

Галактика «Млечный путь»

Н.Б. Железнов

ИПА РАН

Внегалактическая природа спиральных и эллиптических туманностей

- Природа белых туманностей, спектры которых похожи на спектры звезд, долгое время во второй половине XIX века вызывала споры. Среди этих объектов были найдены туманности, демонстрирующие спиральную структуру, веретенообразные туманности, пересеченные темной полосой, тянущейся вдоль всего веретена, и аморфные туманности эллиптической формы.
- В 10-х годах XX в. Слайфер нашел, что линии в спектрах этих туманностей смещены (иногда довольно сильно) в красную сторону спектра («красное смещение»), чем они отличаются от отражательных туманностей нашей Галактики.
- В 20-х годах XX в. Шепли определил размеры нашей Галактики.
- Хаббл в 1923 г. с помощью 2.5-м телескопа обсерватории Маунт Вилсон нашел среди отдельных звездных объектов в спиральных ветвях нескольких туманностей цефеиды. Внегалактическая природа спиральных туманностей была установлена. Их стали называть спиральными галактиками.
- В 1944 г. Бааде удалось разложить на звезды эллиптические туманности и центральные области спиральных галактик, установив, что ярчайшими звездами в них являются красные гиганты, а голубые сверхгиганты и цефеиды отсутствуют.
- После Второй мировой войны к оптическим наблюдениям галактик добавились наблюдения в радио диапазоне, а затем (после вынесения аппаратуры за атмосферу) в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах.

Структура Галактики

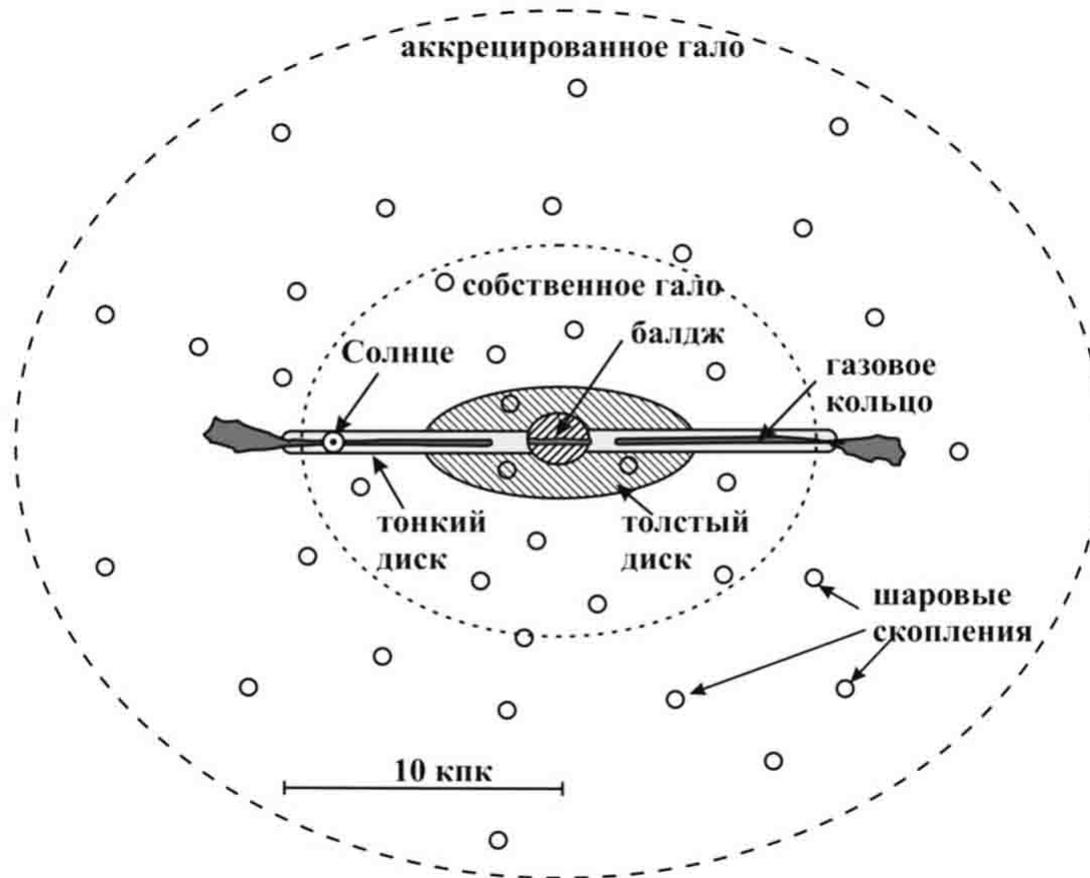


Галактика



<https://specialradio.ru/nr/astronomy-nakonec-to-nashli-kraj-mlechnogo-puti/>

Структура Галактики



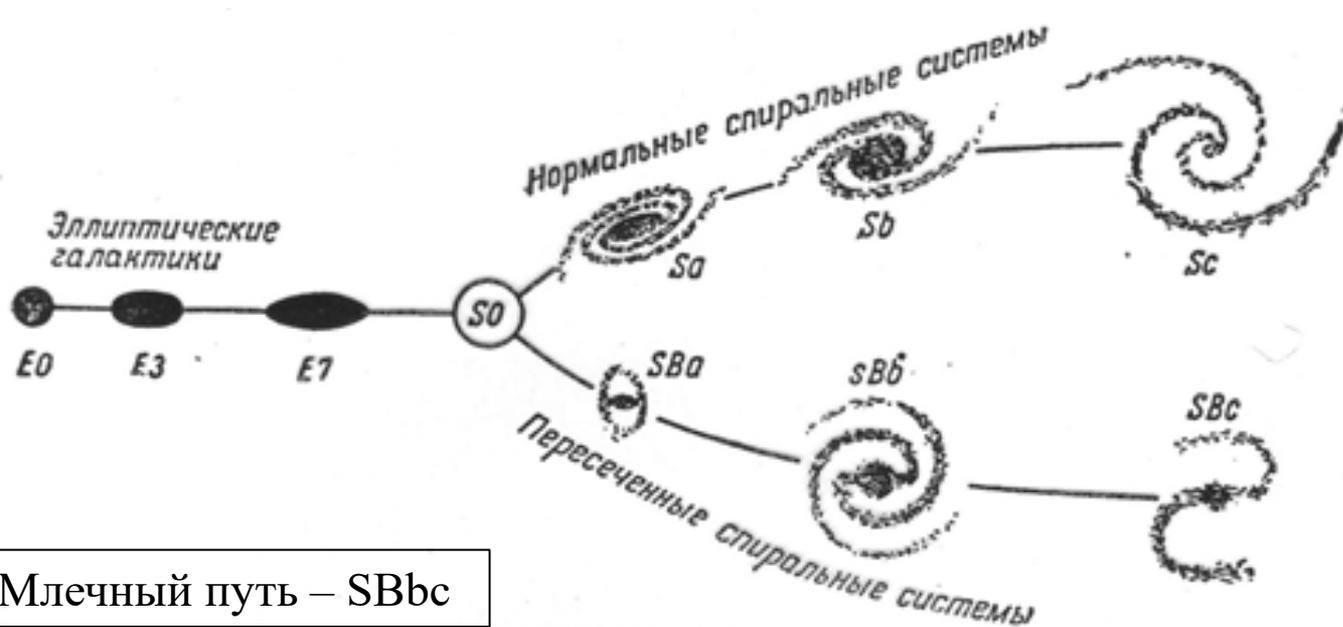
<http://www.astronet.ru/db/msg/1245721/lec.11.3.html>

