

Основы галактической астрономии

Строение Галактики.

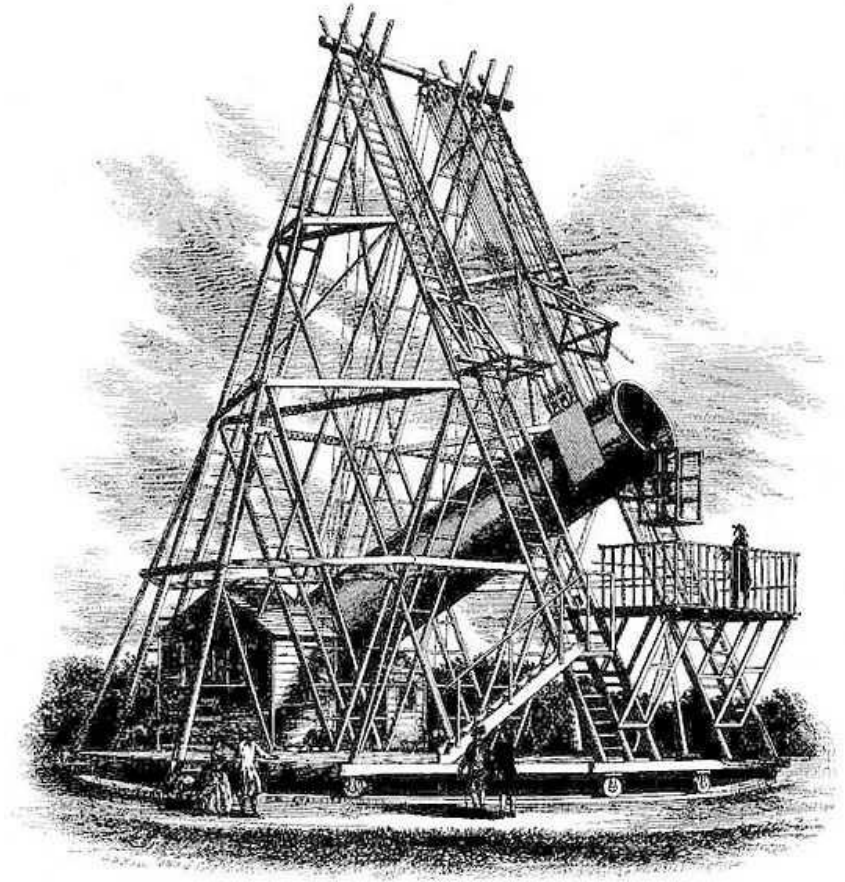
Движение Солнца в Галактике.

