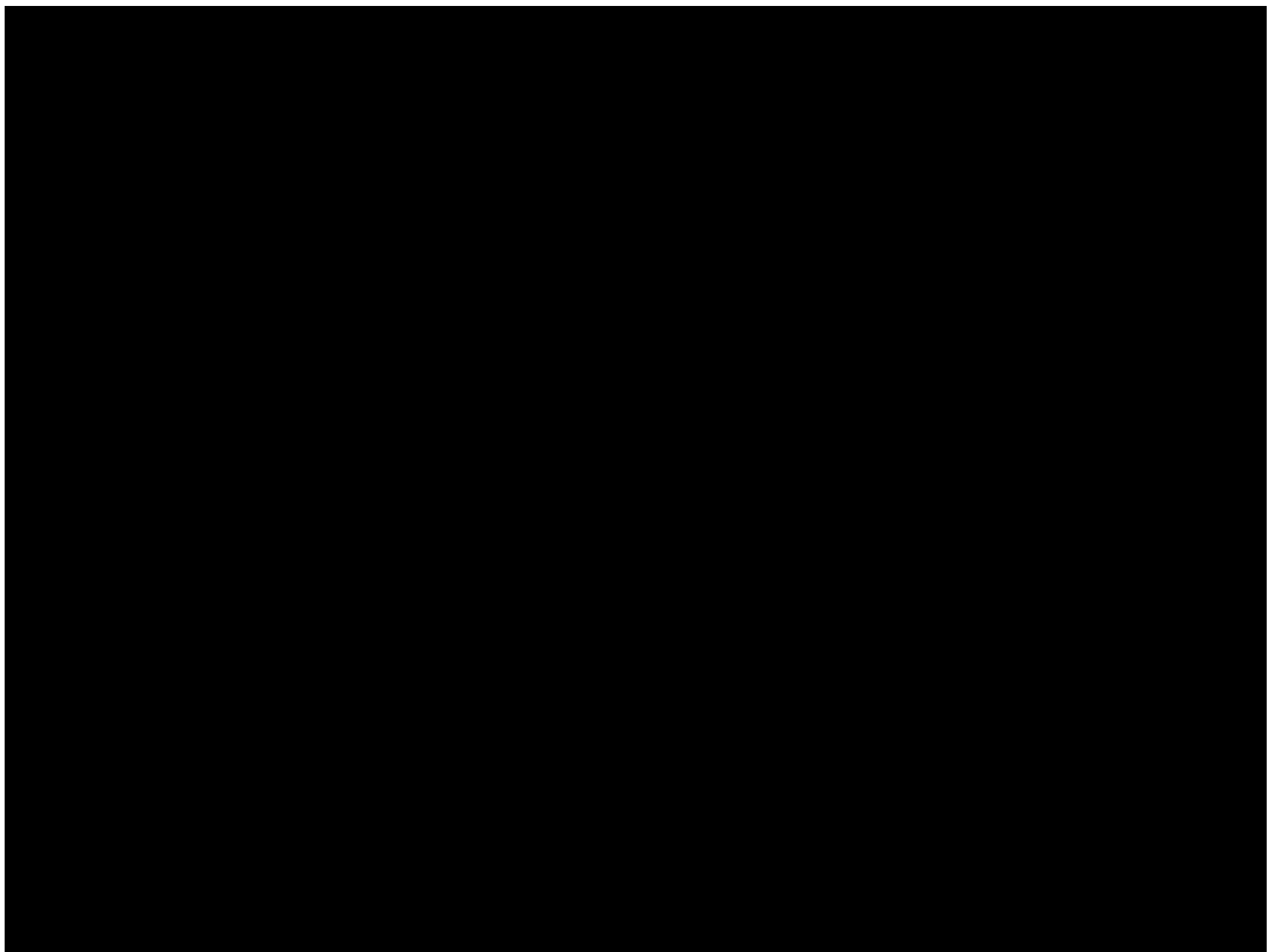


НАША ГАЛАКТИКА

Млечный Путь и Галактика



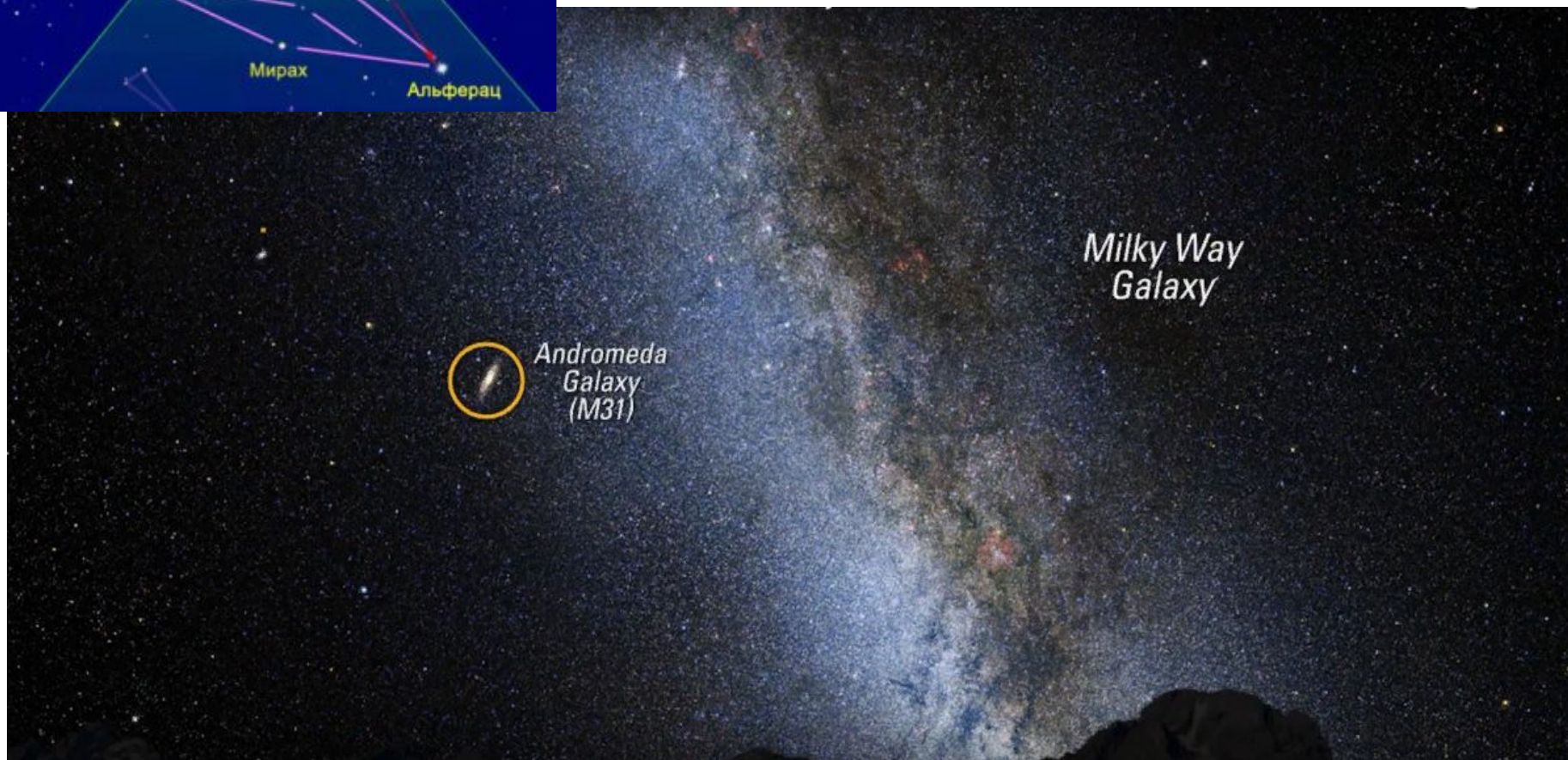
Практически все объекты, которые видят на небе невооружённым глазом жители средних широт Северного полушария Земли, составляют единую систему небесных тел (главным образом звёзд) – нашу **Галактику**.



Как найти созвездие Андромеды
от Кассиопеи



Из числа объектов, видимых невооружённым глазом на средних широтах Северного полушария Земли, в состав Галактики не входит лишь слабо заметное туманное пятно, видимое в созвездии Андромеды и напоминающее по форме пламя свечи, –
туманность Андромеды.



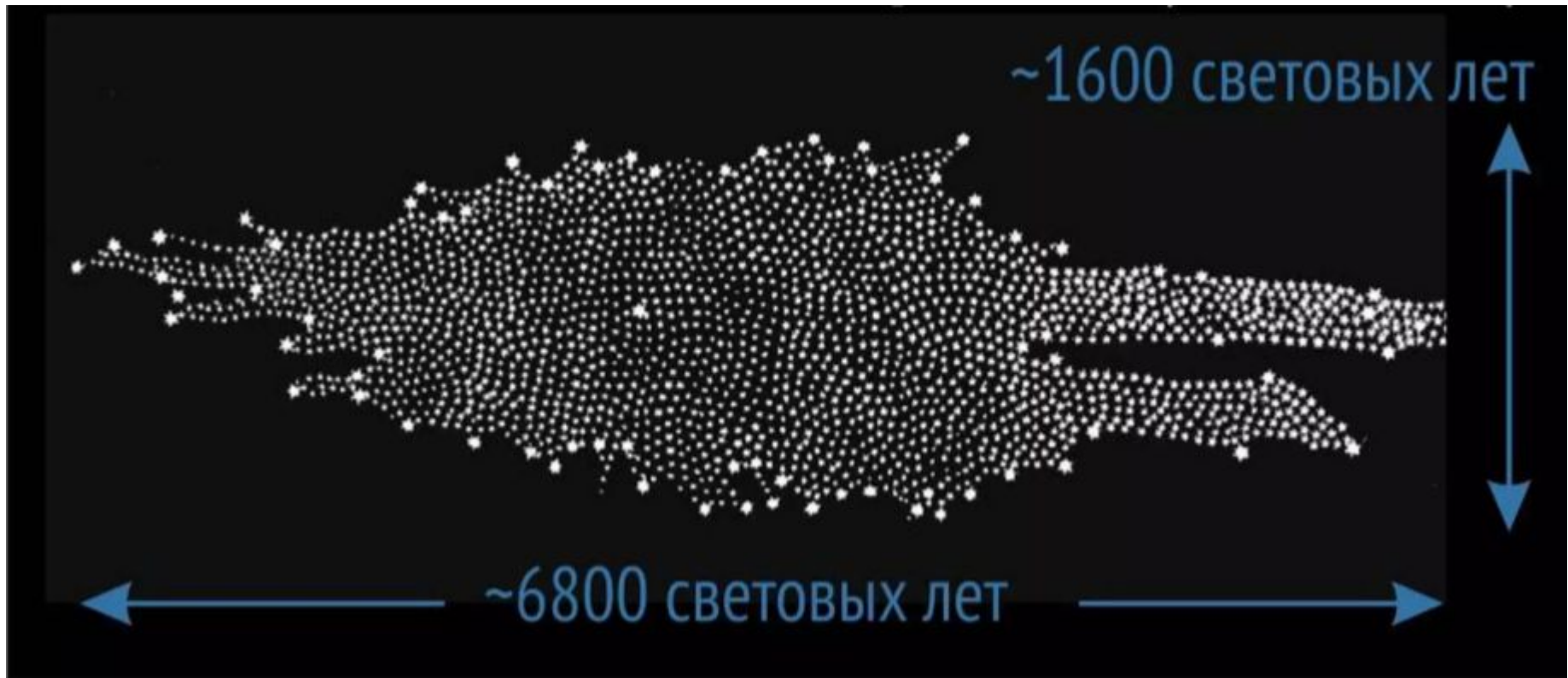
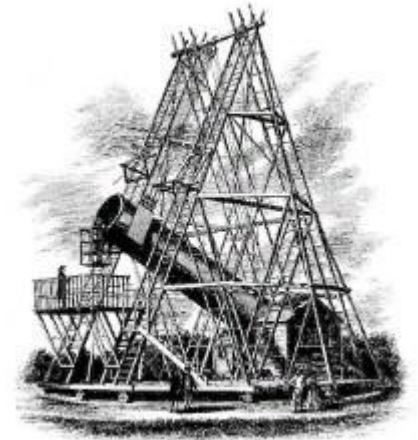
Характерной деталью звёздного неба является **Млечный Путь**, который простирается через всё небо светлой белесоватой полосой клочковатой формы. Уже первые наблюдения Млечного Пути с помощью телескопа позволили различить множество слабых звёзд нашей Галактики.





Идея о том, что Вселенная имеет «островную» структуру, неоднократно высказывалась в прошлом.

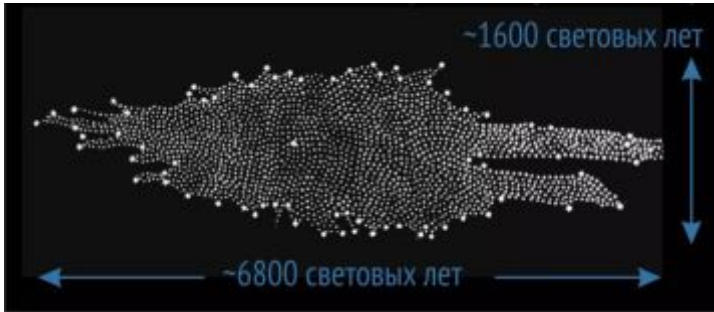
Однако лишь в конце XVIII века **Уильям Гершель** предложил первую модель строения нашей Галактики.



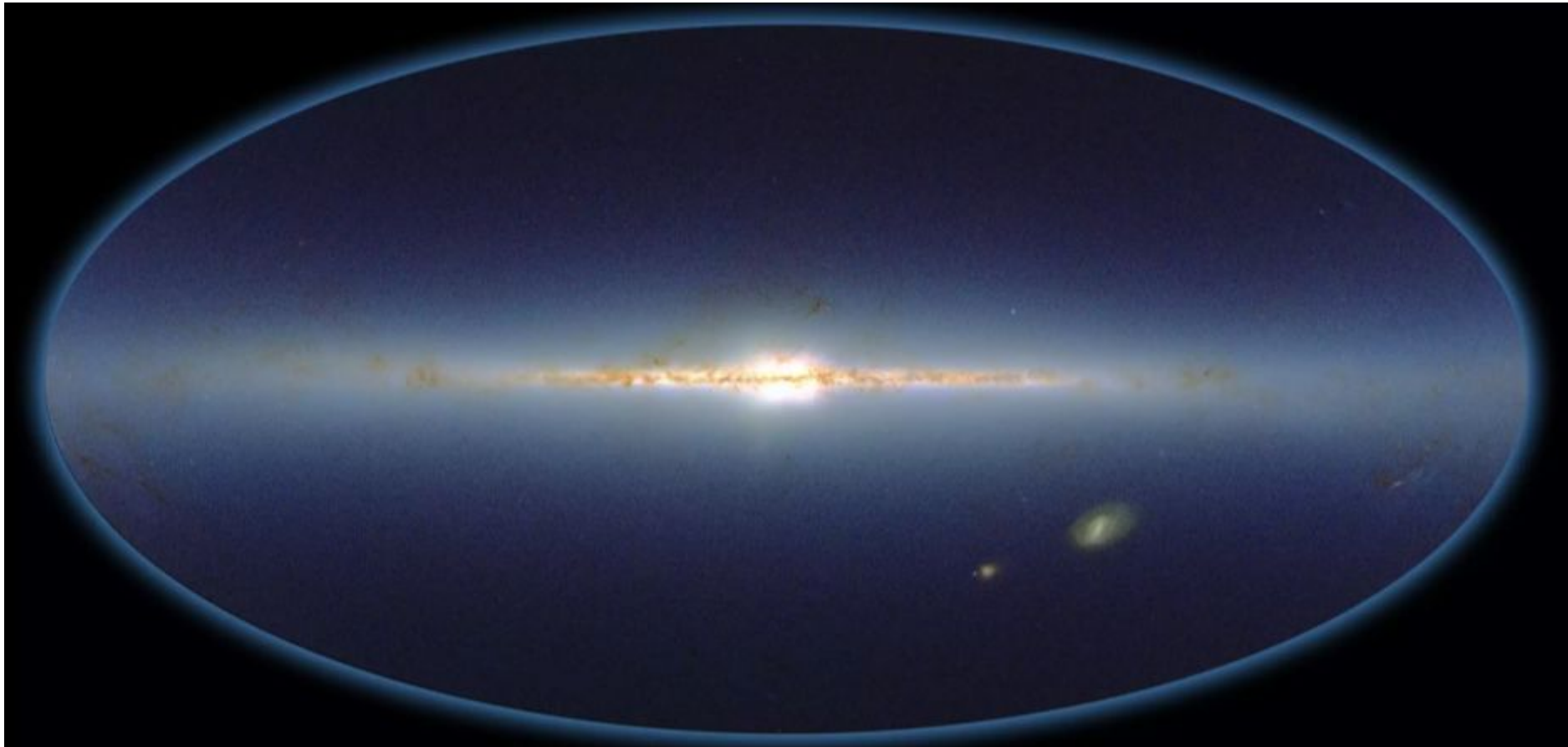
Наша Галактика по представлению Уильяма Гершеля.

Солнце помечено звёздочкой чуть левее центра. «Пасть крокодила» появилась из-за того, что тёмное газопылевое облако в созвездии Стрельца закрывает от нас звёзды

На основе подсчётов звёзд в различных участках неба Гершель установил, что их число по мере удаления от Млечного Пути резко убывает.

