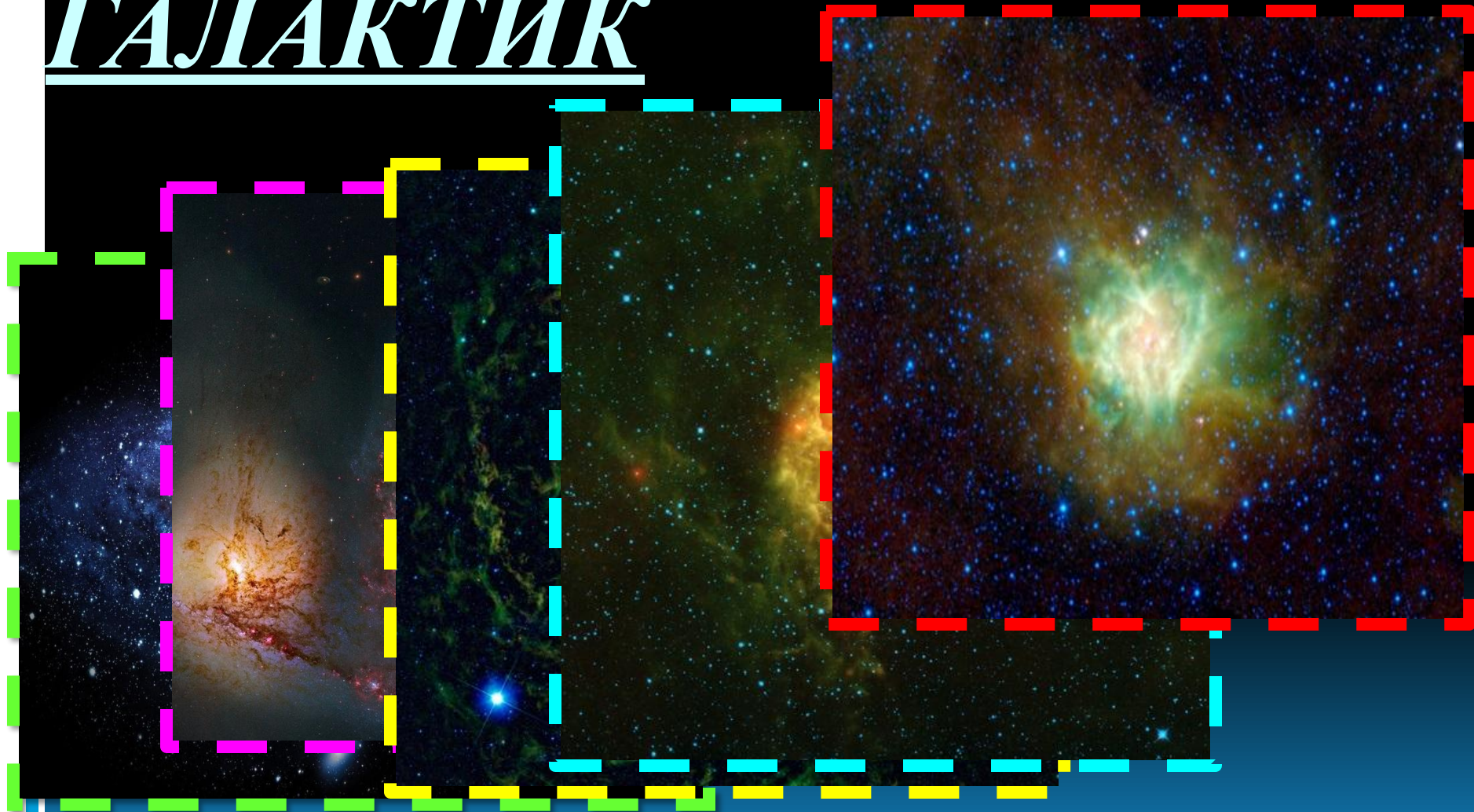
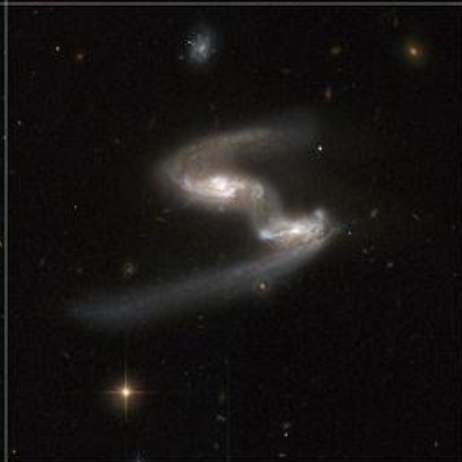


КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК

- 
- Цели урока:
1. Классификация галактик по форме.
 2. Как определить расстояние до галактик по красному смещению.
 3. Закон Хаббла.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК





- **Галактикой** называется большая система из звезд, межзвездного газа, пыли, темной материи и, возможно, темной энергии, связанная силами гравитационного взаимодействия. Количество звезд и размеры галактик могут быть различными. Как правило галактики содержат от нескольких миллионов до нескольких триллионов (1 000 000 000 000) звезд. Кроме обычных звезд и межзвездной среды галактики также содержат различные туманности. Размеры галактик от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч световых лет. А расстояние между галактиками достигает миллионов световых лет.
- В центрах многих ярких галактик имеется сгущение, называемое ядром, а внутри ядер некоторых галактик имеются ядрышки – керны. Природа ядер резко отличается от природы остальных частей галактик. В них наблюдаются активные процессы, связанные с выделением энергии. Известны галактики с необычайно активными процессами в ядрах.
- Газ в галактиках не только рассеян между звезд, но и образует громадные облака (массой до миллионов масс Солнца), яркие туманности вокруг горячих звезд, плотные и холодные газопылевые туманности. Большие звездные системы имеют массы в сотни миллиардов масс Солнца. Наименьшие из карликовых галактик "весят" всего лишь в 100 тыс. раз больше Солнца. Таким образом, интервал масс у галактик значительно шире, чем у звезд: самые "тяжелые" и самые "легкие" звезды различаются по массе менее чем в 1000 раз.