Морфологическая классификация галактик Хаббла

Первую морфологическую классификацию галактик дал Хаббл в 1925 г. Все галактики он разделил на три основных типа: эллиптические, спиральные и иррегулярные. Первые два типа образуют «камертонную диаграмму». Ручку камертона образуют эллиптические галактики, расположенные в порядке увеличения степени эллиптичности от E0 до E7, где числовой индекс определяется соотношением между осями эллипса:

$$n = 10 [(a-b)/a].$$

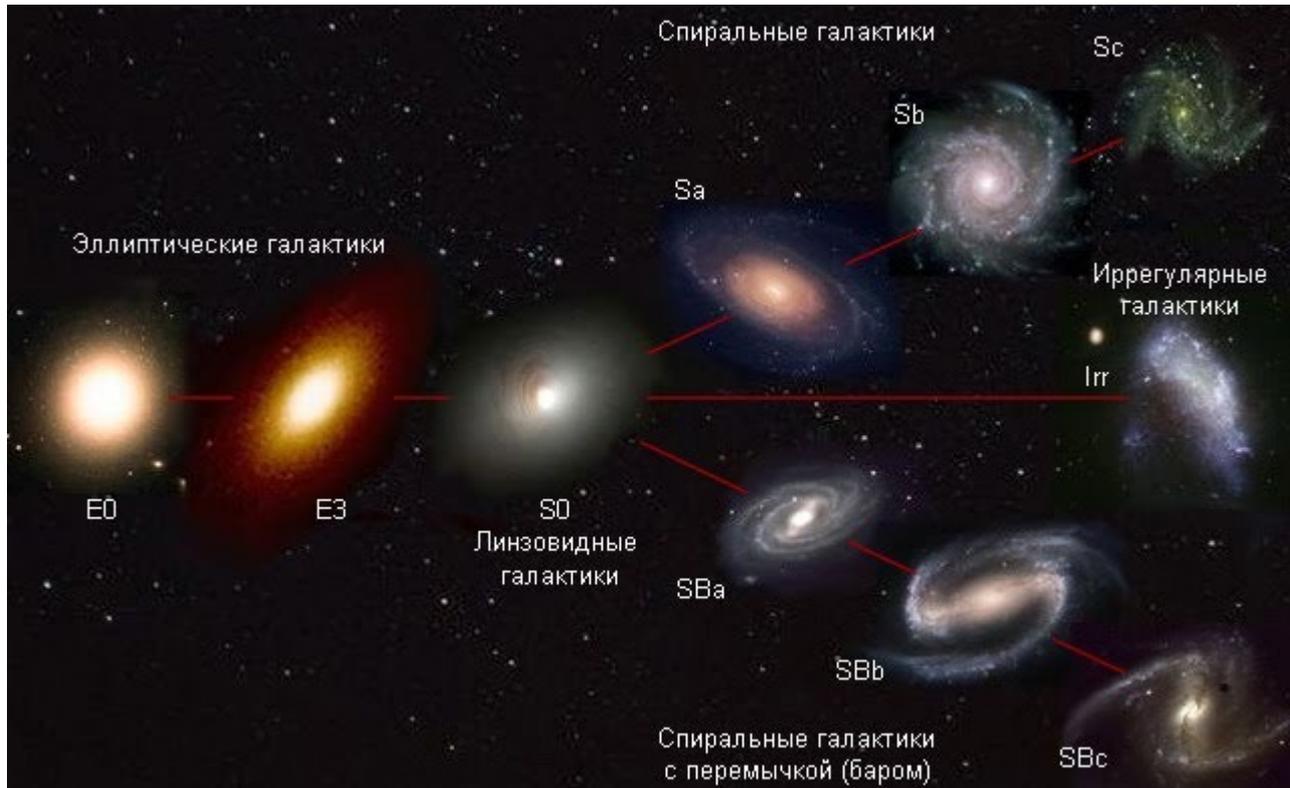
Эллиптических галактик с индексом $n > 7$ не существует. Ветви камертона образуют спиральные галактики. Одна из них – это «нормальные» спирали S, вторая – «пересеченные» SB. Отличие состоит в том, что у первых спиральные ветви начинаются от центрального сгущения, у вторых в центральной области имеется «бар» (перекладина), от концов которого идут спиральные ветви.



Галактика Млечный путь – SBbc

Морфологическая классификация галактик Хаббла

Основных уточнений два: между галактиками E7 и спиральными вставлен тип S0 – «линзовидные» галактики, у которых, как у спиральных, просматривается диск, но спиральные ветви отсутствуют. О линзовидных и спиральных галактиках говорят «дисковые». Иррегулярные галактики разделены на два типа – Irr I, которые разрешаются на отдельные детали, и Irr II, где такого разрешения нет. Кроме того, выделены галактики с кольцеобразными структурами в центре, им присваивается индекс r.



Типы галактик

В зависимости от соотношения светимости центральной области («балджа») и спиральных ветвей, степени их закрученности и разрешения в них отдельных деталей галактике присваивается индекс от а до с. Иррегулярные галактики на диаграмме отсутствуют, но они как бы замыкают камертон. Как всегда, имеются объекты, не укладывающиеся в классификационную схему — их называют «пекулярными галактиками».



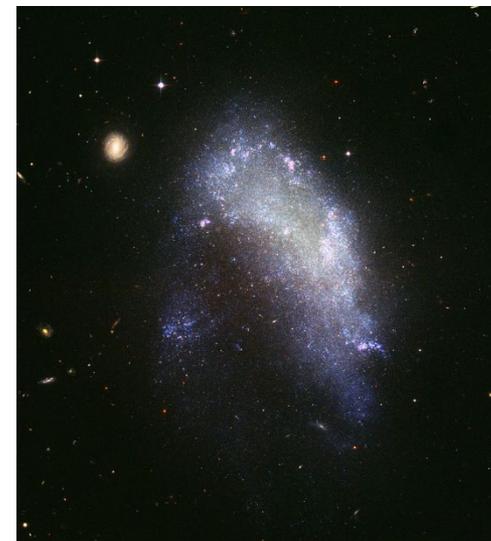
NGC 1300 (SBbc) — спиральная галактика с баром



Эллиптическая галактика M49 (E2)