Уильям Гершель,

английский профессиональный музыкант, астроном-любитель

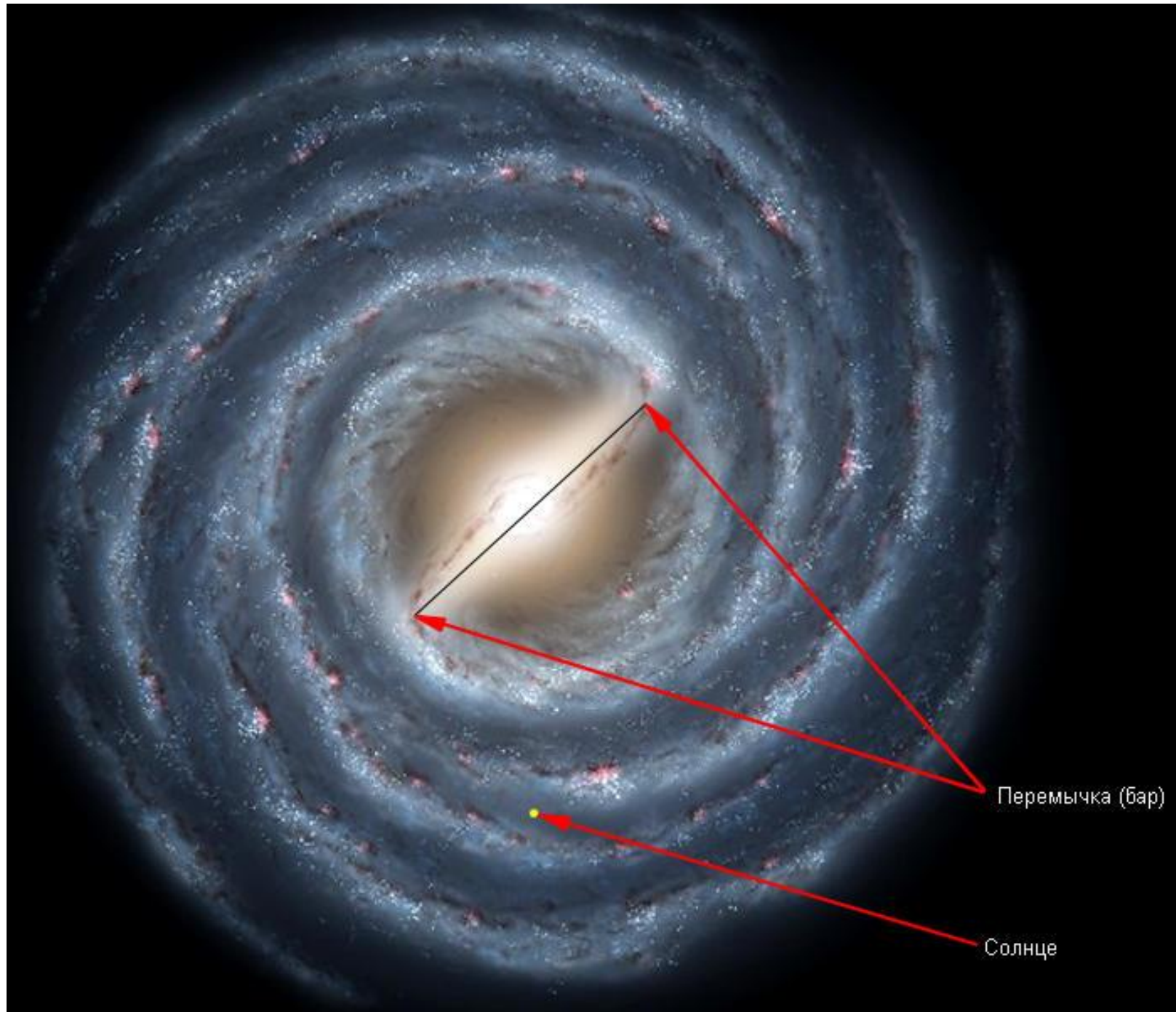


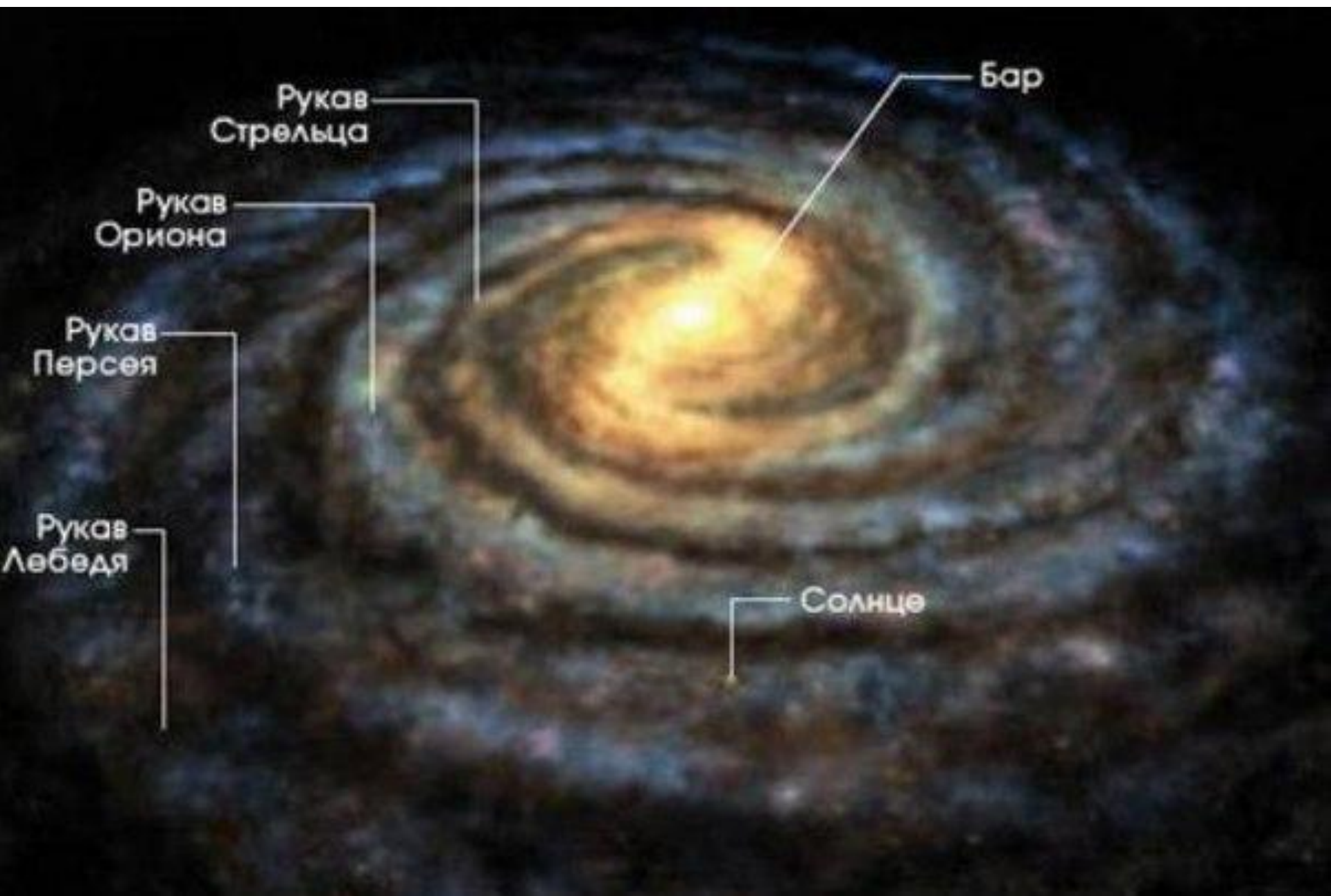
Предложил первую модель строения Галактики



