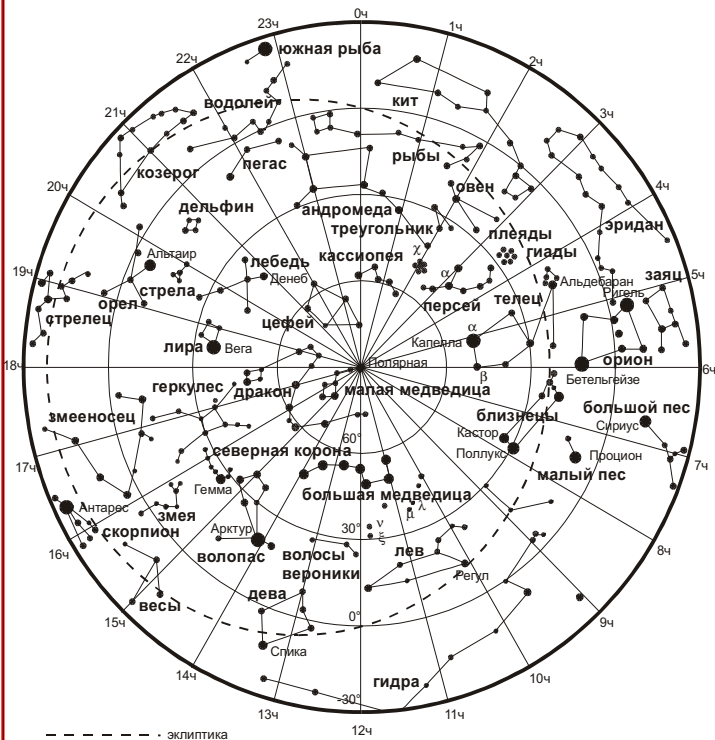


## звездное небо северного полушария

от полюса до склонения  $-30^\circ$



звездные величины



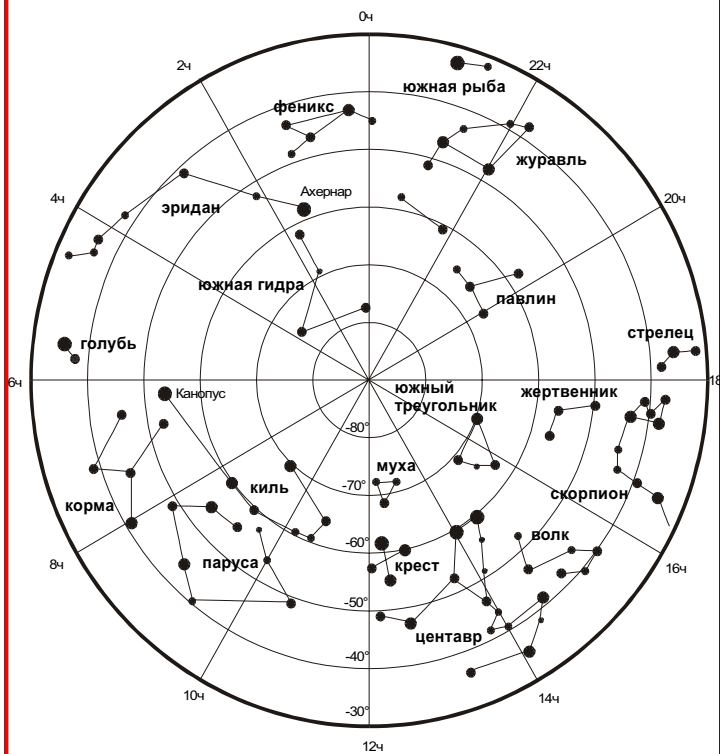
Числа на кромке карты указывают часы прямого восхождения

скорпион - созвездие

Сириус - звезда

## звездное небо южного полушария

от полюса до склонения  $-30^\circ$



звездные величины

● ● ● ● ●  
0,0 1,0 2,0 3,0 4,0

крест - созвездие

Ахернар - звезда

Числа на кромке карты указывают часы прямого восхождения

## Календарь Вселенной

**Начало** – расширение Вселенной началось так называемым Большим Взрывом от сингулярного состояния – состояния с очень большой плотностью и очень высокой температурой.

<i>Время от начала</i>	<i>Температура ( K )</i>	<i>Эпоха</i>	<i>Характерные процессы</i>
$1 \cdot 10^{-43}$ сек	$1 \cdot 10^{+32}$	Планка	Возникновение реликтовых гравитонов, для описания этой эпохи неприменима неквантовая теория гравитации.
$1 \cdot 10^{-35}$ сек	$1 \cdot 10^{+28}$	барионов	Установление числа барионов. Возникновение асимметрии между материей и антиматерией.
$1 \cdot 10^{-8}$ сек	$1 \cdot 10^{+14}$	адронов	Кварки в тепловом равновесии.
$1 \cdot 10^{-3}$ сек	$1 \cdot 10^{+12}$	лептонов	Возникновение фона реликтовых нейтрино.
100 сек	$1 \cdot 10^{+10}$	синтеза ядер	Становление первоначального химического состава Вселенной (H - 70%, He - 30%).
$3 \cdot 10^{+5}$ лет	3500	начала прозрачной Вселенной	Нейтральный газ, пропускающий реликтовое излучение, остывает, начинается его деление на части, из которых позднее образуются сверхскопления галактик.
$6 \cdot 10^{+9}$ лет*		звезд	Образование галактик, звезд в шаровых скоплениях.
$11 \cdot 10^{+9}$ лет*		химической эволюции	Образование в звездах более тяжелых, чем гелий, химических элементов.
$18 \cdot 10^{+9}$ лет*	2,7	твердых планет	Возникновение жизни

