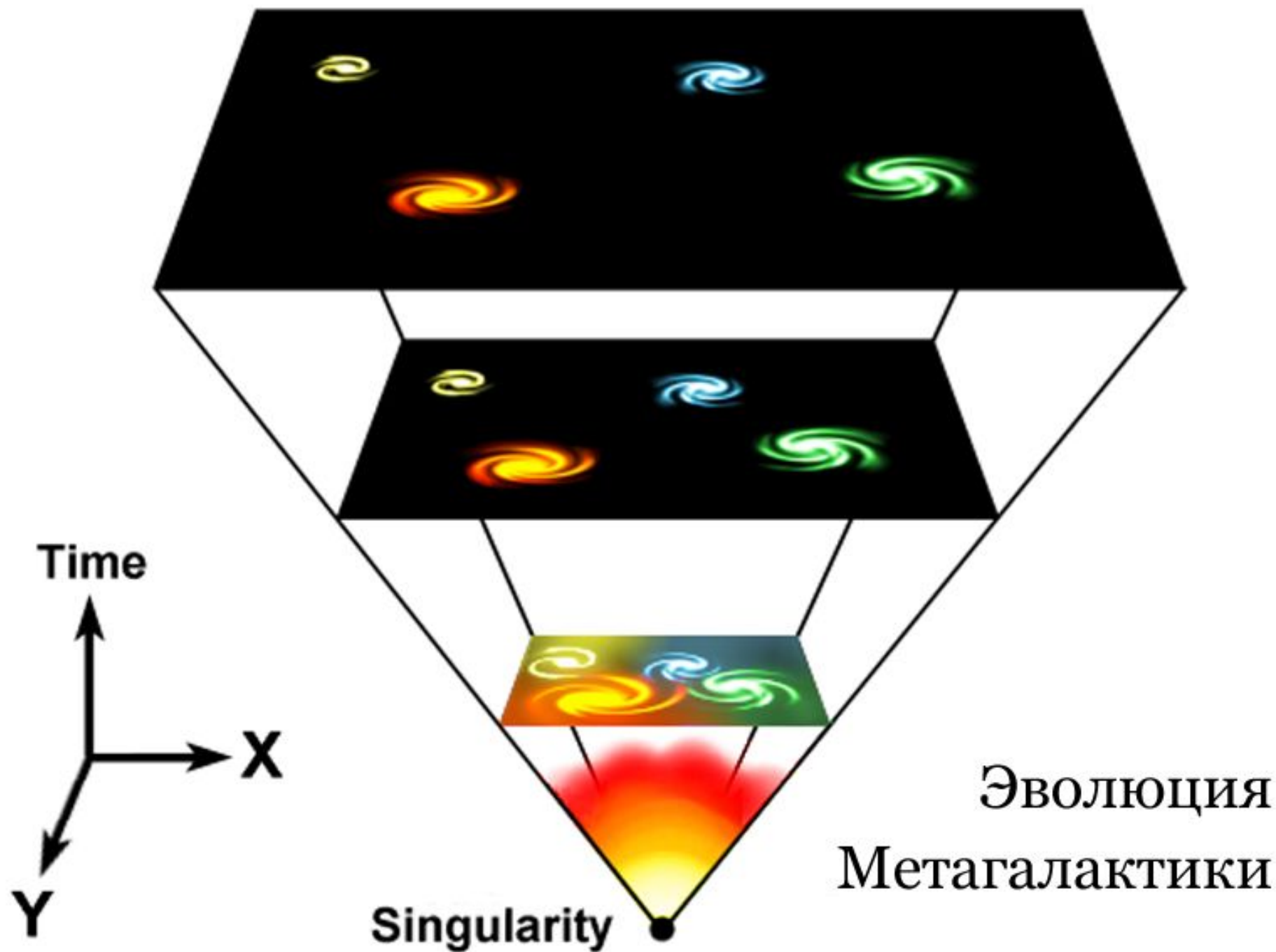
**Астрономия**  
**Сурдин В.Г.**

Лекция 4

Общее представление об эволюции Вселенной

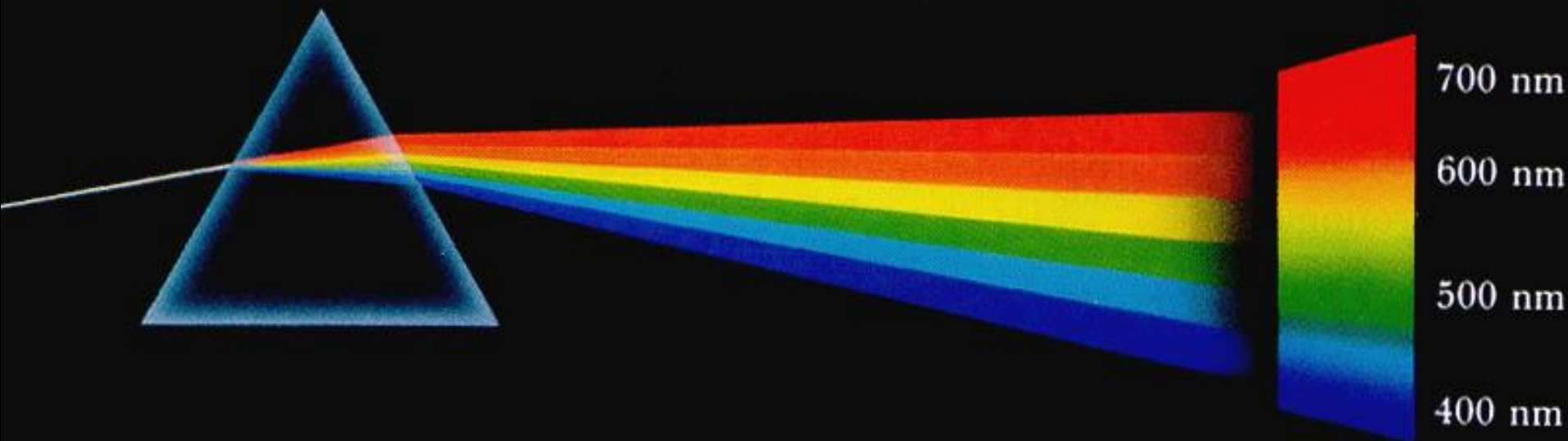
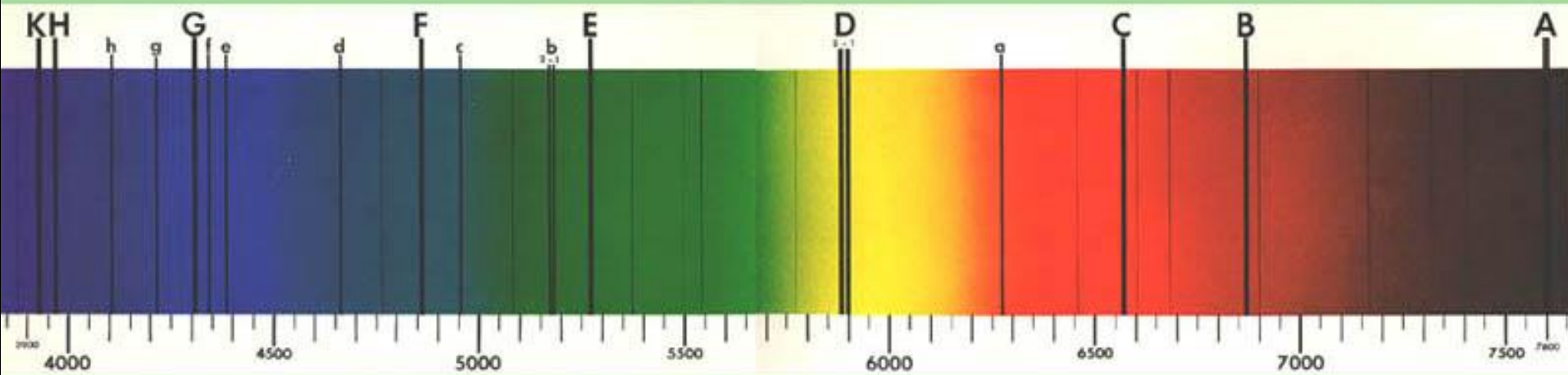