ГАЛАКТИЧЕСКАЯ КОРОНА
Горячий газ, окружающий Галактику

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ОБЛАКО
Влетающий сгусток
сравнительно свежего газа

ДИСК ГАЛАКТИКИ
Сплюснутая система
звезд, газа
и пыли

ПУЗЫРЬ
Газ, нагретый
сверхновыми;
источник
«фонтана»

**ОБЛАКО С
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
СКОРОСТЬЮ**
Остывший газ;
возвратный поток
«фонтана»

**БОЛЬШОЕ МАГЕЛЛАНОВО
ОБЛАКО**
Галактика – спутник
Млечного Пути

МАЛОЕ МАГЕЛЛАНОВО ОБЛАКО
Галактика – спутник Млечного Пути

**КАРЛИКОВАЯ СФЕРОИДАЛЬНАЯ
ГАЛАКТИКА В СТРЕЛЬЦЕ**
Галактика – спутник Млечного Пути

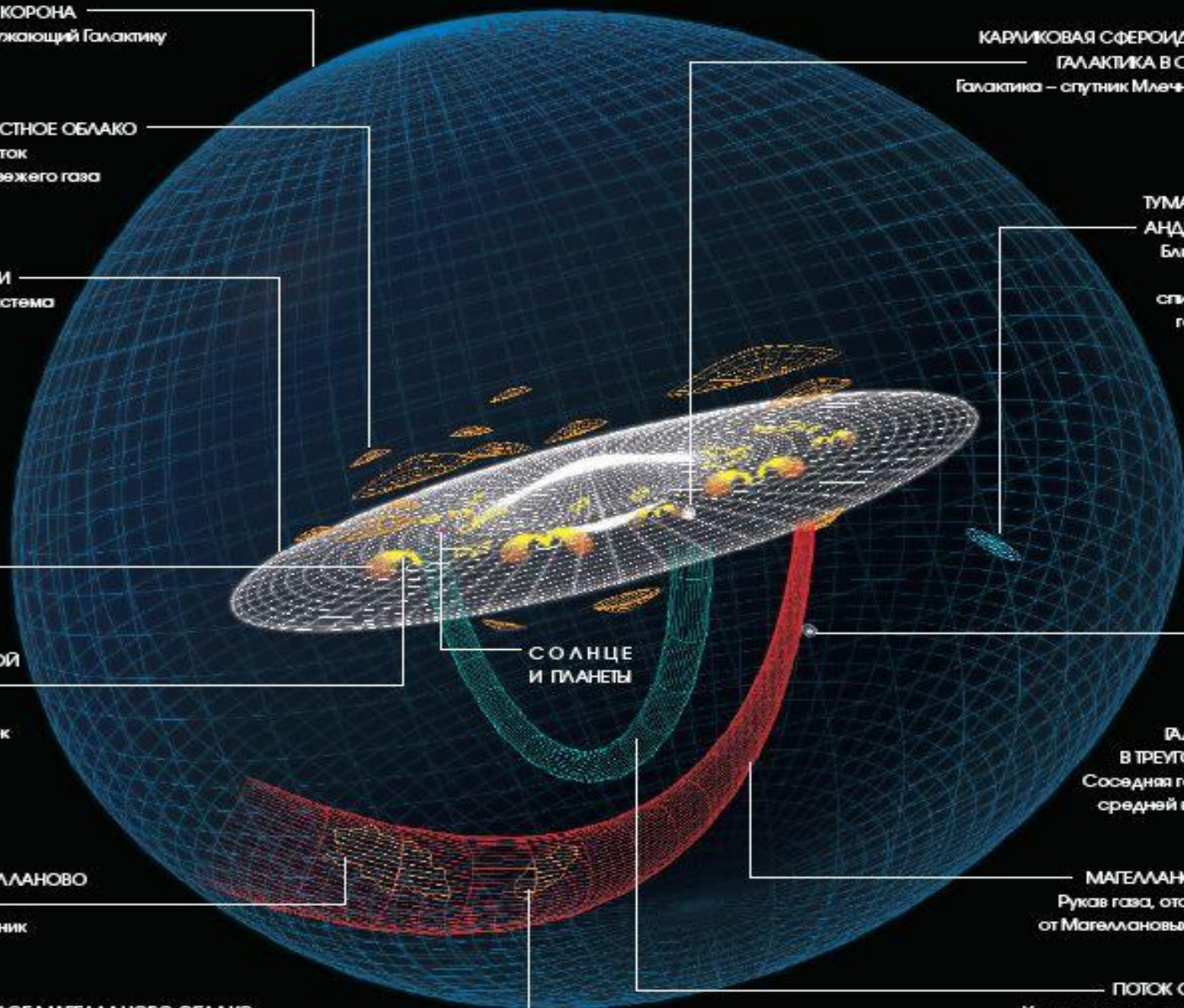
**ТУМАННОСТЬ
АНДРОМЕДЫ**
Ближайшая
крупная
спиральная
галактика