\* С точностью до  $2 \cdot 10^{+9}$  лет

### Общие сведения о Вселенной

Расширение Вселенной, т.е. скорость разбегания скоплений галактик друг от друга. (Постоянная Хаббла)	55 (км/сек)/Мпс
Средняя плотность вещества Вселенной (соответствует распределению видимого вещества в наблюдаемой части пространства): на основе наблюдений теоретическая	$3 \cdot 10^{-31}$ Мг/м <sup>3</sup> $1 \cdot 10^{-29}$ Мг/м <sup>3</sup>
Плотность излучения во Вселенной	$1 \cdot 10^{-9}$ фотонов на один нуклон
Число галактик в видимой части Вселенной	$1 \cdot 10^{11}$
Расстояние до самой удаленной видимой обыкновенной галактики	$5 \cdot 10^{+9}$ световых лет
Расстояние до самого удаленного видимого квазара	$12 \cdot 10^{+9}$ световых лет

### Плотность объектов Вселенной (мг/м<sup>3</sup>)

Вселенная в целом	$1 \cdot 10^{-29}$	Солнце	1,4
Скопление галактик	$5 \cdot 10^{-28}$	Белый карлик	$1 \cdot 10^{+6}$
Межзвездный газ	$3 \cdot 10^{-25}$	Нейтронная звезда	$1 \cdot 10^{+14}$
Галактика	$2 \cdot 10^{-24}$	(плотность атомно-	
Шаровое скопление	$4 \cdot 10^{-21}$	го ядра)	
Красный гигант	$5 \cdot 10^{-8}$	Черная дыра	$5 \cdot 10^{+93}$

### Астрономические постоянные и единицы

Астрономическая единица (сред. расстояние от Земли до Солнца)	$1,49598 \cdot 10^{+11}$ ( ~ 150 млн. км )
Световой год - расстояние, пройденное светом за год	$9,4605 \cdot 10^{+15}$ м = 0,3066 пс = = 63 240 астроном.ед.
Парсек	$3,0857 \cdot 10^{+16}$ м = 3,2616 свет. лет
Масса Солнца	$1,989 \cdot 10^{+30}$ кг = 333 000 масс Земли
Масса Земли	$5,976 \cdot 10^{+24}$ кг = 81,3 массы Луны
Радиус Солнца	696 000 км = 109 радиусов Земли
Экваториальный радиус	6378 км

## Галактики

Галактики — это гигантские (до сотни млрд.) звездные системы. К ним относится, в частности, наша Галактика. Ближайшие к нам галактики — Могеллановы облака (на расстоянии 52 килопарсека) и Туманность Андромеды (на расстоянии 670 килопарсек). Галактики подразделяются на эллиптические, спиральные и неправильные.

### Классификация Галактик

<i>Наименование</i>	<i>Тип</i>	<i>Масса в массах Солнца</i>
Яркие сверхгигантские галактики	эллиптические	$10^{+13}$
Сверхгигантские галактики	эллиптические и спиральные	$10^{+12} - 10^{+11}$
Гигантские и карликовые галактики	эллиптические, спиральные и неправильные	$10^{+10} - 10^{+8}$
Карликовые галактики и пигмеи	эллиптические	$10^{+7} - 10^{+6}$

### Галактика Млечный путь

Диаметр	120 000 световых лет
Толщина	6 500 световых лет
Масса	$1,4 \cdot 10^{11}$ массы Солнца
Масса газа и пыли от массы звезд	5%
Расстояние спиральных рукавов от центра	30 000 - 40 000 св. лет
Скорость вращения:	
на расстоянии 3000 св.лет от центра	200 км/сек
на расстоянии 6000 св.лет от центра	183 км/сек
на расстоянии 30000 св.лет от центра	250 км/сек
на расстоянии 100000 св.лет от центра	150 км/сек
Скорость освобождения:	
для центра Галактики	700 км/сек
над Солнцем	360 км/сек
для края Галактики	240 км/сек

## Галактики

### Галактика Млечный путь

Млечный путь – это наша галактика, состоящая из 100 миллиардов звезд. В нашей Галактике есть 4 спиральных рукава, звезды, газ и пыль. В пределах 1000 световых лет от центра Галактики звезды расположены очень плотно. В самом центре Галактики находится загадочный источник колоссальной энергии. Возможно, в центре Галактики находится черная дыра. Галактика вращается. Внутренние ее части вращаются быстрее, чем внешние. Диск Галактики окружен облаком – гало – из невидимого вещества. 9/10 Галактики Млечный путь невидимы. Наши соседние две галактики – Большое и Малое Могеллановы облака – притягиваются невидимым гало и поглощаются Галактикой Млечный путь.

