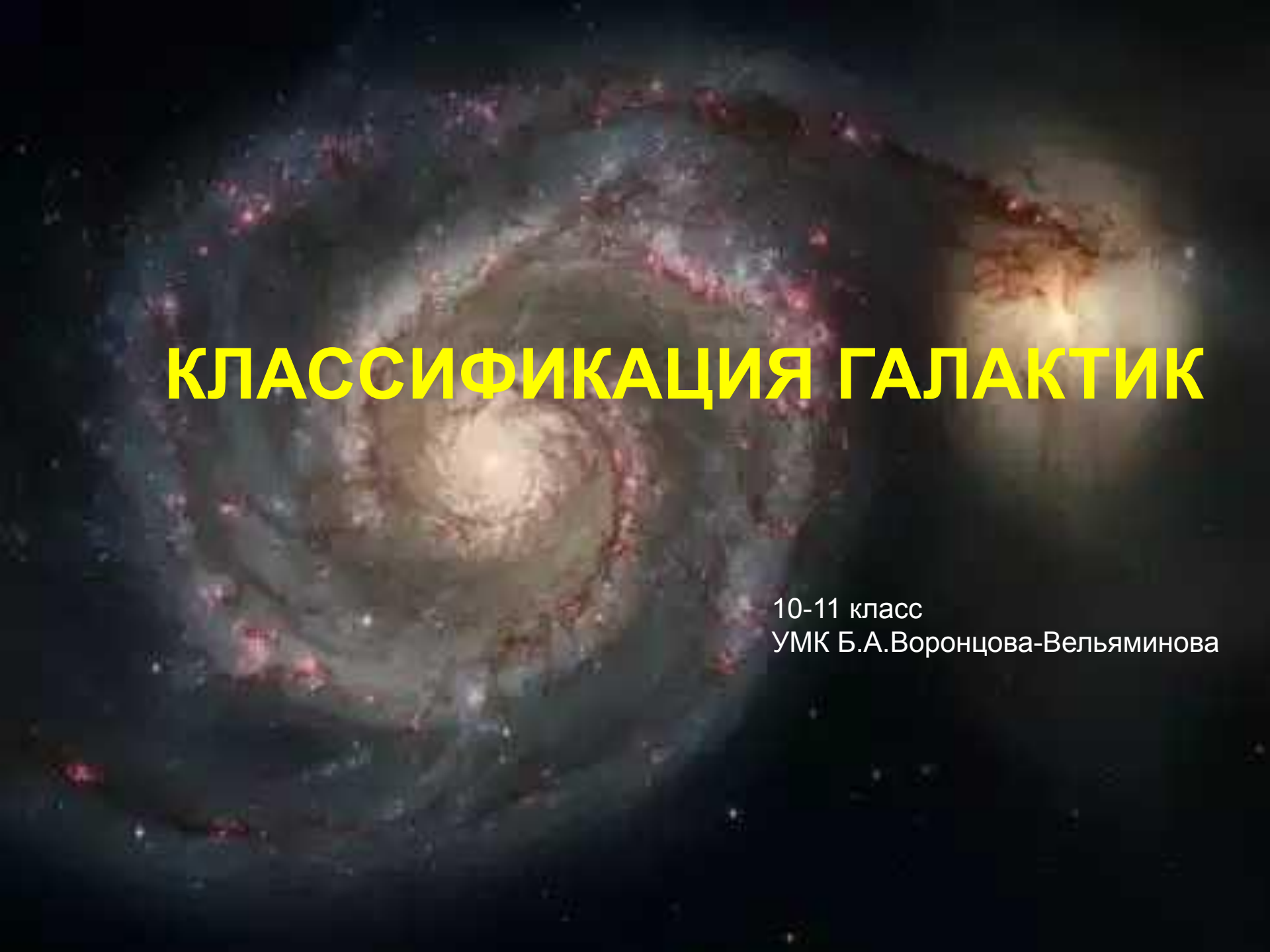
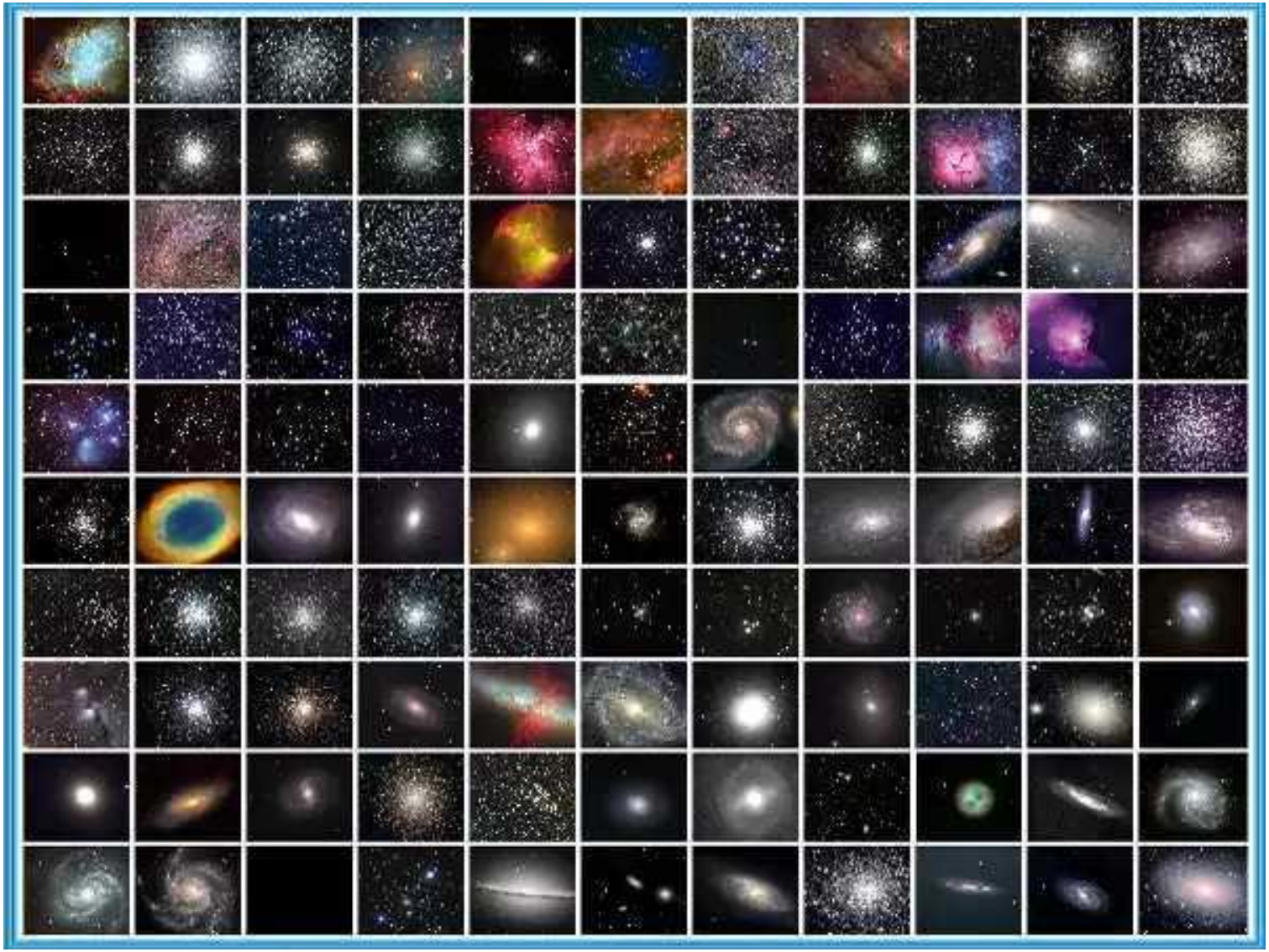


КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК

10-11 класс
УМК Б.А.Воронцова-Вельяминова

Наиболее яркие галактики были включены в каталог, составленный Мессье ещё в XIX в., когда их природа была совершенно неизвестна.