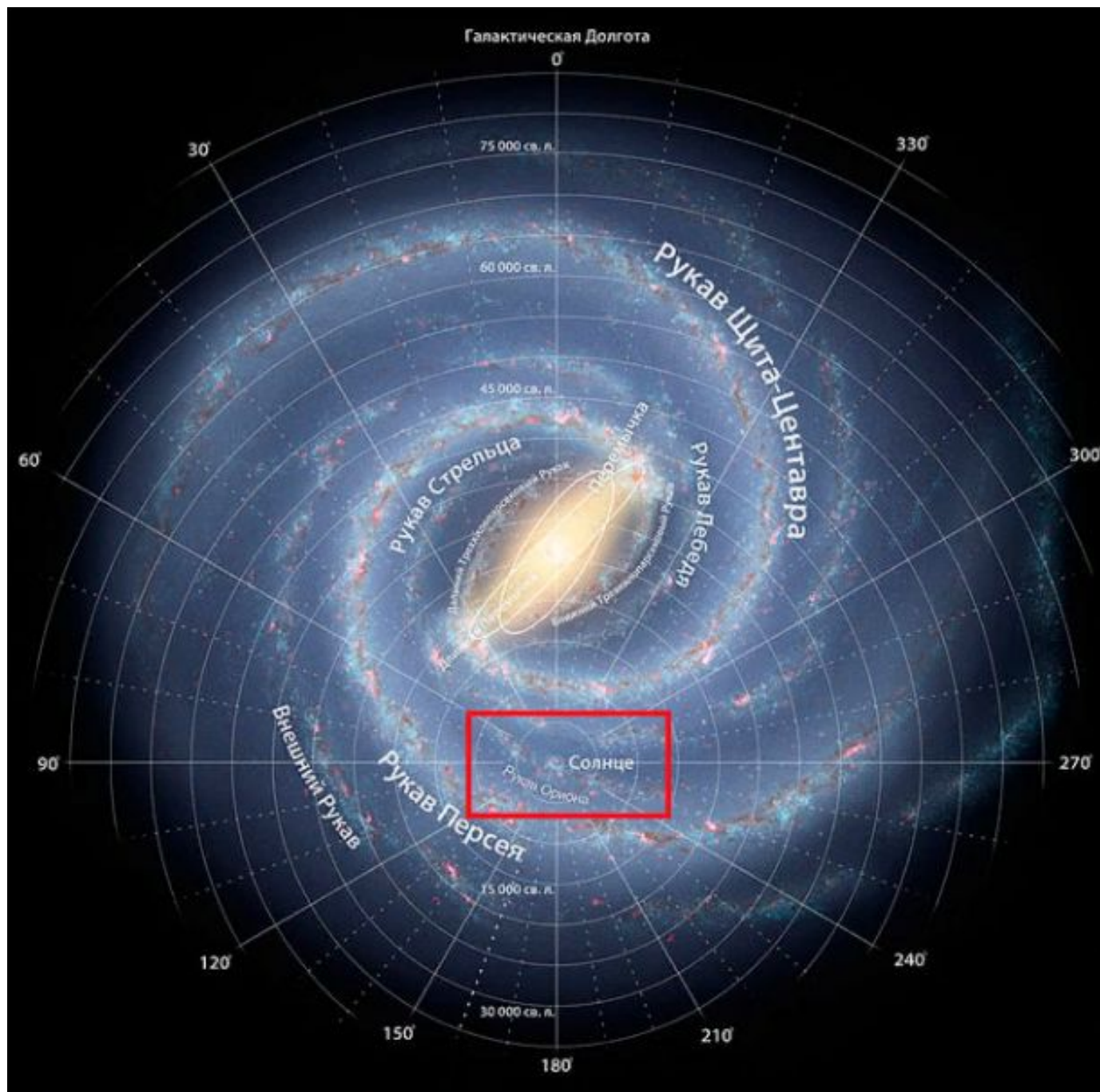
40-футовый телескоп



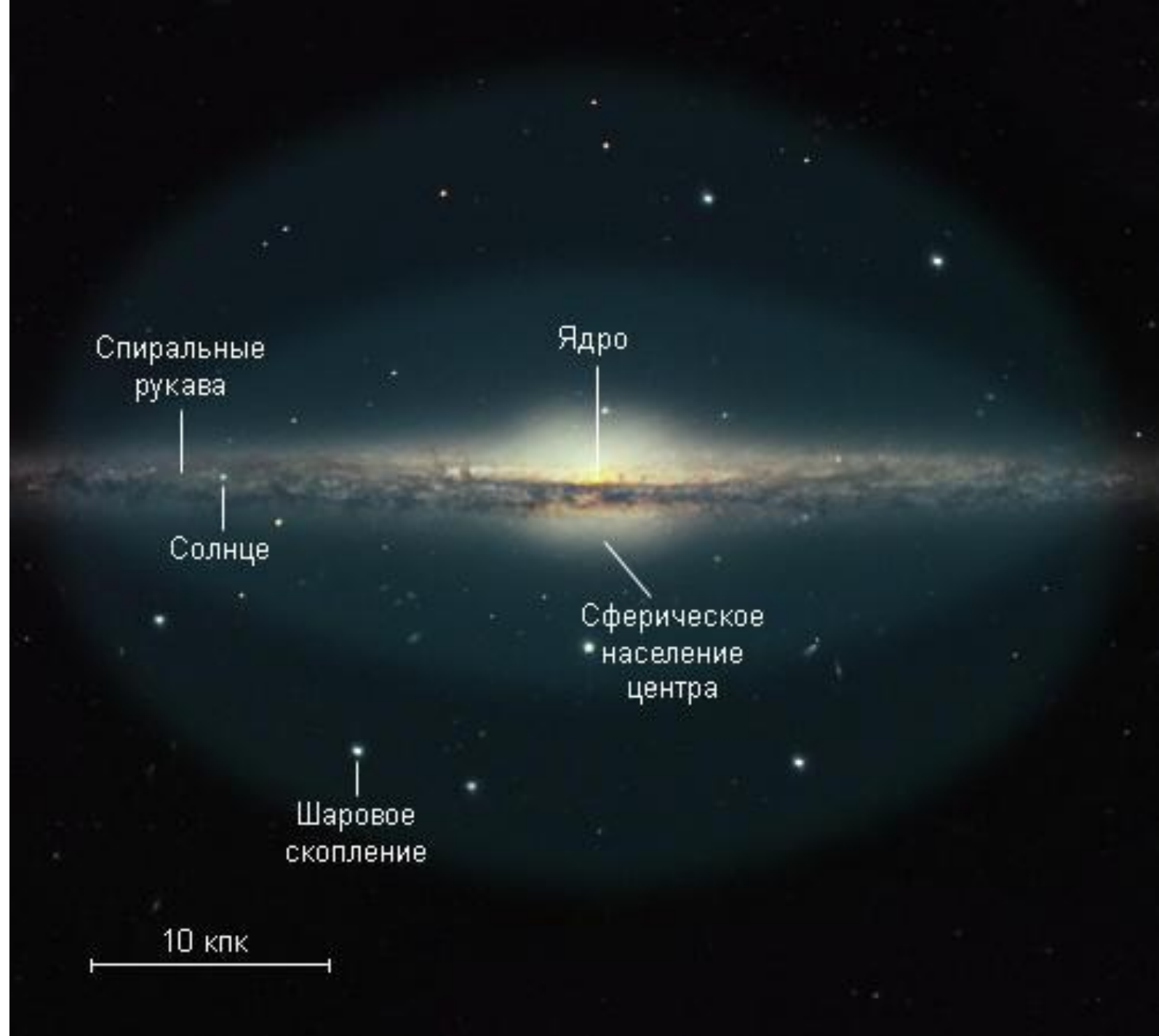




- Солнце находится на окраине рукава Ориона



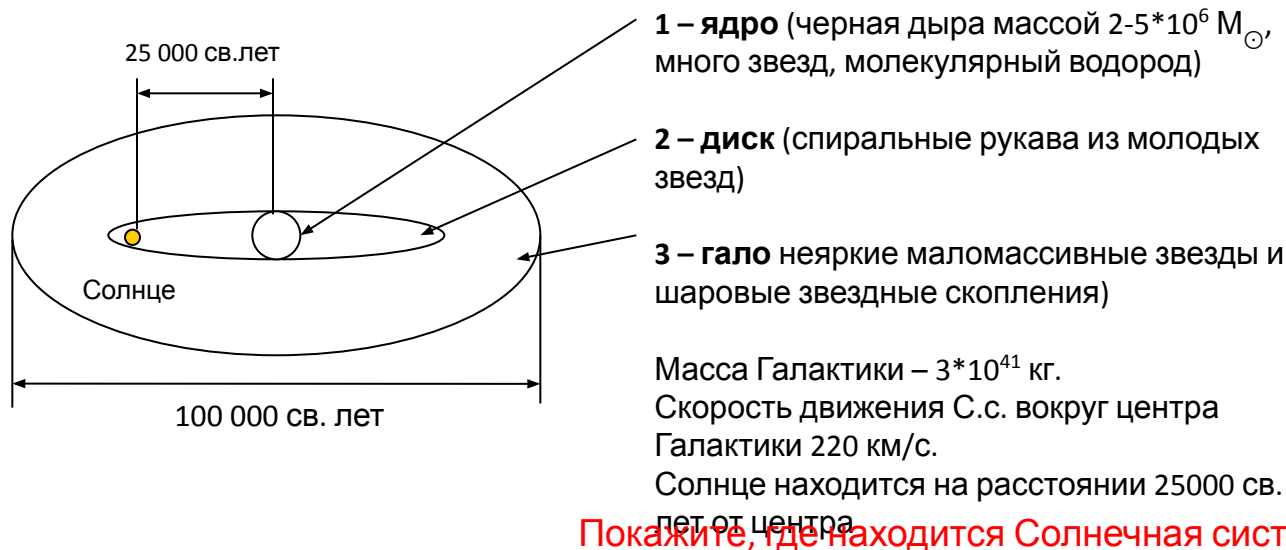
- И звезды, и сами рукава вращаются вокруг центра, причем их угловая скорость различна. Из-за этого большая часть звезд в течение своей жизни «путешествуют» между рукавами. Солнце является исключением – его орбита располагается на так называемом коротационном круге, где угловая скорость звезд совпадает со скоростью рукавов.
- Это чрезвычайно важно для сохранения жизни на Земле. Дело в том, что в спиральных рукавах образуется мощное излучение, способное убить всё живое. Если бы наша