### Скопления галактик и Местная группа

Галактика Млечный путь входит в семью соседних галактик, известных как Местная группа, и образует вместе с ними скопление галактик. Наша галактика является одной из самых крупных в Местной группе. Галактика Андромеды, входящая в Местную группу, является самым удаленным объектом, видимым невооруженным глазом. 25 галактик Местной группы разбросаны на протяжении 3 миллионов световых лет. Скопление галактик удерживается вместе силами гравитации. Более крупными скоплениями галактик являются Скопление Девы (несколько тысяч членов) и Скопление в созвездии Волосы Вероники (около 1000 ярких эллиптических галактик и несколько тысяч более мелких членов). Наша Галактика с соседями по Местной группе медленно движется в направлении к Скоплению Девы.

### Сверхскопления галактик

Скопления галактик, в свою очередь, группируются в семьи. Местное скопление скоплений, известное как Местное сверхскопление – это образование, в которое входит и Местная группа и скопление Девы. Центр масс расположен в скоплении Девы. Другое сверхскопление находится в созвездии Геркулеса. До него 700 миллионов световых лет. Сверхскопления отделены друг от друга гигантскими пустыми пространствами и образуют во Вселенной губчатую структуру.

## Галактики

### Активные галактики

Некоторые галактики (всего несколько процентов от их общего числа) обладают необычайной мощностью. Их называют активными. Спектр излучения активной галактики отличается от спектра излучения звезд. Главным видом энергии в них являются радио-, ультрафиолетовое и рентгеновское излучения. Энергия исходит из ядра галактики и может сильно меняться в течение нескольких дней. Примером такой галактики является галактика M87, находящаяся в центре созвездия Девы. Она испускает рентгеновские лучи с интенсивностью, равной миллиардам Солнц, а из ядра этой сверхгигантской галактики извергается струя вещества длиной в 6000 световых лет, состоящая из капель размером в десятки световых лет.

### Сейфертовские галактики

Почти все активные галактики являются эллиптическими или неправильными. Однако известно около 600 спиральных активных галактик с яркими активными ядрами. Это так называемые сейфертовские галактики. В их центральных областях находятся обширные облака горячего газа, разогреваемого энергией, исходящей от ядра.

### Квазары

Сейфертовские галактики относительно недалеко от нас, большинство радиогалактик находится на средних расстояниях. Самыми отдаленными и наиболее мощными источниками энергии являются квазары - «квази-звездные радиоисточники». Квазары – это самая яркая из разновидностей активных галактических ядер. Они малы по сравнению с галактиками, но по яркости превосходят их. Обнаружены тысячи квазаров.

### Расширение и возраст Вселенной

Закон Хаббла утверждает, что чем быстрее движется галактика, тем более она удалена. Из закона Хаббла следует, что Вселенная непрерывно расширяется. Скопления галактик все время удаляются друг от друга. Зная, как изменяется скорость разбегания с расстоянием, подсчитано, что 17 миллиардов лет назад вся материя Вселенной находилась в одной точке. Это и есть предполагаемый возраст Вселенной.

## Звезды

Звезды — светящиеся газовые (плазменные) шары, подобные Солнцу. В них заключена большая часть вещества видимой Вселенной. Они образуются из газовой-пылевой среды в результате гравитационной конденсации. Термоядерные реакции синтеза элементов, проходящие при высоких плотностях и температурах (~10 - 12 млн. К) в недрах звезды, являются основным источником энергии большинства звезд. Граница между массами звезд и планет равна 0,02 массы Солнца, т.е., ниже этой границы термоядерной реакции не происходит. В зависимости от массы звезды, в конце эволюции звезда становится белым карликом, нейтронной звездой, либо черной дырой. Светимость звезды зависит от ее массы и выражается с помощью видимых звездных величин  $m$ . Разница между блеском двух небесных тел в звездных величинах вычисляется по формуле Погсона:  $m_1 - m_2 = -2,5 \log (E_1/E_2)$ , где:  $m_1, m_2$  — звездные величины,  $E_1, E_2$  — светимости.

### Самые яркие звезды неба

<i>Звезда</i>	<i>Созвездие</i>	<i>Звездная величина</i>	<i>Расстояние (св.лет)</i>	<i>Светимость в Солн. ед.</i>	<i>Состав звезды</i>
Солнце		-26,8		1	
Сириус	Б.Пес	-1,46	8,6	23,5	2
Канопус	Киль	-0,73	181	6600	
Арктур	Волопас	-0,06	36	105	
$\alpha$ Центавра	Центавр	-0,01	4,3	1,6	3
Вега	Лира	0,03	26,3	55	
Капелла	Возничий	0,08	46	150	2
Ригель	Орион	0,11	820	55000	3
Процион	М.Пес	0,37	11,5	7,7	2
Ахернар	Эридан	0,48	127	660	2
$\beta$ Центавра	Центавр	0,6	400	870	2
Альтаир	Орел	0,77	16,5	11,1	
Бетельгейзе	Орион	0,8	650	22 000	2
Альдебаран	Телец	0,85	70	165	4
Акрукс	Ю.Крест	0,9	260	2200	4
Спика	Дева	0,96	260	2200	2



## Звезды

### Жизненный цикл звезд

Обычная звезда выделяет энергию за счет превращения водорода в гелий в ядерной печи, находящейся в ее сердцевине. После того как звезда израсходует водород в центре, она начинает перегорать в оболочке звезды, которая увеличивается в размере, разбухает. Размер звезды возрастает, температура ее падает. Этот процесс порождает красных гигантов и сверхгигантов. Продолжительность жизни каждой звезды определяется ее массой. Массивные звезды заканчивают свой жизненный цикл взрывом. Звезды, подобные Солнцу, сжимаются, превращаясь в плотные белые карлики. В процессе превращения из красного гиганта в белого карлика звезда может сбросить свои наружные слои, как легкую газовую оболочку, обнажив ядро.

