

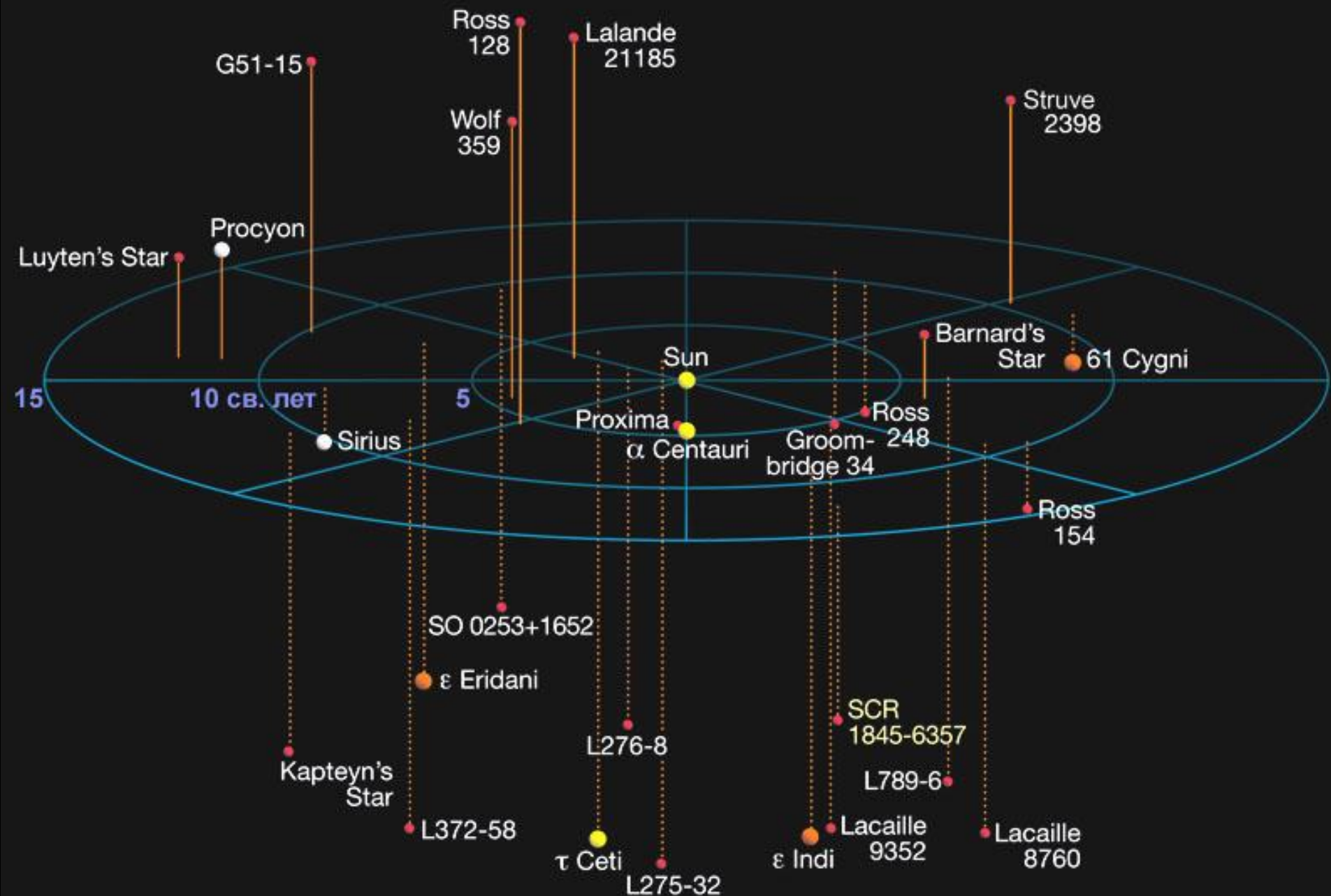
ГАЛАКТИКА

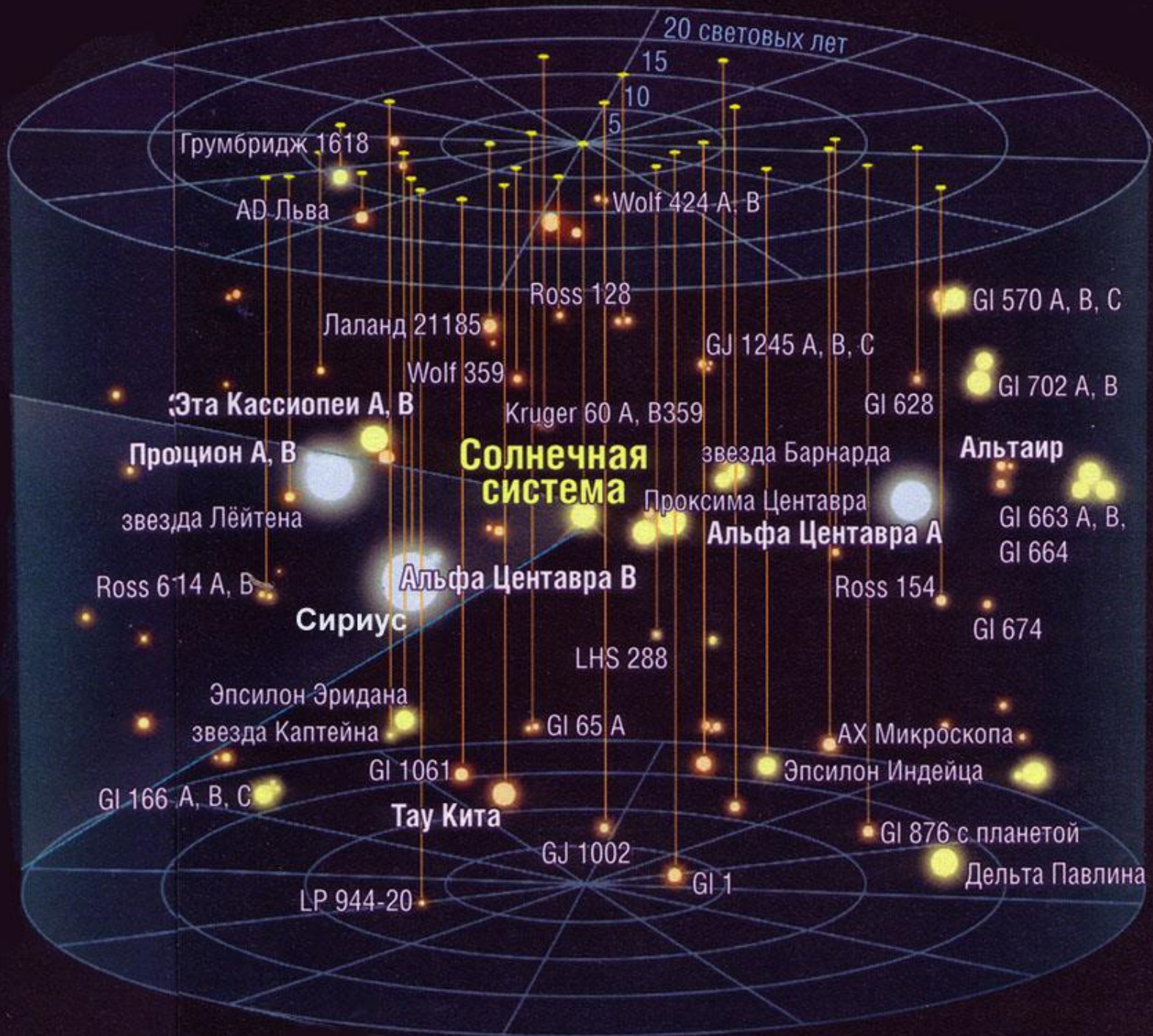
Сурдин В.Г. ГАИШ МГУ



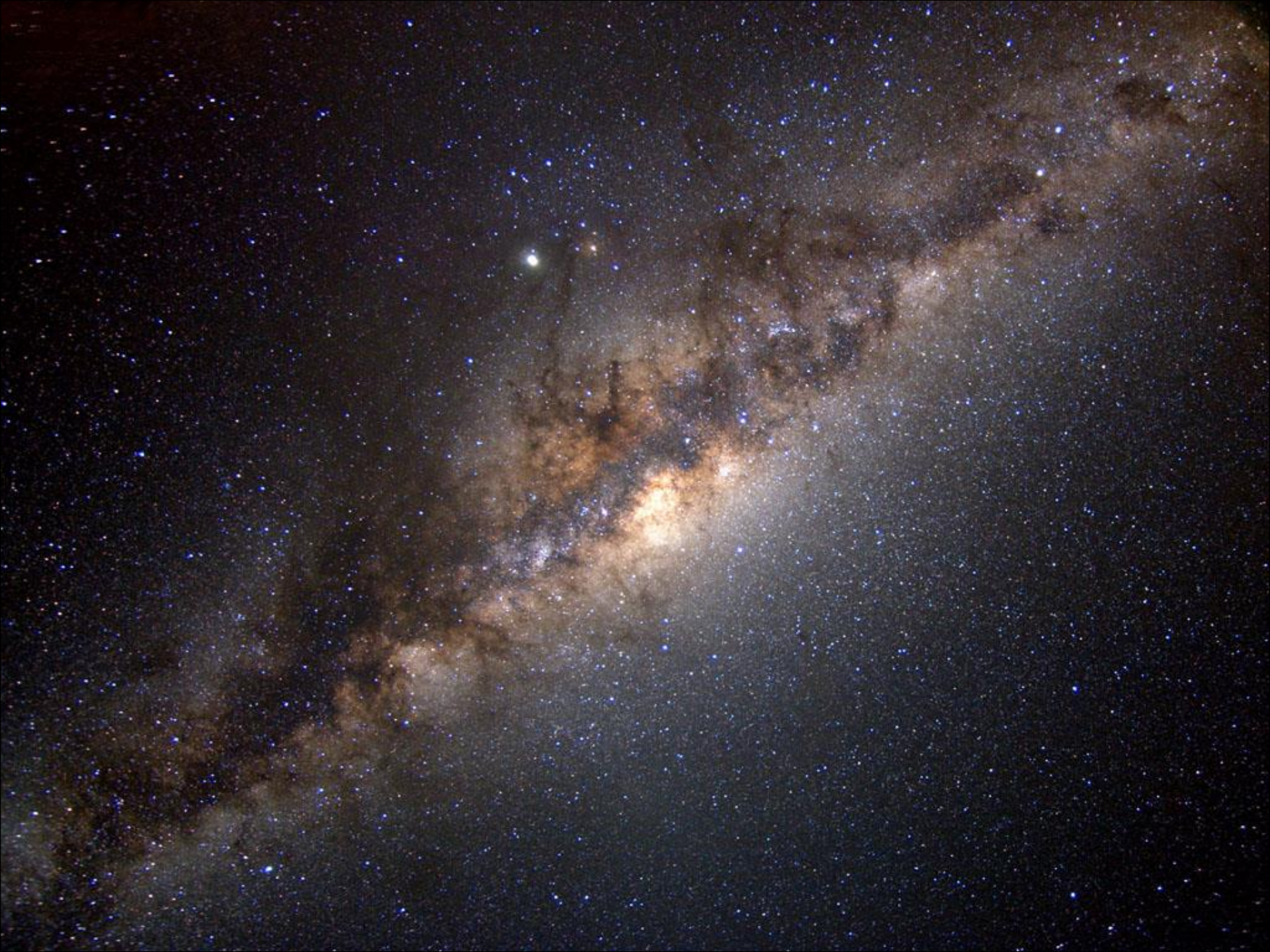


Ближайшие галактические окрестности Солнца









Что нам затрудняет изучение Галактики?

1. Галактика - везде! Нужно наблюдать 4π неба.

$$4\pi \text{ ср} = 41253 \text{ кв.градуса}$$

2. Мы внутри: большой диапазон расстояний.

$$1 \text{ пк} \leq 100.000 \text{ пк}$$

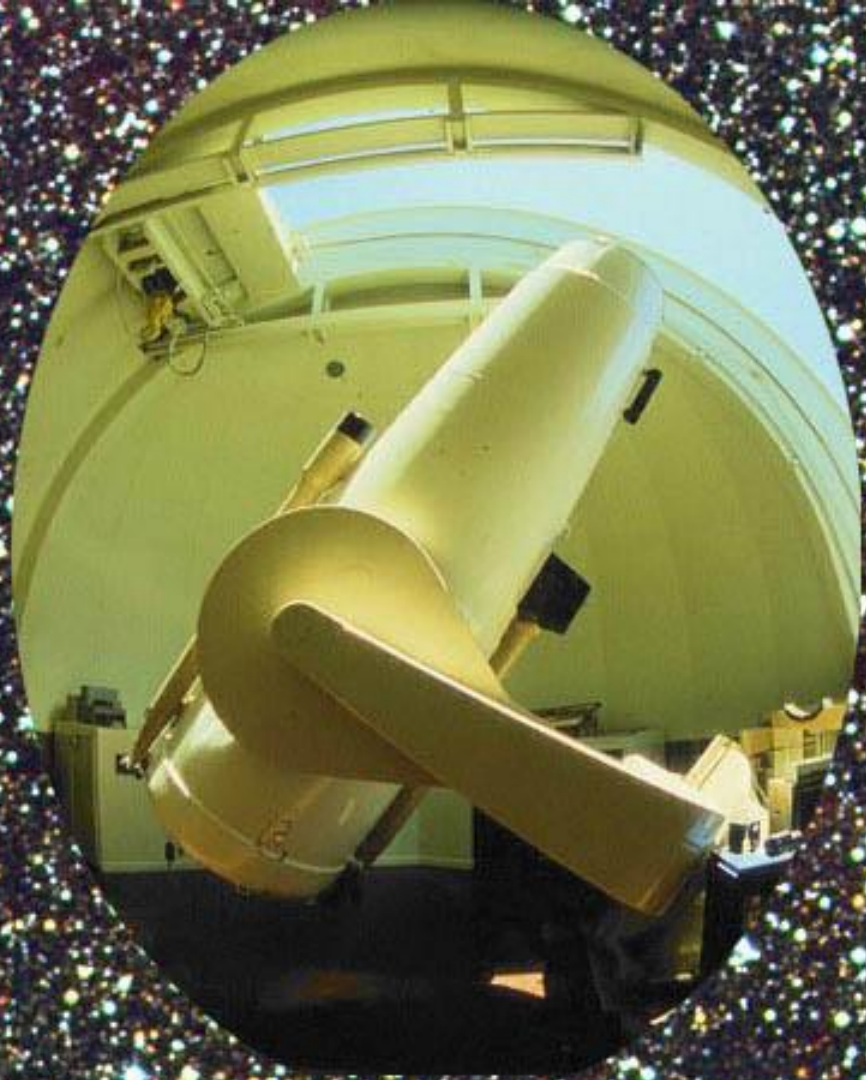
3. Мы в диске: слой пыли поглощает свет.

В направлении на центр Галактики поглощение ок. 30^m

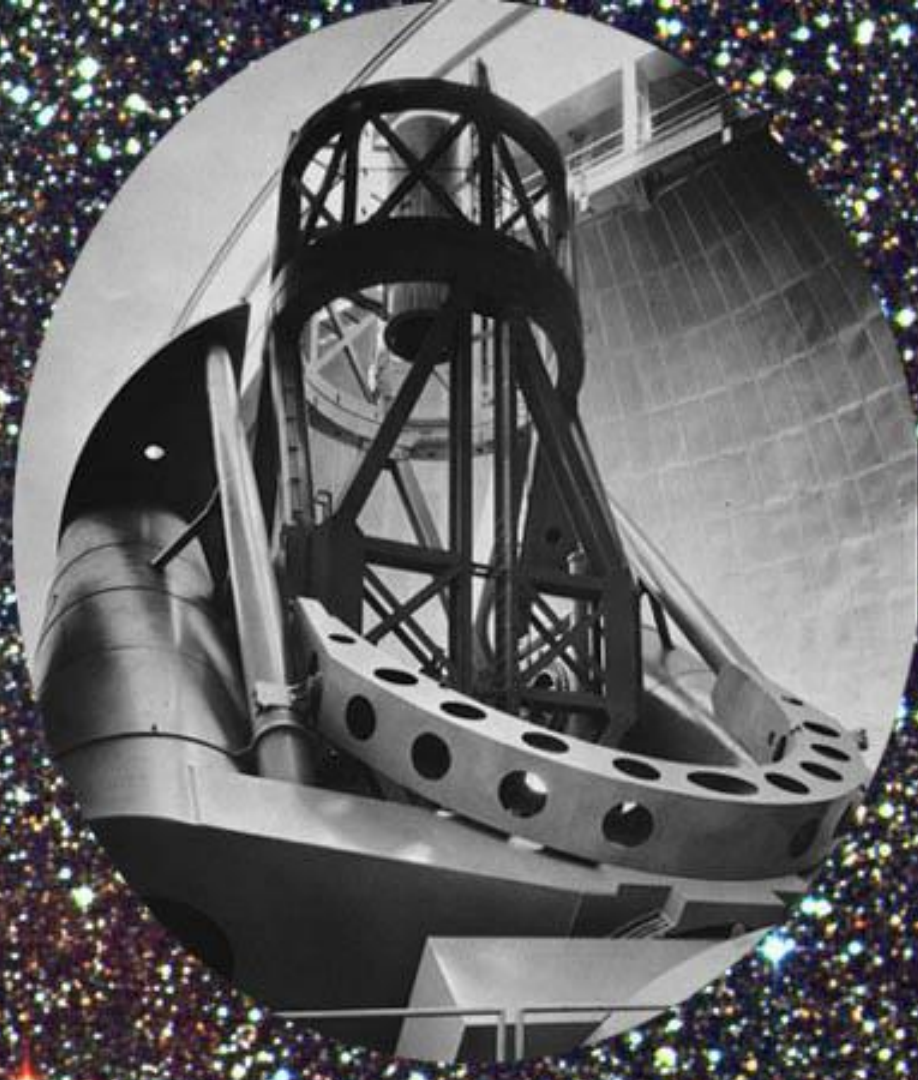
Как изучить всю Галактику?

Вильям Гершель (1738-1822)
использовал метод черпков





Диаметр поля 6°
Полное небо = 1200



Диаметр поля $10'$
Полное небо = 1,5 млн

Поле зрения телескопа

Широкоугольная
камера Шмидта

Диаметр поля 6°

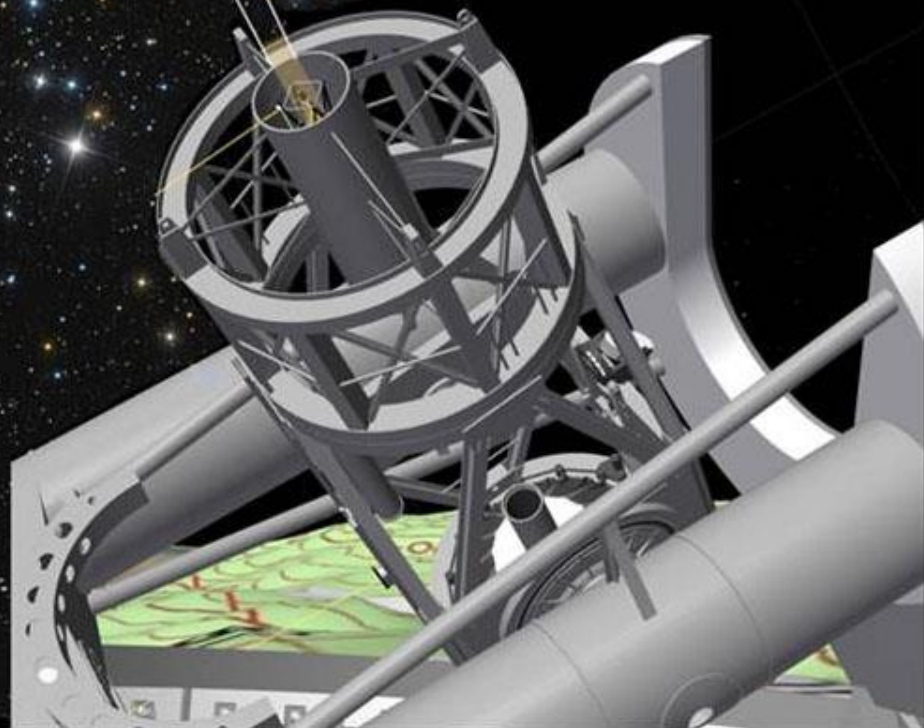
Требуется
1200 экспозиций
для съемки неба



Крупный рефлектор

Диаметр поля $10'$

Требуется 1,5 млн
экспозиций для
съемки неба



Площадь небесной сферы 41 253 кв. градуса

LSST - Large Synoptic Survey Telescope (> 2018 г.)