# Эволюция Вселенной



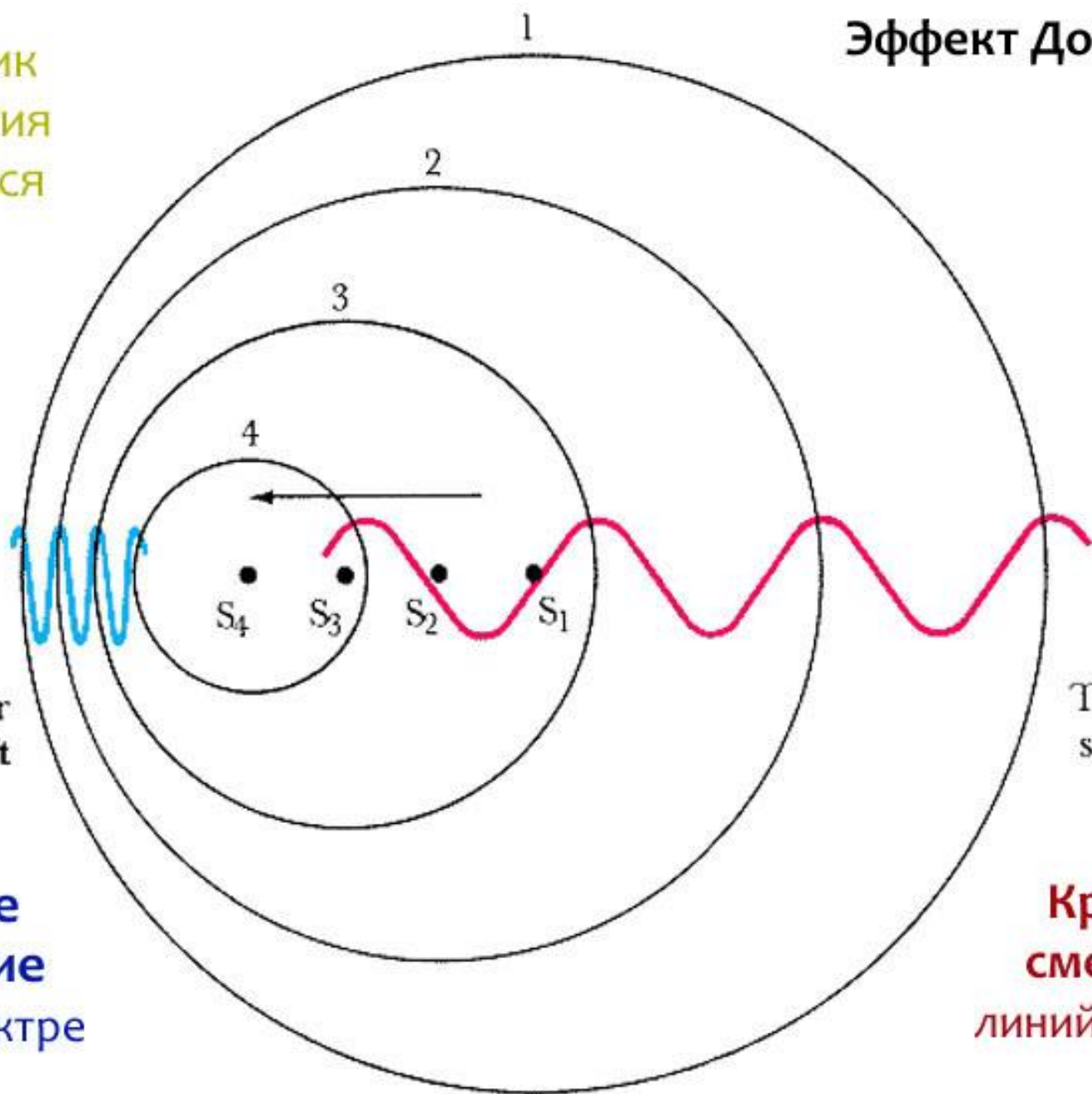


# Оптический спектр типичной звезды



# Эффект Доплера

Источник излучения движется



This observer sees **blueshift**



This observer sees **redshift**

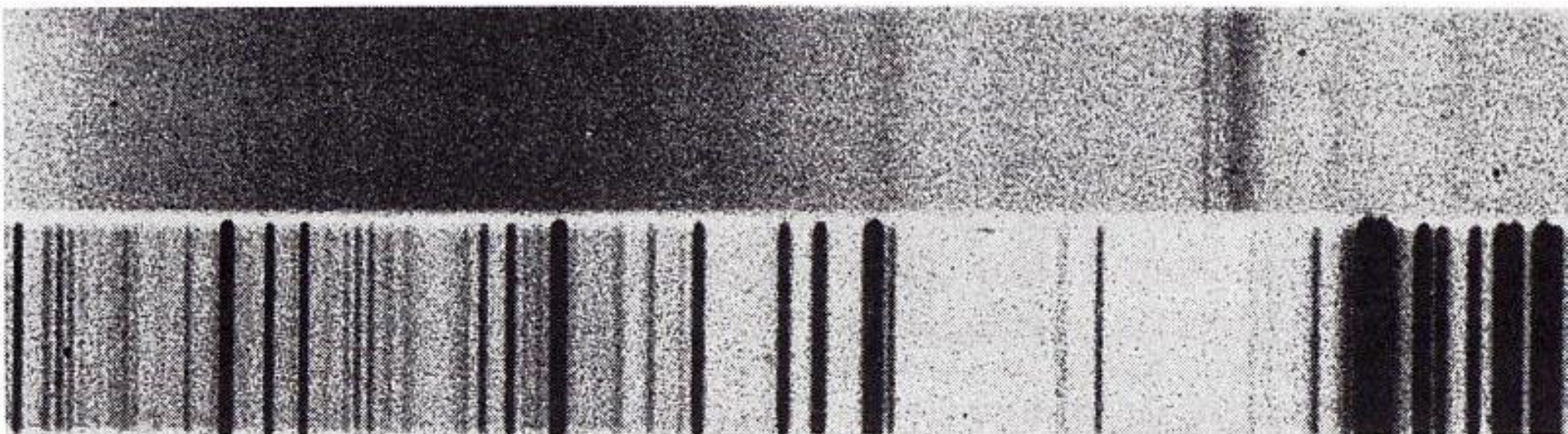
**Голубое смещение**  
линий в спектре

**Красное смещение**  
линий в спектре

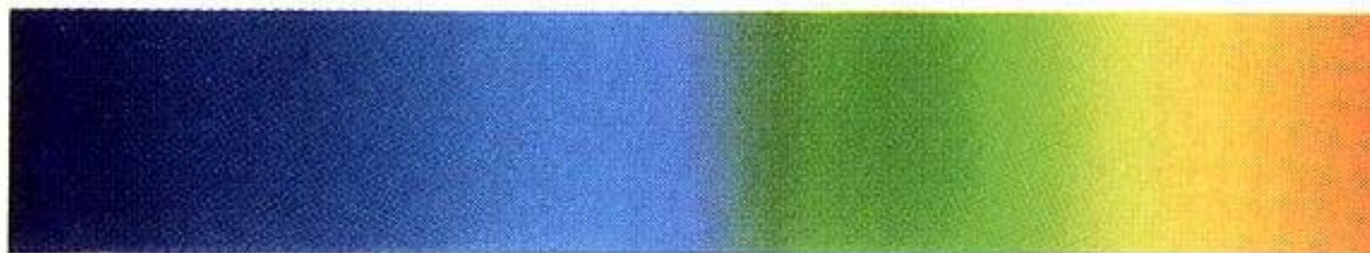


3C 273

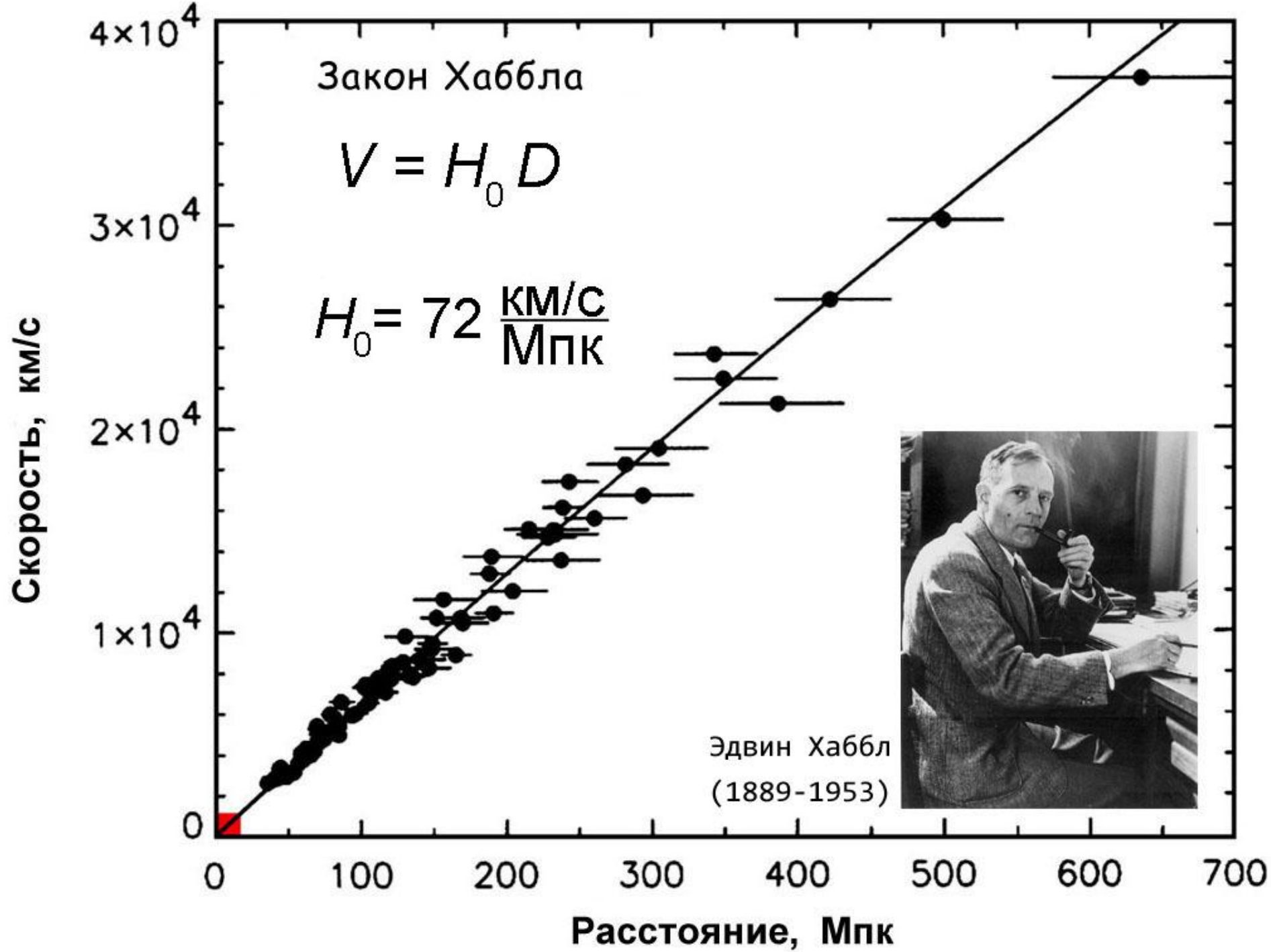
H $\delta$  H $\gamma$  H $\beta$  [O III]



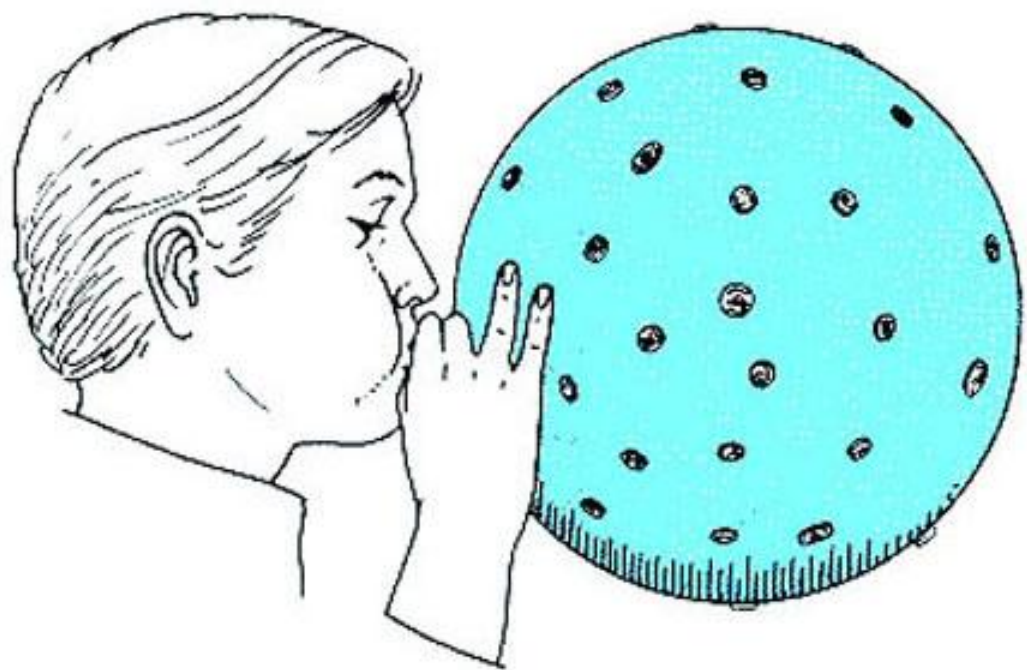
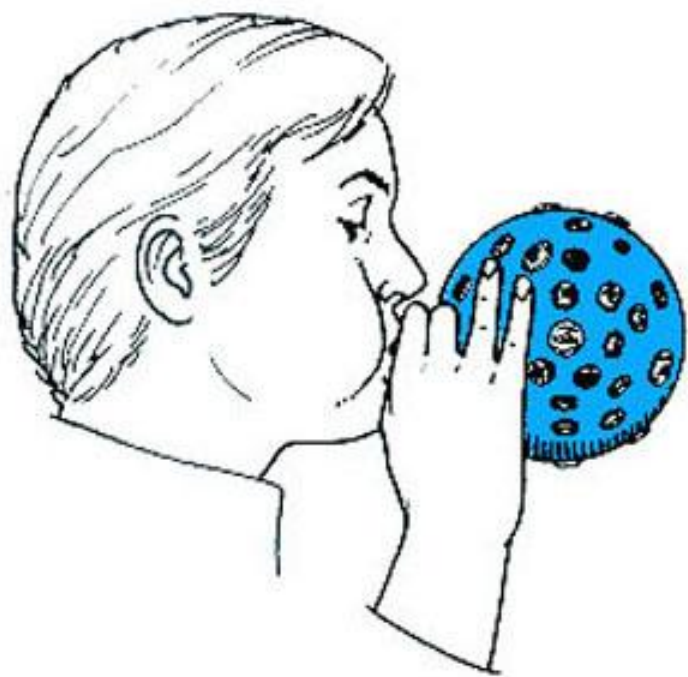
Comparison



Спектр ярчайшего из квазаров 3C 273 ( $m_v = 12,8$  ;  $z = 0,158$ )



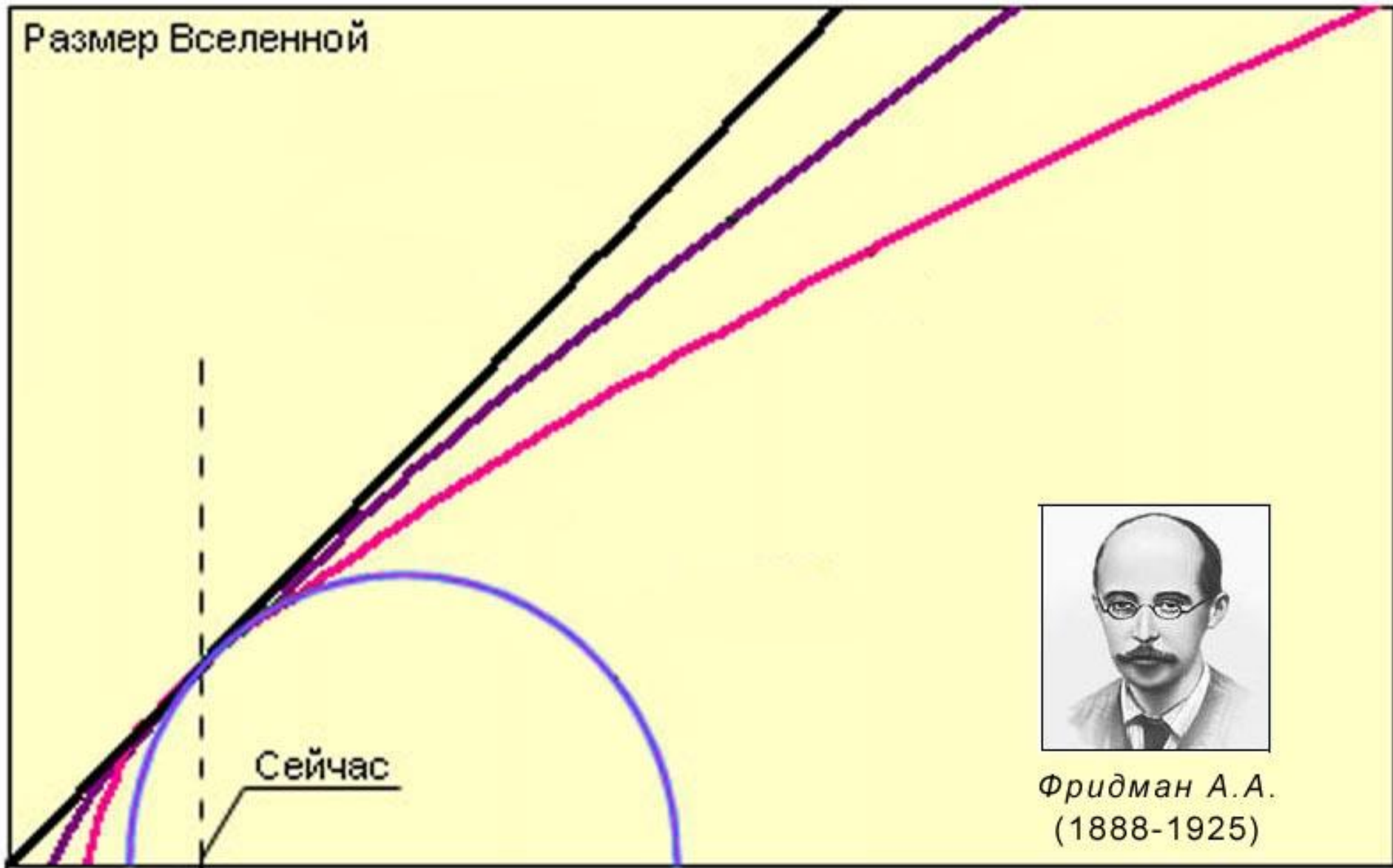




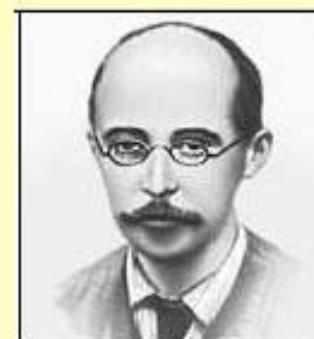
**Модель расширения Вселенной**



Размер Вселенной



Сейчас



Фридман А.А.  
(1888-1925)