### Звездные скопления

Почти все звезды рождаются группами и существуют в звездных скоплениях. Есть два типа звездных скоплений: открытые и шаровые.

Самым известным открытым звездным скоплением является Плеяды в созвездии Тельца. Число звезд в нем от 300 до 500, и находятся они в пространстве с поперечником в 30 световых лет. Возраст открытых скоплений не превышает 50 млн. лет. Скопления непрочны. Их может разорвать тяготение другого более крупного объекта. Пока обнаружено 1200 открытых звездных скоплений.

В противоположность открытым, шаровые скопления представляют собой сферы, плотно заполненные звездами. В пространстве с поперечником от 20 до 400 световых лет находится от сотен тысяч до миллионов звезд. В центре скопления звезды притягиваются, образуя двойные звезды. Вокруг нашей Галактики обнаружено 200 шаровых звездных скоплений. Возраст этих скоплений от 10 до 15 млрд. лет.

### Двойные звезды

Примерно половина всех звезд нашей Галактики принадлежит к двойным системам, в которых звезды вращаются по эллиггическим орбитам вокруг центра гравитации этих звезд. Если звезды тесно расположены, то они растягиваются и обмениваются звездным материалом.

## Звезды

### Вспышки новых

Одним из результатов переноса массы в двойных звездах является образование звездной пары – белого и красного карликов. Красный карлик разогревается под действием излучения от белого карлика, материя с него стекает на белый карлик, который не может больше принимать вещество и взрывается. Это явление и наблюдается в виде вспышек новых.

### Нейтронные звезды и сверхновые

Если масса сжимающейся звезды превосходит массу Солнца более чем в 1,4 раза, то такая звезда, достигнув стадии белого карлика, продолжает сжиматься так, что электроны атомов вдавливаются внутрь атомных ядер, и протоны превращаются в нейтроны. Диаметр нейтронной звезды не более 15 км, а кубический сантиметр ее вещества весит около миллиарда тонн. Звезда совершает несколько оборотов в секунду и обладает гигантским магнитным полем. В том случае, когда масса нейтронной звезды достигает рубежа 1,4 массы Солнца, происходит гигантский ядерный взрыв, называемый вспышкой сверхновой.

### Пульсары

В мощном магнитном поле нейтронной звезды движущиеся по спирали электроны генерируют радиоволны, которые излучаются узким пучком. Звезда вращается, и радиолуч периодически пересекает линию нашего наблюдения. Период самых медленных пульсаров около 4 секунд.

### Рентгеновские двойные звезды

В Галактике найдено около 100 мощных источников рентгеновского излучения. По мнению астрономов причиной может служить материя, падающая на поверхность нейтронной звезды с более массивного напарника в двойной звезде.

### Черные дыры

Масса нейтронной звезды не может превышать трехкратной массы Солнца. При сжатии более массивной звезды может образоваться черная дыра, поле тяготения в которой настолько сильно, что не выпускает из себя даже свет. Предполагается, что вещество в черной дыре коллапсирует, т.е. сжимается в бесконечно малую точку.

## Созвездия

В древние времена наши предки делили звездное небо на четко различимые сочетания звезд, называемые созвездиями. Некоторые древние культуры связывали звездные рисунки со своими традиционными богами и мифами. Эти сказочные небесные картинки продолжают использоваться и в современных звездных схемах.

В 1930 году астрономы всего мира договорились разделить всю небесную сферу на 88 участков, привязанных к традиционным созвездиям. Теперь, когда астрономы говорят о созвездиях, они имеют в виду именно эти участки неба, а не фигуры, образованные яркими звездами. Из 88 созвездий 48 были перечислены Птолемеем еще во II веке.

Названия 12 созвездий наиболее известны. Эти созвездия образуют Солнечный путь, зодиак, что означает «пояс животных», поскольку почти все эти созвездия (за исключением созвездия «Весов») носят названия животных или мифических персонажей.

### Знаки зодиака и месяцев

	Водолей (январь)		Лев (июль)
	Рыбы (февраль)		Дева (август)
	Овен (март) точка весеннего равноденствия		Весы (сентябрь) точка осеннего равноденствия
	Телец (апрель)		Скорпион (октябрь)
	Близнецы (май)		Стрелец (ноябрь)
	Рак (июнь)		Козерог (декабрь)

Зодиак играет важную роль в астрономии, поскольку ежегодный путь солнца по небесной сфере, который называется эклиптикой, лежит внутри полосы зодиакальных созвездий. Траектории Луны и планет по звездному небу тоже проходят по зодиаку. Созвездия не одинаковы по величине, поэтому Солнце проводит в каждом из них разное время, но астрологи делят зодиакальную полосу на 12 равных частей.

## Солнце

Солнце – это обычная звезда, возраст которой около пяти миллиардов лет. В солнечном ядре происходит превращение водорода в гелий с выделением огромного количества энергии. На всех уровнях внутри Солнца давление горячего газа, выталкивающее вещество наружу, уравновешивается огромной силой тяготения, действующей в направлении центра.