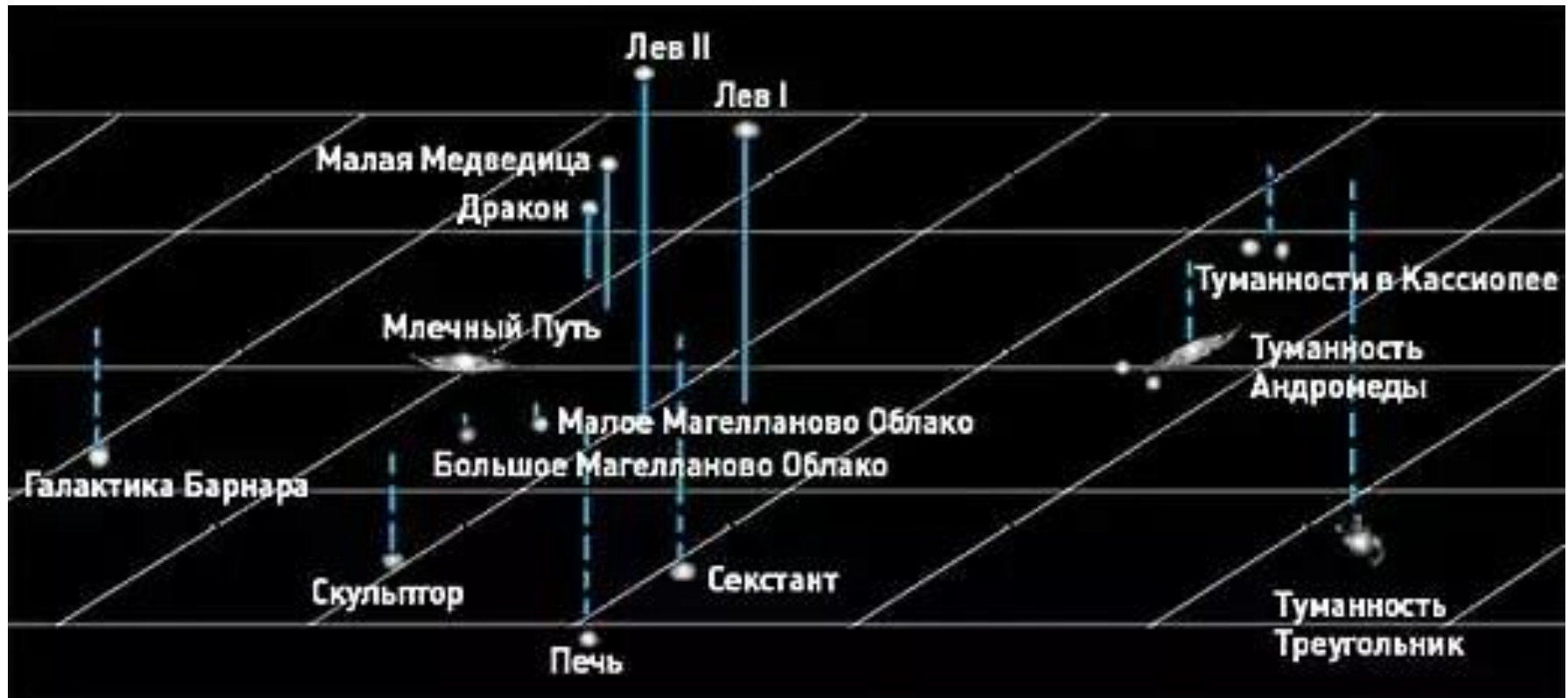


По его расчётам, слабые звёзды Млечного Пути вместе с остальными, более яркими образуют единую звёздную систему, напоминающую по форме диск конечных размеров, диаметр которого более чем в 4 раза превышает его толщину.

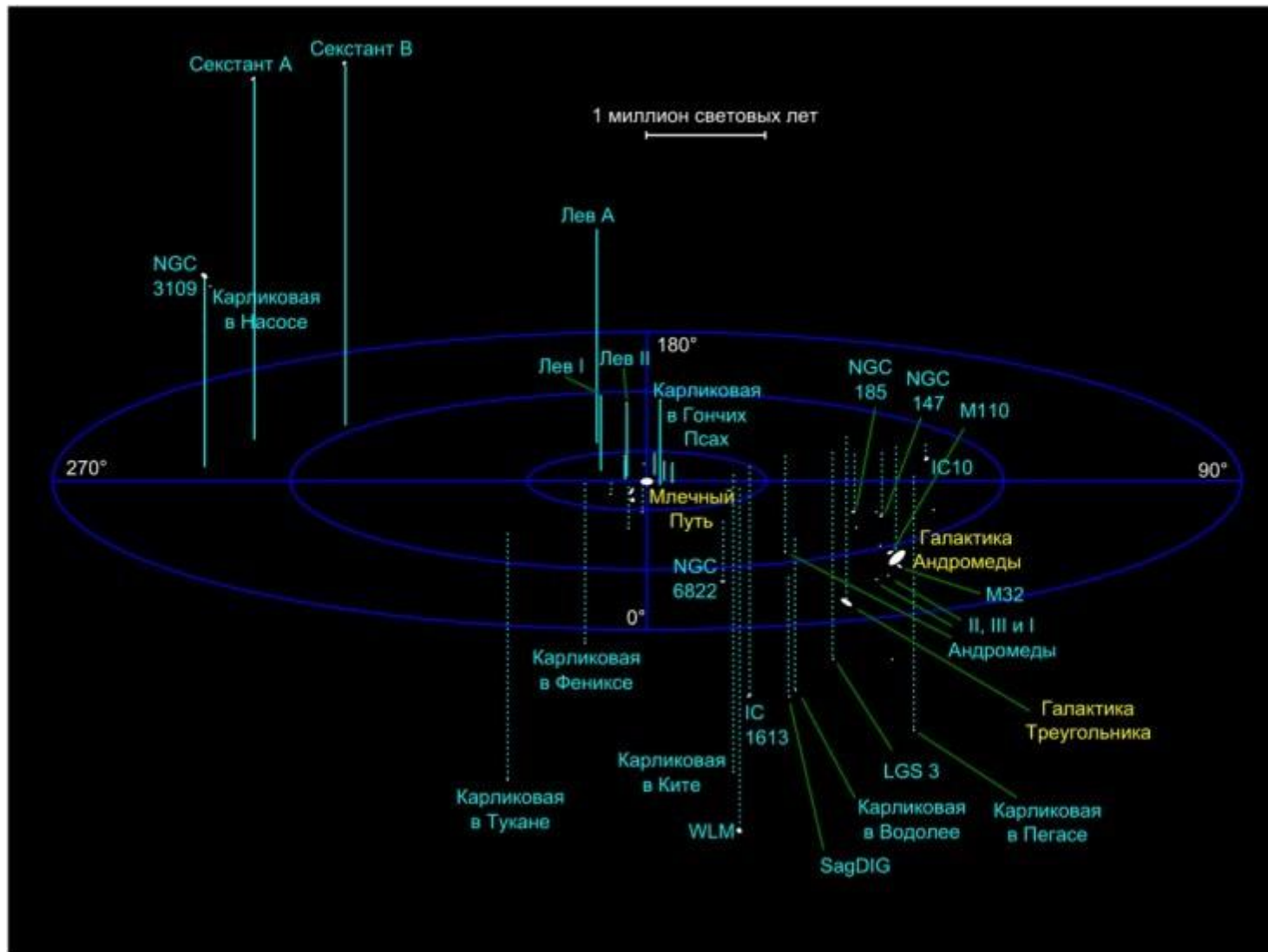


Окончательное «открытие» нашей Галактики связано с обнаружением в 1923 г. в туманности Андромеды нескольких **цефеид**.

Наблюдение цефеид позволило определить расстояние до неё и окончательно убедило учёных, что это не просто туманность, а другая, подобная нашей звёздная система.



Название «галактика» было дано всем туманностям, находящимся за пределами нашей Галактики.



Согласно современным данным, галактика Андромеды находится от нас на расстоянии немногим более 2 млн св. лет.

Успехи в исследовании нашей Галактики в значительной степени связаны с изучением туманности Андромеды и других галактик.

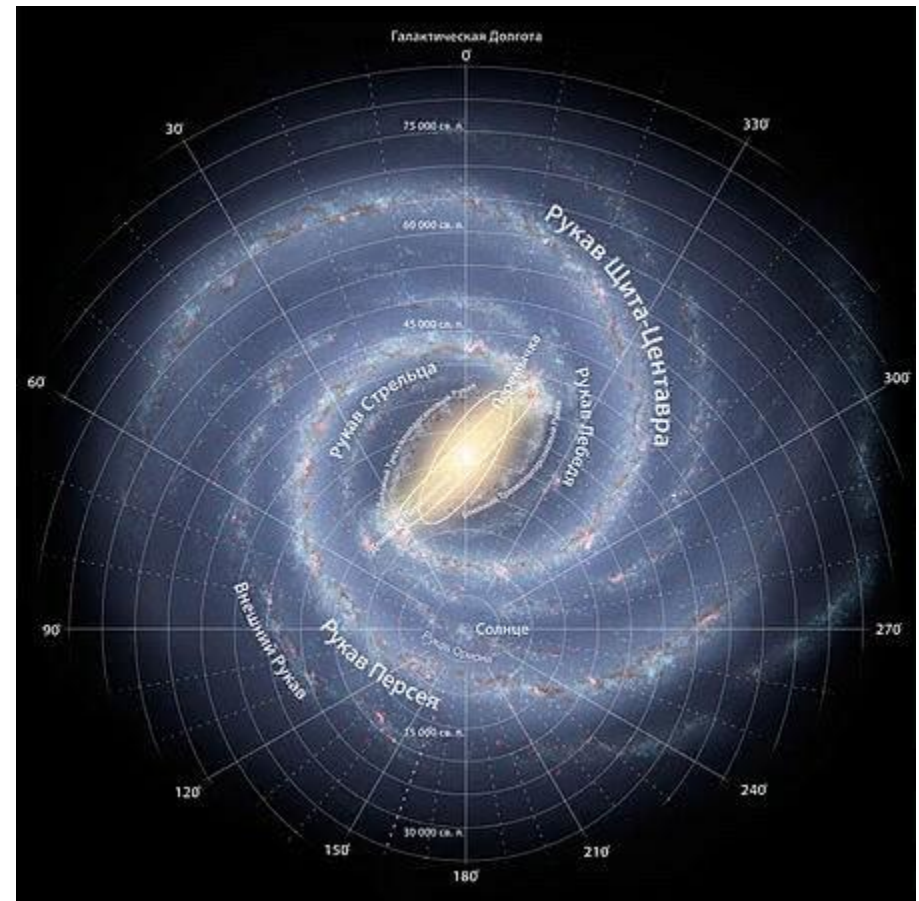
Поскольку характеристики и число звёзд, размеры и некоторые другие особенности строения нашей Галактики оказались сходными с данными, полученными для туманности Андромеды, предположили, что Млечный Путь также имеет спиральные рукава.

В последующем целенаправленные исследования подтвердили этот факт.



Галактика

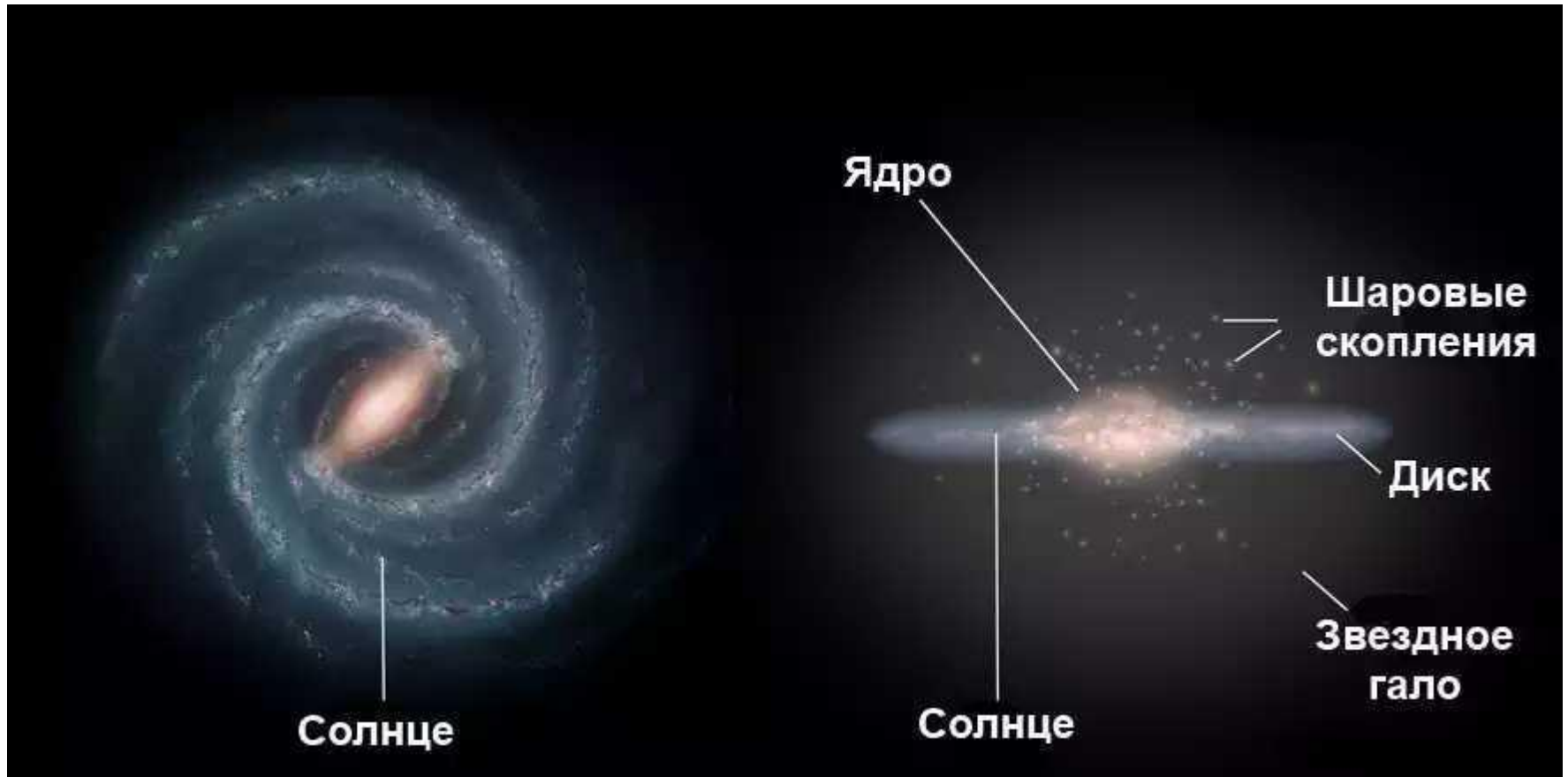
Млечный Путь
(компьютерная модель)



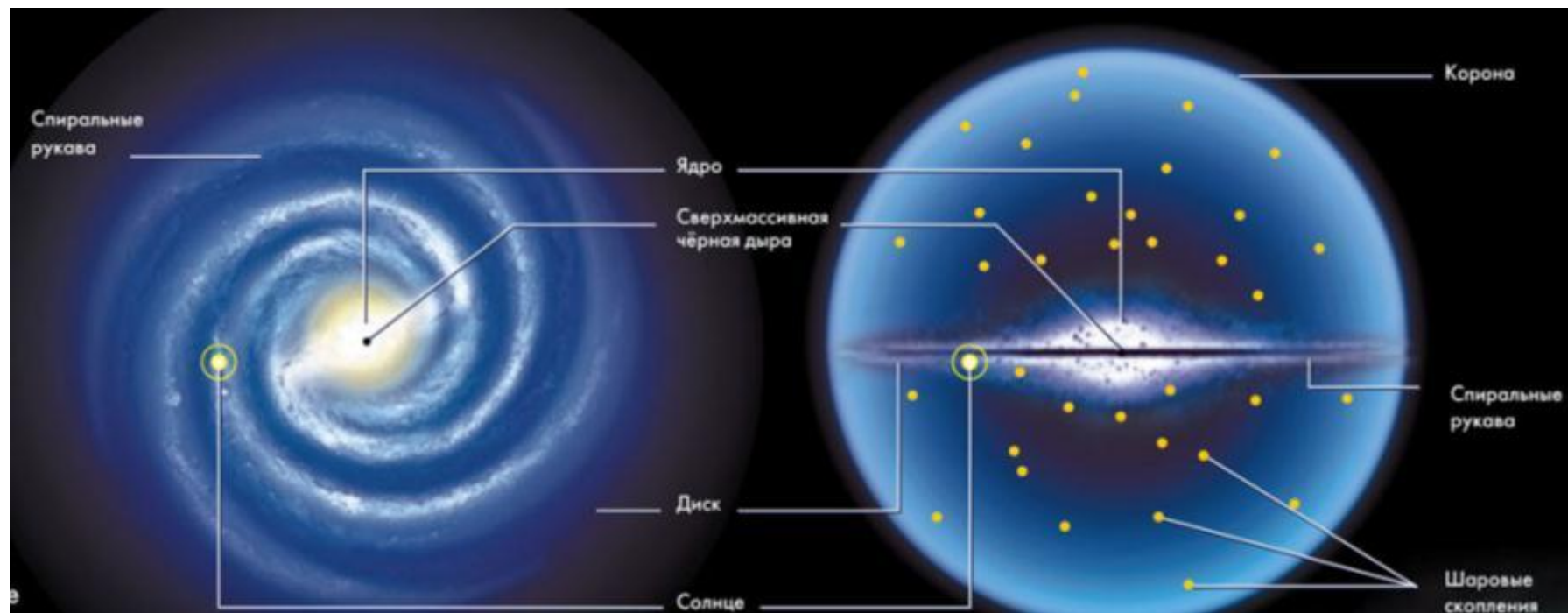
В структуре Млечного Пути прослеживается **ядро** и окружающие его две системы звёзд: **дискообразная** и почти **сферическая галактическая корона (гало)**.

Первая включает значительное число звёзд, концентрация которых возрастает по мере приближения к галактической плоскости.

Менее многочисленные звёзды второй имеют концентрацию к ядру.



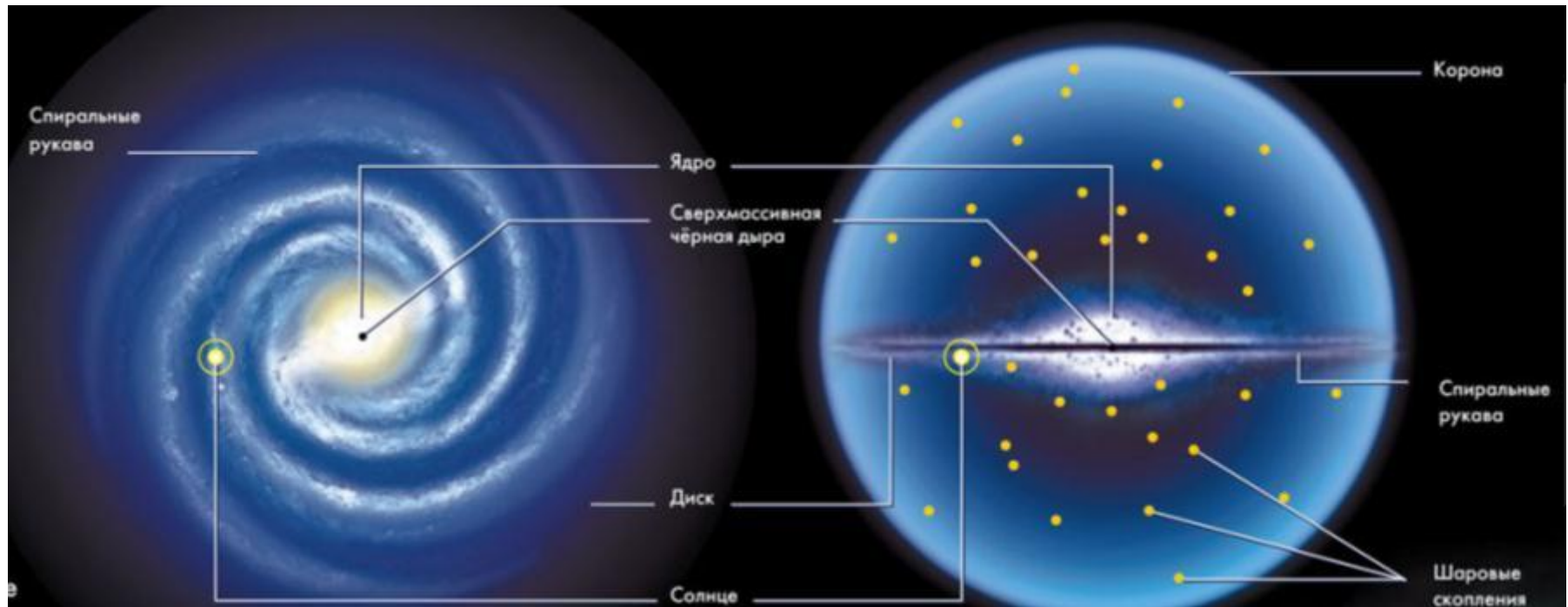
Млечный Путь, который образуют звёзды диска, опоясывает небо вдоль большого круга, а это означает, что
Солнечная система находится вблизи галактической плоскости.