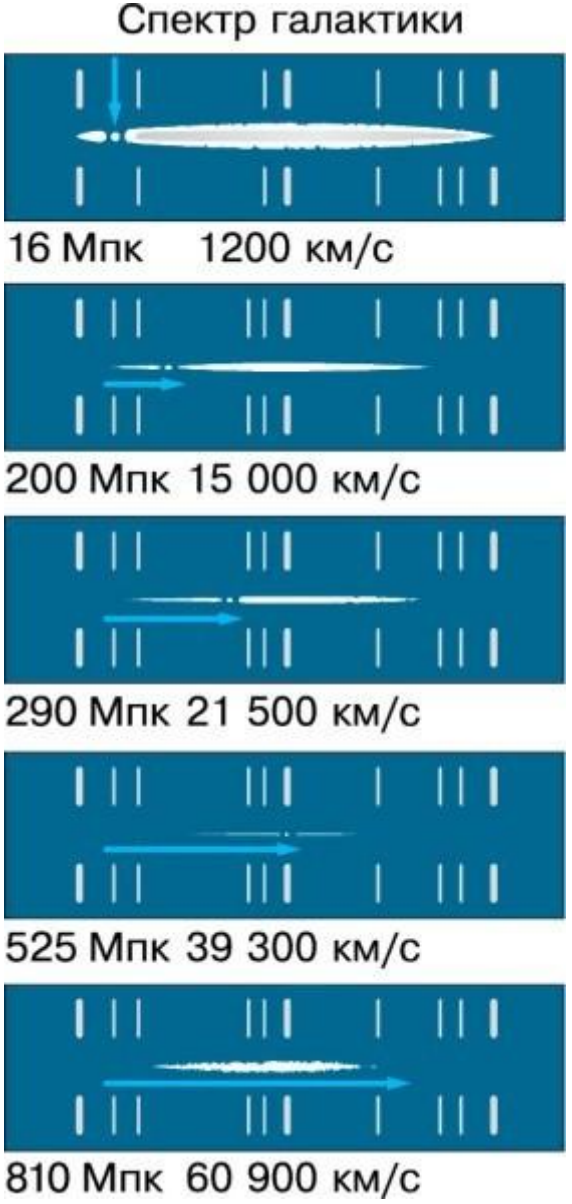
Каталог Мессье

Для определения расстояния до галактик используют метод определение расстояния по закону «красного смещения», открытому в 1929 г. американским астрономом Эдвином Хаббом.

Эдвин Хаббл
(1889-1953)

Он обнаружил, что в спектрах всех галактик (за исключением туманности Андромеды и других ближайших галактик) линии смещены к красному концу.

Это «красное смещение» означало, что они удаляются от нашей Галактики.



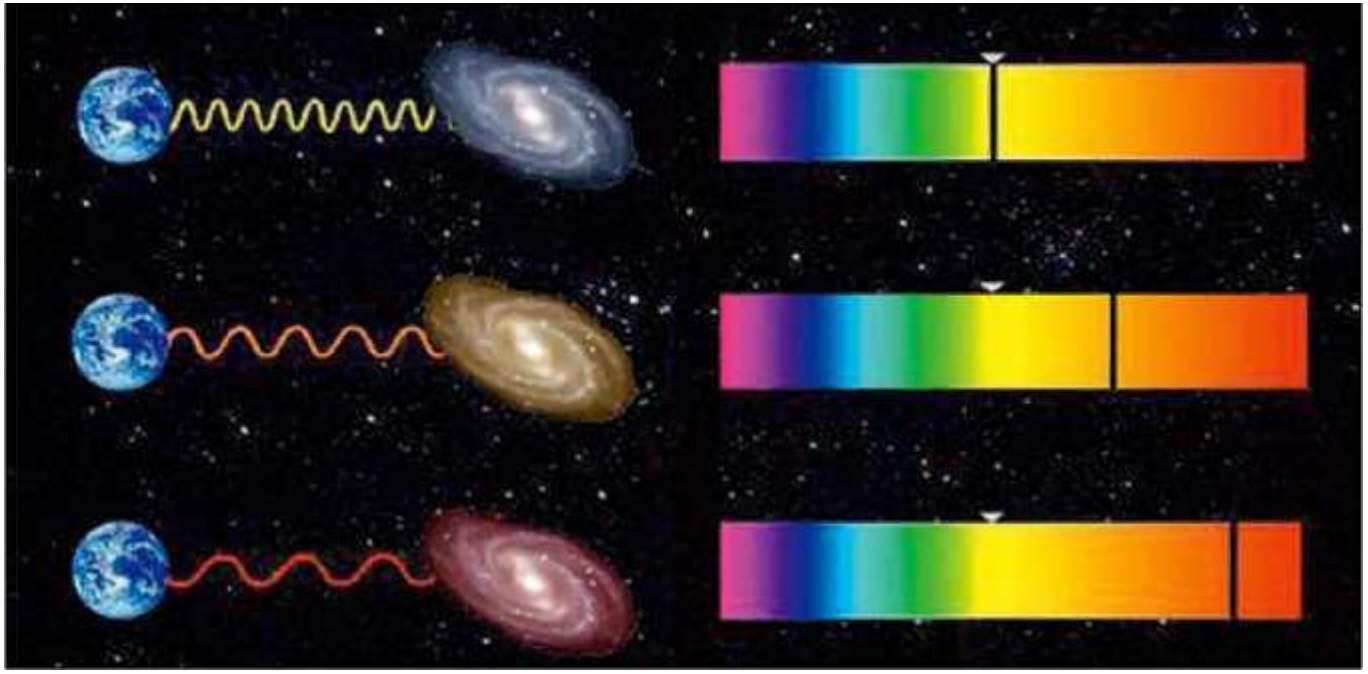
«Красное смещение»
в спектрах галактик

Сравнив расстояние до галактик со скоростями их удаления, Эдвин Хаббл установил, что между этими величинами существует весьма простая зависимость (закон Хаббла):

$$v = HR,$$

где v — скорость галактики, R — расстояние до неё, а H — коэффициент пропорциональности, называемый теперь постоянной Хаббла.

По современным данным, величина H составляет 69 км/(с•Мпк).



Красное смещение в спектрах далёких галактик.

Чем дальше от нас находится галактика, тем быстрее она удаляется.

