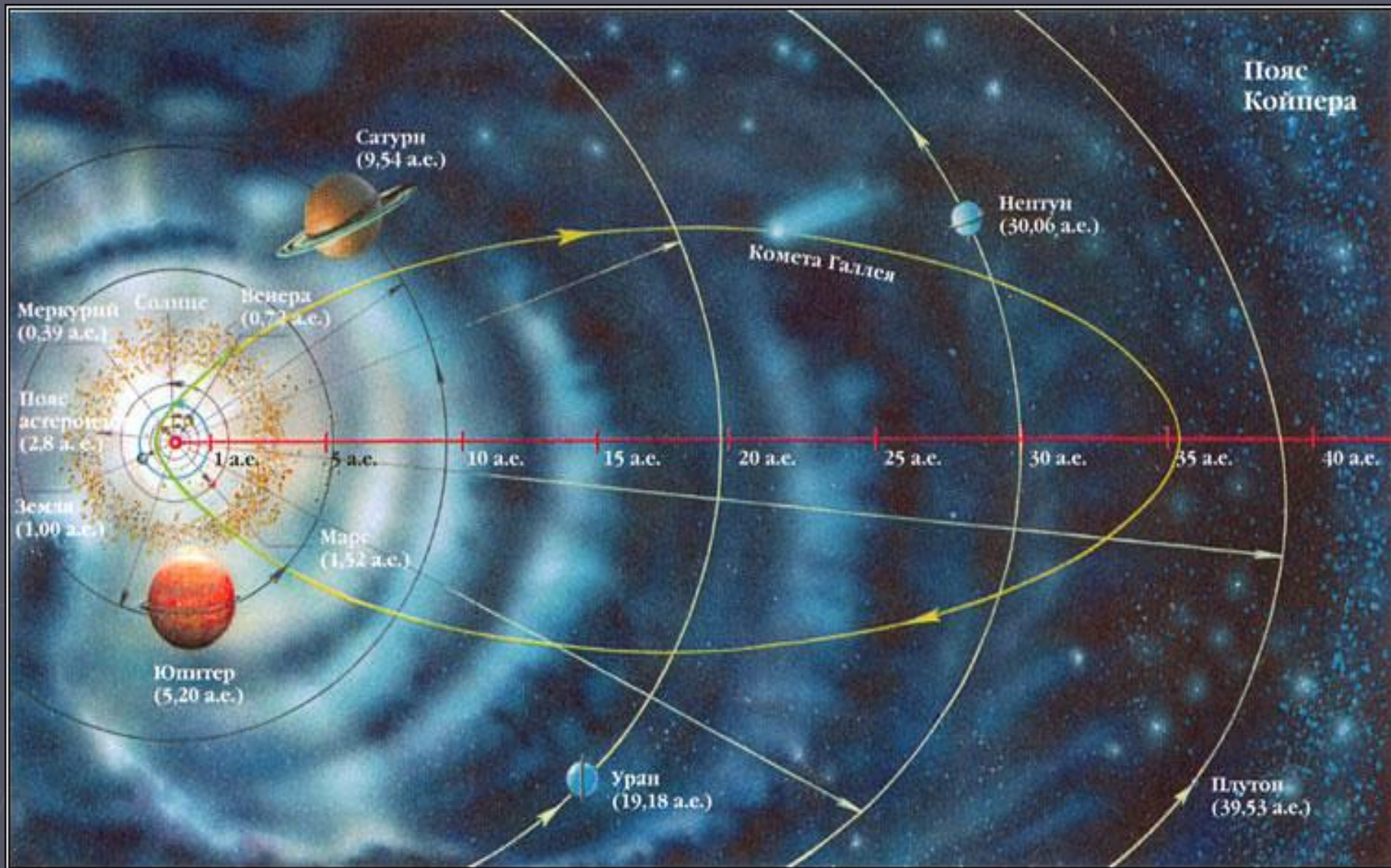


Солнечная система и процесс ее самоорганизации



Процесс образования Солнечной системы является случайным, поскольку планетные системы есть у многих звезд.



THE MILKY WAY

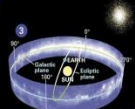


Home galaxy of Earth, the Milky Way is a spiral-shaped system of a few hundred billion stars. Bright regions of recently formed stars highlight its arms, while older stars explode or expel their outer layers as beautiful planetary nebulas, then fade away and die. A thick swarm of orange and red stars marks the galactic bulge, encapsulating the star-packed galactic center. At its core may lie a black hole, a region so dense that not even light can escape its gravitational pull. All objects in the Milky Way orbit the galactic center, much like planets in Earth's solar system revolve around the sun. But the scale is staggering: Light from a star at one edge of the galaxy takes about 100,000 years to reach the opposite side.

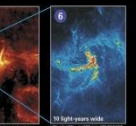
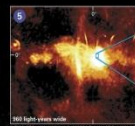
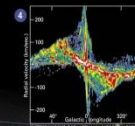


GUIDE TO THE GALAXY

- 1 Far beyond the galactic disk, yet drawn by its gravity, lone stars and globular clusters wander the galaxy's halo. Regions of dark matter— unseen but felt through its gravitational effects— extend beyond that.
- 2 Vast clouds of interstellar dust block much of our night sky view of the Milky Way, which from our position in the flat galactic disk appears as a fuzzy band of light. Infrared satellites can see through the dust to reveal the galaxy's structures.
- 3 Earth's orbit around the sun sees it at a severe angle to the galactic plane.



Why view of the Milky Way, which from our position in the flat galactic disk appears as a fuzzy band of light. Infrared satellites can see through the dust to reveal the galaxy's structures.



A TURBULENT HEART

- 4 A graph based on a radio survey reveals the whirlpool motion of molecular gas in the inner part of our galaxy, gas moving away from Earth (top) and toward Earth (bottom) with the clockwise gas appears white, near dense, blue.
- 5 Massive amounts of energy are released near the center of the Milky Way, producing electrons that race along magnetic field lines, illuminating remnants of stellar explosions.
- 6 Probing even deeper into the center, a radio image detects a spiral of hot gas that is falling toward what may be a black hole some 2.6 million times as massive as the sun.