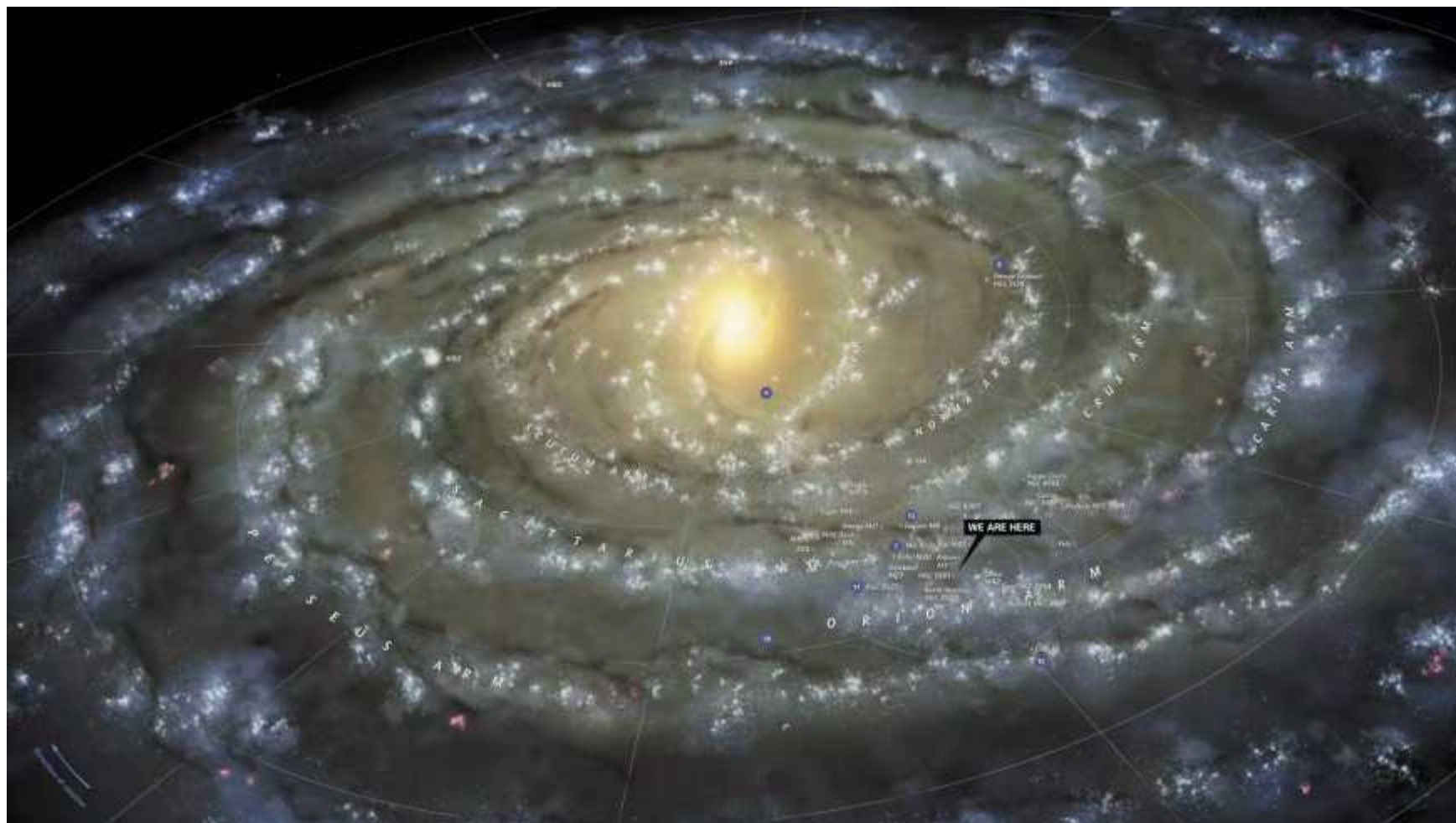
Диаметр нашей Галактики – около 100 тыс. св. лет (30 тыс. пк).

В ней около 200 млрд звёзд.

Они составляют более половины видимого вещества Галактики, а 2% – межзвёздное вещество в виде газа и пыли, при этом пыли примерно в 100 раз меньше, чем газа.



В Галактике сосуществуют как очень старые звёзды, возраст которых приблизительно 13 млрд лет, так и очень молодые, возраст которых не превышает 100 тыс. лет.



Звёздные скопления и ассоциации

Звёздное скопление – группа звёзд, которые расположены близко друг к другу и связаны взаимным тяготением.

Различаются два вида звёздных скоплений: **шаровые** и **рассеянные**.



Шаровое звездное скопление Терзан 5, находится в созвездии Стрельца, на расстоянии 19 000 световых лет от Земли, ровесник Млечного Пути.

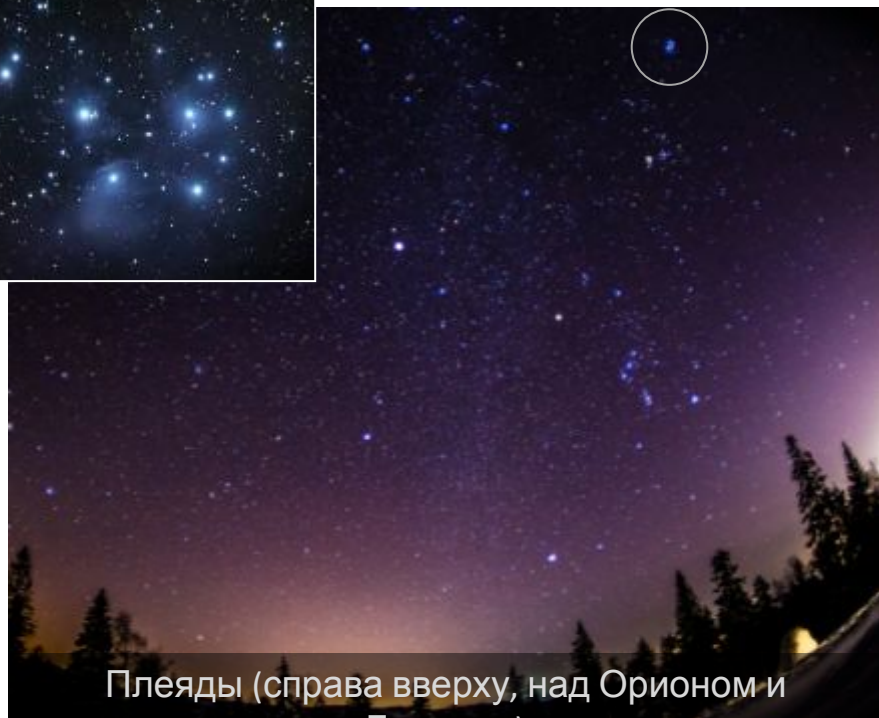


Рассеянное звездное скопление M25, находится на расстоянии 2 000 световых лет от Земли, возраст скопления 90 млн. лет.

В рассеянных скоплениях звёзд относительно немного — от нескольких десятков до нескольких тысяч.

Самым известным рассеянным скоплением являются **Плеяды**, видимые в **созвездии Тельца**.

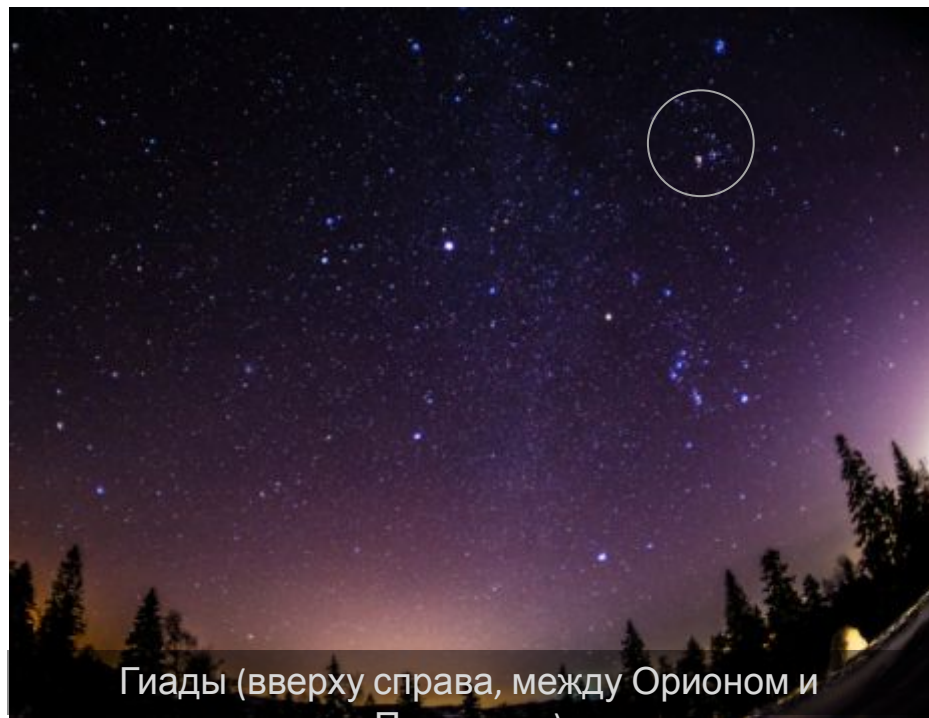
В созвездии Тельца находится ещё одно скопление — **Гиады** — треугольник из слабых звёзд вблизи яркого **Альдебарана**.



Плеяды (справа сверху, над Орионом и

Гиадами)

Плеяды (астрономическое обозначение — М45; иногда также используется собственное имя Семь сестёр, старинное русское название — Стожары или Волосожары); одно из ближайших к Земле и одно из наиболее заметных для невооружённого глаза звёздных скоплений.

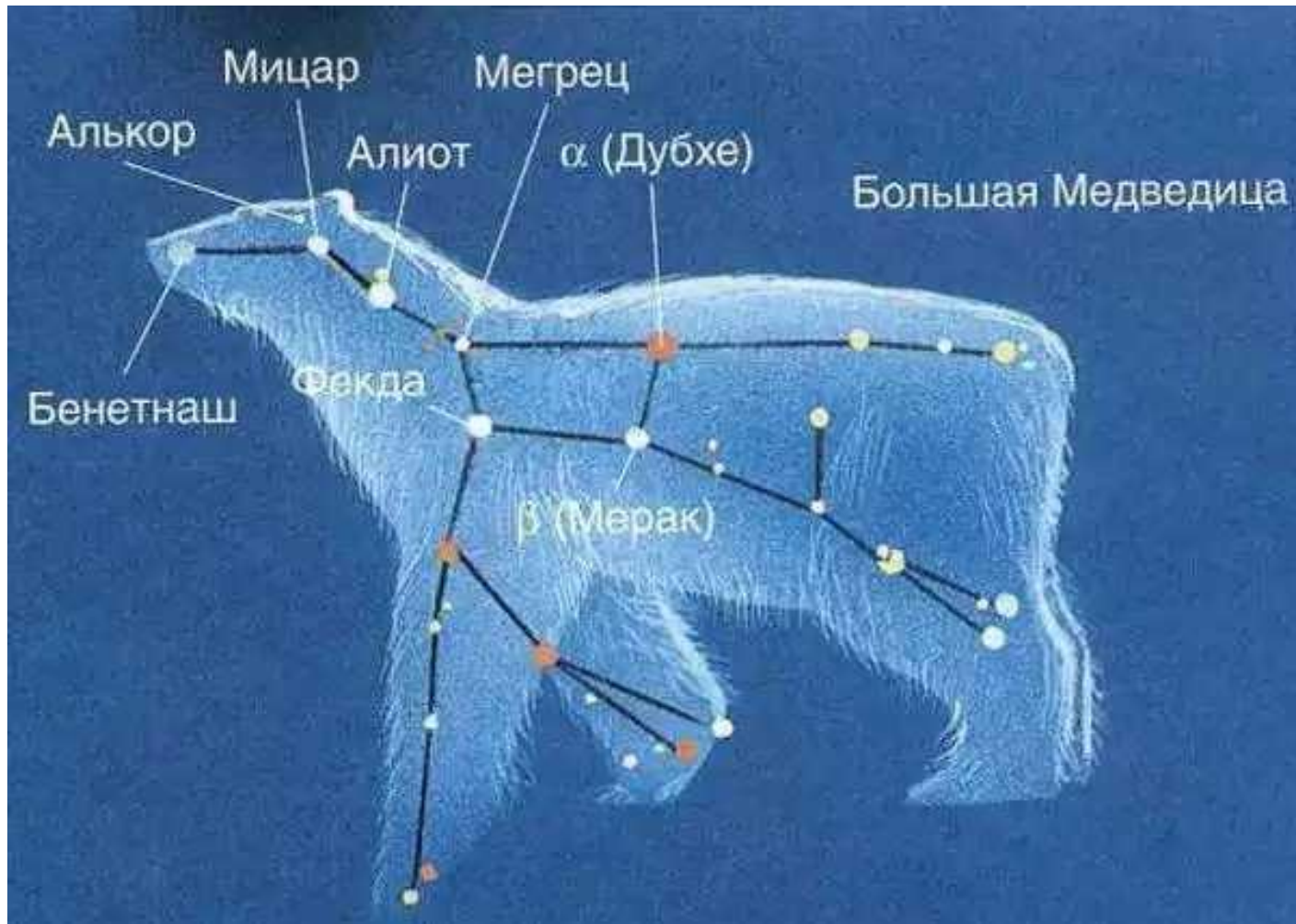


Гиады (вверху справа, между Орионом и

Плеядами)

Гиады — рассеянное звёздное скопление в созвездии Тельца, видимое невооружённым глазом. Ярчайшие звёзды скопления образуют вместе с оранжевым Альдебараном, ярчайшей звездой Тельца, фигуру, похожую на букву «V». Сам Альдебаран в скопление не входит, а только проецируется на Гиады

Часть звёзд, относящихся к созвездию Большой Медведицы, также составляет рассеянное скопление.



5 внутренних звёзд Ковша (кроме крайних α и η) принадлежат единой группе в пространстве — **движущемуся скоплению Большой Медведицы**.

Дубхе и Бенетнаш движутся в другую сторону, поэтому форма Ковша существенно меняется примерно за 100000 лет.

Практически все рассеянные скопления видны вблизи Млечного Пути.

Известно около 1200 рассеянных скоплений, но считается, что их в Галактике может быть в несколько десятков раз больше.



Галактический центр Млечного Пути

Шаровые звёздные скопления насчитывают в своём составе сотни тысяч и даже миллионы звёзд.

Некоторые скопления, в частности **М13 в созвездии Геркулеса**, можно увидеть невооружённым глазом в особо ясную погоду вдали от крупных городов.



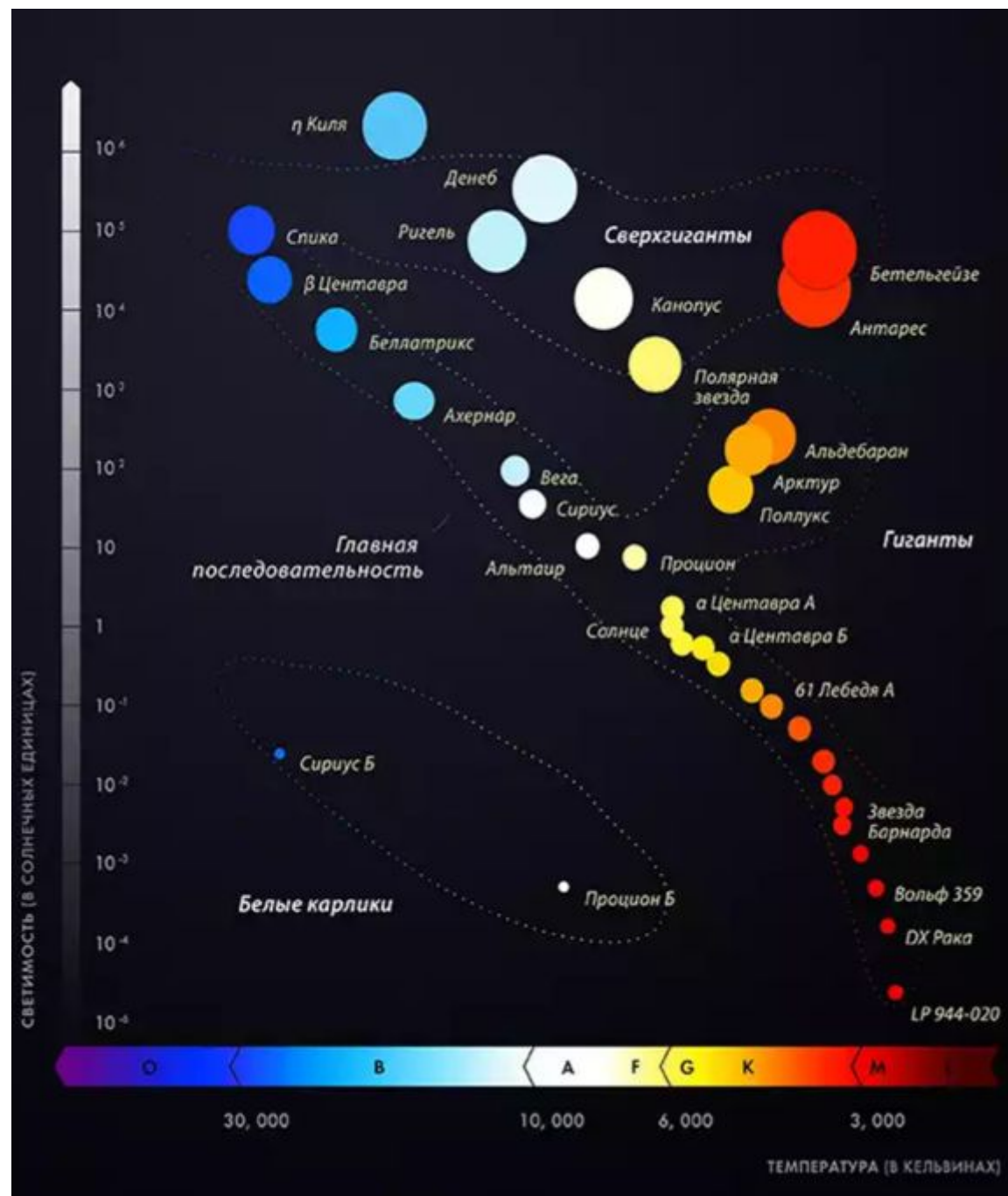
Шаровое скопление северного полушария - М13 в созвездии Геркулеса.