звездная система «путешествовала» по галактике, то периодически это излучение «стерилизовало» бы Землю. Однако это не происходит, и наша планета постоянно находится на окраине рукава Ориона, где губительное излучение отсутствует.

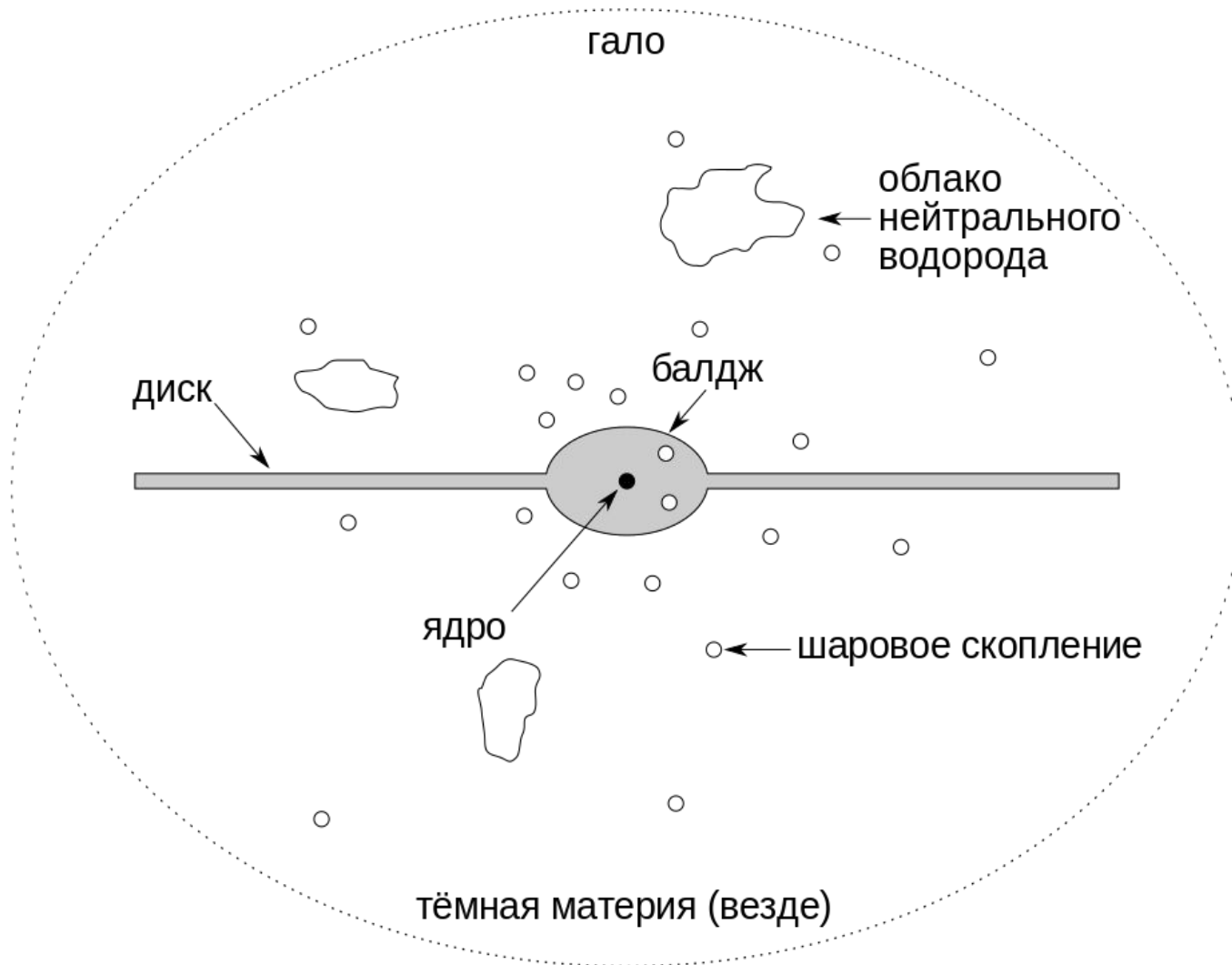


Наша Галактика

- **Галактика** (от греч. «галактикос» - «молочный») – это огромная звездная система, состоящая из звезд, связанных силами тяготения.

Строение Галактики





Ядро галактики - в направлении созвездия Стрельца.
Здесь – повышенная концентрация звёзд, сверхмассивная черная дыра.
Закрыто от нас газопылевыми облаками.



Лауреаты Нобелевской премии по физике за 2020 год.

Роджер Пенроуз (89 л.)