Солнце – это огромный газовый шар, диаметр которого в 109 раз превосходит диаметр Земли. Желтый свет Солнца приходит к нам из слоя солнечной атмосферы (фотосферы) толщиной около 500 километров. Благодаря конвекции в солнечной атмосфере, тепловая энергия из нижних слоев переносится в фотосферу, придавая ей пенистое строение.

Различные части Солнца вращаются с разными скоростями – от 25 дней на один оборот для экватора до 35 дней на один оборот – в полярных областях.

Солнечные вспышки взметают электрически заряженные частицы в космос, вызывая полярные сияния в земной атмосфере, магнитные бури, нарушения систем электроснабжения.

Гигантские пятна на Солнце, обнаруженные более 2000 лет назад китайскими астрономами, – это те области, где мощные магнитные силы пробиваются изнутри Солнца сквозь поверхностные слои. Температура солнечных пятен ~ 4500 градусов, что ниже средней температуры поверхности ~ 5500 градусов. Количество солнечных пятен достигает своего максимума каждые 11 лет. Это период солнечной активности.










Солнечная корона (слабый белый ореол, наблюдаемый во время солнечных затмений) излучает мало света, зато от нее идет мощное рентгеновское излучение. Температура короны вблизи поверхности Солнца около 2 млн. градусов. Наружные слои короны выдуваются в Солнечную систему и достигают Земли через 10 дней. Под воздействием этого солнечного ветра газовые хвосты комет всегда направлены в сторону от Солнца. Магнитная оболочка Земли отклоняет солнечный ветер.

Сейчас Солнце находится в середине своей эволюции. В течение следующих 5 миллиардов лет температура и объем Солнца будут возрастать по мере выгорания водорода. В конце своей эволюции Солнце остынет, превратившись в шар ядерных отходов – так называемый белый карлик.

**Солнце**

Радиус	$6,9599 \cdot 10^{+8}$ м
Объем	$1,4122 \cdot 10^{+27}$ м <sup>3</sup>
Площадь поверхности	$6,087 \cdot 10^{+18}$ м <sup>2</sup>
Масса	$1,989 \cdot 10^{+30}$ кг
Средняя плотность	1,409 Мг/м <sup>3</sup>
Ускорение силы тяжести на поверхн.	273,98 м/сек <sup>2</sup>
Полное излучение	$3,826 \cdot 10^{+26}$ Дж/сек
Скорость освобождения на поверхн.	617,7 км/сек
Линейная скорость вращения на экв.	2,025 км/сек
Период синодического вращения	27,275 сут.
Период сидерического вращения	25,380 сут.
Расстояние от Земли до Солнца:	
среднее	149 597 900 км
в перигелии	147 100 000 км
в афелии	152 100 000 км
Видимый угловой диаметр Солнца	
наименьший	31'32"
наибольший	32'36"
средний	31'59"
Видимая звездная величина	-26,74
Абсолютная звездная величина	4,85
Спектральный класс	G2 V
Эффективная температура поверхн.	5770 К
Расстояние от центра Галактики	28 000 световых лет
Расстояние от плоскости Галактики	50 световых лет
Скорость обращения вокруг галактического центра	250 км/сек
Период обращения вокруг галактического центра	200 млн.лет
Возраст	5 млрд.лет
Температура в центре	15 млн.К
Плотность в центре	160 Мг/м <sup>3</sup>
Давление в центре	$3,4 \cdot 10^{+16}$ Па
Уменьшение массы в результате излучения	4,3 млн. т/сек

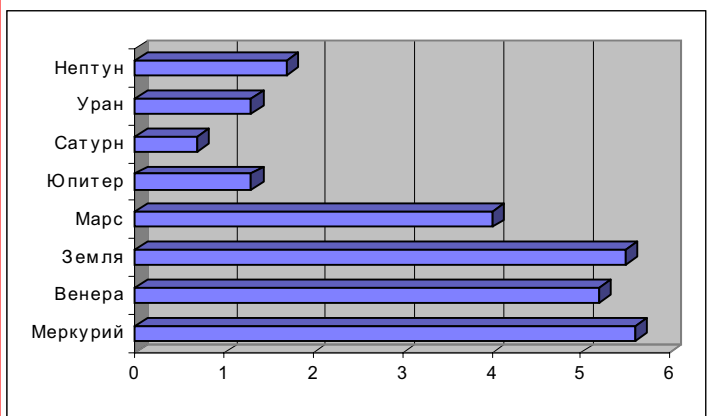
**Солнечная система**

<i>Планеты Солнечной системы и их сравнительные размеры с диаметром Земли</i>	<i>Расстояние от Солнца (млн.км)</i>	<i>Период обращения вокруг Солнца</i>	<i>Период осевого вращения по Солнцу</i>	<i>Скорость движения по орбите (км/сек)</i>
<b>Меркурий</b>  0,38	57,9	88 сут.	176 сут.	47,9
<b>Венера</b>  0,95	108,1	224,7	117 сут.	35
<b>Земля</b>  1,00	149,6	1 год	24 часа	29,8
<b>Марс</b>  0,53	227,9	1,88 года	24 ч. 39 м.	24,1
<b>Юпитер</b>  11,1	778,3	11,9 года	9 ч. 50 м.	13
<b>Сатурн</b>  9,4	1429	29,5 года	10 ч. 14 м.	9,6
<b>Уран</b>  4,0	2875	84	10,8 часа	6,8
<b>Нептун</b>  4,0	4504	164,8	15,8 часа	5,4
<b>Плутон</b>  ~0,5	5910	247,7 года	6 сут. 9 час.	4,7