**СОЛНЦЕ
И ПЛАНЕТЫ**

**ГАЛАКТИКА
В ТРЕУГОЛЬНИКЕ**
Соседняя галактика
средней величины

МАГЕЛЛАНОВ ПОТОК
Рукав газа, оторванного
от Магеллановых Облаков

ПОТОК СТРЕЛЬЦА
«Хвост» из звезд, оторванных
от карликовой галактики в Стрельце

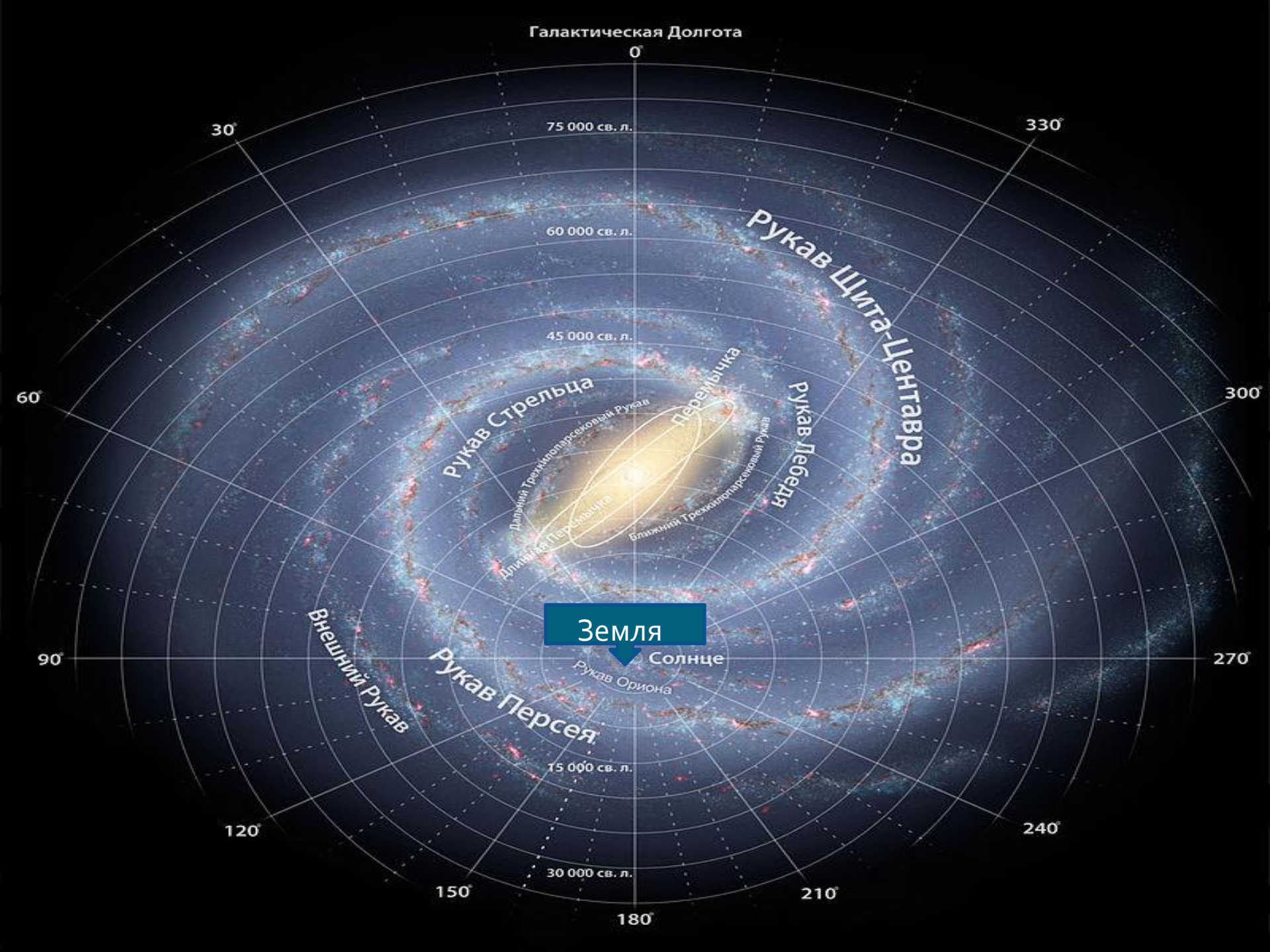


Млечный путь

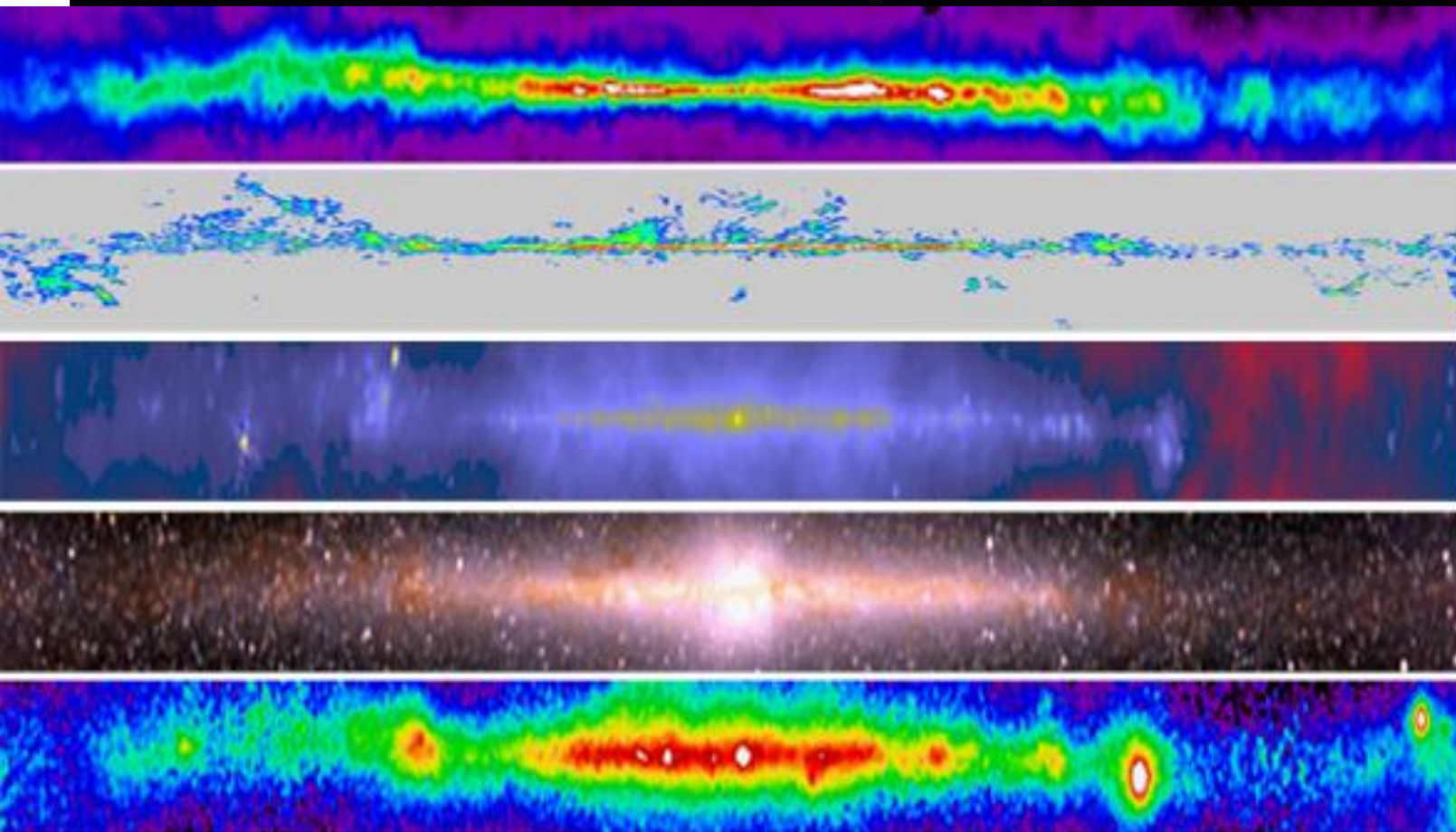
В нашей Галактике около 100 млрд. звезд, большинство из которых сосредоточено в тонком диске диаметром около 100 тыс. световых лет и толщиной около 3 тыс. световых лет. Они обращаются вокруг центра Галактики почти по круговым орбитам. В частности, Солнце несётся со скоростью около 200 км/с. Другие 10 млрд. звёзд образуют галактическое „гало“ — гигантскую сферу, охватывающую диск.