$D = 8,4 \text{ м}$

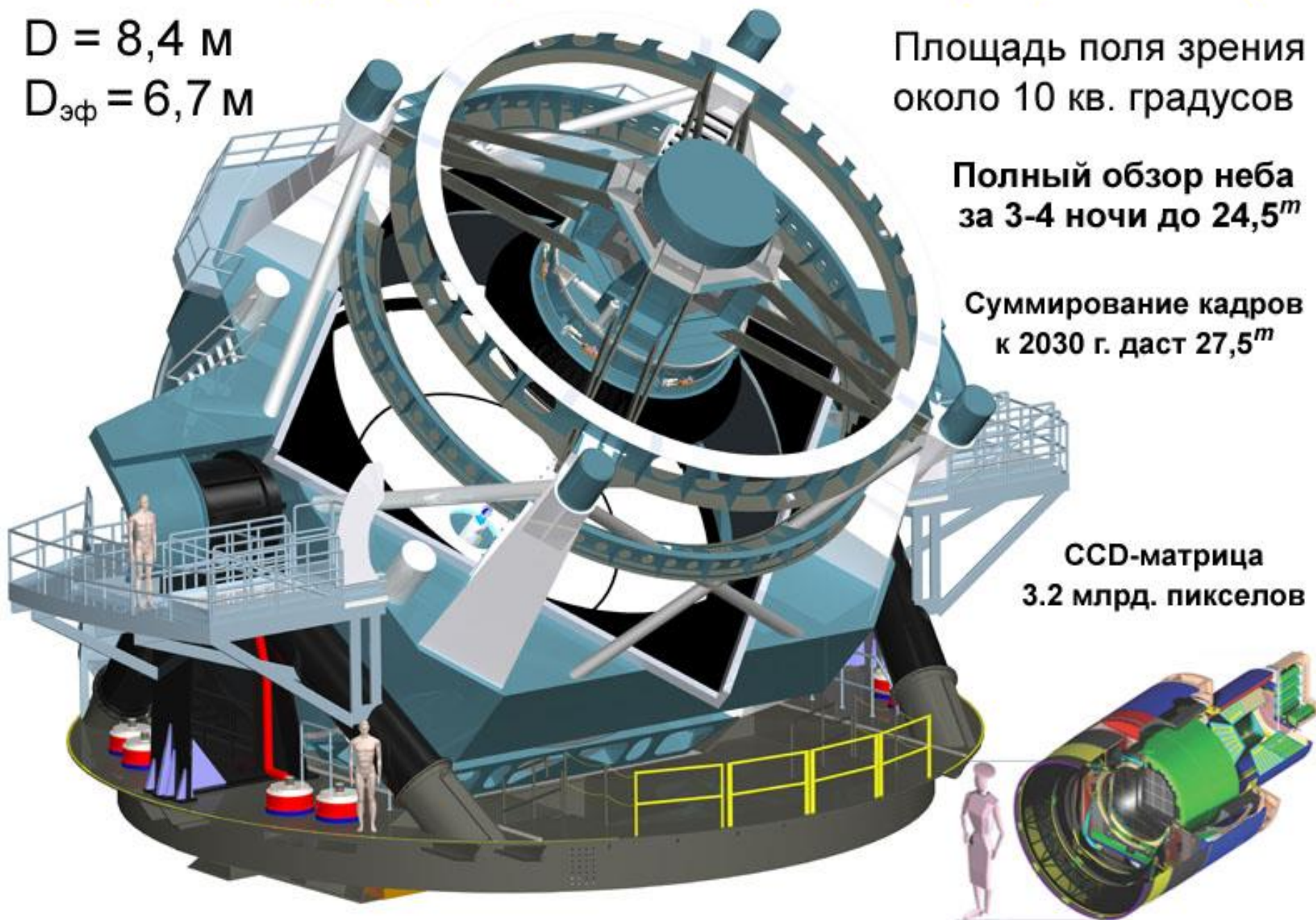
$D_{\text{эф}} = 6,7 \text{ м}$

Площадь поля зрения
около 10 кв. градусов

Полный обзор неба
за 3-4 ночи до $24,5^m$

Суммирование кадров
к 2030 г. даст $27,5^m$

CCD-матрица
3.2 млрд. пикселей

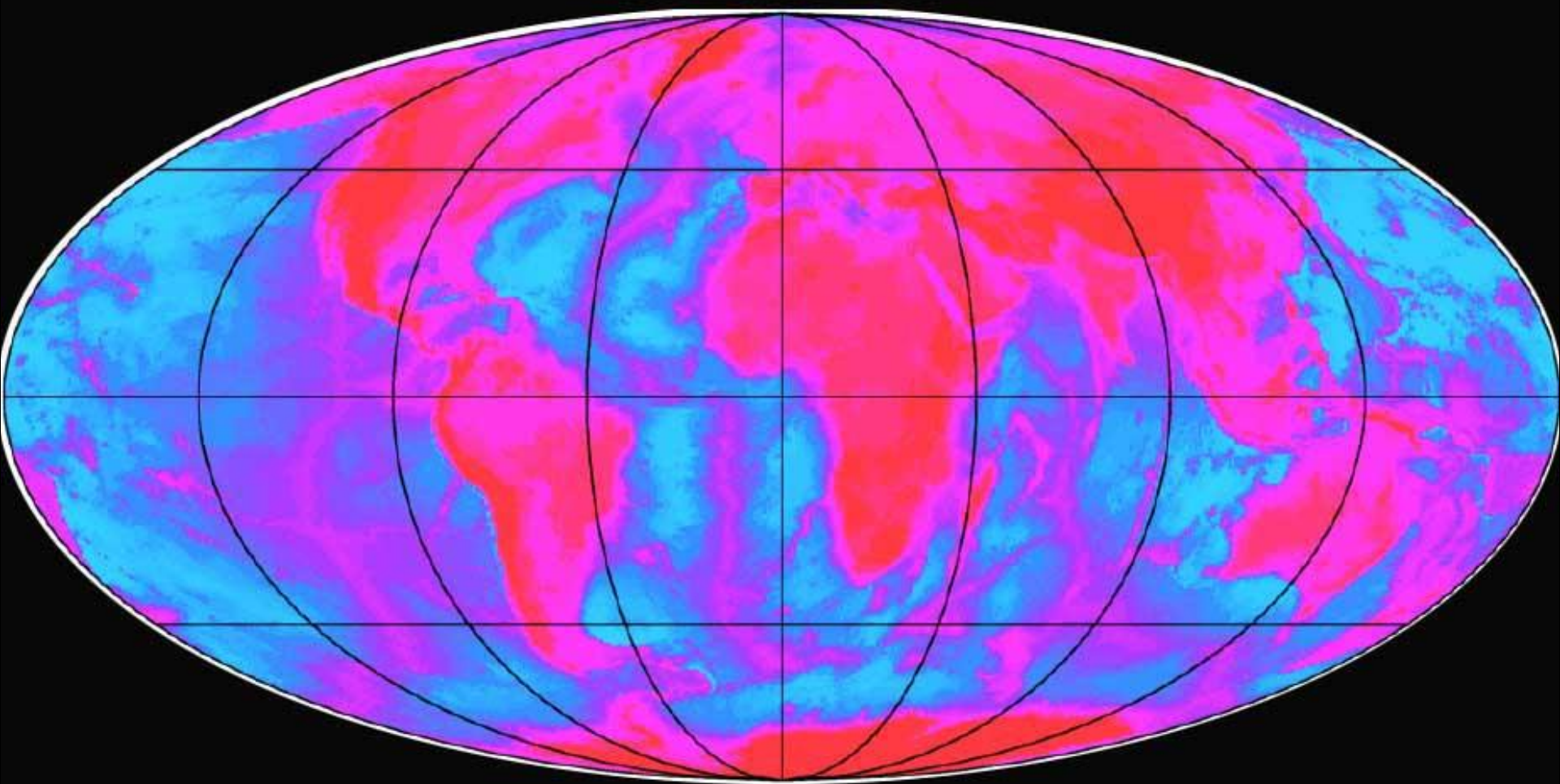






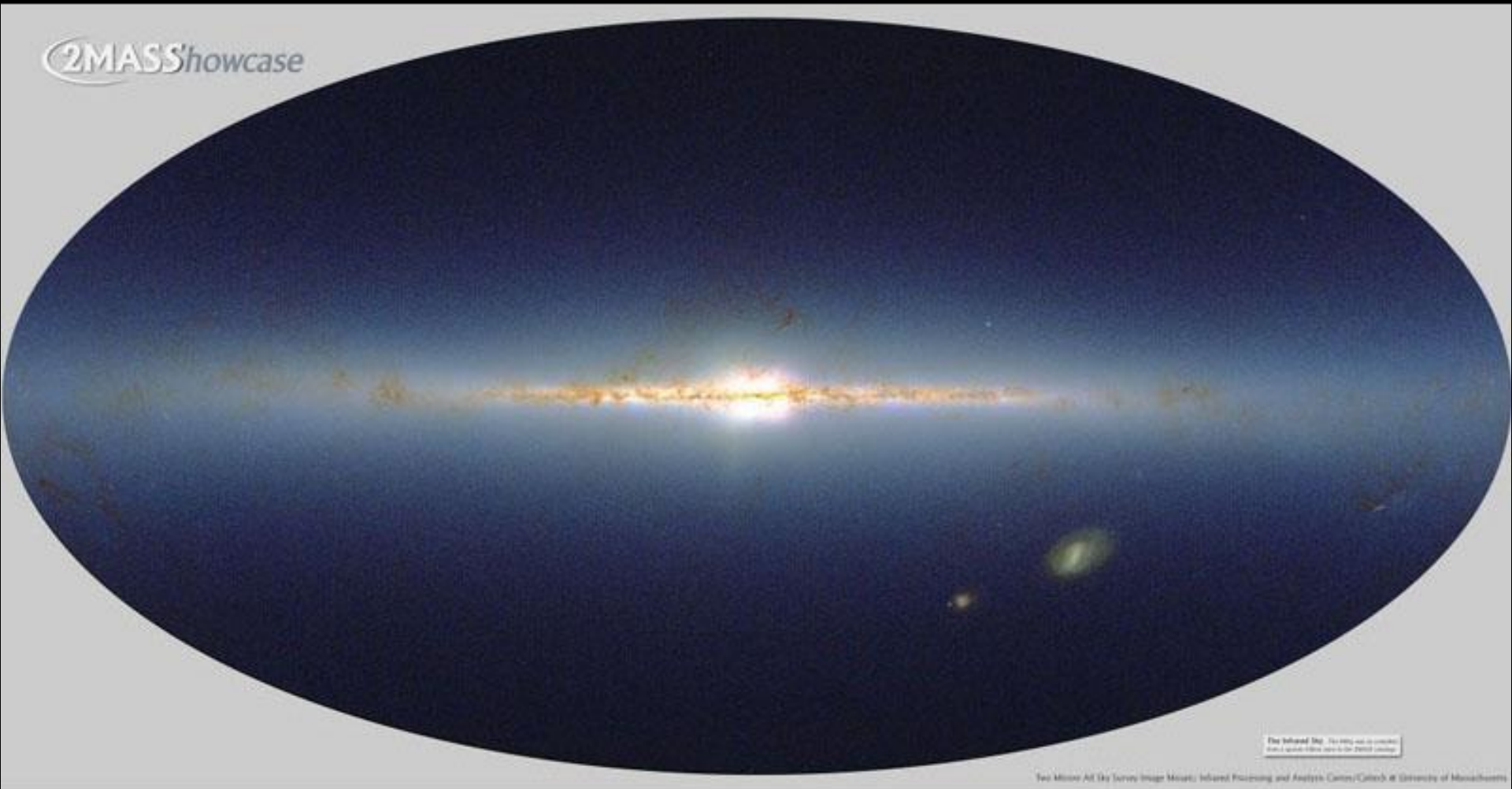
VLA - 27 антенн диаметром 25 м, 3 плеча (Y) по 22,4 км

Карта всей Земли



Небо в ближнем ИК-диапазоне (1,25 - 2,17 мкм)

2MASS Showcase

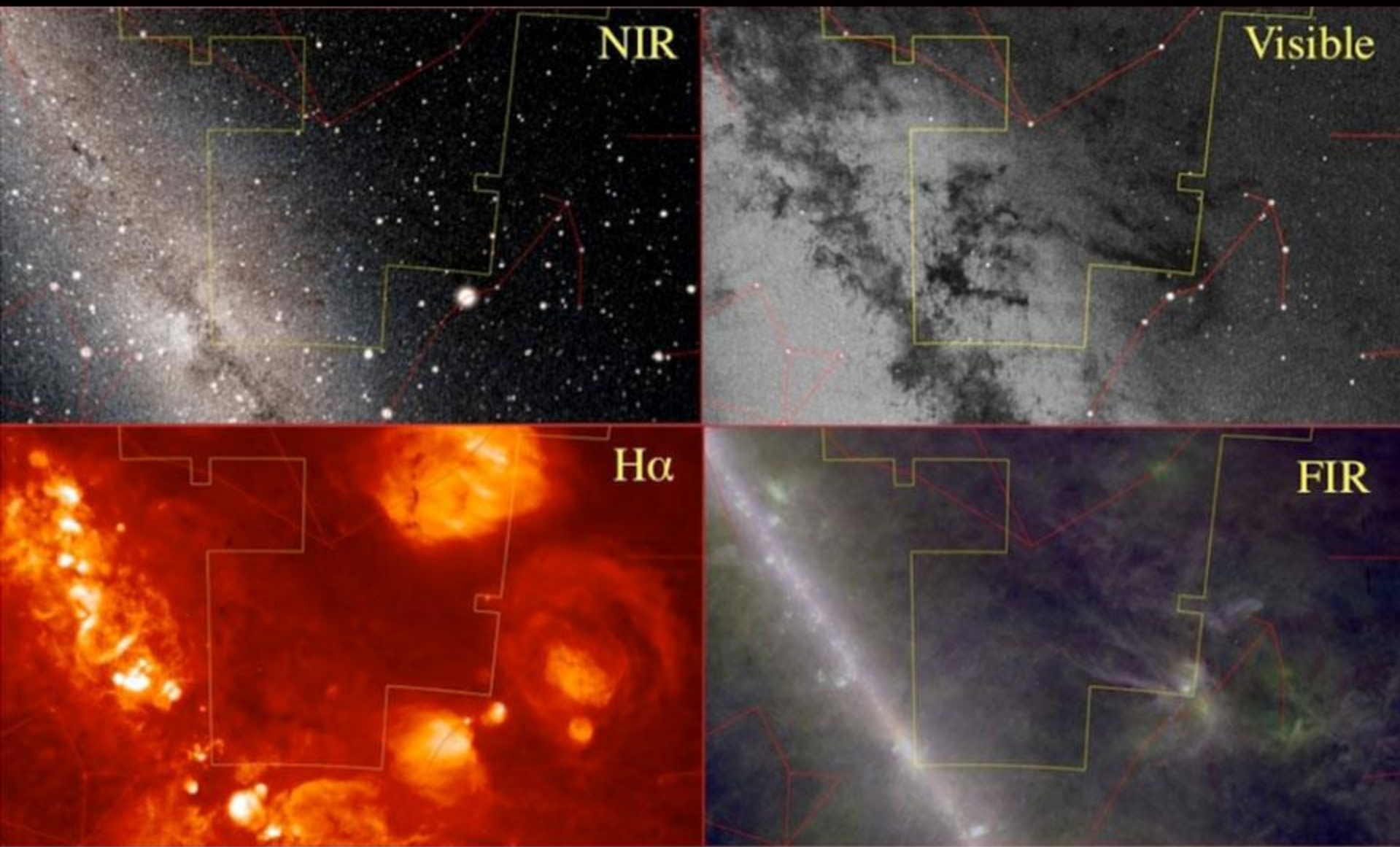


The Infrared Sky: The only way to compare
with a ground-based view is the 2MASS survey.

Two Micron All Sky Survey Image: Infrared Processing and Analysis Center/Catchall @ University of Massachusetts

Two Micron All Sky Survey

The Panchromatic Universe

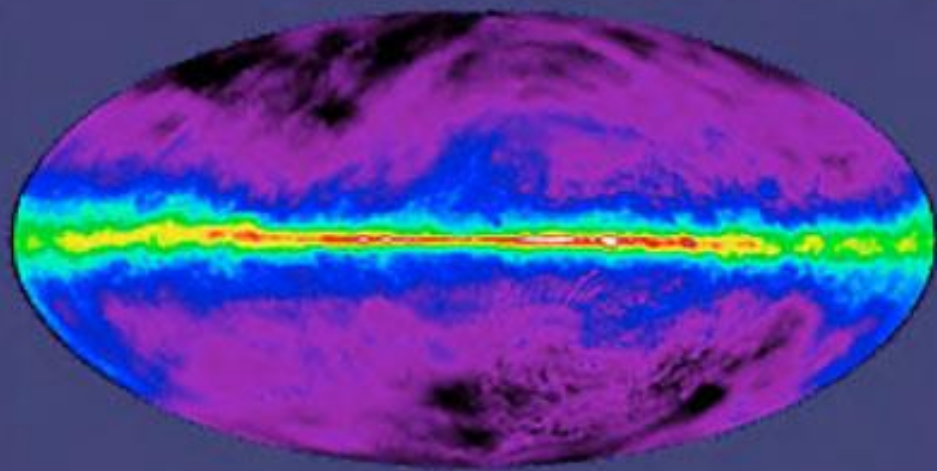


Галактика в разных диапазонах волн

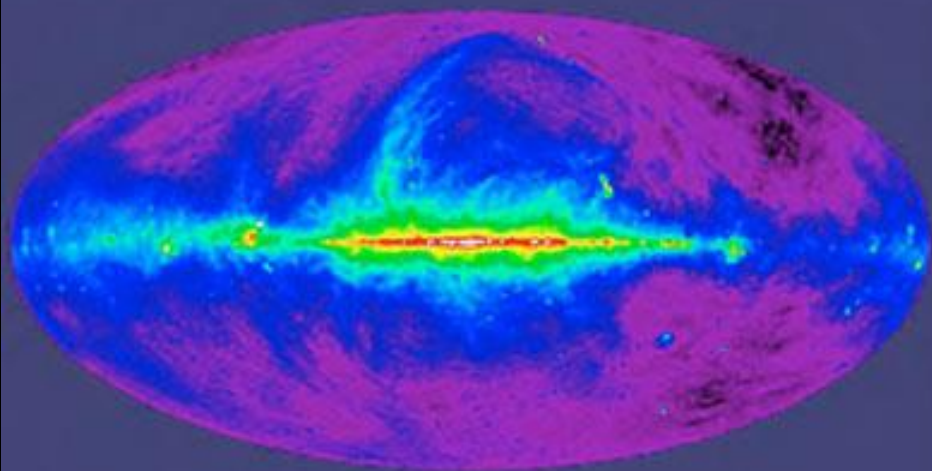
optical



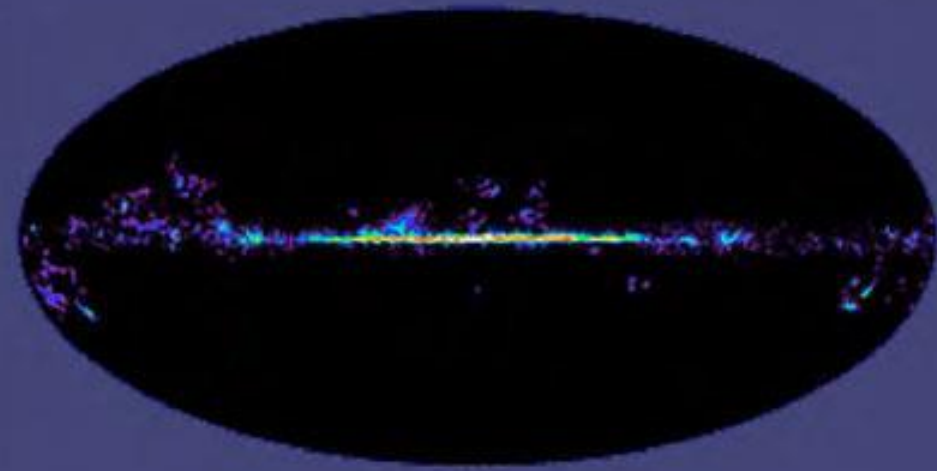
HI line (1420 MHz)



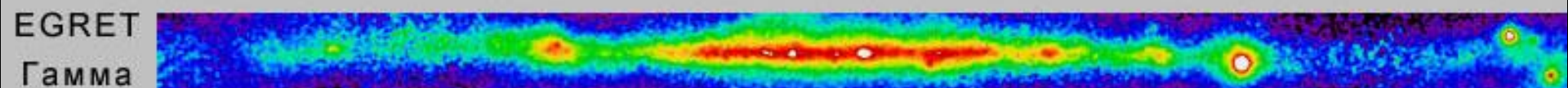
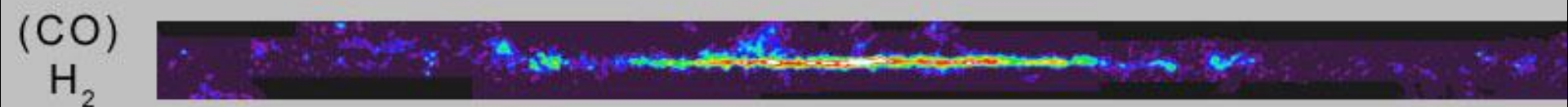
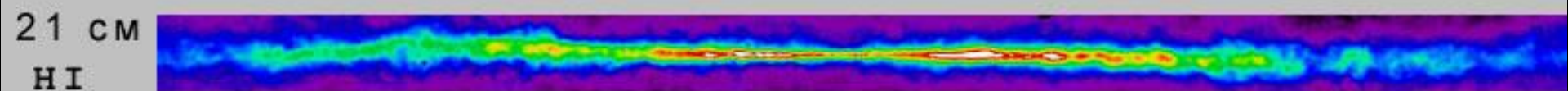
radio continuum (408 MHz)



CO(1-0) line (115 GHz)



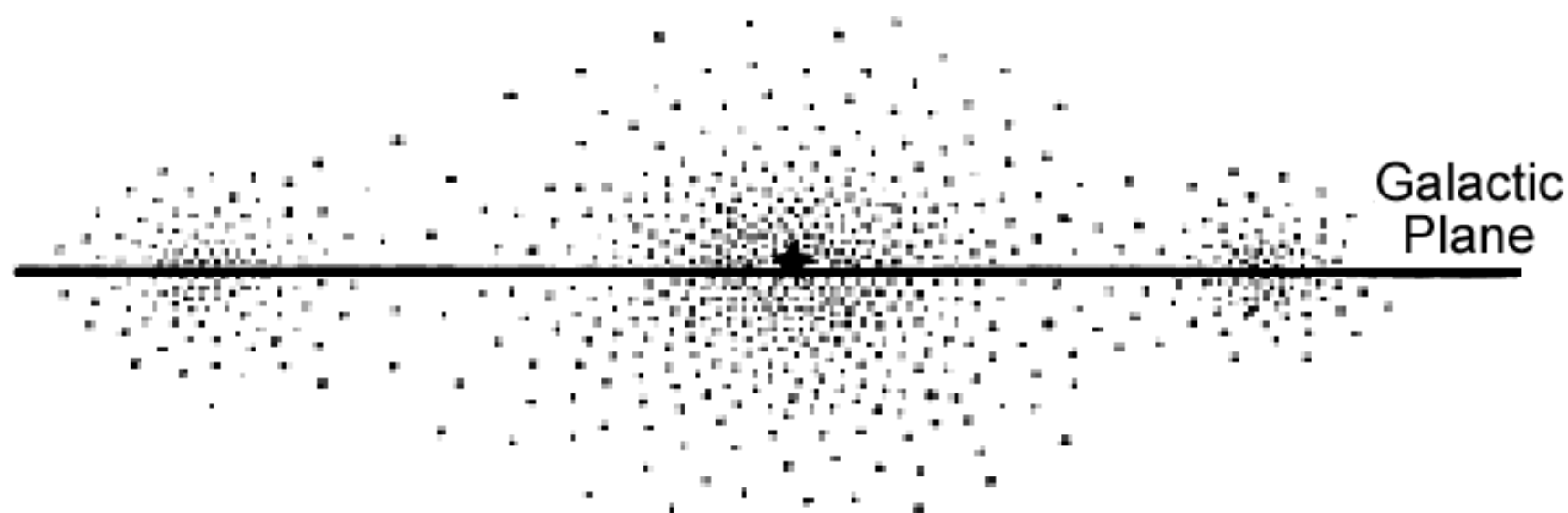
Млечный Путь в разных диапазонах волн



COBE
ИК
ближний





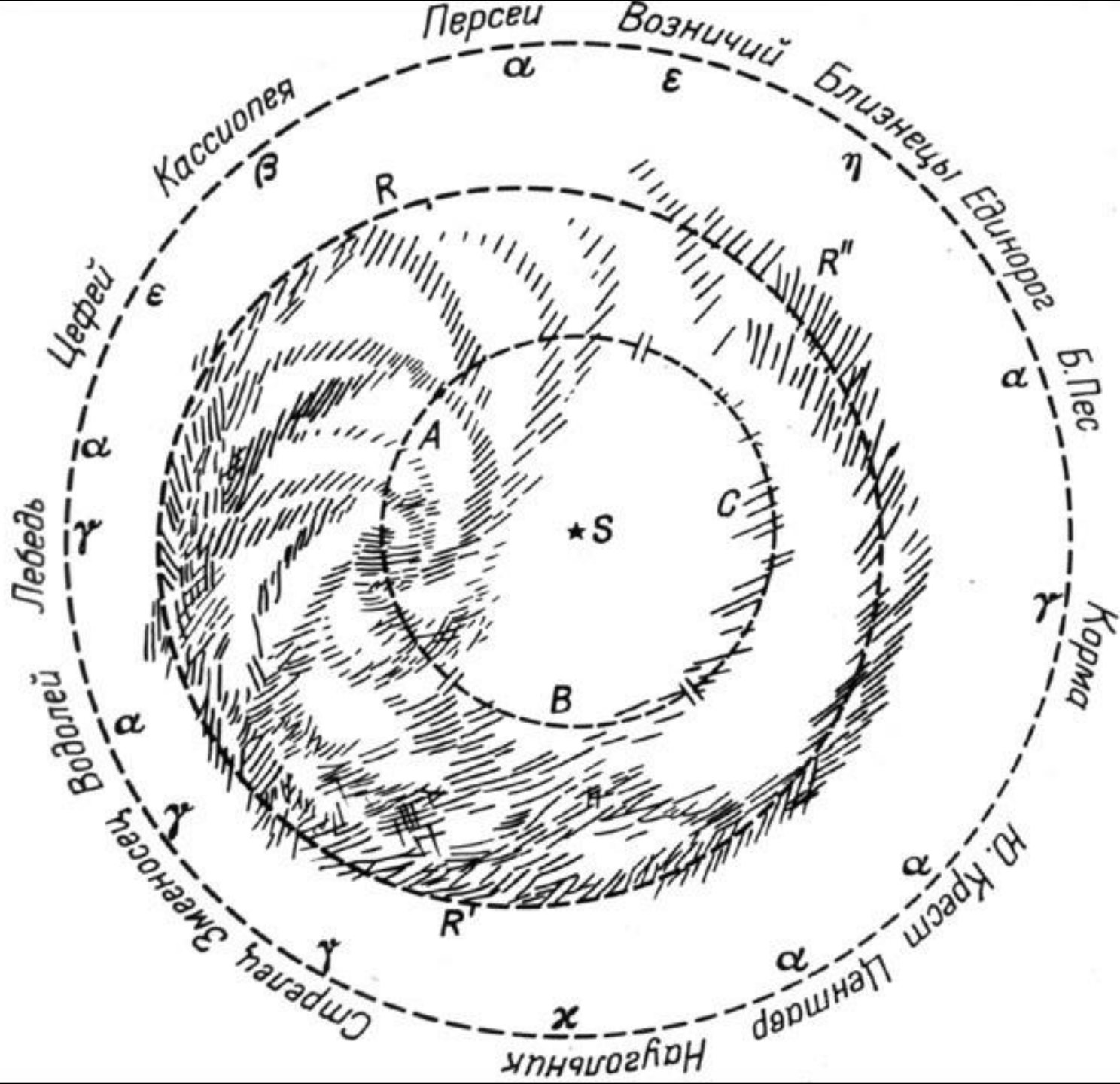


В 1912 г. Артур Эддингтон указал положение Солнца в центре Галактики на 60 св. лет выше галактической плоскости



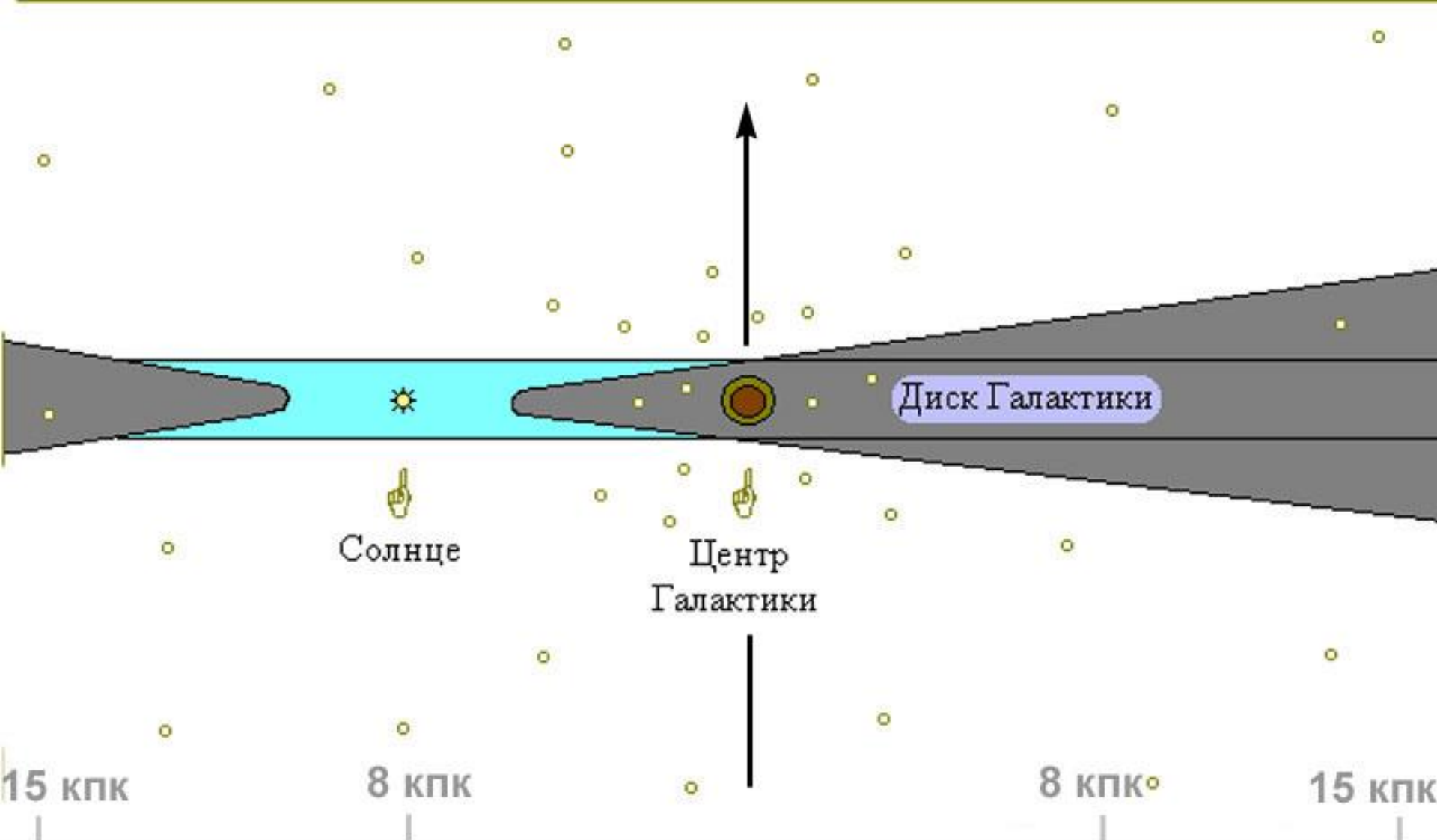
Чертеж
Х.Истона
(Голландия
1900 г.),
поясняющий
видимую
картину
Млечного
Пути.