This computer-generated image of the Milky Way—the perspective of a 9.3-D model recently compiled for National Geographic—incorporates the actual positions of hundreds of thousands of stars and nebulas.

- 1 Globular star cluster
- 2 Interstellar gas and dust
- 3 Nebulae
- 4 Young star region (H II zone)
- 5 Molecular cloud
- 6 Galactic bulge or center (after our region)

Reference numbers for galaxies, nebulas, and star clusters (M= Messier Catalog; NGC= New General Catalog; CO= Carbon Monoxide)

PLANETARY NEBULA M2-9



Event telescopes of the Milky Way, colorful nebulas and star clusters are found throughout Earth's galaxy. Even a cloud of dust may eventually produce a nebula of surprising beauty. Just as our sun will do in its death throes some five billion years from now, these stars are transformed into the red giant and then into the white dwarf (M2-9 shown). At its center shines a small, hot core, which will cool and fade over eons to come. As stellar wind, streams of charged particles, rushes outward in opposite directions, like exhaust from back-to-back jet engines. This bipolar outflow, powered by the hot core, is common among planetary nebulas. Ultraviolet light from the star heats M2-9's gases and makes them glow. Other typical nebulas exist in our galaxy, including dark nebulae rich in microscopic dust that blocks our view of stars beyond. When a star slings a dark nebula, the dust particles reflect sunlight and the black

retires, however, every star in the cluster is about the same size, billions of years older than our 4.6-billion-year-old sun. Peering between dust clouds toward the central bulge of the Milky Way, the Hubble Space Telescope, focused on a rare clear region in the Sagittarius star cloud (shown right), shows here in this color, about 20,000 times wider than Earth's

than the sun. They sparkle like an assortment of gems on a jeweler's velvet pad. In some dark clouds, dark slugs of interstellar dust, meeting a glowing star, form a ring of dust and gas, some become factories for interstellar dust. Celestial dust, the remnants of the last giant stage—

planet (M2-9 shown), surrounded the tiny hot center star of NGC 7027 (shown right). Brown outward, the space would obscure our view of the center of NGC 7027 were it not for this remarkable composite image in infrared and

visible light from the Hubble Space Telescope. The star, a red dwarf, is a stellar dust cloud (right), drawn over long regions along the central plane of the Milky Way. They are not black and smooth but seem as if they are head on a glass of beer. Surprising shock waves and stellar wind from

swirling stars may have shaped this surprising pattern. When a massive star comes to the end of its stellar fuel supply, it collapses and then rebounds in a brief, powerful explosion, or supernova. The Chinese called these celestial fireworks "new stars" and recorded one such event in the constellation Taurus in July 1054 that was visible in broad daylight.

In that location today astronomers find the faint, expanding Crab Nebula (left), a supernova remnant. At its heart lies a pulsar—a collapsed star—whirling 30 times a second. Scintillating galaxies of the Milky Way, not equally remarkable celestial phenomena. In the Large Magellanic Cloud (shown right), 160,000 light years from

Earth, clumps, filamentary clouds of hydrogen gas reveal their maddening march in a radio map from the Arecibo Telescope Compact Array. The deeper half of the cloud (left) is twisting toward the Earth while the top half is twisting away. The galaxy's bright emission nebulae mark regions where new stars are forming. The Lagoon Nebula, below, glows 5,000 light years distant, is easily detected with the naked eye as a "Jewel Box" in the southern constellation Sagittarius. Wide-field images show that it covers more of

the sky than does the full moon. Where dark areas once only a vast dark cloud, radiation from the brightest and most massive young stars in the nebula, Herschel 36, heats and ionizes the gas across a wide region. Despite the brightness of the Lagoon Nebula and similar objects like the famous Orion Nebula, such areas are usually little more than hot blisters on the flanks of giant interstellar clouds.

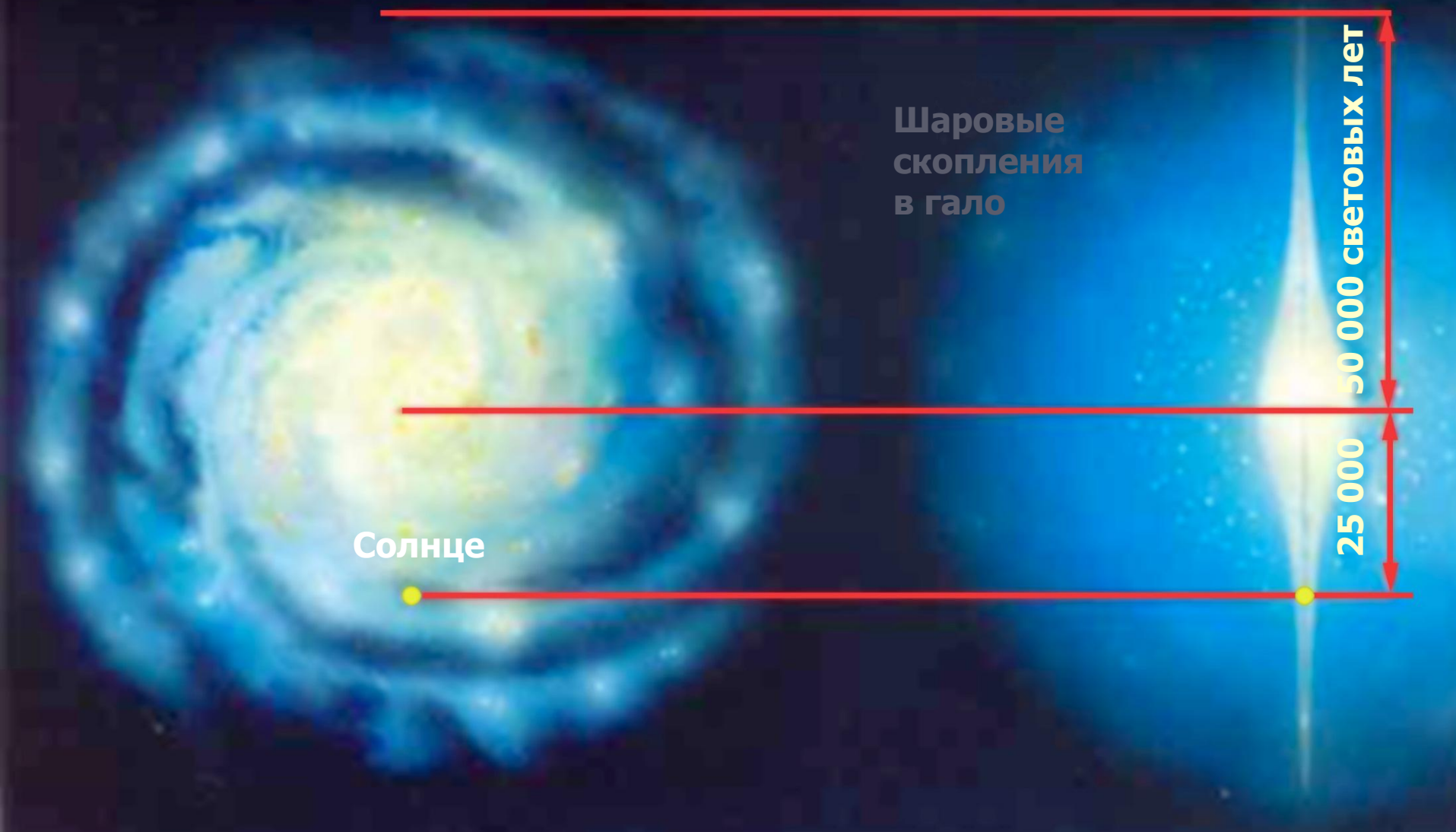
With new tools, astronomers are unraveling the nature of the Milky Way and measuring distances to stars and nebulas with greater accuracy. Still, they ask, how did the Milky Way form in the first place? How and when did the sun form? How many more planets circle nearby stars besides the 152 already discovered? And the biggest question of all: Do any of them harbor life?