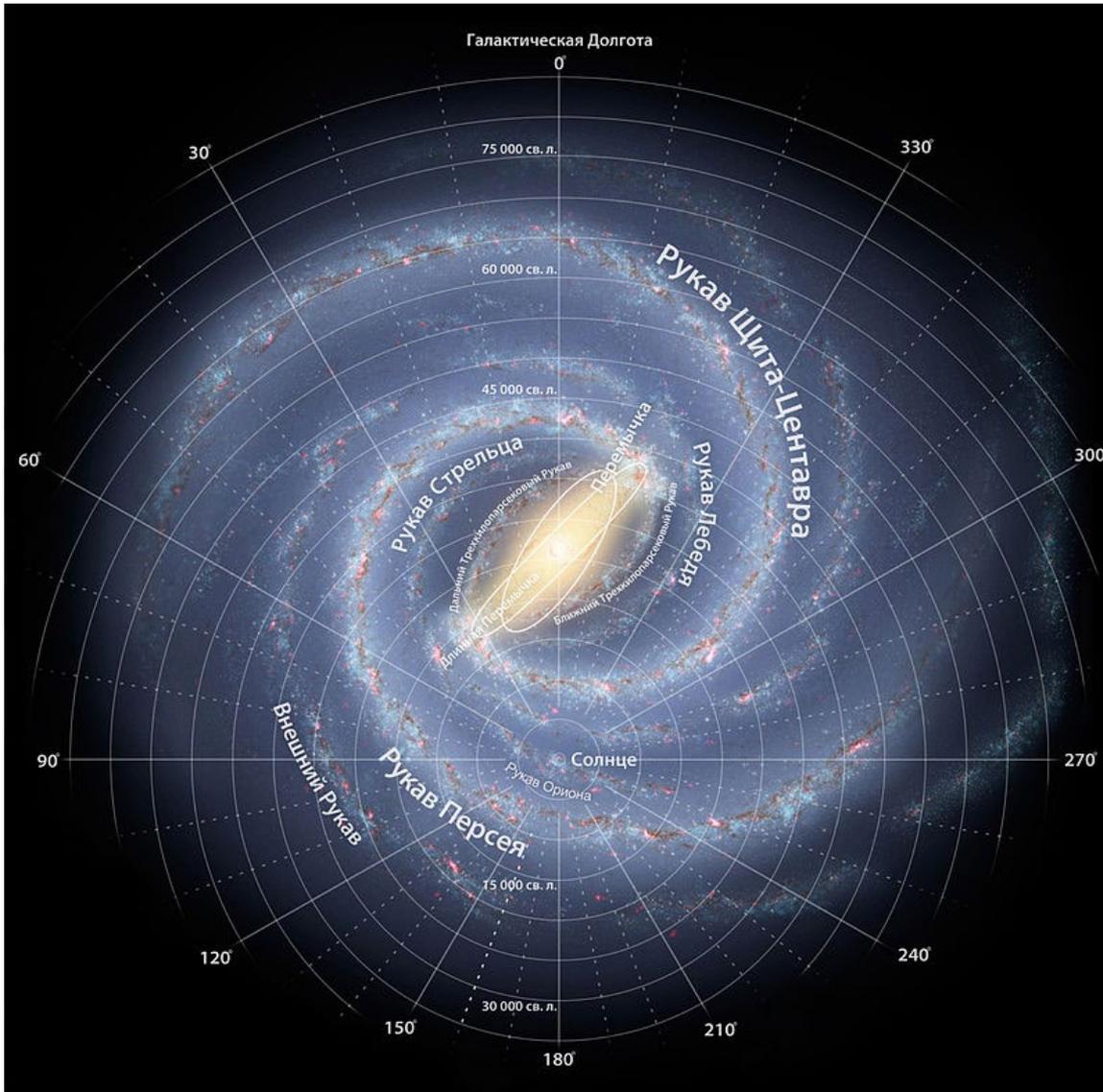


Спиральная галактика M81 (Sb)



NGC 1427A — неправильная галактика

Галактика



Направление на центр
Галактики

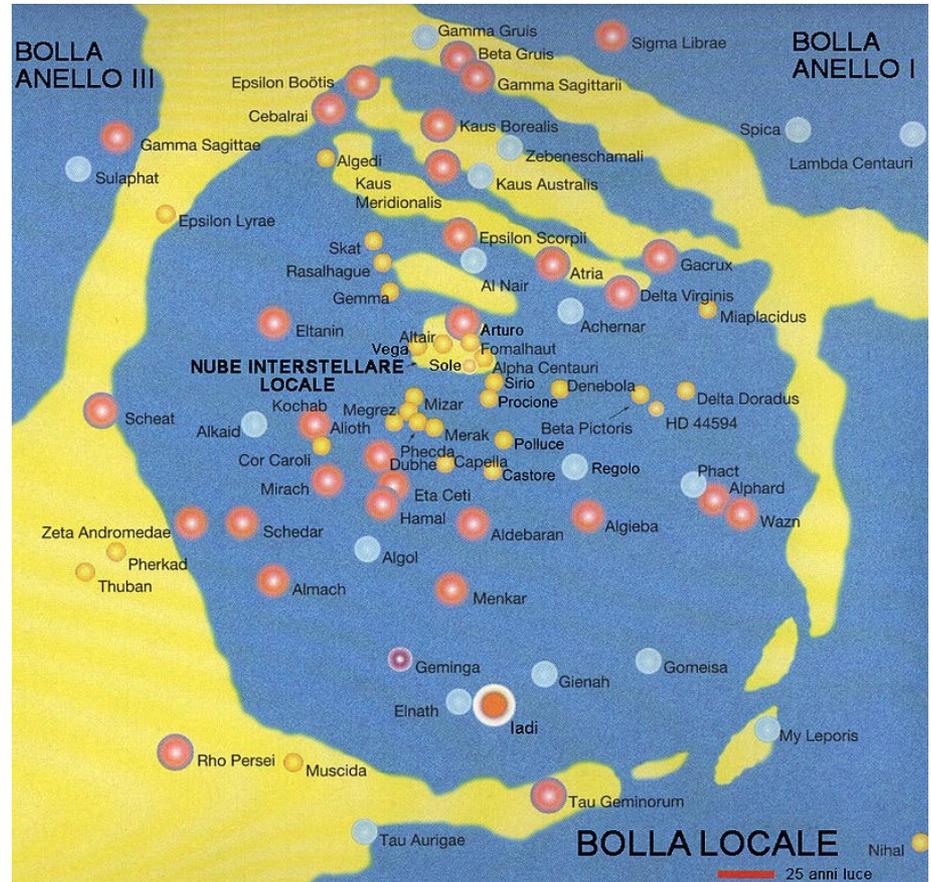
Распространение радиосигнала в Галактике



https://planetary.s3.amazonaws.com/web/assets/pictures/20130115_radio_broadcasts.jpg