Межзвёздное пространство заполнено газом и пылью, и основная часть этой межзвёздной среды также движется по круговым орбитам вокруг центра Галактики и в ещё большей степени, чем звёзды, сконцентрирована в её диске. Как и в атмосферах планет, межзвёздная среда плотнее всего „на дне“ — в плоскости галактического диска, — и по мере удаления от неё плотность уменьшается. Однако до 10% межзвёздной среды находится вне диска и несётся со скоростями, превышающими орбитальное движение на величину до 400 км/с. Это и есть высокоскоростные облака.

Их история началась в середине 1950-х, когда Гвидо Мюнх (Guido Munch) из Калифорнийского технологического института обнаружил плотные сгустки газа над плоскостью Галактики, где по всем правилам их быть не должно: с удалением от плоскости давление газа падает (как в атмосфере планеты), поэтому сгустки должны быстро рассеиваться. В 1956 г. Лайман Спитцер (Lyman Spitzer, Jr.) из Принстонского университета предположил, что сгустки удерживает от расширения давление горячей газовой короны, окружающей Млечный Путь, — вариант солнечной короны галактического масштаба.



Галактика излучает во всех диапазонах электромагнитного излучения



Атомарный
водород

Угарный
газ

Радиодиапазон

ИК-диапазон

Гамма-диапазон

Млечный Путь в различных диапазонах длин волн

История...

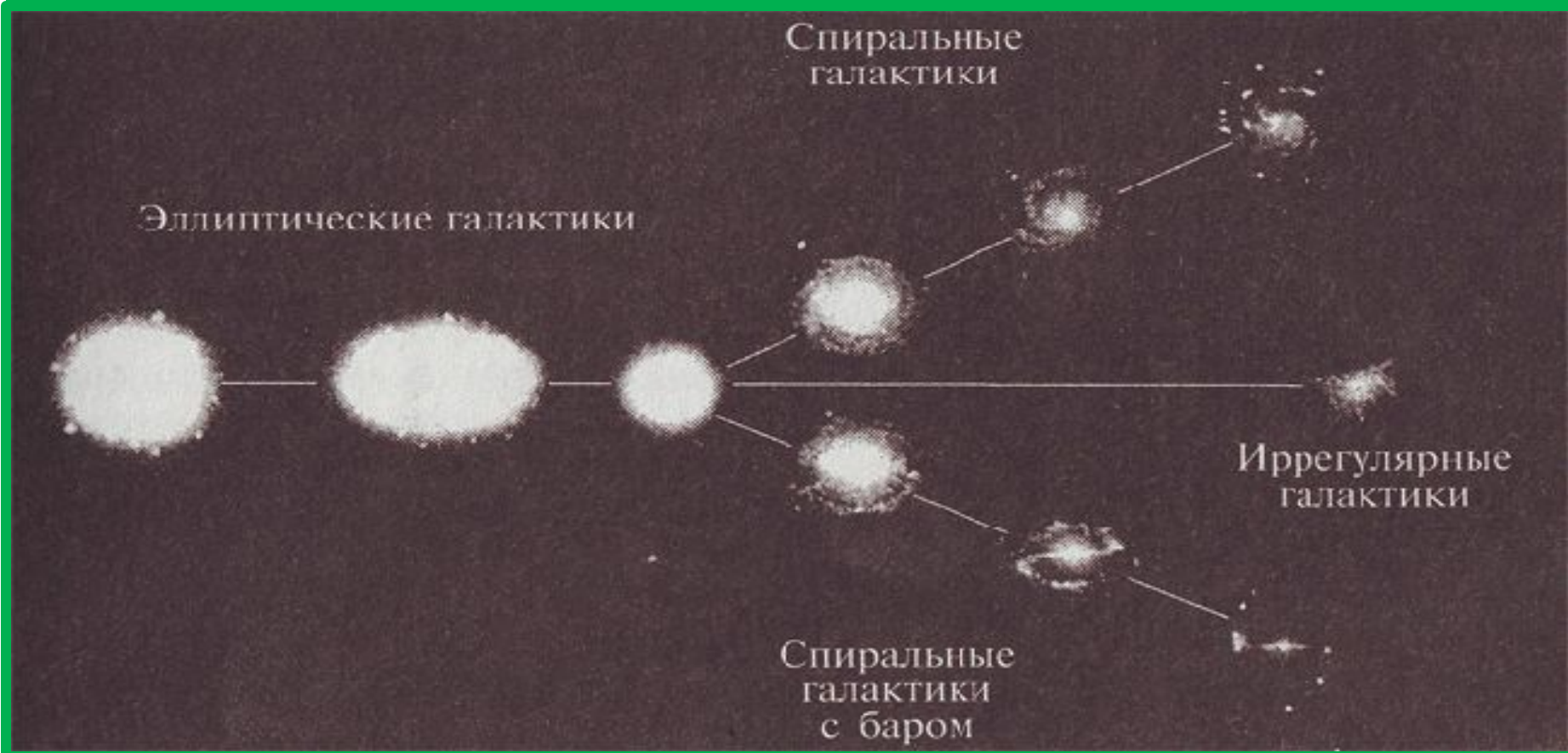
Первую классификацию галактик разработал Эдвин Пауэлл Хаббл, американский астроном в далёком 1925 г. Классификация оказалась столь удачной, что с незначительными изменениями, сделанными самим Хабблом в 1936 г., используется астрономами всего мира и сегодня.



Виды галактик:

- эллиптические(E),
- линзообразные(S0),
- обычные спиральные(S),
- пересеченные спиральные(SB),
- неправильные (Ir).

Первая классификация галактик - Эдвин Пауэл Хаббл (американский астроном) - 1926 г. Такую классификацию галактик часто называют камертонной, так как последовательность расположения в ней типов галактик напоминает вилку камертона.