Солнце (S)
в центре
рисунка,
а центр
Галактики
в направ-
лении
созвездия
Лебедь





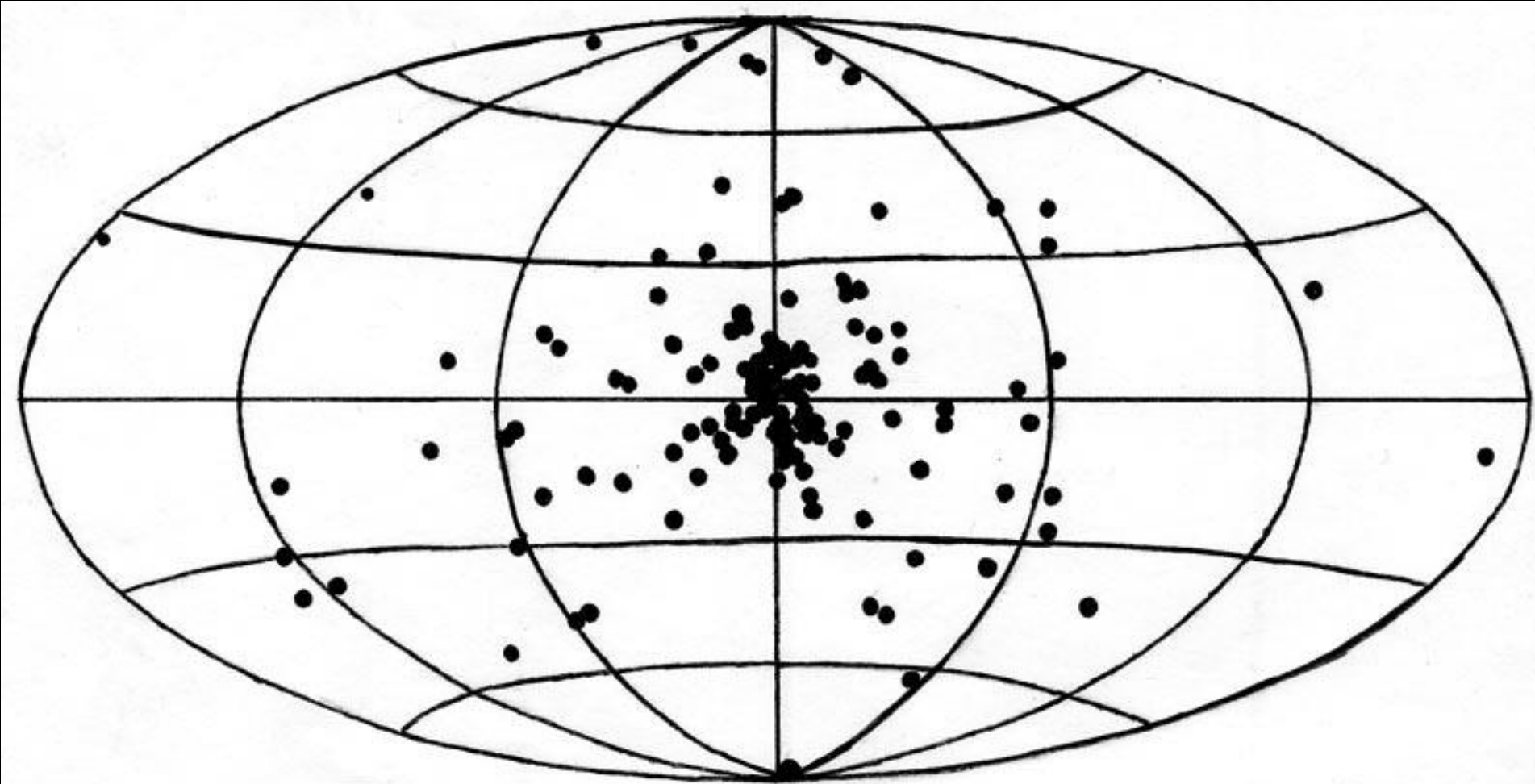
**Харлоу
Шепли**



Область Галактики, доступная наблюдениям
в оптическом диапазоне спектра

M 13





**Видимое распределение шаровых скоплений
на небесной сфере
(в галактических координатах l и b)**

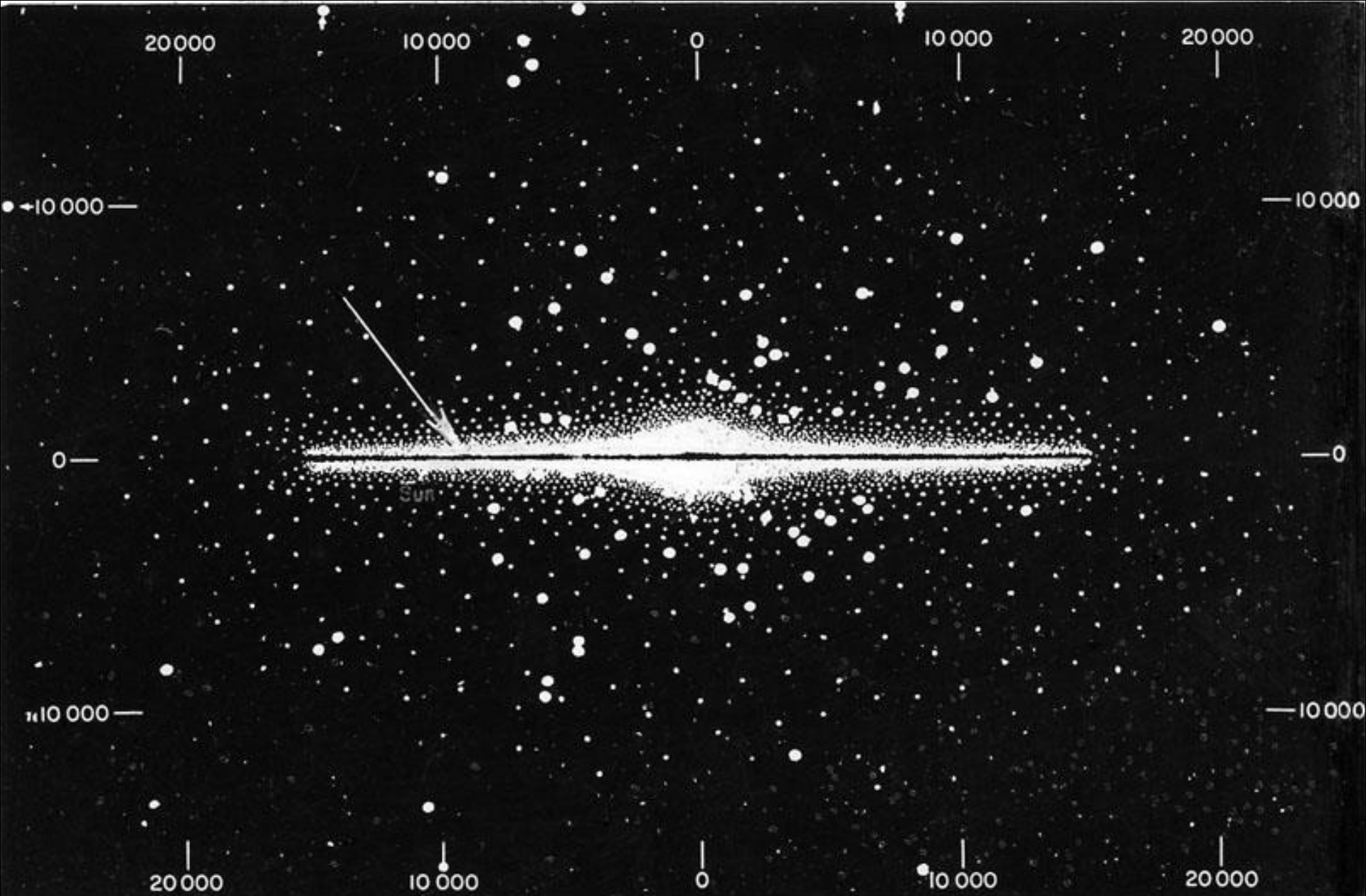
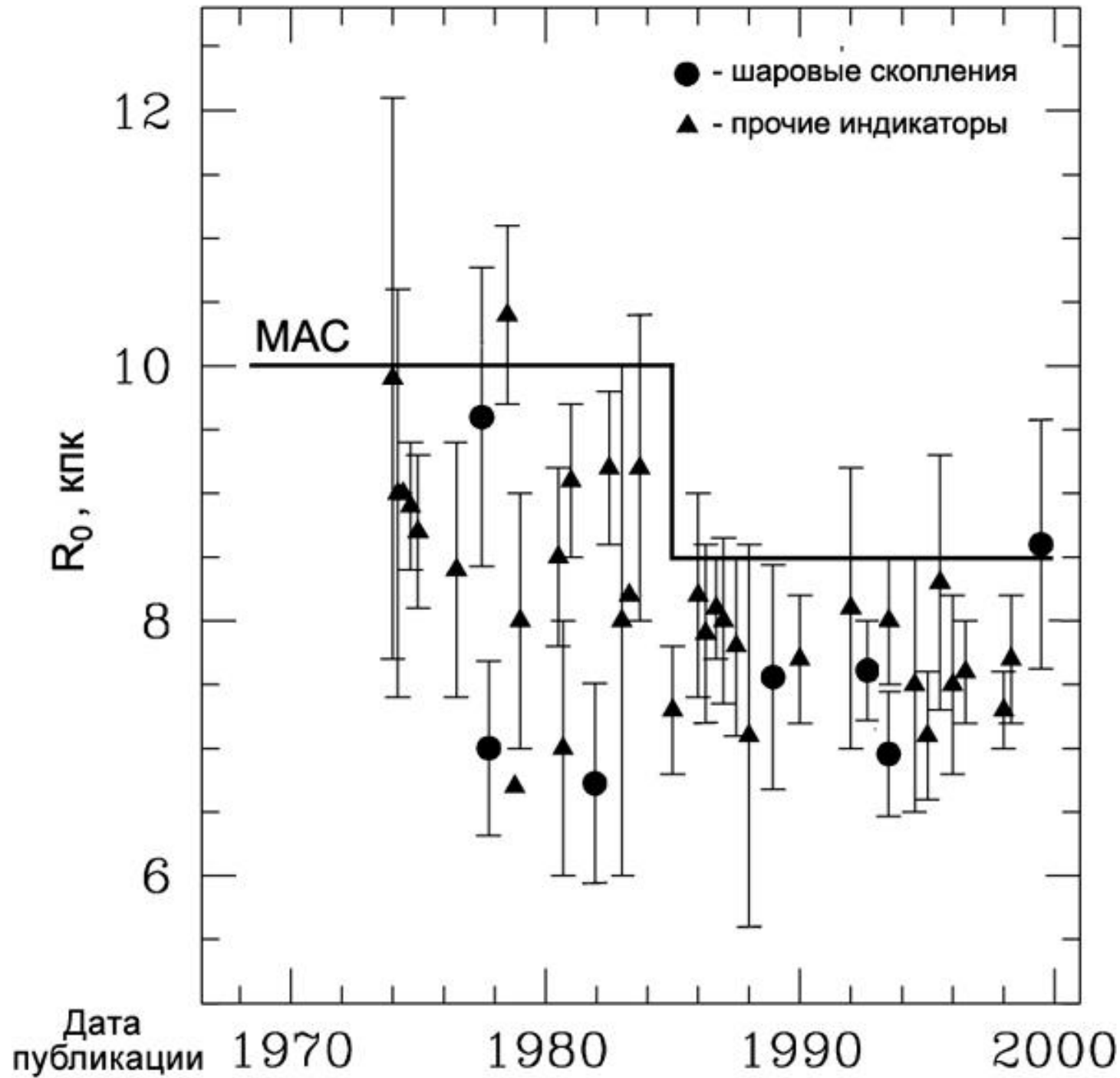


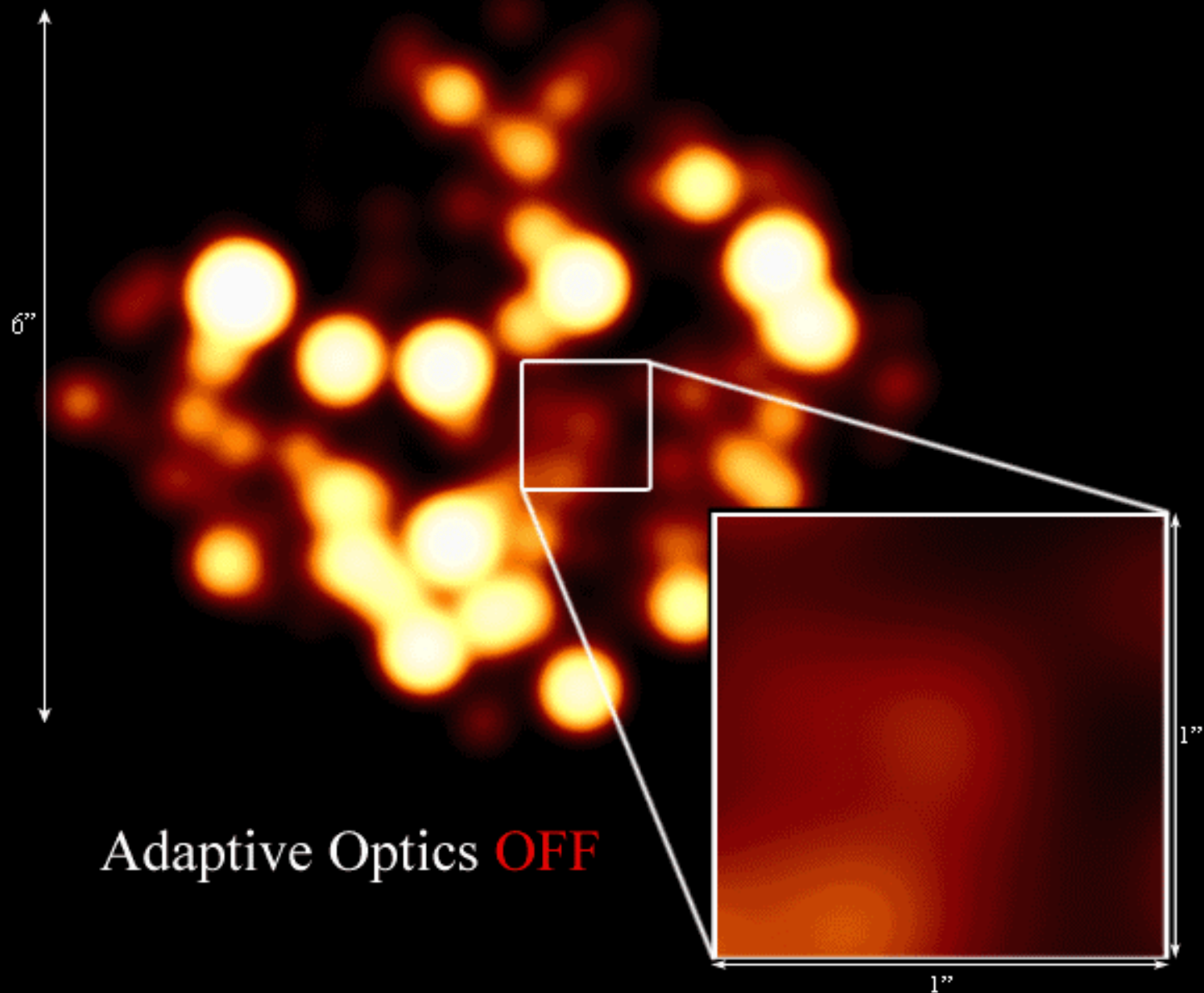
Схема Галактики (вид с ребра)
Отмечено положение Солнца. Шкала в парсеках



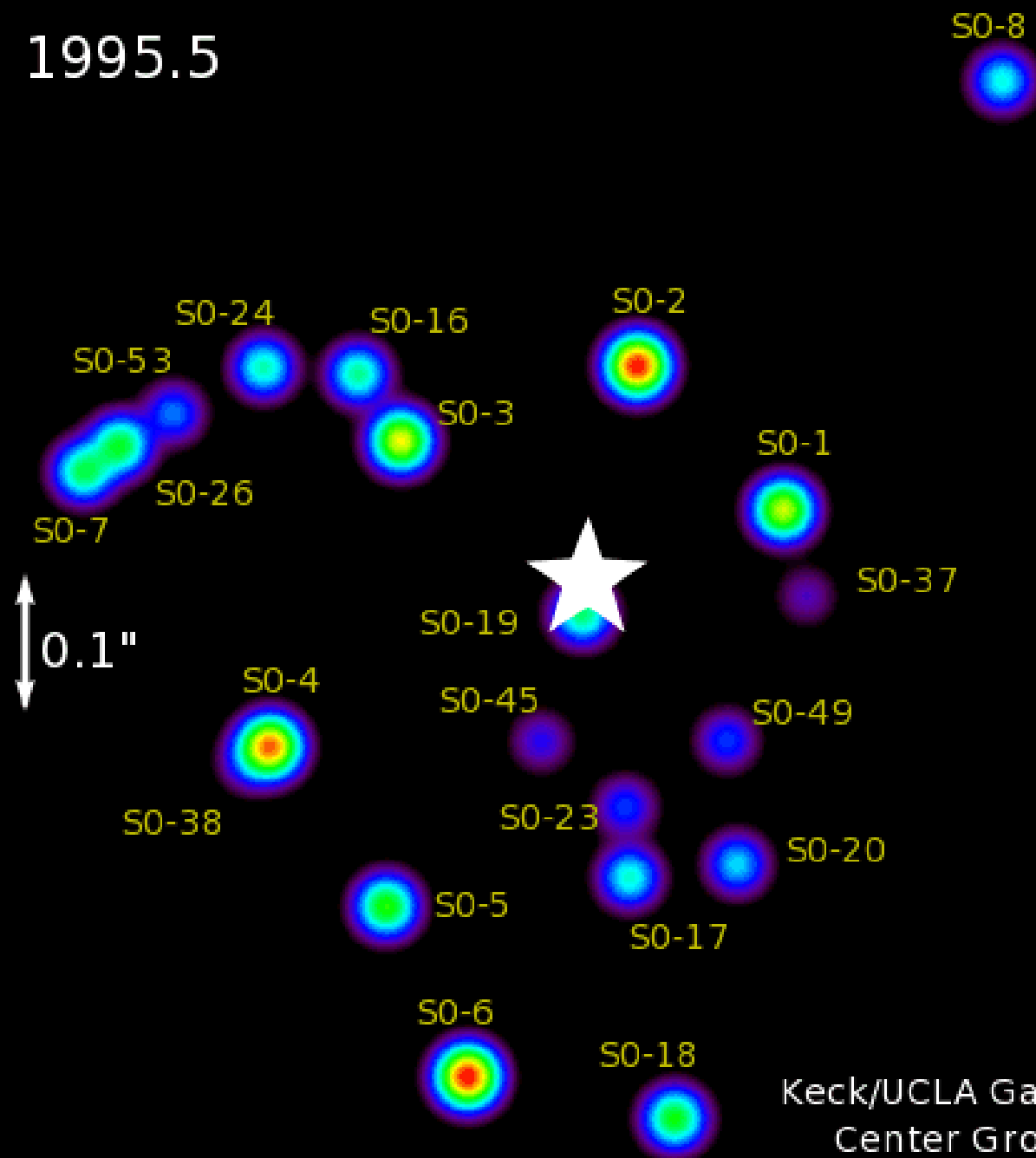
Galactic center, "Spitzer", 2005, 270 pc



The Galactic Center at 2.2 microns

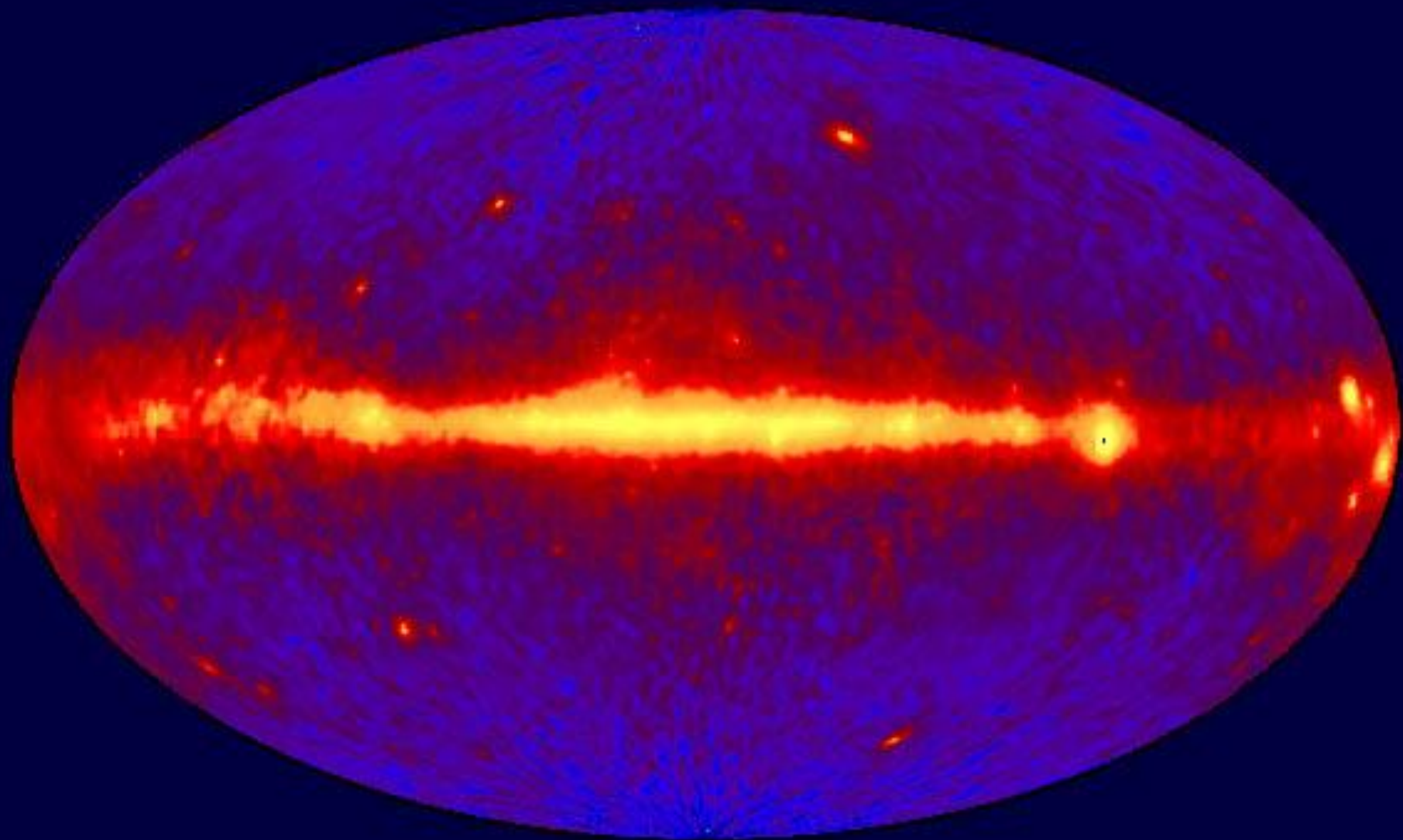


1995.5

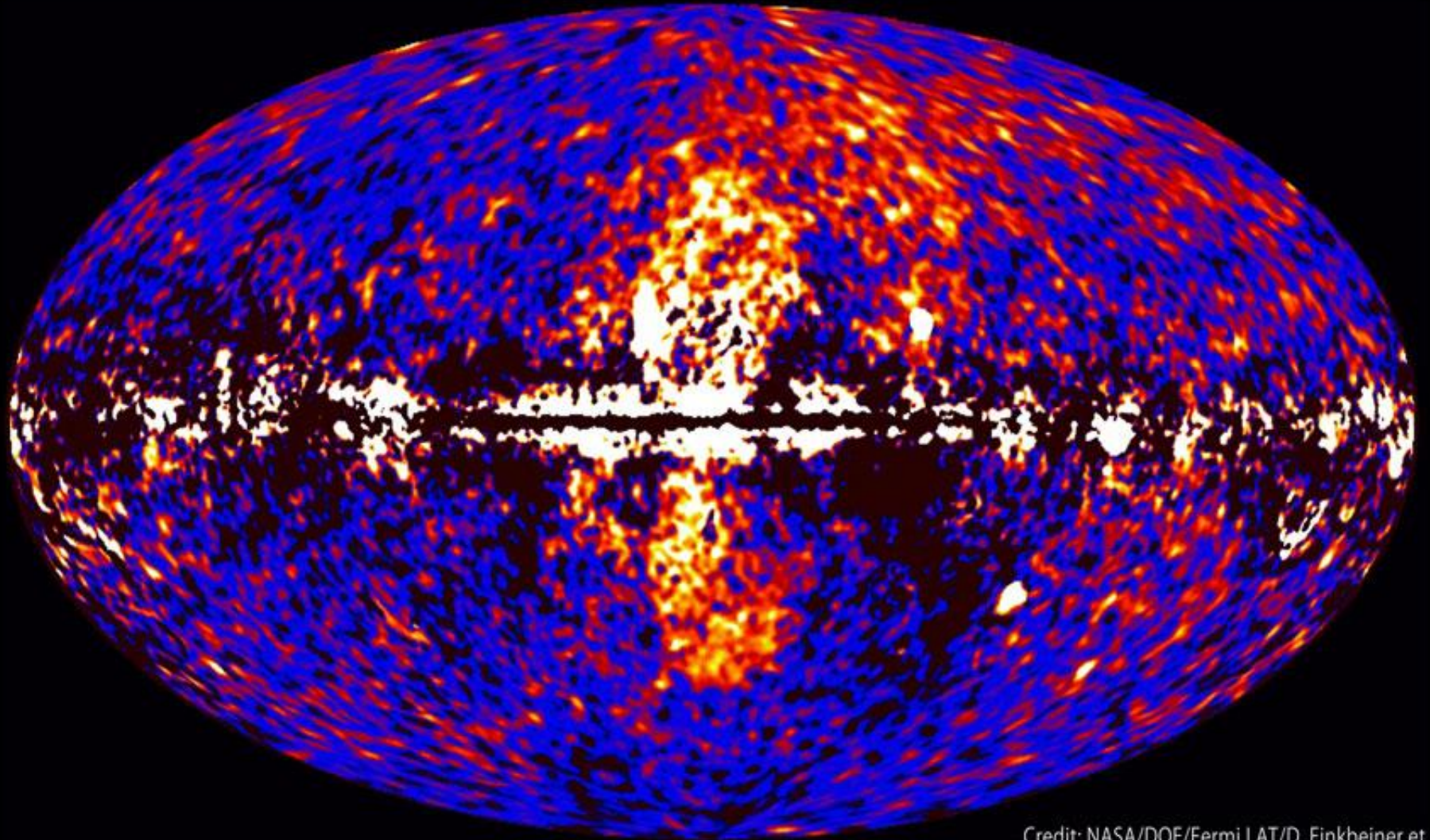


Keck/UCLA Galactic
Center Group

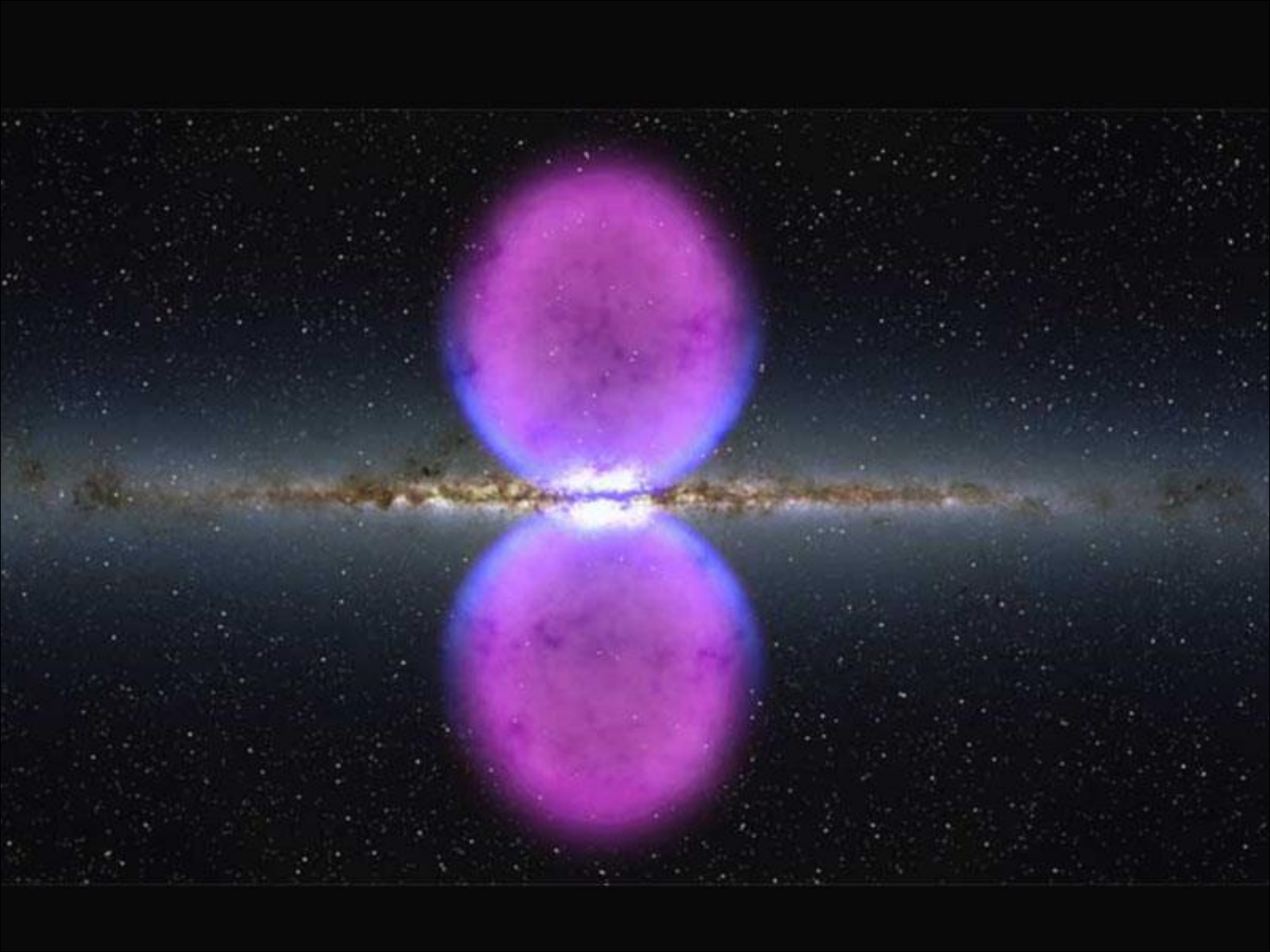
Небо в гамма-диапазоне ($E > 100$ МэВ)



Fermi data reveal giant gamma-ray bubbles

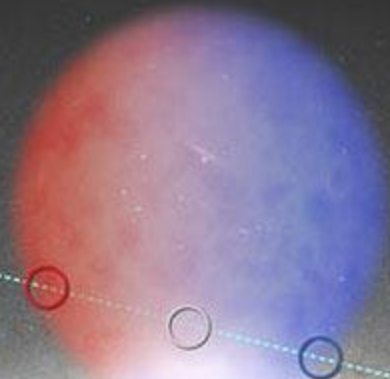


Credit: NASA/DOE/Fermi LAT/D. Finkbeiner et al.