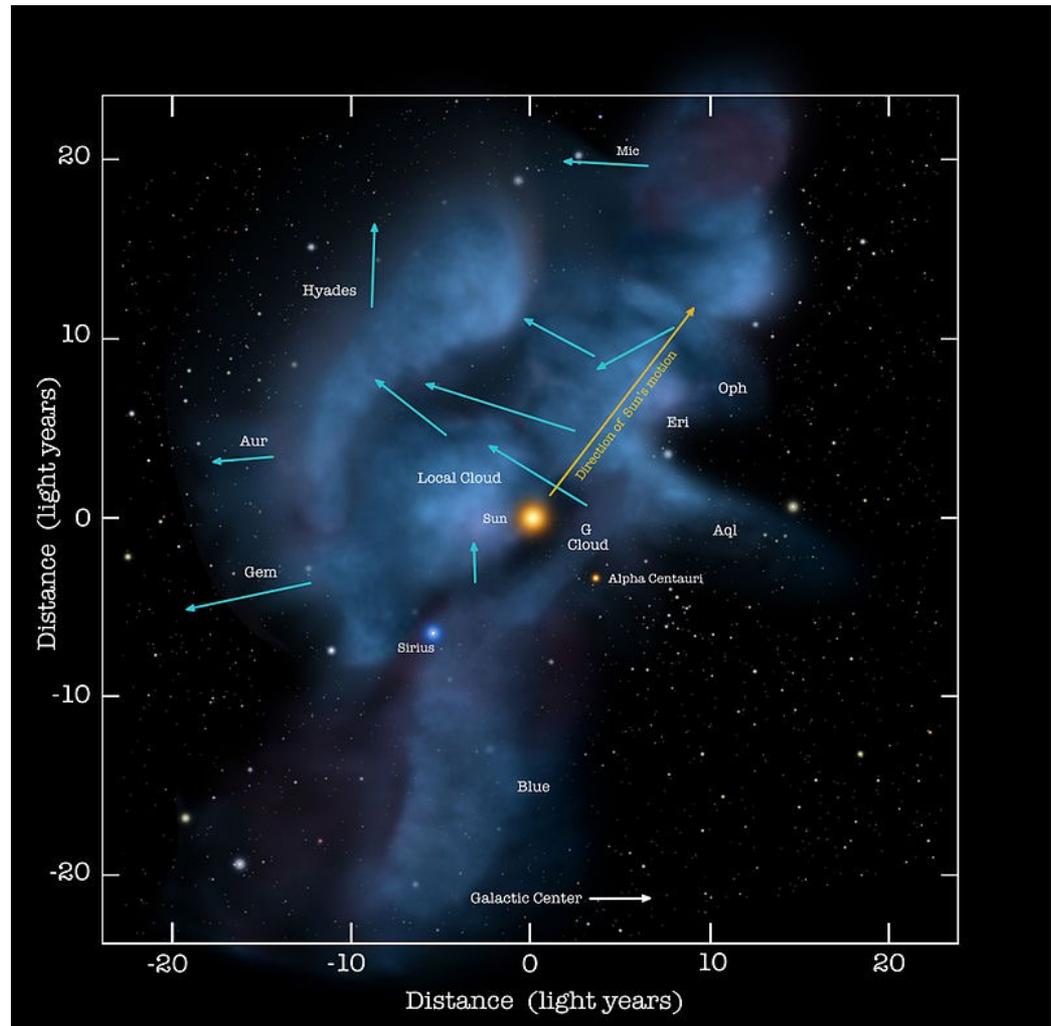
Местный пузырь (войд)

Местный пузырь — область разреженного горячего газа неправильной формы в межзвёздной среде внутри рукава Ориона в нашей Галактике. Он тянется по крайней мере на 300 св. лет и состоит из нейтрального водорода с плотностью примерно 1/10 от средней плотности межзвёздной среды, которая, в свою очередь, составляет 0,5 атома в кубическом сантиметре. Горячий разреженный газ (температура около миллиона кельвинов) излучает в рентгеновском диапазоне. Местный пузырь образовался в результате взрыва нескольких сверхновых (3-6), которые взорвались около 10-12 млн лет назад



Местное межзвёздное облако

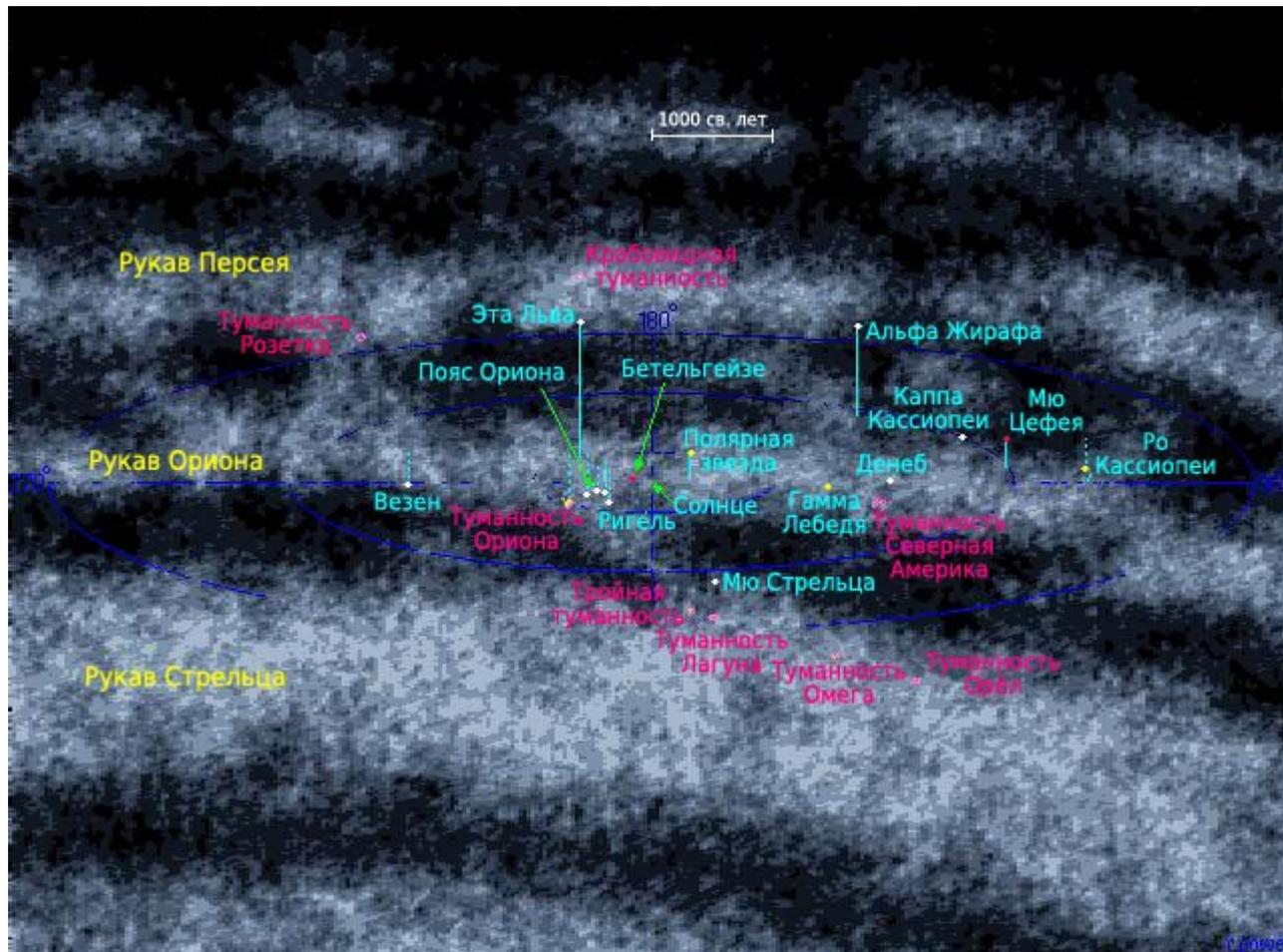
Солнечная система вошла в Местное межзвёздное облако (размером около 30 св. лет) где-то между 44 и 150 тыс. лет назад и, как ожидается, останется в его пределах ещё в течение 10—20 тыс. лет. Температура облака равна приблизительно 6000 °С, почти как температура поверхности Солнца. Оно очень разреженное (0,3 атома на кубический сантиметр), что составляет приблизительно одну вторую плотности галактической межзвёздной среды (0,5 атом/см³) и в шесть раз больше плотности газа Местного пузыря (0,05 атом/см³). ММО является областью низкой плотности в межзвёздной среде, но небольшим более плотным участком внутри Местного пузыря.