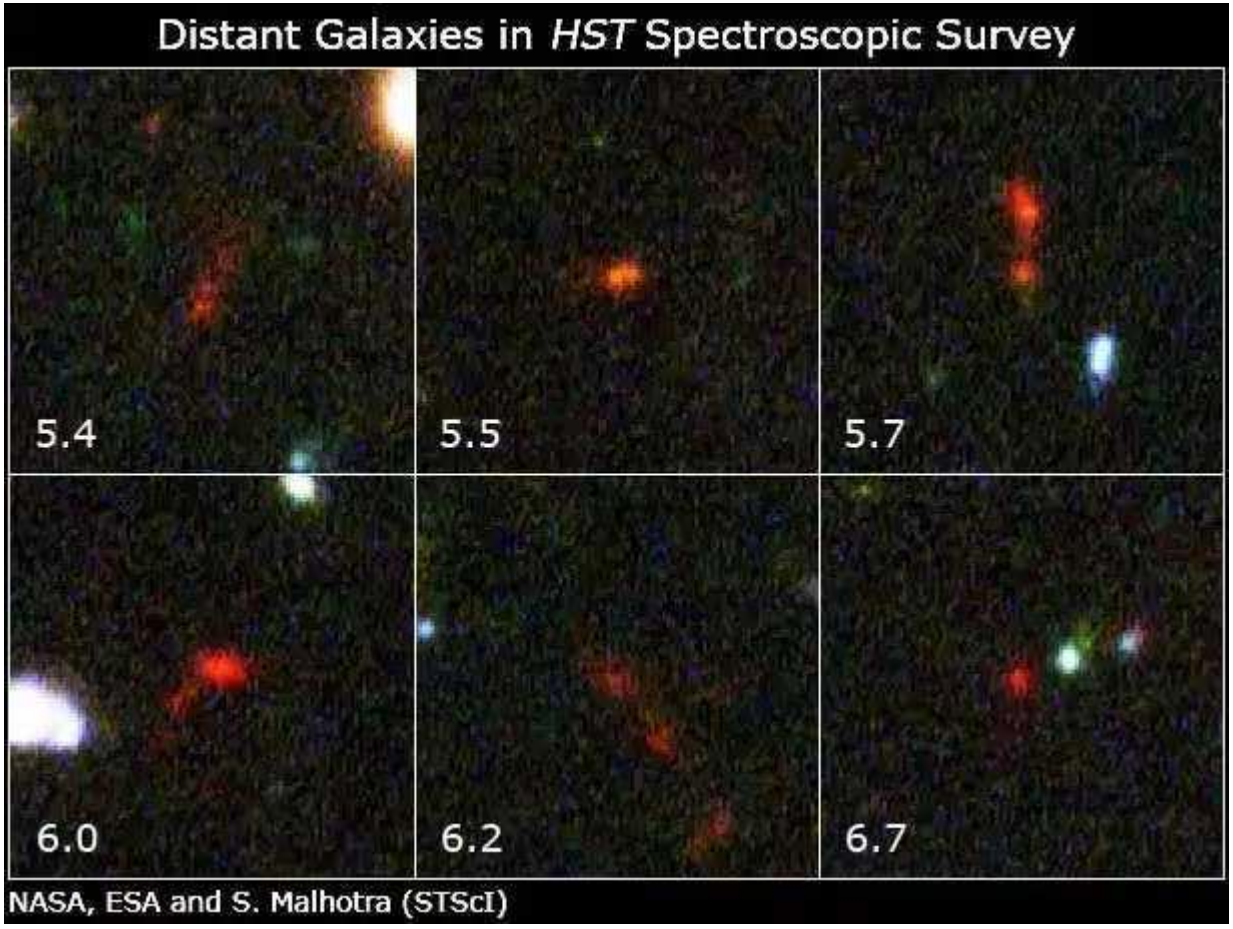
За счёт эффекта Доплера длина волны принятого на Земле её излучения становится тем больше, чем выше её скорость.

Видно, что D-линия натрия смещается из жёлтой области спектра в красную, в область бóльших длин волн.

Закон Хаббла дал возможность определить расстояние до наиболее далёких объектов во Вселенной, когда непригодны все другие способы, применяемые в астрономии.

Определив скорость галактики по смещению линий в её спектре, можно вычислить расстояние до неё по формуле:

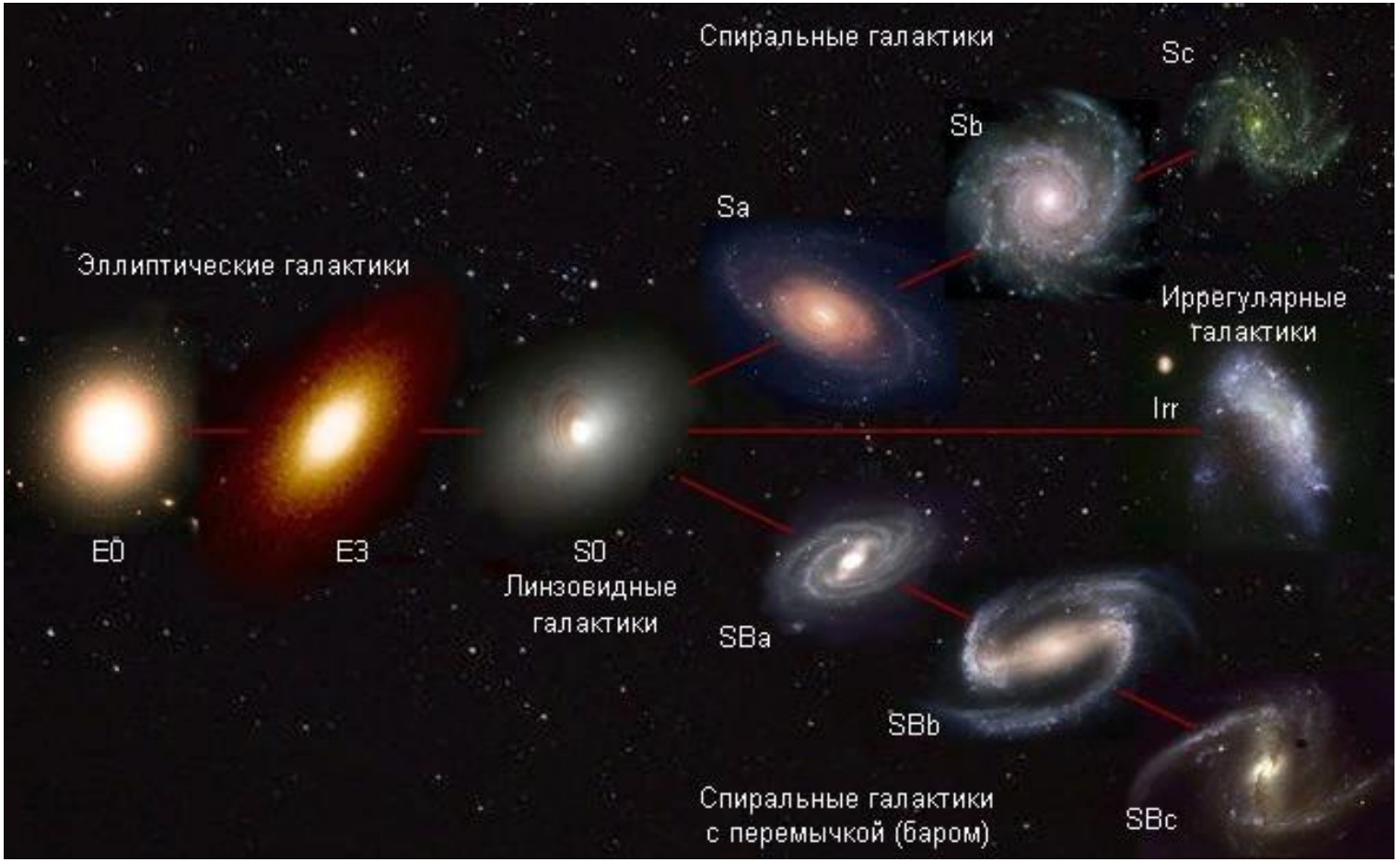
$$R = v / H.$$



К настоящему времени измерены «красные смещения» и определены расстояния до нескольких миллионов галактик.