Эллиптические



Эллиптические галактики
(тип E) составляют 25% от
общего числа галактик. Они
выглядят как нерезкий круг или
эллипс, яркость которого
быстро уменьшается от центра
к периферии. Полагают, что в
центре ярких эллиптических
галактик находится массивная
черная дыра. Размеры галактик
колеблются от десятых
частей до более 100 кпк. Масса
может достигать 10^{13} М $\odot$



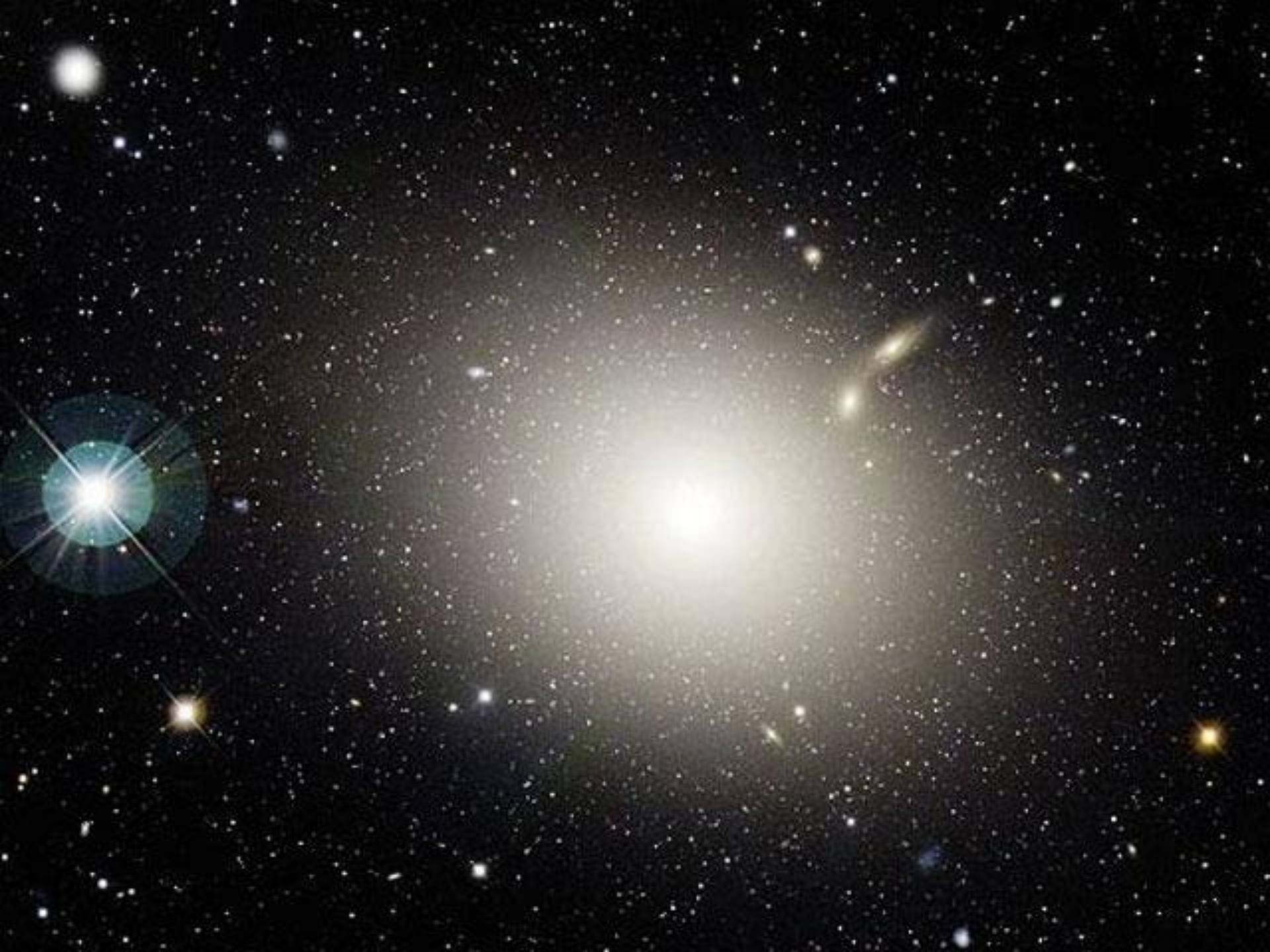
Гигантская
эллиптическая
галактика NGC
11321.

- По форме эллиптические галактики очень разнообразны: бывают как шаровые, так и очень сплюснутые. В связи с этим они подразделены на 8 подклассов – от E0 (шаровая форма, сжатие отсутствует) до E7 (наибольшее сжатие). Размеры больших a и малых b осей эллиптических галактик измеряются по фотографиям и по им определяет сжатие галактике:

$$E=10(1-\frac{b}{a})$$

- Такие галактики состоят из звёзд следующих типов: старых красных и желтых гигантов, красных, желтых и белых карликов. Образование звезд в галактиках этого типа не идет уже несколько миллиардов лет. Это наиболее простые по структуре галактики. Состоят, преимущественно, из старых звезд. Холодного газа, как и космической пыли в них почти нет, наиболее массивные галактики заполнены очень разреженным горячим газом с температурой более 1 000 000 К, поэтому цвет этих галактик красноватый. Вращение обнаружено лишь у наиболее сжатых из эллиптических галактик. Примером эллиптической галактики служит галактика в созвездии Девы., галактики M32, M87 и M110.







Спиральные галактики



- Спиральные галактики – составляют около 50 % всех наблюдаемых галактик. Большая часть звезд галактики занимает линзообразный объем (галактический диск). На галактическом диске заметен спиральный узор из двух или более закрученных в одну сторону ветвей или рукавов, выходящих из центра галактики. Различаются два типа спиралей. У одних, подобных нашей Галактике и обозначаемых SA или S, спиральные ветви выходят непосредственно из центрального уплотнения. У других они начинаются у концов продолговатого образования, в центре которого находится овальное уплотнение. Создается впечатление, что две спиральные ветви соединены перемычкой, почему такие галактики и называются пересеченными спиральями; они обозначаются символом SB.

- Спиральные галактики различаются степенью развитости своей спиральной структуры, что в классификации отмечается добавлением к символам S (или SA) и SB букв a, b, c.
- У галактик Sa и SBa основное число звезд сосредоточено в центральном сгущении, а спиральные ветви слабо выражены, или даже только намечаются. У галактик Sb и SBb ветви достаточно развиты. В галактиках Sc и SBc основное число звезд содержится в сильно развитых и часто разбросанных ветвях, а центральное сгущение имеет небольшие размер



Спиральная
галактика М81

Рукава спиральных галактик имеют голубоватый цвет, так как в них присутствует много молодых гигантских звёзд. Эти звёзды возбуждают свечение диффузных газовых туманностей, разбросанных вместе с пылевыми облаками вдоль спиральных ветвей. Цвет центральных сгущений — красновато-жёлтый, свидетельствующий о том, что они состоят в основном из звёзд спектральных классов G, K и M. Все спиральные галактики вращаются со значительными скоростями, поэтому звёзды, пыль и газы сосредоточены у них в узком диске.