## Планеты солнечной системы

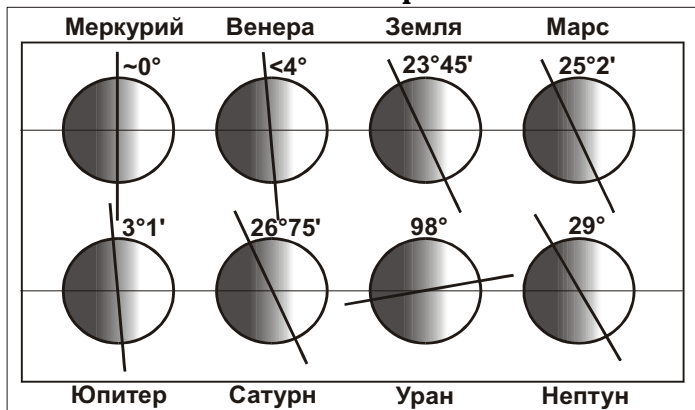
Планета	Объем в единицах объема Земли	Масса в единицах массы Земли	Освещенность в сравнении с Землей	Число спутников
<b>Меркурий</b>	0,055	0,056	5-10	нет
<i>Атмосфера разреженная. Углекислый газ.</i>				
<b>Венера</b>	0,86	0,81	1,9	нет
<i>Атмосфера плотная, сплошь облачная. Углекислый газ.</i>				
<b>Земля</b>	1	1	1	1
<i>Атмосфера прозрачная, с массивами облаков. Азот, кислород.</i>				
<b>Марс</b>	0,15	0,11	0,36-0,53	2
<i>Атмосфера разреженная, прозрачная. Углекислый газ.</i>				
<b>Юпитер</b>	1290	316,9	~0,037	15
<i>Атмосфера мощная, облачная. Водород, гелий, метан, аммиак.</i>				
<b>Сатурн</b>	740	94,9	~0,011	10
<i>Атмосфера мощная, облачная. Водород, гелий, метан.</i>				
<b>Уран</b>	62	14,7	~0,0028	5
<i>Атмосфера мощная, облачная. Водород, гелий(?), метан.</i>				
<b>Нептун</b>	60	17,2	0,0011	2
<i>Атмосфера мощная, облачная. Водород, метан.</i>				
<b>Плутон</b>	<0,1	~0,18	~0,0008	1

## Плотность планет Солнечной системы (г/см<sup>3</sup>)



## Планеты солнечной системы

### Наклон оси к плоскости орбиты



У Венеры и Урана обратное направление осевого вращения.

### Спутники планет солнечной системы

Планета и ее спутники	От центра планеты (тыс.км)	Период обращения (сут.)	Диаметр или размеры (км)	Год открытия
<b>Земля</b>				
Луна	384,4	27,3	3476	
<b>Марс</b>				
Фобос	9,4	0,32	25x21x19	1877
Деймос	23,5	1,26	15x12x11	1877
<b>Юпитер</b>				
Ио	421,6	1,77	3680	1610
Европа	670,9	3,55	3100	1610
Ганимед	1070	7,16	5300	1610
Каллисто	1880	16,69	4840	1610
Амальтея	181	0,5	140x260	1892
Гамалия	11470	250,6	120	1904
Элара	11780	260,1	120	1905
Пасифея	23300	735*	40	1908
Синопа	23700	758*	22	1914



## Спутники планет солнечной системы

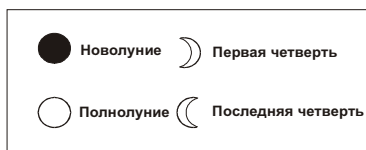
Планета и ее спутники	От центра планеты (тыс.км)	Период обращения (сут.)	Диаметр или размеры (км)	Год открытия
<b>Юпитер</b>				
Лизифоя	11710	260	22	1938
Карма	22350	692*	24	1938
Ананке	20700	617*	20	1951
Леда	11100	240		1974
№14	57,8	0,3	30	1979
№15	300	0,6	100	1979
<b>Сатурн</b>				
Мимас	186	0,94	500	1789
Энцелад	238	1,37	600	1789
Тетфия	295	1,89	1000	1684
Диона	377	2,74	800	1684
Рея	527	4,52	1500	1672
Титан	1237	15,95	5500	1655
Гиперион	1481	21,28	400	1848
Япет	3560	79,33	1500	1671
Феба	12930	550,4*	300	1898
Янус	159	0,75	350	1966
<b>Уран</b>				
Ариэль	192	2,52	600	1851
Умбриэль	267	4,14	400	1851
Титания	438	8,71	1000	1787
Оберон	586	13,46	800	1787
Миранда	130	1,41		1948
<b>Нептун</b>				
Тритон	354	17*	4000	1846
Нереида	5570	5	300	1949
<b>Плутон</b>				
Харон	17	6,39	800	1978

\* Направление обращения противоположно направлению вращения.

