

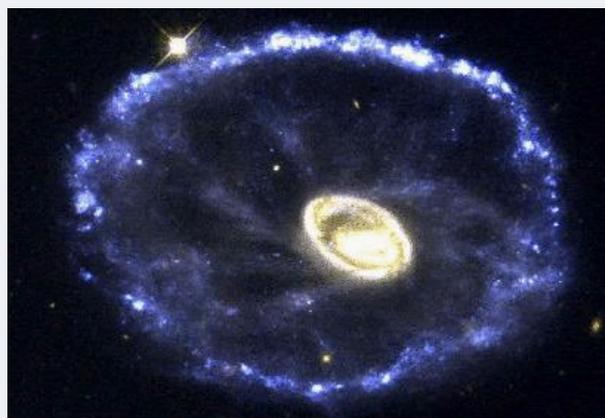
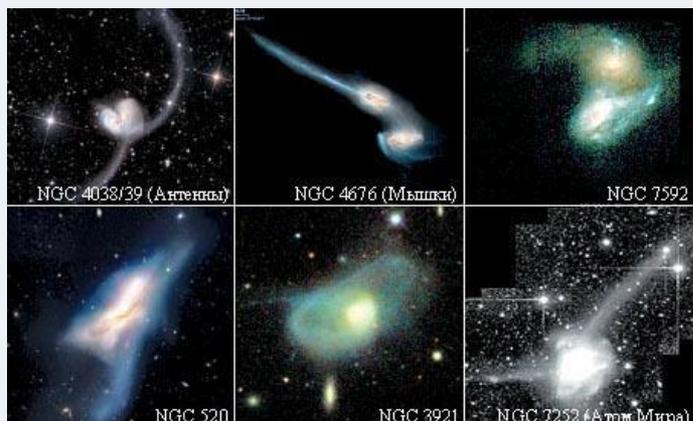
# Урок №22 Другие

## галактики

Сегодня на уроке

- Узнаем что такое квазары
- Познакомимся с законом Хаббла
- Рассмотрим основные виды галактик

*Per aspera ad astra* –  
через тернии к  
звездам!



**Astron** – звезда, светило, потос–

Домашнее задание

§26 упр. №21(1-5)



## Урок

**№** *Под галактиками понимают гигантские гравитационно-связанные системы звёзд и межзвёздного вещества, расположенные вне нашей Галактики*



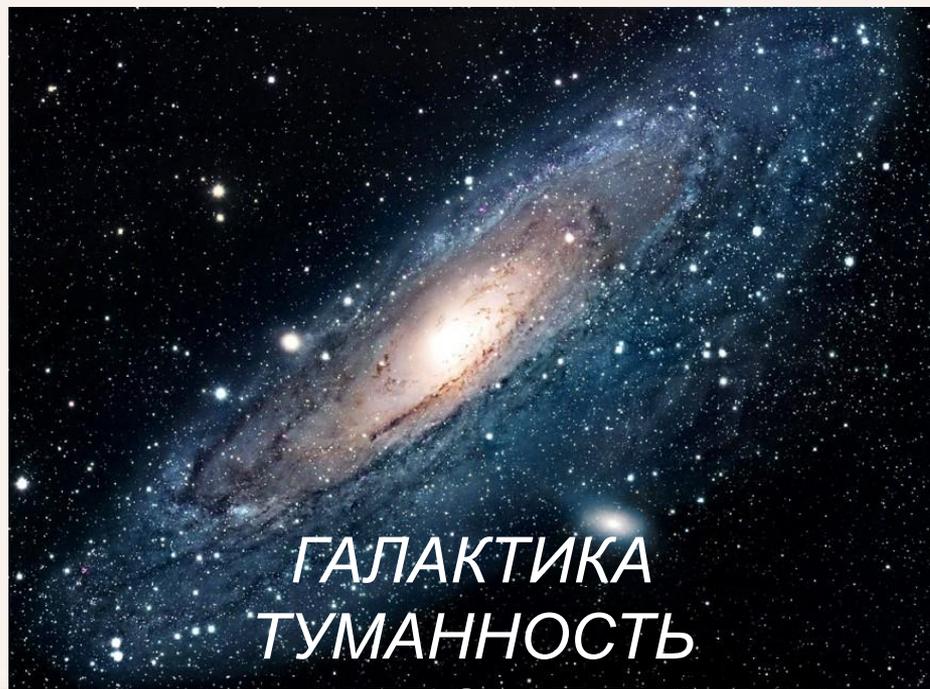
ГАЛАКТИКА  
МЕДУЗА



ГАЛАКТИКА  
ВЕРТУШКА

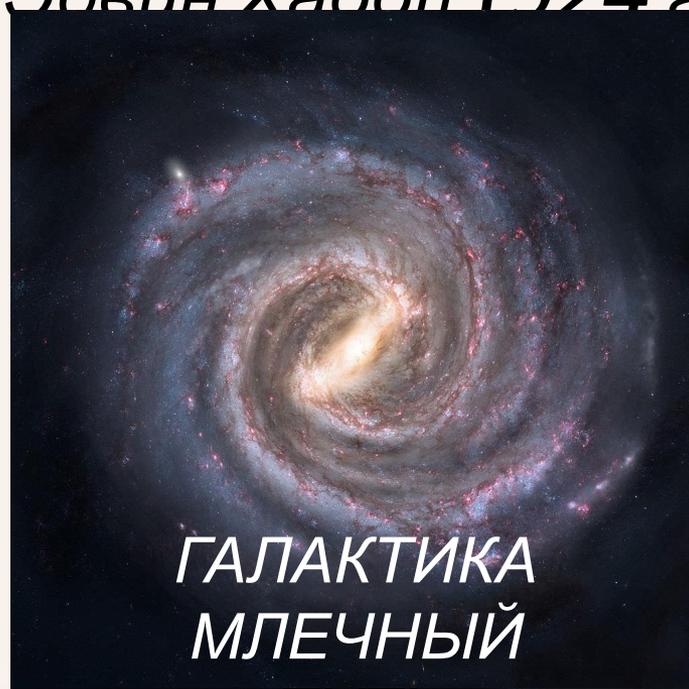
## Урок

**Туманность Андромеды** находится от нас на расстоянии более двух миллионов световых лет и представляет собой систему из огромного числа звёзд