От самых далёких из них свет идёт около 13 млрд лет.

Все галактики были разбиты на три типа: эллиптические - *E*, спиральные - *S* и неправильные (иррегулярные) - *I*.

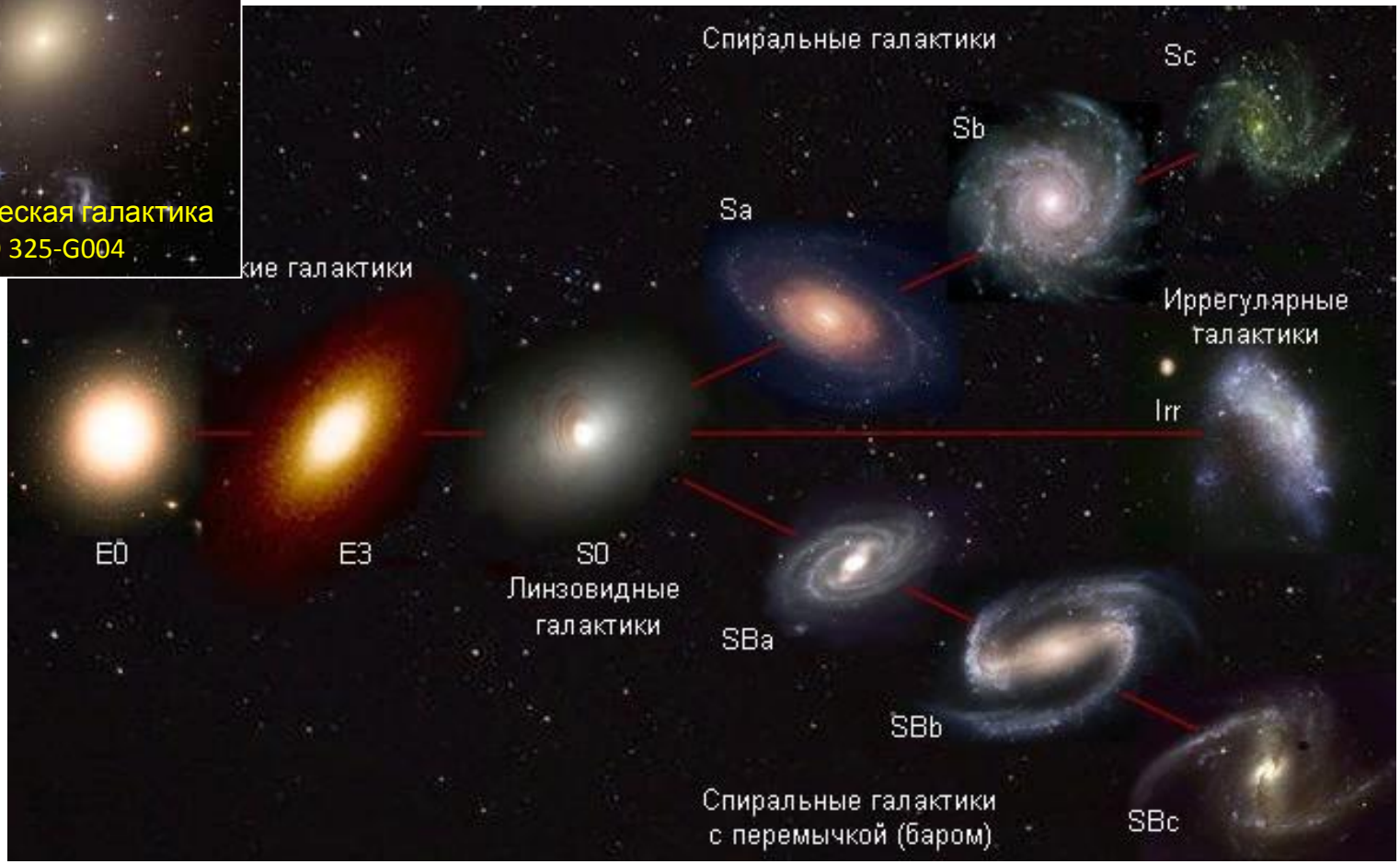


1. Эллиптические

Эллиптическая галактика ESO 325-G004

У эллиптических галактик нет ни диска, ни спиральных ветвей, а имеется только сферическая составляющая, которая состоит преимущественно из старых звёзд красного цвета и почти не содержит холодного газа.

Форма **эллиптических** галактик различна: от почти круглой до очень сильно сплюснутой.



2. Спиральные галактики являются наиболее распространёнными – примерно половина наблюдаемых галактик относится к этому типу.

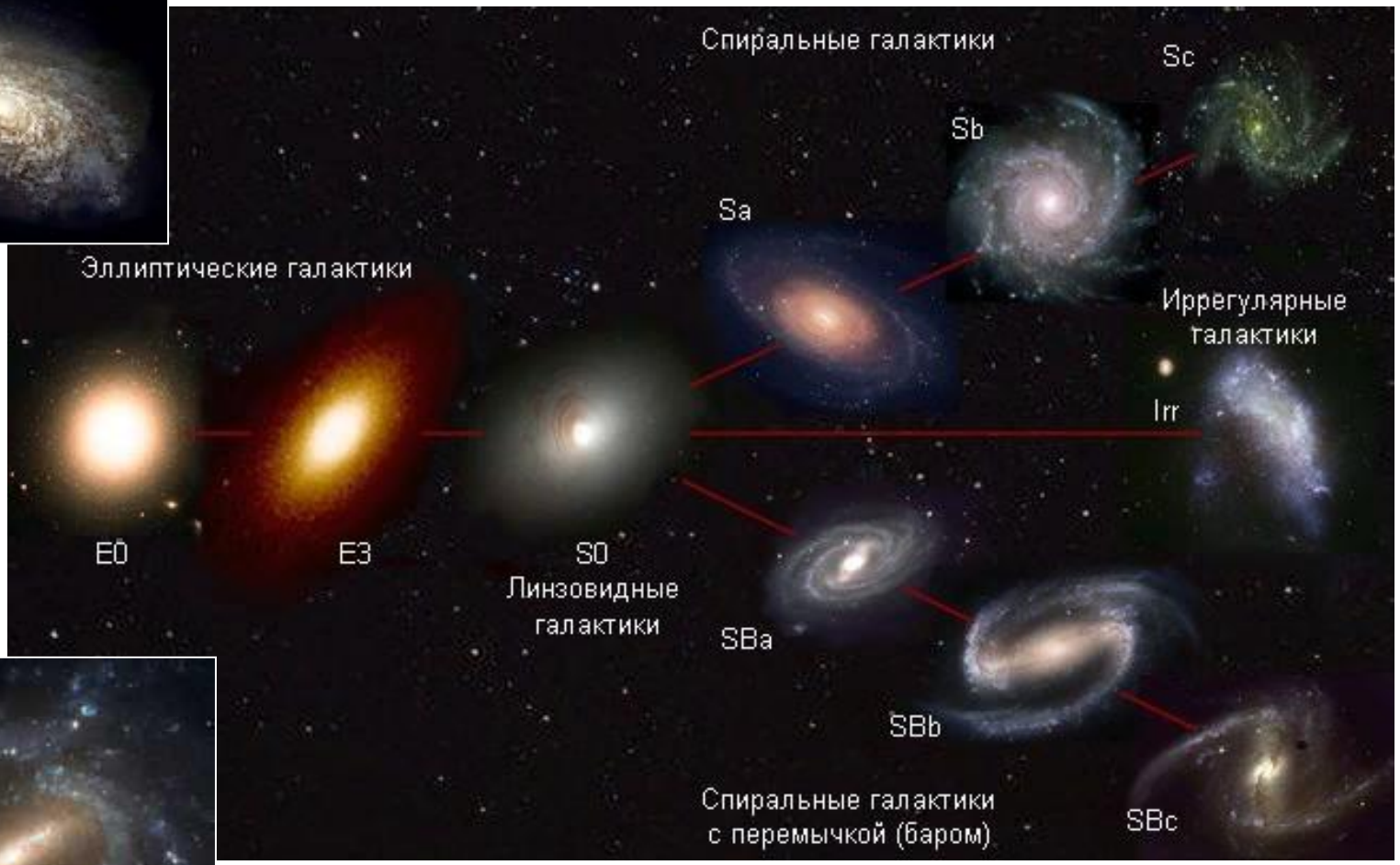
Спиральная галактика «Вертушка»