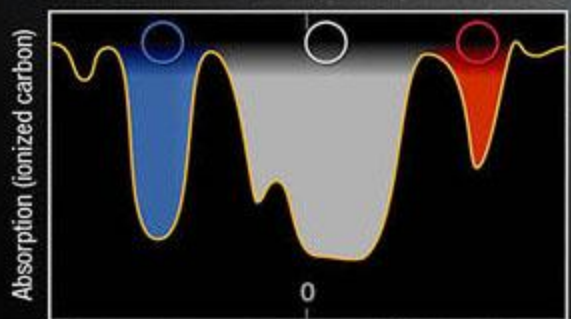
Hubble Uses Quasar Light to Probe Outflow Bubbles in Our Milky Way

Distant quasar



Sun

Measurement of Expansion Velocity

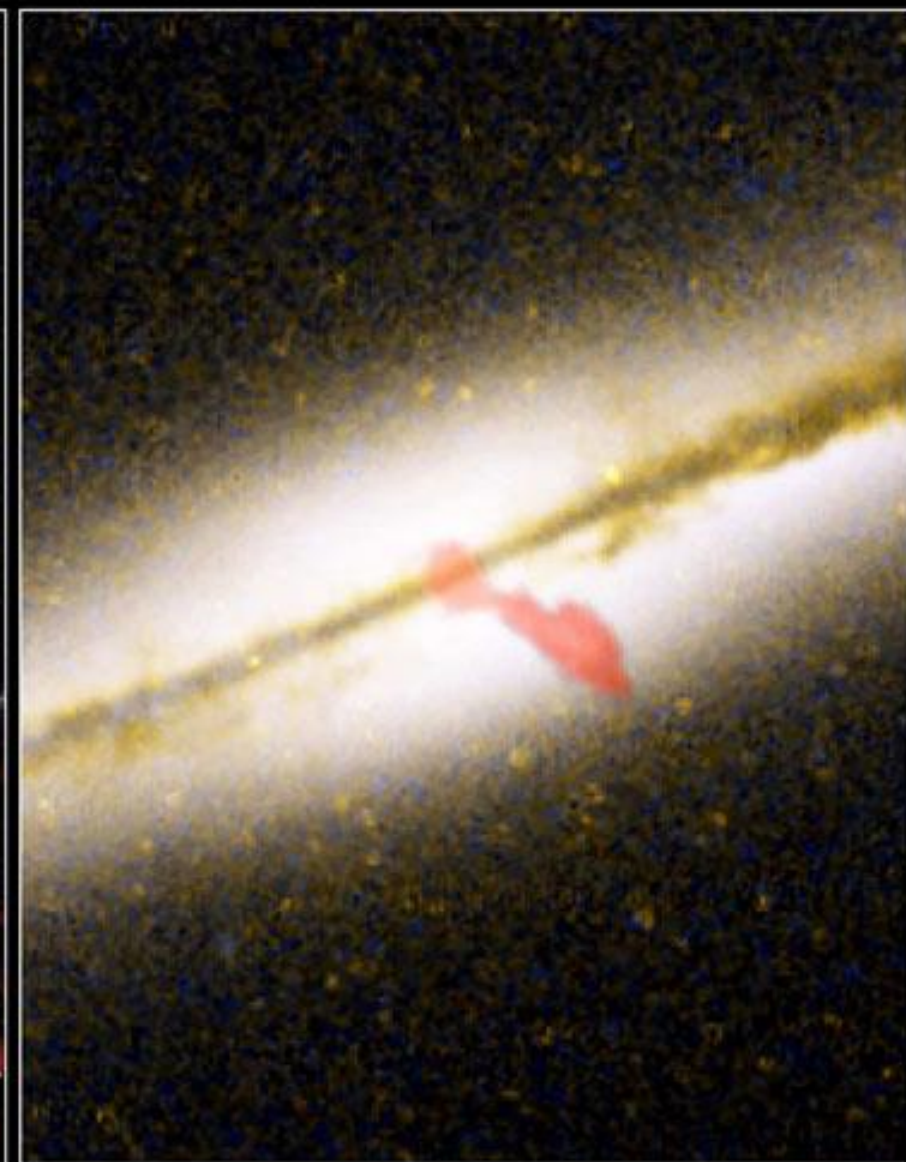


Movement toward observer (blueshifted)

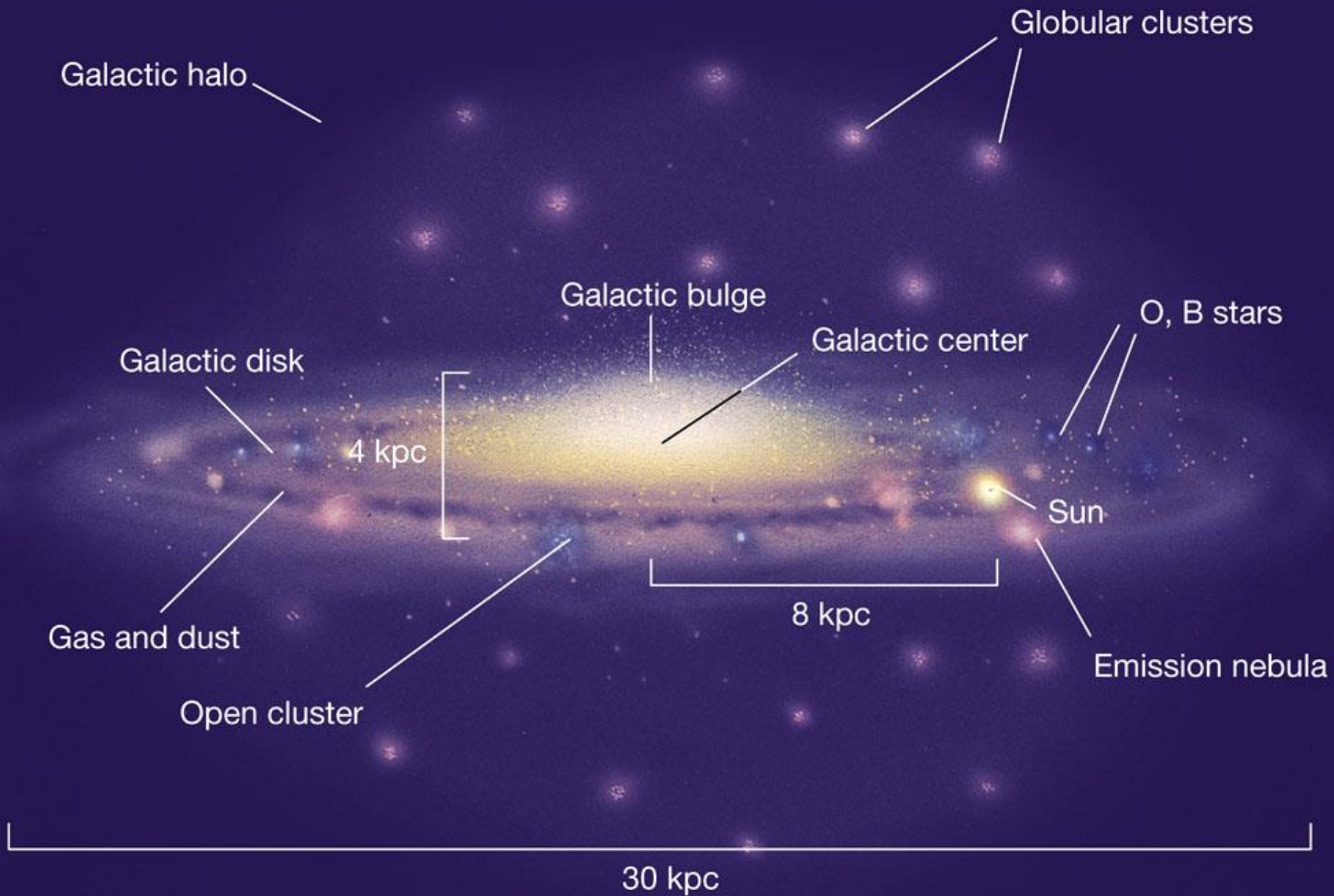
Velocity

Movement away from observer (redshifted)

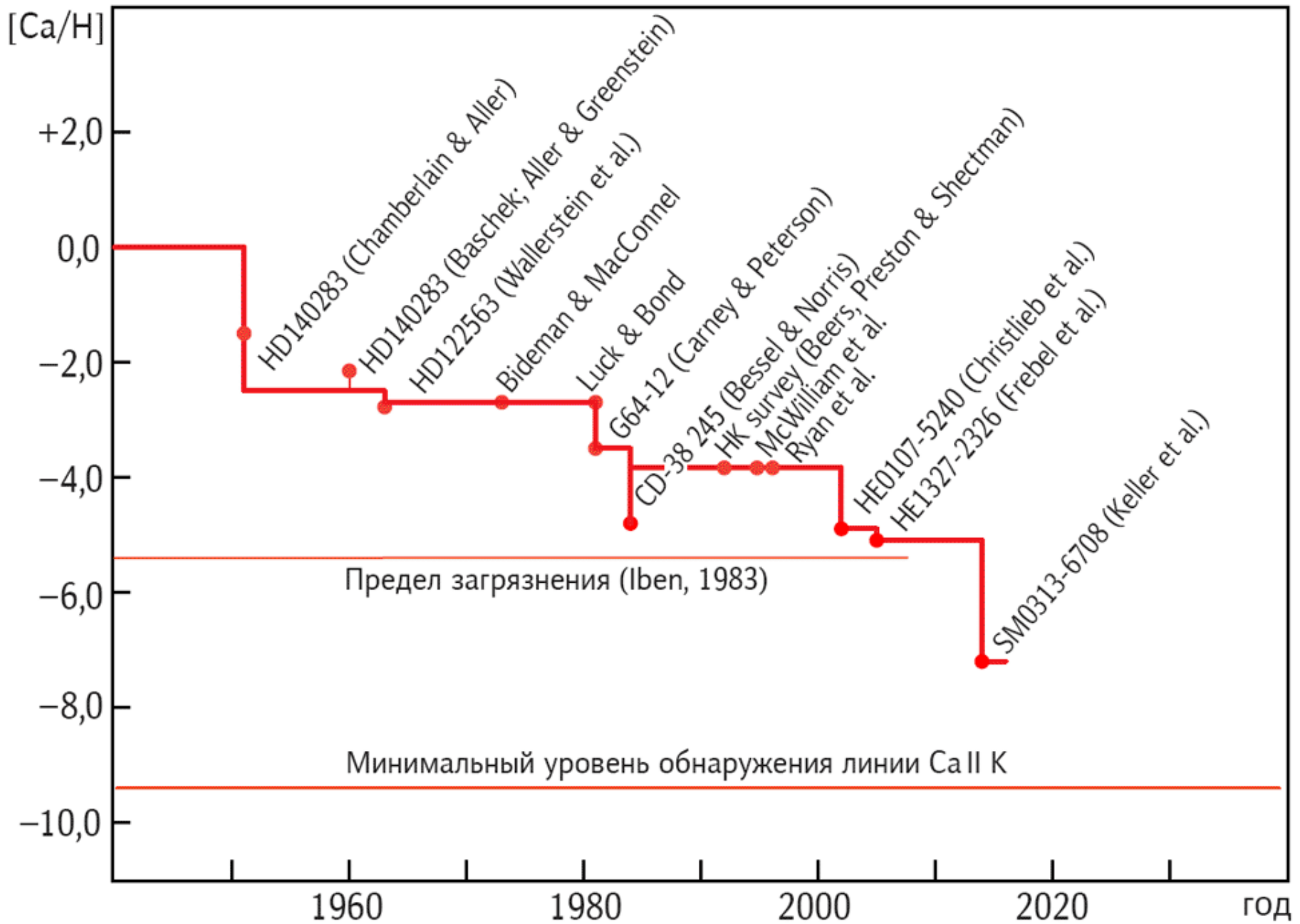
Радиогалактика 0313-192



Radio Galaxy 0313-192
Hubble Space Telescope ACS WFC • Very Large Array



Основные компоненты нашей Галактики



История охоты за экстремально бедными металлами звездами в нашей Галактике

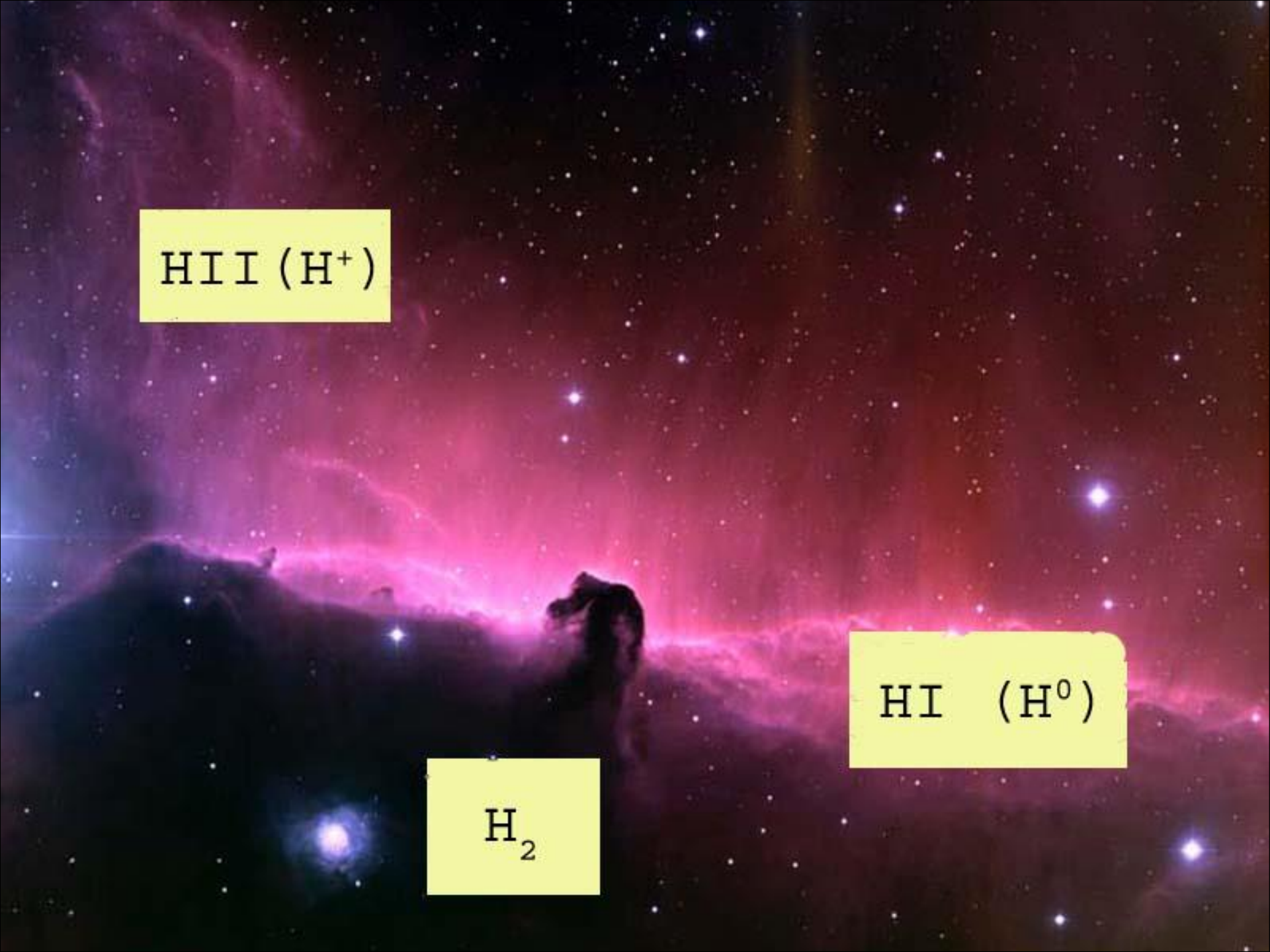




Orion

H α + opt





HII (H^+)

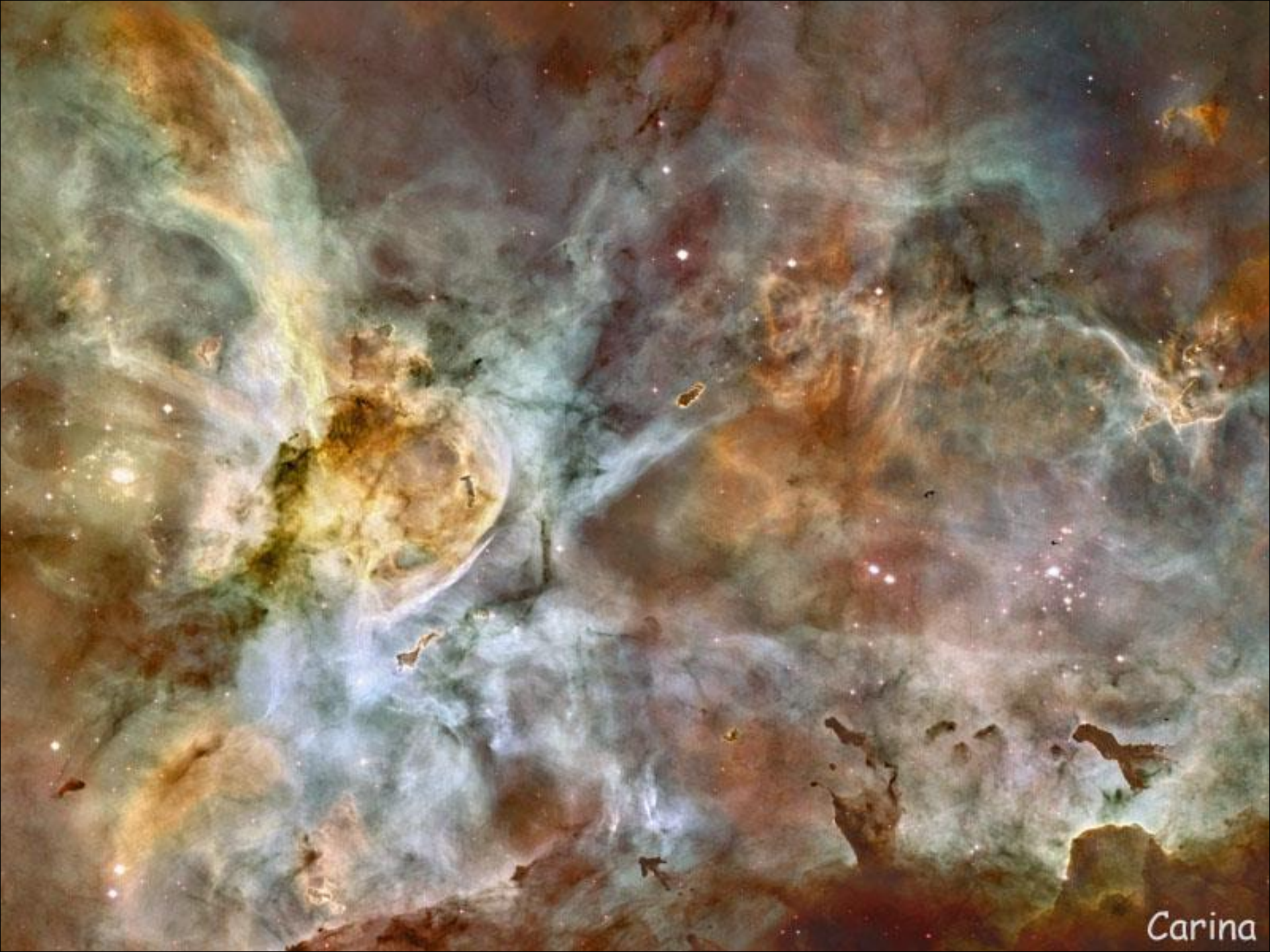
H_2

HI (H^0)



МЕЖЗВЕЗДНЫЕ МОЛЕКУЛЫ

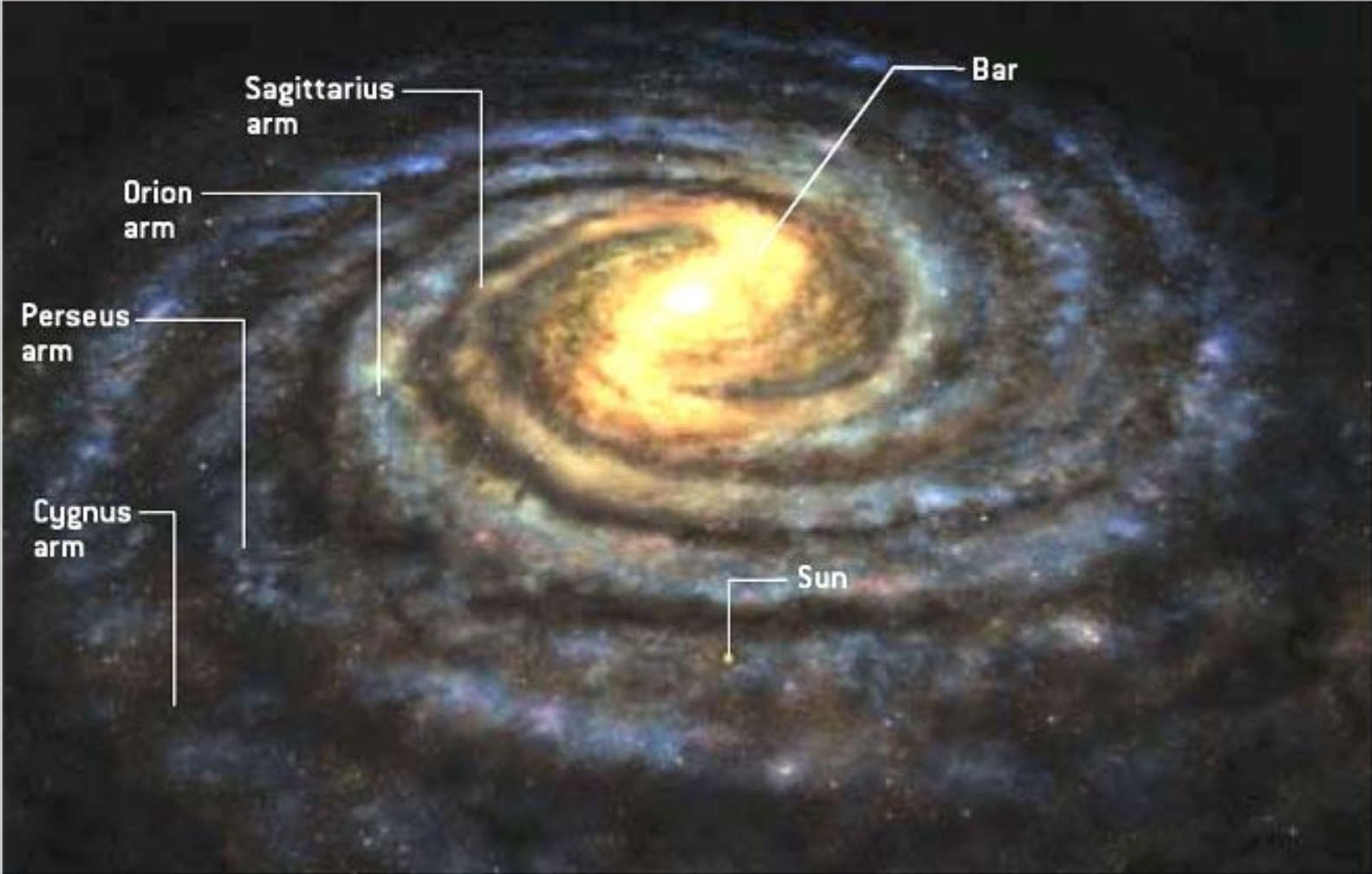
Формула	Название молекулы	Спектральный диапазон	Год открытия
CH	Метилидин	Опт	1937
CN	Циан	Опт	1940
OH	Гидроксил	Р 18 см	1963
H ₂ O	Водяной пар	Р 1,4 см	1968
NH ₃	Аммиак	Р 1,3 см	1968
H ₂ CO	Формальдегид	Р 6,2 см	1969
CO	Моноокись углерода	Р 2,6 мм	1970
H ₂	Молекулярный водород	УФ	1970
НСООН	Муравьиная кислота	Р 18 см	1970
HCN	Синильная кислота	Р 3,4 мм	1970
CH ₃ OH	Метанол (древесный спирт)	Р 36 см	1970
NH ₂ CHO	Формаид	Р 6,5 см	1971
H ₂ S	Сероводород	Р 1,8 мм	1972
CH ₃ CH ₂ OH	Этиловый (винный) спирт	Р 2,9 мм	1974