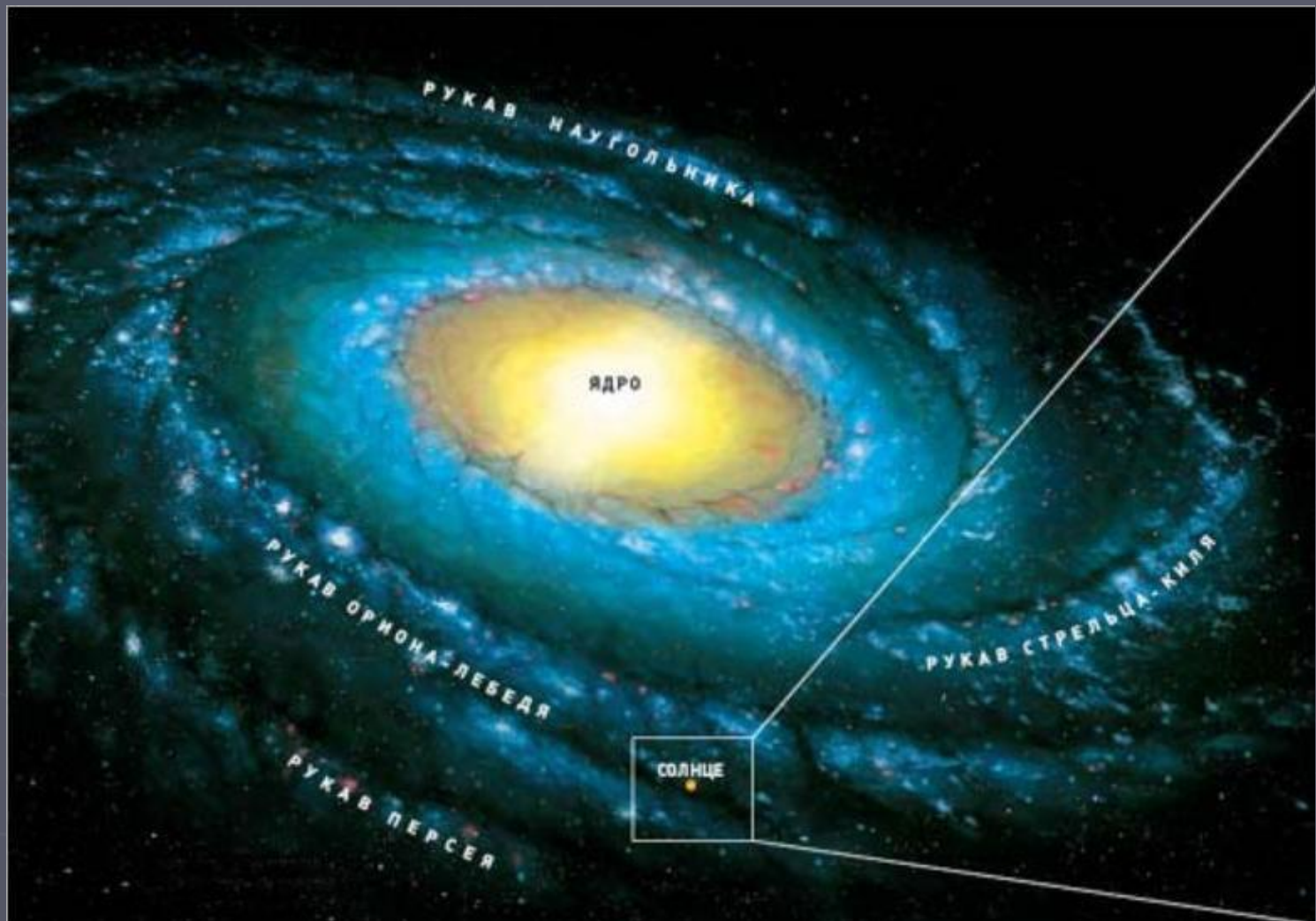
LAGOON NEBULA



With new tools, astronomers are unraveling the nature of the Milky Way and measuring distances to stars and nebulas with greater accuracy. Still, they ask, how did the Milky Way form in the first place? How and when did the sun form? How many more planets circle nearby stars besides the 152 already discovered? And the biggest question of all: Do any of them harbor life?