Некоторые галактики в центральной части имеют "звёздную перемичку" — бар. В некоторых ядрах помимо звёзд наблюдается яркий звёздоподобный источник в центре и светящийся газ, движущийся со скоростью тысячи километров в секунду.

Масса спиральных галактик до $\approx 10^{12}$ М $\odot$.

Наиболее известные спиральные галактики — это наша Галактика Млечный Путь и туманность Андромеды.



Спиральная
галактика с
баром
NGC 1512







Линзообразные галактики



Линзовидная галактика NGC 2787

- Промежуточным типом между спиральной и эллиптической галактиками является линзовидная галактика типа SB0. У галактик этого типа яркое центральное сгущение (балдж) сильно сжато и похоже на линзу, а ветви отсутствуют или очень слабо прослеживаются.
- Состоят галактики из старых звёзд-гигантов, поэтому и цвет их — красноватый.
- Две три линзовидных галактик, подобно эллиптическим, не содержат газа, в одной трети содержание газа такое же как у спиральных галактик.



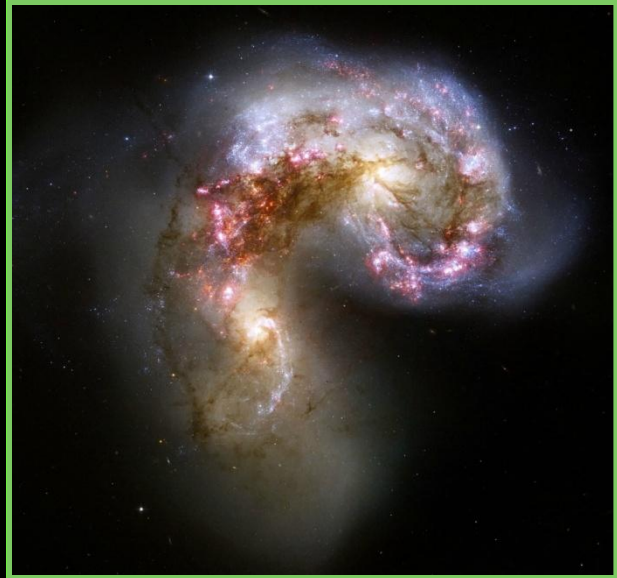


Неправильные галактики



Классификация галактик

Неправильные или иррегулярные галактики (Ir) имеют неправильную, клочковатую форму. Неправильные галактики характеризуются отсутствием центральных уплотнений и симметричной структуры, а также низкой светимостью. Такие галактики содержат много газа (в основном нейтрального водорода) — до 50% их общей массы. К этому типу относится около 25% всех звёздных систем.



Неправильная
галактика
NGC 1427A

- Состоят из молодых звезд, содержат много межзвездного газа: от 10 до 50% общей массы галактики. Несмотря на всё их разнообразие, неправильные галактики можно разбить на два основных подкласса: галактики типа Большого Магелланова Облака и голубые компактные галактики. У первых имеется небольшое ядро и зачатки спиральных ветвей, часто с перемычкой. Они похожи на слабо проэволюционировавшие спиральные галактики.

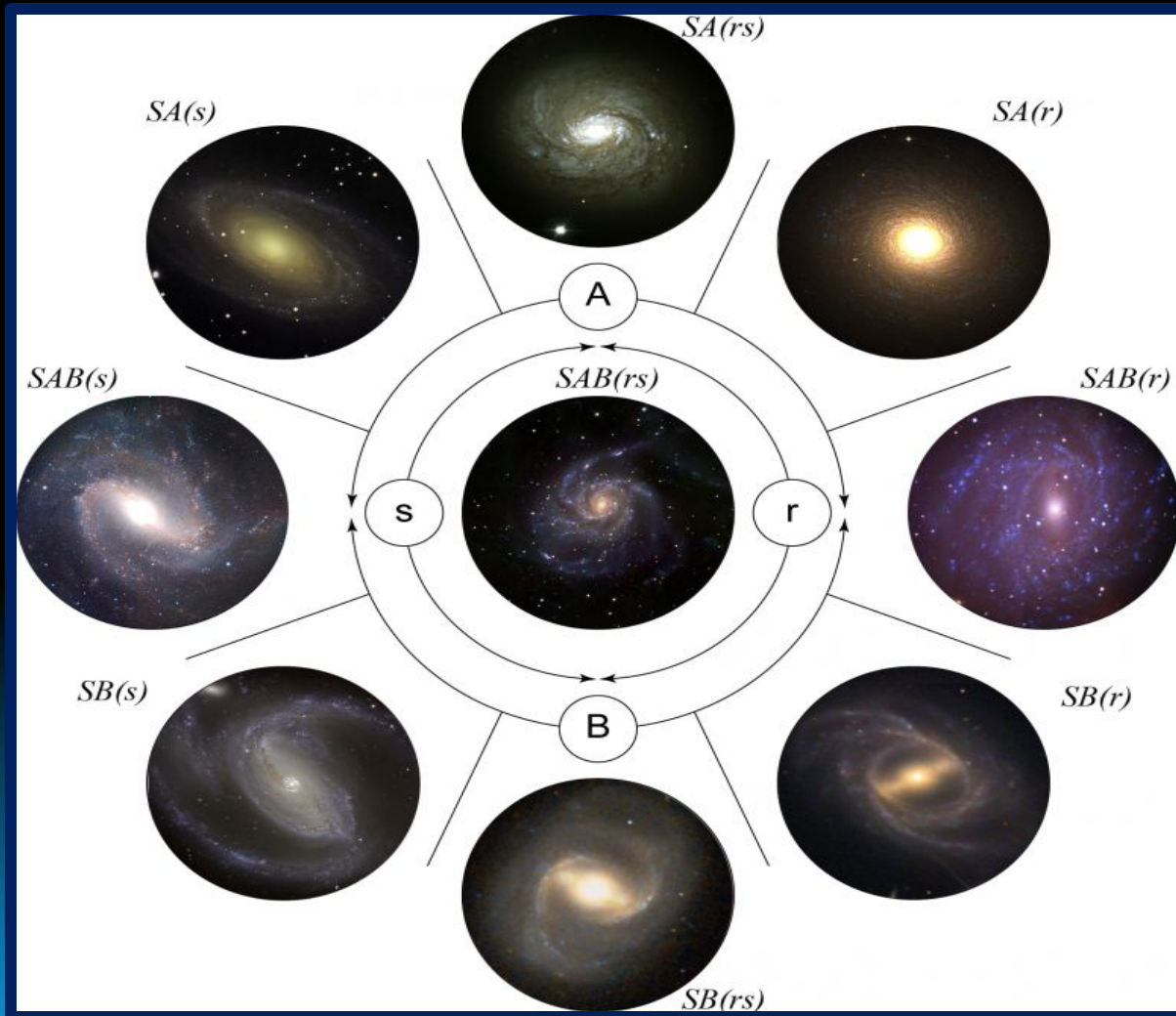






Классификация Хаббла является на данный момент самой распространенной, но далеко не единственной. В частности широко используются Система де Вокулёра, представляющая собой более расширенную и переработанную версию классификации Хаббла и Йеркская система, в которой галактики группируются в зависимости от их спектров, формы и степени концентрации к центру.