Райнхард Генцель

Андреа Гез

Германия

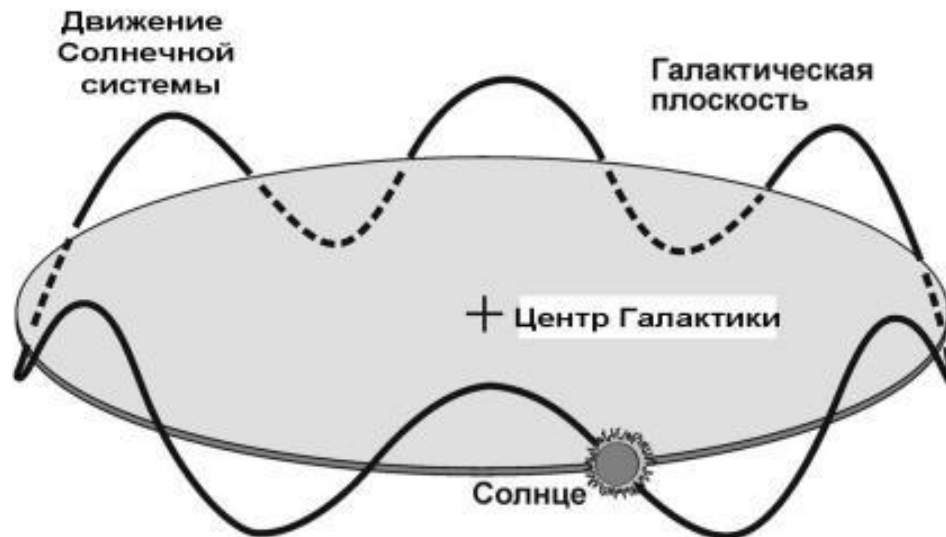
США

США

- Пенроуз награжден *«за открытие, согласно которому общая теория относительности надежно предсказывает рождение черных дыр»*. Генцель и Гез отмечены самой престижной в научном мире наградой *«за открытие сверхмассивного компактного объекта в центре нашей Галактики»*.

Движение Солнца

- Солнце обращается вокруг центра Галактики со скоростью 220 км/с, совершая один оборот примерно за 220 млн. лет.
- Солнечная система движется относительно ближайших звезд со скоростью около 20 км/с в направлении созвездия Геркулеса



Классификация Э. Хаббла



- Важнейшими компонентами являются газопылевой диск, звёздный диск и сфероидальный компонент. Существует четыре основных вида галактик:
- **Эллиптические галактики** (E) — галактики, у которых дисковой составляющей нет, либо она слабоконтрастна. Все остальные галактики дисковые.
- **Спиральные галактики** (S) — галактики, обладающие спиральными ветвями. Иногда ветви могут вырождаться в кольца.
- **Линзовидные галактики** (S0) — галактики, по своей структуре не отличающиеся от спиральных, за исключением отсутствия чёткого спирального узора. Объясняется это низким содержанием межзвёздного газа, а значит, и низким темпом звездообразования.
- **Неправильные галактики** (Irr) — для них характерна неправильная клочковатая структура. Как правило, в них очень много межзвёздного газа, до 50 % от массы галактики.

Таблица характеристик основных видов галактик

	E	S0	S	Irr
Сфероидальный компонент	Галактика целиком	Есть	Есть	Очень слаб
Звёздный диск	Нет или слабо выражен	Есть	Основной компонент	Основной компонент
Газопылевой диск	Нет	Нет или очень разрежен	Есть	Есть
Спиральные ветви	Нет или только вблизи ядра	Нет или слабо выражены	Есть	Нет
Активные ядра	Встречаются	Встречаются	Встречаются	Нет
Процент от общего числа галактик	20 %	20 %	55 %	5 %

? Наша Галактика состоит из 100 миллиардов звезд, большая часть которых расположена в диске радиусом 20 кпк и толщиной 500 пк. Считая, что физические двойные системы могут существовать, если расстояние между компонентами не больше 1/10 от среднего расстояния между соседними звездами в диске Галактики, определите максимальное расстояние до физической пары, разрешимой невооруженным глазом. Считать распределение звезд в диске Галактики равномерным.

! Определим концентрацию звезд в диске Галактики:

$$n = \frac{N}{\pi R^2 d} = 0.16 \text{ пк}^{-3}.$$

Здесь N – число звезд в Галактике, R – радиус ее диска, d – его толщина. Среднее расстояние между звездами равно

$$l = n^{-1/3} = 1.8 \text{ пк}.$$

Получается, что максимальное расстояние между компонентами двойной системы составляет 0.18 пк. Угловое разрешение человеческого глаза равно 1' (0.0003 радиан), поэтому максимальное расстояние до двойной системы есть

$$0.18/0.0003 = 600 \text{ пк}.$$

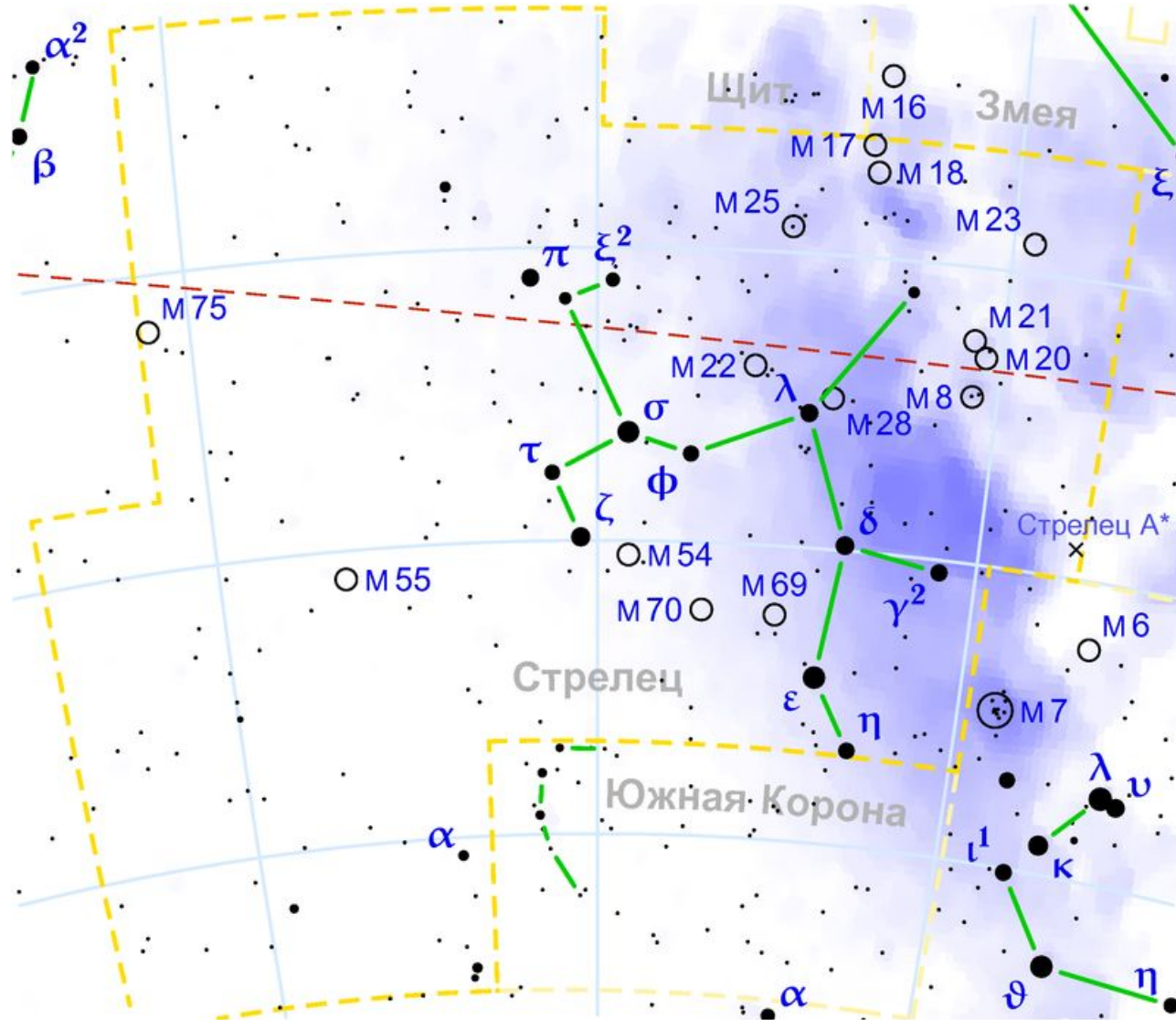
Яркие звезды-гиганты вполне могут быть заметны глазом с такого расстояния.