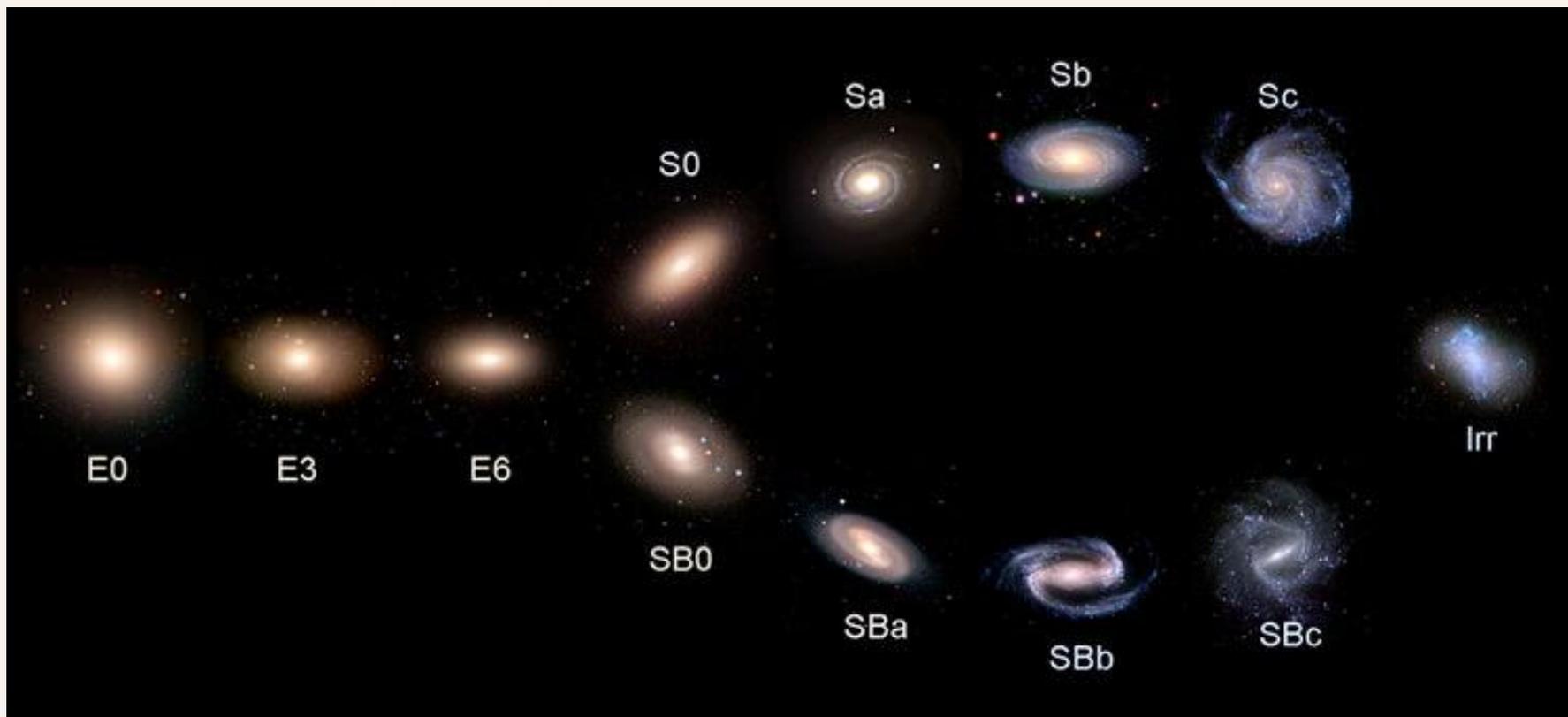
ГАЛАКТИКА  
ТУМАННОСТЬ  
АНДРОМЕДЫ

Эдвин Хаббл 1924 г



ГАЛАКТИКА  
МЛЕЧНЫЙ  
ПУТЬ

В 1920-х годах Эдвин Хаббл классифицировал галактики. Типов галактик немного - основных 4, с некоторыми дополнениями 6



**Наша Галактика** - спиральная галактика с  
перемычкой

# Классификация галактик Хаббла

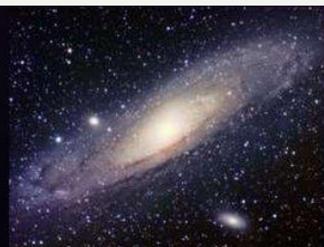
Неправильные (Irr)

от англ. irregular – неправильный, несимметричный)

Эллиптические  
(E)

Спиральные  
(S)

Линзовидные  
(SO)



эллиптические



линзовидные



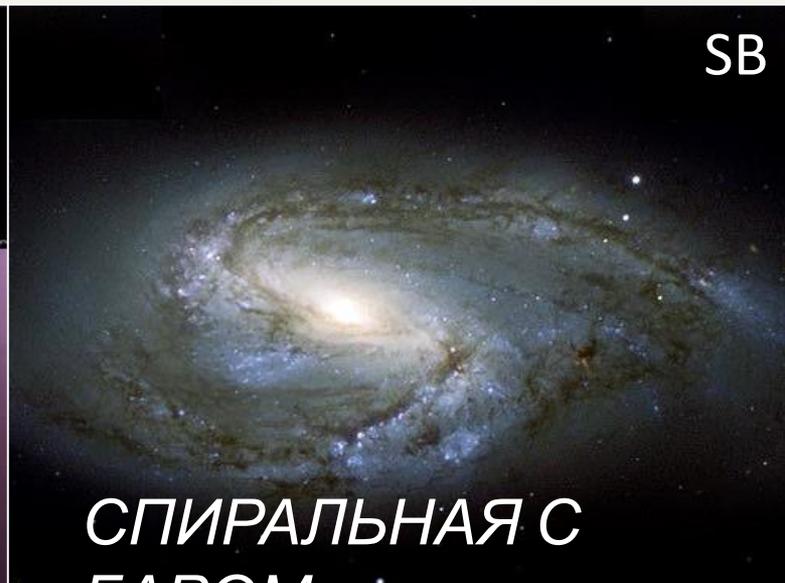
обычные спиральные



пересеченные спиральные



неправильные



СПИРАЛЬНАЯ С  
БАРОМ

## Урок

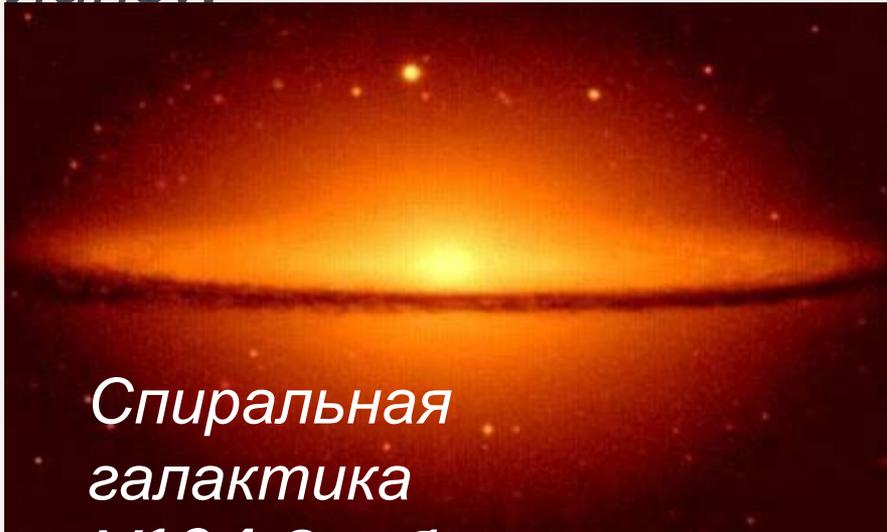
**Эллиптические галактики** имеют форму овала. У них отсутствует центральное яркое ядро



**Эллиптические галактики** составляют меньше 15% от общего числа всех галактик. В них отсутствует звездообразование, состоят преимущественно из красных гигантов, желтых и белых карликов

## Урок

**№** *Спиральные галактики* по внешнему виду напоминают чечевицу или двояковыпуклую линзу.



Спиральная  
галактика

*M104 Сомbrero*



Спиральные галактики принято обозначать буквой *S*, они разделяются на 4 подгруппы: *Sa*, *So*, *Sc* и *Sb*

*Sb* – спиральная галактика с баром (перемычкой)

## Урок

**№** *Спиральные галактики* имеют небольшой **балдж** и выраженные **спиральные рукава**, за что и получили своё название. Считается, что спиральные галактики составляют примерно



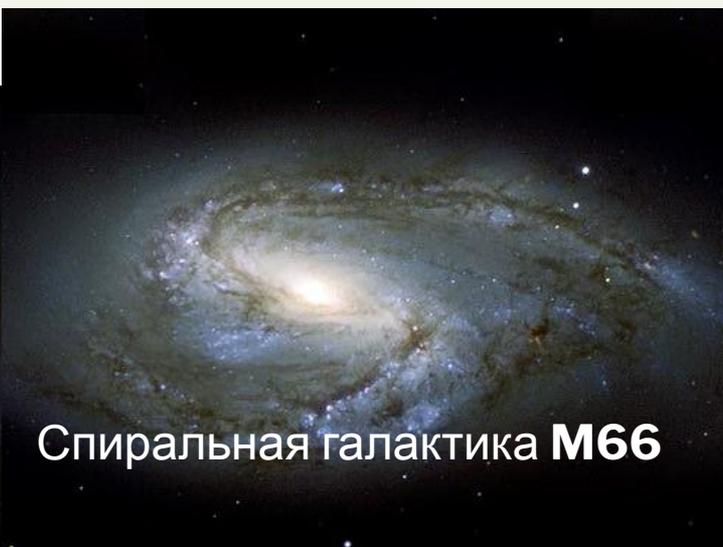
«Ветви» или «рукава» спиральных галактик имеют много молодых гигантских звёзд. Здесь идут процессы активного звёздообразования

## Урок

**№** *Спиральные галактики с баром* (или ещё их называют «с перемычкой») относятся к типу спиральных галактик, но содержат так называемую «перемычку». Спиральные ветви (рукава) расходятся от перемычек.