Спиральные галактики отличает наличие нескольких спиральных рукавов, в которых сосредоточено много *молодых ярких звёзд*, *светящихся газовых туманностей*, а также *холодных газопылевых облаков*.

В спиральных рукавах происходит формирование звёзд из межзвёздного вещества.

В **спиральных галактиках** выделены два подтипа:

- нормальные спирали, у которых спиральные рукава начинаются непосредственно из центральной области;
- пересечённые спирали, у которых рукава выходят не из ядра, а связаны с перемычкой, проходящей через центр галактики.



Линзовидные галактики (тип S0) похожи на спиральные тем, что у них есть и диск, и гало, но они, как и эллиптические, не имеют спиральных ветвей.

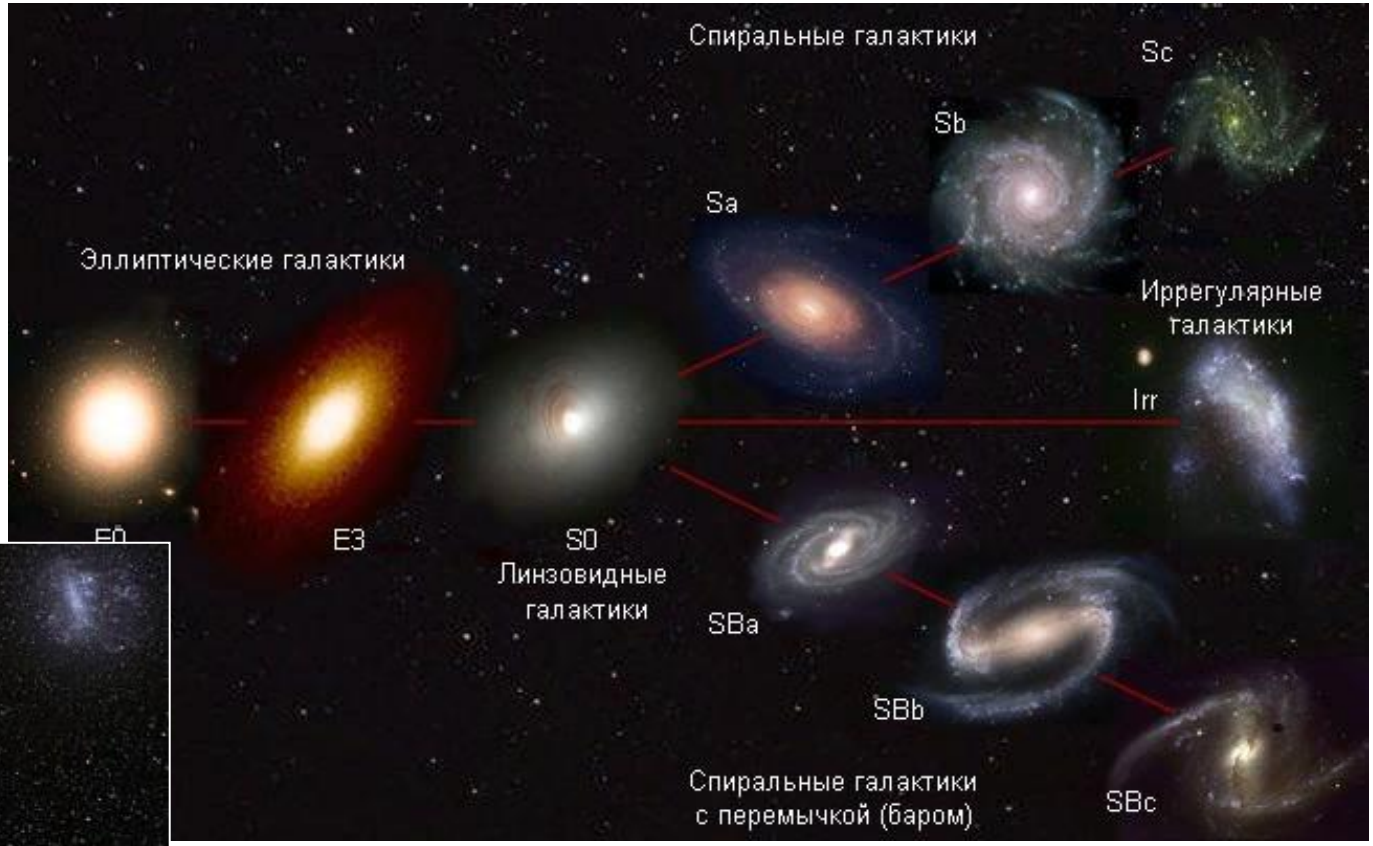
Из общего числа галактик примерно 20% относится к этому типу.