Carina

Галактика в представлении астронома-художника





СПИРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА

M51

NGC 7793



GRAND DESIGN

FLOCCULENT



NGC 1300



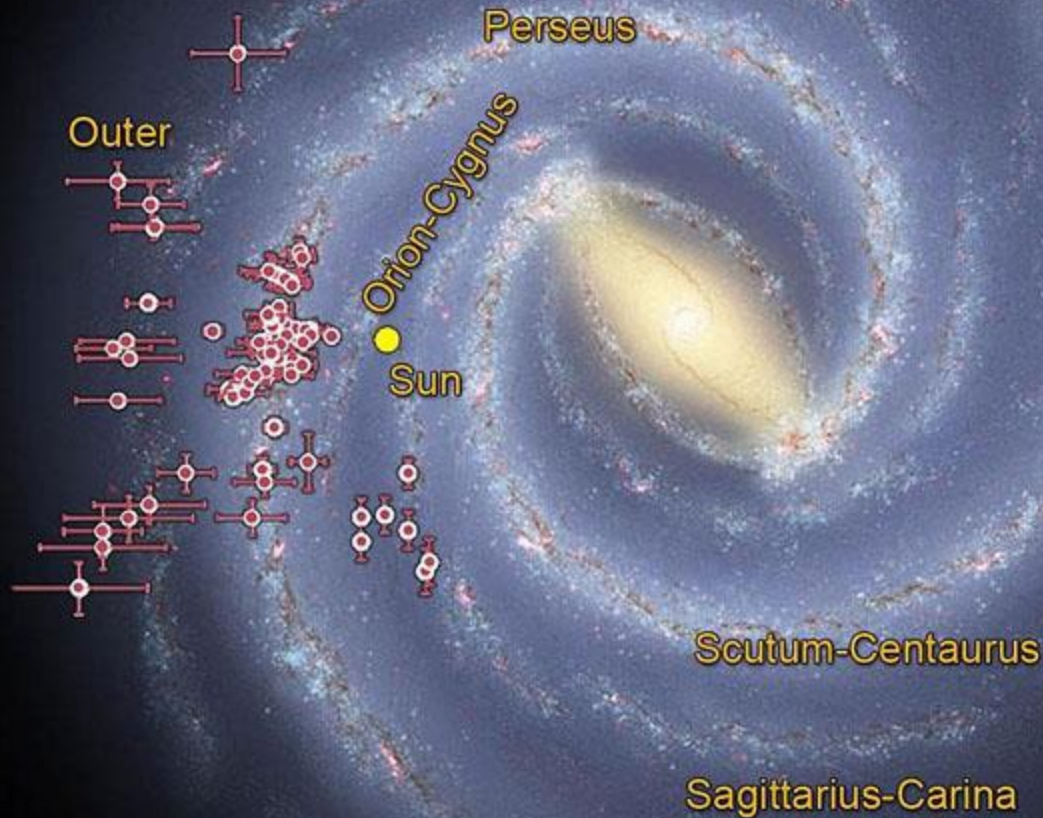
M 101





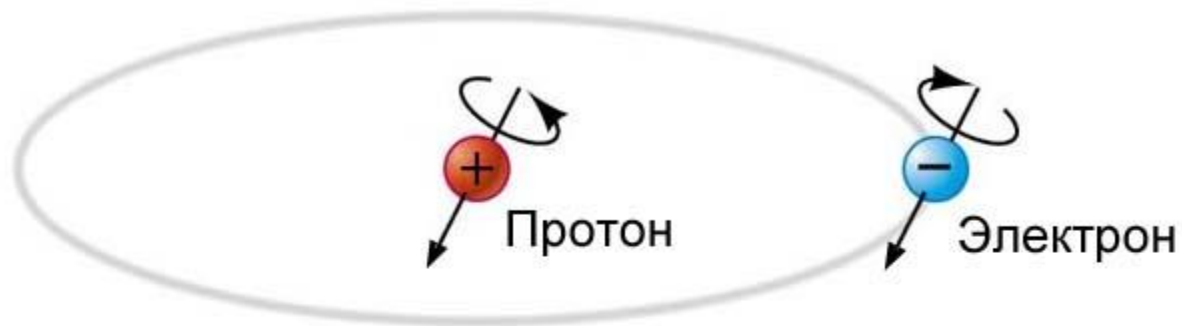


Структура диска Галактики
по ИК-данным спутника
WISE (2010)



Отмечено положение
около 100 очень молодых
звёздных скоплений в областях
звёздообразования (embedded clusters)

Взаимодействие спиновых магнитных моментов



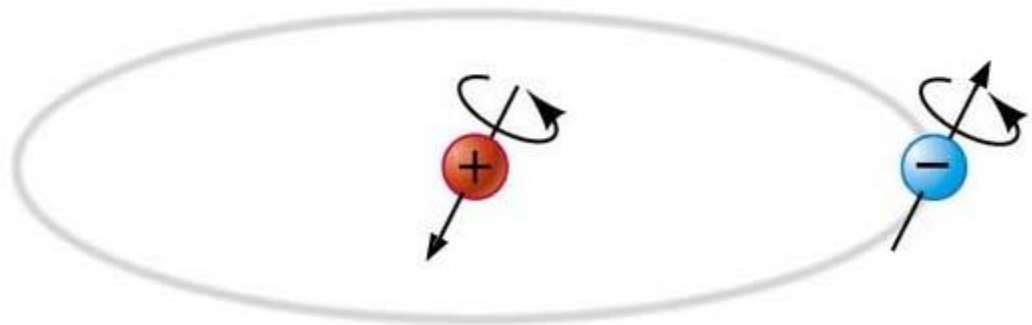
Антипараллельные спины
Параллельные магнитные моменты



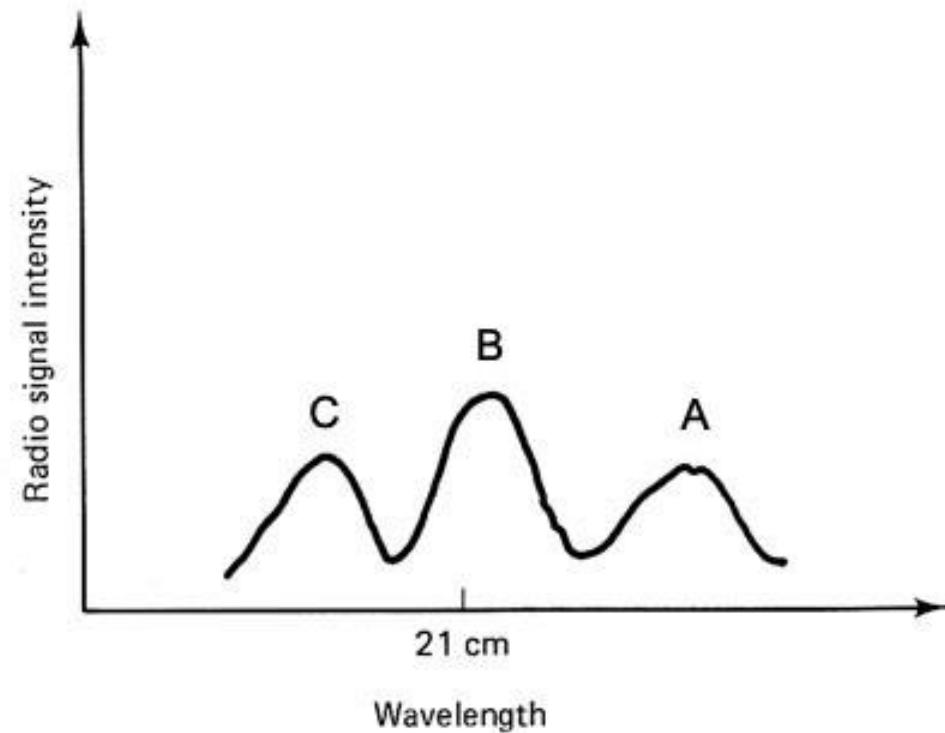
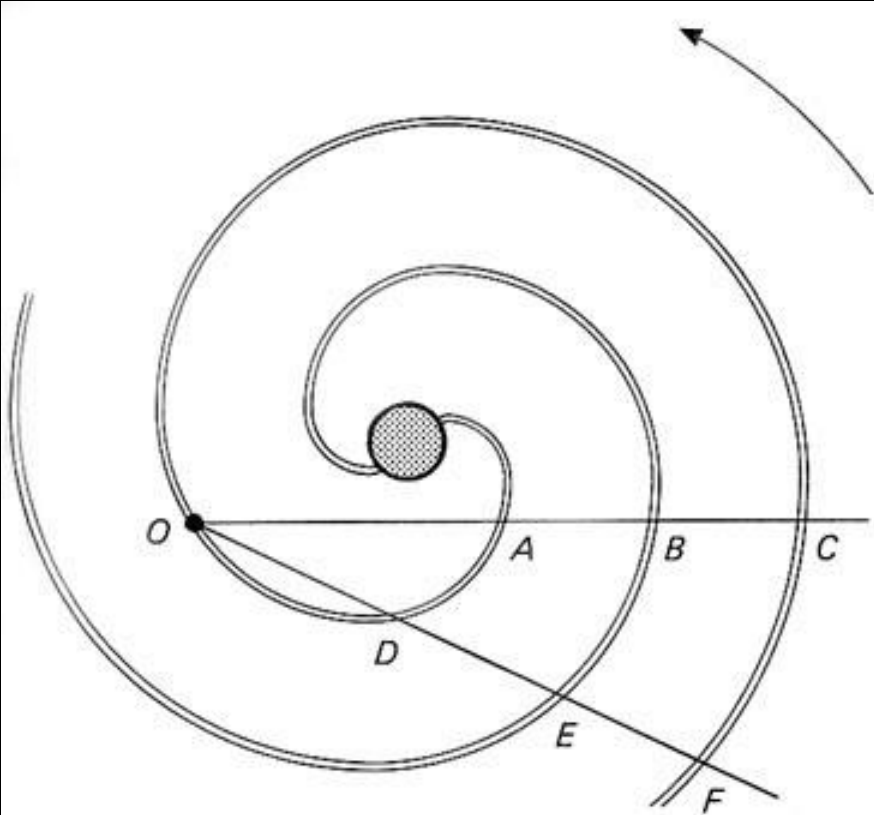
Излучение кванта
 $\lambda = 21$ см



Причина сверхтонкого
расщепления уровней
энергии у атомов и
механизм излучения
линии 21 см
атомом водорода

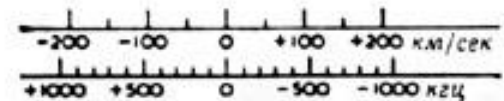
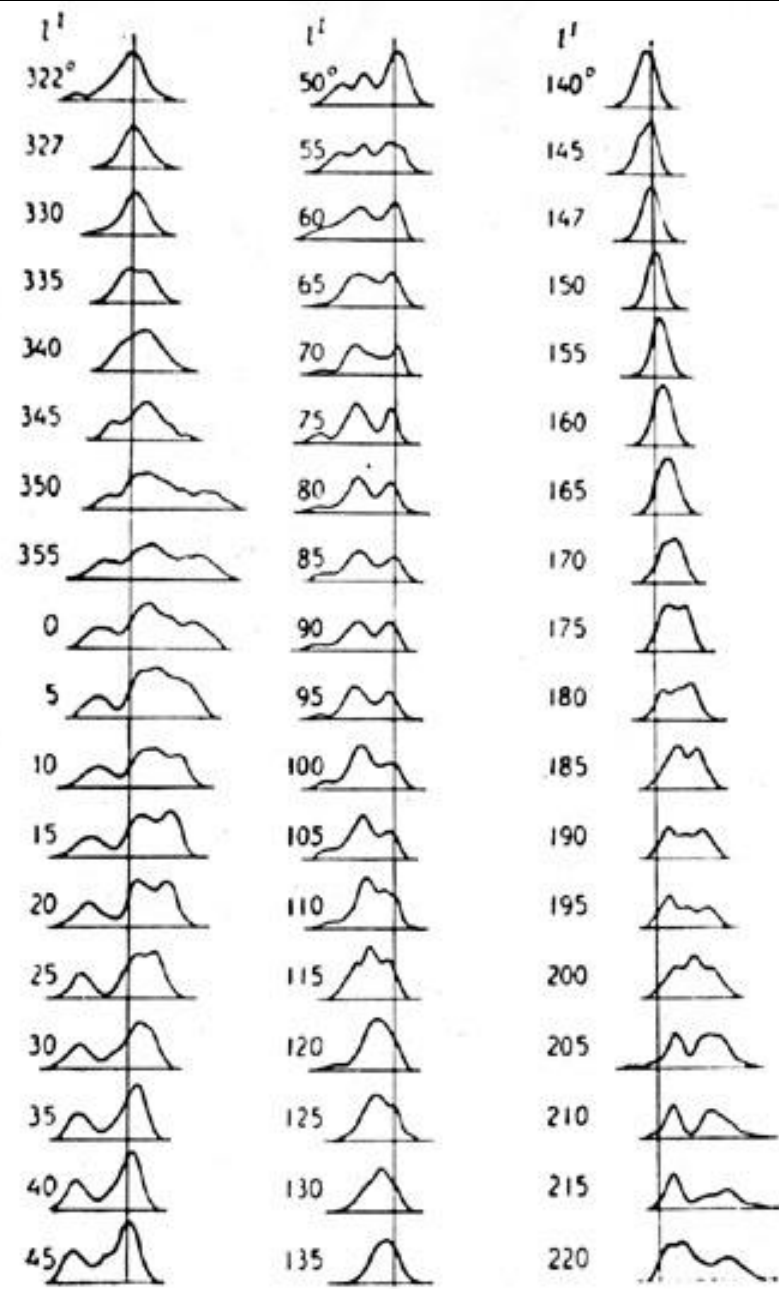
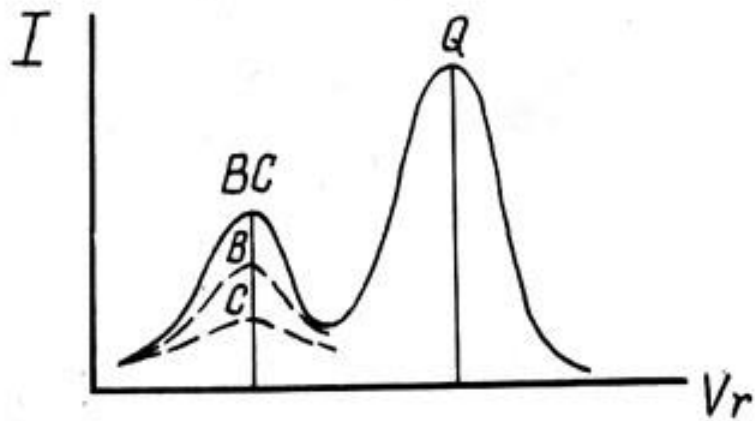
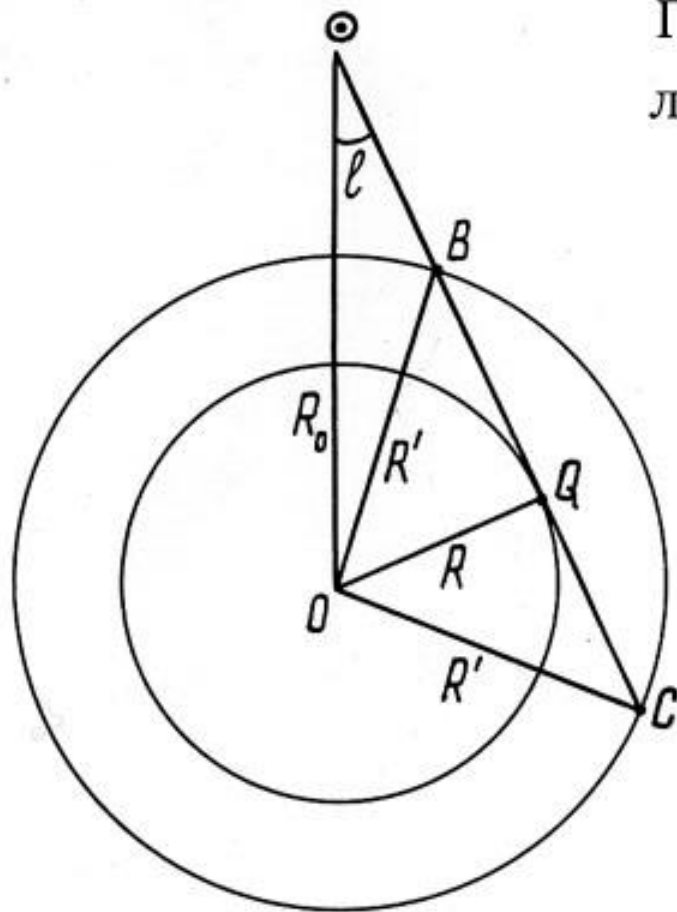


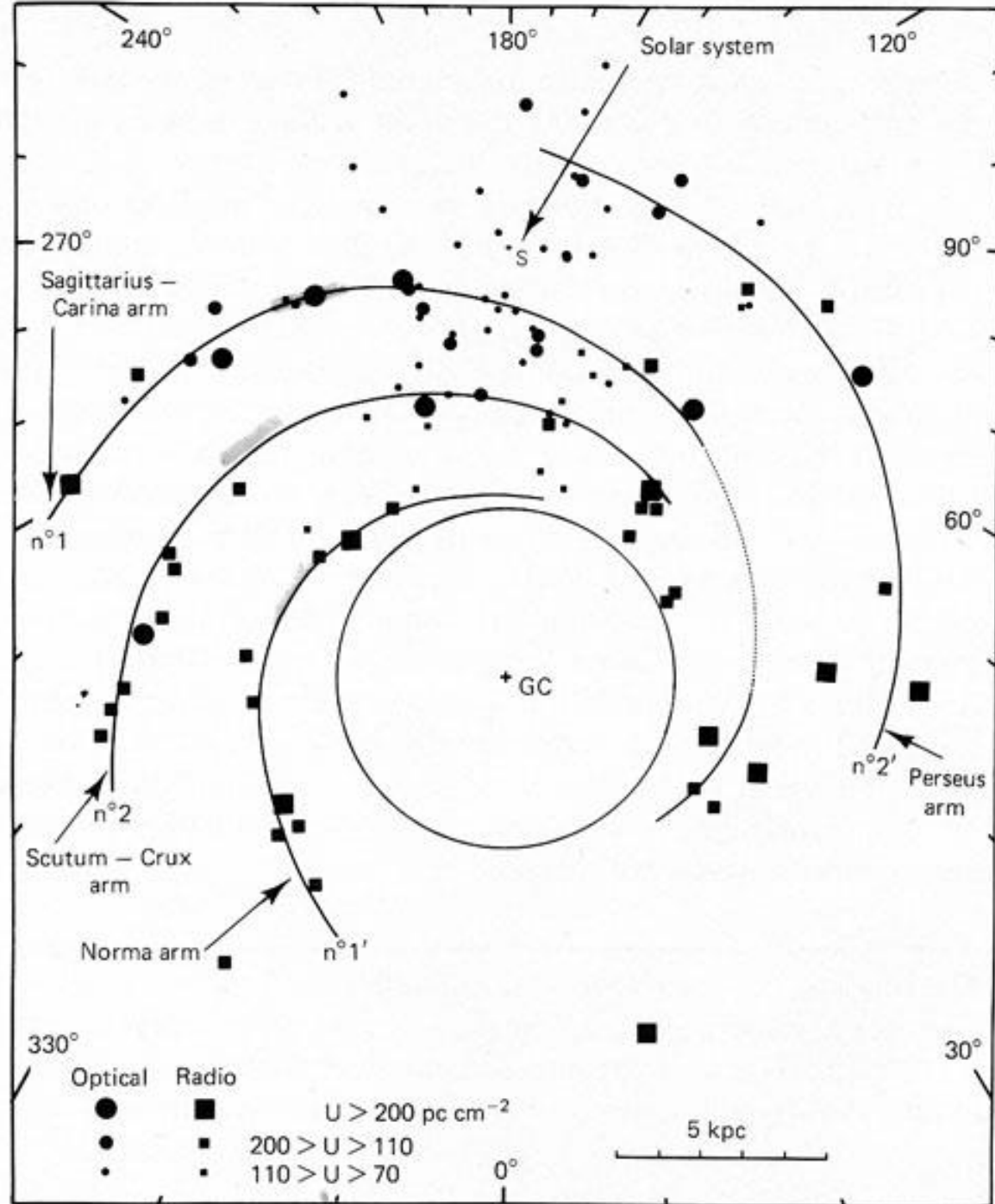
Параллельные спины
Антипараллельные магнитные моменты



Исследование распределения нейтрального водорода
в диске Галактики по профилю линии 21 см

Профили линии HI



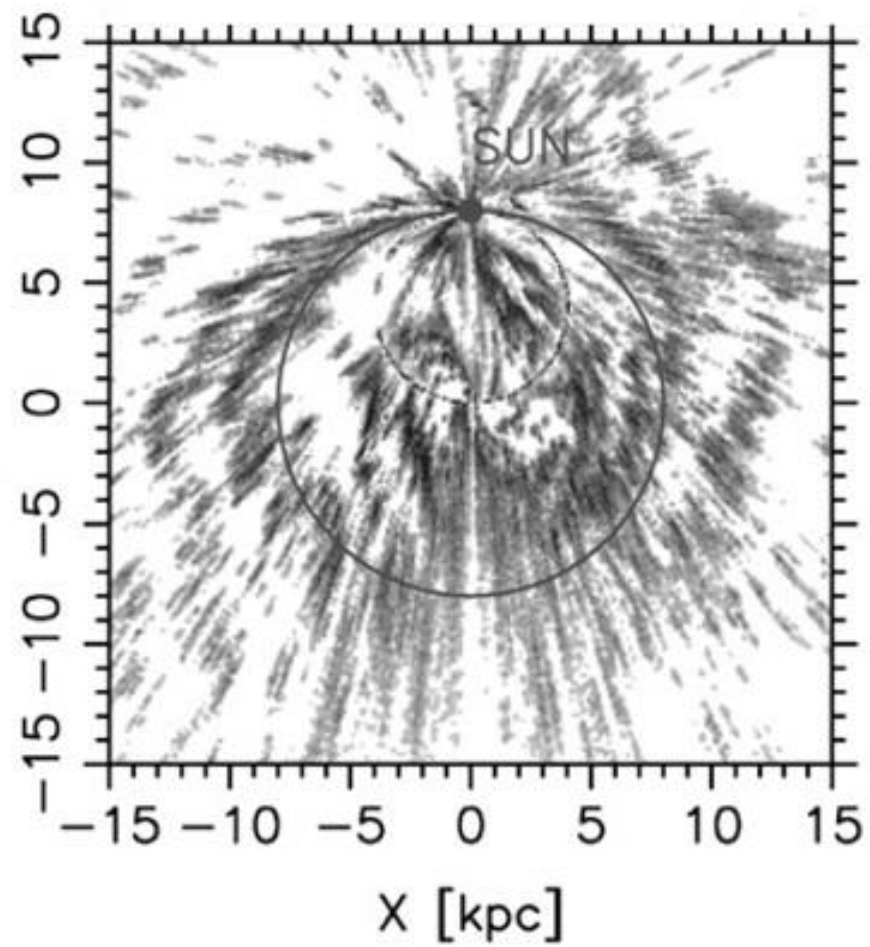
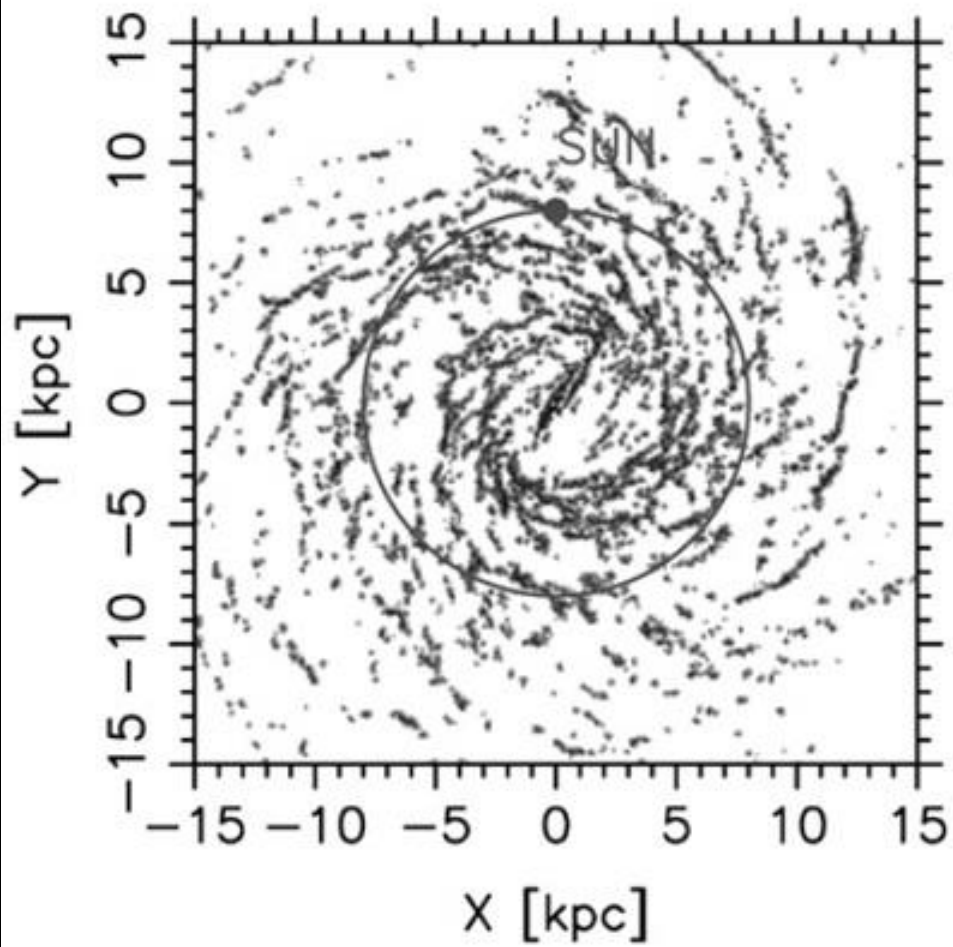