$1/H$

Время

*Изменение масштабного фактора со временем*

# Нобелевская премия по физике 2011 г.

«За открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения далёких сверхновых»



© picture alliance/dpa/DFW-Montage

Сол Пёрлмуттер  
Saul Perlmutter  
50%



Адам Рисс  
Adam G. Riess  
25%



Брайан Шмидт  
Brian P. Schmidt  
25%



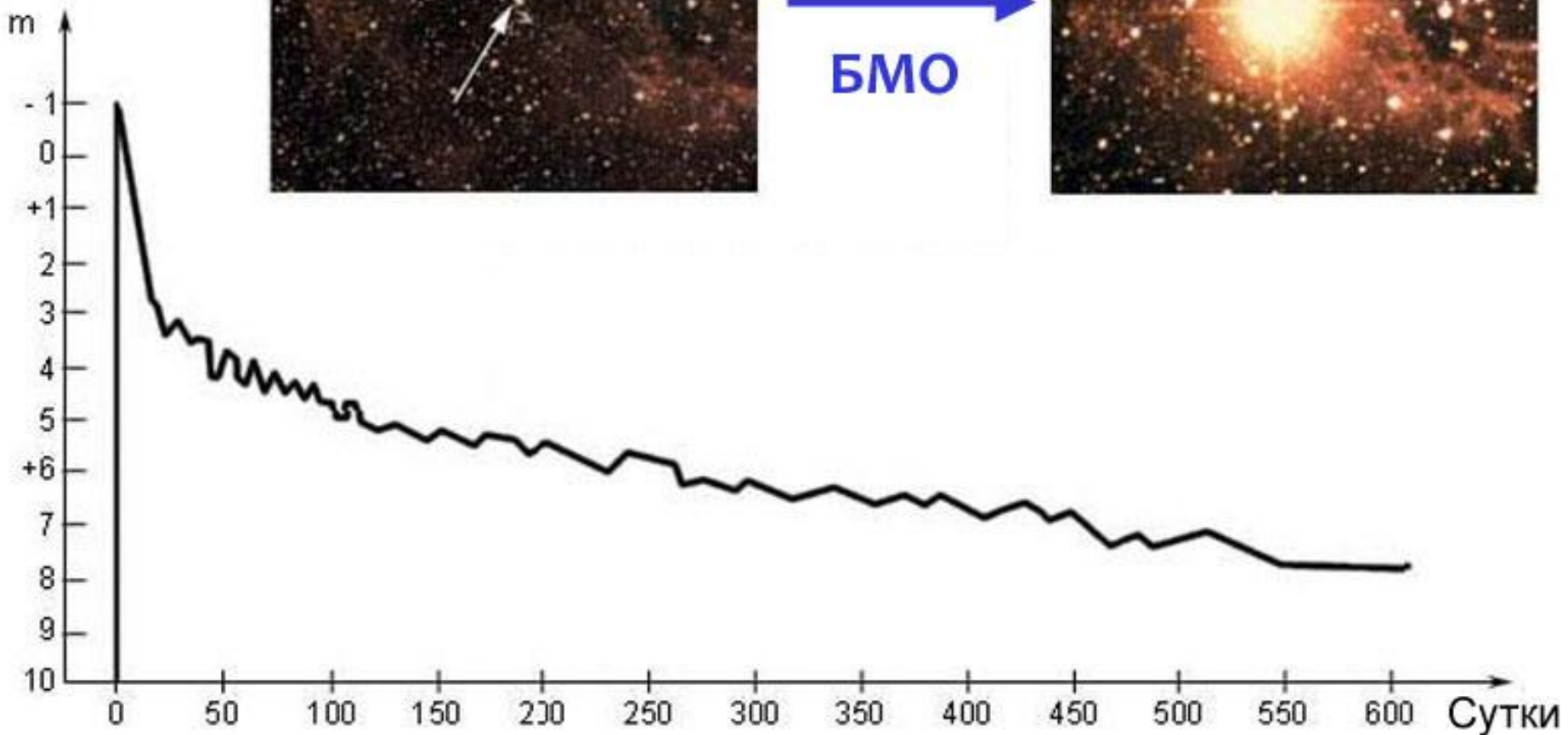
# Взрыв звезды - “вспышка сверхновой”



1987 г.

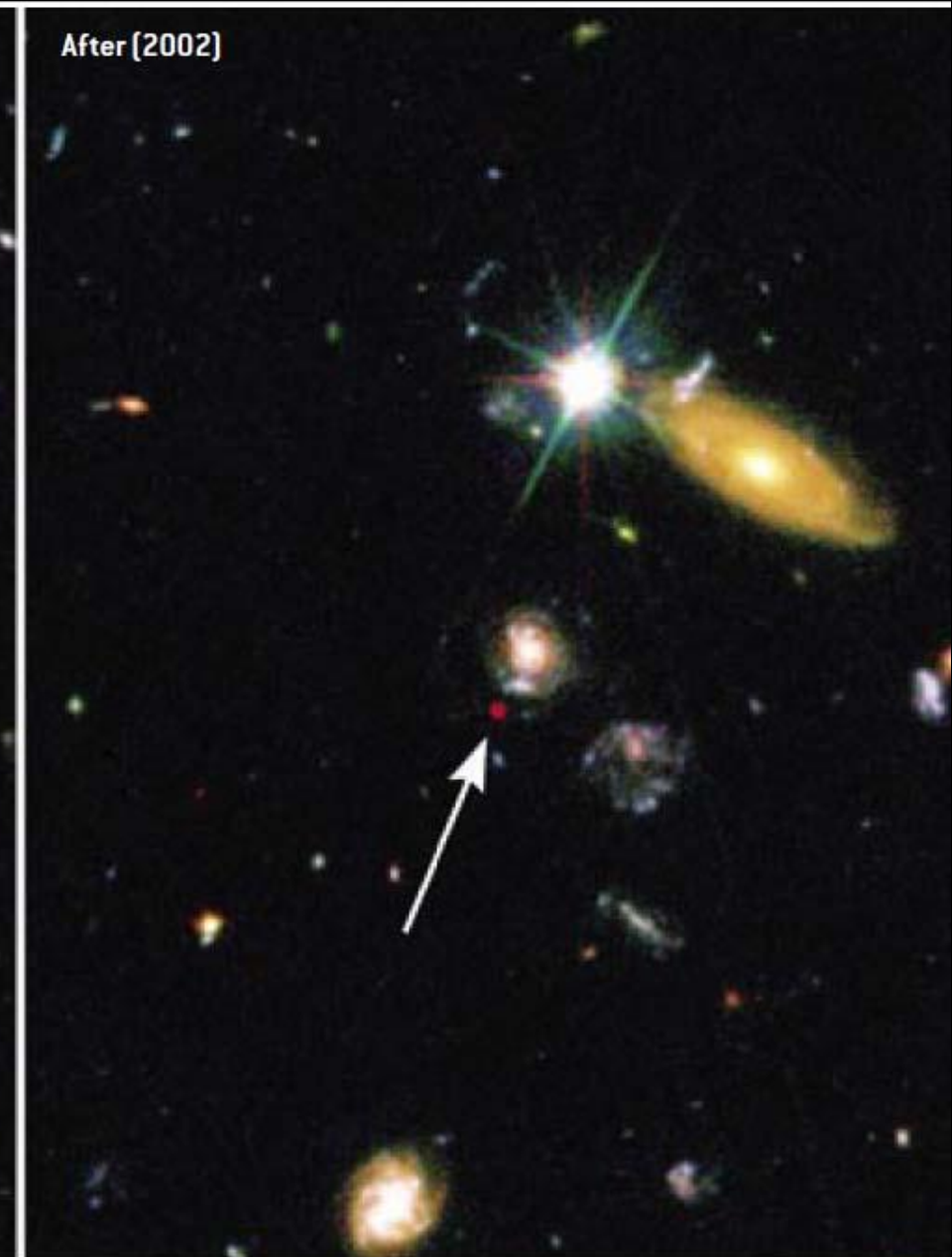
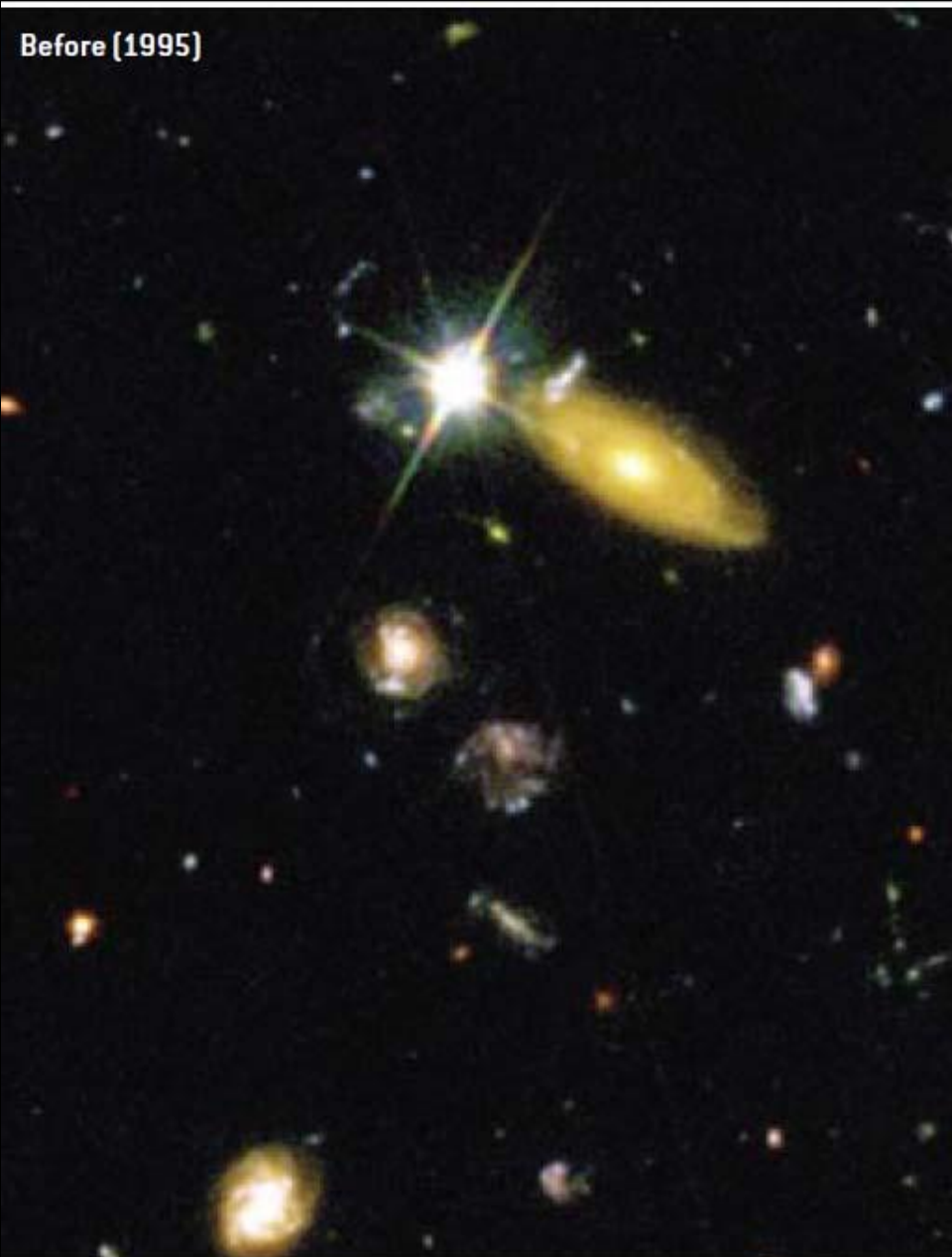


БМО



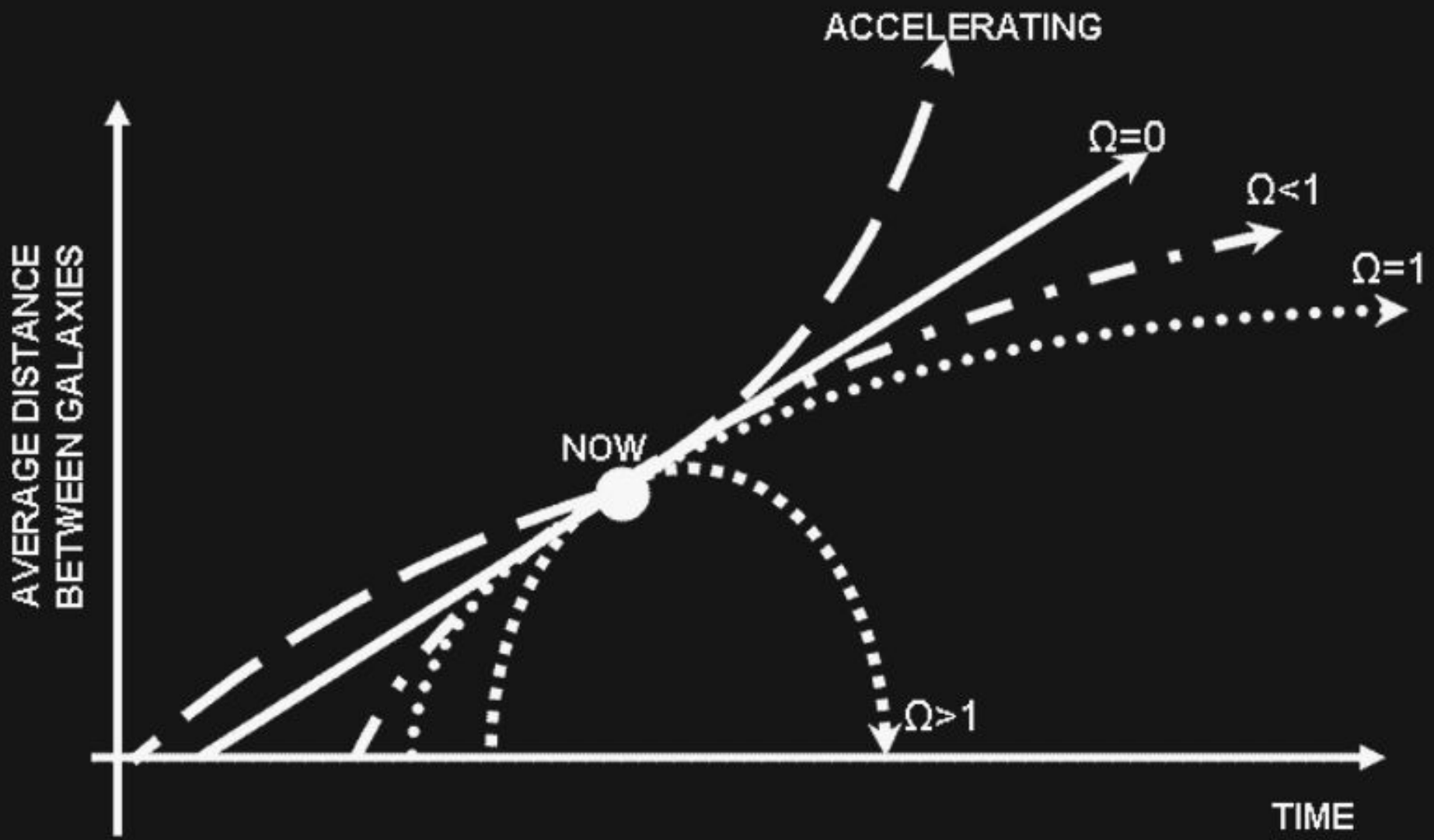
Кривая блеска сверхновой



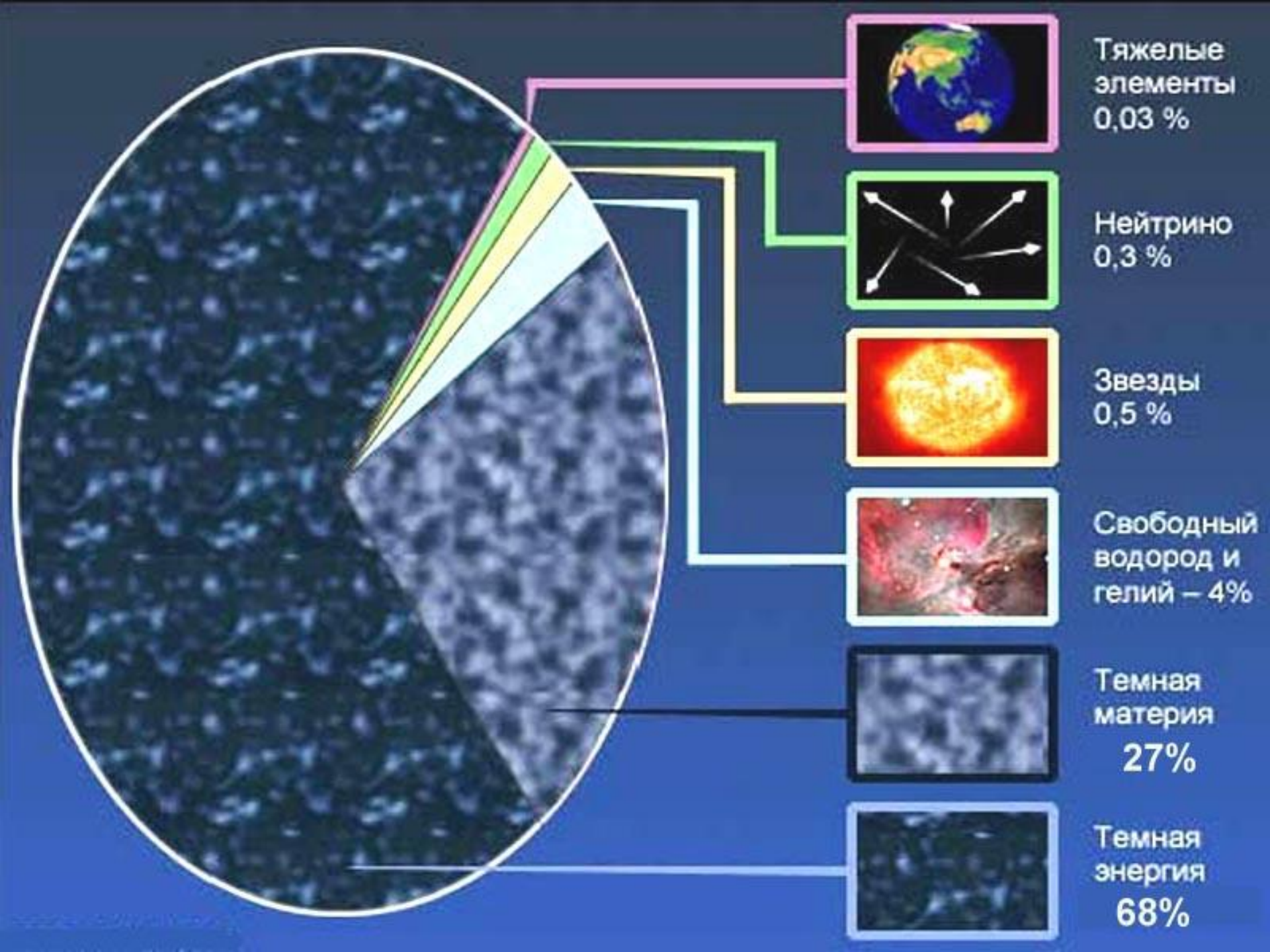


Далекая сверхновая, снятая "Хабблом"

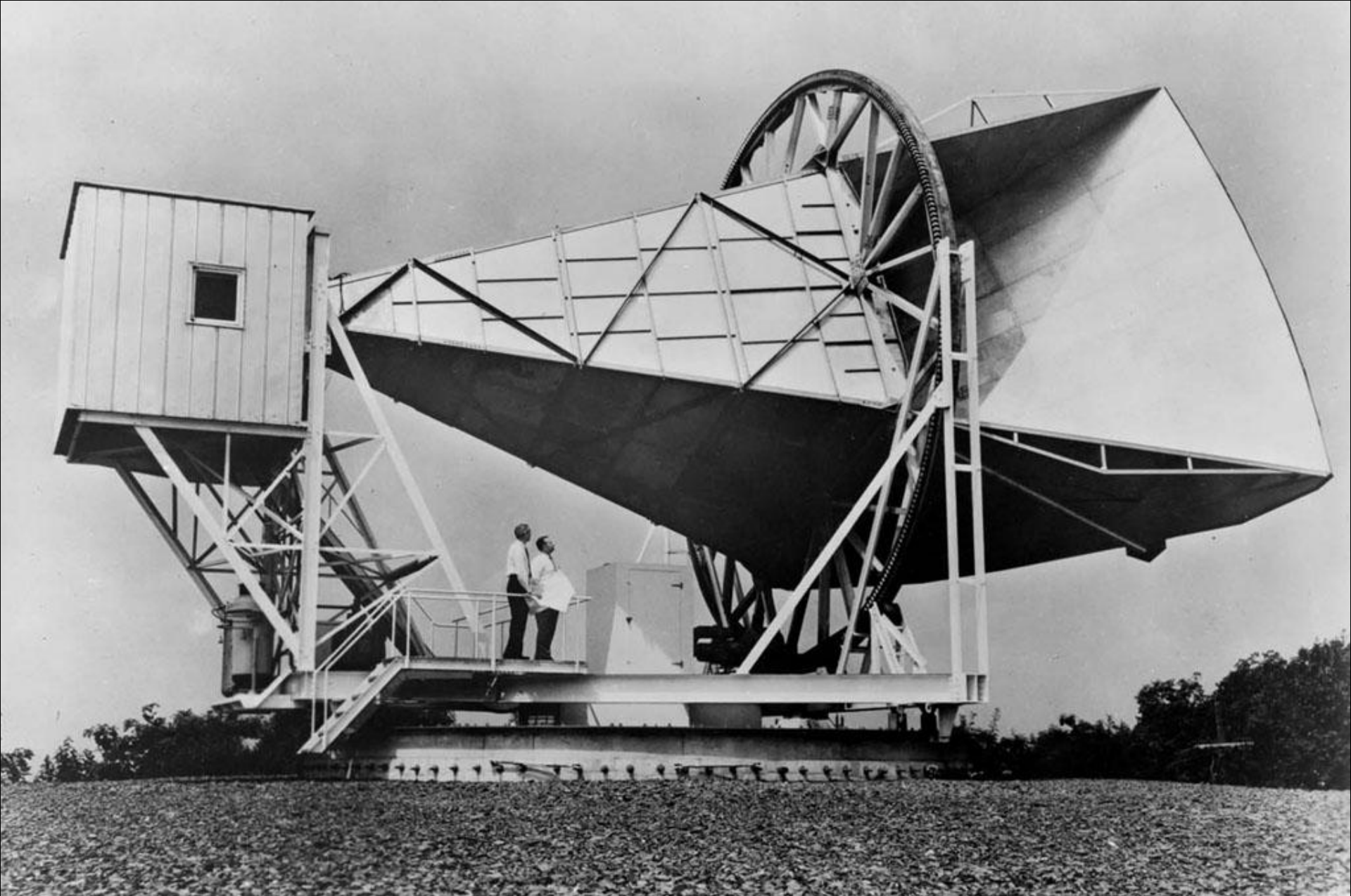
(из статьи Mario Livio, SciAm, July 2006)



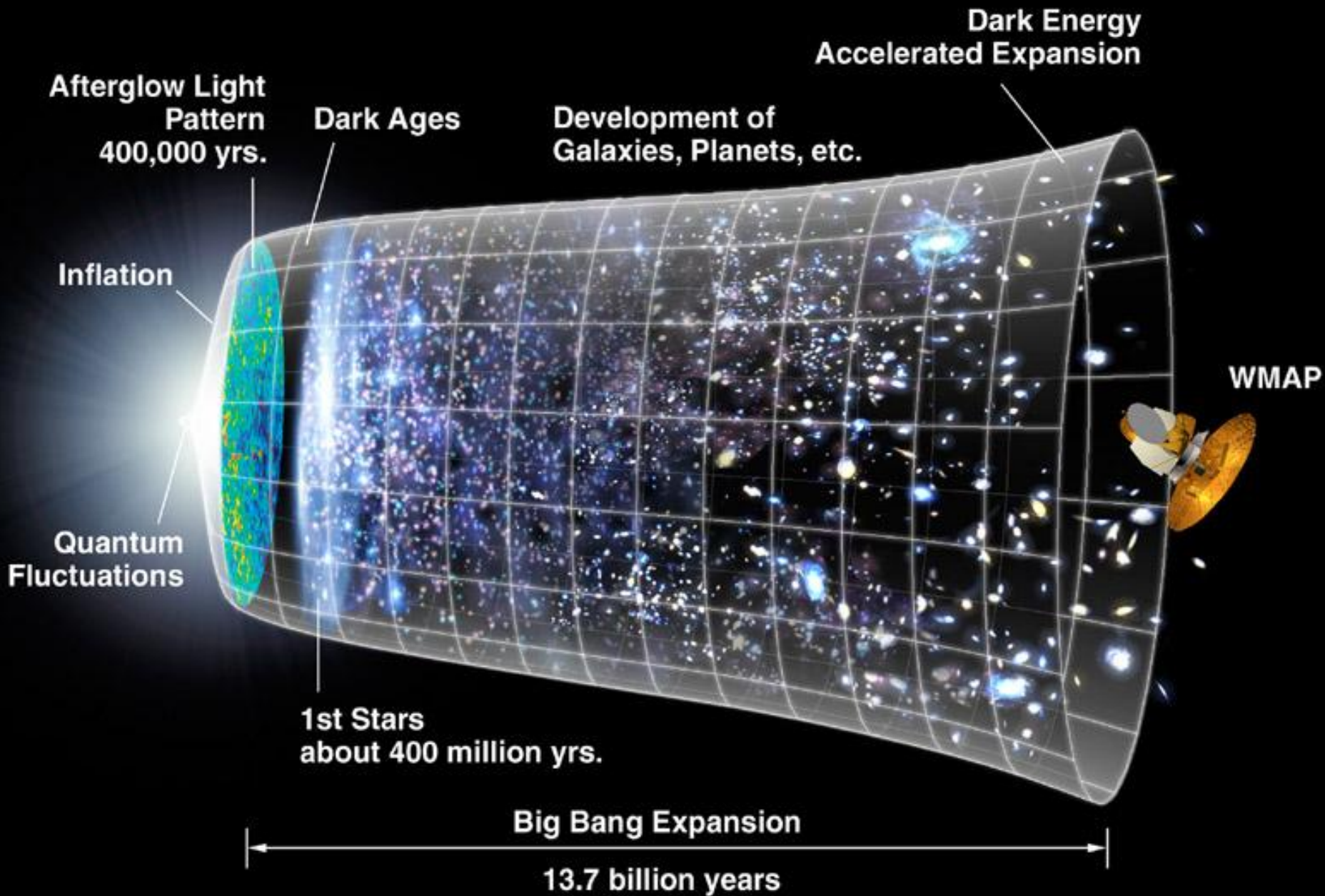
Различные сценарии эволюции Вселенной  
 $\Omega$  – средняя плотность (в единицах критической)

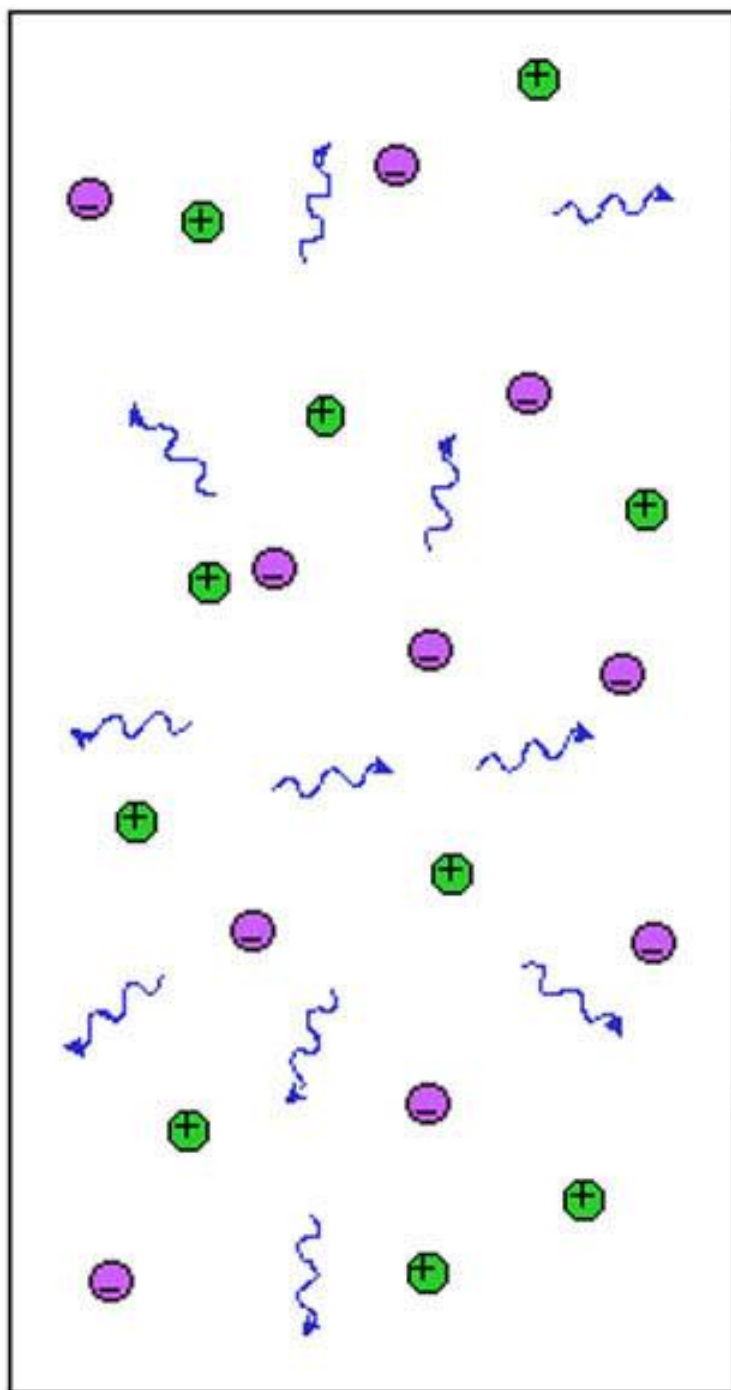






Рупорная антенна, с которой в 1965 г. было открыто реликтовое излучение Bell Labs, Holmdel, New Jersey. Арно Пензиас и Роберт Вилсон (Ноб.премия 1978)





Эпоха  
рекомбинации

Отрыв  
реликтового  
излучения  
от вещества

$T = 3000 \text{ K}$

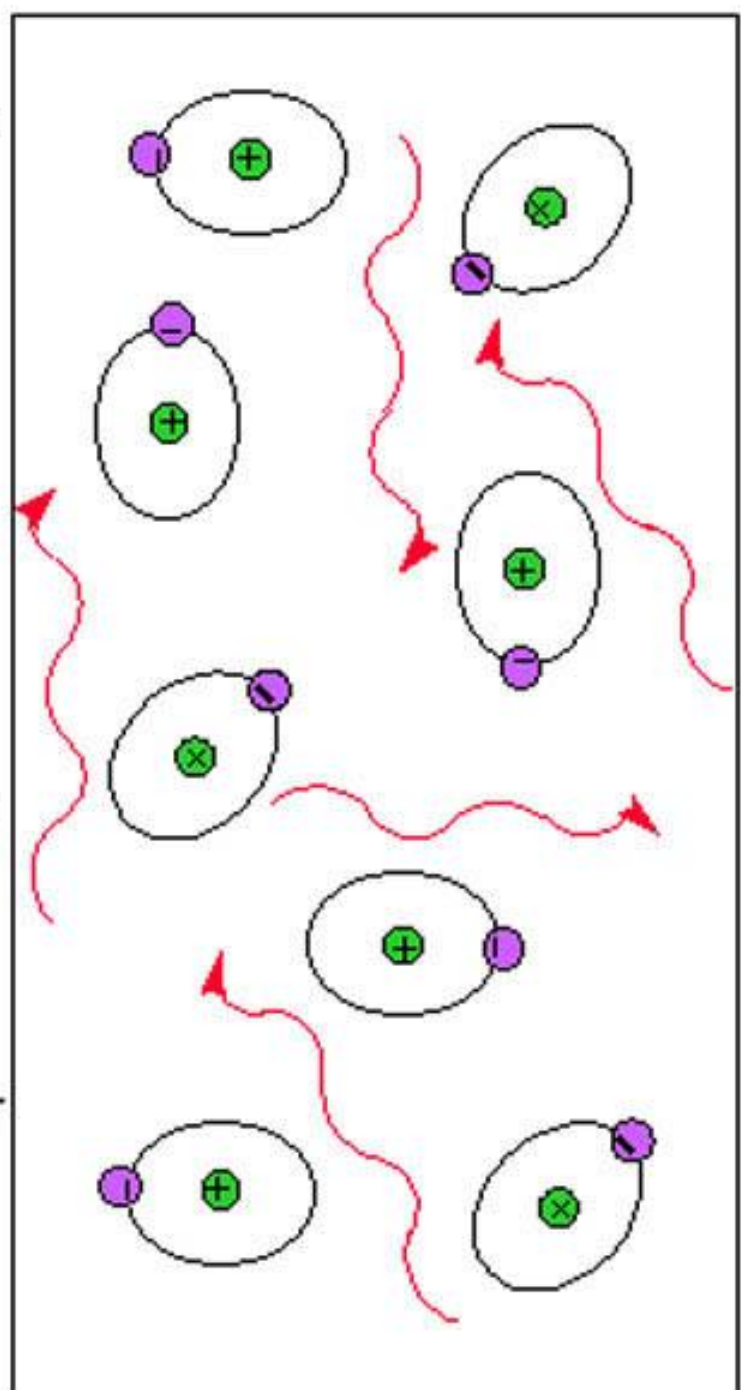
$n = 10^4 \text{ см}^{-3}$

$\rho = 10^{-20} \text{ г/см}^3$

$z = 1100$

$t = 400 \text{ тыс. лет}$

= Time  $\Rightarrow$

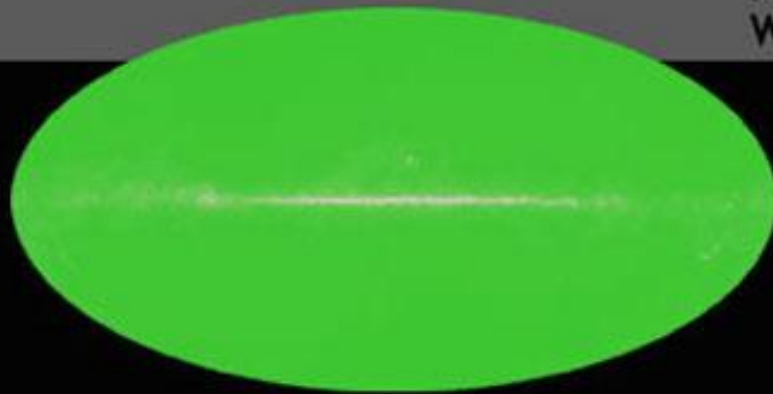




1965

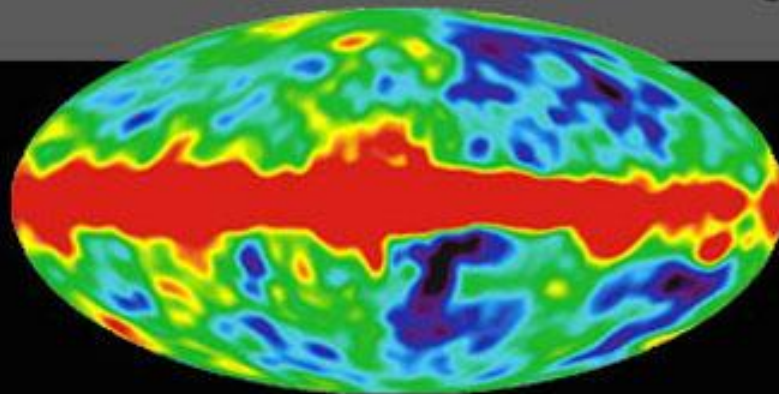


Penzias and  
Wilson



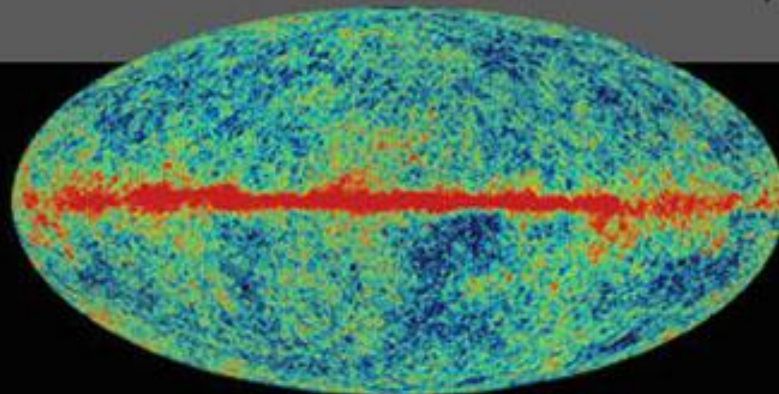
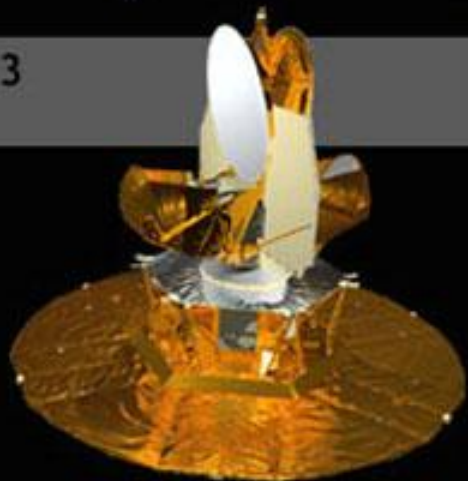
1992

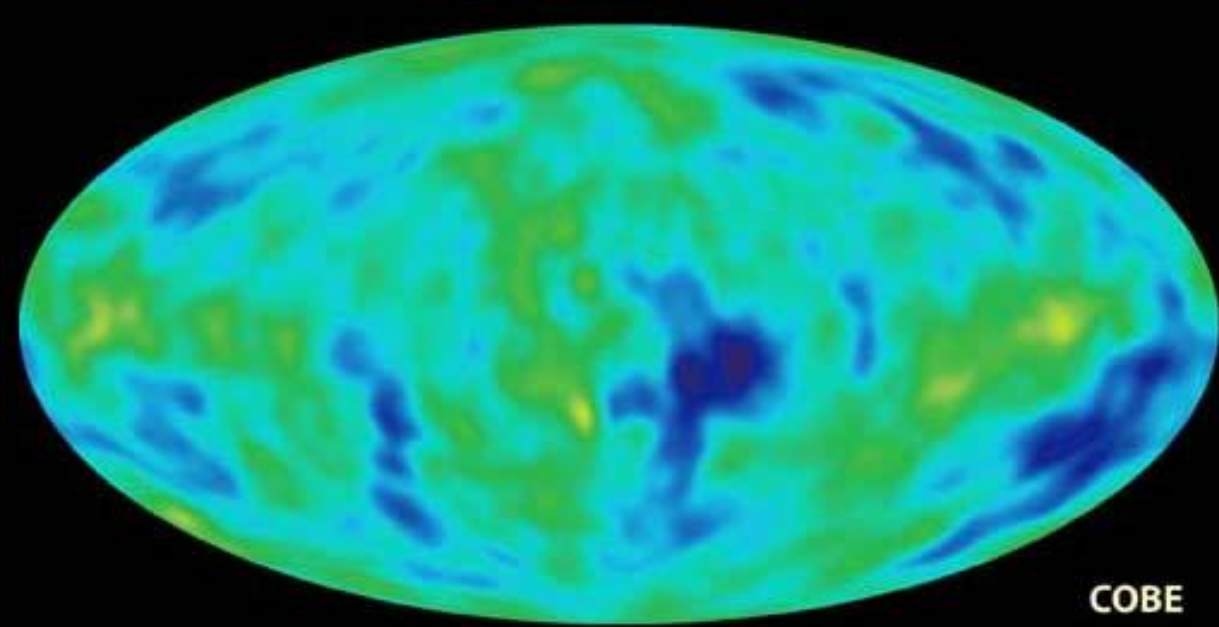
COBE



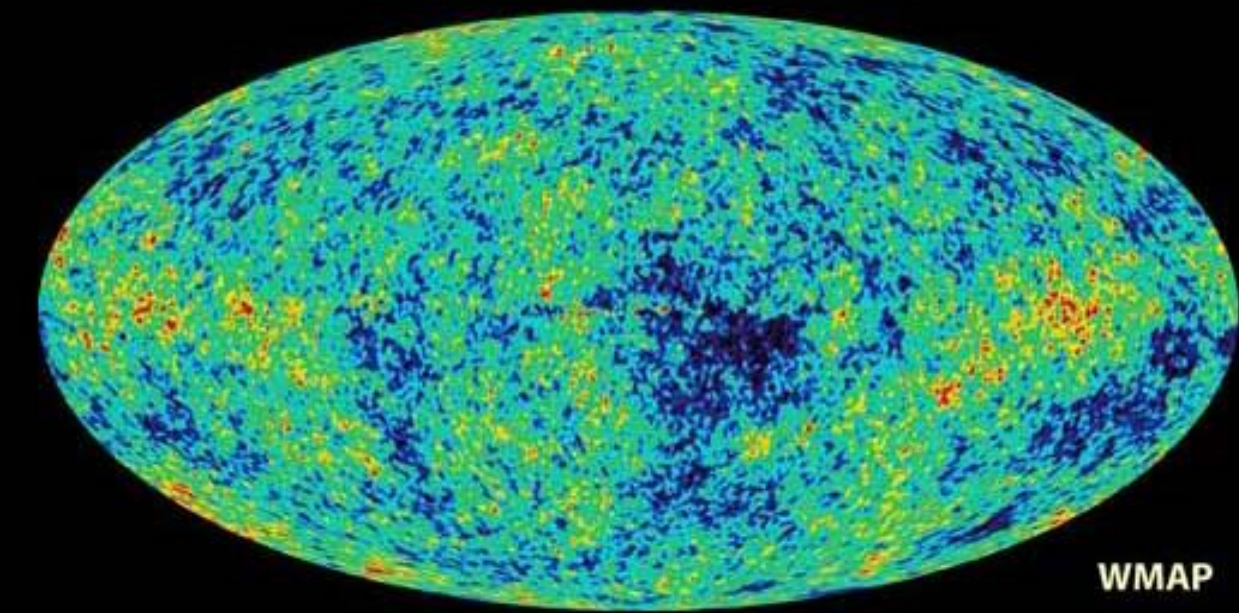
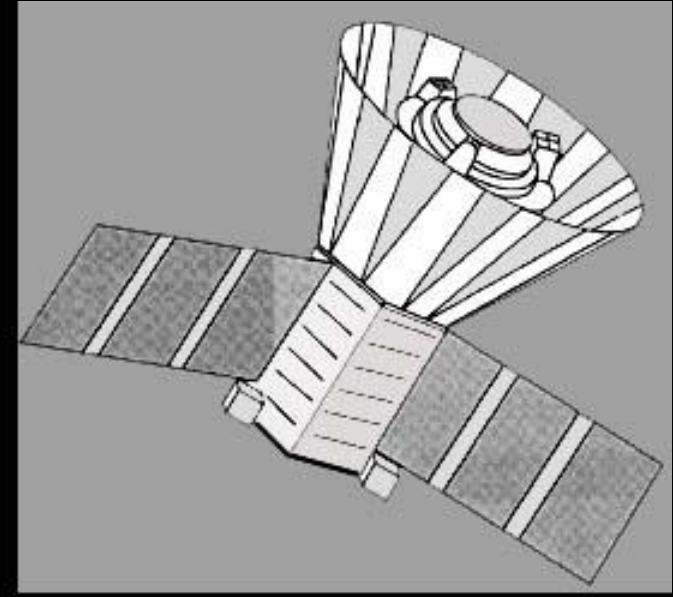
2003

WMAP

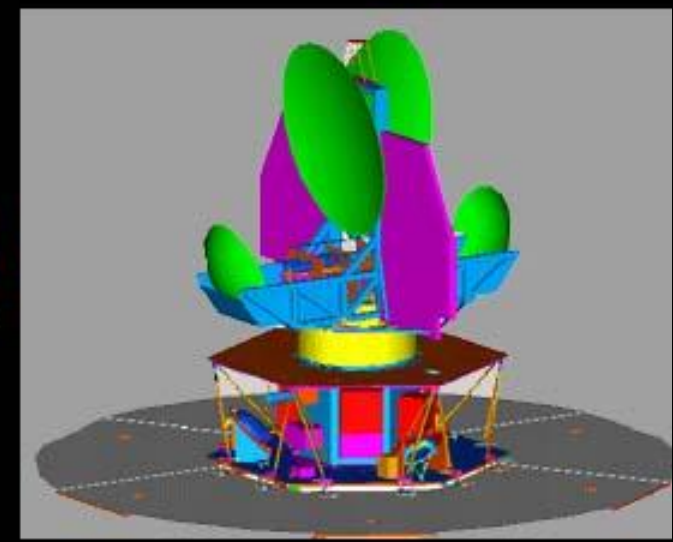




COBE

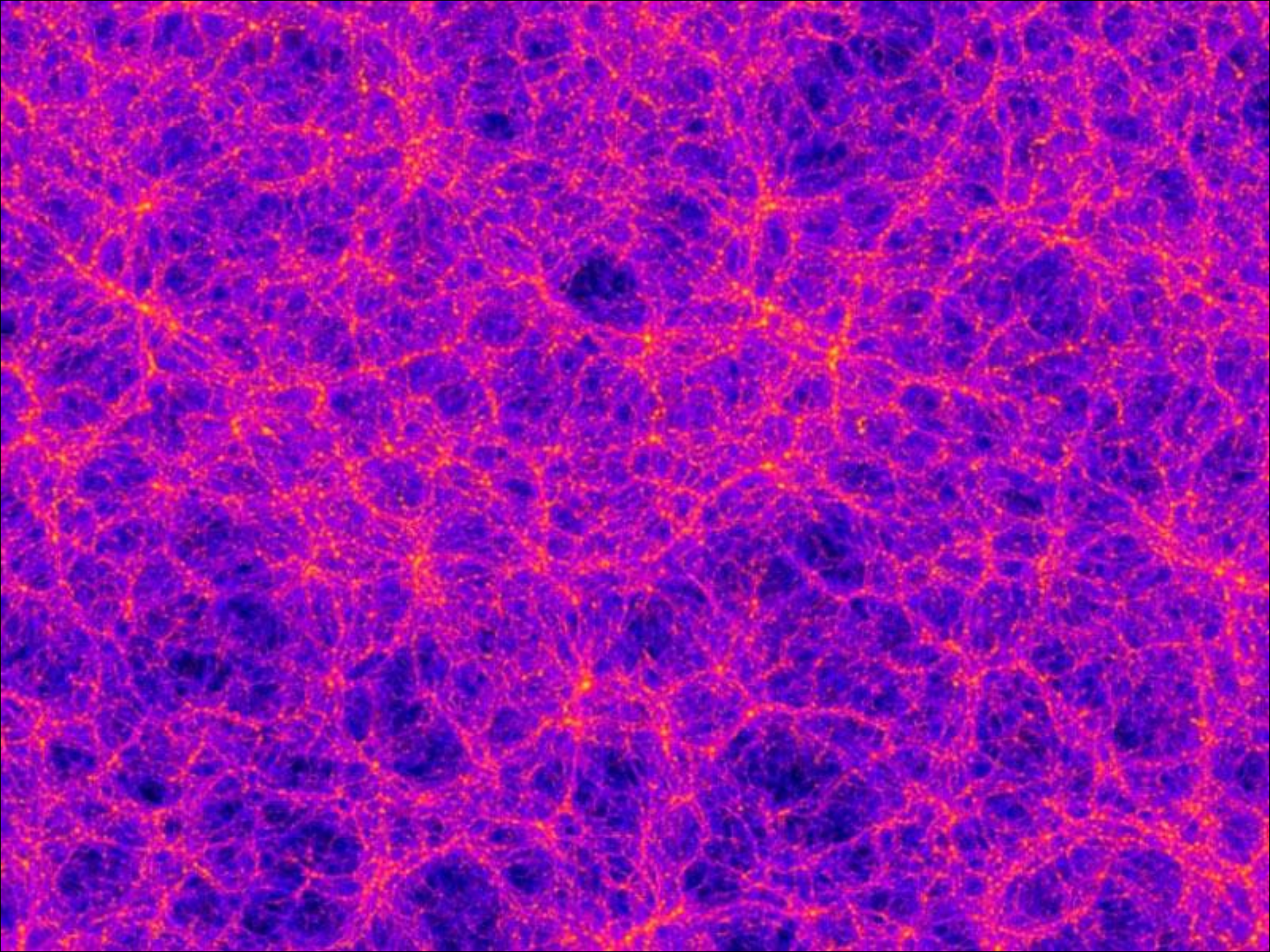


WMAP







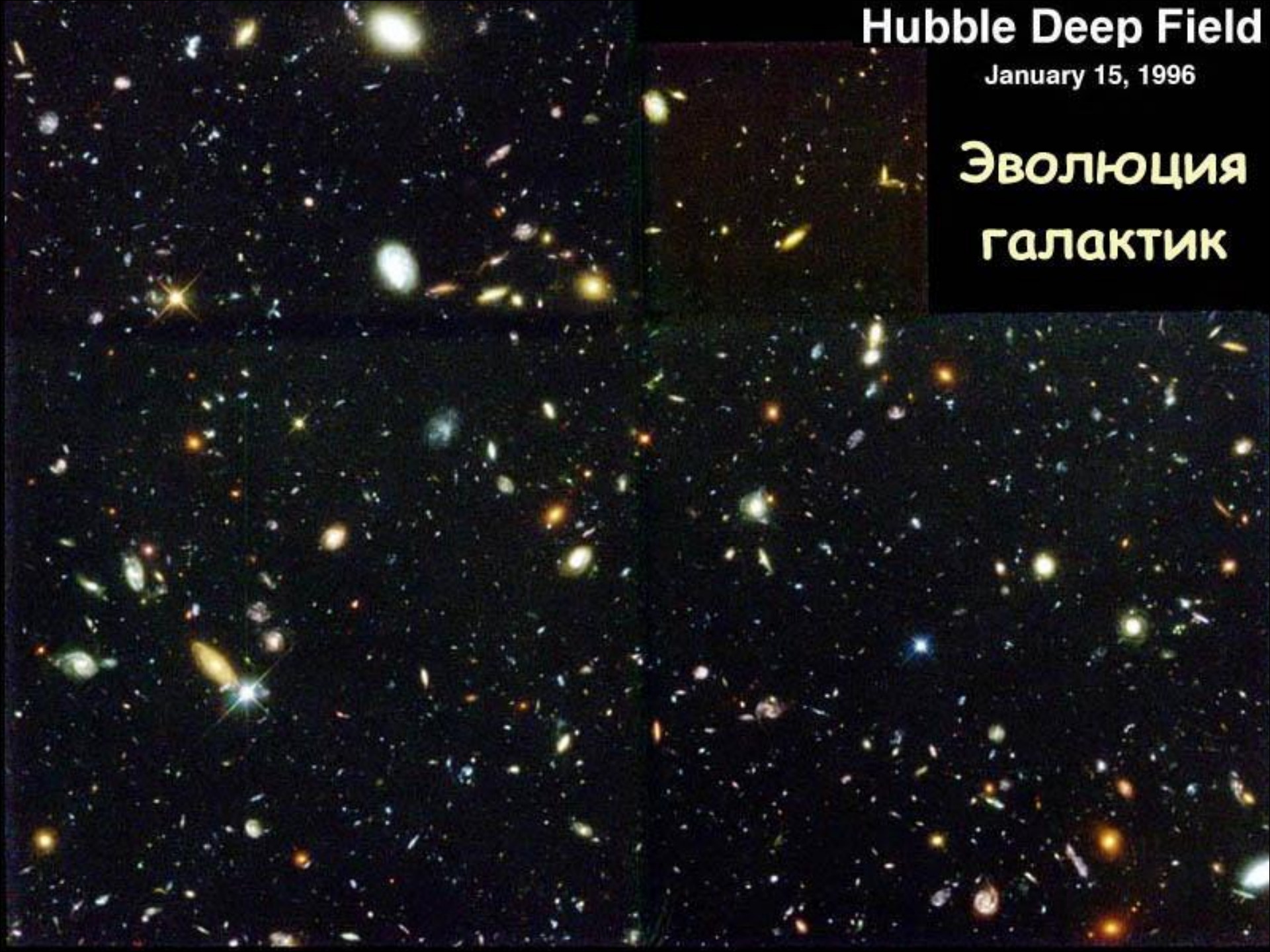




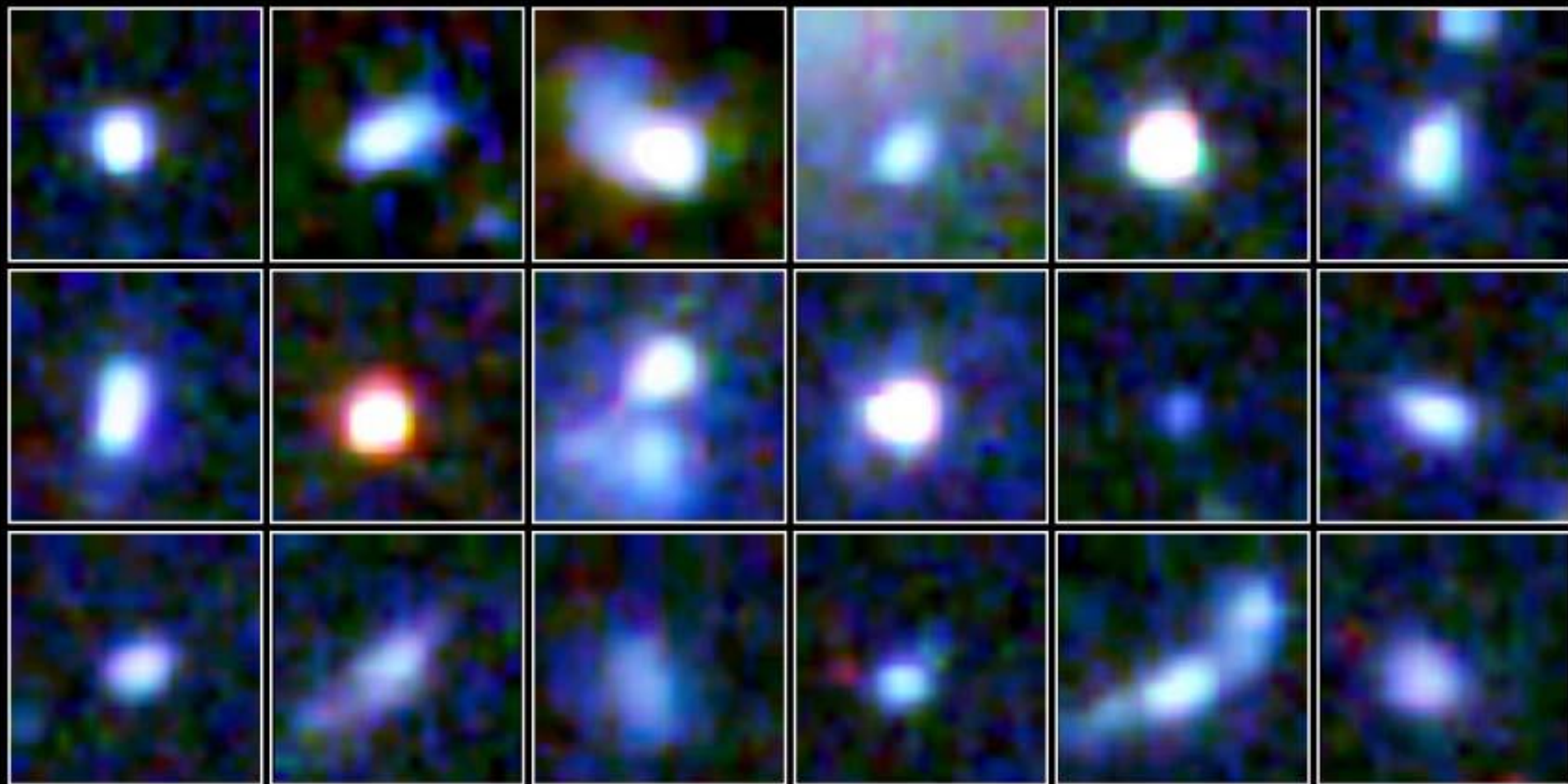
**Hubble Deep Field**

January 15, 1996

**ЭВОЛЮЦИЯ  
ГАЛАКТИК**





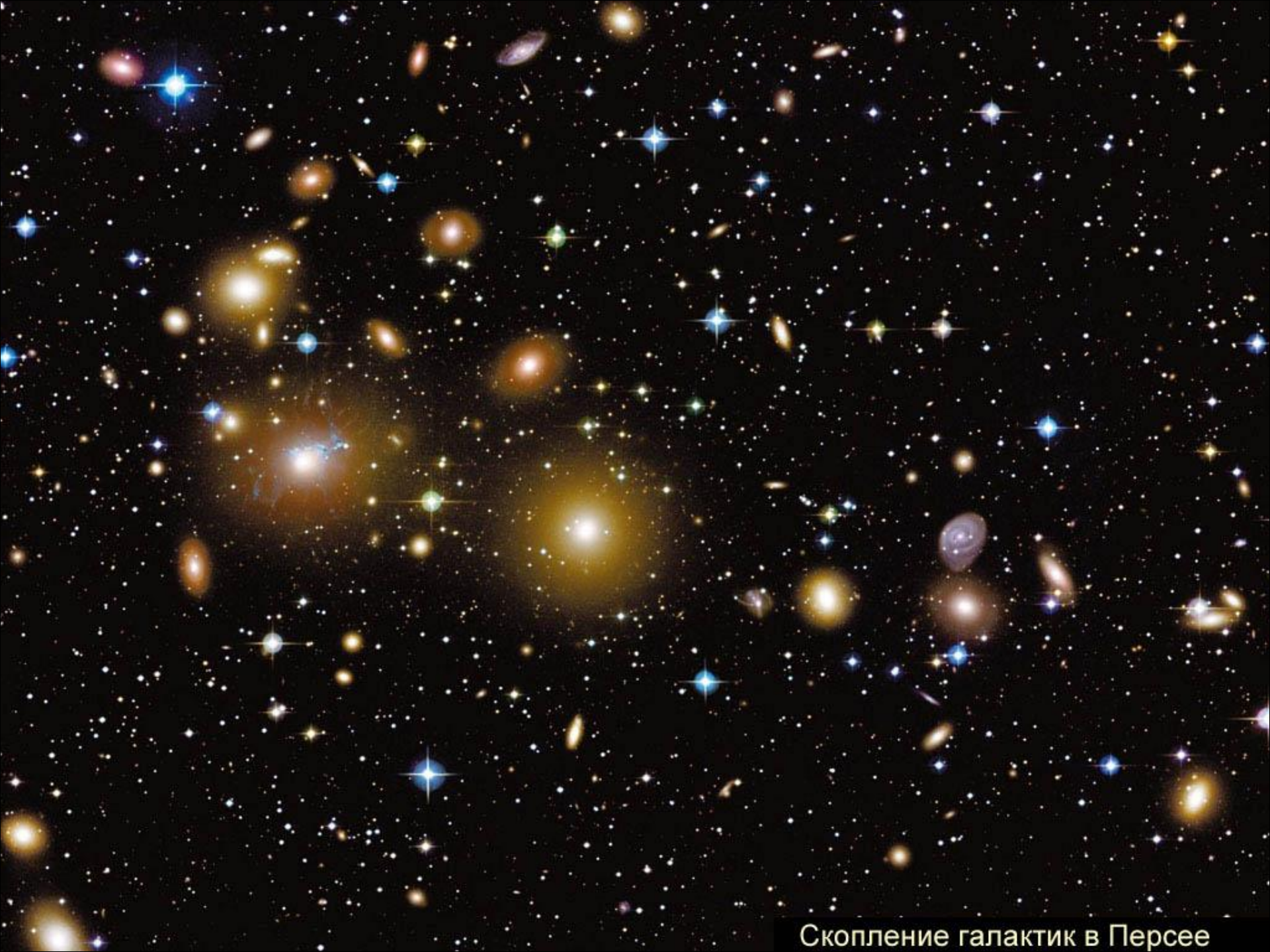


## Galaxy Building Blocks

HST · WFPC2

PRC96-29b · ST ScI OPO · September 4, 1996 · R. Windhorst (Arizona State University), NASA





Скопление галактик в Персее

# ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД





E  
S  
O

V  
L  
T

A  
n  
t  
u

1  
9  
9  
9



B  
a  
r  
n  
a  
r  
d  
  
6  
8







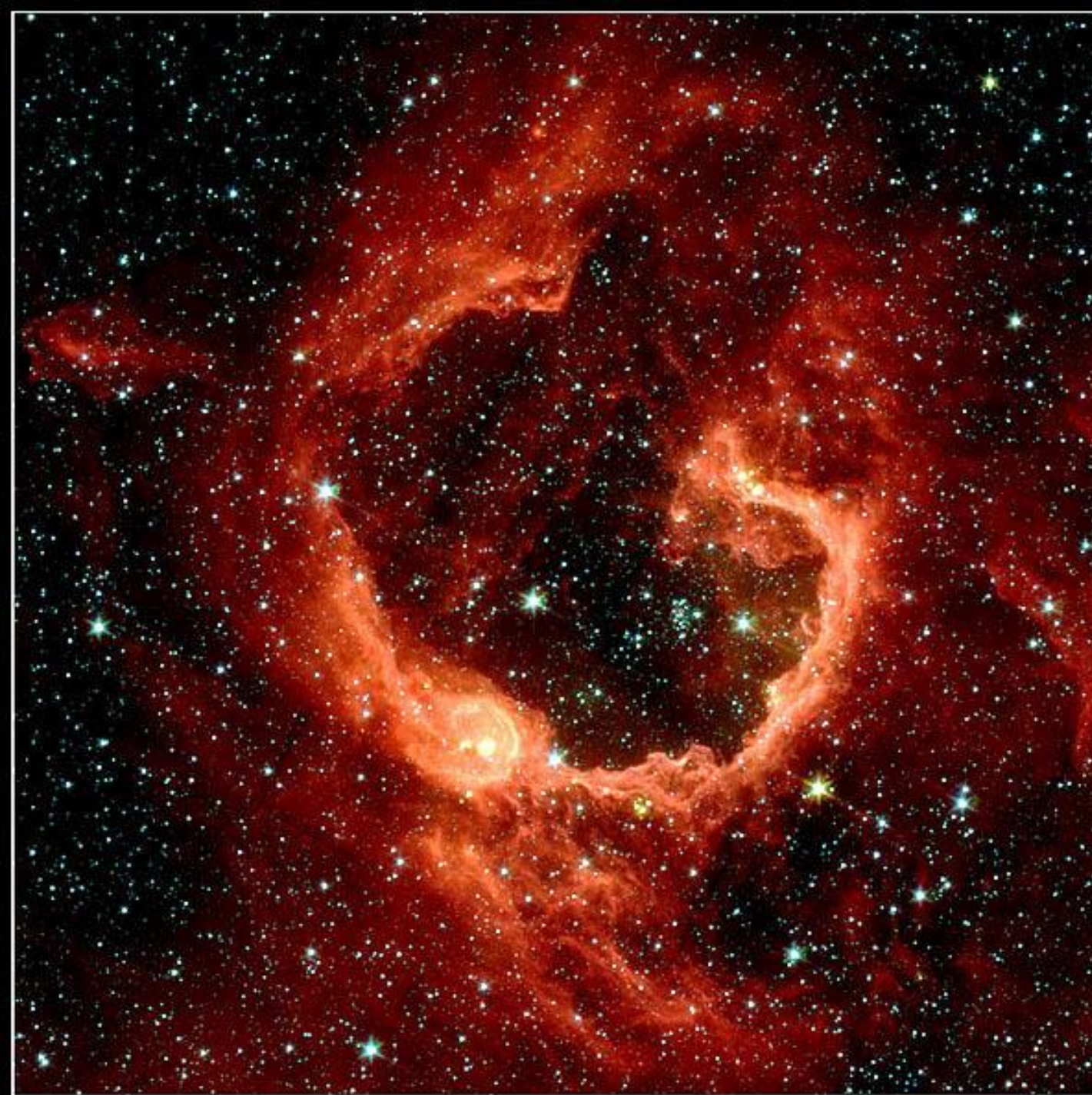




NGC 2237-9  
(Monoceros)