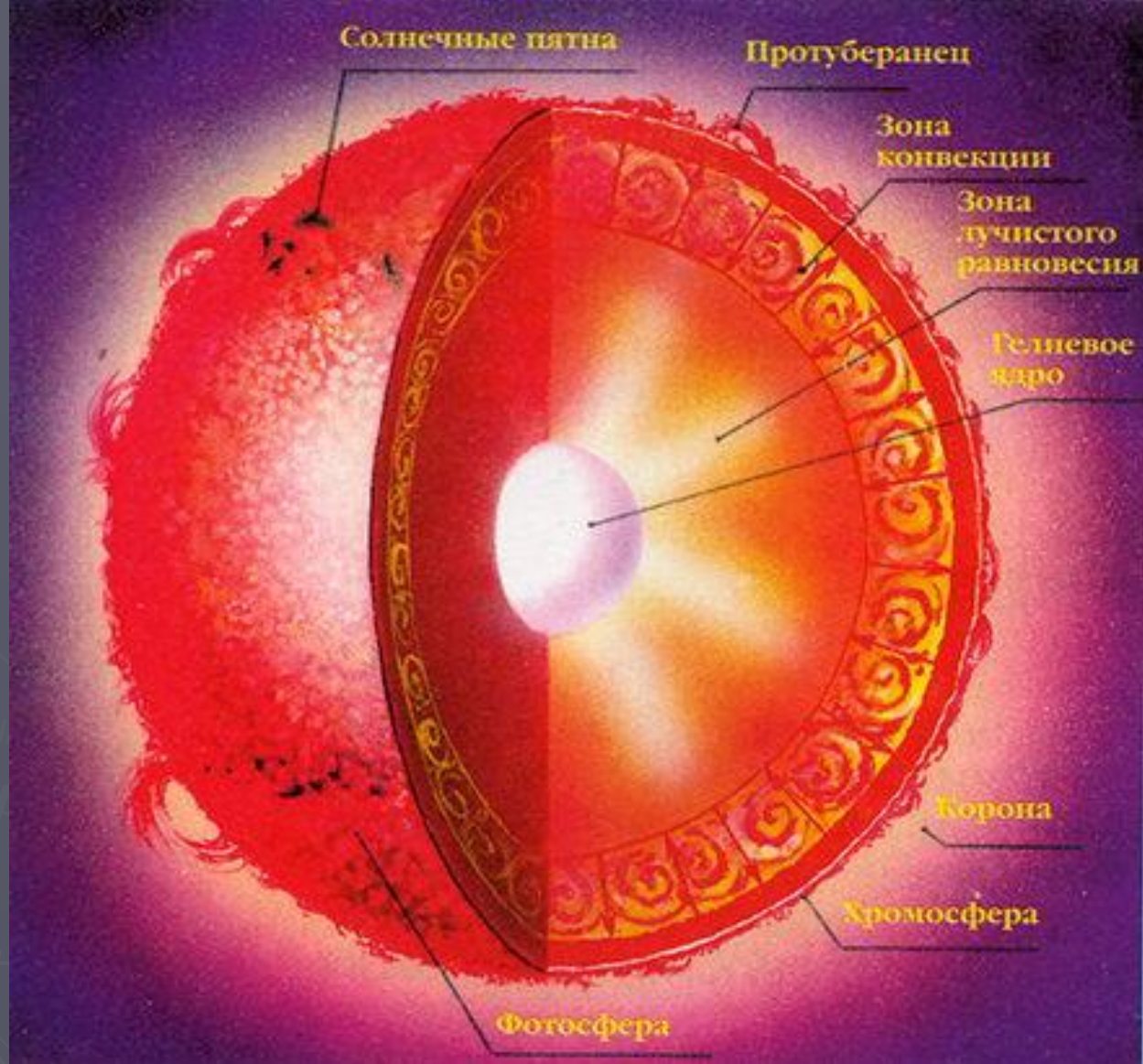
Положение Солнца в Галактике





Солнце — типичный желтый карлик, который расположен на периферии Млечного пути.

- ▶ Температура на поверхности – 6000 град. К
- ▶ Температура внутри – 15 000 град. К
- ▶ Возраст – 5 млрд. лет
- ▶ Обнаружено около 70 элементов, из них водород – 70 %, гелий – 28 %.
- ▶ ***Солнце*** – центральное и самое массивное тело Солнечной системы, в нем сосредоточено 99,8% массы Солнечной системы. Это раскаленный газовый шар, диаметром 1 391 000км.



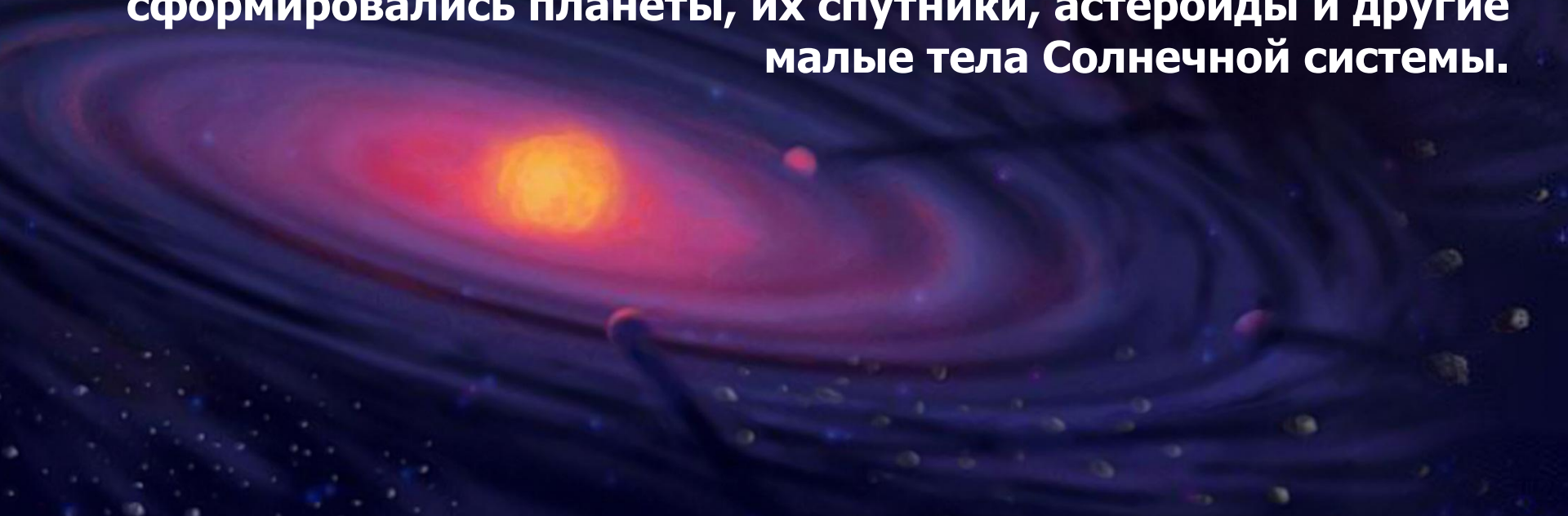
Морфологически Солнце можно разделить на 3 сферы:

- центральное ядро, где происходят термоядерные реакции.
- Зона конвекции – где происходит перемешивание вещества
- Атмосфера, простирающаяся далеко за пределы видимого диска Солнца.

Формирование Солнечной системы

Согласно общепринятой в настоящее время гипотезе, формирование Солнечной системы началось около 4,6 млрд лет назад

с гравитационного коллапса небольшой части гигантского межзвёздного газопылевого облака. Большая часть вещества оказалась в гравитационном центре коллапса с последующим образованием звезды – Солнца. Вещество, не попавшее в центр, сформировало вращающийся вокруг него протопланетный диск, из которого в дальнейшем сформировались планеты, их спутники, астероиды и другие малые тела Солнечной системы.

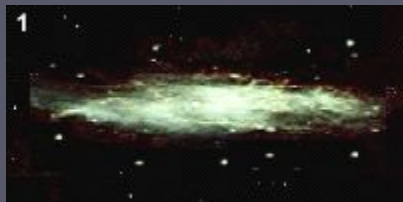


Последующая эволюция

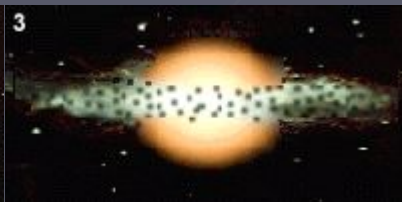
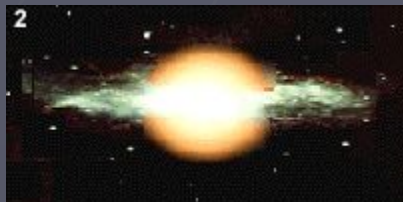
Раньше считалось, что все планеты сформировались приблизительно на тех орбитах, где находятся сейчас, однако в конце 20 — начале 21 века эта точка зрения радикально изменилась. Сейчас считается, что на заре своего существования Солнечная система выглядела совсем не так, как она выглядит сейчас. По современным представлениям, внешняя Солнечная Система была гораздо компактнее по размеру чем сейчас, Пояс Койпера был гораздо ближе к Солнцу, а во внутренней Солнечной системе помимо доживших до настоящего времени небесных тел существовали и другие объекты, по размеру не меньшие чем Меркурий.



Образование планет, комет и астероидов



На первой (рис. 1) фазе баланс между гравитацией, давлением и вращением вещества приводит к образованию сначала толстого, а затем все более уплотняющегося диска.



Далее в диске происходит фрагментация вещества на сгустки пыли (рис. 2 - 3).



Спустя примерно миллион лет пылевые сгустки слипаются в компактные тела астероидных размеров с близким к пылевому физико-химическому составу (рис.4). После этого примерно еще 100 млн. лет рой астероидов испытывает интенсивное перемешивание, сопровождающееся дроблением более крупных объектов и объединением (слипанием) мелких.



На этой фазе (рис. 5), собственно и формируются зародыши планет (планетезимали) земной группы - Меркурия, Венеры, Марса и Земли.



После этого, примерно еще за 200 млн. лет (рис.6) сформировались планеты группы Юпитера, аккрецировав на себя газ, не вошедший в менее массивные планеты земной группы. И, наконец, еще через 1 млрд. лет образуются самые удаленные от Солнца планеты - Нептун и Плутон, завершающие процесс формирования солнечной системы как целого.

Малые тела Солнечной системы - астероиды и кометы - представляют собой остатки роя "промежуточных" тел. Астероиды - это каменные тела внутренней околосолнечной зоны, кометы - каменисто-ледяные тела зоны планет-гигантов.



Формирование спутников

Естественные спутники образовались у большинства планет Солнечной системы, а также у многих других тел. Различают три основных механизма их формирования :

формирование из около-планетного диска (в случае газовых гигантов)