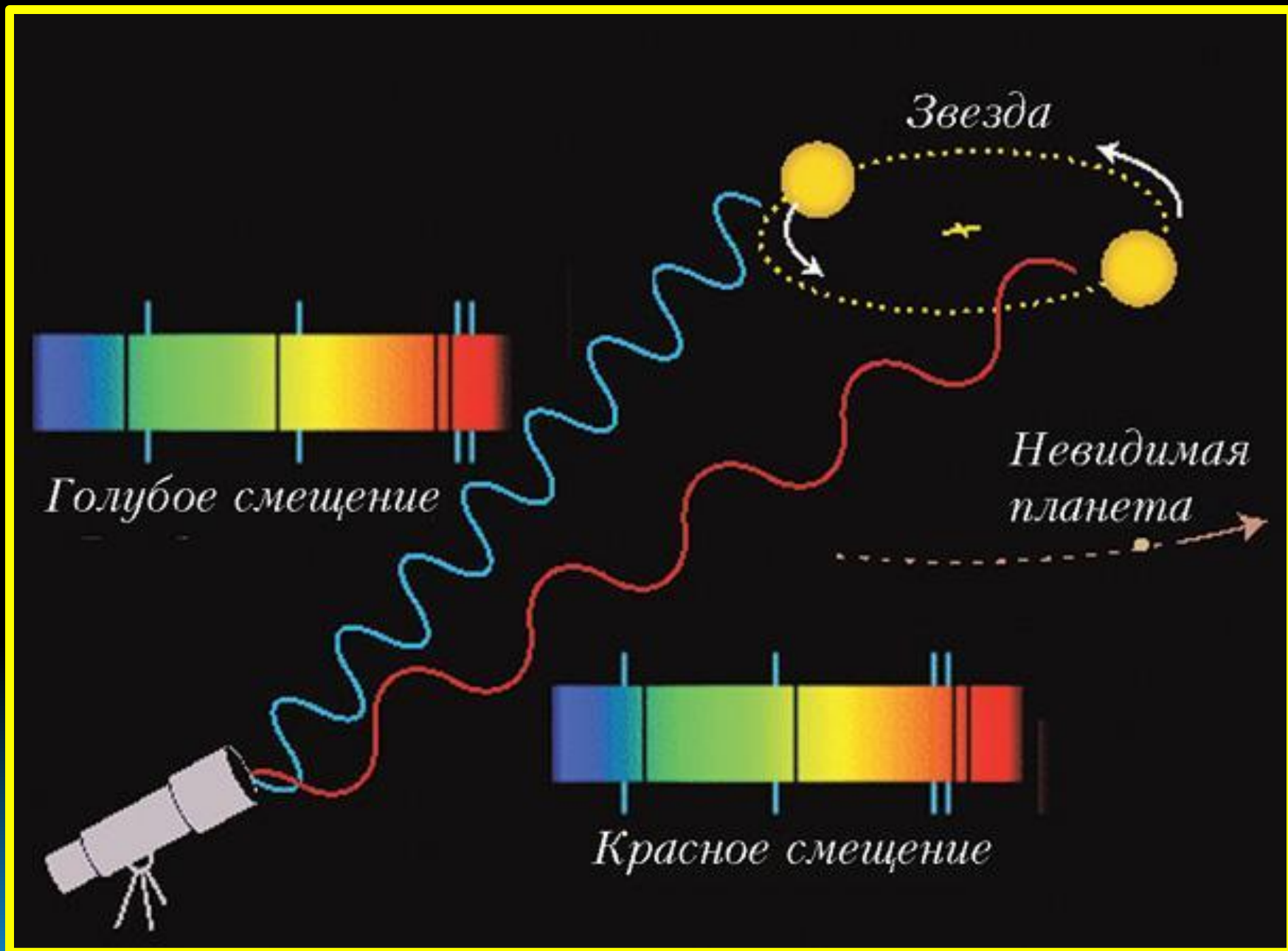
Классификация спиральных галактик по де Вокулёру



Красное смещение в спектрах галактик

Космологическое (метагалактическое) красное смещение — наблюдаемое для всех далёких источников (галактики, квазары) понижение частот излучения, объясняемое как динамическое удаление этих источников друг от друга и, в частности, от нашей Галактики, то есть как нестационарность (расширение) Метагалактики. Красное смещение для галактик было обнаружено американским астрономом Весто Слайфером в 1912—1914 годах; в 1929 году Эдвин Хаббл открыл, что красное смещение для далёких галактик больше, чем для близких, и возрастает приблизительно пропорционально расстоянию.

Космологическое красное смещение связано с эффектом Доплера, который связывают с движением галактик друг относительно друга, и с расширением пространства согласно ОТО. В наблюдаемое красное смещение от галактик вносит вклад как космологическое красное смещение из-за расширения пространства Вселенной, так и красное или фиолетовое смещения эффекта Доплера вследствие собственного движения галактик. При этом на больших расстояниях вклад космологического красного смещения становится преобладающим.