Спиральная галактика **M81**  
в созвездии Большая  
Медведица



Спиральная галактика **M66**

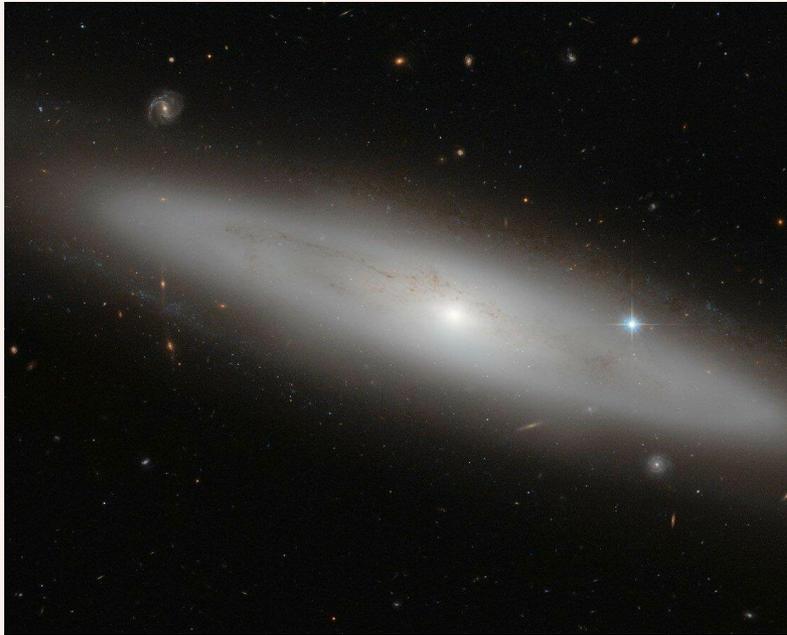
В обычных спиральных галактиках ветки расходятся от самого ядра

Урок  
№

10  
класс



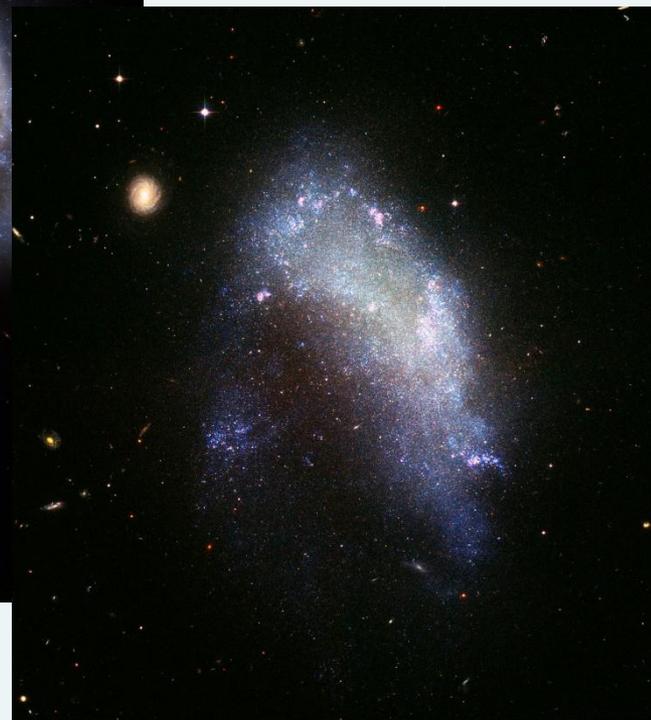
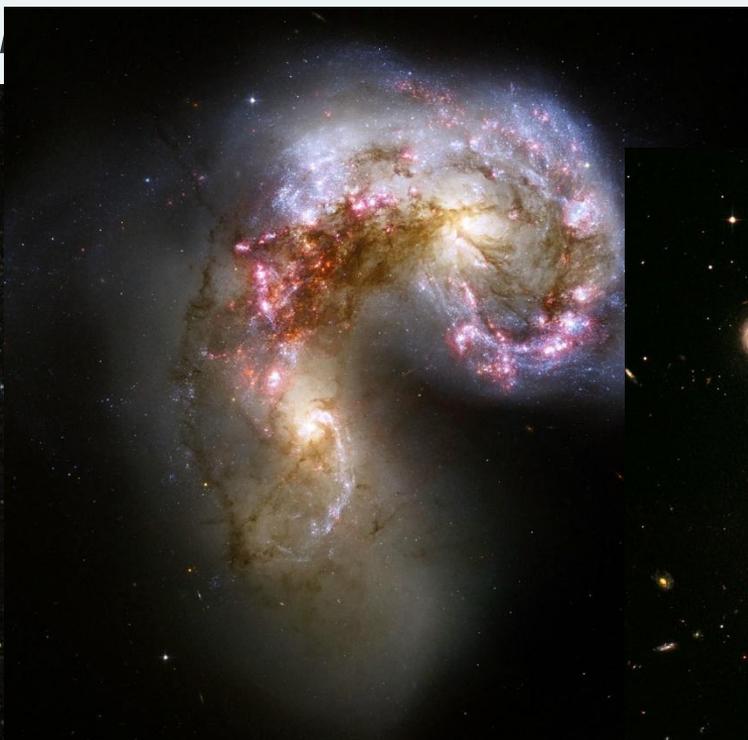
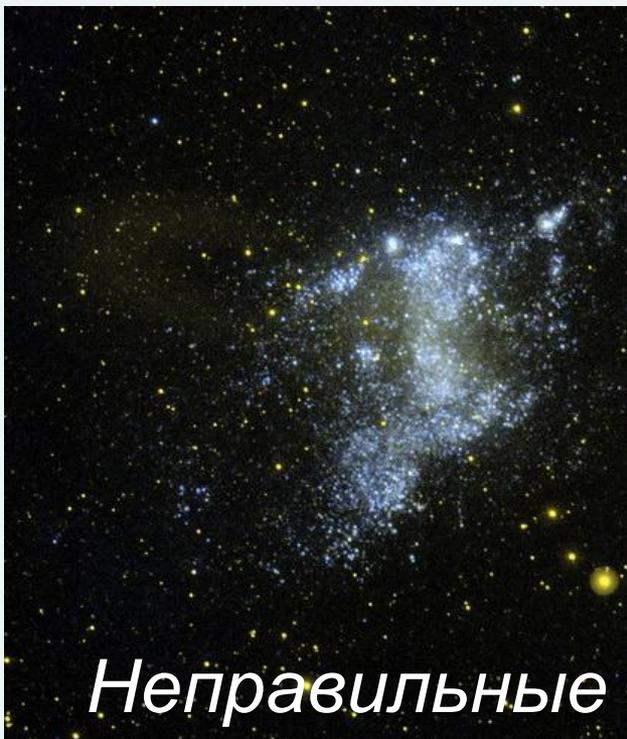
Промежуточным типом между спиральными и эллиптическими галактиками являются **линзовидные** (или линзообразные) галактики.