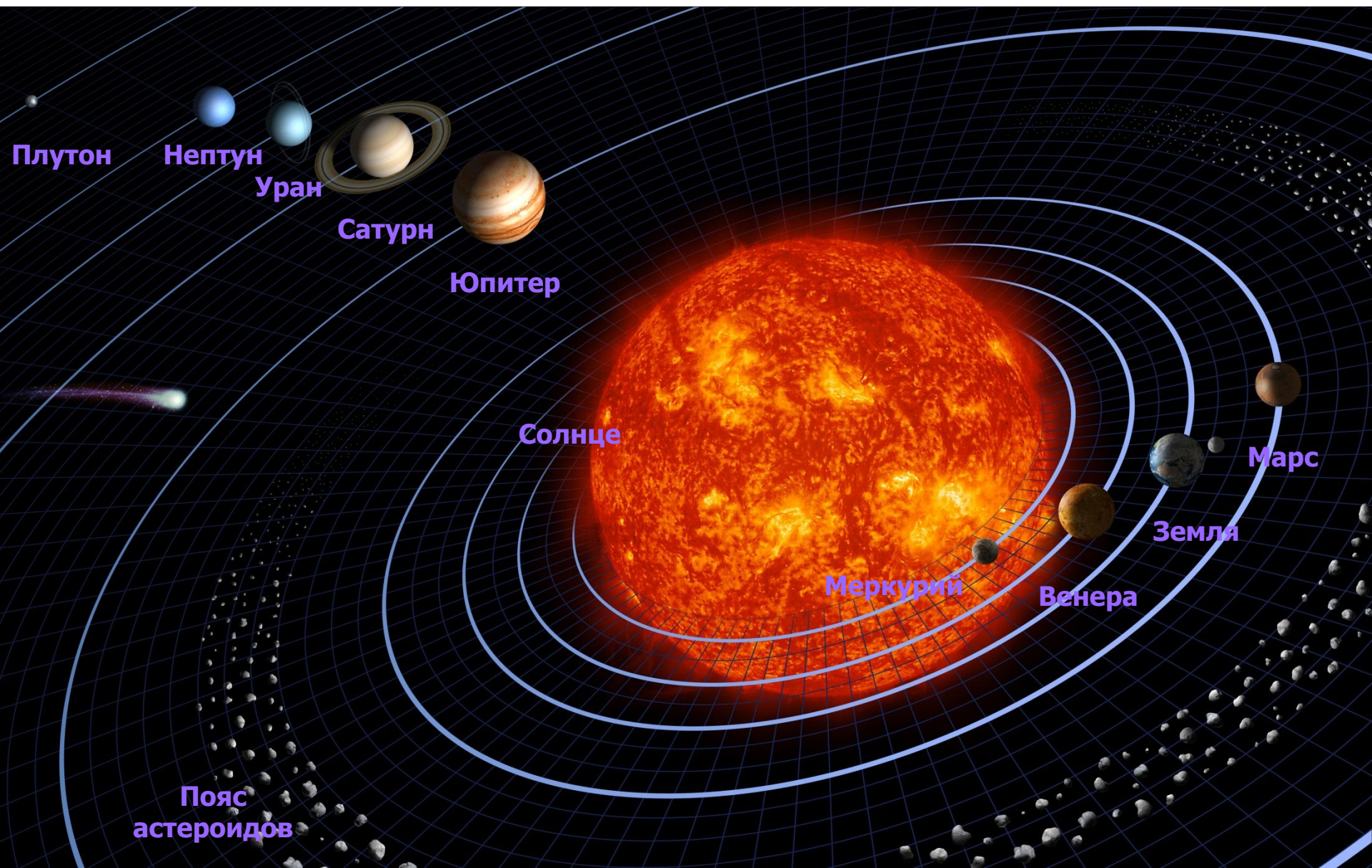
формирование из осколков столкновения (в случае достаточно крупного столкновения под малым углом)

захват пролетающего объекта

Юпитер и Сатурн имеют много спутников, таких как Ио, Европа, Ганимед и Титан, которые, вероятно, сформировались из дисков вокруг этих планет-гигантов по тому же принципу, как и сами эти планеты сформировались из диска вокруг молодого Солнца. На это указывают их большие размеры и близость к планете. Эти свойства невозможны для спутников, приобретённых путём захвата, а газообразная структура планет делает невозможной и гипотезу формирования лун путем столкновения планеты с



Современная Солнечная система



Солнечная система является частью Млечного Пути. Млечный путь — это спиральная галактика, диаметр которой 30 000 парсек (= 100 тысяч световых лет). Млечный Путь состоит из 200 миллиардов звезд. Земля находится на расстоянии около 8 тысяч парсек (27 тысяч световых лет) от галактического центра. То есть Земля лежит посреди пути от центра Галактики к её краю на окраине рукава Ориона — одного из спиральных рукавов Млечного Пути.

Солнце вращается вокруг центра Галактики и совершает полный оборот за 226 млн. лет. Скорость вращения Солнца при этом 220 км/с. 226 млн. лет называются в астрономии галактическим годом. Относительно галактической поверхности Солнце совершает вертикальные колебания, оно пересекает галактическую плоскость каждые 30 — 35 млн. лет и оказывается то в северном, то в южном полушарии.