Большая часть шаровых скоплений расположена вблизи центра Галактики, а по мере удаления от него их концентрация в пространстве уменьшается.

В Галактике известно около 150 шаровых звёздных скоплений.



Шаровое скопление Паломар 2 в созвездии Возничего



В состав **рассеянных скоплений** входят в основном звёзды, относящиеся (как и Солнце) к **главной последовательности**.



В состав **шаровых скоплений** много **красных гигантов** и **субгигантов**, главную последовательность представляют только **красные карлики**.

Для всех звёзд данного звездного скопления **химический состав** и **возраст** можно считать одинаковыми (в первом приближении).

Наблюдаемое различие их свойств определяется только тем, что эволюция звёзд, различных по **массе**, происходит по-разному.



Среди хорошо изученных звёздных скоплений (их около 500) нет ни одного, для которого диаграмма «спектр – светимость» противоречила бы выводам теории звёздной эволюции.



Звезды созвездия Центавра. Слева направо: Алфа и Бета Центавра. Мелкие яркие кружочки и точки – это тоже звезды нашей Галактики.

Различия скоплений двух типов объясняются различием возраста звёзд, входящих в их состав, а следовательно, и возраста самих скоплений.

Возраст многих **рассеянных скоплений** не более **1–2 млрд лет**.

Возраст **шаровых скоплений** может достигать **11–13 млрд лет**.



Звездное скопление NGC 6193 (в центре)

своим мощным излучением приводит к свечению близлежащую туманность Венец (справа).

Группировки молодых звёзд, не связанных гравитационно, получили название **звёздных ассоциаций**.

Возраст некоторых из них не превышает миллиона лет.

Ассоциации существуют недолго – всего за 10–20 млн лет они расширяются настолько, что их звёзды уже невозможно выделить среди других звёзд.

видимый
свет

инфракрасный
диапазон

Трапеция Ориона, центральная часть — **ОВ-ассоциация молодых звёзд-гигантов** спектральных классов О и В.

Межзвёздная среда: газ и пыль



Межзвёздное вещество распределено в объёме Галактики неравномерно.

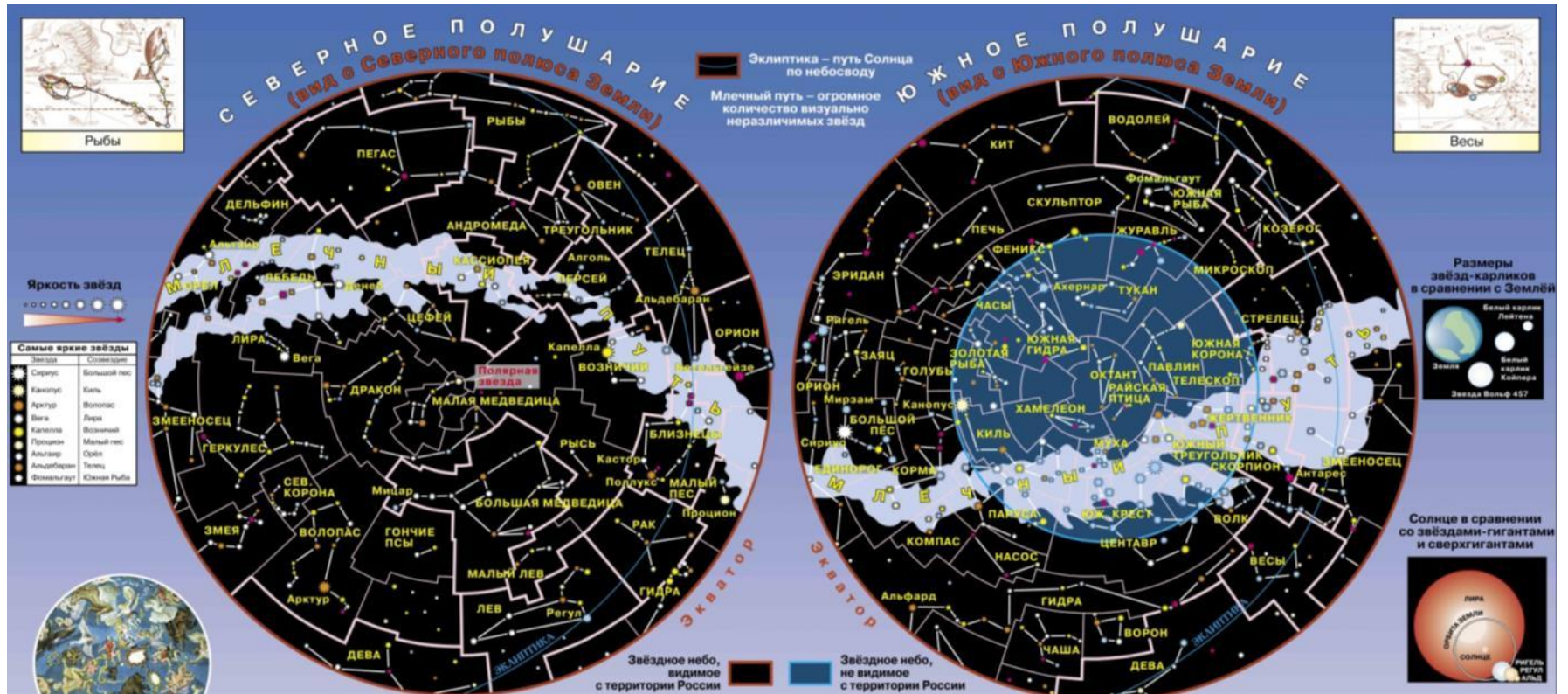
Основная масса газа и пыли сосредоточена в слое небольшой толщины (около 200–300 пк) вблизи плоскости Млечного Пути.

Местами это вещество сгущается в огромные (диаметром сотни световых лет) облака, которые загораживают от нас расположенные за ними звёзды.



Именно такие облака наблюдаются как тёмные промежутки в Млечном Пути, которые долгое время считались областями, где звёзд нет, а потому через них можно заглянуть за пределы Млечного Пути.

Самое большое и близкое к нам облако вызывает хорошо заметное **раздвоение Млечного Пути**, которое протянулось от созвездия Орла до созвездия Скорпиона. Оно показано на картах звёздного неба.



Свет звёзд рассеивает и поглощает космическая пыль (графит, силикаты, лёд), частицы которой по своим размерам сравнимы с длиной световой волны.

Частицы такого размера сильнее поглощают более коротковолновое излучение в сине-фиолетовой части спектра; в длинноволновой (красной) его части поглощение слабее, поэтому наряду с ослаблением света далёких объектов наблюдается их покраснение.



Межзвёздная
среда

В облаках газовая концентрация составляет несколько десятков атомов на 1 см^3 .

В пространстве между облаками она в 100 раз меньше, чем в облаках.

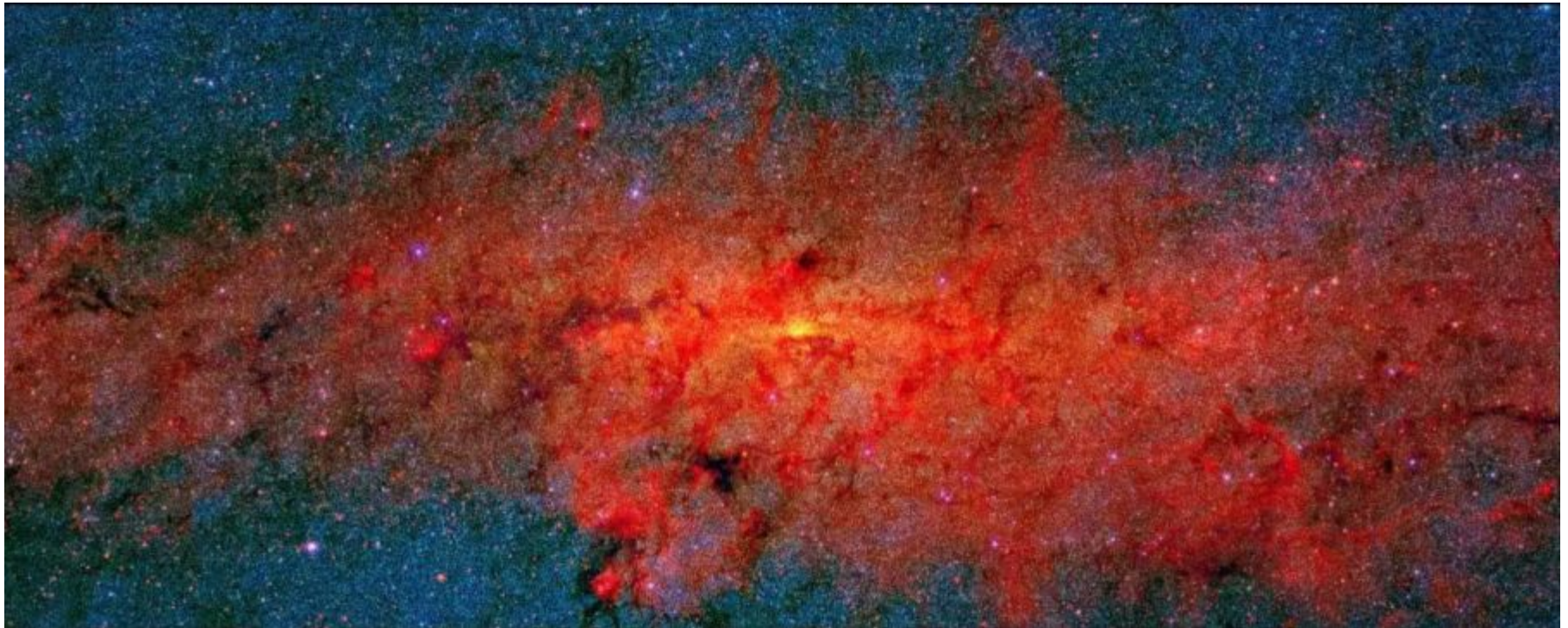
Масса пыли составляет всего несколько процентов массы межзвёздного вещества, состоящего в основном из молекулярного водорода с небольшими примесями других газов.



Но даже столь малое содержание пыли при тех огромных расстояниях, которые проходит свет от далёких звёзд, вызывает его значительное ослабление.

В среднем ослабление света составляет 1,5 звёздной величины на 1000 пк, а в облаках может достигать 30 звёздных величин.

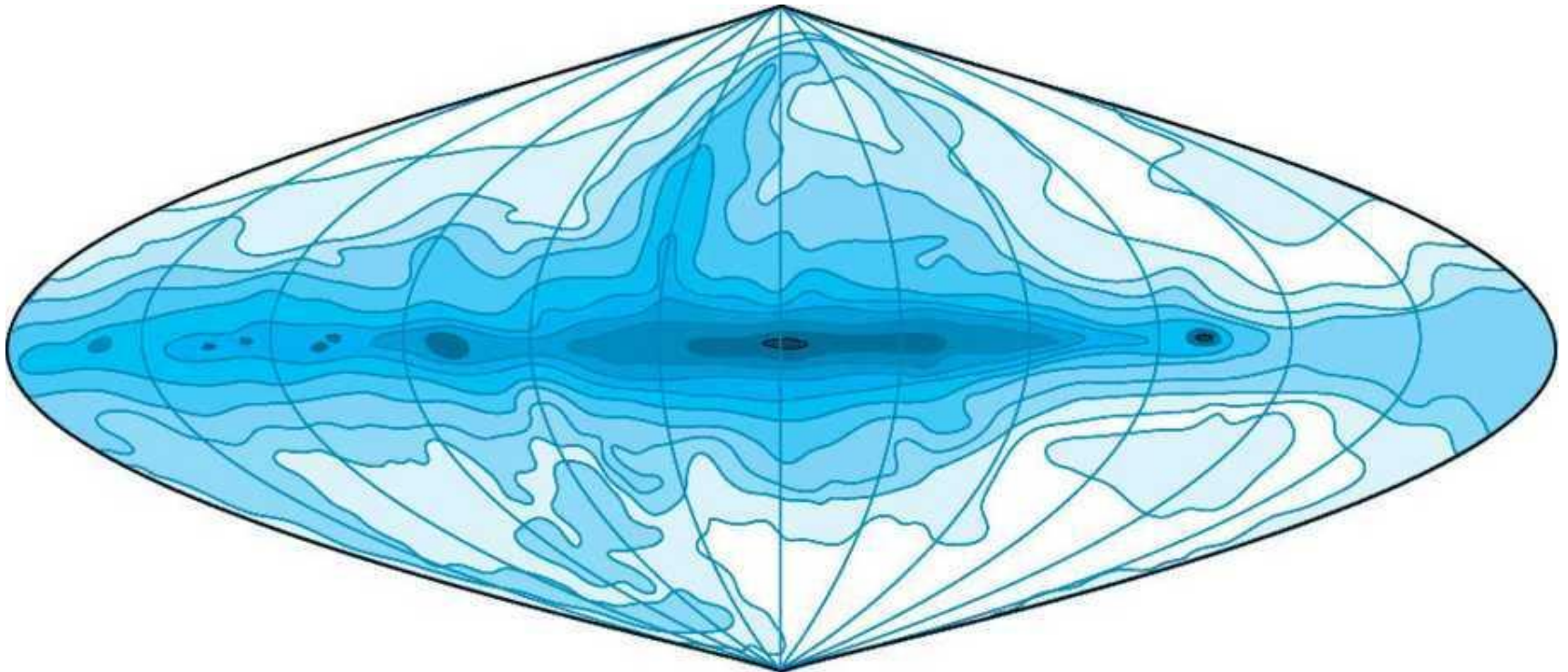
Сквозь такую завесу излучение в оптическом диапазоне практически не проникает, что лишает нас возможности увидеть ядро Галактики, которое можно изучать, только принимая его инфракрасное и радиоизлучение.



Центр Галактики в инфракрасном свете

Более половины межзвёздного вещества в Галактике составляет нейтральный водород, который не светится сам и не поглощает свет.

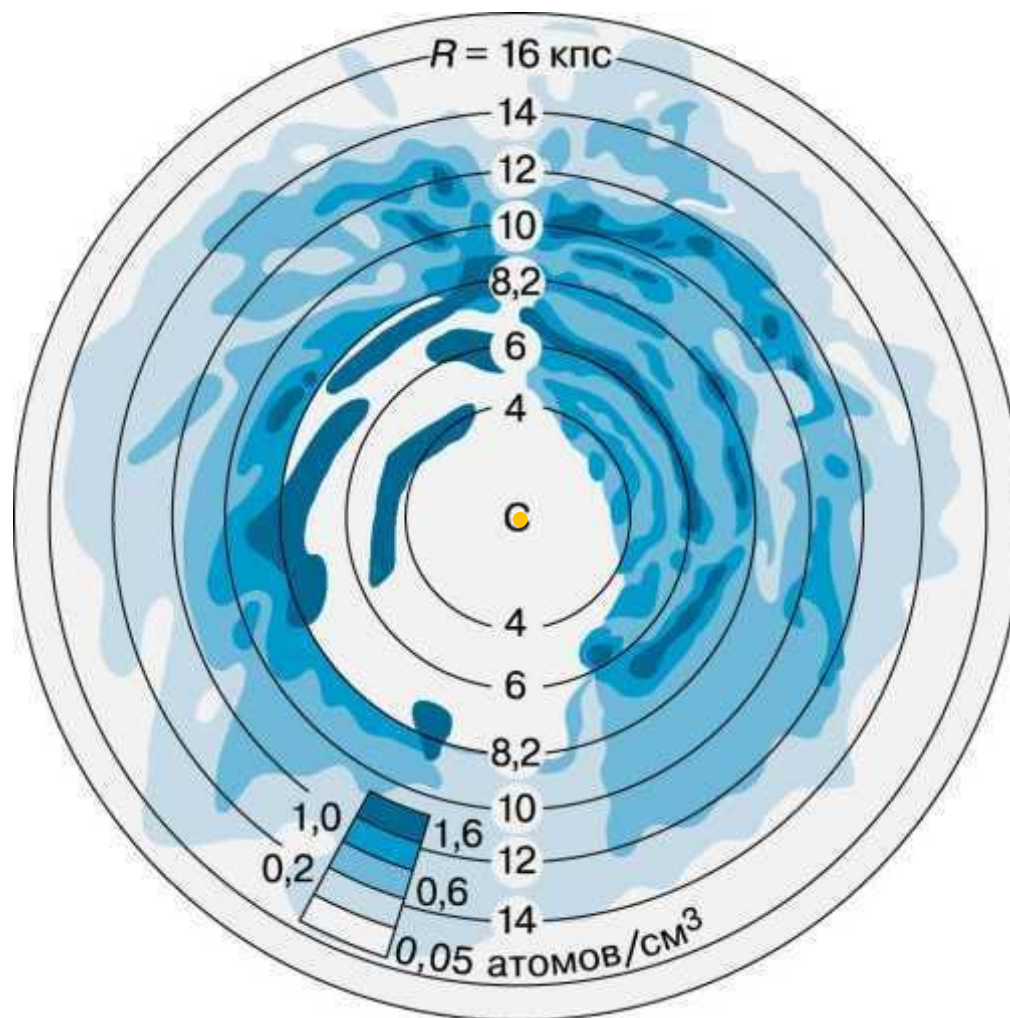
Основной уровень энергии атома водорода имеет два подуровня. При переходе с одного из них на другой происходит испускание кванта с частотой, соответствующей длине волны 21 см. В каждом отдельном атоме такой переход происходит в среднем один раз за 11 млн лет, но **благодаря тому, что водород составляет основную массу вещества Галактики, радиоизлучение на волне 21 см оказывается достаточно интенсивным.**



Распределение интенсивности радиоизлучения по небу

По **радиоизлучению водорода** были выявлены **спиральные ветви**, вдоль которых он сконцентрирован.