Спиральная структура
нашей Галактики
по оптическим и радио
наблюдениям зон НII

Данных для области
внутри 4 кпк нет

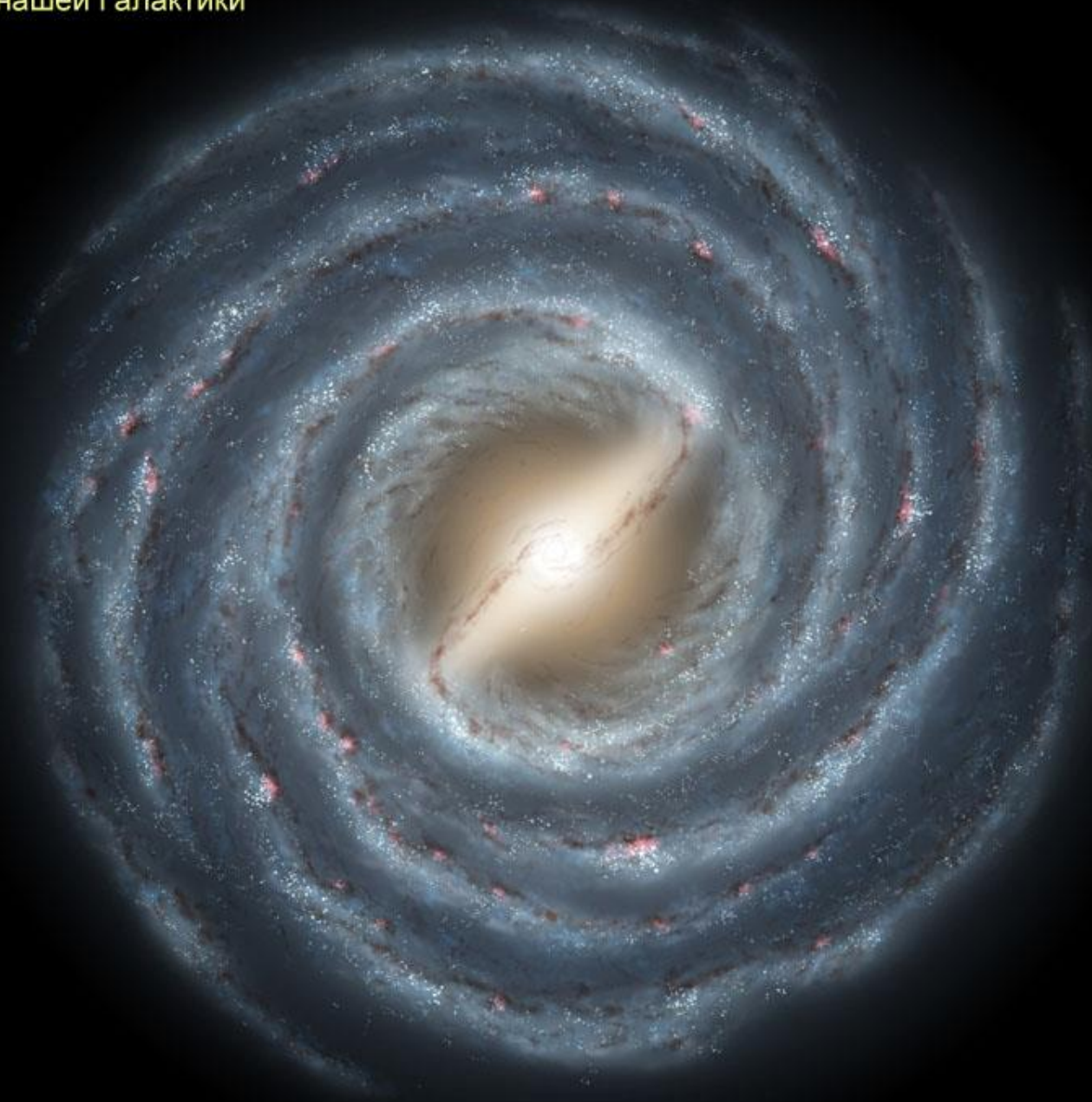
Солнце расположено
между рукавами
Персея и Киля-Стрельца

Gejrgelin Y.M., Gejrgelin Y.P.
Obs. de Marseilles

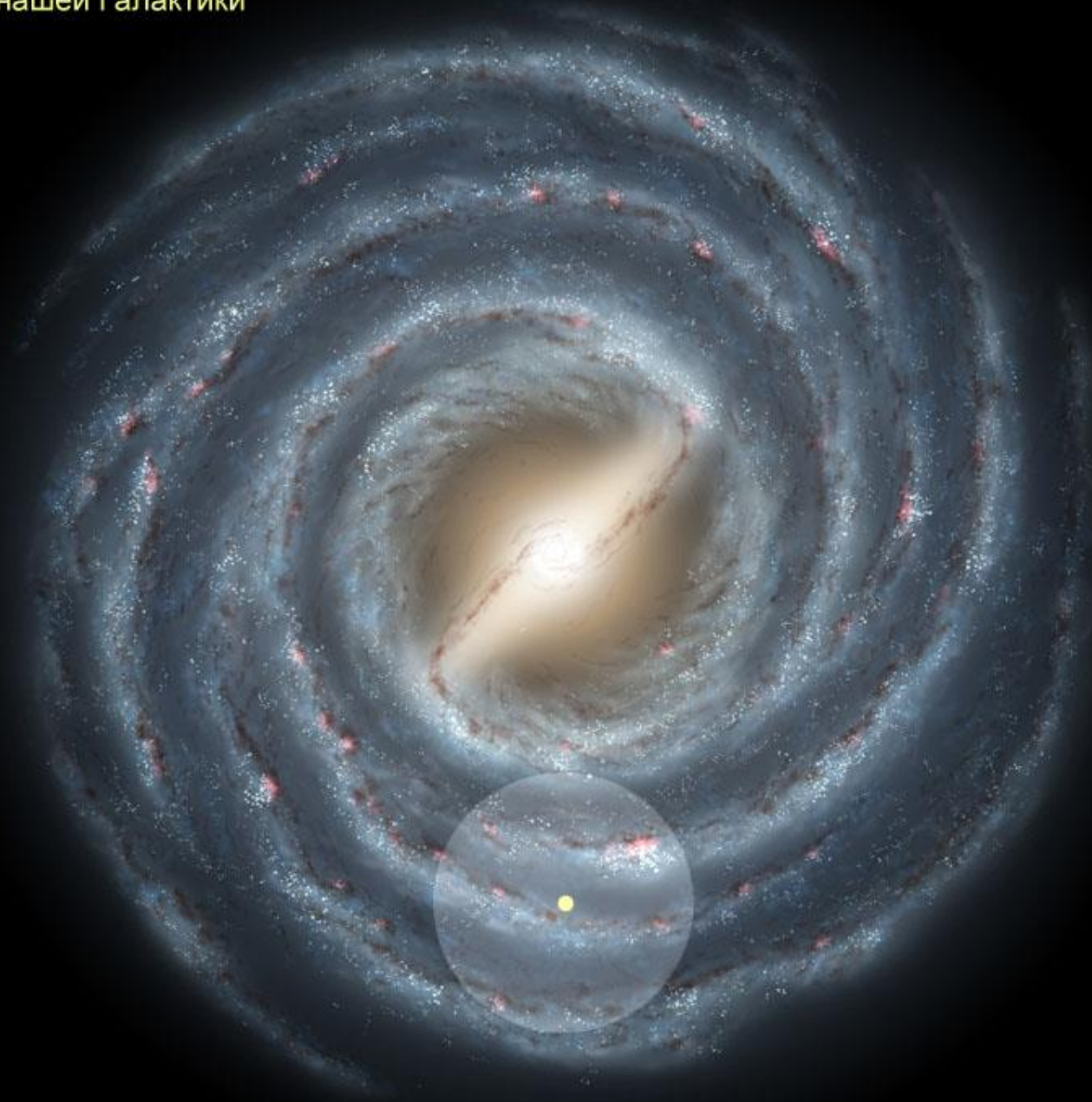


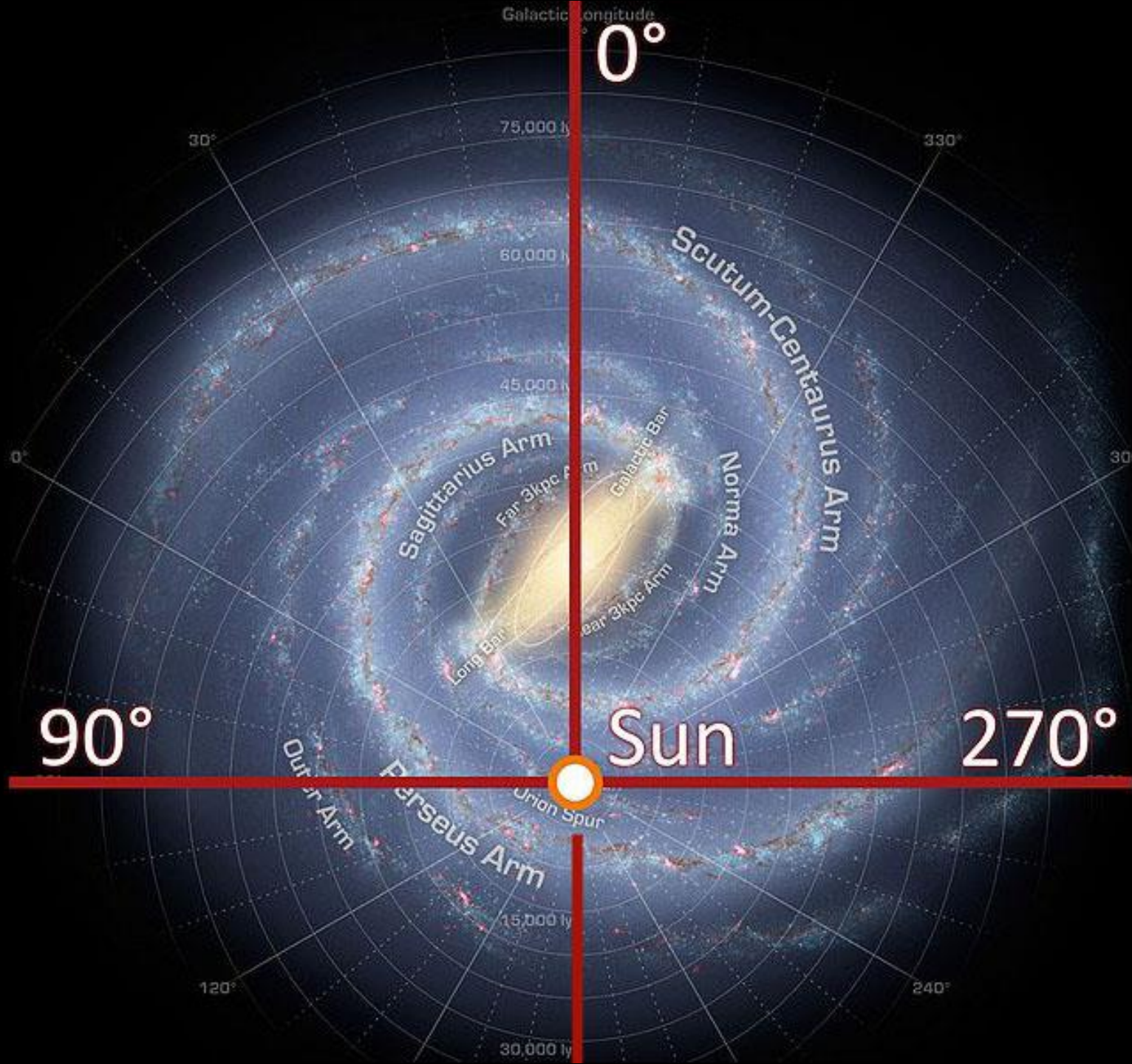
Baba 2009

Представление астрономов 2015 г.
о внешнем виде нашей Галактики

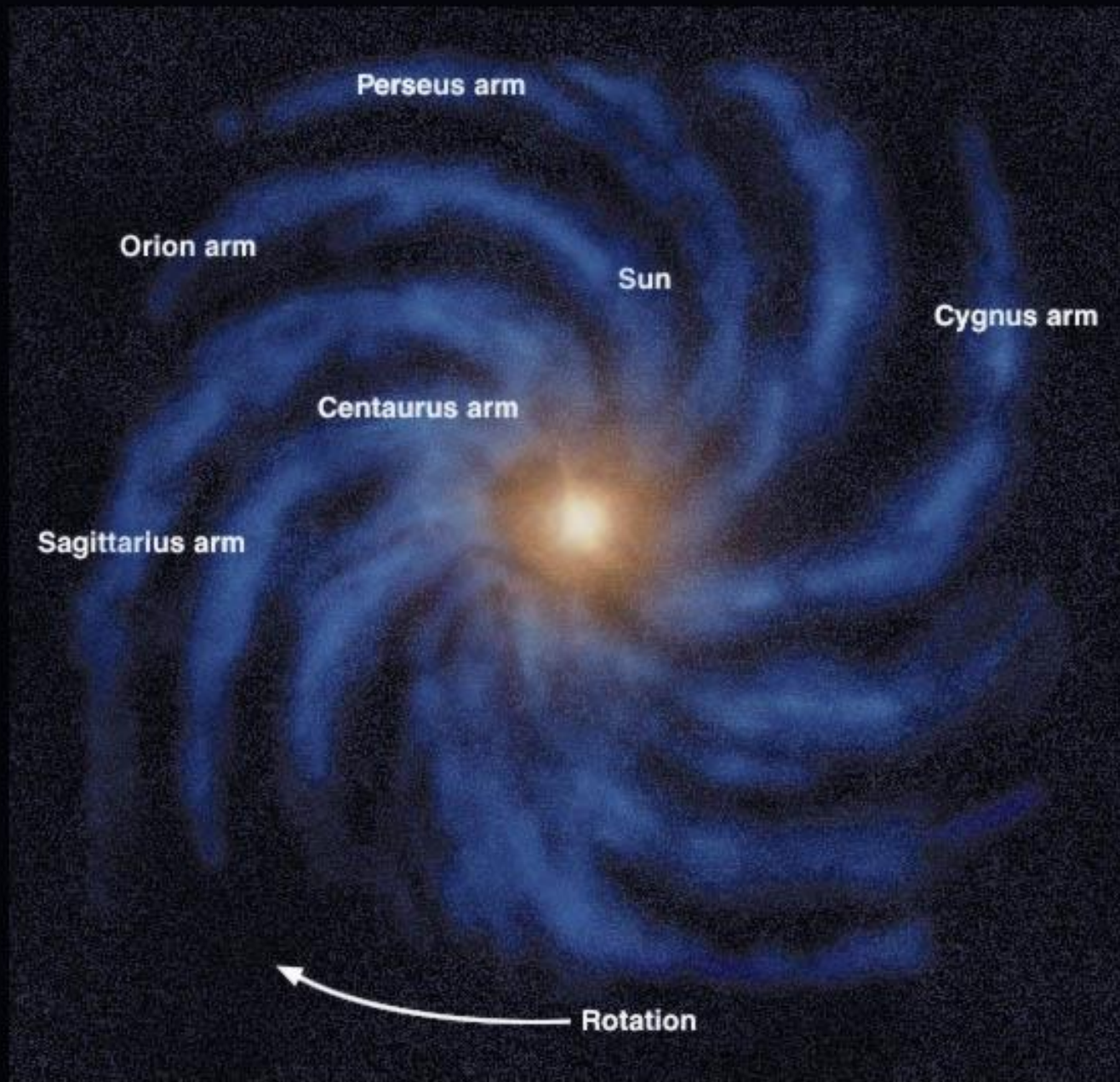


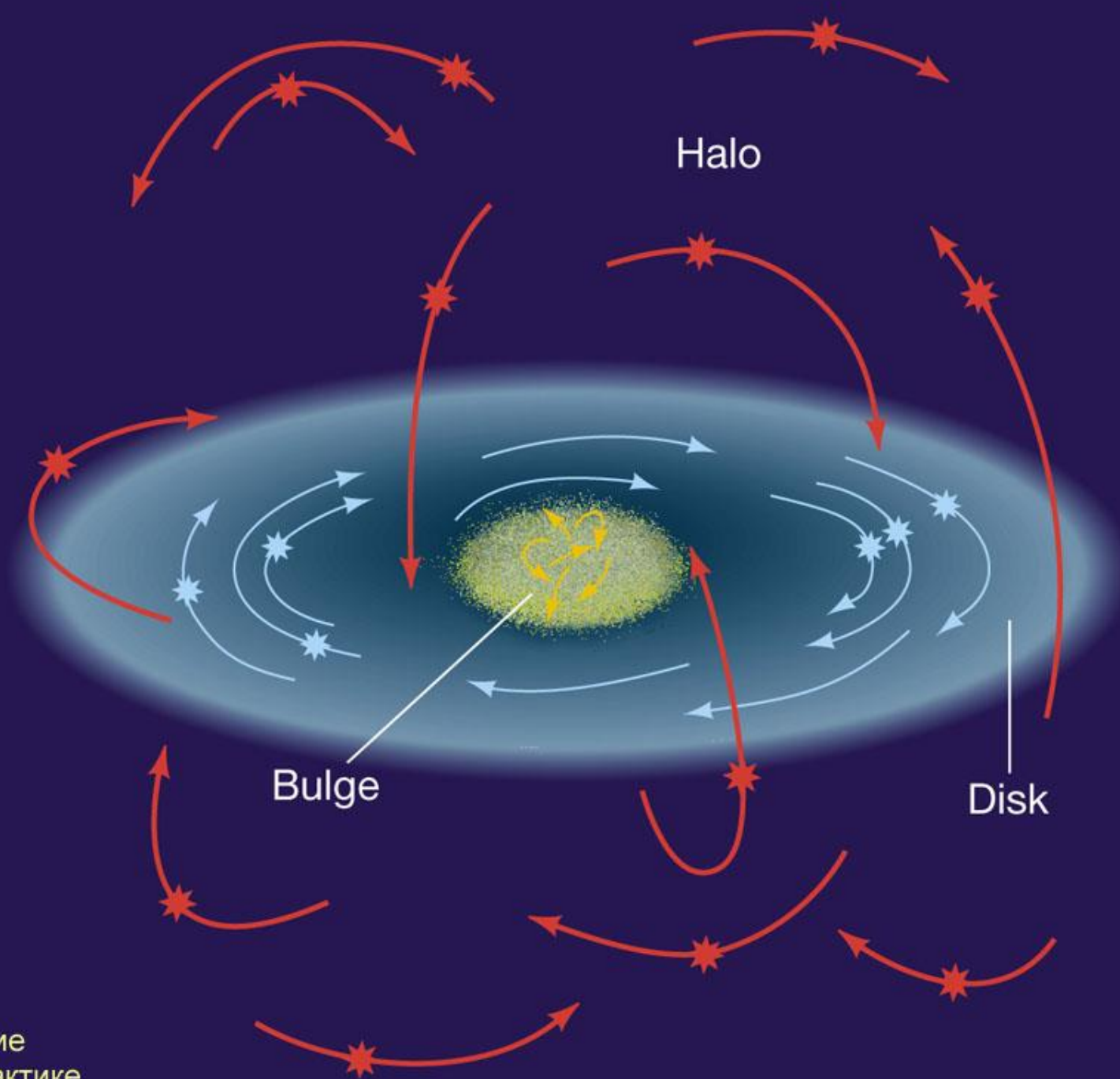
Представление астрономов 2015 г.
о внешнем виде нашей Галактики