Обстоятельства существования

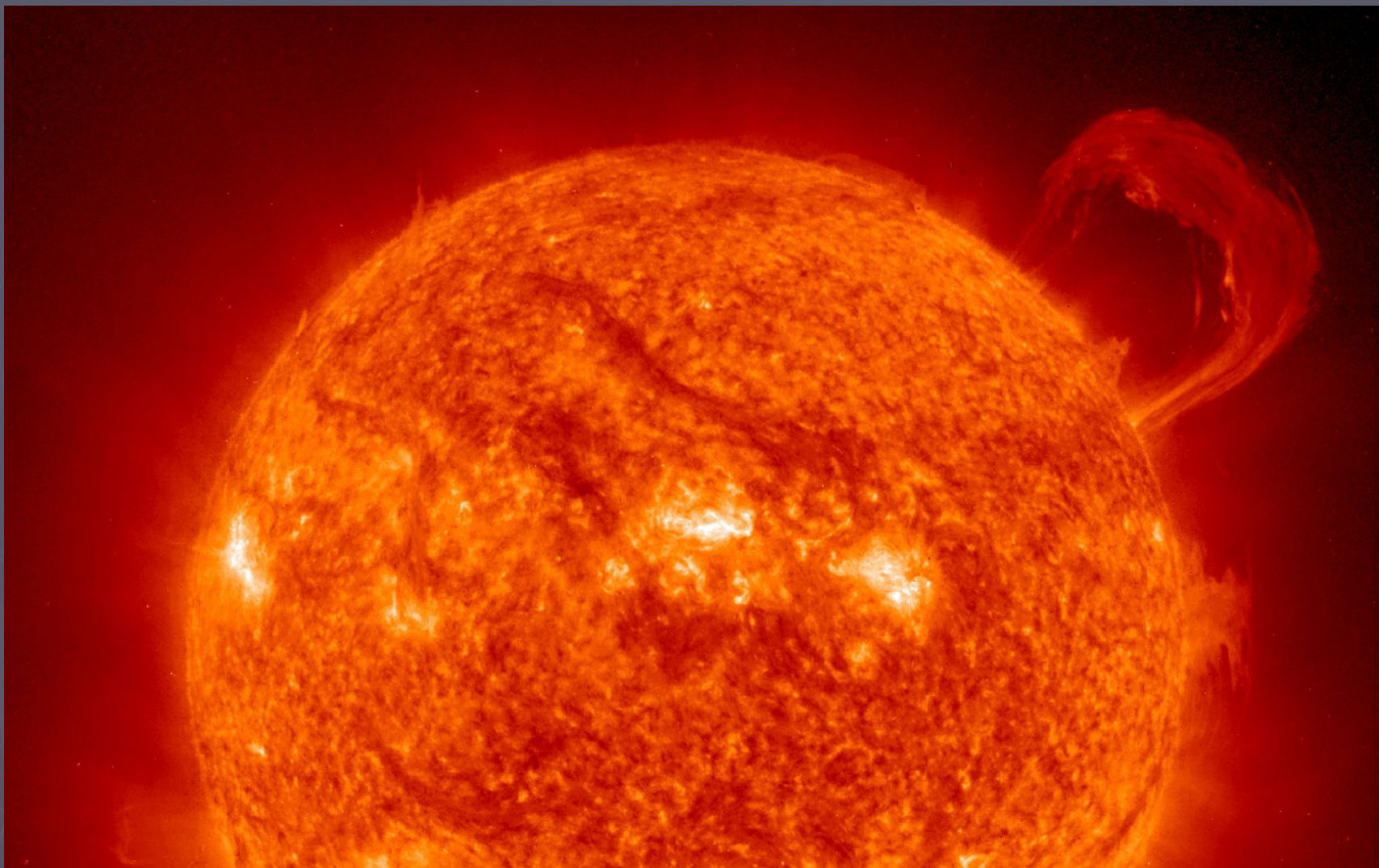
Солнечной системы

1. Все планеты и подавляющее число астероидов вращаются вокруг Солнца в одну сторону, совершая свой путь по почти круговым орбитам (последнее неверно для Плутона и Меркурия);
2. Все планеты, кроме Венеры, Урана, и Плутона вращаются вокруг своей оси в ту же сторону, в которую движутся по своей орбите;
3. Почти все спутники вокруг своих планет также соблюдают постоянство вращения в одну сторону, однако, тут исключений больше;
4. Орбиты планет расположены вблизи одной плоскости, близкой к плоскости экватора Солнца;
5. Средние расстояния от Солнца до планет подчиняются закону Тициуса-Бодде, за исключением Нептуна и Плутона;
6. Плоскости орбит спутников, за несколькими исключениями, совпадают или близки к плоскости экваторов своих планет;
7. Планеты разделились на две группы: земную и гигантов, при этом, первые меньше по размерам и массе, у них мало спутников, больше плотность, особый химический состав и они расположены ближе к Солнцу;
8. Планеты земной группы, имеющие твёрдую поверхность, по форме близки к шару; подобное же свойство есть и у планет-гигантов, которые лишь больше сплюснуты у полюсов;
9. Большая часть астероидов расположилась между орбитами Марса и Юпитера, а также за орбитой Нептуна;
10. Почти все кометы имеют вытянутые орбиты, иногда даже параболические и гиперболические. Эти орбиты могут быть по-разному ориентированы в пространстве;
11. На Солнце приходится почти вся масса Солнечной системы, однако, момент количества движения её почти весь «достался» планетам.

Будущее

По оценкам астрономов Солнечная система не будет претерпевать экстремальных изменений до тех пор, пока Солнце не израсходует запасы водородного топлива. Этот рубеж положит начало переходу Солнца с главной последовательности диаграммы Герцшпрунга — Рассела в фазу красного гиганта. Однако и в фазе главной последовательности звезды Солнечная система продолжает эволюционировать. В длительном будущем самые большие изменения в Солнечной системе будут связаны с изменением состояния Солнца вследствие его старения. По мере сжигания Солнцем запасов водородного топлива оно будет становиться всё горячее, и, как следствие, будет расходовать остатки водорода всё быстрее. В результате этого Солнце будет увеличивать светимость на 10 процентов каждые 1.1 миллиардов лет.[39] Спустя 1 миллиард лет из-за увеличения солнечного излучения его околозвёздная обитаемая зона сдвинется за пределы современной земной орбиты: поверхность Земли разогреется так сильно, что на ней станет невозможным присутствие воды в жидком состоянии. Испарение воды с поверхности океанов создаст парниковый эффект, что приведет к ещё более интенсивному разогреву Земли. В этой фазе существование жизни на земной поверхности станет невозможным





Поверхность Солнца. Протуберанец и солнечные пятна.

Модели образования Солнечной системы

- ▶ Ко второй половине XX века был накоплен значительный эмпирический материал о поведении молодых звезд, о планетах Солнечной системы.
- ▶ Предполагается, что первоначальная масса газопылевого комплекса, из которого возникла Солнечная система составляла 2 – 10 солнечных масс.
- ▶ Под действием сил гравитации он начал сжиматься, его плотность и температура постепенно увеличивались, возникали неоднородности, и в результате комплекс разорвался на отдельные фрагменты.
- ▶ Выделилось: *протосолнце, протопланетное облако*

Однако представляется вероятным, что в этот период начнет постепенно повышаться температура поверхности Марса. Вода и углекислый газ, замороженные в недрах планеты, начнут высвобождаться в атмосферу, и это приведёт в созданию парникового эффекта, ещё более увеличивающему скорость разогрева поверхности. В результате атмосфера Марса достигнет условий схожих с земными, и таким образом Марс вполне может стать потенциальным убежищем для жизни в будущем.