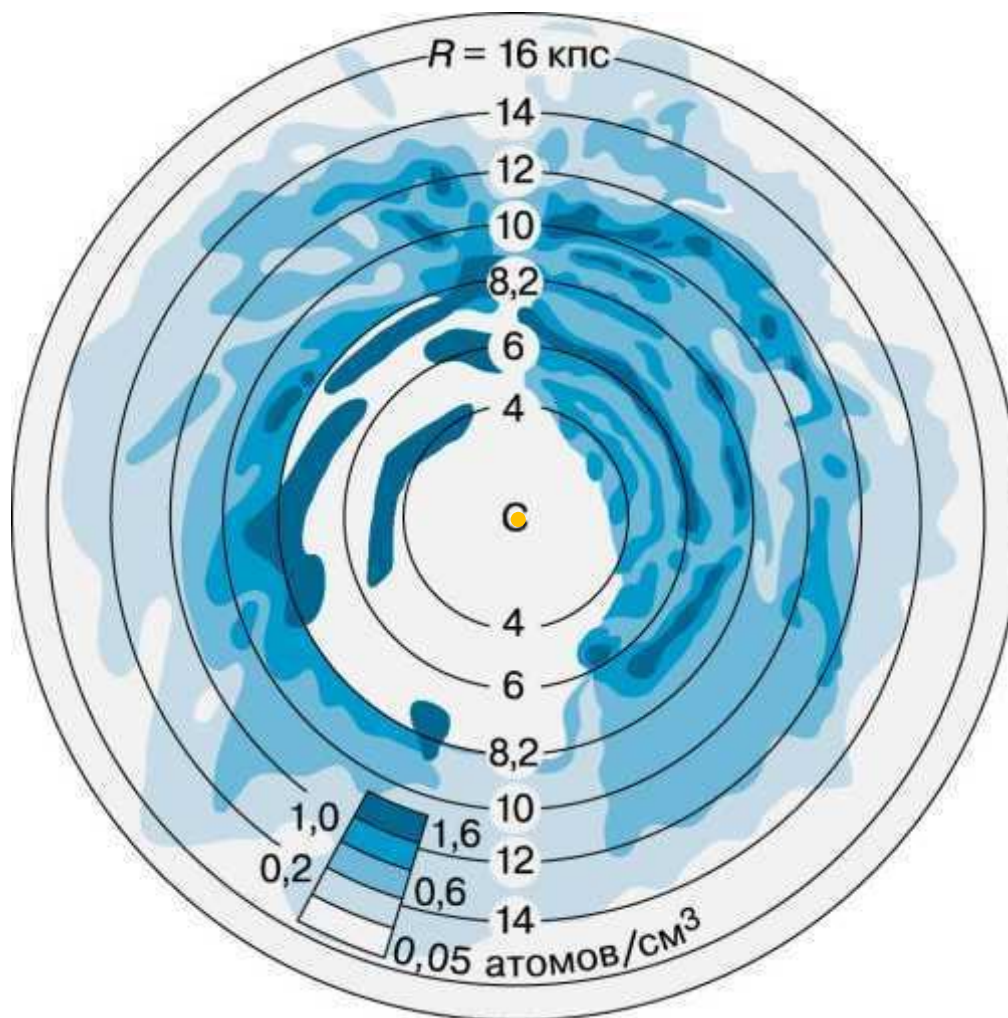
Спиральная структура в галактическом диске прослеживается по другим объектам: **горячим звёздам** классов О и В, а также **светлым туманностям**.



Спиральная структура Галактики по радиоизлучению

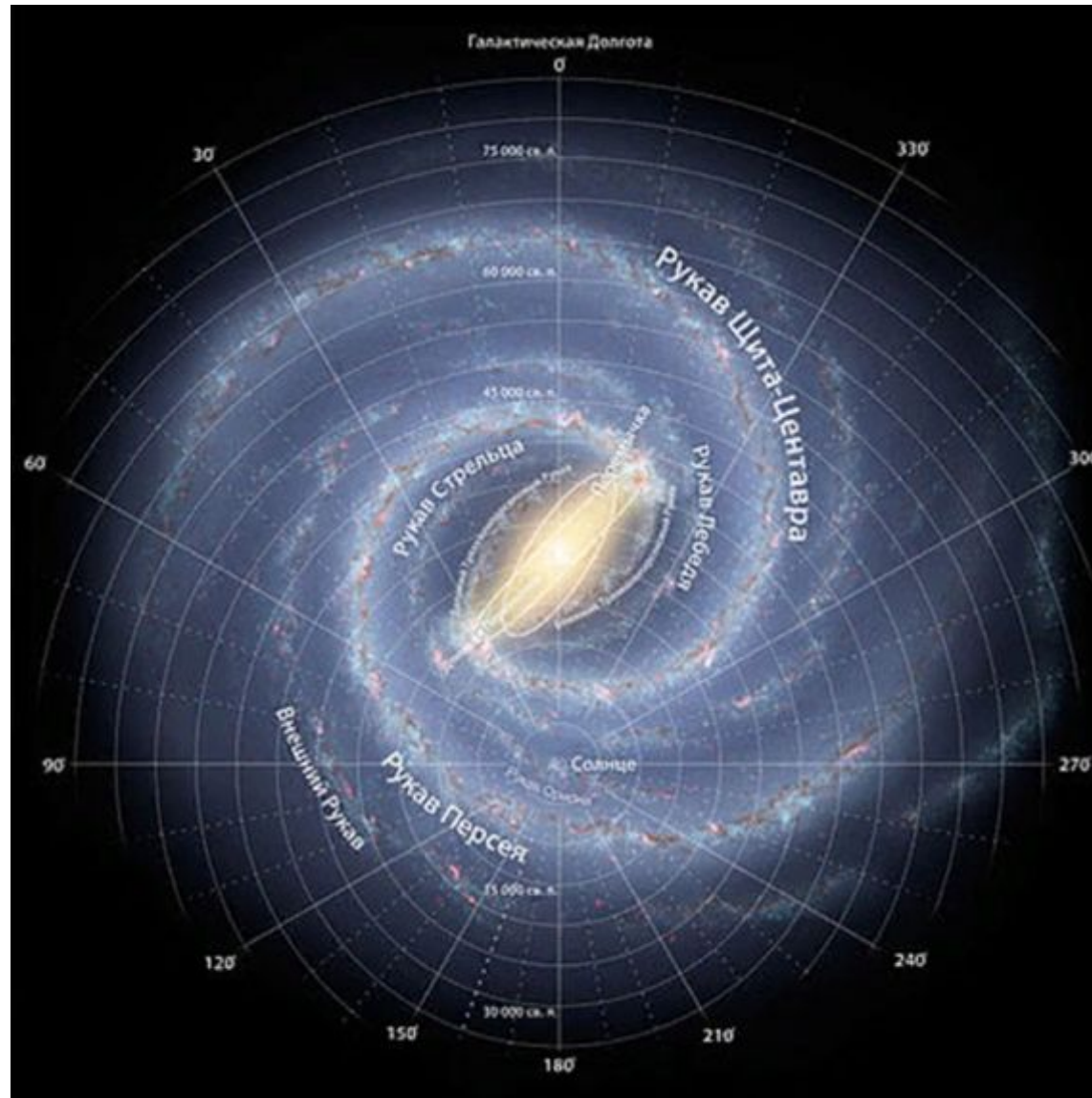
Солнце (С) находится почти посередине между двумя спиральными ветвями, удалёнными от него примерно на 3 тыс. св. лет.

Они названы по имени созвездий, в которых заметны их участки, — **рукав Стрельца** и **рукав Персея**.



Спиральная структура Галактики по радиоизлучению

По современным представлениям, **спиральные ветви являются волнами плотности**, причём движутся они вокруг центра Галактики с постоянной угловой скоростью независимо от звёзд и других объектов.



Физические условия в межзвёздной среде весьма разнообразны, поэтому даже сходные по своей природе и близкие по составу газопылевые облака выглядят по-разному.

Они могут наблюдаться как **тёмные туманности**, например **Конская Голова в созвездии Ориона**.



Если поблизости от облака находится достаточно яркая горячая звезда, то пыль, входящая в его состав, отражает свет этой звезды, и облако выглядит как **светлая туманность**, спектр которой совпадает со спектром звезды.



Эмиссионная туманность Ориона (справа),
маленькая пылевая туманность M43 (в центре),
голубая отражательная туманность NGC 1977
(слева)

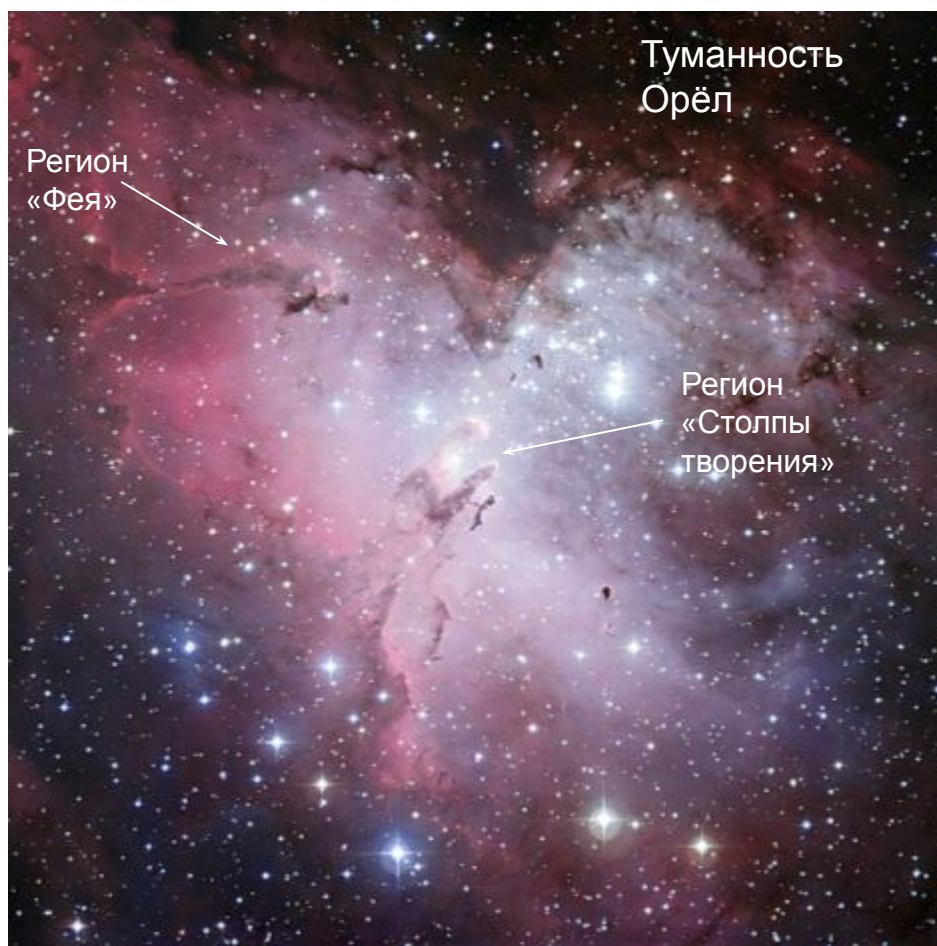
Очень горячие звёзды (с температурой 20 000–30 000 К), которые обладают значительным ультрафиолетовым излучением, вызывают видимое флуоресцентное свечение газов, входящих в состав облака.

В спектре таких облаков, которые получили название **диффузных газовых туманностей**, наблюдаются яркие линии водорода, кислорода и других элементов.

Типичным объектом является **Большая туманность Ориона**, которую можно видеть в хороший бинокль.

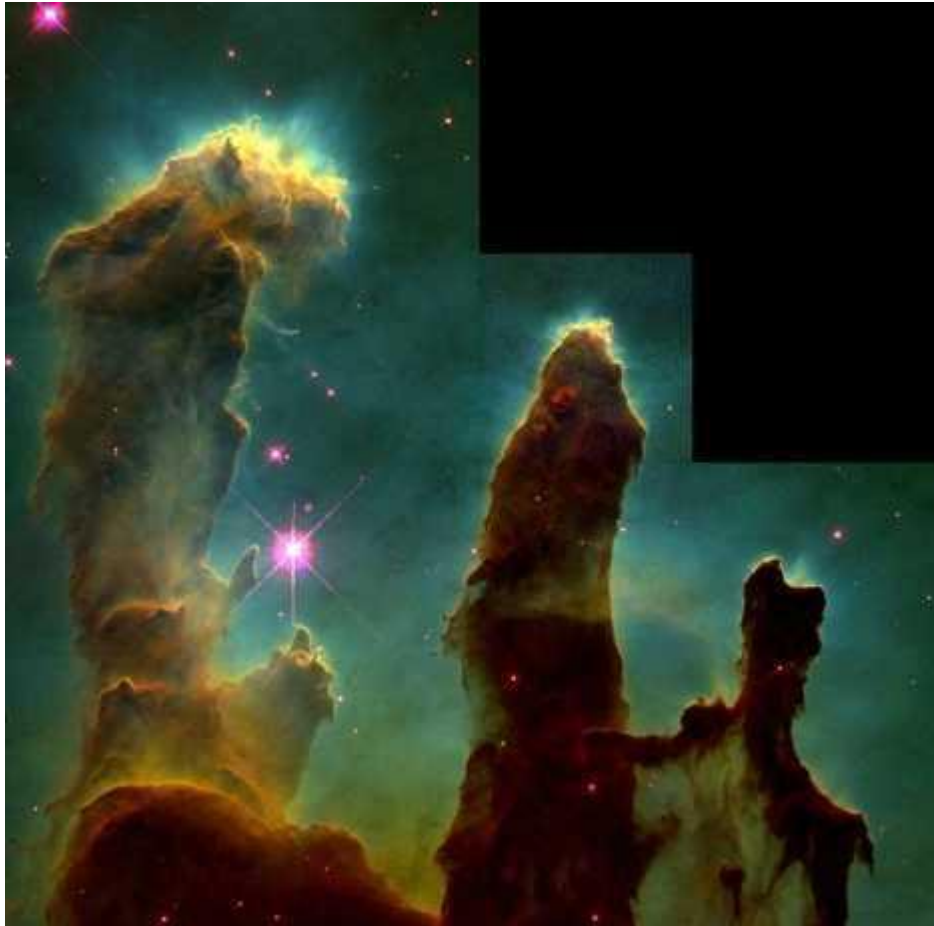
На фоне светлых туманностей нередко бывают видны тёмные пятна и прожилки. Так выглядят наиболее плотные и холодные части межзвёздного вещества, получившие название **молекулярных облаков**.

Масса таких облаков может достигать миллиона масс Солнца, а диаметр – 60 пк. Именно в этих облаках, состоящих в основном из молекулярного водорода и гелия, происходит **образование звёзд**.



Плотность молекулярных облаков в сотни раз больше плотности облаков атомарного водорода, а температура их всего примерно 10 К (–263 °С).

Именно в таких условиях гравитационные силы могут преодолеть газовое давление и вызвать неудержимое сжатие облака — его **коллапс**.



Этот процесс может повторяться до тех пор, пока не образуются фрагменты, которые вследствие высокой плотности будут непрозрачными для излучения, и вещество не сможет уносить выделяющееся тепло.

Эти зародыши будущих звёзд принято называть **протозвёздами** (от греч. *protos* — первый).

Регион «Столпы творения» туманности Орёл – активная область звездообразования.
Тёмные области в туманности - протозвёзды.

В процессе превращения фрагмента облака в звезду происходит колоссальное изменение физических условий: температура возрастает примерно в 1 млн раз, а плотность увеличивается в 10^{20} раз.

Продолжительность всего процесса по космическим меркам невелика: для такой звезды, как Солнце, она составляет несколько миллионов лет.

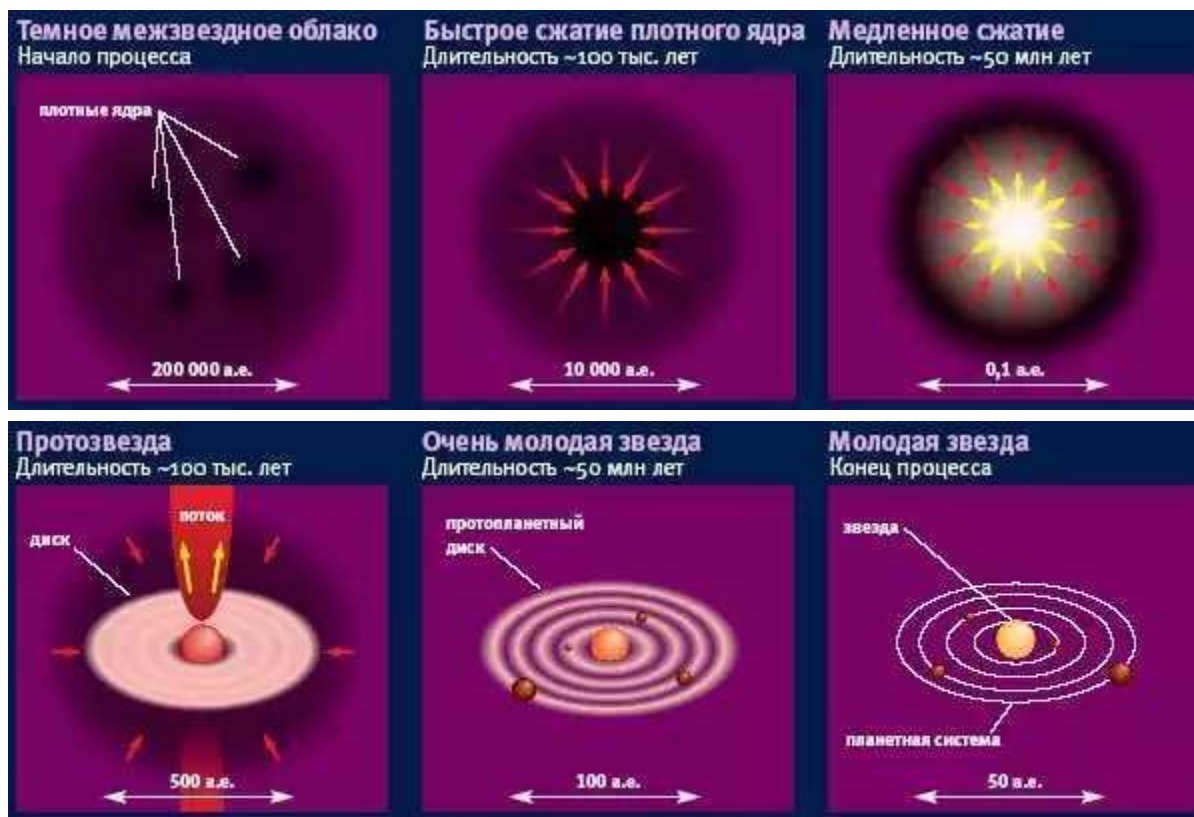


Регион «Фея» туманности Орёл

Протозвезда ещё не имеет термоядерных источников энергии, излучая за счёт энергии, выделяющейся при сжатии. На центральную, наиболее плотную часть протозвезды продолжает падать окружающий её газ.