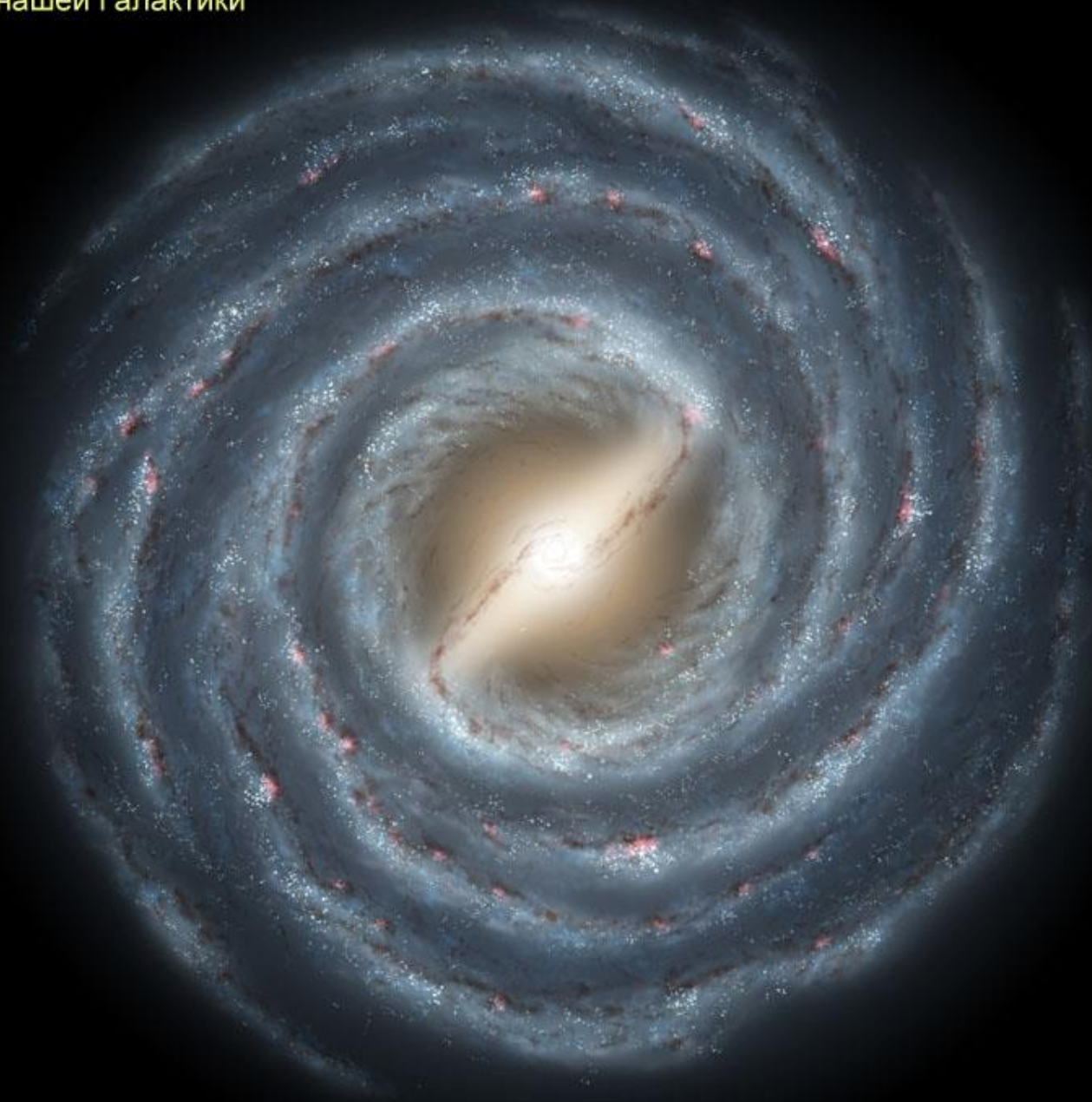
Вращение Галактики



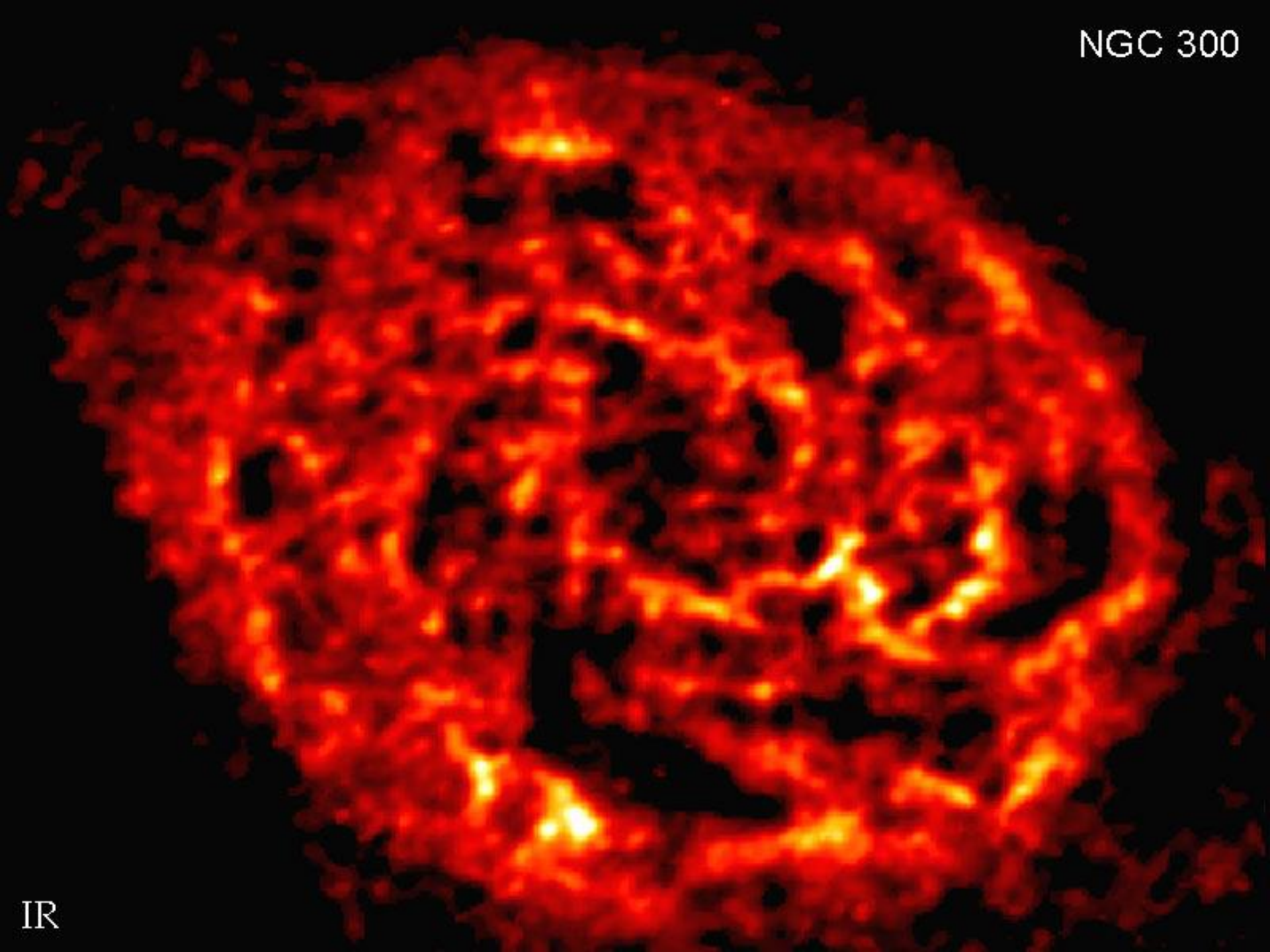


Движение звезд в Галактике

Представление астрономов 2015 г.
о внешнем виде нашей Галактики

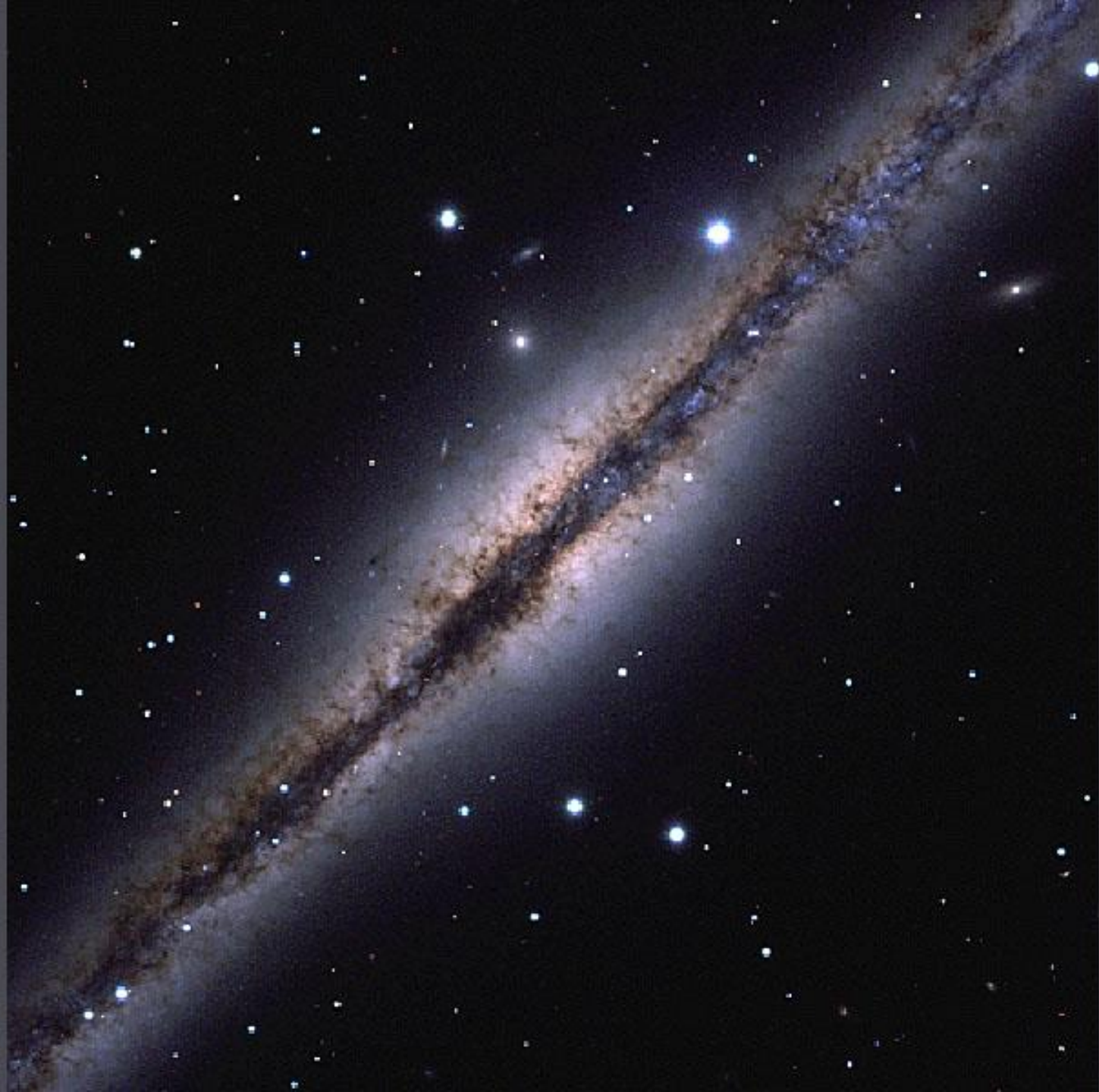


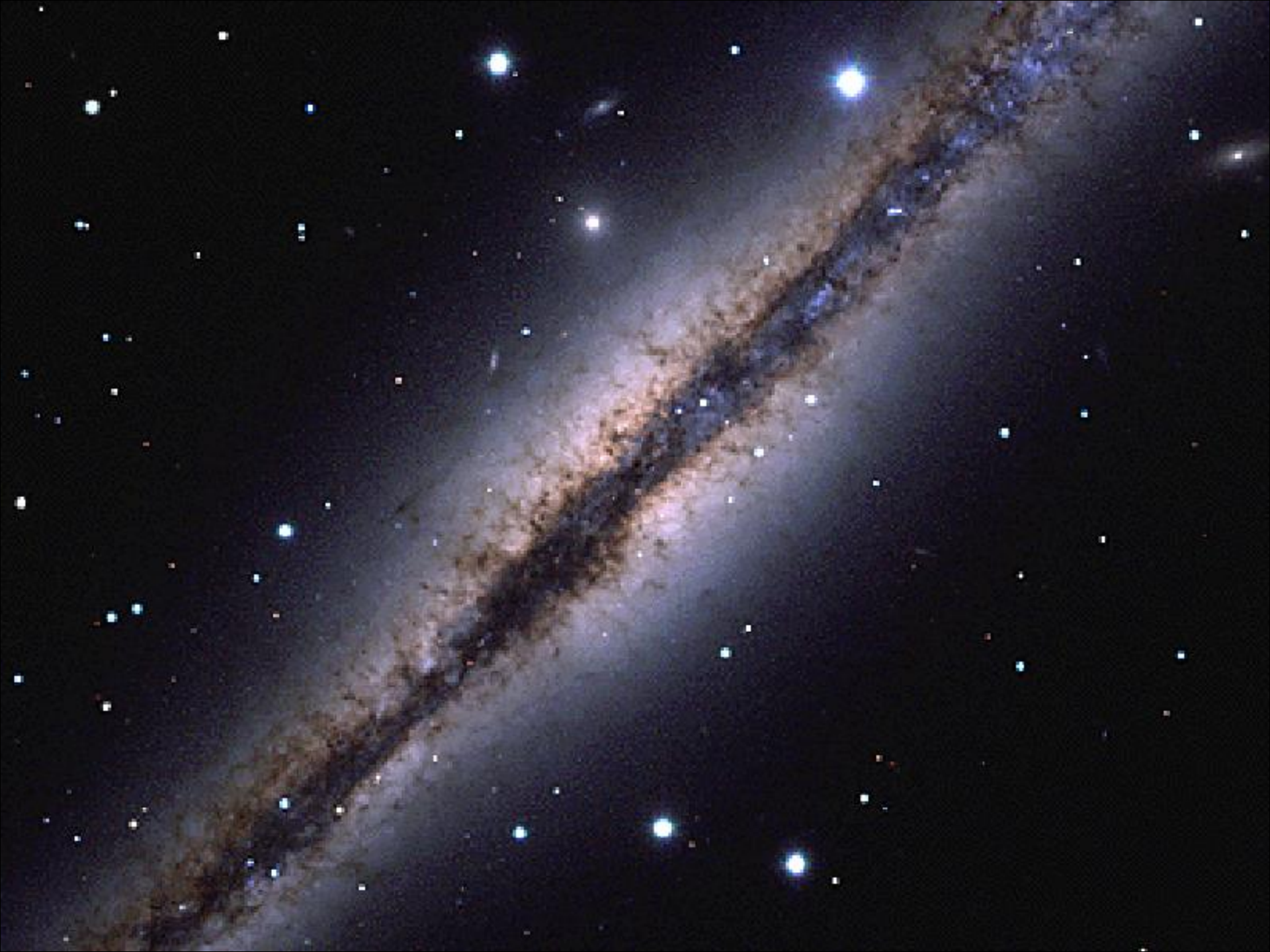
NGC 300



IR

NGC
891







*Взаимодействие
массивных
звезд с МЗС
приводит к
формированию
гигантских
пузырей и
оболочек HI*

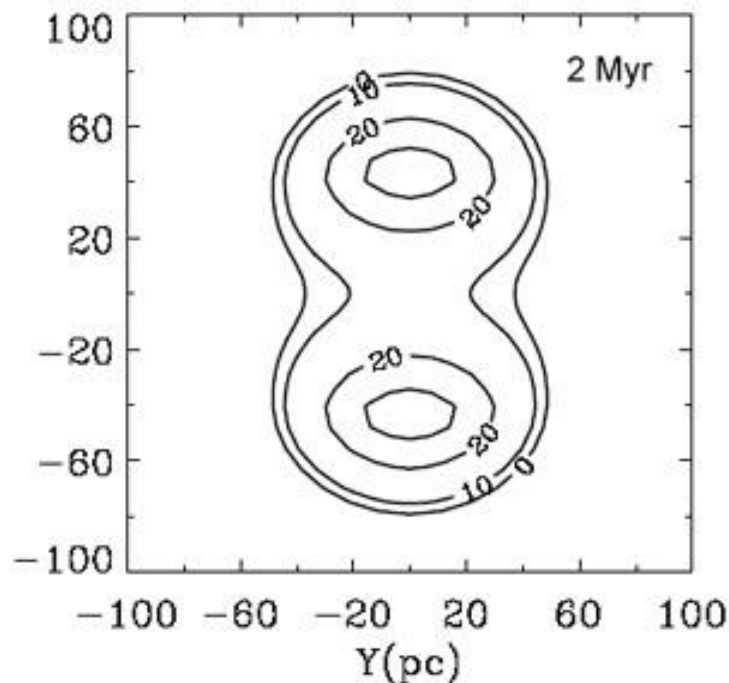
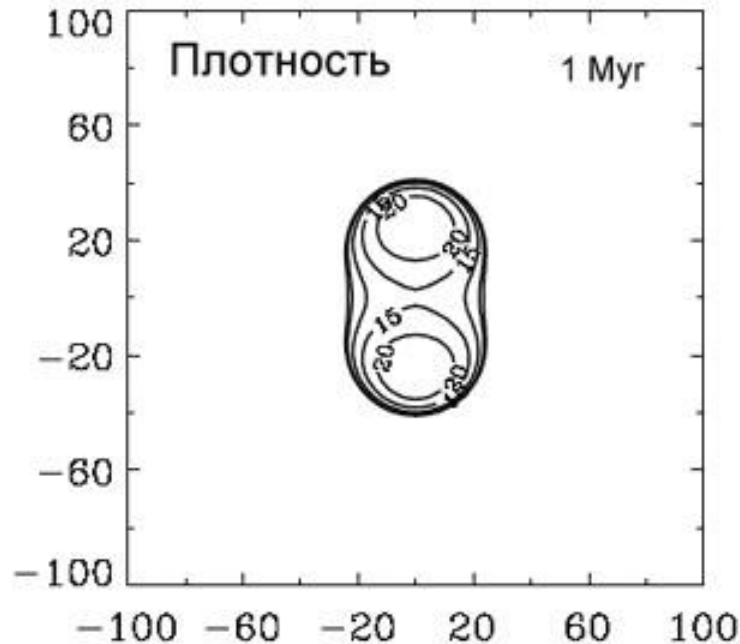
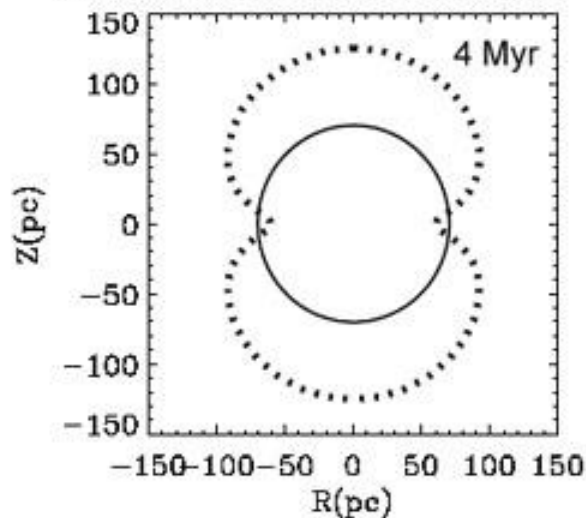
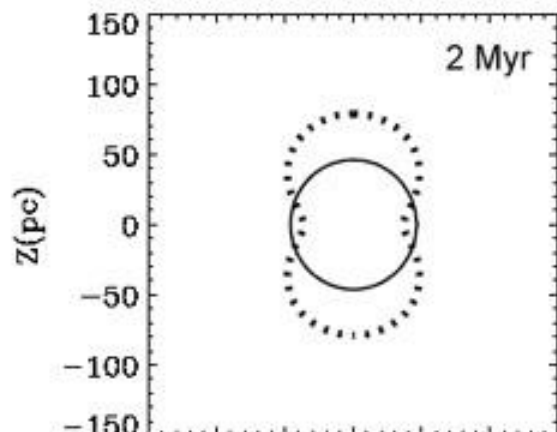
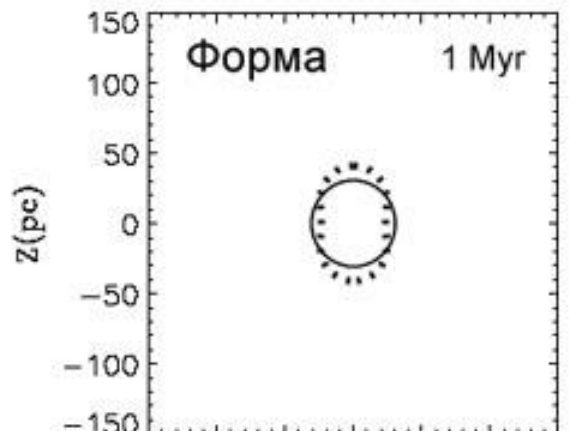
*Не исключено,
что в них
формируется
следующее
поколение
звезд*

Star-Forming "Bubble" RCW 79

Spitzer Space Telescope • IRAC

NASA / JPL-Caltech /

E. Churchwell (University of Wisconsin-Madison)



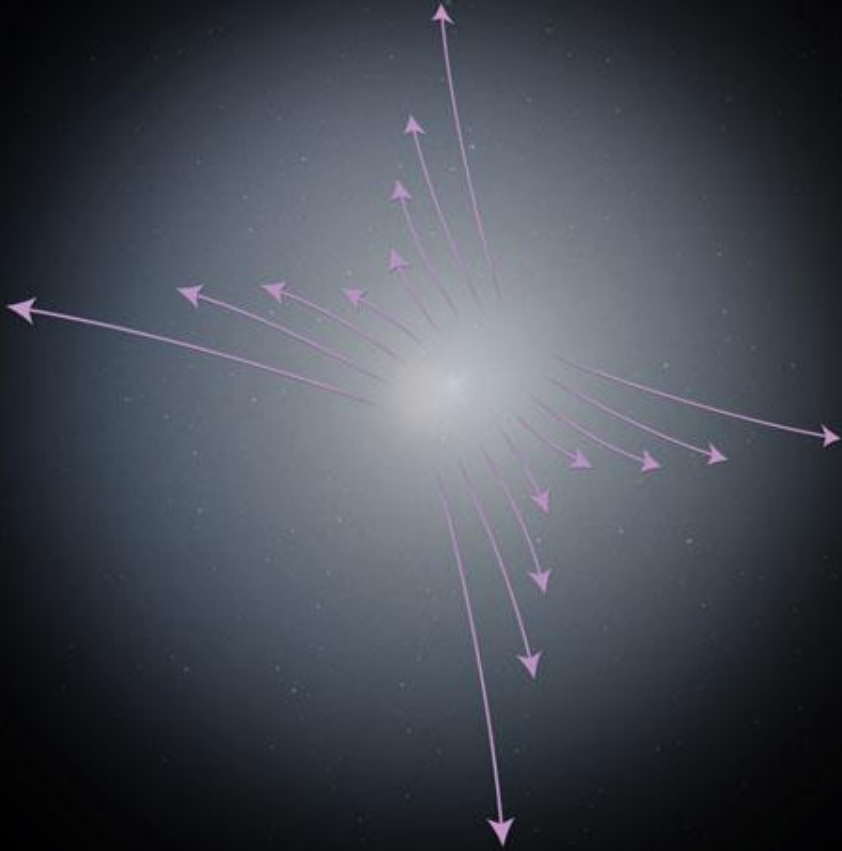
Эволюция
сверхоболочки,
раздутой
молодым
звездным
скоплением
из недр ГМО
в диске БМО.

$$L_{\text{OB}} = 5 \cdot 10^{36} \text{ эрг/с}$$

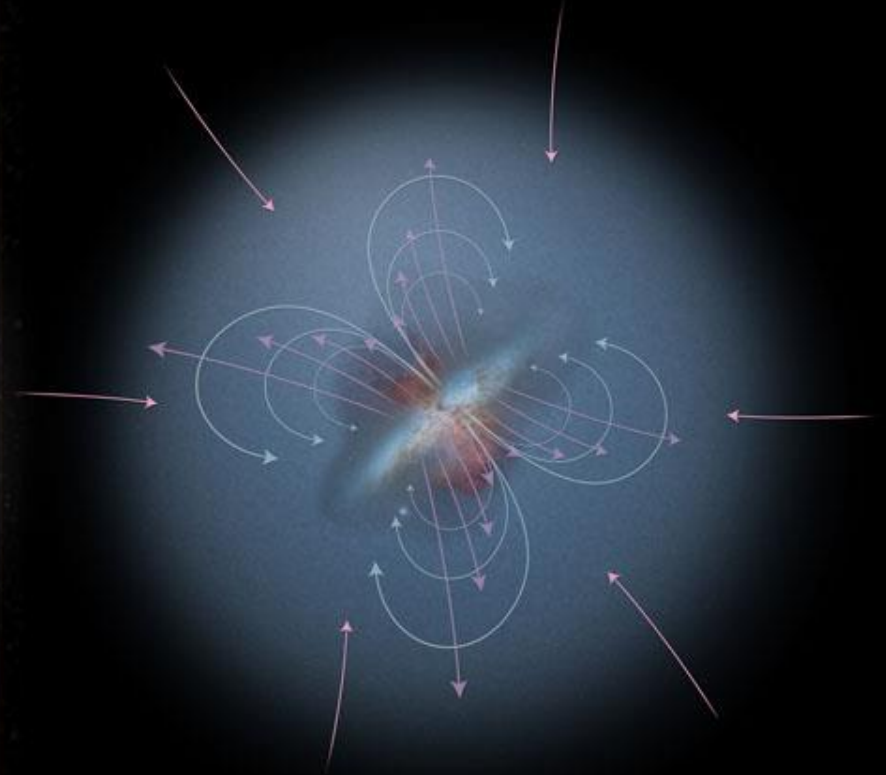
A Tale of Two Galaxies

The color and shape of a galaxy is largely controlled by gas flowing through an extended halo around it.

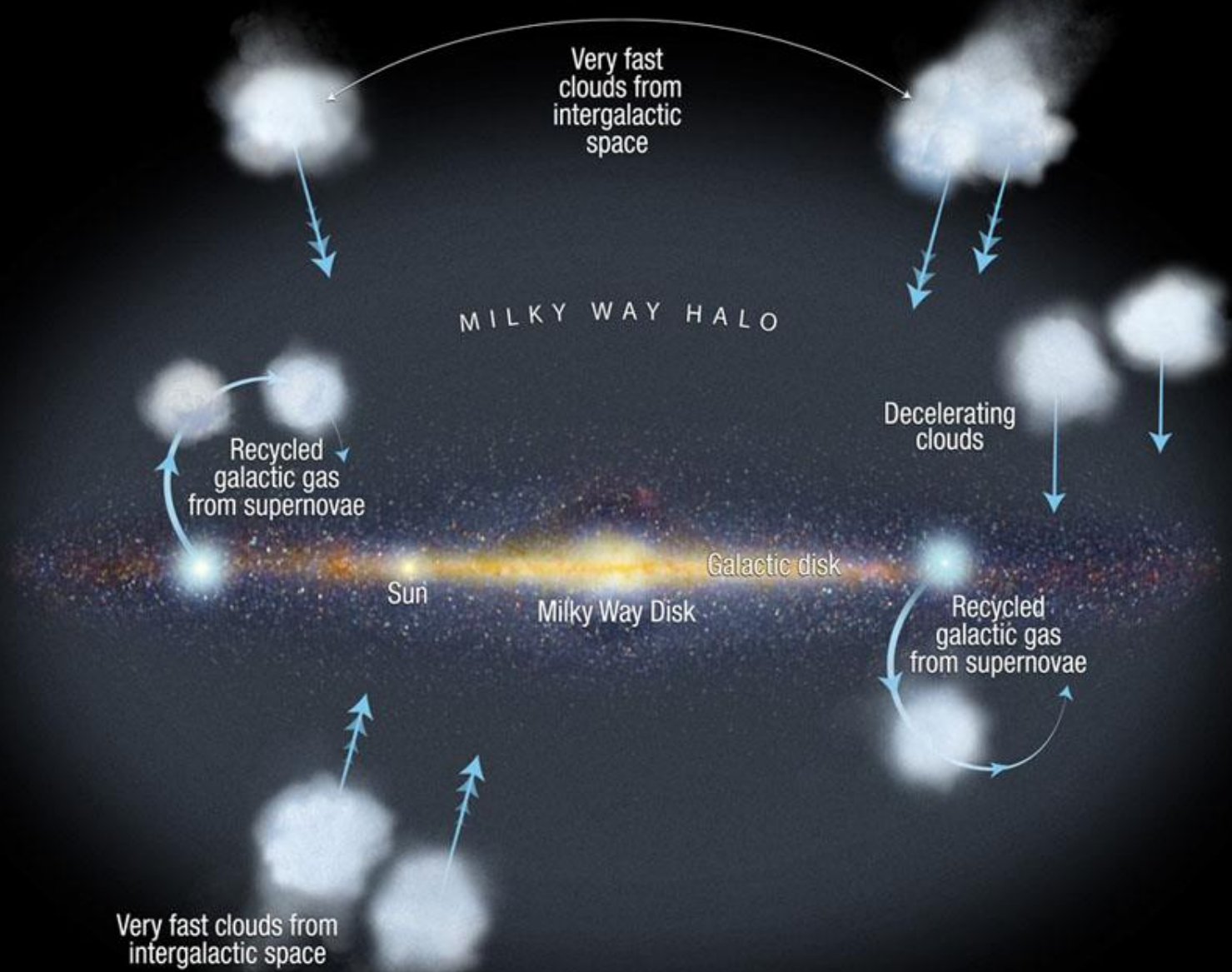
A galaxy with vigorous star formation can drive gas out of its own halo and cease to form stars.

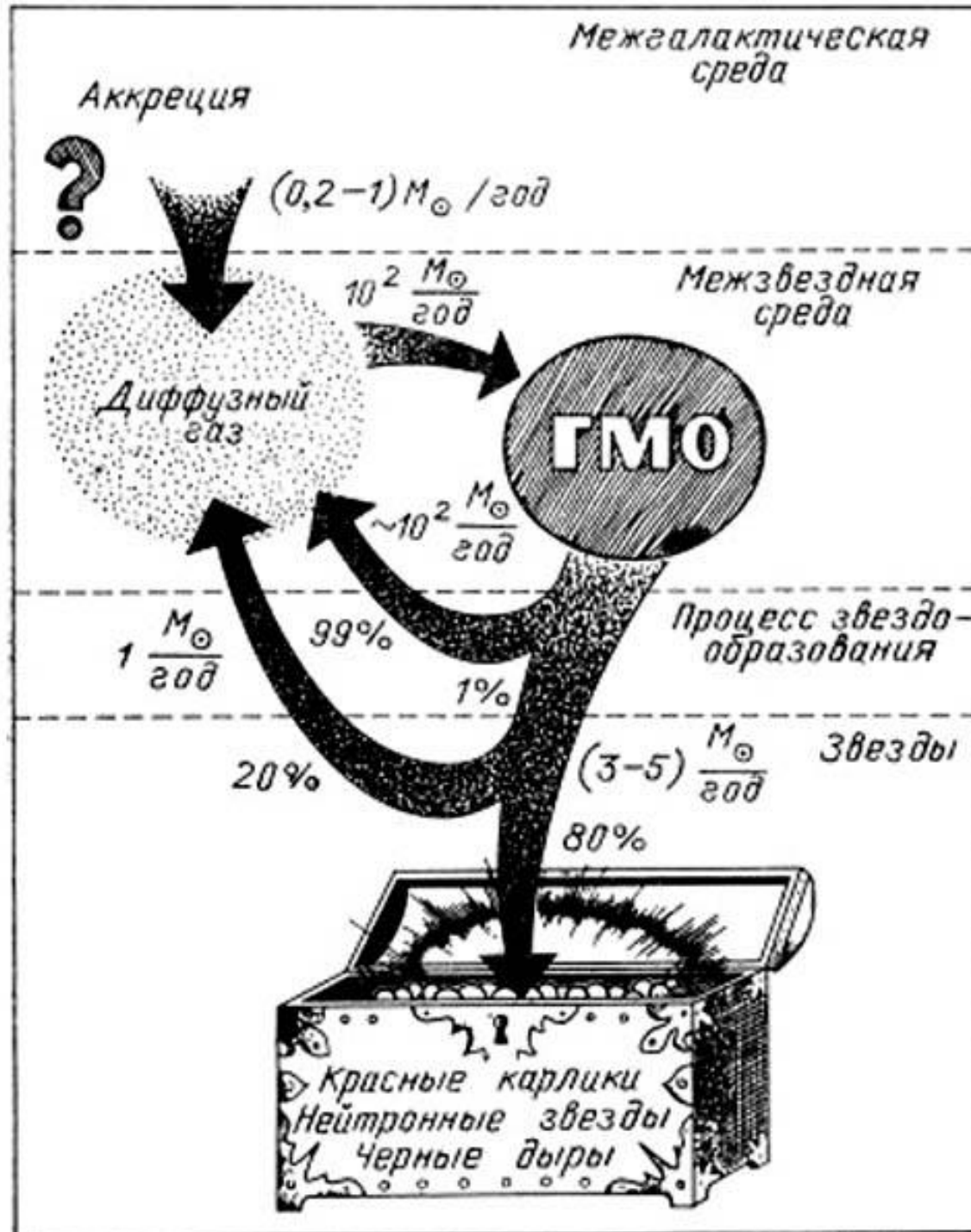


A spiral galaxy like our Milky Way acquires gas for star formation and recycles it through a massive gaseous halo.