Созвездие Стрелец

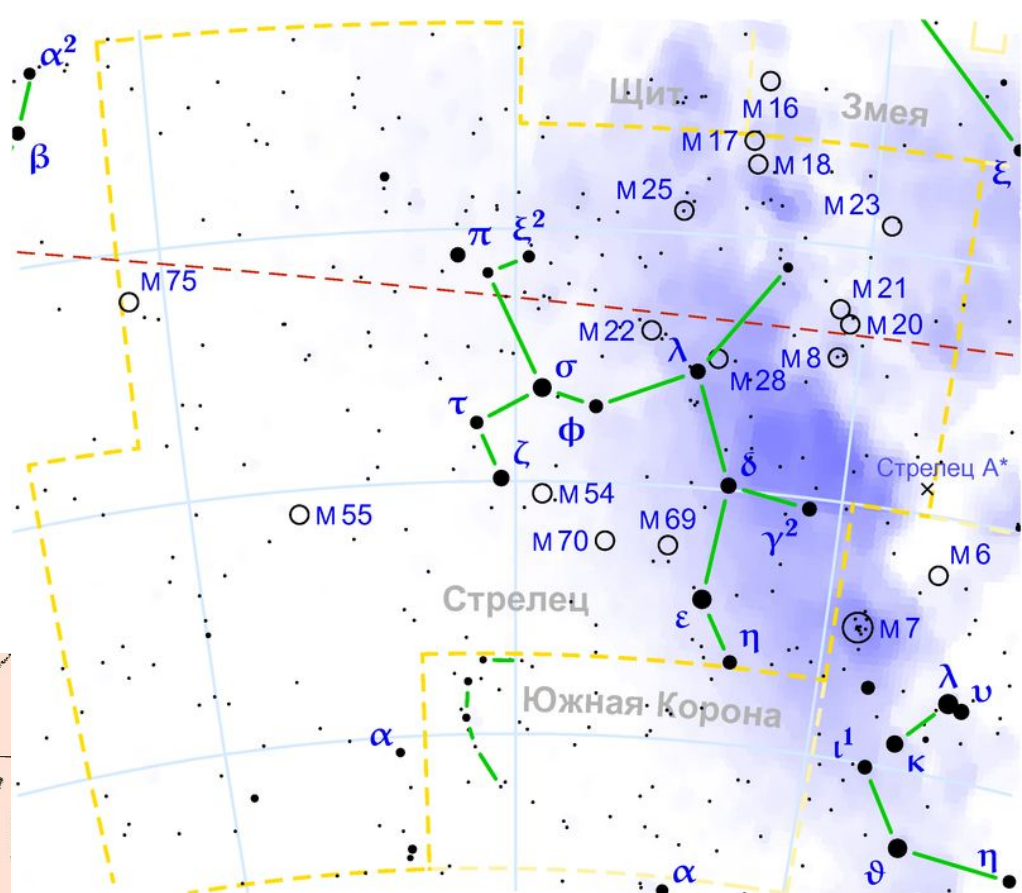
- Зодиакальное
- В настоящее время в нем находится точка

зимнего солнцестояния

- В направлении Стрельца находится центр Галактики, поэтому оно богато рассеянными и шаровыми скоплениями, туманностями