С ростом массы протозвезды растёт температура в её недрах, и когда она достигает нескольких миллионов кельвинов, начинаются термоядерные реакции.

Сжатие прекращается, сила тяжести уравновешена внутренним давлением горячего газа – протозвезда превратилась в звезду.



Этапы формирования звезды

Согласно современным представлениям, рождающиеся звёзды на определённом этапе проходят стадию **звезды-кокона**.

Протозвёзды и очень молодые звёзды обычно окружены газопылевой оболочкой из того вещества, которое ещё не упало на звезду. Эта оболочка делает невозможным наблюдение рождающейся звезды в оптическом диапазоне.

Однако сама оболочка разогревается излучением звезды до температуры 300-600 К и является источником инфракрасного излучения.



Этапы формирования звезды



Излучение звезды нагревает окружающую газовую оболочку и постепенно рассеивает её полностью или частично.

Разлёт остатков облака, разогретых родившимися в нём звёздами, наблюдается в огромном комплексе облаков в **Орионе**.

Очаг звёздообразования в Орионе является одним из ближайших к Земле и наиболее заметным

Две другие, самые близкие области звездообразования находятся в тёмных облаках созвездий **Тельца** и **Змееносца**.



Молекулярное облако Рho Змееносца – темная туманность, отдаленная от нас на 460 св. лет.

В отдельных случаях от оболочки-кокона остаются газопылевые диски, частицы которых обращаются вокруг звёзд.

Вероятно, из вещества одного из таких дисков около 5 млрд лет тому назад сформировалась наша Земля и все другие тела Солнечной системы.



Иная форма взаимосвязи звёзд и межзвёздного вещества наблюдается в туманностях, которые образуются на определённых этапах эволюции звёзд.

К их числу относятся **планетарные туманности** - внешние слои звёзд, отделившиеся от них при сжатии ядра и превращении звезды в белого карлика.

Эти оболочки расширяются и в течение нескольких десятков тысяч лет рассеиваются в космическом пространстве.



Туманность NGC 2818 в созвездии
Компас

Туманности другого типа образуются при взрывах сверхновых звёзд.

Самая известная из них - **Крабовидная туманность** в созвездии Тельца.

Она появилась как результат вспышки сверхновой в 1054 г. На этом месте в настоящее время внутри туманности наблюдается пульсар.

Оболочка сверхновой расширяется со скоростью свыше 1000 км/с.



Крабовидная туманность в созвездии Тельца

Состав вещества, теряемого звёздами, отличается от первичного состава межзвёздной среды. В процессе термоядерных реакций в недрах звёзд происходит образование многих химических элементов, а во время вспышек сверхновых образуются даже ядра тяжелее железа.

Потерянный звёздами газ с повышенным содержанием тяжёлых химических элементов меняет состав межзвёздного вещества, из которого впоследствии образуются звёзды.



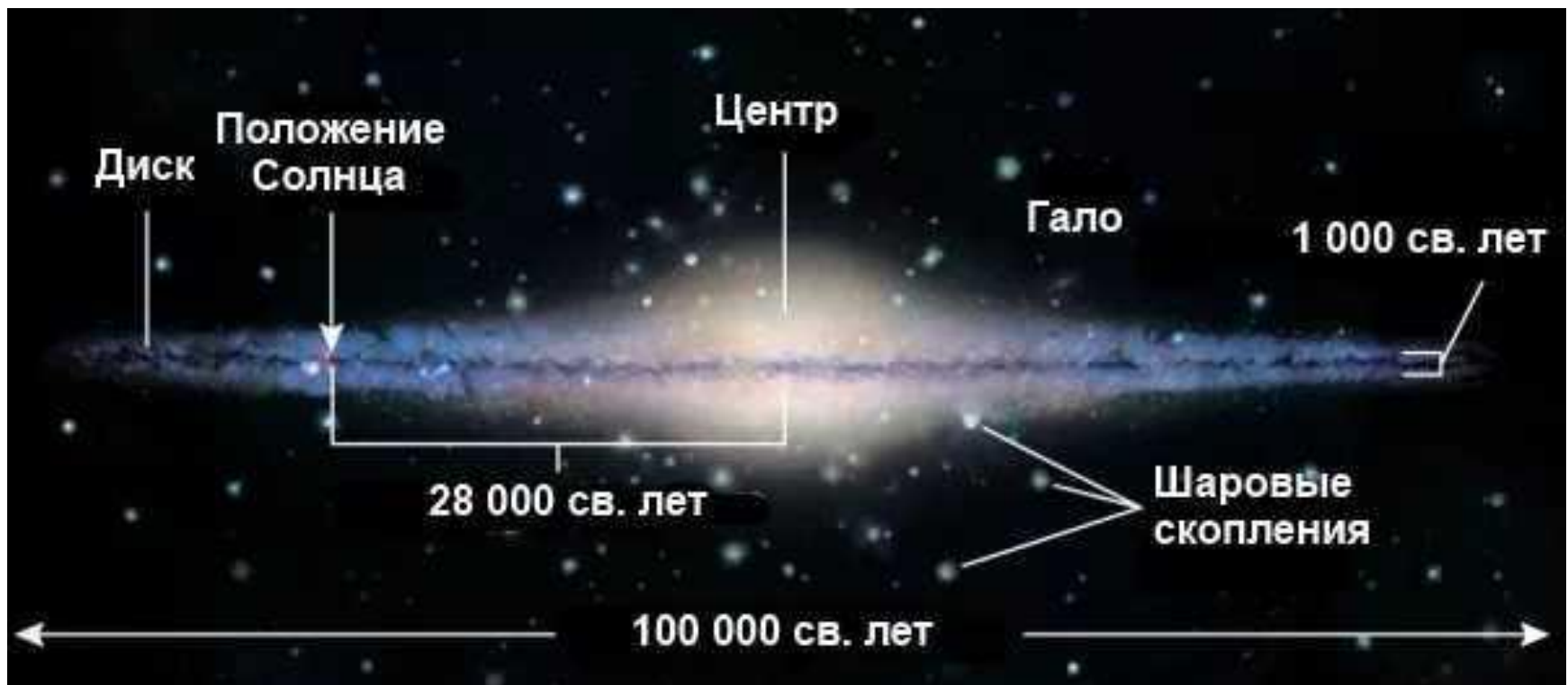
Химический состав звёзд «второго поколения», к числу которых принадлежит, вероятно, и наше Солнце, **несколько отличается от состава старых звёзд, образовавшихся ранее.**

Эволюция
звезды

В настоящее время объекты, имеющие разный возраст, по их распределению в пространстве принято разделять на ряд подсистем, образующих единую звёздную систему - **Галактику**.

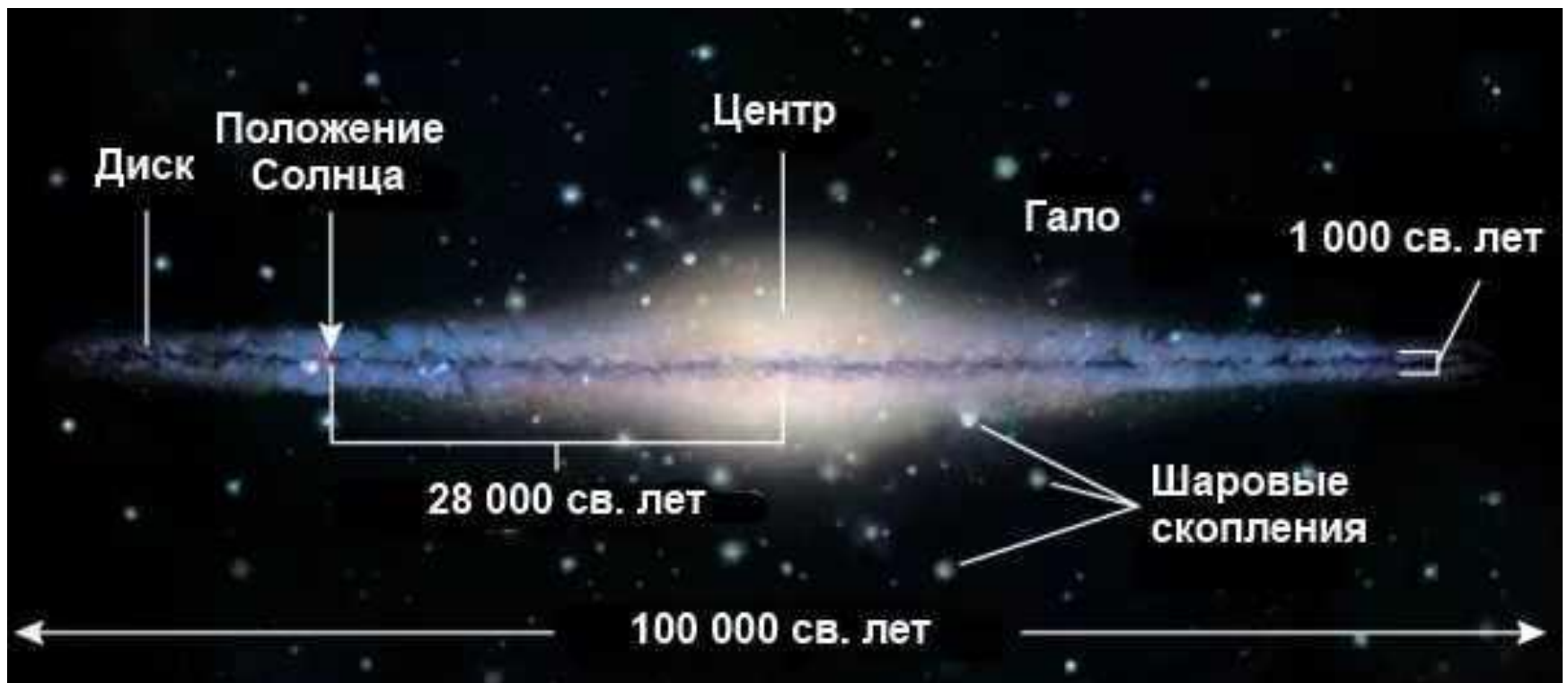
Наиболее чётко выделяются две: **плоская** (диск) и **сферическая** (гало).

Изучение ядра нашей Галактики значительно затруднено, поскольку оно скрыто от нас мощными газопылевыми облаками.



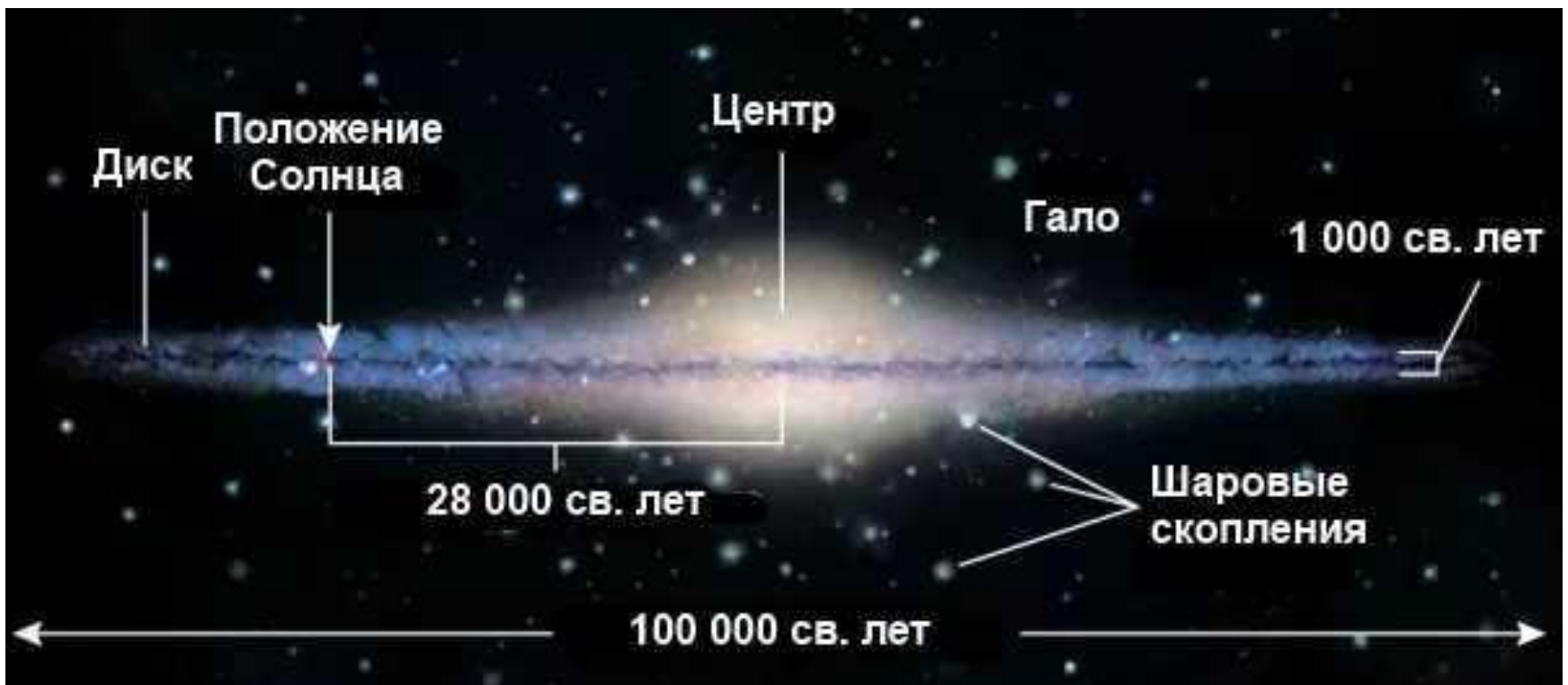
В центральных областях Галактики наблюдается повышенная концентрация звёзд, расстояния между которыми в десятки и сотни раз меньше, чем в окрестностях Солнца.

Так, в самой середине, в области радиусом всего 50 пк, сосредоточены сотни горячих звёзд.



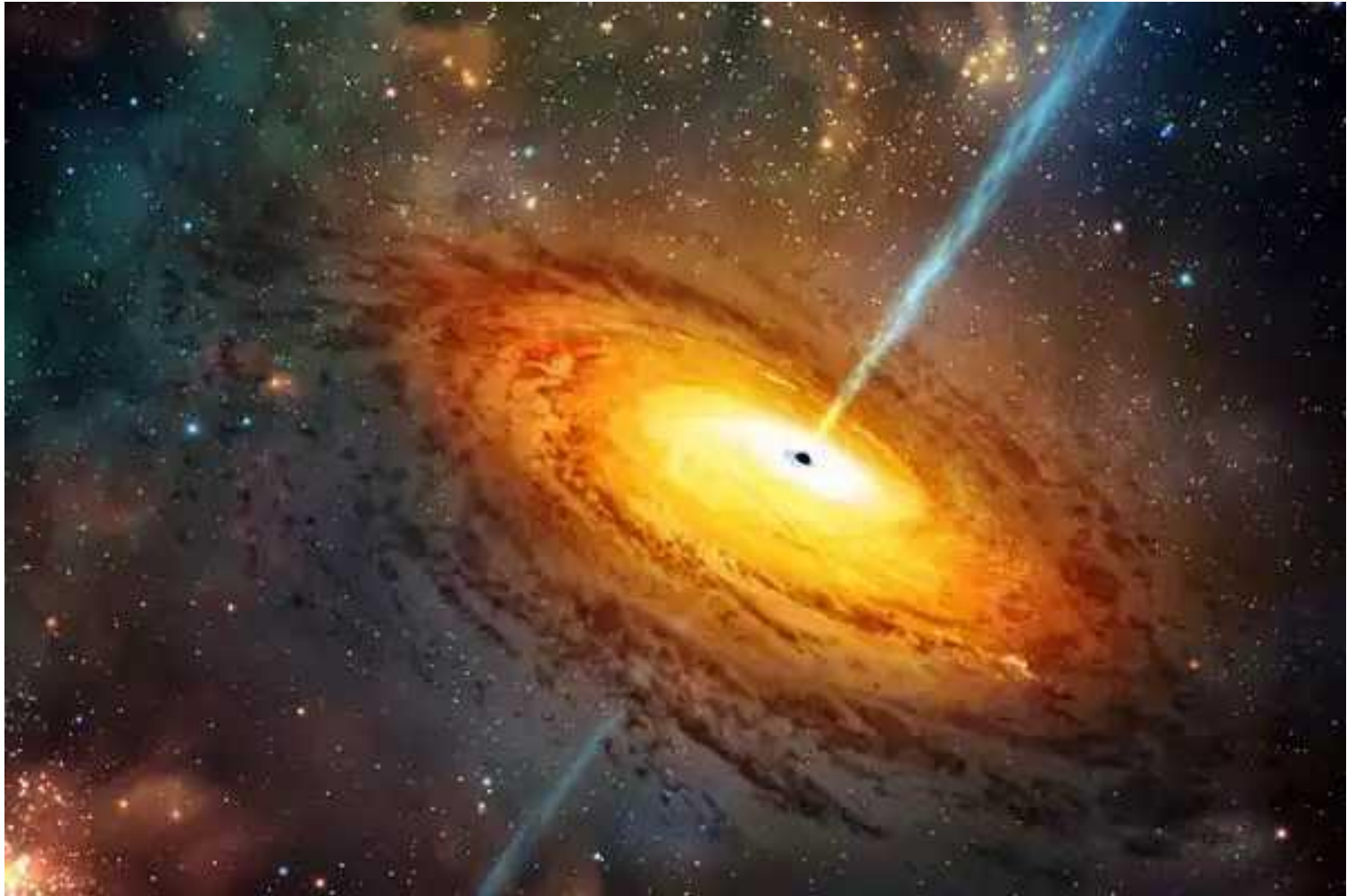
Область размером 10 пк, называемая **ядром Галактики**, является **источником радиоизлучения**, внутри которого находятся красные гиганты и отдельные плотные газовые конденсации размером около 0,1 пк.

Два других радиоисточника находятся дальше от центра Галактики и представляют собой **молекулярные облака**, в которых идёт бурный процесс звёздообразования.