Линзовидная галактика NGC 5078

3. **Галактики неправильного типа**

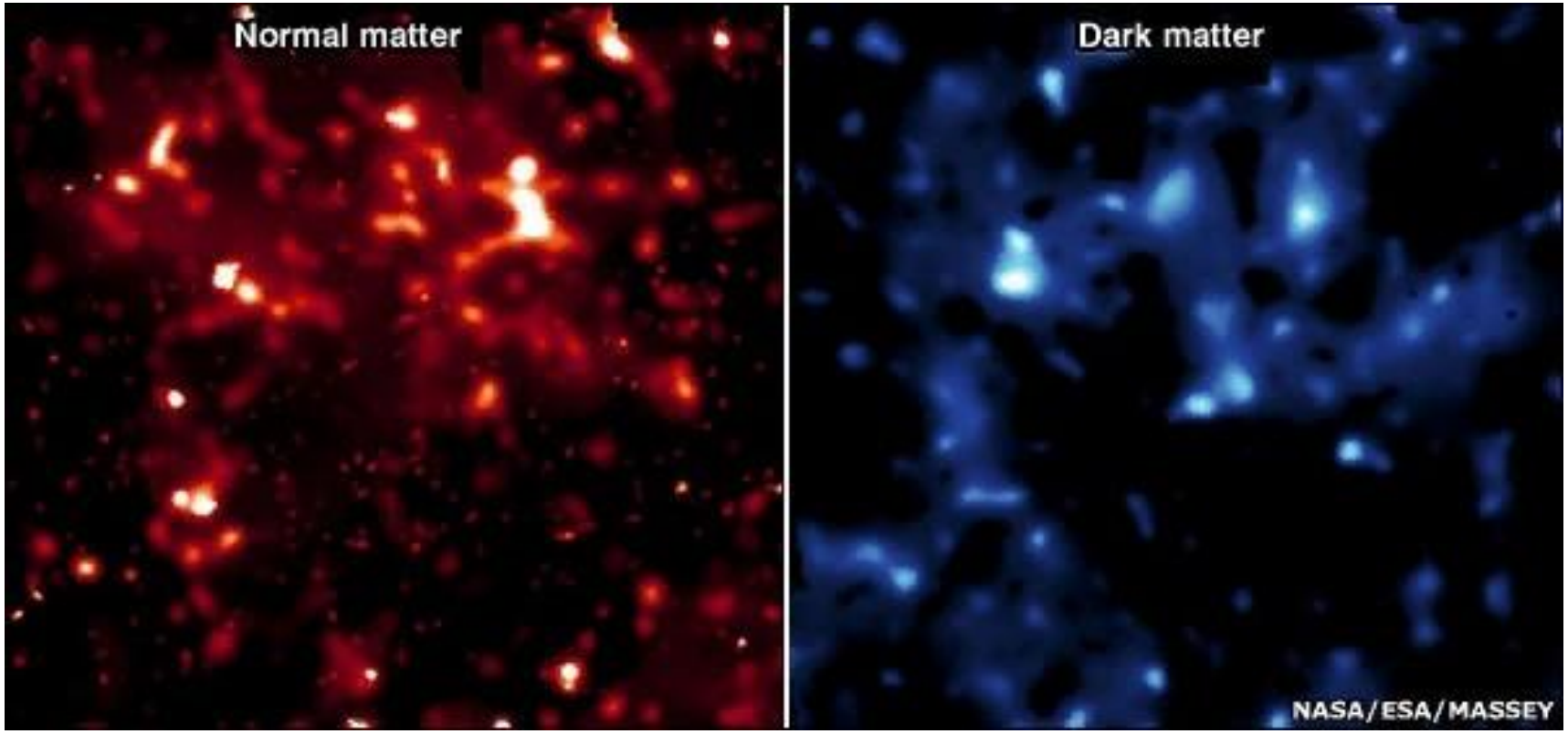
Ближайшими и самыми яркими оказались две **галактики неправильного типа**, которые получили названия Большое и Малое Магеллановы Облака.

Они хорошо видны невооружённым глазом в Южном полушарии неподалёку от Млечного Пути. Магеллановы Облака являются спутниками нашей Галактики, расстояние до Большого около 200 тыс. св. лет, до Малого - 170 тыс. св. лет.



Определить точную массу галактик практически невозможно.

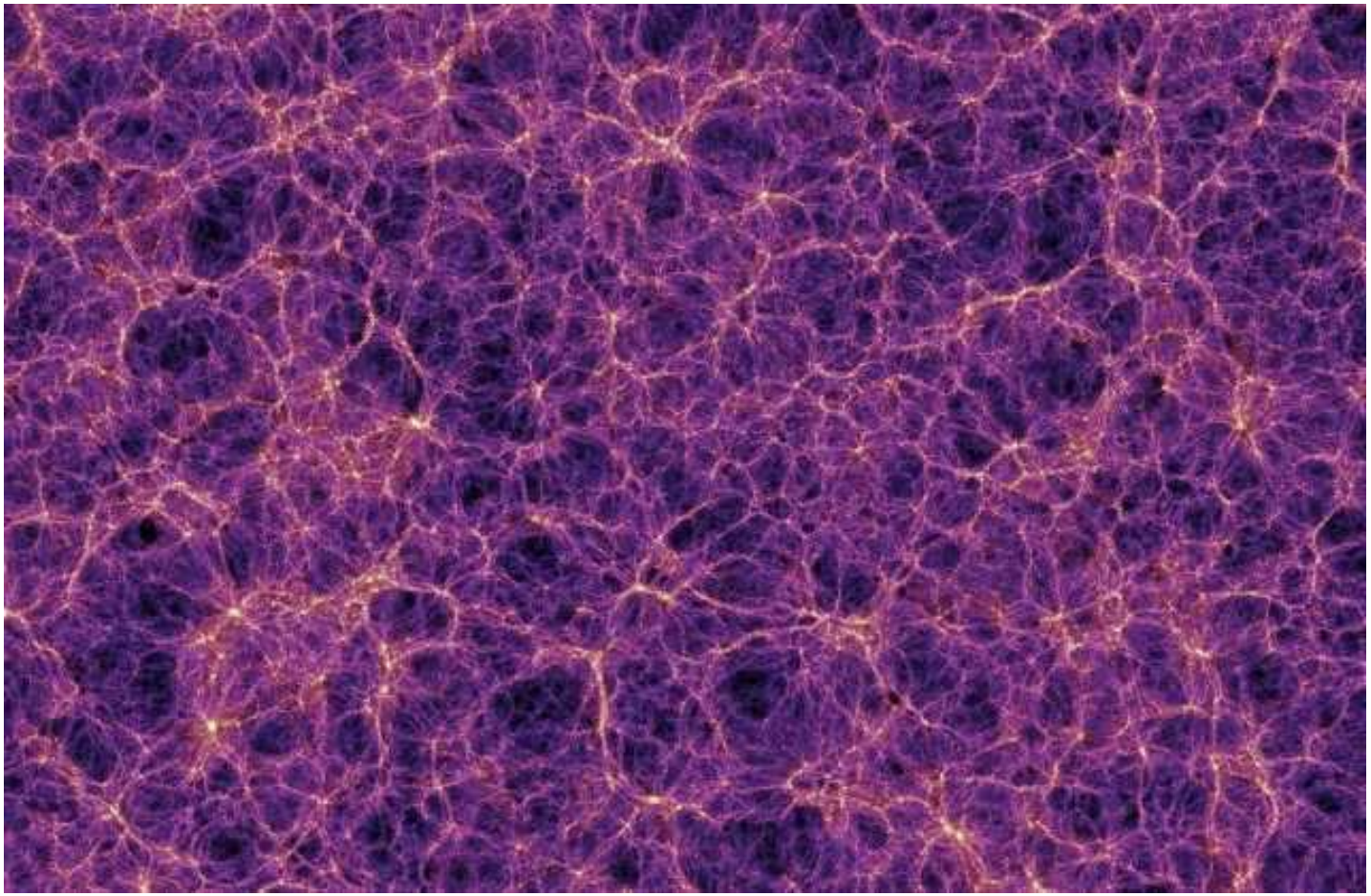
Согласно исследованиям, почти у каждой из галактик (в том числе и у нашей Галактики) обнаружено существование обширных корон из тёмного вещества, так называемой скрытой массы или тёмной материи. По расчётам, её масса в несколько раз превышает общую массу всех наблюдаемых объектов галактики



Каждому значительному скоплению галактик соответствует большой сгусток темной материи. Совместив крупное скопление на левой картинке с соответствующим гало темной материи на правой картинке, мы обнаружим, что они совпадают и что обычная материя словно находится в каркасе из темной материи.