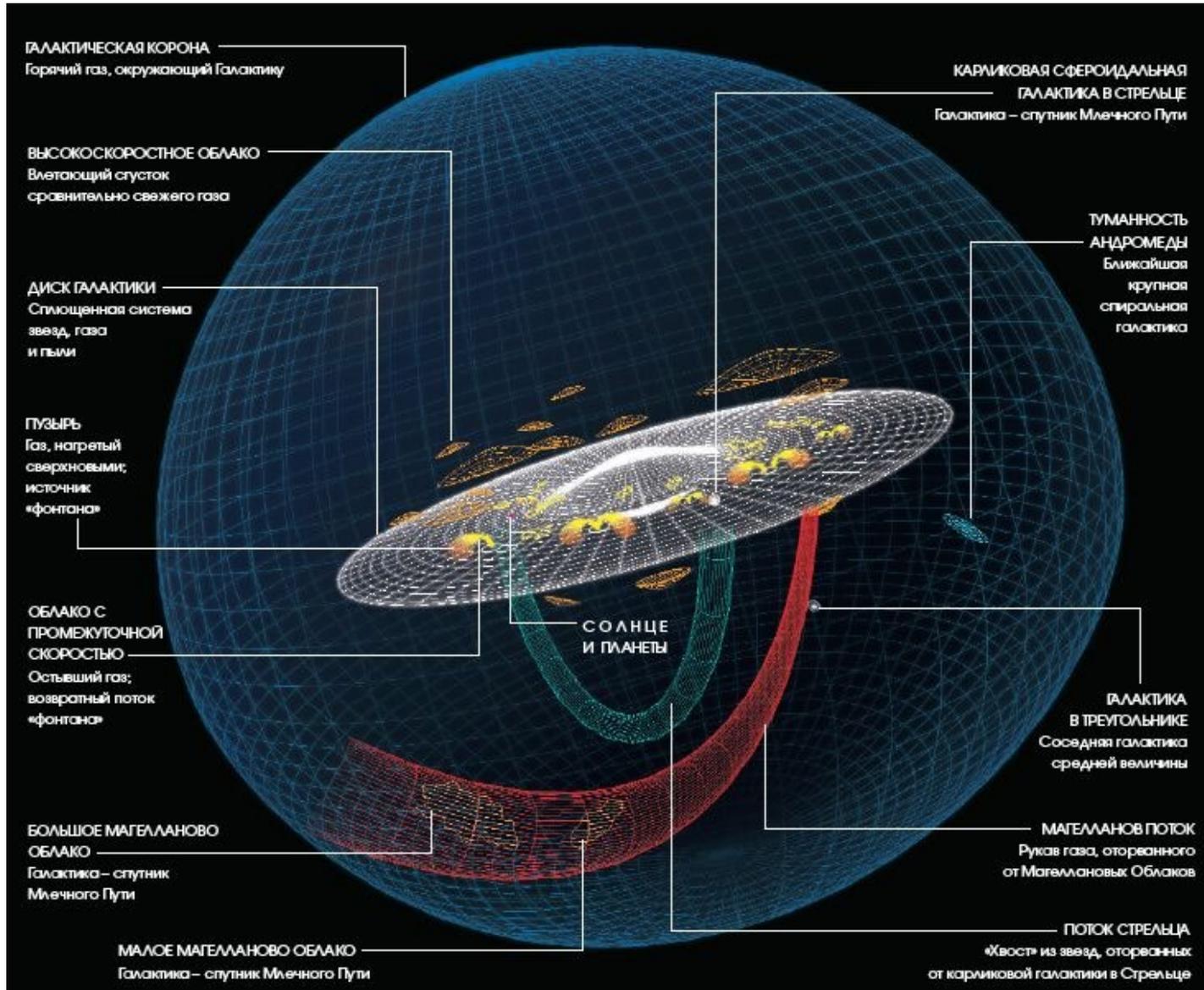
Рукав Ориона

Рукав Ориона — небольшой галактический рукав Млечного Пути, в котором находится Солнечная система. Толщиной приблизительно в 3500 световых лет и приблизительно 11 000 световых лет в длину. Иногда он также называется Местный рукав или Шпора Ориона.