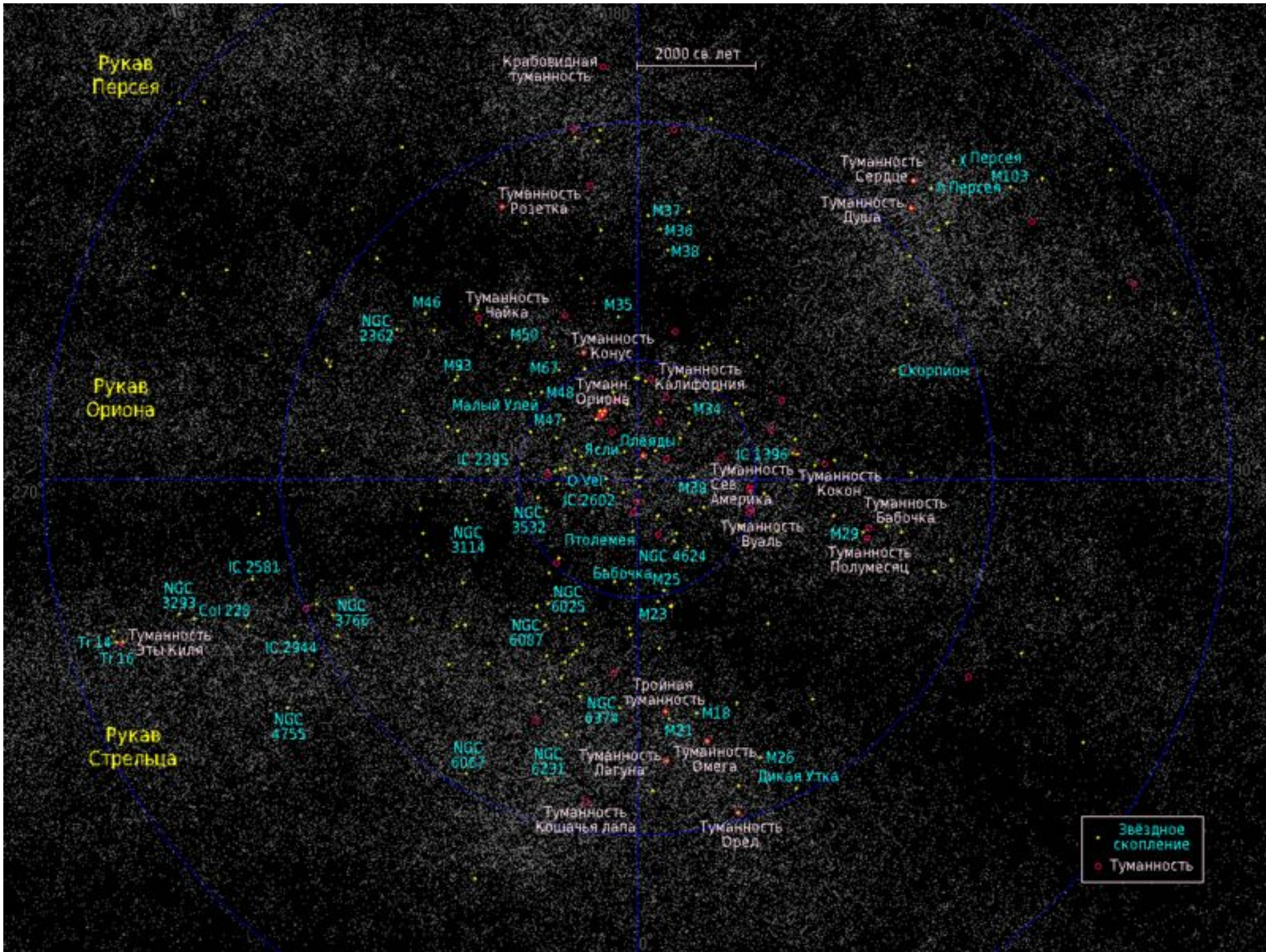
- Изображается в виде кентавра (в миф. Кротос – изобретатель стрельбы из лука)
- Астеризм - Чайник



Туманность Лагуна, М8



- одна из двух звёздоформирующих туманностей слабо различимых невооружённым глазом в средних широтах Северного полушария



Туманность Тройная (Трехдольная) М

20

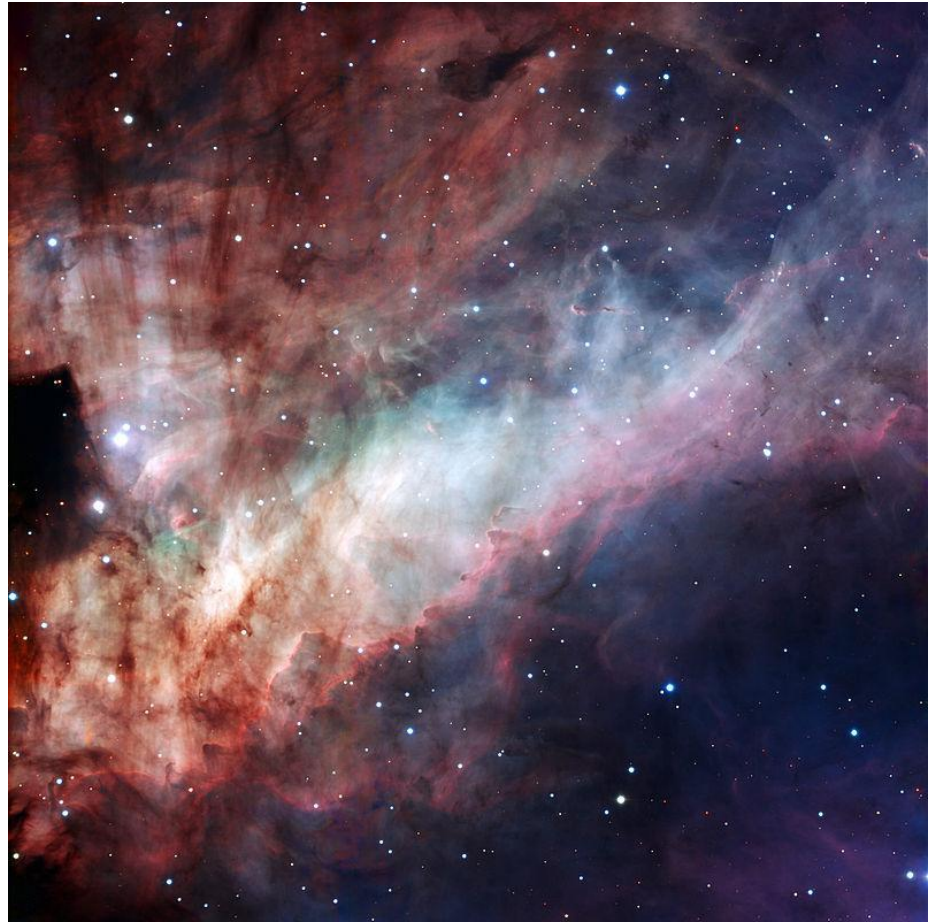
- трёхдольная диффузная туманность в созвездии Стрельца. Название туманности предложено Уильямом Гершелем и означает «разделённая на три лепестка»
- наблюдаемая туманность представляет область H II ионизированного водорода образовавшуюся вокруг звезды HD 164492A спектрального класса O7



Туманность Омега

(Лебедь, Подкова, Лобстер, М 17 и NGC 6618)

- облако межзвёздной материи, частью которого является туманность, имеет размер 40 световых лет в диаметре
- звёздное скопление из 35 звёзд лежит в пространстве, занятом туманностью. Излучение именно этих горячих молодых звёзд приводит к свечению газа туманности