Линзовидные галактики имеют диск и гало, но не имеют спиральных ветвей

## Урок

**№** *Неправильные галактики* не обладают какой-то ярко выраженной формой. Имеют «рваную» структуру, ядро



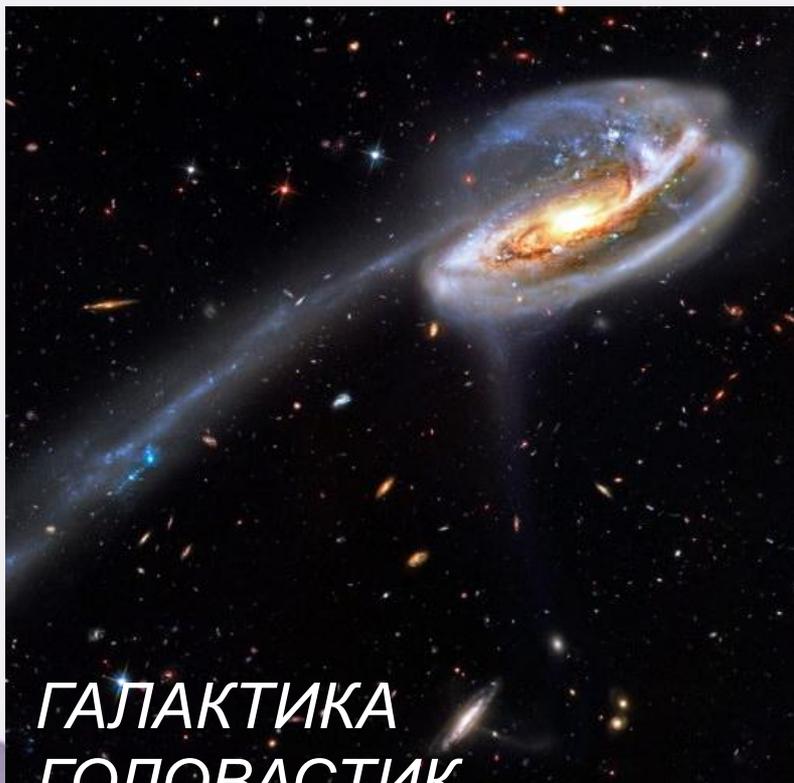
*Неправильные*

(Irr)

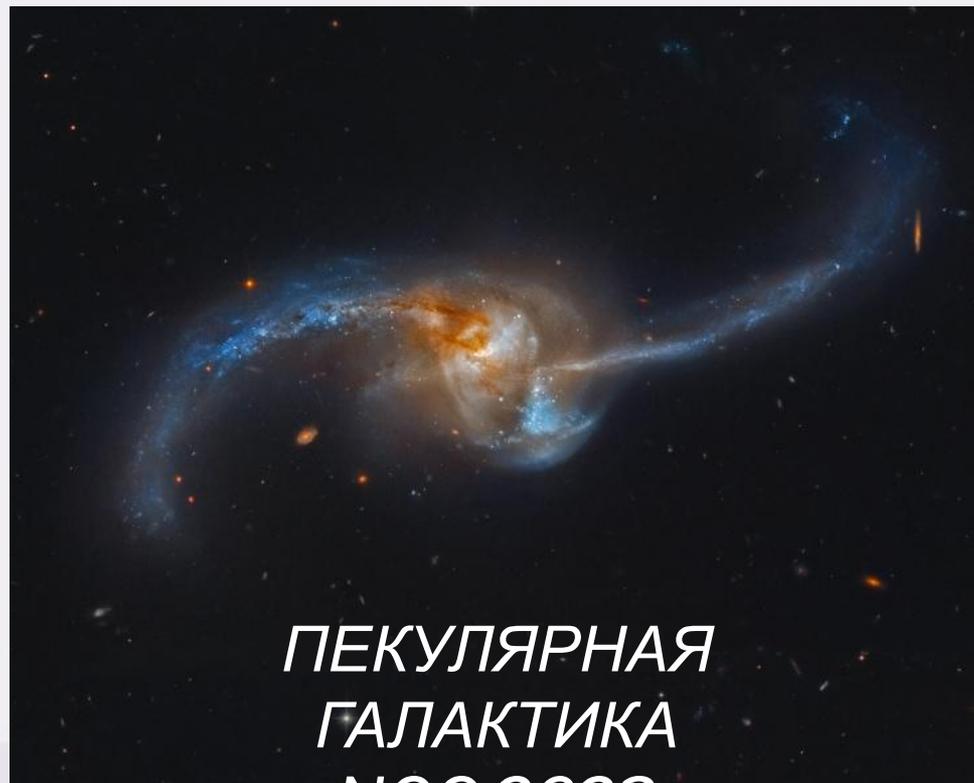
Данный тип имеют не больше 5% от общего числа галактик.

## Урок

**Пекулярная галактика** — это галактика, которую невозможно отнести к определенному классу, поскольку она обладает ярко выраженными индивидуальными особенностями.



ГАЛАКТИКА  
ГОЛОВАСТИК



ПЕКУЛЯРНАЯ  
ГАЛАКТИКА  
NGC 2623

# Галактики, как и звезды образуют пары, группы или скопления



**Местная группа галактик** — гравитационно связанная группа галактик, включающая Млечный Путь, галактику Андромеды (M31) и галактику Треугольника (M33).

## Урок

### № *Сверхгигантское скопление галактик*

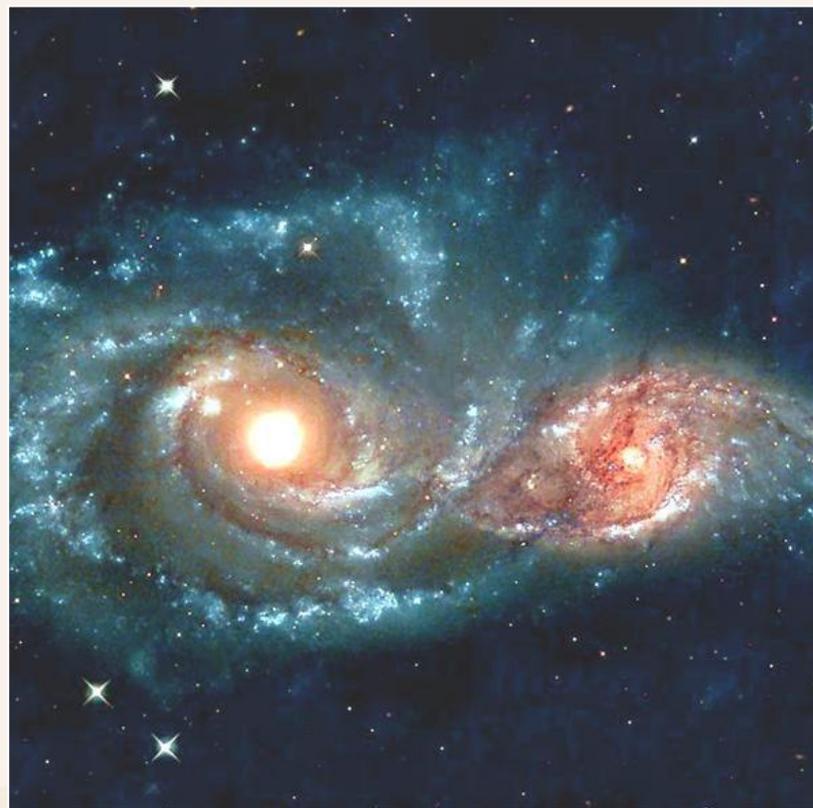
Скопление расположено на расстоянии примерно **12,4** миллиарда световых лет от Земли.