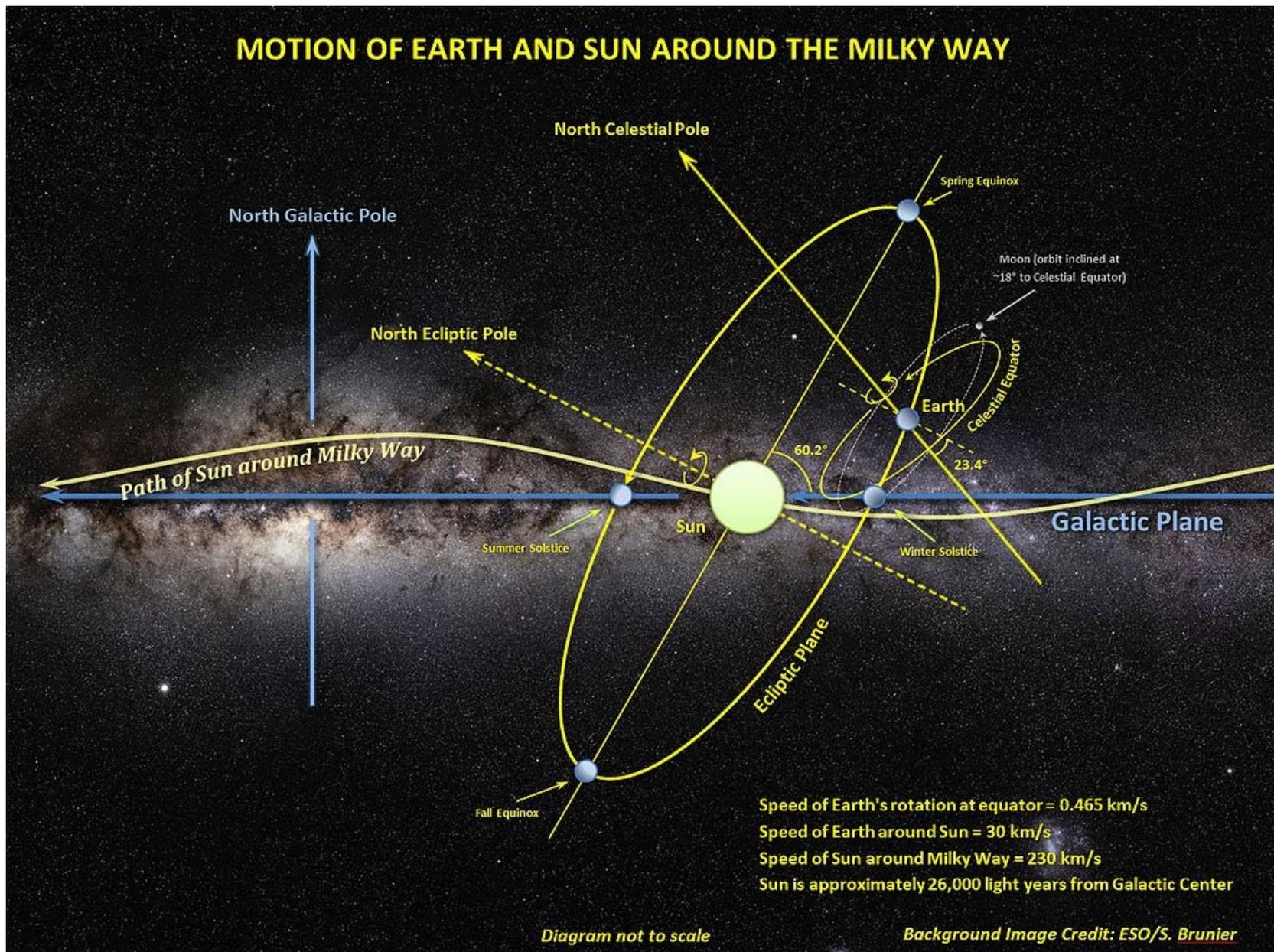
Рукав Ориона обязан своим названием находящимся вблизи него звёздам из Созвездия Ориона. Он расположен между рукавом Стрельца и рукавом Персея (двумя крупными рукавами Млечного Пути)



Окрестности Галактики



Системы координат



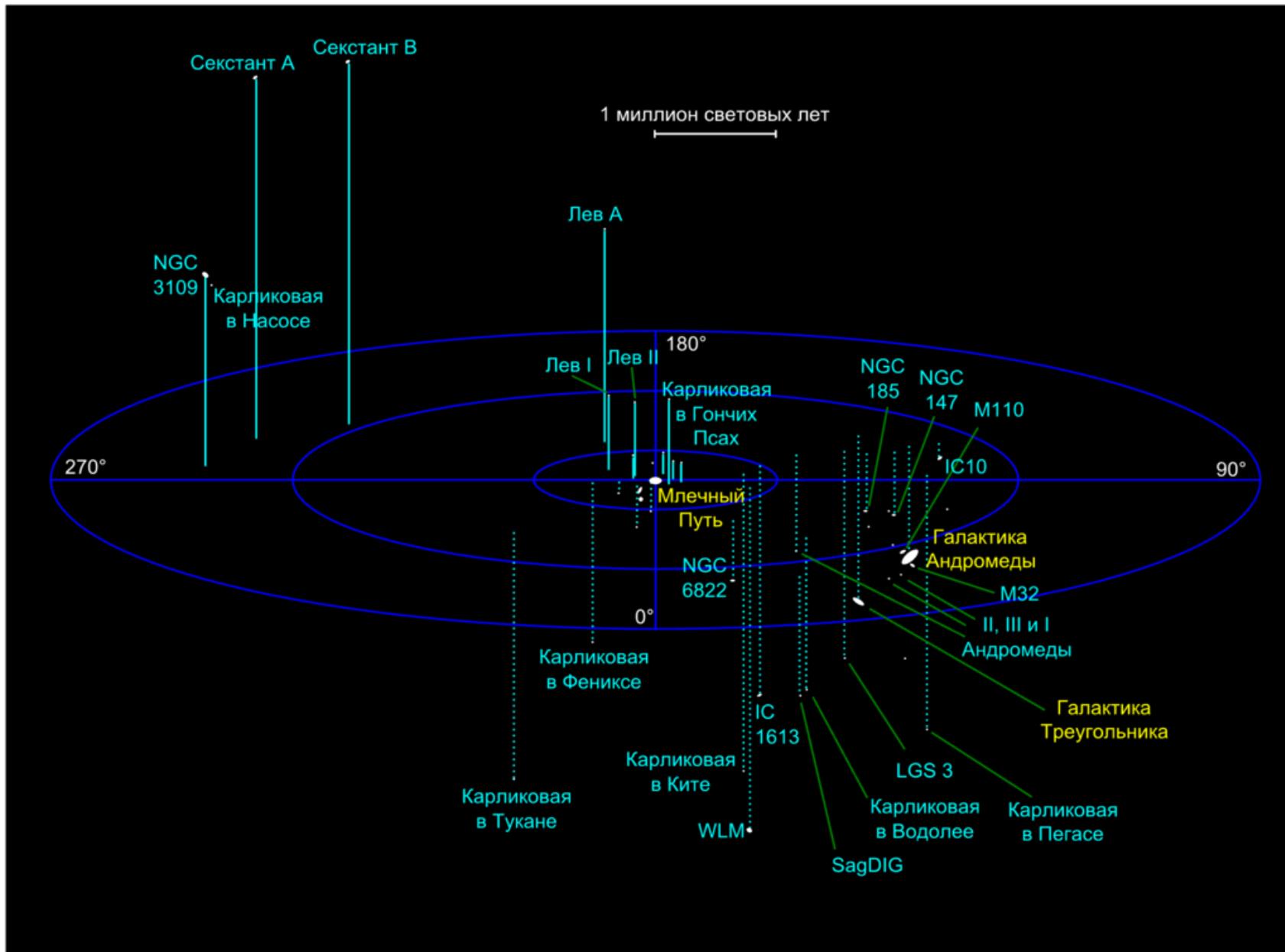
Галактический год

Галактический год — период времени, за который Солнечная система совершает один оборот вокруг центра нашей Галактики. Величина этого промежутка времени известна неточно, потому что она зависит от скорости движения Солнечной системы и расстояния до центра Галактики — обе эти величины определены приблизительно. Галактический год составляет, по разным оценкам, от 225 до 250 миллионов земных лет.