## Луна

Луна является попутчицей Земли в космическом пространстве. Ежемесячно Луна совершает полное путешествие вокруг Земли. Она светится только светом, отраженным от Солнца, так что постоянно одна половина Луны, обращенная к Солнцу, освещена, а другая погружена во мрак. Какая часть освещенной половины Луны видна нам, зависит от положения Луны на ее орбите вокруг Земли. Полный цикл фаз повторяется через каждые 29, 53 суток.

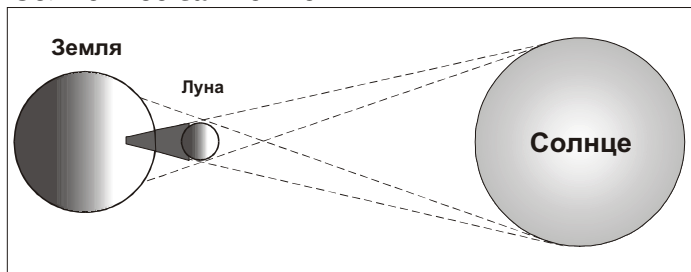
### Знаки фаз Луны



Расстояние от Земли		Площадь поверхности (0,074 площади поверхности Земли)	$3,8 \cdot 10^{+7} \text{ км}^2$
наименьшее	356410 км	Объем (0,02 объема Земли)	$22 \cdot 10^{+9} \text{ км}^3$
наибольшее	406740 км		
среднее	384400 км		
Доля видимой с Земли поверхности Луны	59%	Масса	$7,35 \cdot 10^{+22} \text{ кг}$
Видимый угловой диаметр Луны		Средняя плотность (0,6 плотности Земли)	$3,341 \text{ Мг/м}^3$
	наименьший	29'20"	Ускорение силы тяжести
	наибольший	33'32"	
средний	31'04"		
Диаметр Луны	3474 км	Скорость освобождения на поверхности	2,38 км/с
Видимое движение на небесной сфере	12° 09' в сутки	Температура в ночное время	-169° С
Наклон лунного экватора к эклиптике	1° 32,5'	Температура в полдень	+122° С
		Звездный месяц	27 сут 7 ч 43'11,47"
Наклон лунного экватора к орбите	6° 41'		

## Луна

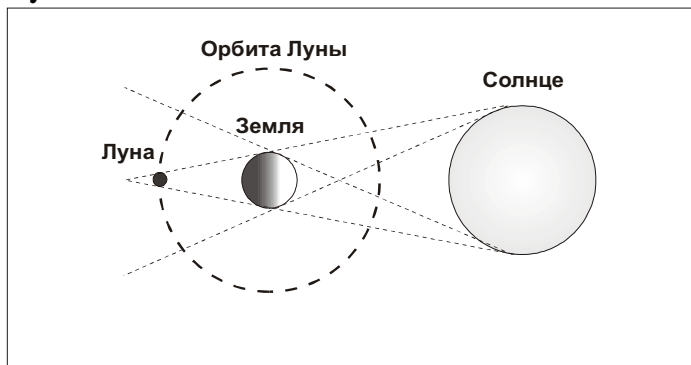
### Солнечное затмение



### Солнечные затмения в 2001-2005 годах

<i>Дата</i>	<i>Место наблюдения</i>	<i>Тип</i>
21.06.2001	Центральная Африка	Полное
14.12.2001	Тихий океан, Центр. Америка	Кольцеобразное
10.06.2002	Тихий океан	Кольцеобразное
04.12.2002	Юж. Африка, Зап. Австралия	Полное
31.05.2003	Арктика	Кольцеобразное
23.11.2003	Антарктида	Полное
08.04.2005	Панама, Колумбия, Венесуэла	Кольц./ полное
03.10.2005	Португалия, Испания, Африка	Кольцеобразное

### Лунное затмение



### Полные лунные затмения в 2001-2005 годах

Дата (продолжительность):

16.05.2003 (26 минут), 09.11.2003 (11 минут),

04.05.2004 (38 минут), 28.10.2004 (40 минут).

## Кометы, метеоры, космическая пыль

### Кометы

<b>Расстояние в астр. ед.</b>	0,3	0,5	1	2	3
<b>Диаметр головы (тыс. км)</b>	20	100	200	100	30

Диаметр головы кометы зависит от расстояния от Солнца. Средний размер ядра ~ 10 км. Длина хвоста, видимого невооруженным глазом ~ 10 000 000 км. Общее предполагаемое число комет в Солнечной системе ~ 2,5 млн. Наблюдалось ~ 600 комет (множественно приближавшихся к Солнцу – 325). В течение года наблюдается 7 - 10 комет.

### Уникальные кометы

Название и год открытия	Наблюдатель приближений к Солнцу	Период (лет)	Наклон орбиты (в градусах)	Удаленность от Солнца (в а.е.)	
				Наименьшая	Наибольшая
Комета Григга-Мелиша, 1742	2	164,317 (наиболее продолжительный)	110	0,92	29,8
Комета Галлея, 466 до Р.Х.	30	76,029	162	0,59	17,8
Комета Энке-Баклунда, 1786	51	3,302 (наименее продолжительный)	12	0,34	2,21

Метеорное тело движется со средней скоростью 40 км/с, свечение начинается на высоте 98 км. За сутки в атмосфере Земли появляется ~ 90 млн. метеоров, оседает на Землю ~ 10 т метеоритного в-ва. Плотность космической пыли около орбиты Земли ~  $3 \cdot 10^{-23}$  Мг/м<sup>3</sup>. На Землю оседает в сутки 400 т пыли.