По движению звёзд вокруг центра Галактики было установлено, что здесь в области размером немногим более Солнечной системы сосредоточена масса около 4 млн масс Солнца.

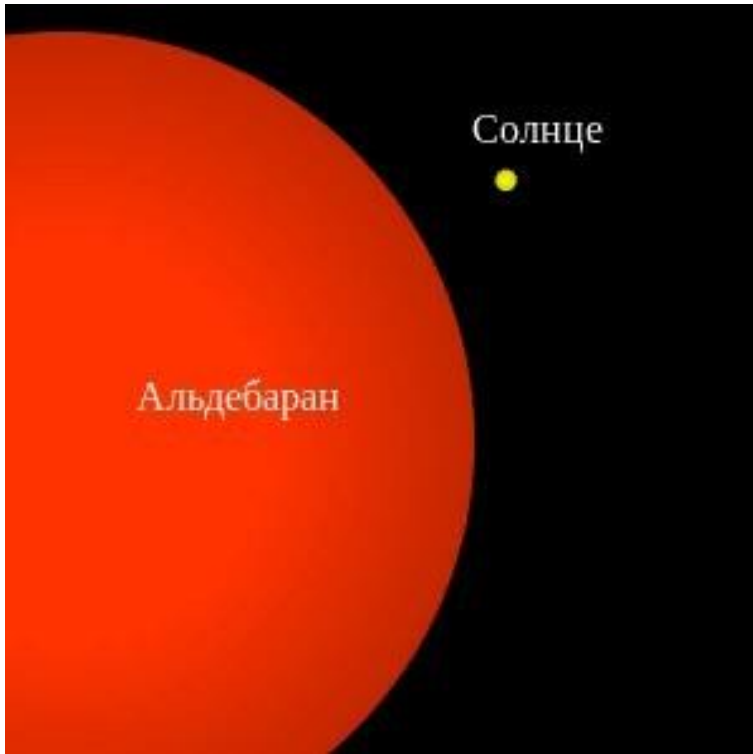
Это означает, что здесь находится **сверхмассивная чёрная дыра**.



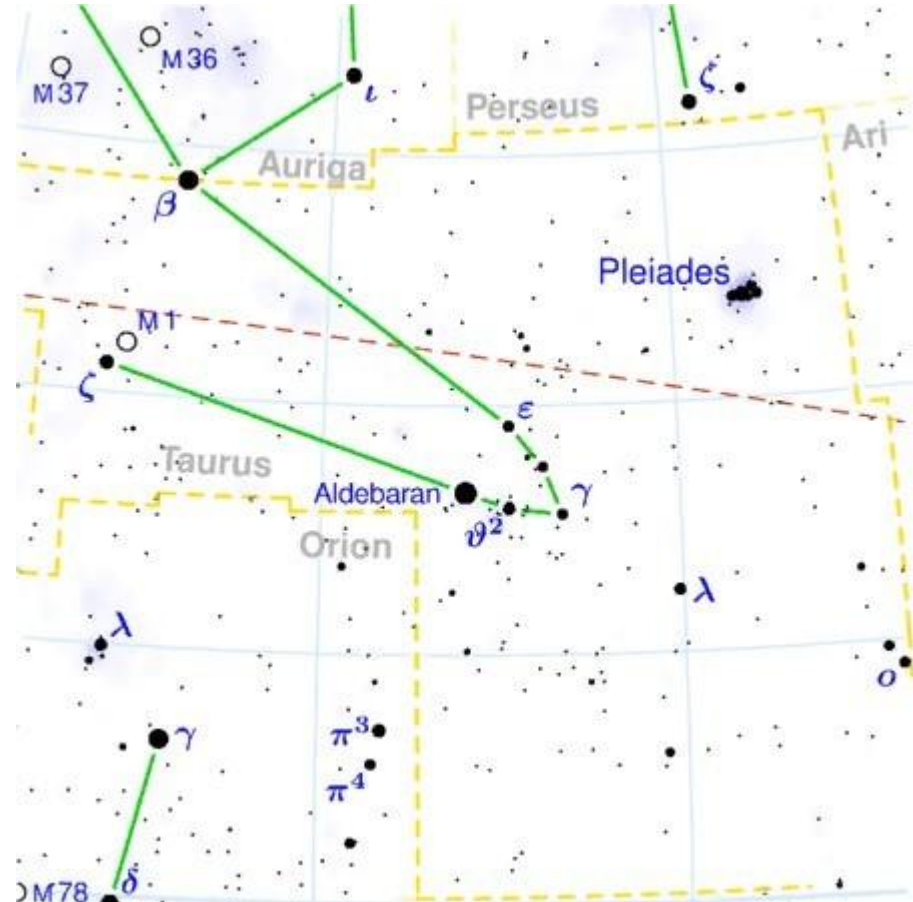
Движение звёзд в Галактике. Её вращение

Долгое время звёзды считались «неподвижными».

Измеряя взаимное расположение звёзд на небе, астрономы только в начале XVIII в. заметили, что положения некоторых ярких звёзд (Альдебарана, Арктура, Сириуса) относительно соседних слабых звёзд изменились по сравнению с теми, которые были отмечены в древности.



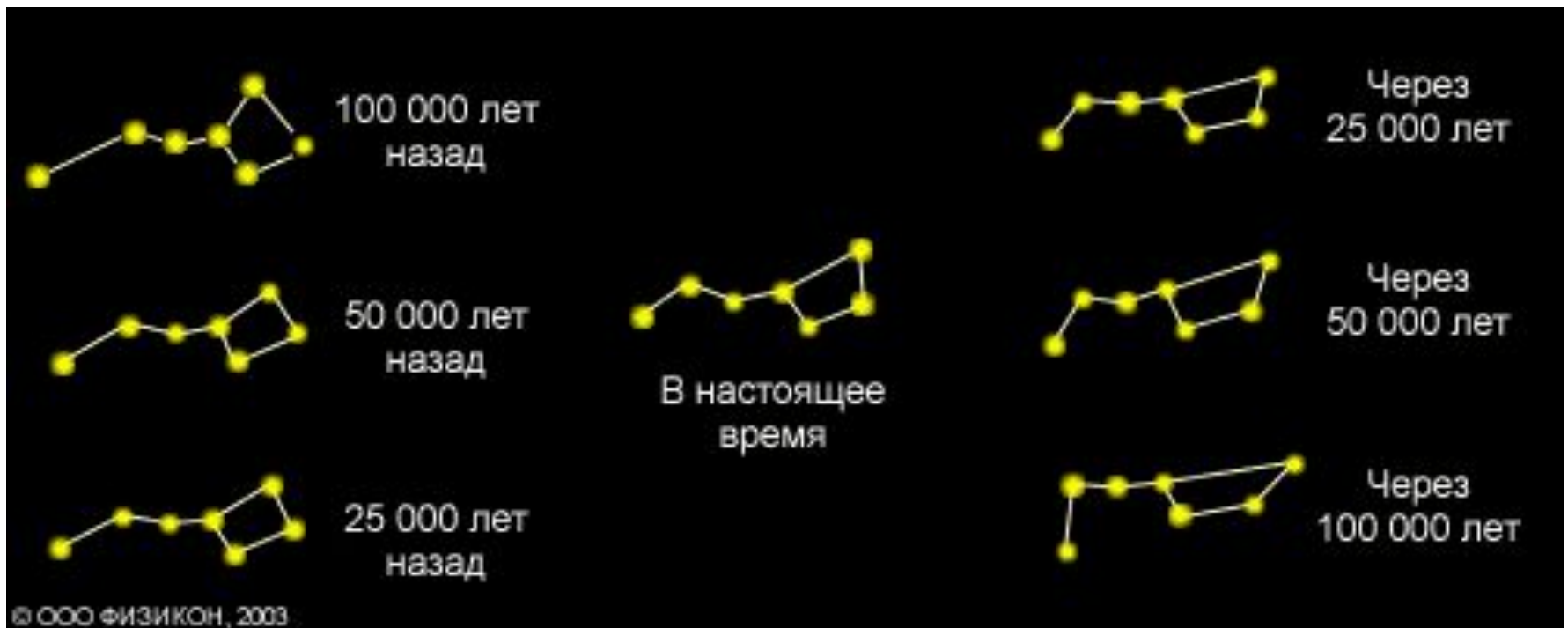
Сравнение размеров Солнца и
Альдебарана



Собственным движением звезды называется её видимое угловое смещение за год по отношению к слабым далёким звёздам.

Смещение звёзд на небе в течение года невелико.

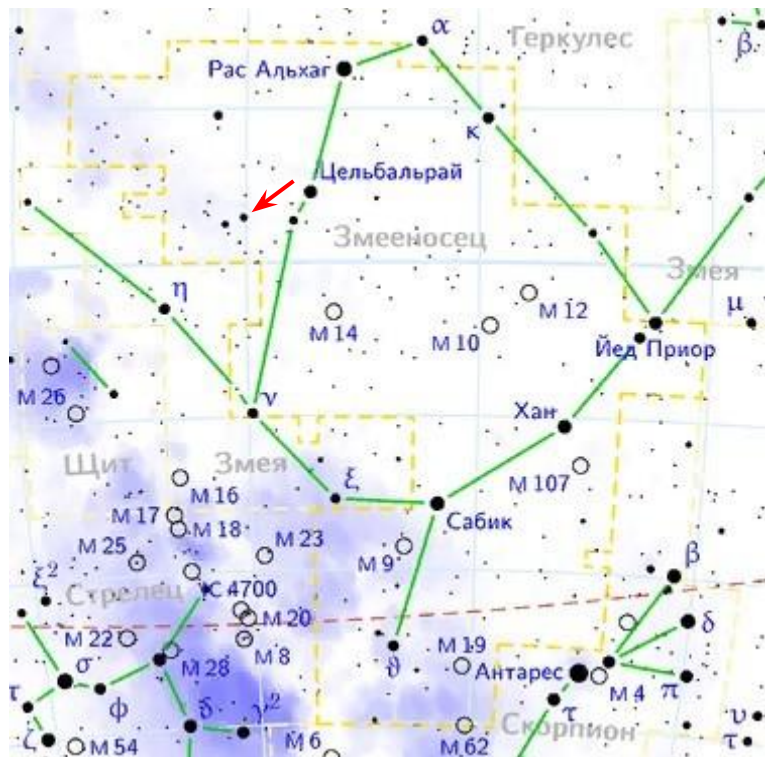
Однако на протяжении десятков тысяч лет собственные движения звёзд существенно сказываются на их положении, вследствие чего меняются привычные очертания созвездий.



Изменение вида созвездия Большая Медведица на протяжении 100 тыс. лет

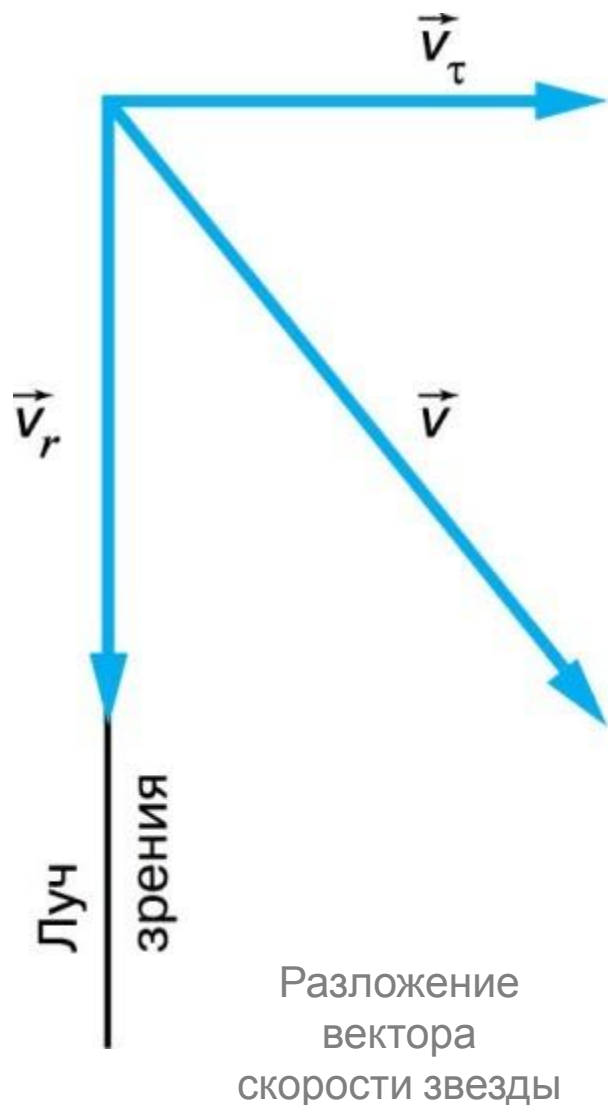
Скорости движения в пространстве у различных звёзд отличаются довольно значительно.

Самая «быстрая» из них, получившая название **«летающая звезда Барнарда»**, за год перемещается по небу на $10,8''$. Это означает, что $0,5^\circ$ – угловой диаметр Солнца и Луны – она проходит менее чем за 200 лет.



Собственное движение звезды Барнарда с 1985 по 2005 с интервалом в 5 лет.

Большинство из 300 тыс. звёзд, собственное движение которых измерено, меняют своё положение значительно медленнее – смещение составляет всего лишь сотые и тысячные доли угловой секунды за год.



Скорость звезды в пространстве $\vec{v}$ можно представить как векторную сумму двух компонентов, один из которых направлен по лучу зрения, другой – перпендикулярно ему.

Скорость по лучу зрения ($\vec{v}_r$) непосредственно определяется по эффекту Доплера – смещению линий в спектре звезды.

Компонент скорости по направлению, перпендикулярному лучу зрения ($\vec{v}_\tau$), можно вычислить только в том случае, если измерить собственное движение звезды и её параллакс, т. е. знать расстояние до неё.

Тогда пространственная скорость звезды будет равна:

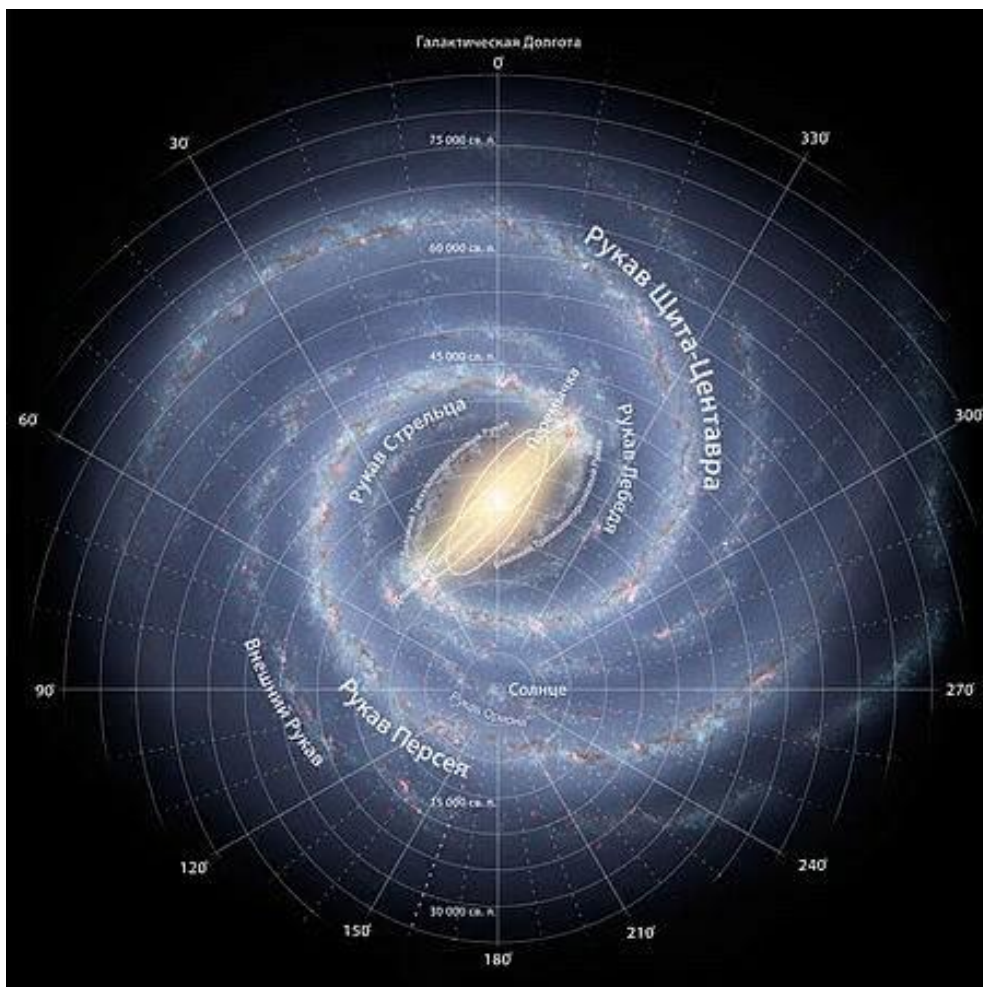
$$\sqrt{v_r^2 + v_\tau^2}.$$

Пространственные скорости звёзд относительно Солнца (или Земли) составляют, как правило, десятки километров в секунду.

Изучение собственных движений и лучевых скоростей показало, что Солнечная система движется относительно ближайших звёзд со скоростью около 20 км/с в направлении созвездия Геркулеса.

Точка небесной сферы, куда направлена эта скорость, называется **апексом** Солнца.