Установлено, что на роль тёмной материи не подходят ни газ, ни слабосветящиеся звёзды, ни другие объекты, состоящие из обычного вещества (протонов, нейтронов и электронов).

Возможно, тёмная материя состоит из элементарных частиц подобно нейтрино, слабо взаимодействующих с обычным веществом.



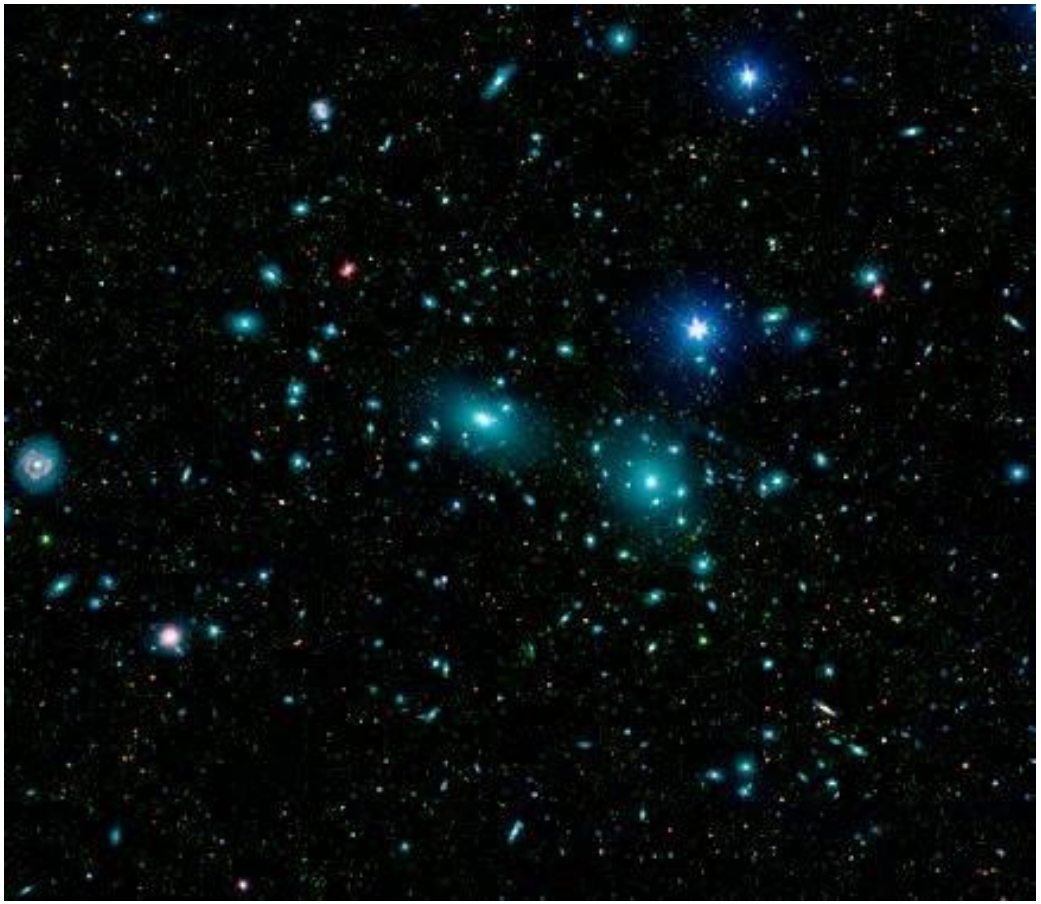
Модель космической паутины темной материи

Галактики одного и того же типа значительно отличаются друг от друга по размерам, числу звёзд и другим характеристикам.
Самые маленькие среди них называют карликовыми.

Несколько таких карликовых галактик
входят в число спутников нашей Галактики

Большинство галактик группируется в скопления, которые делятся на два типа: правильные и неправильные.

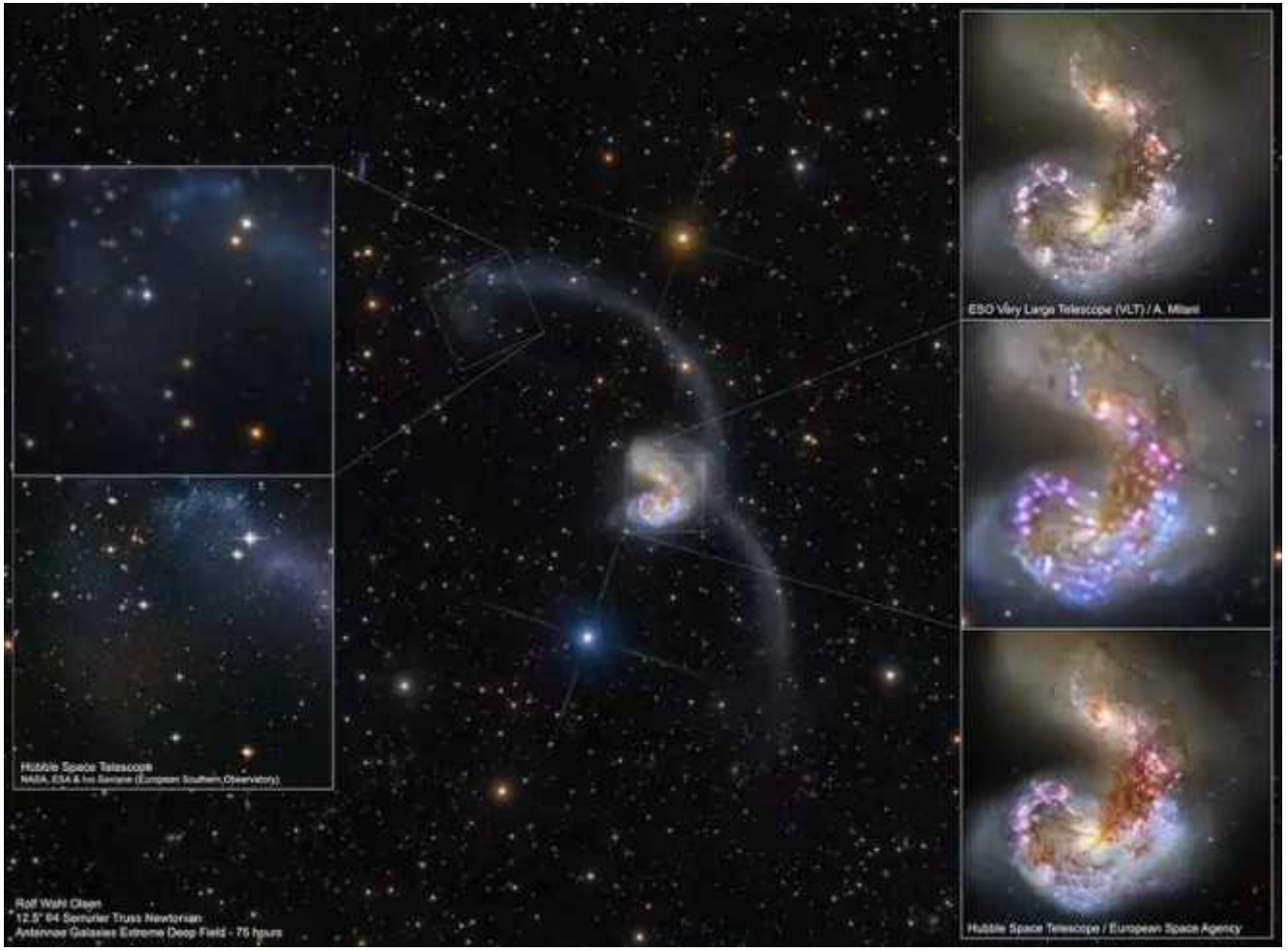
Правильные скопления галактик во многом напоминают шаровые звёздные скопления, для которых характерна сферическая симметрия с сильной концентрацией галактик к центру.