Потоки газа в Галактике

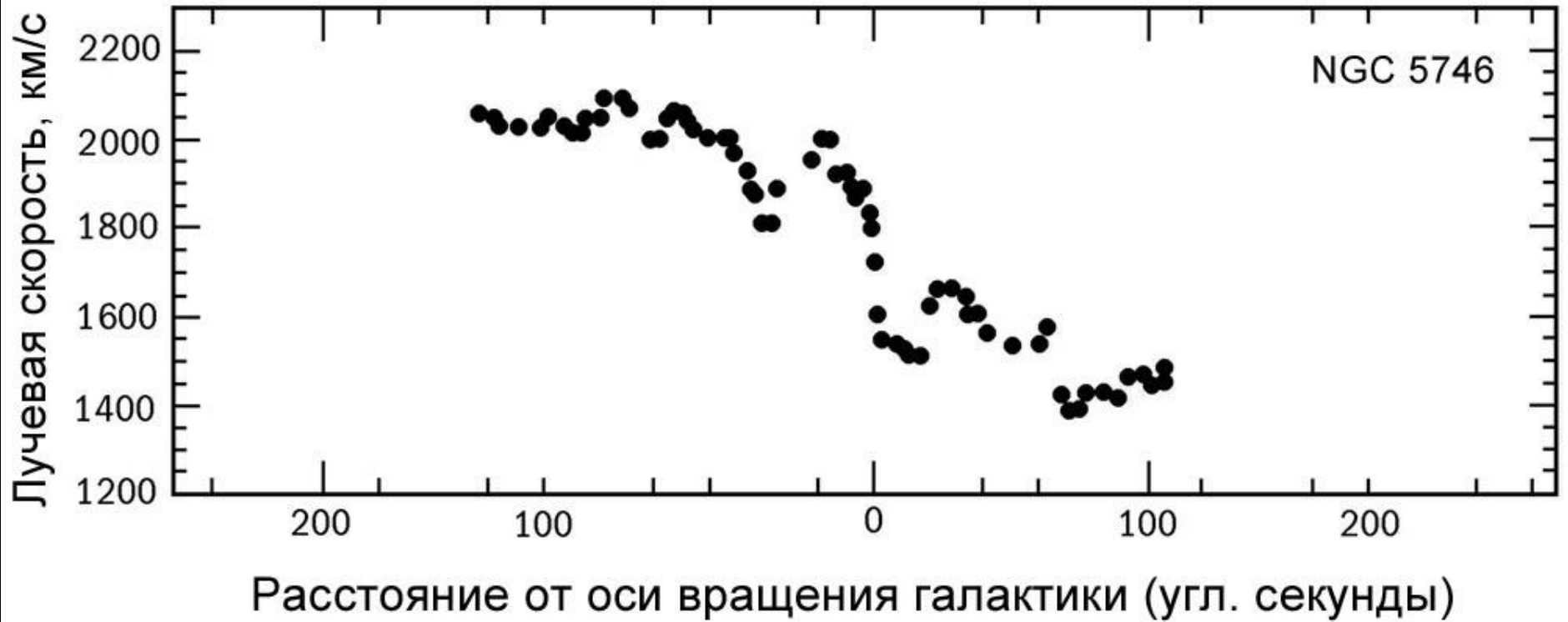
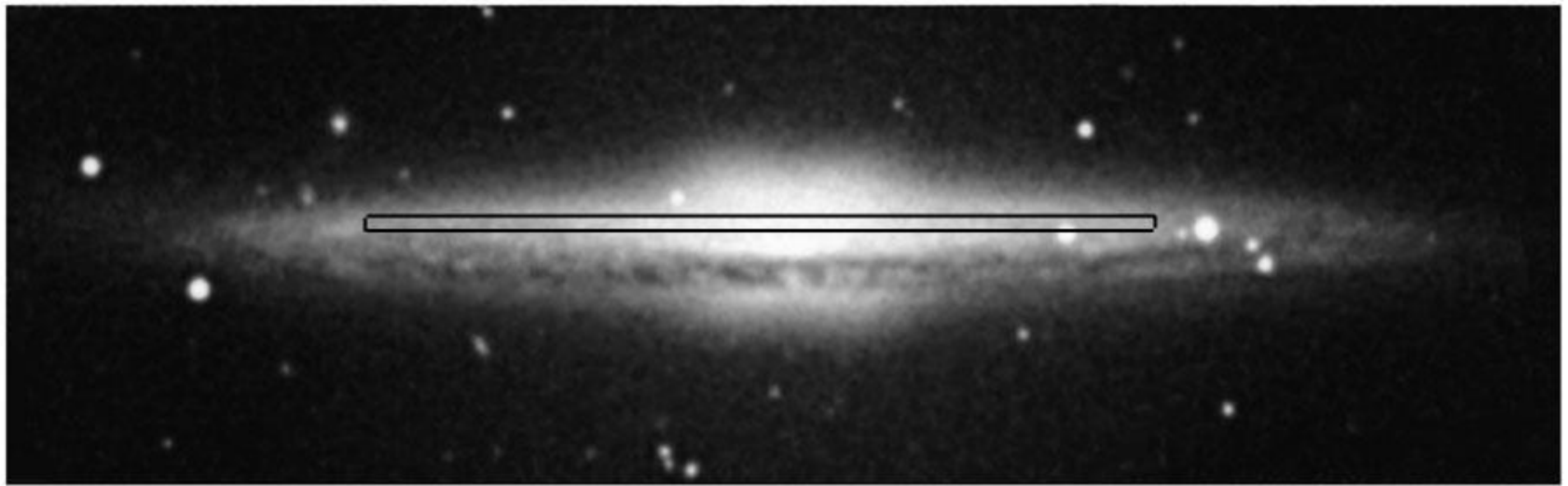


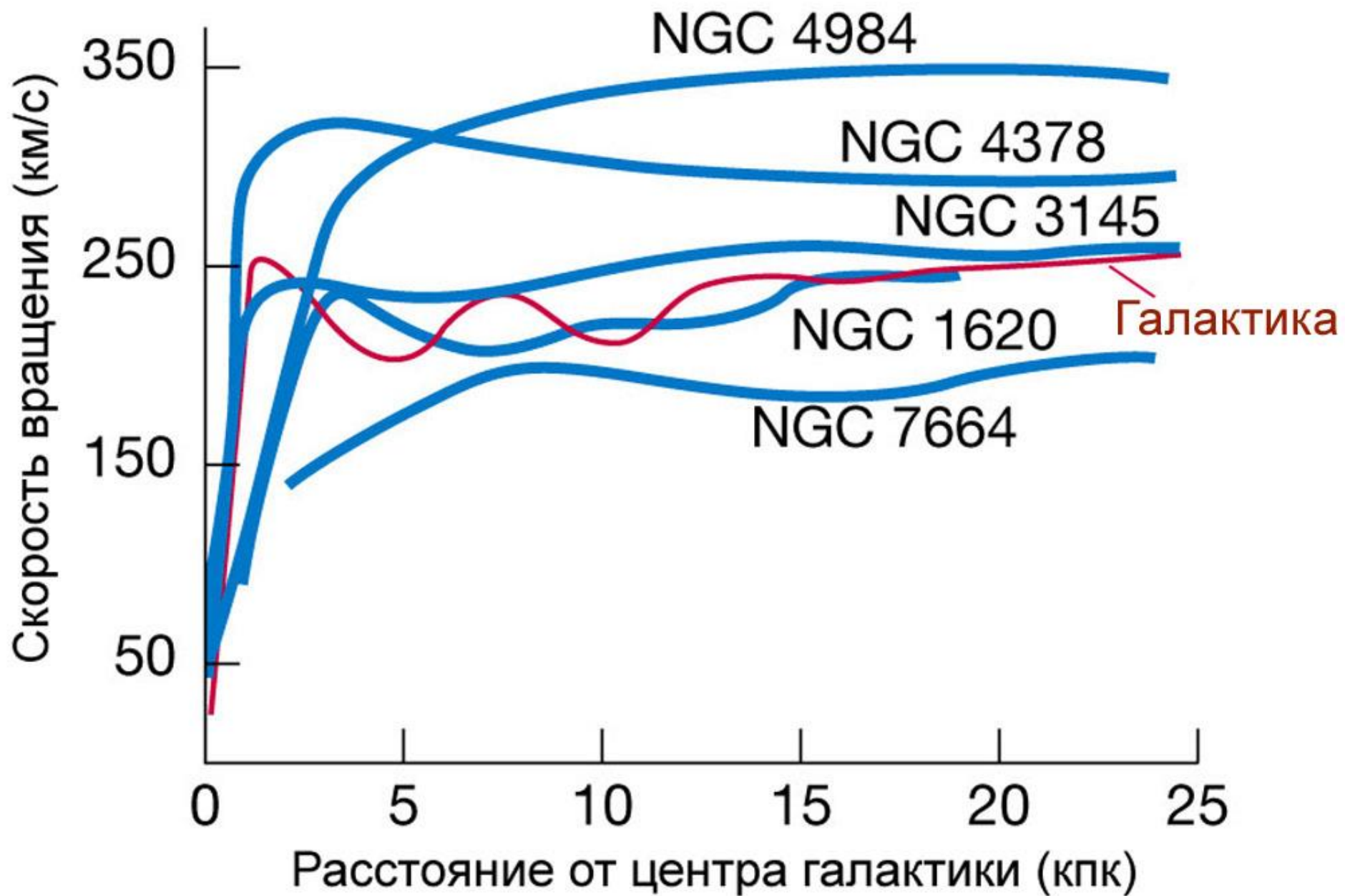


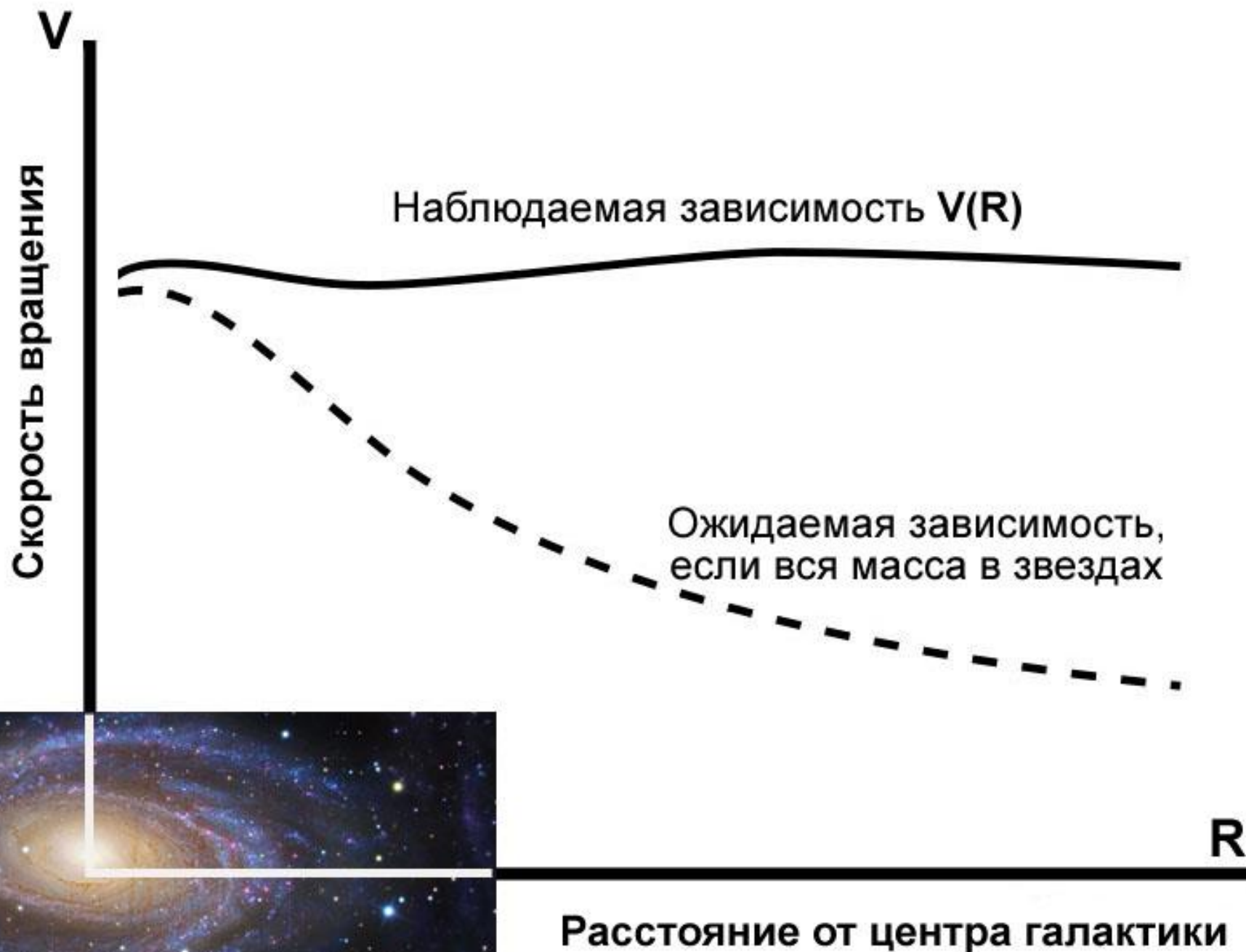
Круговорот
вещества
в Галактике

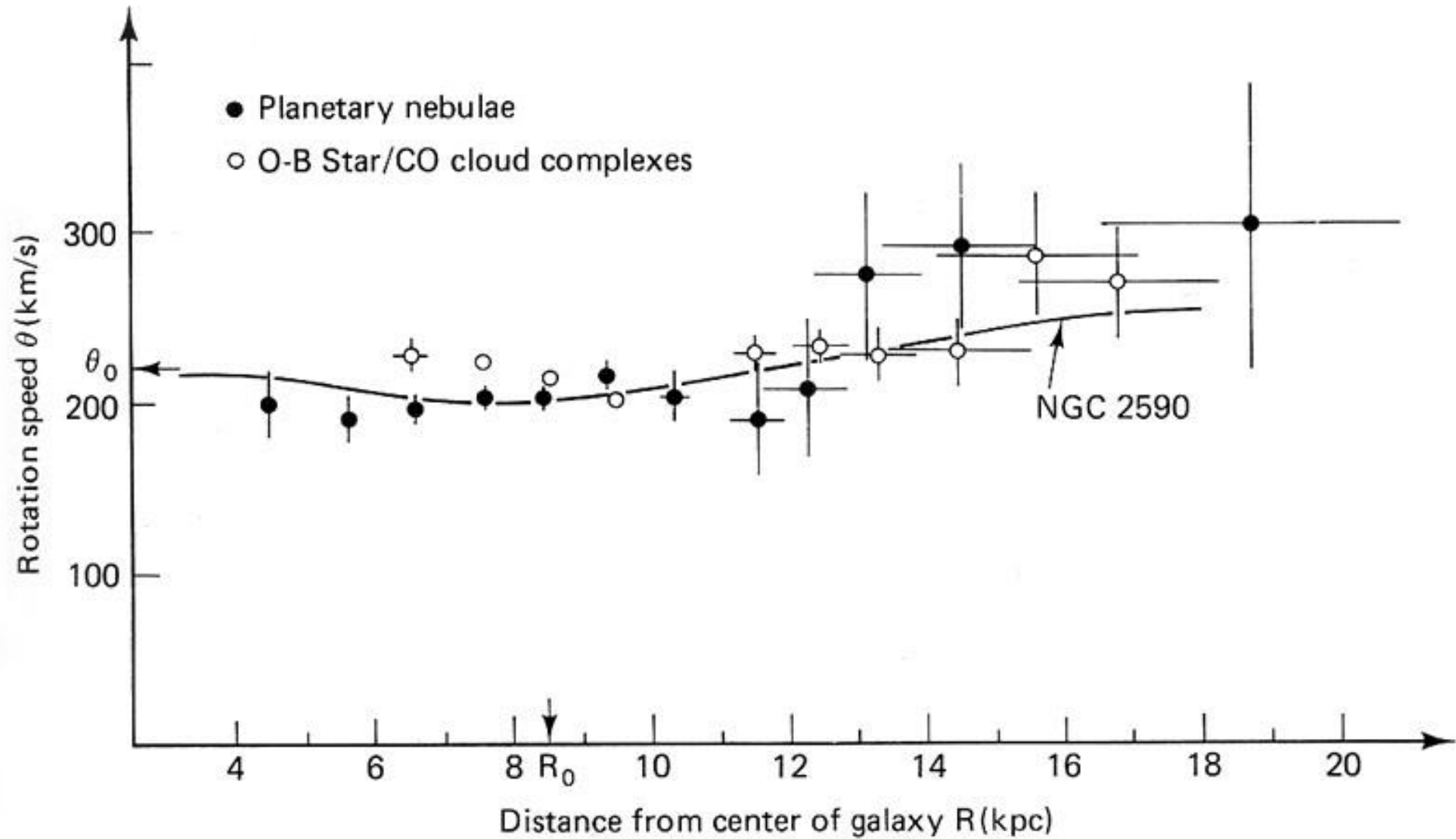


Наблюдатель



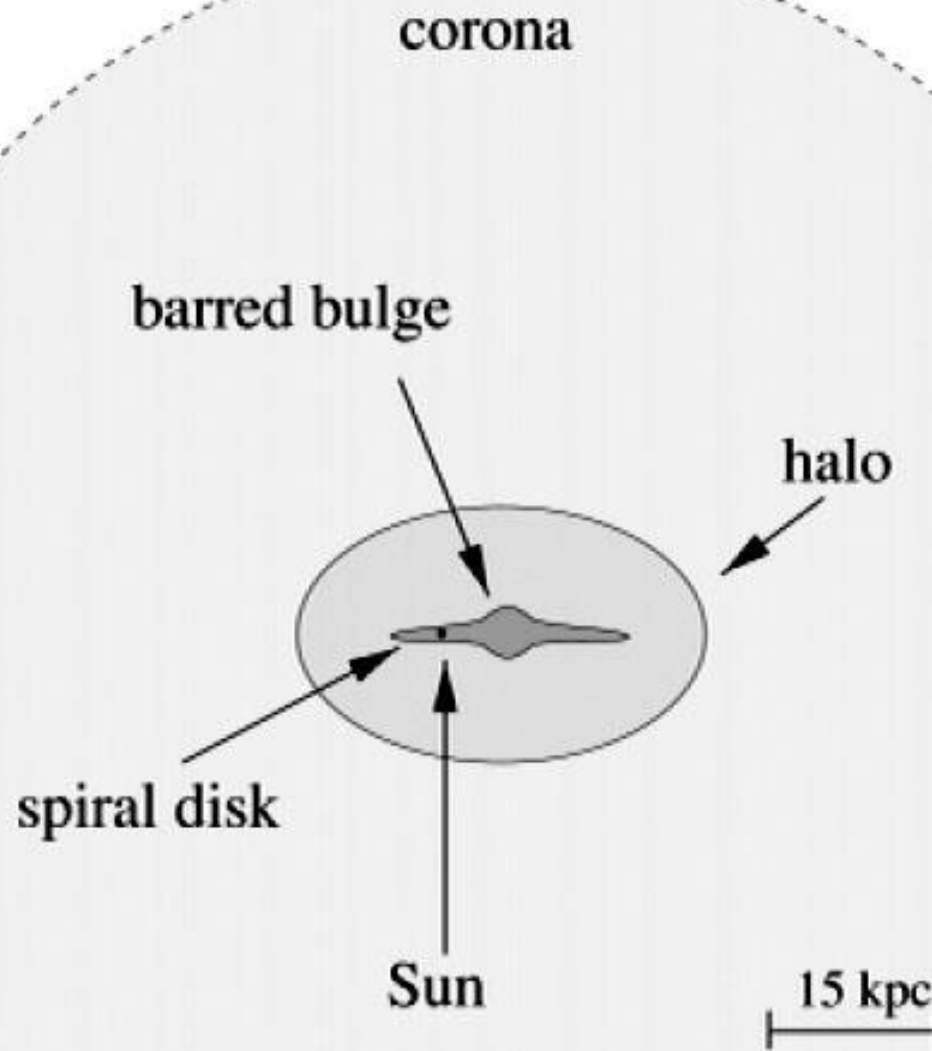




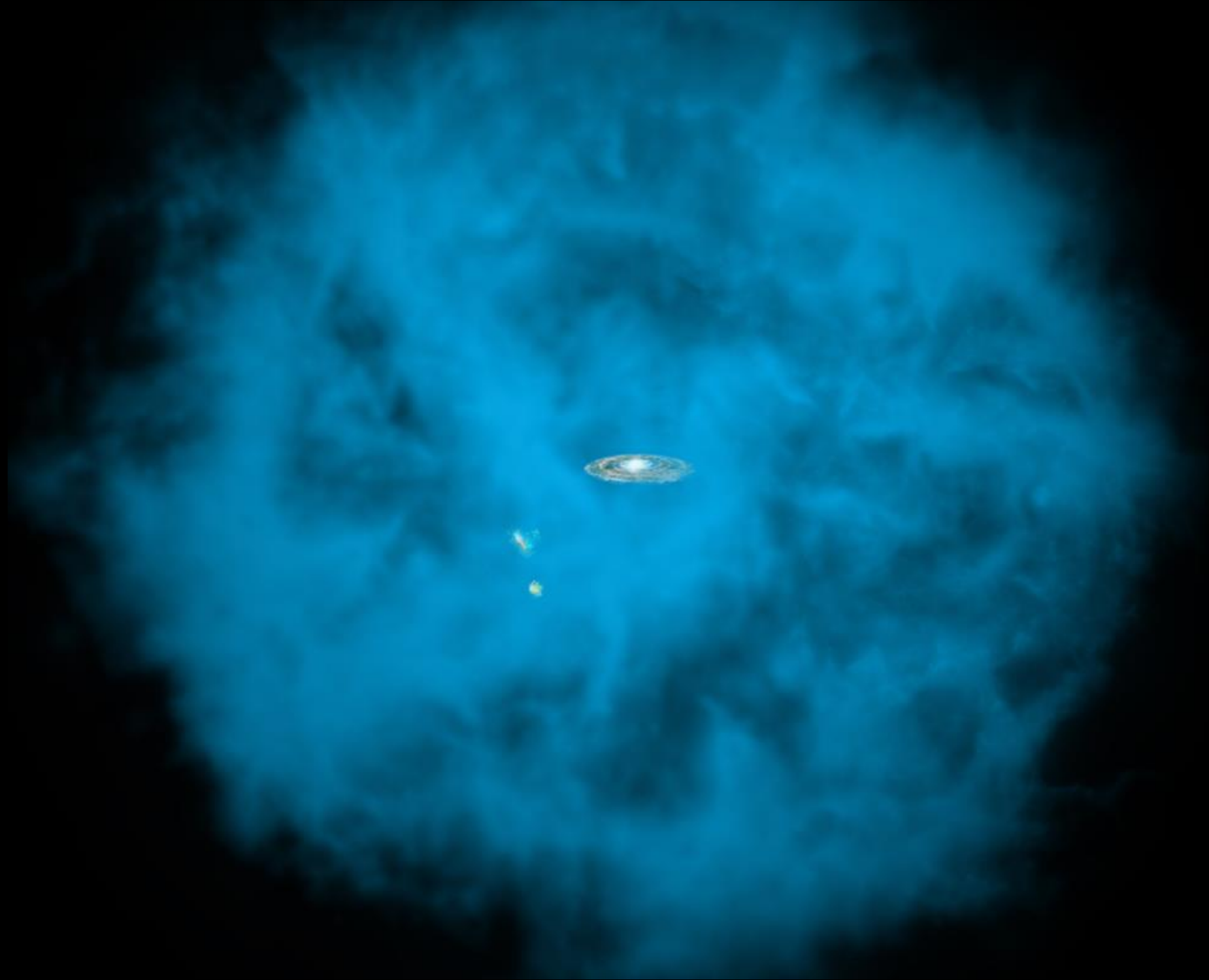


Кривая вращения Галактики в области $R > 4$ кпк по данным о молодых звездных комплексах и планетарных туманностях

Основные структурные компоненты Галактики



Диск Галактики показан с ребра.
В пределах короны находятся Магеллановы Облака и несколько карликовых галактик

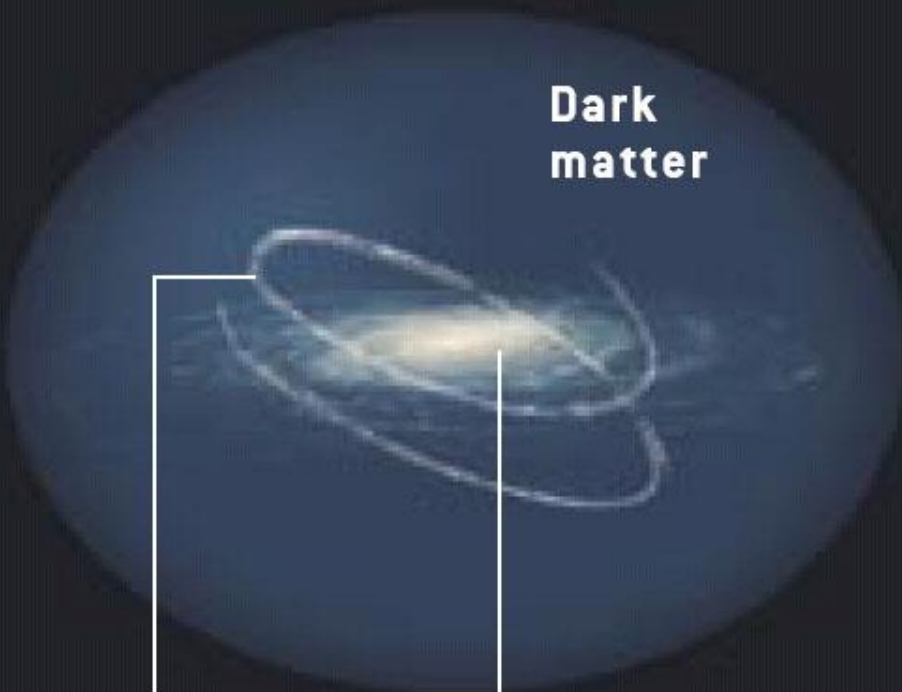




Орбита потока позволяет оценить форму темного гало Галактики

▼ THEORETICAL PREDICTION

DARK MATTER FORMS AN ELLIPSOID



**Star stream
corkscrews
around galaxy**

Galaxy

▼ OBSERVATIONS

DARK MATTER FORMS A SPHERE



**Star stream
lies in a plane**



АСТРОНОМИЯ И АСТРОФИЗИКА

ГАЛАКТИКИ

ГАЛАКТИКИ



В начале XXI века астрономия остается в авангарде естествознания. Вместе с физиками астрономы работают над фундаментальными проблемами, способными изменить наше представление о природе. До сих пор не раскрыты тайны «темного вещества», составляющего основную массу галактик, и «темной энергии», ускоряющей расширение Вселенной. Не выяснены механизмы взрывов звезд и активности ядер галактик. Нет общепринятых теорий происхождения планет, галактик и самой Вселенной. Но работа во всех этих направлениях идет в нарастающем темпе, и каждый день приносит удивительные открытия.