За то время, которое свет от скопления шел до Земли,

оно могло вырасти еще в несколько раз.



**№** Столкновение Млечного Пути и галактики Андромеды (М31), двух крупнейших галактик в Местной группе, случится приблизительно через четыре миллиарда лет



№  
Все галактики имеют **красное смещение**, значит,  
галактики разбегаются!



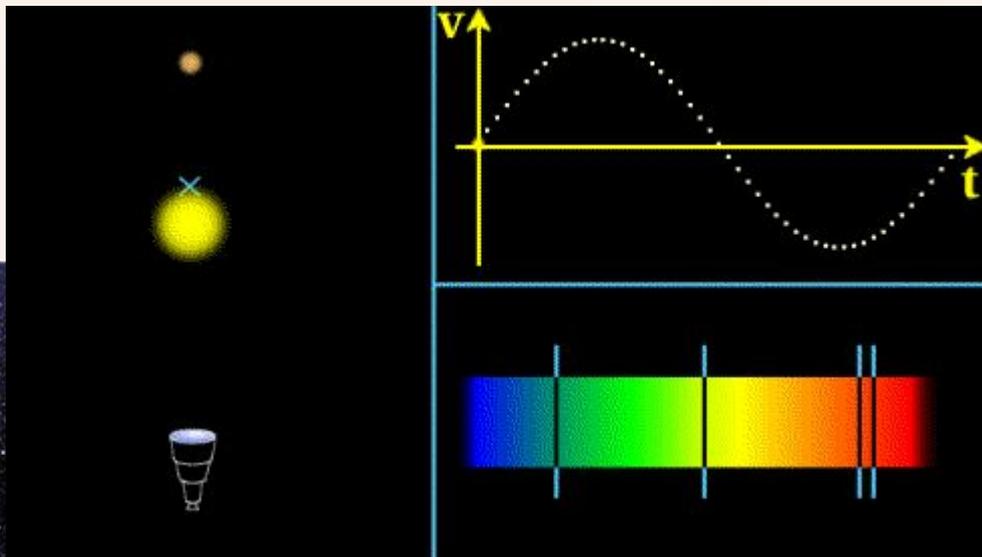
$$v_r = HR \Rightarrow R = \frac{v_r}{H}$$

В 1929 году, исходя из наблюдений спектров галактик, американский астроном Эдвин Хаббл сформулировал закон: скорости удаления галактик возрастают пропорционально

## Урок

**Закон Хаббла:** чем дальше находится галактика, тем быстрее она удаляется от нас

$$v_r = HR \Rightarrow R = \frac{v_r}{H}$$

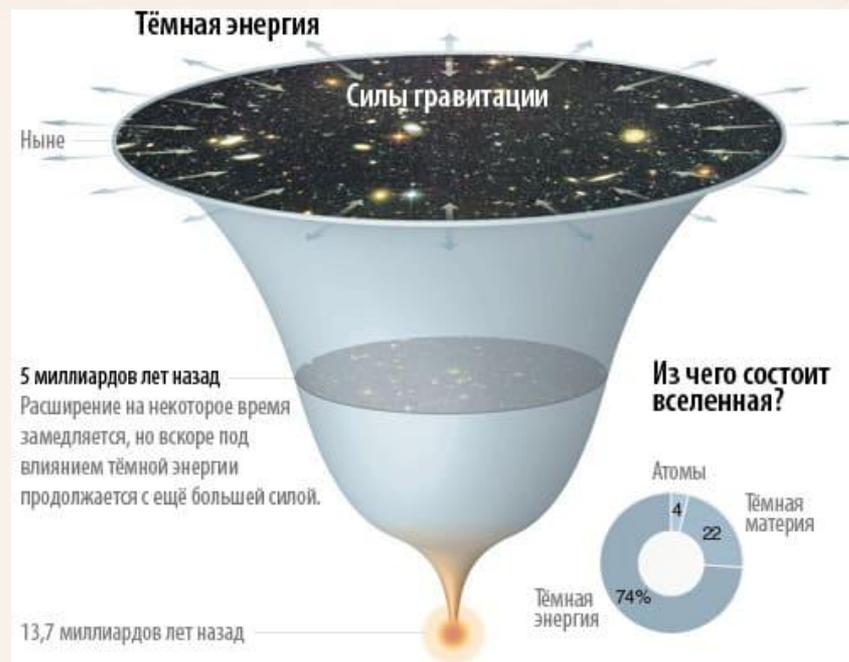


$$H = 75 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}} (2016г)$$

## Урок

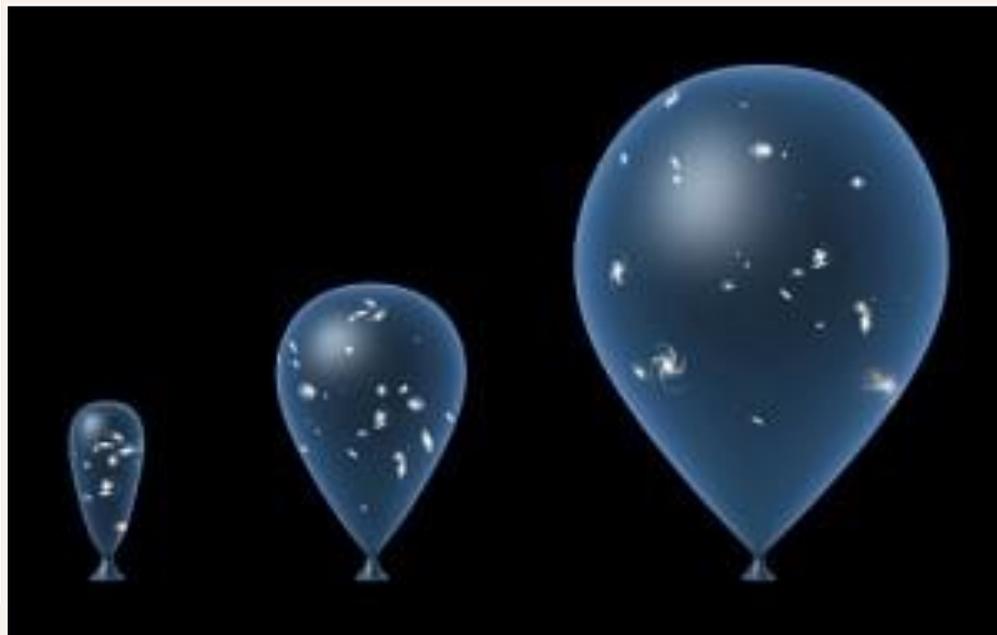
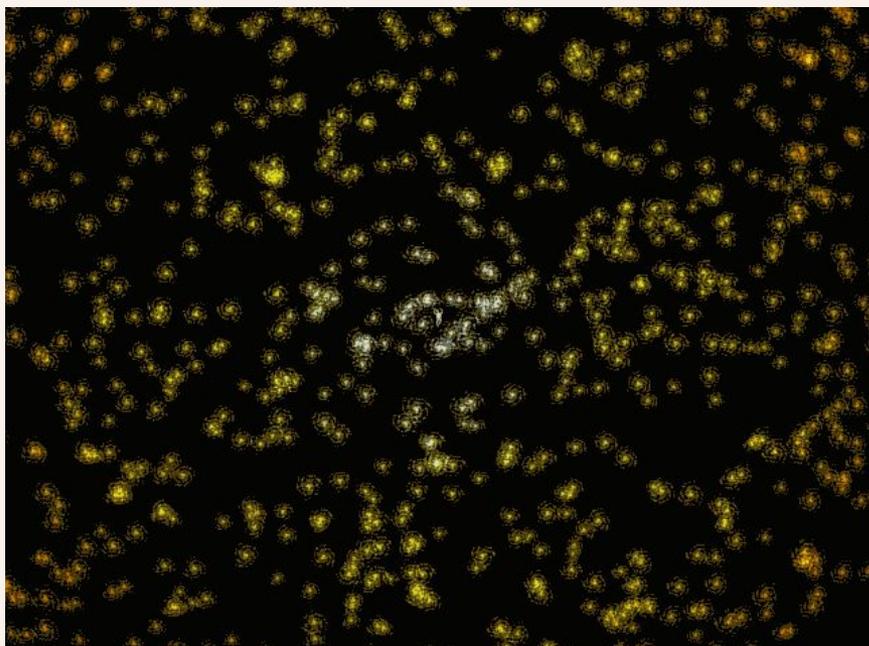
№

Количественно темп расширения характеризуется параметром Хаббла.



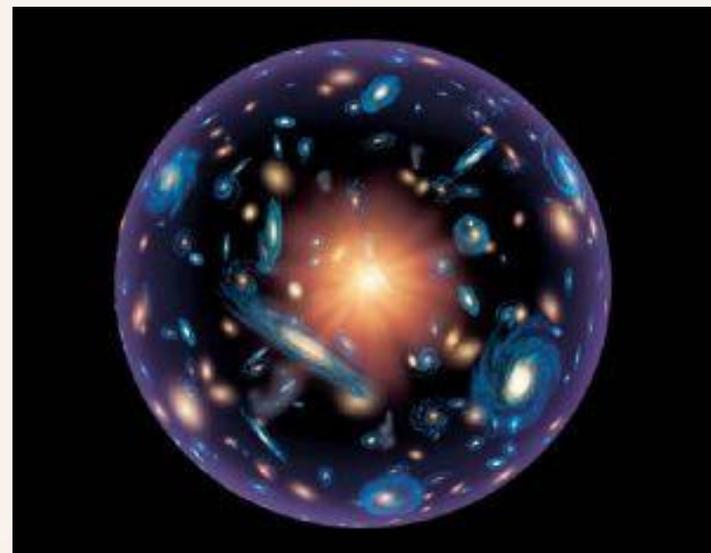
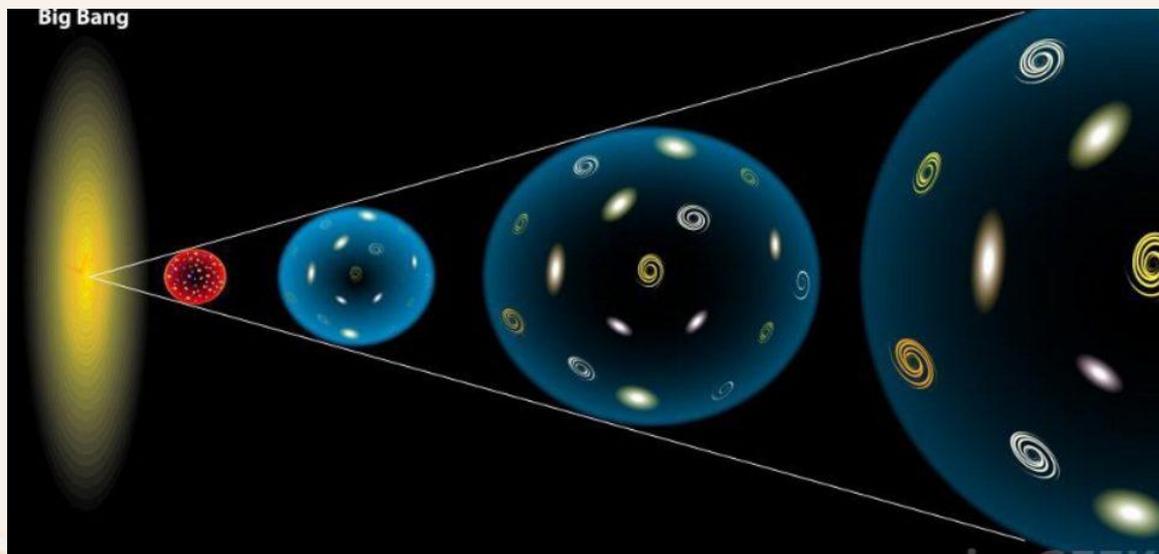
Параметр Хаббла зависит от времени: в далеком прошлом Вселенная расширялась гораздо быстрее, чем сейчас, и, соответственно, параметр Хаббла был гораздо больше

*Постоянная Хаббла* показывает, на сколько километров в секунду возрастает скорость галактик с увеличением расстояния до них на 1

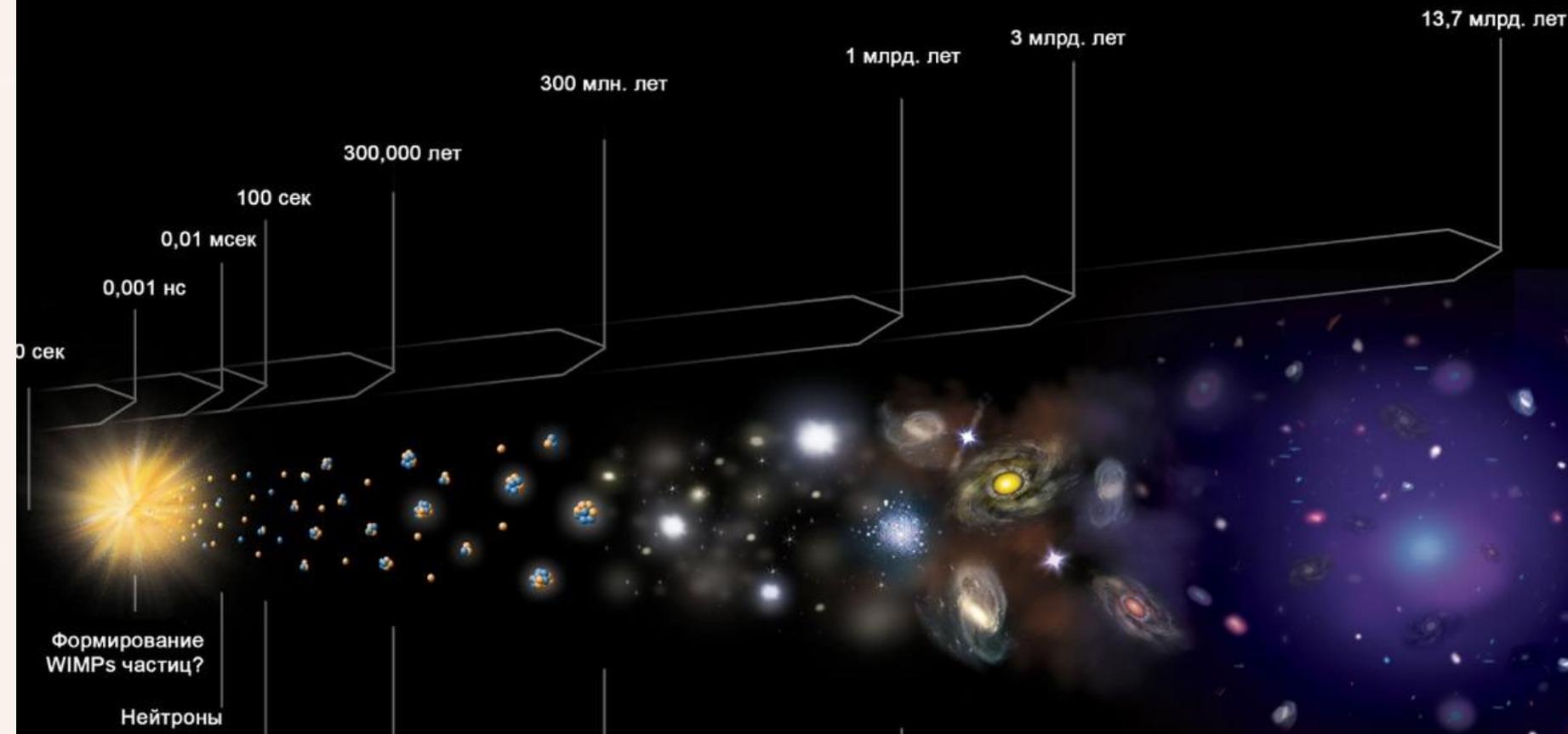


*В моделях, где присутствует расширяющаяся Вселенная, постоянная Хаббла с течением времени изменяет своё значение.*

Величина, обратная постоянной Хаббла, имеет размерность времени и составляет около **13-14** миллиардов лет. Эту величину часто условно принимают за возраст Вселенной, так как она представляет собой грубую оценку времени, прошедшего с начала расширения



## КОСМИЧЕСКАЯ ШКАЛА ВРЕМЕНИ И ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ



**Задание:**

Определить возраст Вселенной

$$t_B = \frac{1}{H} = \frac{1 \cdot 10^6 \text{ пк} \cdot \text{с}}{75 \text{ км}} = \frac{3 \cdot 10^{13} \text{ км} \cdot \text{с}}{75 \text{ км}} = \frac{4 \cdot 10^{17} \text{ с}}{3 \cdot 10^7 \frac{\text{с}}{\text{год}}} = 13 \cdot 10^9 \text{ лет}$$

Возраст Вселенной — время, прошедшее с начала расширения Вселенной

По современным представлениям, возраст Вселенной составляет **13-14 миллиардов лет**

Урок

## № Задание

Какова скорость удаления галактики,  
находящейся от  
нас на расстоянии 300 Мпк

$$v_r = RH = 75 \cdot 300 = 22500 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Урок

## Задание №

На каком расстоянии находится галактика, если скорость ее удаления составляет 20000 км/с

$$R = \frac{v}{H} = \frac{20000}{75} = 267 \text{ Мпк}$$

## Урок

## Задание №

Галактика удаляется от нас со скоростью 6000 км/с и имеет видимый угловой размер 2'.  
Определите расстояние до галактики и ее линейные размеры



$$\text{Угловой размер} = 2 \arctg \left( \frac{\text{Диаметр}}{2 \text{ Расстояние}} \right)$$

**Дано:**

$$v_r = 6000 \text{ км/с},$$

$$\alpha = 2' = 0.033^\circ.$$

$$D - ?, d - ?$$
**Решение:**

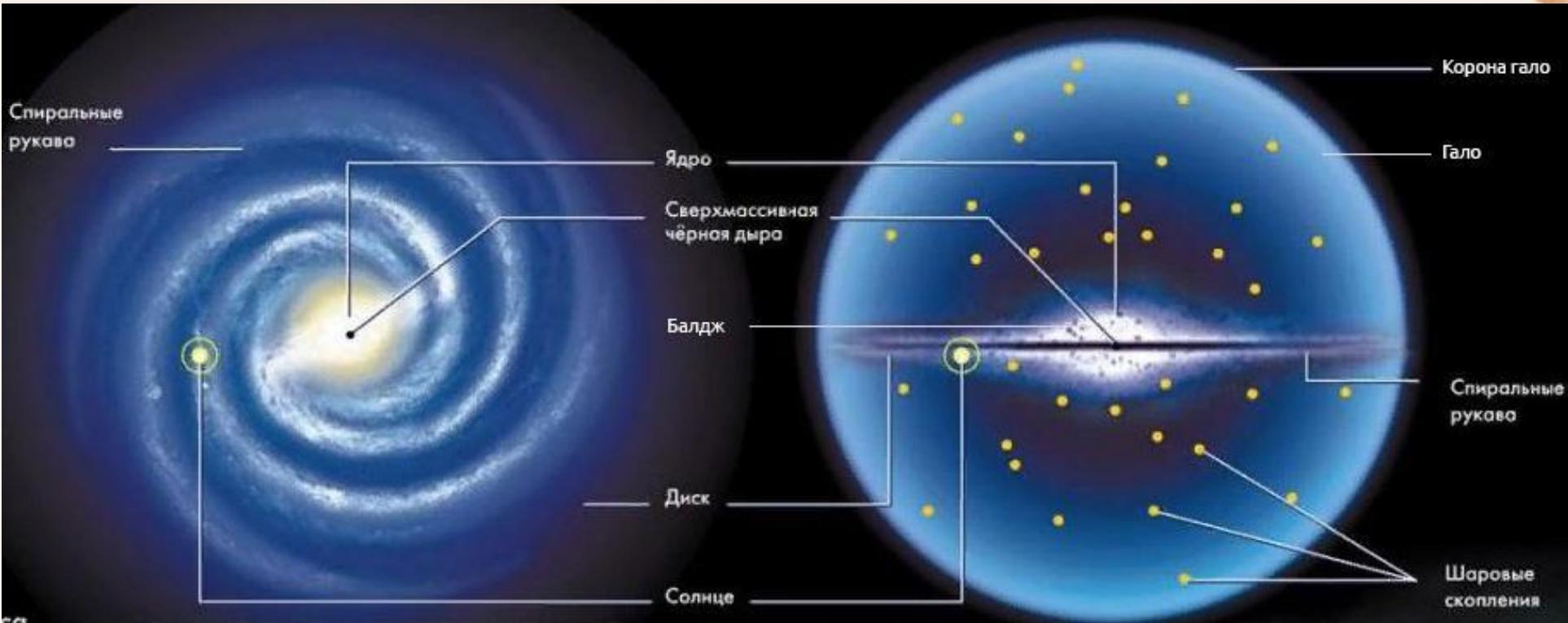
$$v_r = H \cdot D; \quad D = \frac{v_r}{H};$$

$$D = \frac{6000}{75} = 80 \text{ (Мпк)};$$

$$d = D \cdot \sin \alpha; \quad d = 8 \cdot 10^7 \cdot 0.033 =$$

$$= 4.7 \cdot 10^4 \text{ (пк)}.$$

**Ответ:**  $4.7 \cdot 10^4$  пк.

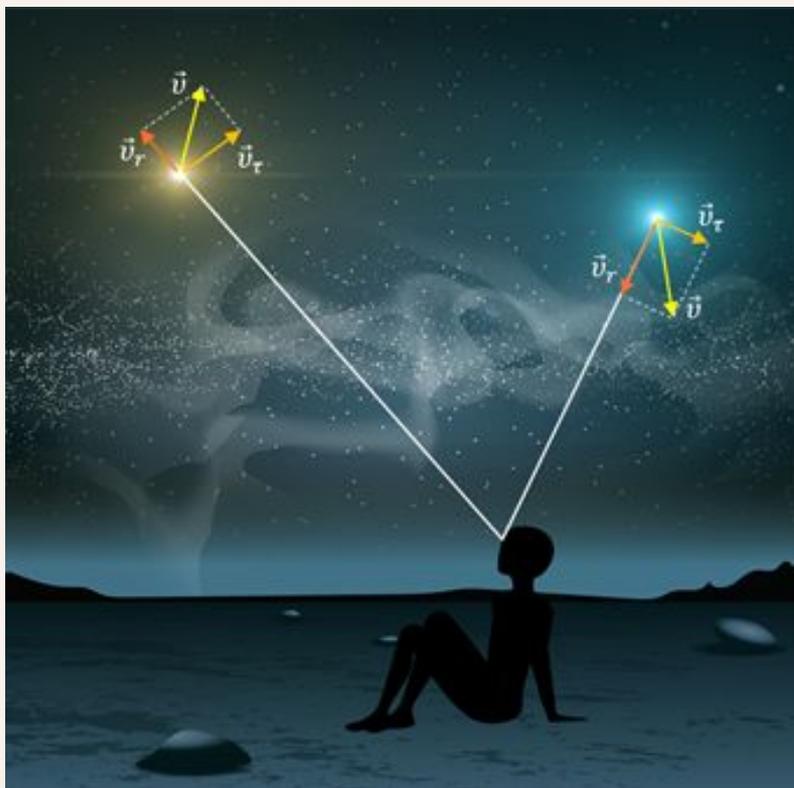


# Урок

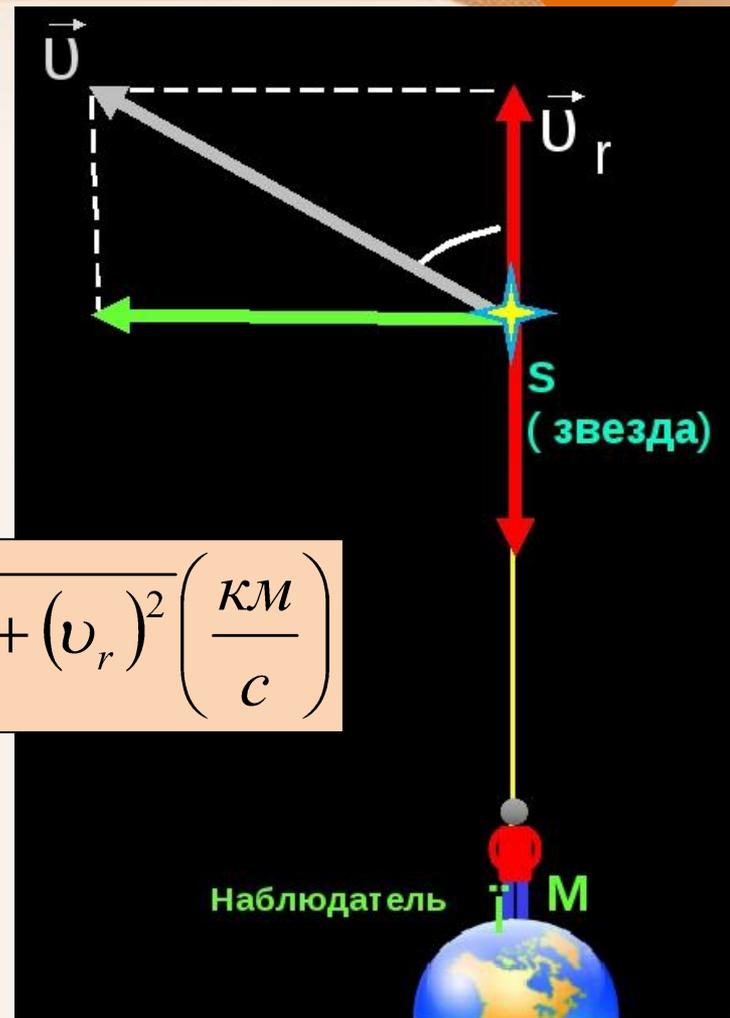
## №<sup>о</sup> Движение звезд в

$$v_{\tau} = 4,74 \frac{\mu''}{p''} \left( \frac{\text{км}}{c} \right)$$

$$v_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \cdot c \left( \frac{\text{км}}{c} \right)$$



$$v = \sqrt{(v_{\tau})^2 + (v_r)^2} \left( \frac{\text{км}}{c} \right)$$



## Урок

№  
Задание

Звезда 83 Геркулеса находится от нас на расстоянии  $D=100$  пк, ее собственное движение составляет  $\mu=0,12''$ . Какова тангенциальная скорость этой звезды.

$$v_{\tau} = 4,74 \frac{\mu''}{\rho''} \text{ км/с.}$$

$$v_{\tau} = 4,74 \mu D = 4,74 \cdot 0,12 \cdot 100 = 56,88 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

## Урок

## Задание №

Лучевая скорость звезды Бетельгейзе равна  $21 \text{ км/с}$ , собственное движение  $\mu=0,032''$  в год, а параллакс  $p=0,012''$ . Определите полную пространственную скорость звезды относительно Солнца и угол, образованный направлением движения звезды в пространстве с лучом зрения

$$v_{\tau} = 4,74 \frac{\mu''}{p''} \text{ км/с.}$$

$$v_{\tau} = 4,74 \frac{\mu}{p} = 12,64 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_{\tau}^2} = 24,5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

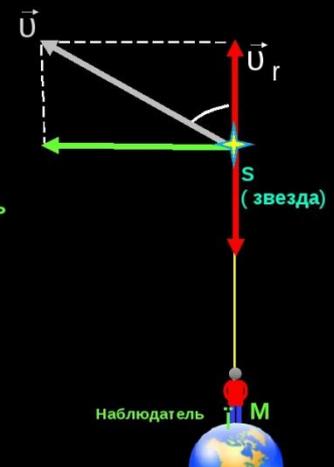
$$\text{tg} \theta = \frac{v_{\tau}}{v_r} = 0,6 \Rightarrow \theta = 31^{\circ}$$

Пространственная  
скорость звёзды
 $\vec{v}_r$  - лучевая скорость

 $\vec{v}_{\tau}$  - тангенциальная скорость

 $\vec{v}$  - пространственная  
скорость

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_{\tau}^2}$$

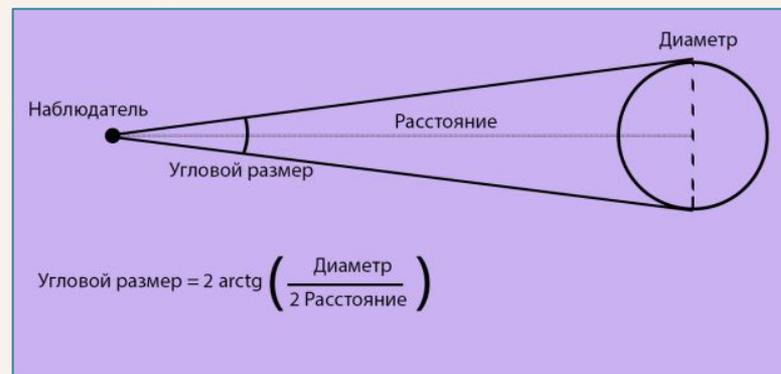


## Урок

## Задание №

Каков линейный размер шарового звездного скопления, если его угловой диаметр равен  $3'$ , а расстояние до него  $D=10^4$  пк.

$$R = D \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow 2R = \frac{\alpha''}{206265''} D = \frac{180'' 10^4}{206265''} = 8,73 \text{ пк}$$



## Урок

№<sup>о</sup>  
Задание

Определите полную пространственную скорость звезды, если ее годичный параллакс  $p = 0,05''$ , собственное движение составляет  $\mu = 0,15''$  в год, а спектральная линия с длиной волны  $\lambda = 600$  нм смещена к красному концу спектра на расстояние  $\Delta\lambda = 0,03$  нм

$$v_{\tau} = 4,74 \frac{\mu}{p}$$

$$v_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$$

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_{\tau}^2} = 20,7 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Урок  
№

10  
класс







Урок  
№

10  
класс



Урок  
№

10  
класс