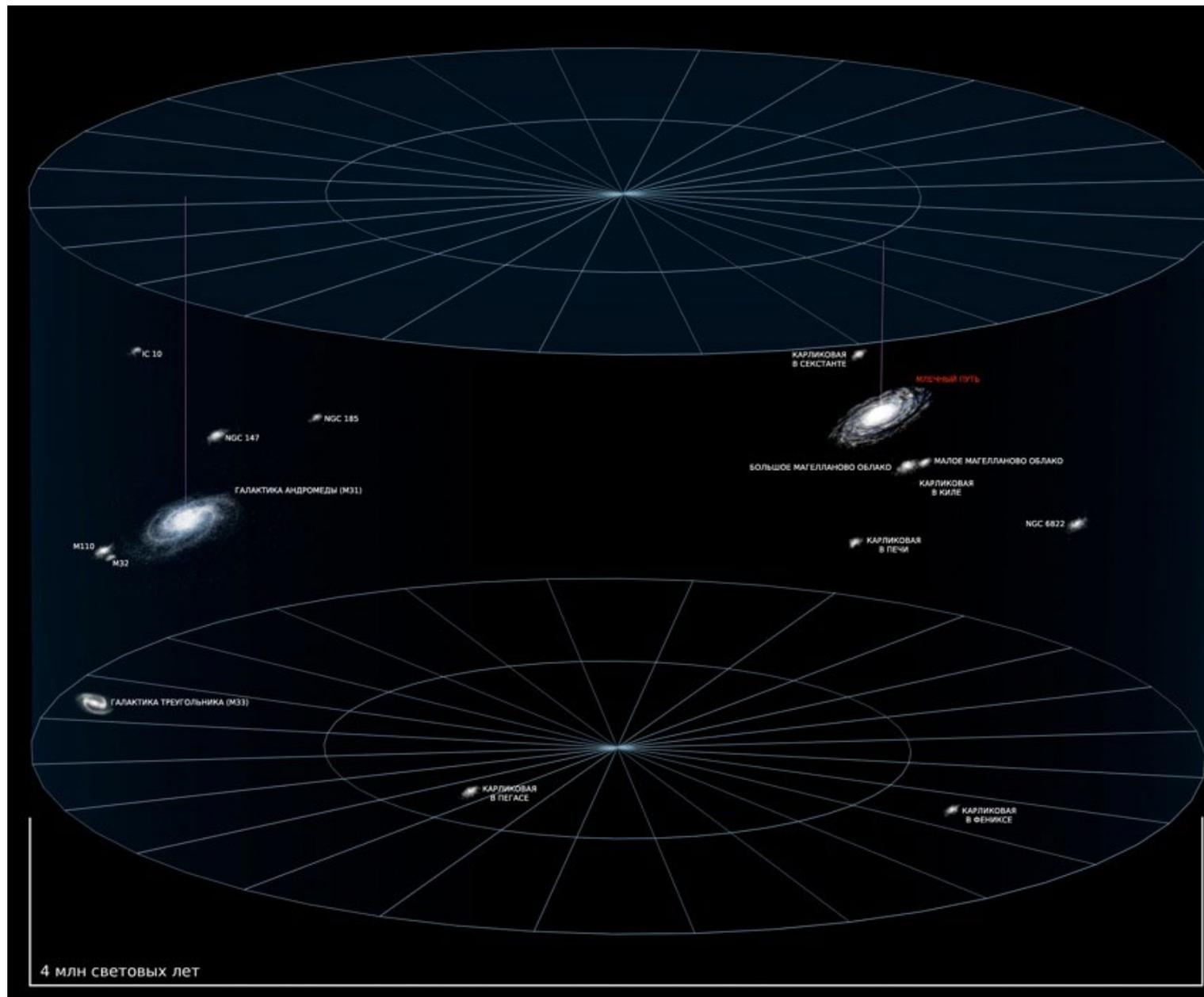
~61 г.г. назад	Большой Взрыв
~54 г.г. назад	Рождение галактики Млечный Путь
18,4 г.г. назад	Рождение Солнца
17-18 г.г. назад	Появление океанов на Земле
15 г.г. назад	Первые достоверные следы жизни на Земле
10 г.г. назад	Появление стабильных континентов
7 г.г. назад	Появление эукариотов
6,8 г.г. назад	Появление многоклеточных организмов
2,8 г.г. назад	Кембрийский взрыв
1 г.г. назад	Массовое пермское вымирание
0,26 г.г. назад	Мел-палеогеновое вымирание
0,001 г.г. назад	Появление современных людей