Закон Хаббла

Вселенная расширяется, причем скорость, с которой галактики удаляются друг от друга, пропорциональна расстоянию между ними.

$$V = H * R$$

V – скорость «разбегания» галактик

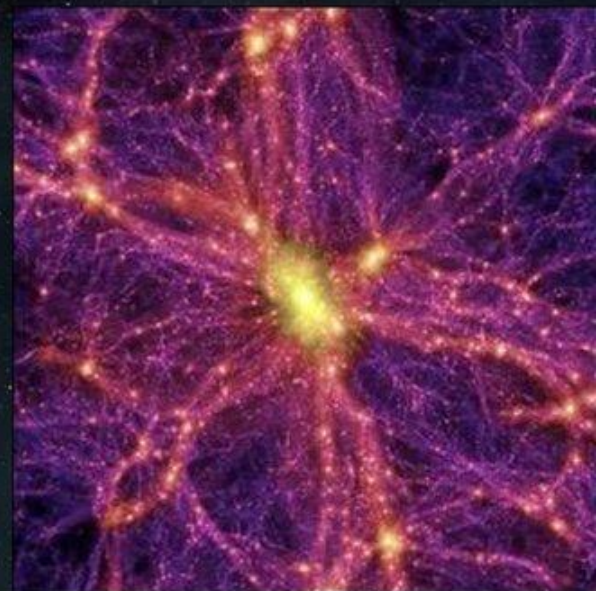
R – расстояние между галактиками

$H = (70 - 100) \text{ км}/(\text{с} * \text{кпк})$ – постоянная Хаббла

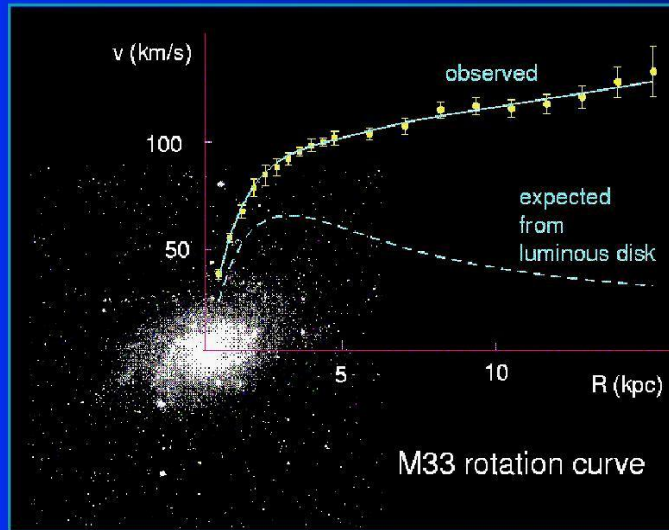
Темная масса Вселенной – что про нее известно?

Темная материя - общее название астрономических объектов, недоступных прямым наблюдениям, то есть не испускающие электромагнитного излучения достаточной для наблюдений интенсивности, но наблюдаемым косвенно по гравитационным эффектам.

- Со временем часть скрытой массы удалось обнаружить. Так, согласно последним наблюдениям, в число объектов составляющих скрытую массу входят остывшие белые карлики, нейтронные звезды, межгалактический газ, возможно черные дыры. Однако, по оценкам теоретиков, и этих объектов существенно недостаточно

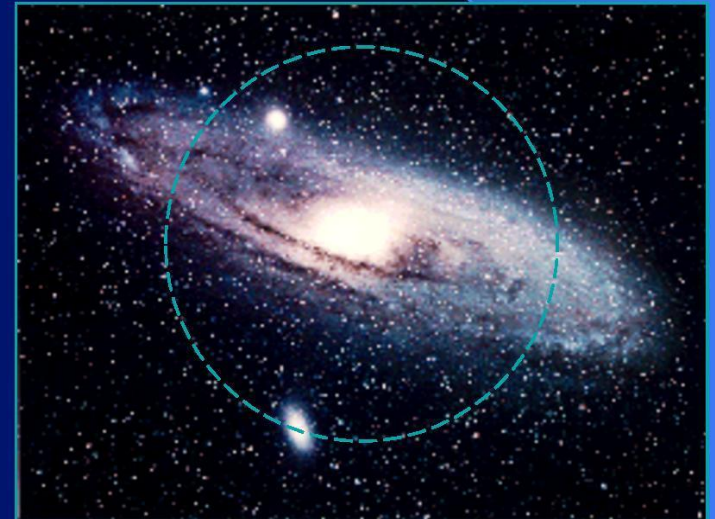


Тёмная материя



- Плоские ротационные кривые спиральных галактик являются прямым свидетельством наличия большого количества тёмной материи

- Спиральные галактики состоят из центрального ядра и очень тонкого диска и окружены приблизительно сферическим гало из тёмной материи. Скорость движения частиц гало ~ 300 км/сек



Темная энергия

Темная материя

Межгалактический газ

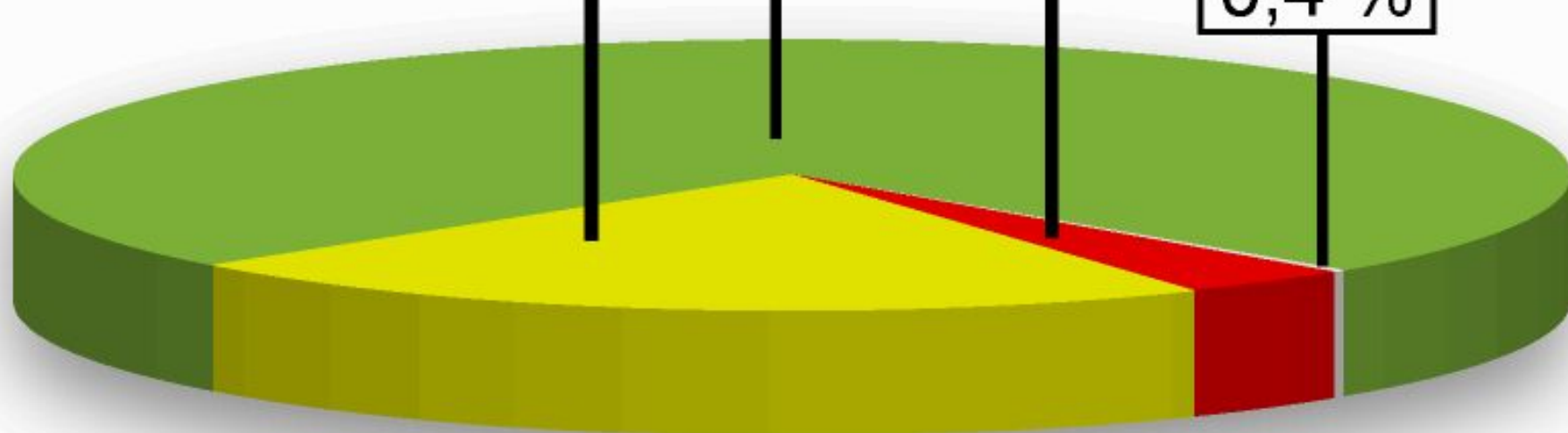
22 %

3,6 %

74 %

Звезды и пр.

0,4 %



Домашнее задание

§ 31, вопросы и задания