Rosette  
nebula





*Взаимодействие  
массивных звёзд  
с межзвёздной  
средой приводит  
к формированию  
гигантских пузырей,  
заполненных  
ионизованным  
газом (зона HII),  
с оболочкой из  
более плотного  
нейтрального  
газа (HI)*

*В этих оболочках  
может  
формироваться  
следующее  
поколение звёзд*

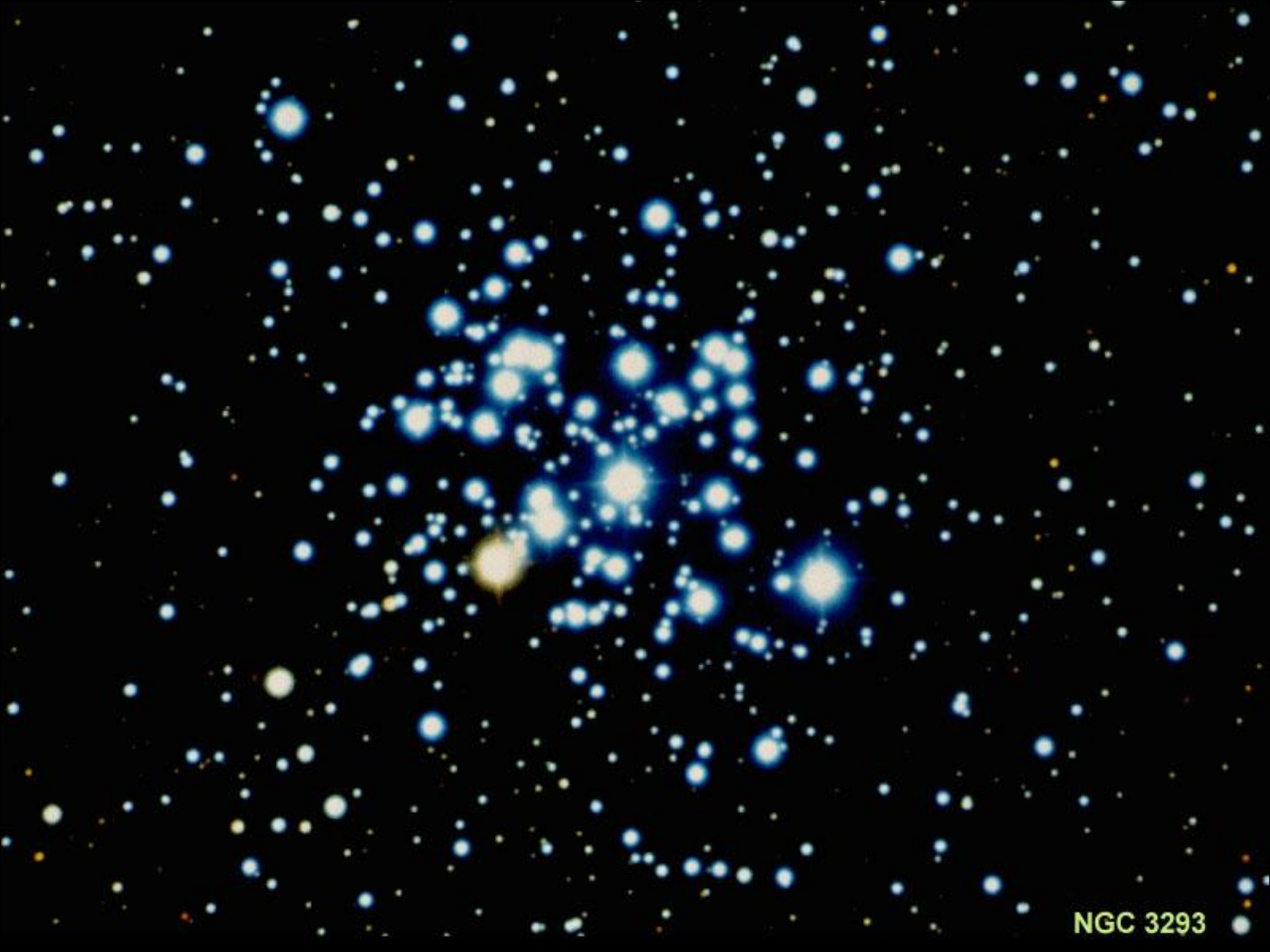
**Star-Forming "Bubble" RCW 79**

**Spitzer Space Telescope • IRAC**

NASA / JPL-Caltech /

E. Churchwell (University of Wisconsin-Madison)





NGC 3293

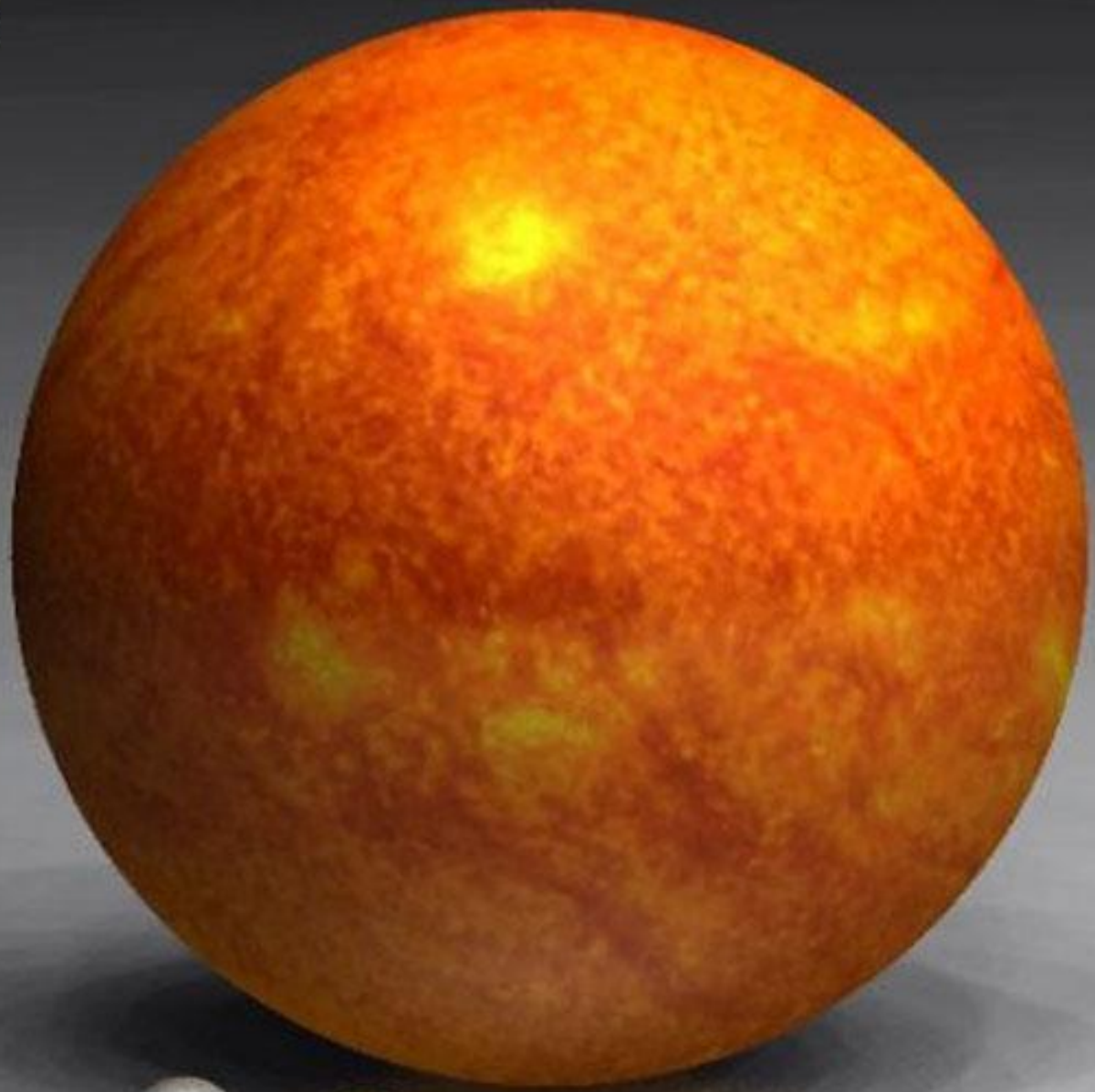
# Эволюция Солнца

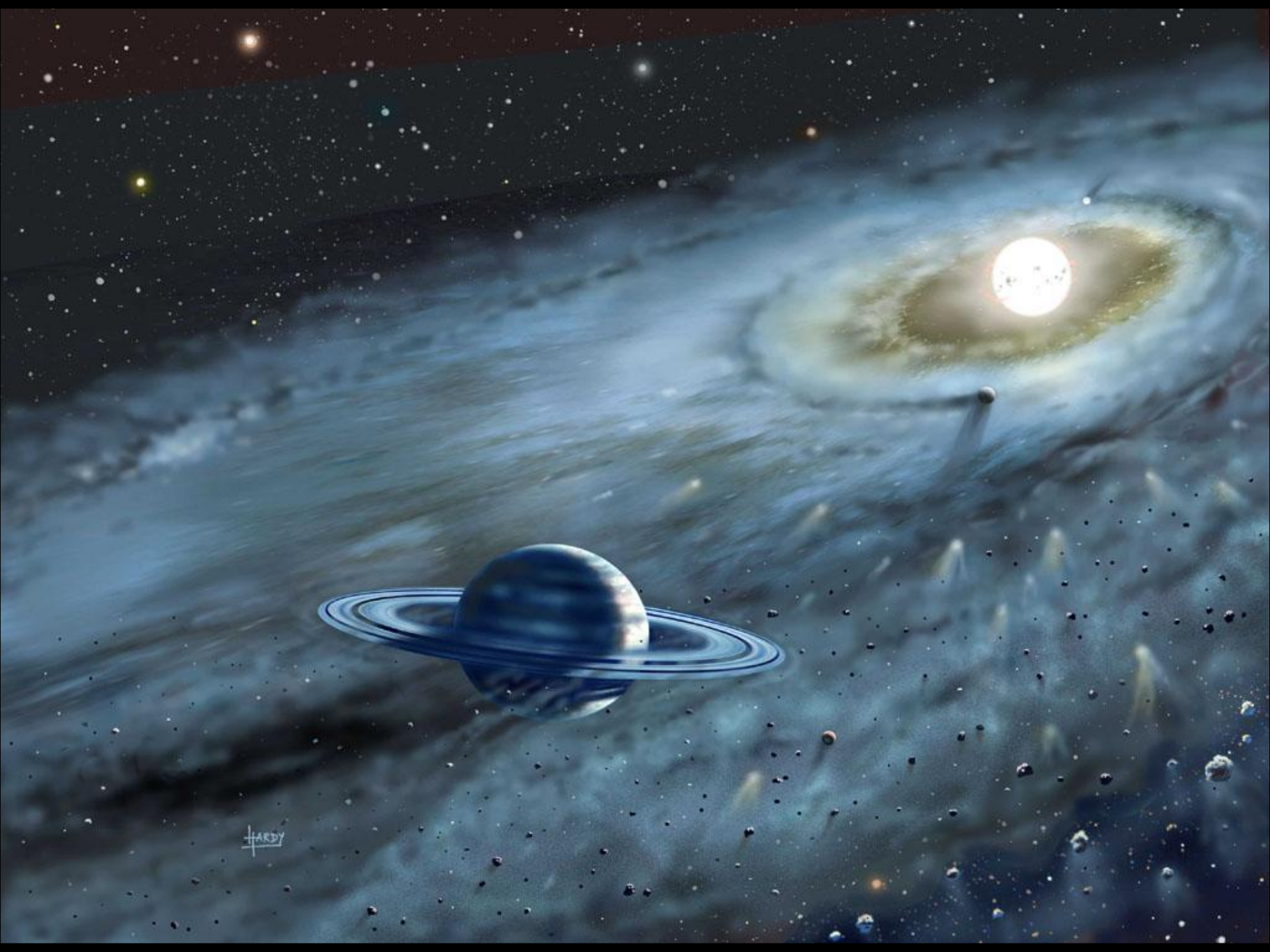






# Эволюция Солнечной системы





HARDY



# Земля

в прошлом  
3 млрд назад

сегодня

в будущем  
через 3 млрд лет