**Крупные малые планеты и малые планеты, периодически приближающиеся к Земле**

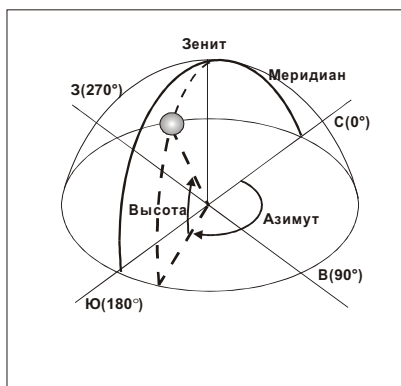
Номер	Название	Расстояние от Солнца (в а.е.)	Период обращения (лет)	Диаметр (км)	Наимен. расстояние от Земли (млн.км)
1	Церера	2,77	4,6	1003	
2	Паллада	2,77	4,61	608	
4	Веста	2,36	3,63	538	
10	Гигия	3,15	5,59	450	
31	Ефросина	3,16	5,62	370	
704	Ингерамния	3,06	5,4	350	
511	Давида	3,19	5,69	323	
65	Кибела	3,42	6,35	309	
52	Европа	3,1	5,45	289	
451	Патиентия	3,06	5,37	276	
-	Гермес	1,29	1,47	1	0,6
-	Адонис	1,97	2,76	0,3	1,5
1620	Географос	1,24	1,39	3	2
-	Аполлон	1,49	1,81	1	3
1566	Икар	1,08	1,12	1	6
1221	Амур	1,92	2,67	2	15
433	Эрос	1,46	1,76	23	23

**Крупнейшие метеориты**

Метеорит	Падение	Масса (т)	Год падения
Гоба	Намибия	60	1920
Кейп - Йорк I	Гренланд.	31	1818
Бакубирито	Мексика	27	1863
Мбози	Танзания	26	1930
Арманты	Китай	20	?
Кейп - Йорк VI	Гренланд.	15	1963
Вильяметте	США	14	1902
Чупадерос	Мексика	14	1852
Морито	Мексика	11	1600

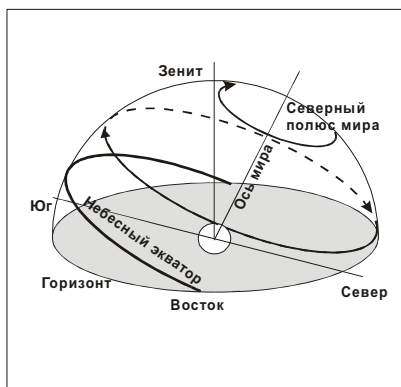
## Небесная сфера

### Определение положения светила на небесной сфере



*Широта* светила измеряется дугой, перпендикулярной плоскости горизонта. *Азимут* отсчитывается от точки севера в восточном направлении вдоль горизонта. Большой круг небесной сферы, по которому Солнце совершает свой путь среди звезд в течение года называют *эклиптикой*.

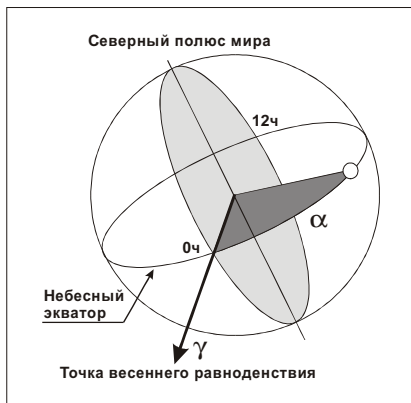
### Движение звездного неба



*Небесный меридиан* — окружность большого круга небесной сферы, проходящая по всему небу через Северный и Южный полюсы мира и точку зенита. *Небесный экватор* — линия пересечения плоскости земного экватора с небесной сферой.

## Небесные координаты

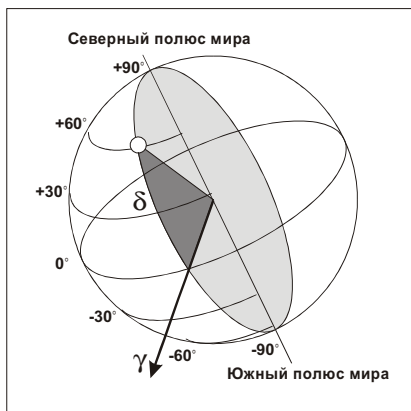
Для определения точного положения небесного тела среди звезд используют *экваториальную систему небесных координат*. В ней положение объекта определяется *прямым восхождением* и *склонением* (обозначают обычно  $\alpha$  и  $\delta$ ).



Прямое восхождение измеряется в восточном направлении вдоль небесного экватора в единицах времени: часах, минутах и секундах. Начало отсчета — точка весеннего равноденствия, в котором Солнце (при своем движении по эклиптике) пересекает небесный экватор.

### Перевод небесных координат в угловую меру

Прямое восхождение	Угол	Прямое восхождение	Угол
24 часа	$360^\circ$	1 минута	$15'$
1 час	$15^\circ$	4 секунды	$1'$
4 минуты	$1^\circ$	1 секунда	$15''$



Склонение измеряется в угловых единицах: градусах, минутах и секундах дуги. К северу от небесного экватора оно положительно, к югу — отрицательно.