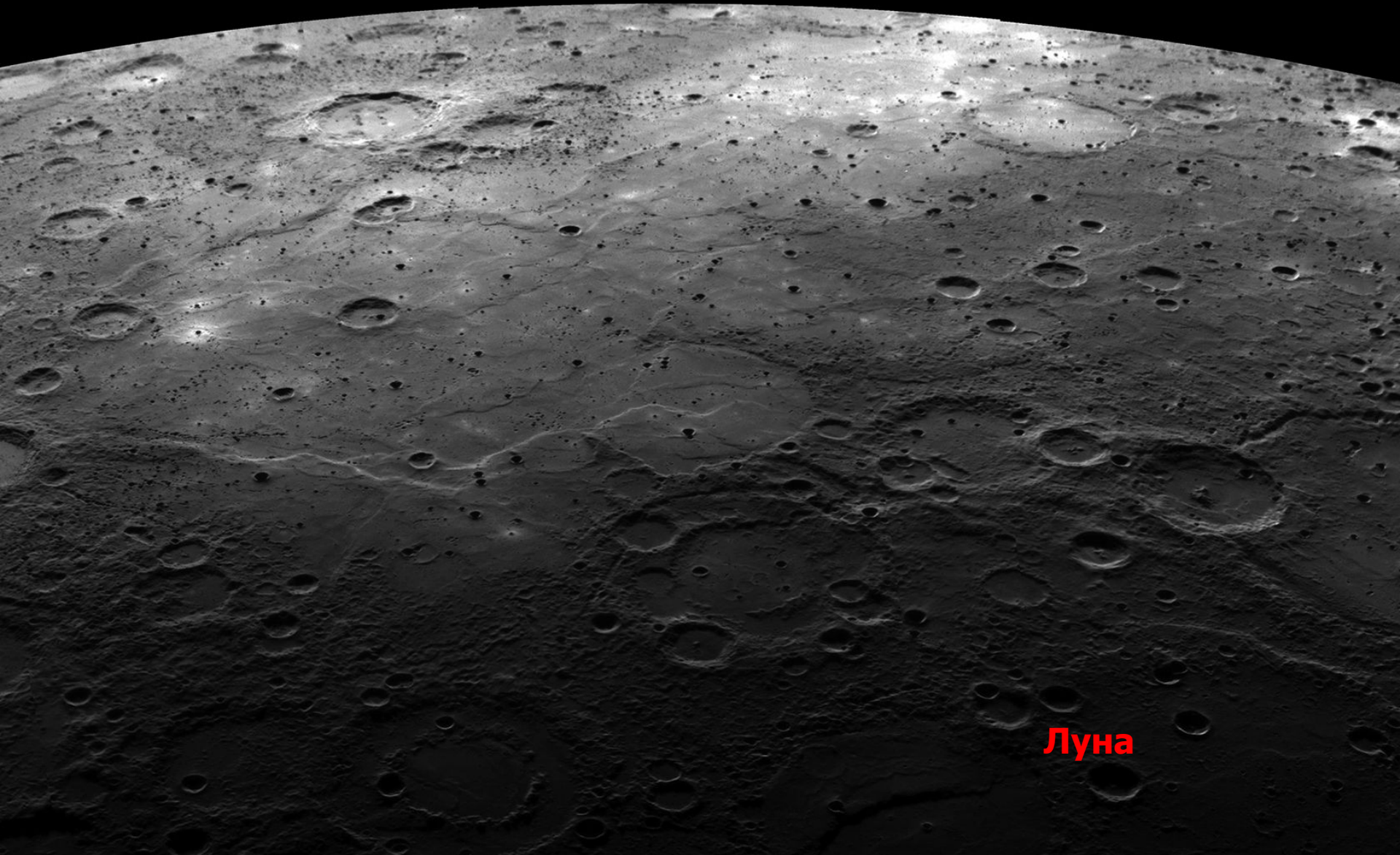
**Спиральная
галактика**





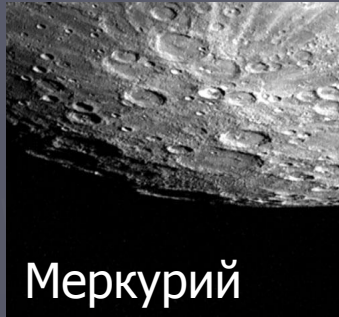


Скопление Плеяд



Луна

Солнечная система



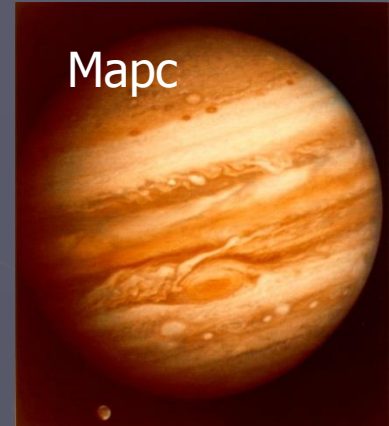
Меркурий



Венера



Земля



Марс



Сатурн



Нептун



Юпитер



Уран

Плутон

Малые тела Солнечной системы



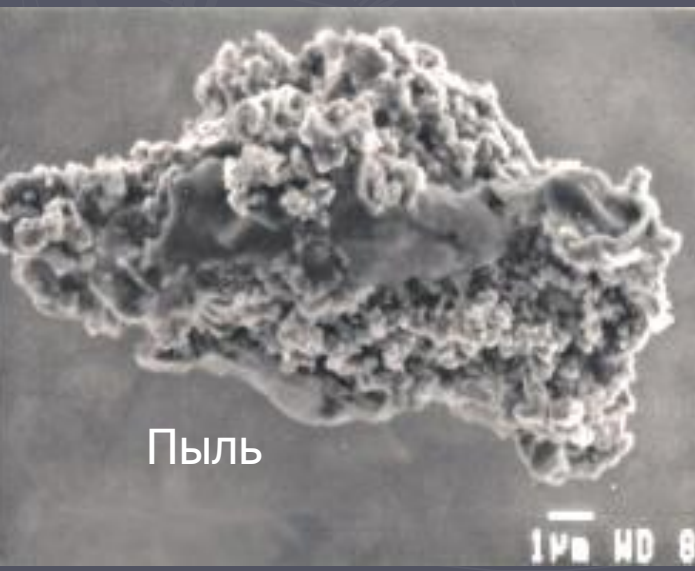
Астероиды



Плутон



Метеорит Нахла



Пыль



Комета Галлея

Спутник Земли - Луна