Правильные скопления галактик размером около 4 Мпк, которое наблюдается в созвездии Волосы Вероники, насчитывает несколько десятков тысяч галактик .

Концентрация галактик в скоплениях бывает так велика, что они располагаются очень близко друг к другу. Их гравитационное взаимодействие вызывает значительное изменение формы галактик.

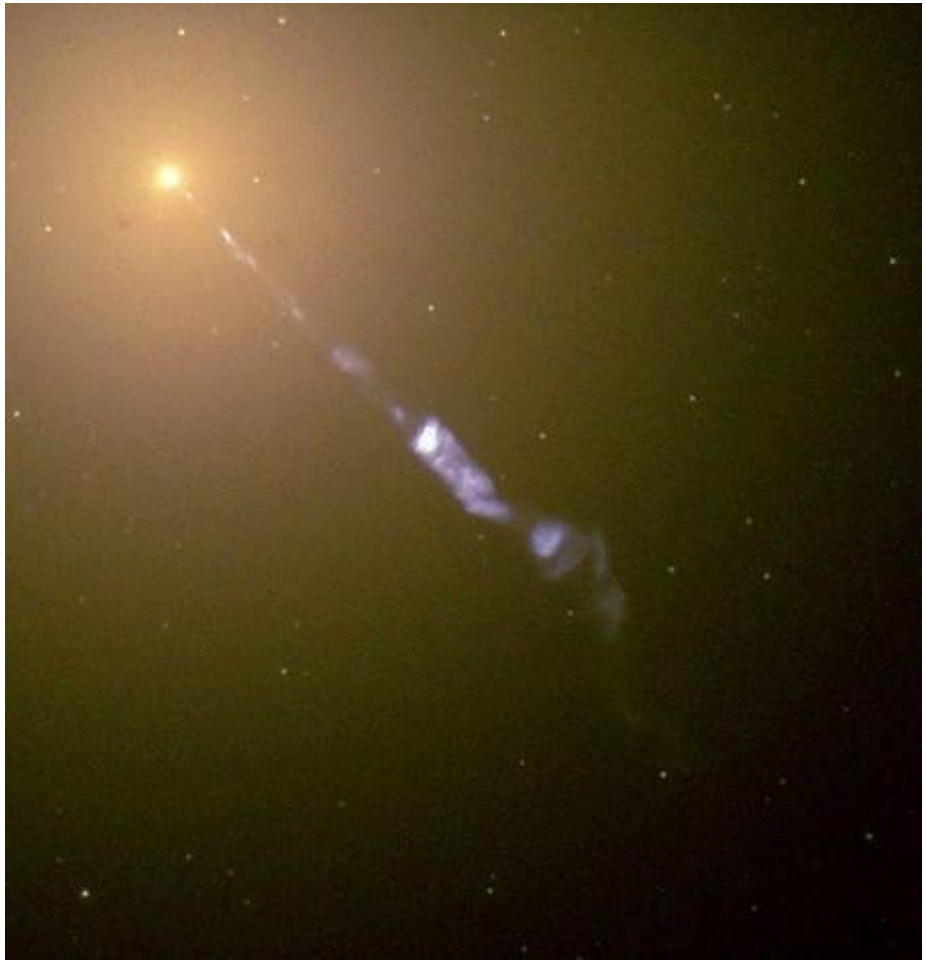
Часто наблюдаются соединяющие их перемычки, которые состоят из звёзд или газа, а также уходящие далеко в сторону протяжённые «хвосты».



Взаимодействующие галактики «Антенны»

Среди взаимодействующих галактик и галактик, имеющих близких спутников, часто наблюдаются галактики с активными ядрами.

Небольшое число галактик (около 1%) имеет особенно яркие ядра, в которых происходит колоссальное выделение энергии.



Активная гигантская эллиптическая галактика M87. Из центра галактики вырывается релятивистская струя (джет)

Проявление активности:

1) очень большая мощность излучения (светимость) не только в оптической, но и в рентгеновской или инфракрасной части спектра;
2) в ядре происходит движение газа со скоростями тысячи километров в секунду, что приводит к появлению длинных выбросов - джетов;
3) мощные потоки электронов и протонов высокой энергии, идущие из ядра в двух противоположных направлениях, порождают синхротронное радиоизлучение.

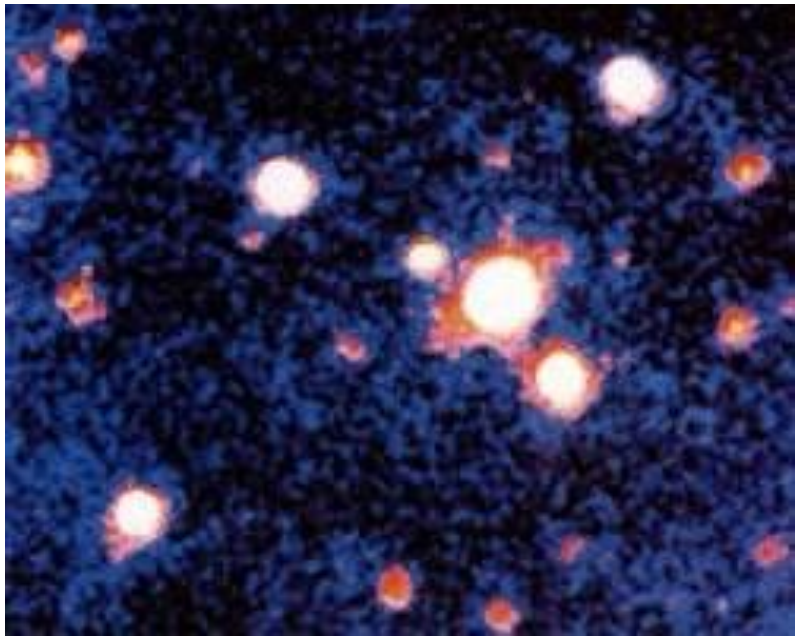
Галактики с активными ядрами, являющиеся источниками радиоизлучения большой мощности, называют радиогалактиками.

Радиогалактика Кентавр А. Комбинированное изображение (1) и изображения в рентгеновском (2), радио- (3) и оптическом (4) диапазонах.

Квазары *(квазизвёздные радиоисточники)* - самые мощные из всех известных во Вселенной источники видимого и инфракрасного излучения.

Даже наиболее близкие квазары расположены дальше большинства известных галактик, на расстояниях порядка 1 млрд св. лет. Самые далёкие квазары наблюдаются на расстояниях до 13 млрд св. лет.

Вероятно, квазары представляют собой ядра далёких галактик, проявляющие очень высокую активность.



Квазар 3C275
(самый яркий объект вблизи центра снимка).
Расстояние до него – 7
млрд св. л.

Квазар в представлении художника