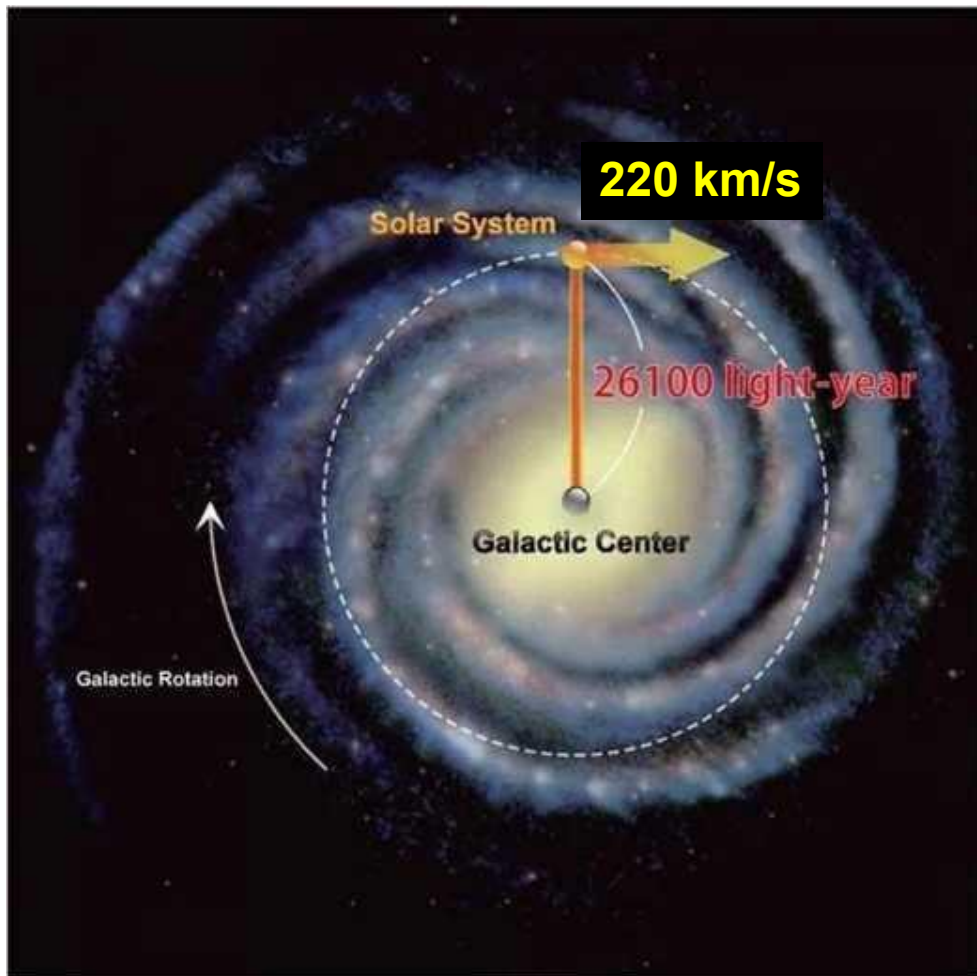


Млѣчный Путь — галактика, в которой находятся Земля, Солнечная система^[OBJ] и все отдельные звѣзды, видимые невооружѣнным глазом.

Анализ собственных движений и лучевых скоростей звѣзд по всему небу показал, что **звѣзды движутся вокруг центра Галактики**.

Это движение звѣзд воспринимается как вращение нашей звѣздной системы, которое подчиняется определённой закономерности:

угловая скорость вращения убывает по мере удаления от центра, а линейная возрастает, достигая максимального значения на том расстоянии, на котором находится Солнце, а затем практически остаѣтся постоянной.



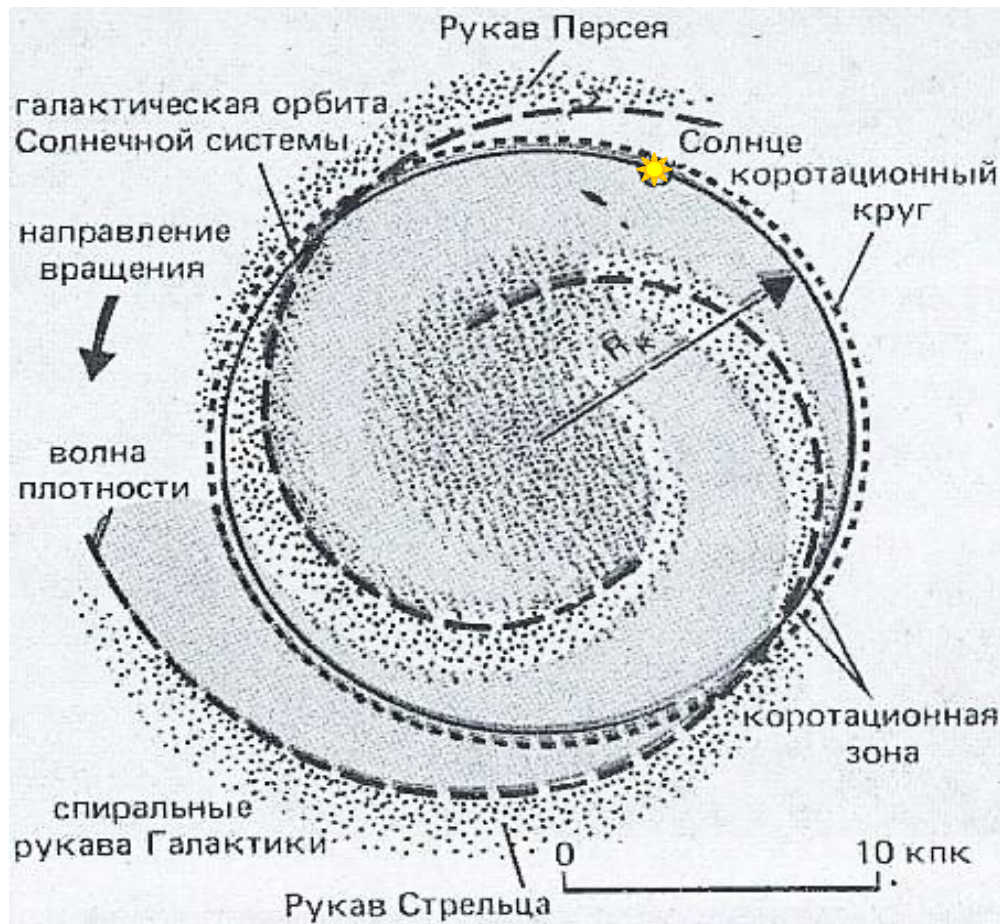
Звёзды, газ и другие объекты, составляющие галактический диск, движутся по орбитам, близким к круговым.

Солнце вместе с близлежащими звёздами обращается вокруг центра Галактики со скоростью около 220 км/с, совершая один оборот примерно за 220 млн лет.

Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет 23–28 тыс. св. лет (7–9 тыс. пк).

Скорость обращения Солнца практически совпадает со скоростью, с которой на данном расстоянии от центра Галактики движется волна уплотнения, формирующая спиральные рукава.

Эта область Галактики получила название **коротационной окружности** (от англ. *corotation* – совместное вращение).

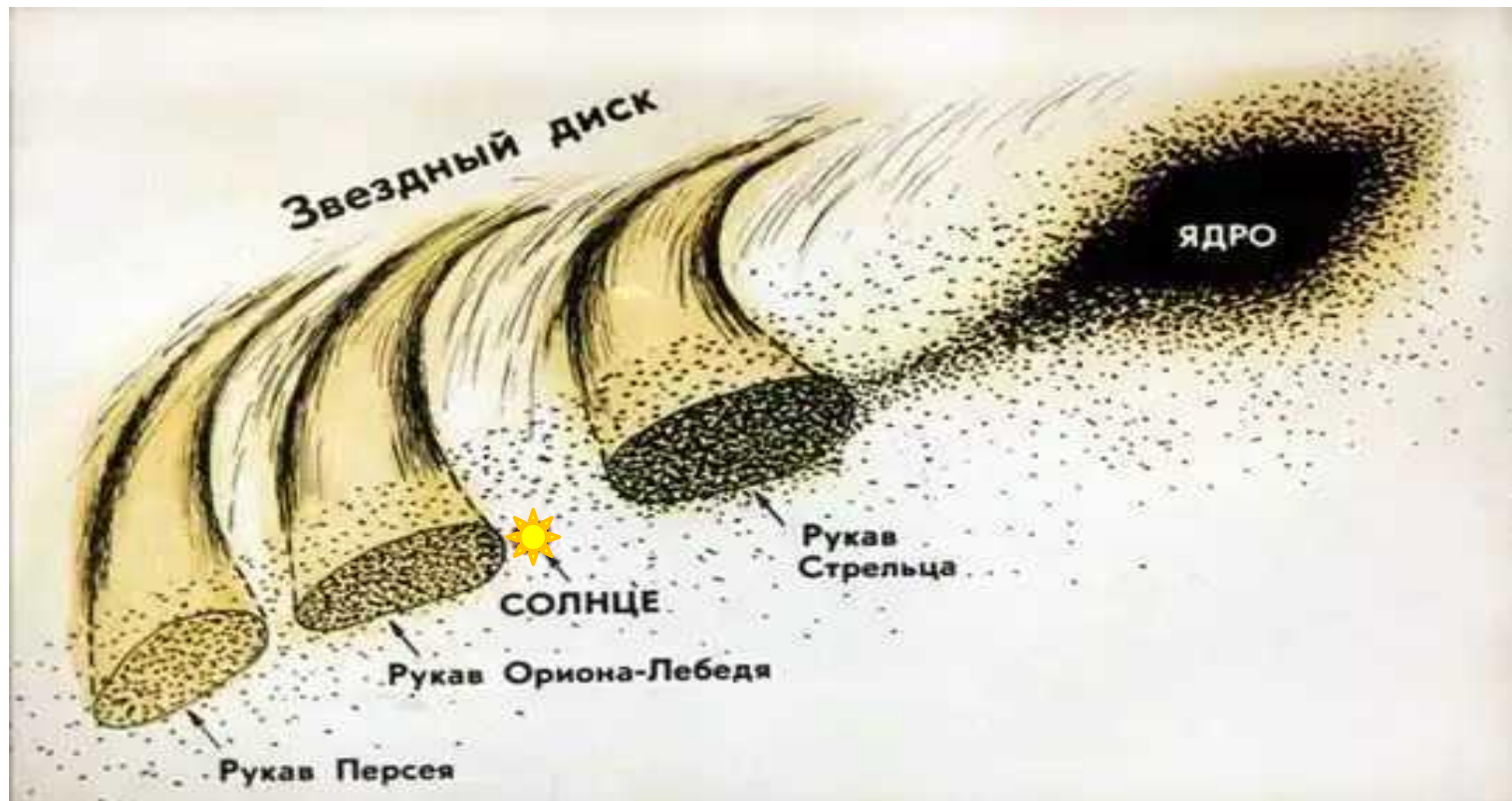


Солнце и другие звёзды находятся в привилегированном положении.

Все остальные звёзды периодически попадают внутрь спиральных рукавов, поскольку их линейные скорости не совпадают со скоростью обращения волны уплотнения вокруг центра Галактики.

Наша планета и вся Солнечная система не испытывают на себе катастрофического влияния тех бурных процессов, которые происходят внутри спиральных рукавов.

Стабильность условий, в которых возникла и миллиарды лет существует Солнечная система, может рассматриваться как один из важнейших факторов, обусловивших происхождение и развитие жизни на Земле.



1. Закончите предложения.

Галактика — это _____

Млечный Путь — это _____

Наиболее плотная центральная область нашей Галактики расположена в созвездии _____ и называется

Группы из большого числа звезд в Галактике называют _____, примером которых являются

2. На рисунке 27.1 показано строение нашей Галактики (вид с «ребра»). Укажите положение Солнца в Галактике и основные ее структурные элементы: ядро, диск, гало, корону, центральное сгущение (балдж).

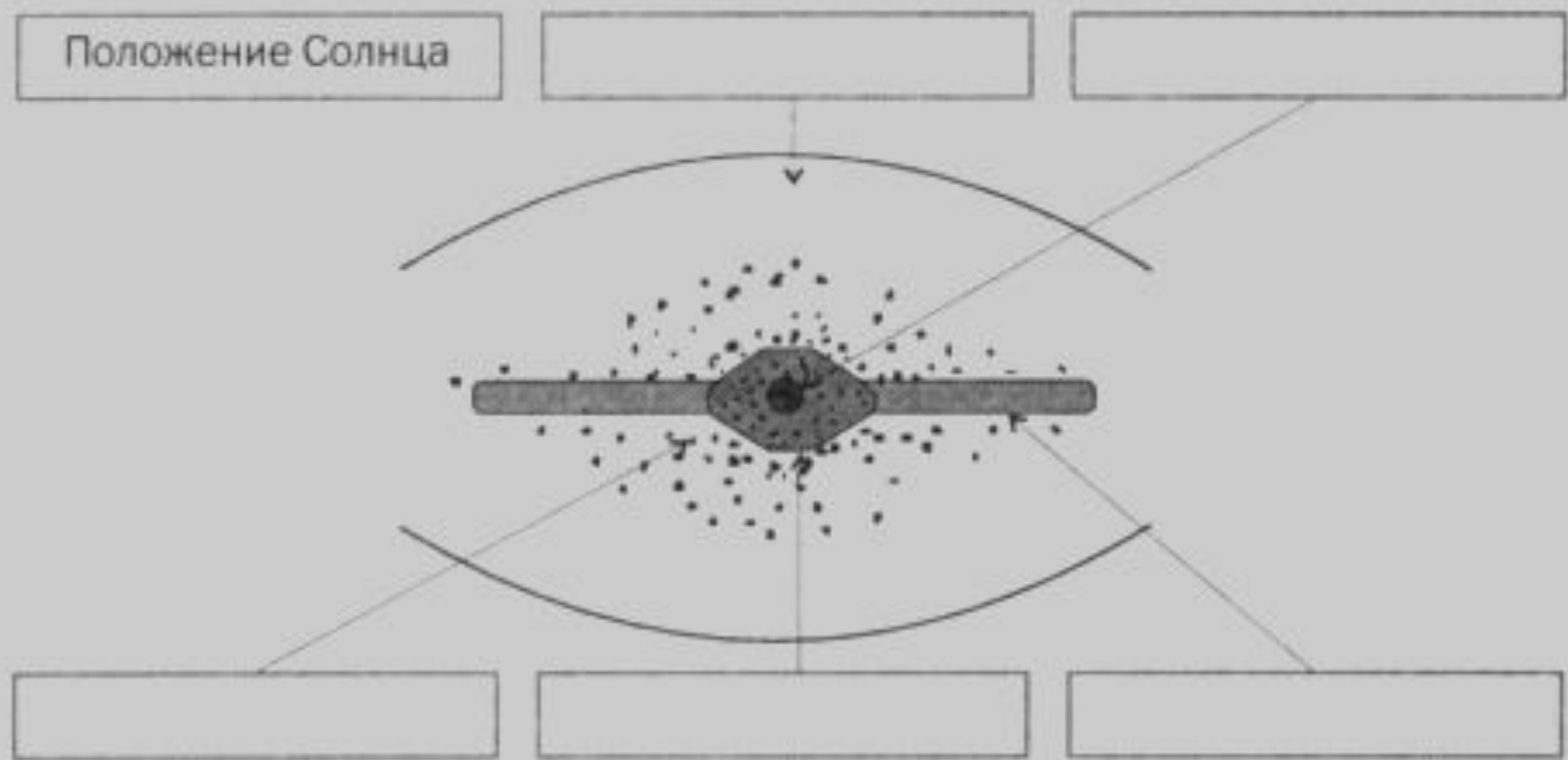


Рис. 27.1

3. Изобразите схематично нашу Галактику в виде «сверху» и стрелками укажите положение Солнца, ядро, спиральные рукава.

Спиральные рукава

Ядро

Положение Солнца

4. Заполните таблицу, содержащую общие сведения о Галактике.

Характеристики Галактики	Численные значения
Размер (диаметр), кпк	
Расстояние от центра Галактики до Солнца, кпк	
Линейная скорость обращения вокруг ядра (на расстоянии от центра Галактики до Солнца), км/с	
Период обращения (полный оборот Солнца и звезд в его окрестностях вокруг центра Галактики), млн лет	
Масса (в массах Солнца)	
Возраст, млрд лет	

5. Из перечисленного состава «населения» Галактики выпишите отдельно объекты, относящиеся к гало и диску: 1) красные гиганты; 2) долгопериодические цефеиды; 3) голубые гиганты; 4) короткопериодические цефеиды; 5) красные карлики; 6) газопылевые облака; 7) шаровые звездные скопления; 8) рассеянные звездные скопления.

Гало —

Диск —

1. Из перечисленных ниже вычеркните объекты, не входящие в межзвездную среду:

водород, бактерии, мелкие частицы пыли, водяной пар, электромагнитное излучение, гелий, ядра тяжелых элементов.

2. Кратко изложите теорию происхождения газопылевых туманностей.

3. Заполните таблицу физических характеристик межзвездного газа в различных состояниях.

Характеристики	Состояние газа		
	ионизированный	атомарный	молекулярный
Температура, К			
Плотность, кг/м^3			
Методы наблюдения			
Структура			
Расположение в галактиках			

5. Какова примерная масса межзвездного вещества нашей Галактики?

6. Кратко охарактеризуйте межзвездное магнитное поле.

Домашнее задание

§ 25

- Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 кл. : учебник/ Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. - М.: Дрофа, 2013. – 238с
- CD-ROM «Библиотека электронных наглядных пособий «Астрономия, 9-10 классы». ООО «Физикон». 2003
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/360-degree_Panorama_of_the_Southern_Sky.jpg
- http://icdn.lenta.ru/images/2013/11/21/17/20131121170814042/detail_e9c2ea72fd042014e63a109b01ef0b52.jpg
- <https://fullhub.ru/media/2016-post-icon/andromeda-1920x1080.jpg>
- http://www.abc2home.ru/znaki_zodiaka/img/kak_nayti_sozvezdie_andromeda-kassiopeya.png
- <https://wallinsider.com/wp-content/uploads/2017/07/Wallpapers-Milky-Way-Galaxy-9.jpg>
- <http://к-я.рф/wp-content/gallery/108/4-2.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/62/Herschel_40_foot.jpg/300px-Herschel_40_foot.jpg
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/36/William_Herschel01.jpg/220px-William_Herschel01.jpg
- http://pages.astronomy.ua.edu/ay102/Lab9/milkyway_2mass.jpg
- <http://www.vokrugsveta.ru/img/cmn/2006/09/07/027.jpg>
- <http://astrobob.areavoices.com/files/2013/07/Milky-Way-local-group-Andrew-Colvin-credit.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Local_Group_rus.png
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/98/Andromeda_Galaxy_%28with_h-alpha%29.jpg/1280px-Andromeda_Galaxy_%28with_h-alpha%29.jpg
- <http://v-kosmose.com/wp-content/uploads/2015/08/stroenie-mlechnogo-puti.jpg>
- <https://www.askwallpapers.com/pic/201502/2560x1440/askwallpapers.com-25724.jpg>
- http://www.ru-tech.ru/images/thumbs/id245_w200.gif
- <http://deepskyimg.com/wp-content/uploads/2014/05/rassevannye-zvezdnye-skopleniya-1.jpg>
- <http://school-collection.lyceum62.ru/ecor/storage/9c728fa7-5efb-b341-3a5b-833321901b2c/78190.jpg>
- https://files.adme.ru/files/news/part_61/612305/3022055-30-650-32e9147584-1484577175.jpg
- <http://www.7gy.ru/images/okr-mir/sozvezdiya6.jpg>
- <http://333v.ru/uploads/45/45208fc33bd65523639ca408d83d56a7.jpg>
- <http://ru.wallfon.com/walls/space/star-cluster-in-our-galaxy.jpg>
- <http://ukhtoma.ru/muv/57.jpg>
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Orion.Nebula.M42.Trapezium.Cluster.VIS-IR.HST.jpg>