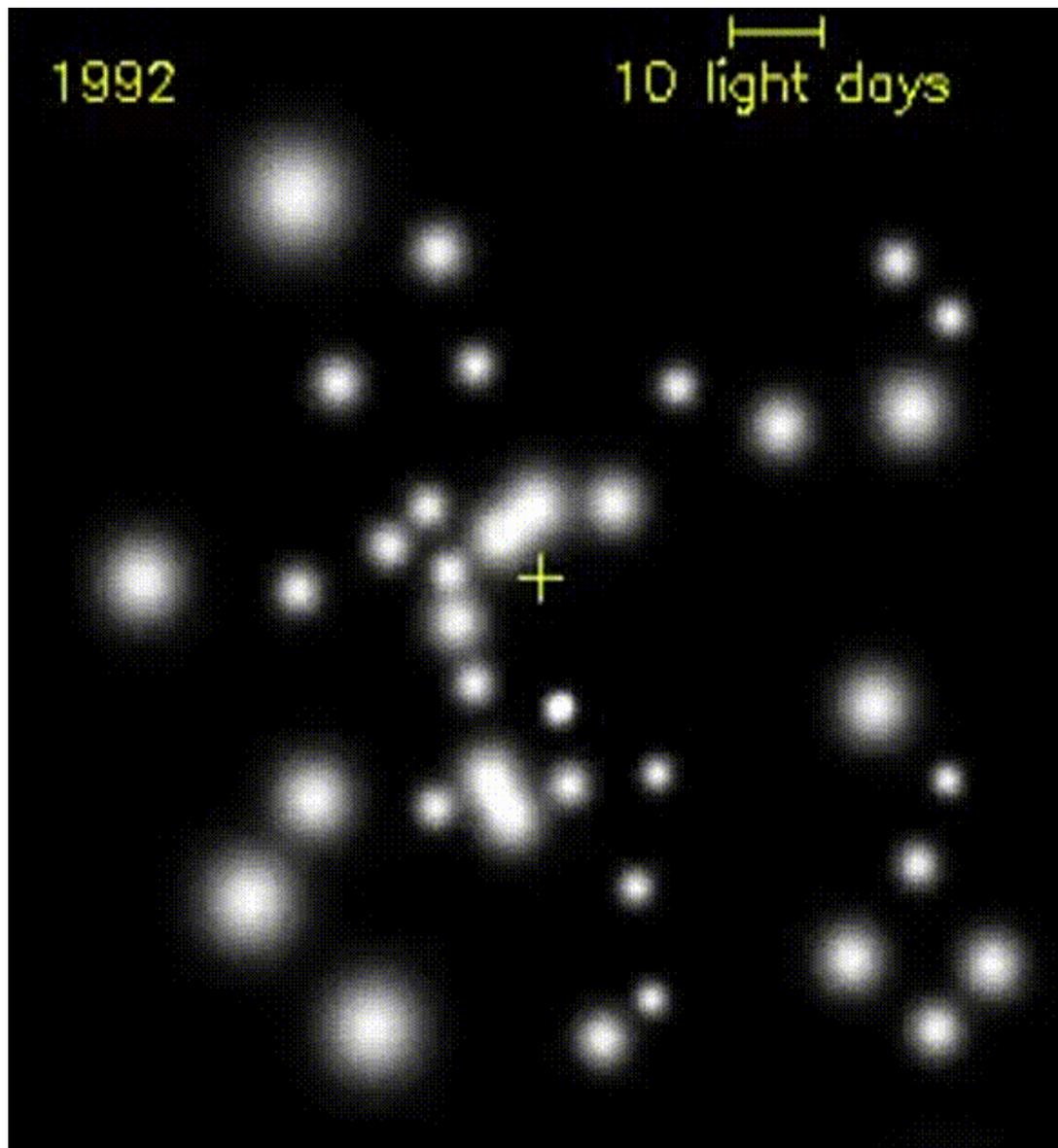
Местная группа галактик



Местная группа галактик



Центр Галактики



https://pikabu.ru/story/vot_pochemu_myi_dumaem_chno_v_tsentre_nashey_galaktiki_est_chernaya_dyira_kazhetsya_yeti_zvezdyi_vrashchayutsya_vokrug_pustogo_mesta_4847374

Оценка массы галактики. Скрытая масса

Наблюдения показывают, что центральные области спиральных галактик вращаются твердотельно (на кривой вращения имеет место линейный рост скорости с расстоянием). На некотором расстоянии от центра наклон кривой вращения изменяется. Если считать, что масса галактики сильно концентрируется к центру, мы вправе ожидать на периферии кеплеровского падения скорости. Считая, что в области максимума центростремительное ускорение (a) равно гравитационному, можно оценить массу галактики (M) в области, ограниченной радиусом, где скорость (v) максимальна

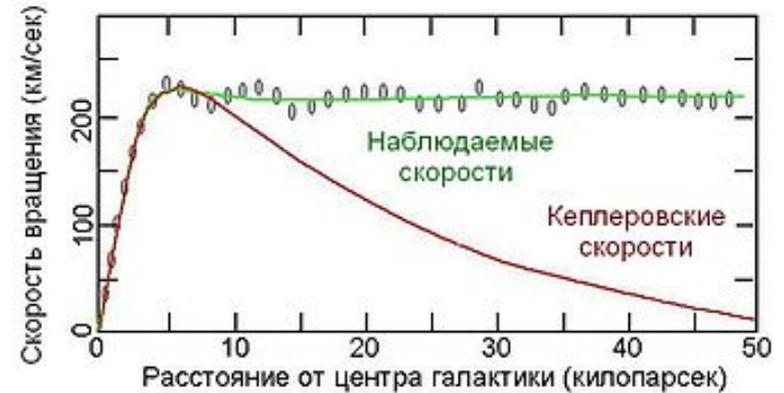
$$M = a v^2 / G.$$

Напомним, что для определения положения максимума на кривой вращения и, следовательно, массы M необходимо знание расстояния до галактики.

Для галактик, где кривая вращения не определяется, массу оценивают с помощью теоремы вириала: $2T + \Omega = 0$. В результате:

$$M = R \langle v^2 \rangle / \alpha G,$$

где R – радиус галактики, α – множитель, меняющийся от $3/5$ до 3 в зависимости от распределения массы. Величина $\langle v^2 \rangle$ находится по ширине абсорбционных линий. Берется спектр звезды сходного спектрального типа (там линия узкая, а в галактике она расширена из-за движений звезд) и определяется, чему должно быть равно $\langle v^2 \rangle$, чтобы из узкой спектральной линии звездного спектра сделать такую широкую, как в спектре галактики.



Такие кривые вращения (зеленые) требуют наличия массы в периферийных областях галактики. Поскольку на современном этапе наблюдения не позволяют выявить носителей этой массы, она получила название **скрытой массы**.

Полные массы галактик заключены в пределах $10^7 - 10^{12}$ масс Солнца.

Физические характеристики галактик

Некоторые физические характеристики галактик (преимущественно близких)

Название галактики	Тип	Диаметр		Расстояние, кпс	V	B - V	M _V	Лучевая скорость v _r , км/сек	lg $\frac{M}{M_{\odot}}$	$\frac{M:L}{(M:L)_{\odot}}$
		d'	D, кпс							
Млечный Путь — Галактика	Sb		25	(10)		0 ^m ,8	-20 ^m ,5		11,2	8
Большое Магелланово Облако	Ir III	470	7	52	0,1	0,45	-18,7	+276	10,1	5
Малое Магелланово Облако	Ir IV	216	4	69	2,4	0,4	-16,9	+168	9,2	3
Туманность Андромеды M 31 = NGC 224	Sb	163	38	800	3,5	0,98	-21,0	-270	11,5	10
Спутник ее M 32 = NGC 221	E2	5	1,2	800	8,2	0,9	-16,3	-210	9,6	15
Спутник ее NGC 205	E5p	12	2,8	800	8,2	0,8	-16,3	-240	9,9	30
Туманность в Треугольнике M 33 = NGC 598	Sc	62	15	850	5,8	0,55	-18,7	-190	10,1	5
Система в Скульпторе	dE	45	1,3	110	7	0,8	-13		8,5	24
Система в Печи	dE	50	3	200	7	0,8	-15	+40	(9)	
NGC 6822	Ir IV	20	5	910	9,1	0,5	-16,3	-40	8,6	2
NGC 147	d E4	9	3	1 200	9,6	0,9	-15,8		9	6
NGC 185	d E0	6	2	1 200	9,5	0,9	-15,9	-340	9	6
IC 1613	Ir V	12	3	910	9,7	0,5	-15,2	-240	7,9	1
Система Вольфа — Лундмарка	E5	10	4	1 300?	10,8	0,5	-14,8			
NGC 6946	Sc	22	10	1 600	9	0,8	-17	+40		
NGC 2403	Sc	8	4	1 900	8,4	0,6	-18	+190	9,7	4
M 81 = NGC 3031 в Б. Медведице	Sc	25	18	3 800	6,9	1,02	-20,9	+80	11,1	4
M 82 = NGC 3034 в Б. Медведице	Ir II	10	11	3 800	8,2	0,91	-19,6	+400	10,4	14
M 87 = NGC 4486 = Virgo A	E1	4	14	12 000	8,9	0,97	-21,5	+1220	12,4	85

Столкновение галактик



Визуализация возможного столкновения Млечного Пути и галактики Андромеды / NASA

Столкновение галактик



<http://www.youtube.com/watch?v=ZdF2wX5GfdU#t=23>

На сегодня всё!



Галактика Сомбреро