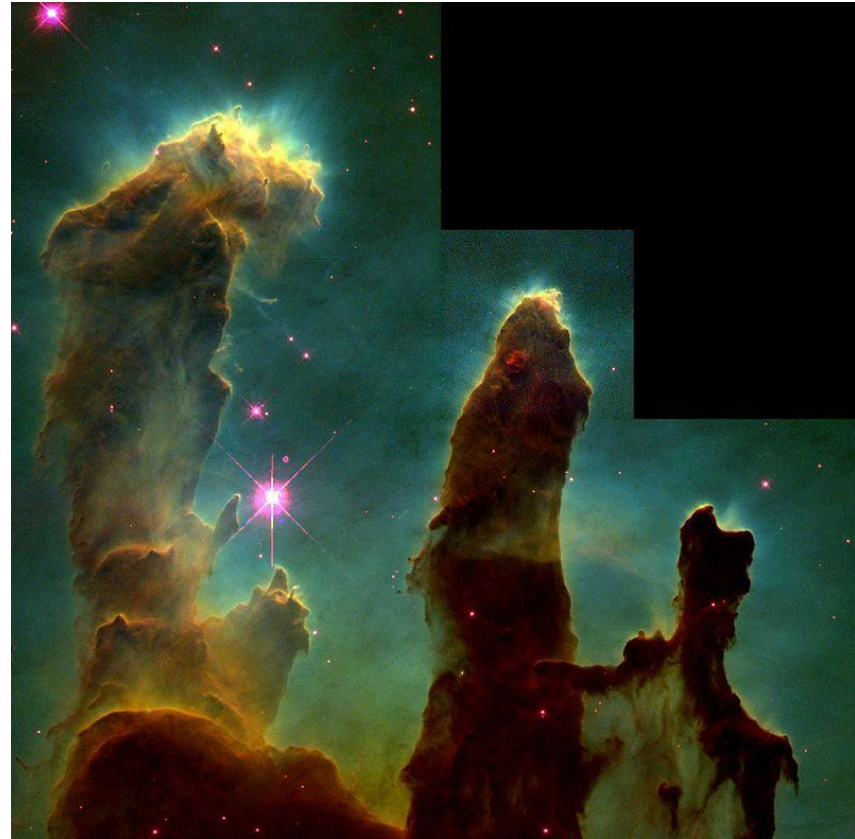


Туманность Кошачья Лапа (справа
вверху) и туманность Омар (слева
внизу)



Туманность Орел, М 16

- молодое рассеянное звёздное скопление в созвездии Змеи.
- Регион «Столпы творения». Здесь находится активная область звездообразования. Тёмные области в туманности — это протозвёзды.



«Столпы
творения»

Фея

- Одна из нескольких «пылевых колонн» туманности Орёл, в которой может угадываться изображение мифического существа. Имеет размер около десяти световых лет.



Шаровое звездное скопление М 28

- Это шаровое скопление находится прямо в центре летнего созвездия Стрельца, в градусе на северо-запад от звезды λ Sgr.



Условие. Расположите дип-скай объекты 1, 2, 3, 4 на фотографиях в порядке увеличения расстояния от Земли.

№4



1



2



3



4

Решение. Мы можем сразу обратить внимание, что два из четырех объектов (3 и 4) принадлежат нашей Галактике, а два других (1 и 2) – далекие галактики. Очевидно, что

объекты 3 и 4 должны быть указаны первыми. Чтобы расставить их по порядку, заметим, что объект 3 – планетарная туманность – конечная стадия жизни одной звезды солнечного типа. Она не может быть хорошо видна с больших расстояний, сопоставимых с расстоянием до центра Галактики. Напротив, объект 4 – шаровое скопление, представляющее балдж или гало Галактики. Все шаровые скопления нашей Галактики удалены от нас на несколько килопарсек. Итак, первыми должны быть указаны объекты 3 (туманность M57, 700 пк) и 4 (шаровое скопление M13, 7.5 кпк).

Из двух галактик (1 и 2) одна – спиральная галактика Андромеды, самая близкая к Млечному Пути спиральная галактика (расстояние 700 кпк, галактика 2). Галактика 1 – эллиптическая галактика с активным ядром (на рисунке виден джет). В локальной группе галактик, к которой принадлежат наша Галактика и Туманность Андромеды, галактик с активными ядрами нет. Поэтому галактика 1 должна находиться гораздо дальше, чем галактика Андромеды. Галактика 1 – одна из самых больших известных эллиптических галактик с гигантской сверхмассивной черной дырой в центре (M87, расстояние 16 Мпк). Итак, объекты нужно расположить следующим образом: 3, 4, 2, 1.

Алгоритм оценивания. Общая оценка складывается из количества правильных пар в ответе участников. Всего возможных пар из четырех объектов шесть, в каждой из них объекты в ответе должны идти в правильном порядке. Например, для пары 1-2 правильным считается ответ, в котором цифра 2 стоит раньше цифры 1 (объект 2 ближе объекта 1). Каждая правильная пара оценивается в 1 балл, кроме пар 2-1 и 3-4, которые оцениваются по 2 балла. При появлении в решении двух или трех противоположных пар (например, ответ 1, 2, 1, 2 или 1, 2, 1, 3 с парами 1-2 и 2-1) все эти пары, в том числе правильные, не оцениваются. При дублировании одной пары без противоположной (например, ответ 3, 3, 4, 4) эта пара оценивается только один раз.

Условие. Для каждого из четырех дип-скай объектов на фотографиях определите, могут ли в них в будущем вспыхнуть сверхновые звезды, поставив буквы А (не могут), В (могут, только I типа), С (могут, только II типа), D (могут, обоих типов).

№4



1



2



3



4

Решение. Как известно, Сверхновыми звездами I типа могут стать достаточно старые звезды, в частности, белые карлики, если они входят в состав тесных двойных систем с перетеканием массы. Если по прошествии какого-то времени белый карлик, наращивая свою массу, превысит предел Чандрасекара, то возможен его коллапс в нейтронную звезду, сопровождающийся вспышкой. Это может произойти вдали от области звездообразования. Напротив, Сверхновые II типа – это молодые и очень массивные звезды, которые появляются в областях интенсивного звездообразования и достаточно быстро проходят свой эволюционный путь. Из всех объектов на фото такие области звездообразования есть только в спиральной галактике Андромеды (фото 2). Сверхновые звезды I типа, помимо этой галактики, вполне могут вспыхнуть в эллиптической галактике M87 (фото 1) и шаровом скоплении M13 в нашей Галактике (фото 4). На фото 3 изображена планетарная туманность M57 – конечный путь эволюции звезды меньшей массы. В ее центре находится белый карлик, рядом с ним нет никаких ярких массивных звезд. Вспышки Сверхновой звезды там произойти не может. Итак, правильный ответ:

1	2	3	4
B	D	A	B

Алгоритм оценивания. Число баллов, соответствующее каждому возможному ответу по четырем объектам, приведено в таблице:

