

# Актуализация знаний

- Что такое Вселенная?
- Что понимают под Солнечной системой, каков ее состав?
- Что вы знаете о Солнце и звездах?
- Что такое планета?

# СПРАВКА: Солнце

*Солнце* – центральное и самое массивное тело Солнечной системы (99,866% массы), типичная рядовая звезда. Устойчивое состояние определяется равновесием между силами тяготения и силами газового и лучевого давления, возникающими в результате термоядерной реакции в центре Солнца. Мощный источник энергии, постоянно излучающий ее во всех участках спектра электромагнитных волн. Дает свет и тепло, необходимое для жизни на Земле.

ЗАКРЫТЬ

# СПРАВКА: Вселенная

*Вселенная* – уникальная всеобъемлющая система, охватывающая весь существующий материальный мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечный по разнообразию форм, которые принимает материя в процессе своего развития.

В астрономии под «Вселенной» понимается максимально большая часть пространства, включающая в себя как все доступные для изучения небесные тела и их системы, так и возможное окружение, влияющее на характер распределения и движения тел в ее астрономической части.

ЗАКРЫТЬ

# СПРАВКА: звезда

*Звезда* – самосветящееся газовое (плазменное) тело, являющееся устойчивой саморегулирующейся системой. Ее стабильность определяется равновесием между силами, с одной стороны, гравитационного сжатия, с другой – силами:

- газового и лучевого давления;
- давления вырожденного газа;
- давления ядерных сил, действующих между отдельными нуклонами.

ЗАКРЫТЬ

# СПРАВКА: Солнечная система

*Солнечная система* – вся материя и все космическое пространство, находящееся в сфере притяжения Солнца. Она включает в себя : звезду Солнце, расположенную в центре Солнечной системы, планеты со спутниками, малые тела (астероиды, кометы, метеорные тела), а также межпланетную пыль, плазму и физические поля в указанных границах.

В состав Солнечной системы входит 8 планет, которые расположены по мере удаления от Солнца в следующем порядке:

- Меркурий, Венера, Земля, Марс – планеты земной группы;
- Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – планеты-гиганты.

ЗАКРЫТЬ

# СПРАВКА: планета

*Планета* (позднелатинское слово *planeta*, от греческих слов *aster planetes* – блуждающая звезда) – небесное тело, движущееся в гравитационном поле вокруг звезды и светящееся отраженным светом. Масса планеты слишком мала для того, чтобы внутри нее могли протекать характерные для звездных недр термоядерные реакции.

ЗАКРЫТЬ

# Развитие астрономии

**I** этап  
Прогресс математических знаний  
Создание сферической астрономии

**II** этап XVI – 50 годы XX века  
Тесная связь с физикой  
Создание небесной механики,  
космогонии, космологии

**III** этап 50-70 годы XX века  
прогресс физики, космонавтики

Астрономия стала всеволновой, экспериментальной по отношению к телам Солнечной системы.

# Система обозначения звезд

Над горизонтом на ясном звездном небе невооруженным глазом можно увидеть около 3000 звезд. Они различаются по своему блеску: одни заметны сразу, другие едва различимы. Поэтому еще в II веке до н. э. *Гиппарх*, один из основоположников астрономии, ввел условную шкалу звездных величин. Самые яркие звезды были отнесены к 1-ой величине, следующие по блеску (слабее примерно в 2,5 раза) считаются звездами 2-й звездной величины, а самые слабые, видимые только в безлунную ночь, — звезды 6-й величины.

Многим ярким звездам древнегреческие и арабские астрономы дали названия: Вега, Сириус, Капелла, Альтаир, Ригель, Альдебаран и др. В дальнейшем, яркие звезды в созвездиях стали обозначать буквами греческого алфавита, как правило, по мере убывания их блеска. С 1603 года действует, предложенная немецким астрономом *Иоганном Байером* система обозначений звезд. В системе Байера название звезды состоит из двух частей: из названия созвездия, которому принадлежит звезда, и буквы греческого алфавита. При этом первая буква греческого алфавита  $\alpha$  соответствует самой яркой звезде в созвездии,  $\beta$  — второй по яркости звезде и т. д. Например, Регул —  $\alpha$  Льва — это самая яркая звезда в созвездии Льва.



# Созвездия

Созвездие – область неба в пределах некоторых установленных границ.

Звезды обозначаются буквами греческого алфавита:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  и т. п. - в зависимости от степени яркости.

Созвездия классифицируются :

1. а) главные - образованные яркими звездами, их конфигурации легко выделяются на звездном небе  
б) второстепенные – образованные слабыми звездами, их конфигурации трудно выделяются на звездном небе неопытным наблюдателем.
2. а) незаходящие  
б) невосходящие  
в) восходящие и заходящие
3. Зодиакальные созвездия

Главные созвездия:

Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Персей, Телец, Возничий, Малый Пес, Большой Пес, Близнецы, Орион, Лев, Дева, Волопас, Северная Корона, Лебедь, Орел, Лира, Дельфин.

# Основные точки и линии небесной сферы

C – точка наблюдения

Z – точка зенита

Z' – точка надира

N – точка севера

S – точка юга

E – точка востока

W – точка запада

P – северный полюс мира

P' – южный полюс мира

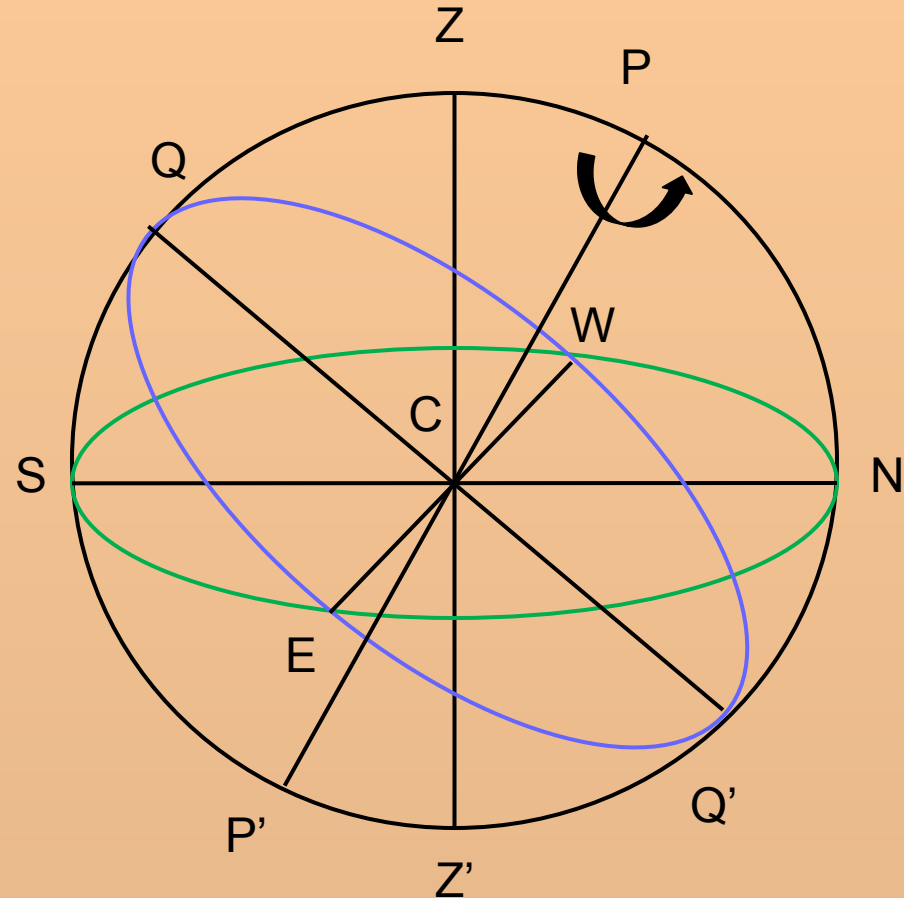
Q – верхняя точка небесного экватора

Q' – нижняя точка небесного экватора

NS – полуденная линия

PP' – ось мира

ZZ' – отвесная линия или вертикал



Небесный экватор

Математический горизонт

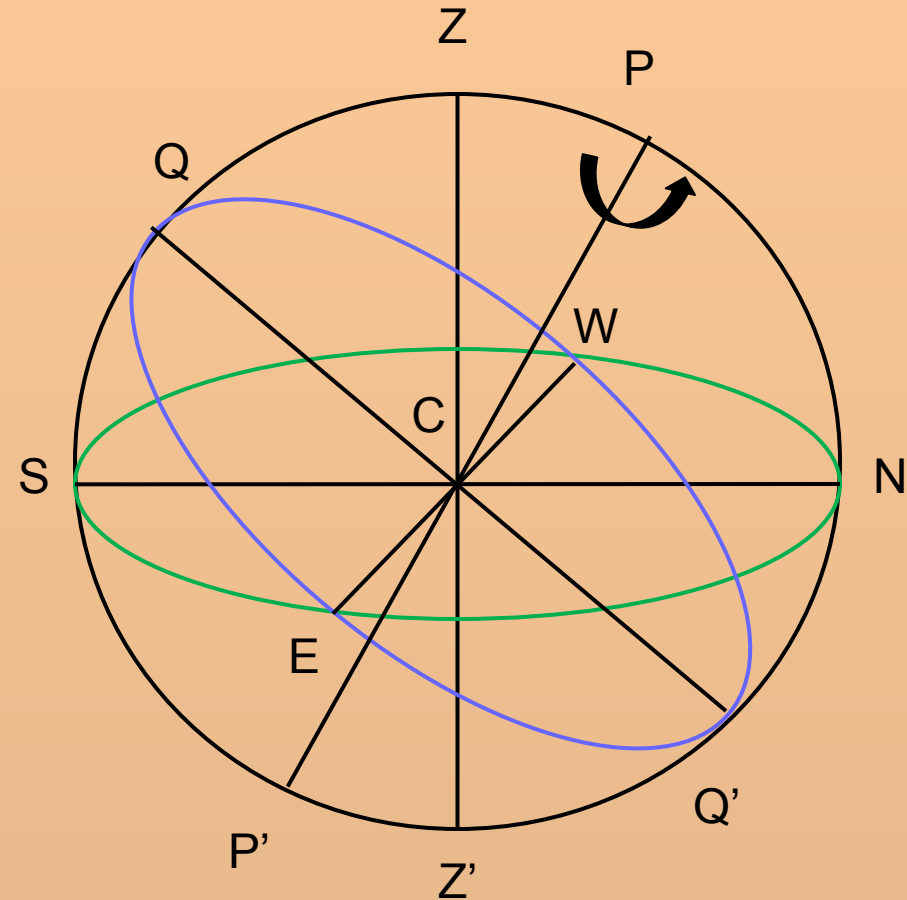
# Основные точки и линии небесной сферы

Круг, соединяющий точки Z, P, N, Q', Z', P', S, Q называется небесным меридианом

Плоскость, перпендикулярная отвесной линии, называется **математическим горизонтом**. Математический горизонт делит небесную сферу на видимую и невидимую полусферы.

Плоскость, перпендикулярная оси мира, называется **небесным экватором**. Делит небесную сферу на северную и южную полусферы.

Точки запада и востока - точки пересечения математического горизонта с небесным экватором, отстоят на  $90^\circ$  от точек севера и юга.

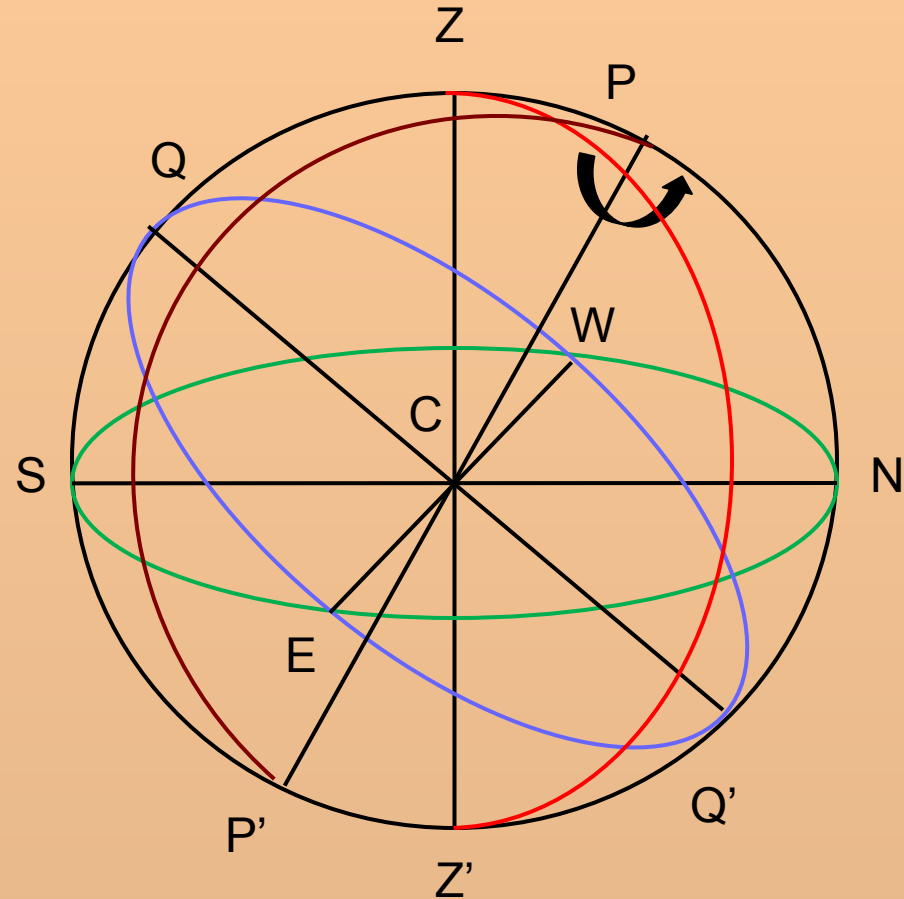


Небесный экватор

Математический горизонт

# Основные точки и линии небесной сферы

- Большой круг небесной сферы, соединяющий точки  $Z$ ,  $Z'$ , называется **вертикальным кругом** или **кругом высот**.
- Большой круг небесной сферы, соединяющий точки  $P$ ,  $P'$ , называется **часовым кругом** или **кругом склонений**.



Круг высот

Круг склонений

# Дополнительные точки и линии небесной сферы

Плоскость, проходящая через центр небесной сферы под углом  $\varepsilon=23^{\circ}27'$  к плоскости небесного экватора называется **плоскостью эклиптики**.

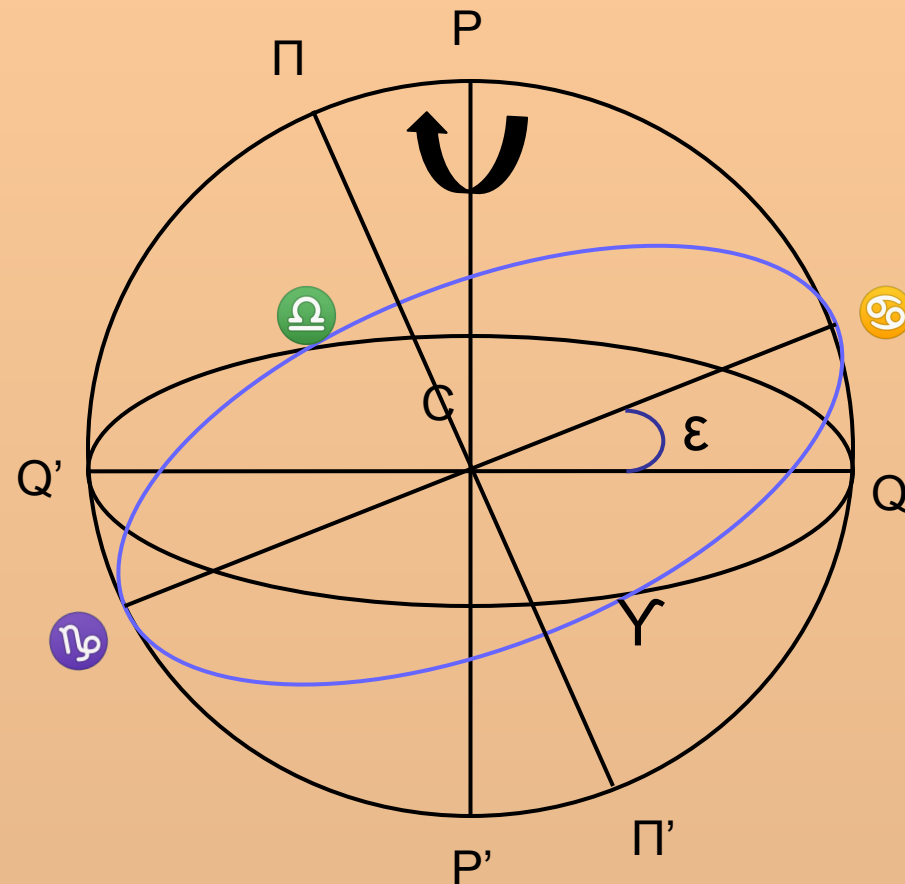
Эклиптика пересекает небесный экватор в двух точках – весеннего ( $\Upsilon$ ) и осеннего равноденствия ( $\Omega$ ). В точке весеннего равноденствия Солнце, двигаясь по эклиптике, переходит из южного полушария в северное.

- Эклиптика пересекает небесный меридиан в двух точках – зимнего ( $\Upsilon$ ) и летнего солнцестояния ( $\Omega$ ).

Линия  $PP'$  перпендикулярна плоскости эклиптики.

$P$  – северный полюс эклиптики

$P'$  – южный полюс эклиптики



Эклиптика

# Дополнительные точки и линии небесной сферы

Большой круг небесной сферы, соединяющий точки П, П' называется **кругом эклиптикальных широт**.

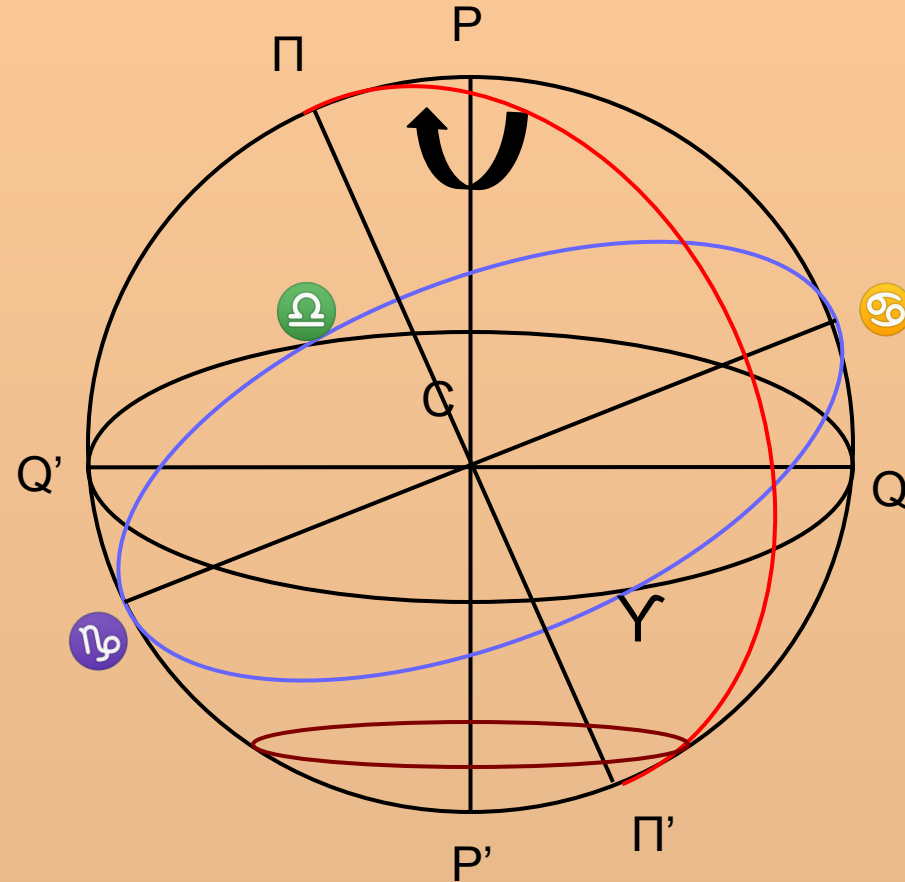
Малый круг небесной сферы, параллельный небесному экватору и проходящему через звезду, называется **суточная параллель**.

♊ - точка летнего солнцестояния

♋ - точка зимнего солнцестояния

♎ - точка осеннего равноденствия

♈ - точка весеннего равноденствия



Круг эклиптикальных широт

Суточная параллель

# Небесные координаты

**Небесные координаты** — центральные углы или дуги больших кругов небесной сферы, с помощью которых определяют положение светил по отношению к основным кругам и точкам небесной сферы.

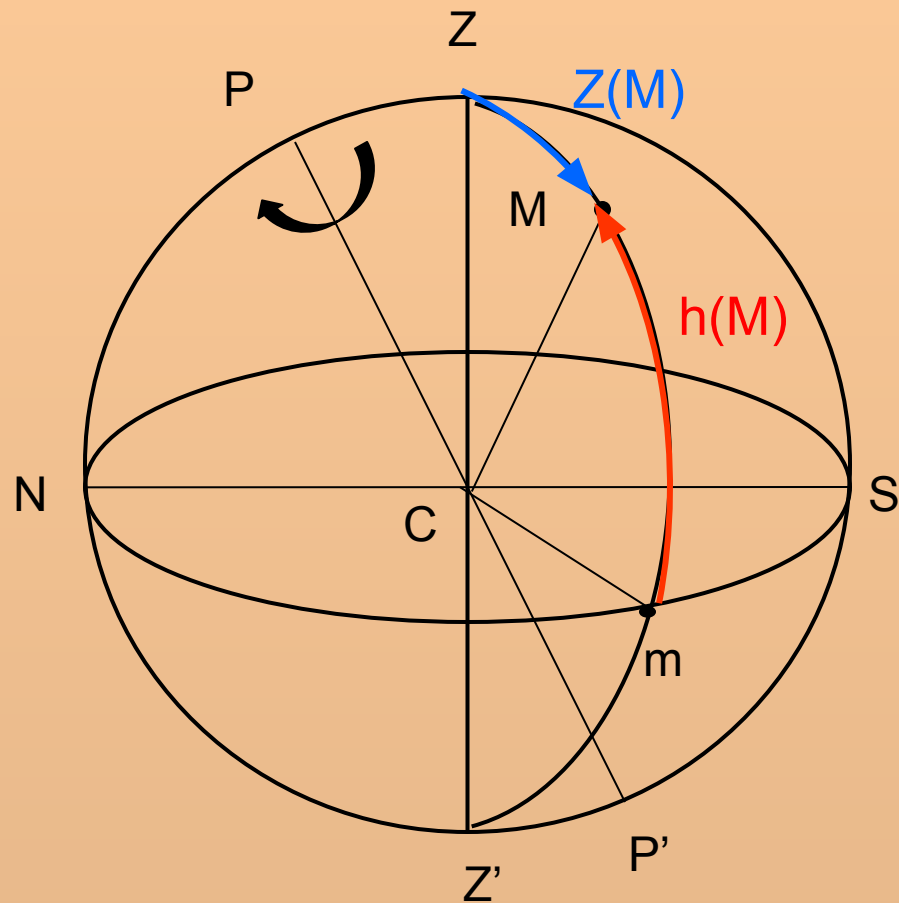
**Горизонтальная система** координат использует в качестве основного круга истинный горизонт. В этой системе координатами являются **высота** ( $h$ ) и **азимут** ( $A$ ).

Для построения звездных карт и составления звездных каталогов удобно принять за основной круг небесной сферы круг небесного экватора. Небесные координаты, в системе которых основным кругом является небесный экватор, называются **экваториальной системой** координат. В этой системе координатами служат **склонение** ( $\delta$ ) и **прямое восхождение** ( $\alpha$ ).

# Горизонтальные координаты

**Высота светила** –  $h$  — угловое расстояние светила  $M$  от истинного горизонта, измеренное вдоль вертикального круга ( дуга от  $m$  до  $M$ ). Высота определяется в градусах, минутах и секундах. Она отсчитывается в пределах от  $0$  до  $+ 90^\circ$  к зениту, если светило находится в видимой части небесной сферы, и от  $0$  до  $- 90^\circ$  к надиру, если светило находится в невидимой части небесной сферы. Угловое расстояние от зенита до светила, измеренное вдоль вертикального круга ( дуга от  $Z$  до  $M$ ), называется **зенитным расстоянием** –  $z$ . Оно отсчитывается в пределах от  $0$  до  $+ 180^\circ$  к надиру. Высота и зенитное расстояние связаны соотношением:

$$z + h = 90^\circ.$$



Высота светила –  $h(M)$

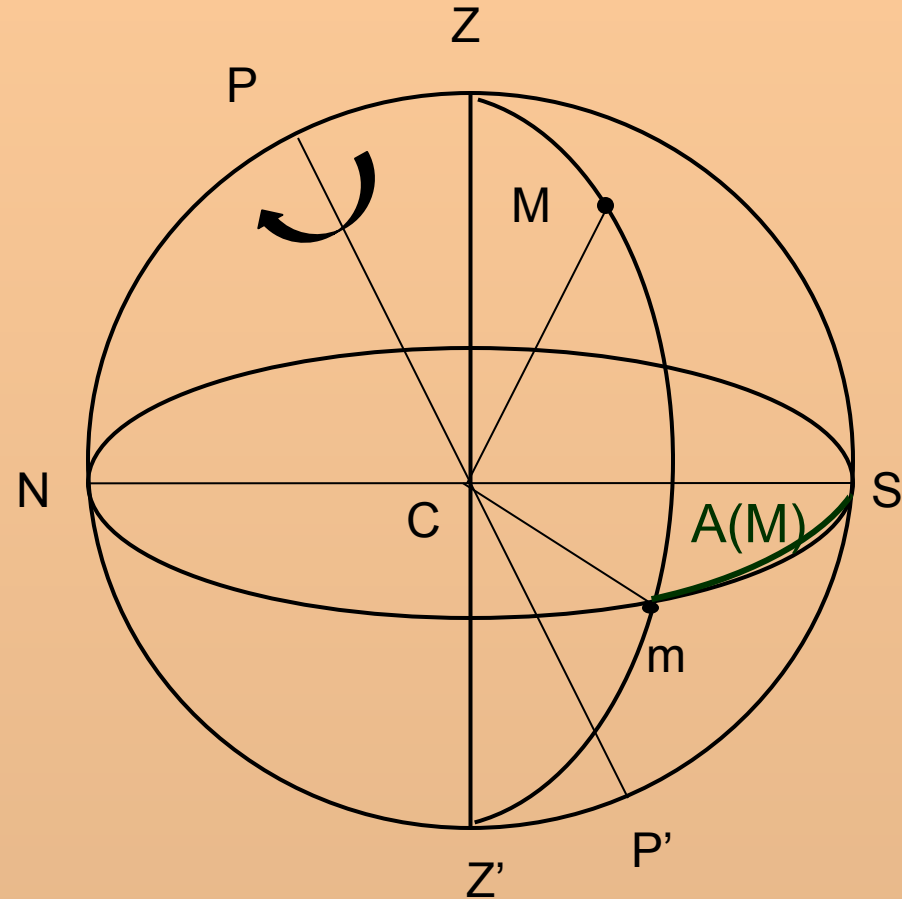
Зенитное расстояние светила –  $Z(M)$



# Горизонтальные координаты

**Азимут светила** –  $A$  — угловое расстояние, измеренное вдоль истинного горизонта, от точки юга до точки пересечения горизонта с вертикальным кругом, проходящим через светило  $M$  ( дуга от  $S$  до  $m$ ).

Для измерения азимутов за начало отсчета принимается точка юга. Азимут отсчитывается к западу от точки юга в пределах от  $0$  до  $360^\circ$ .



Азимут светила –  $A(M)$

# Горизонтальные координаты

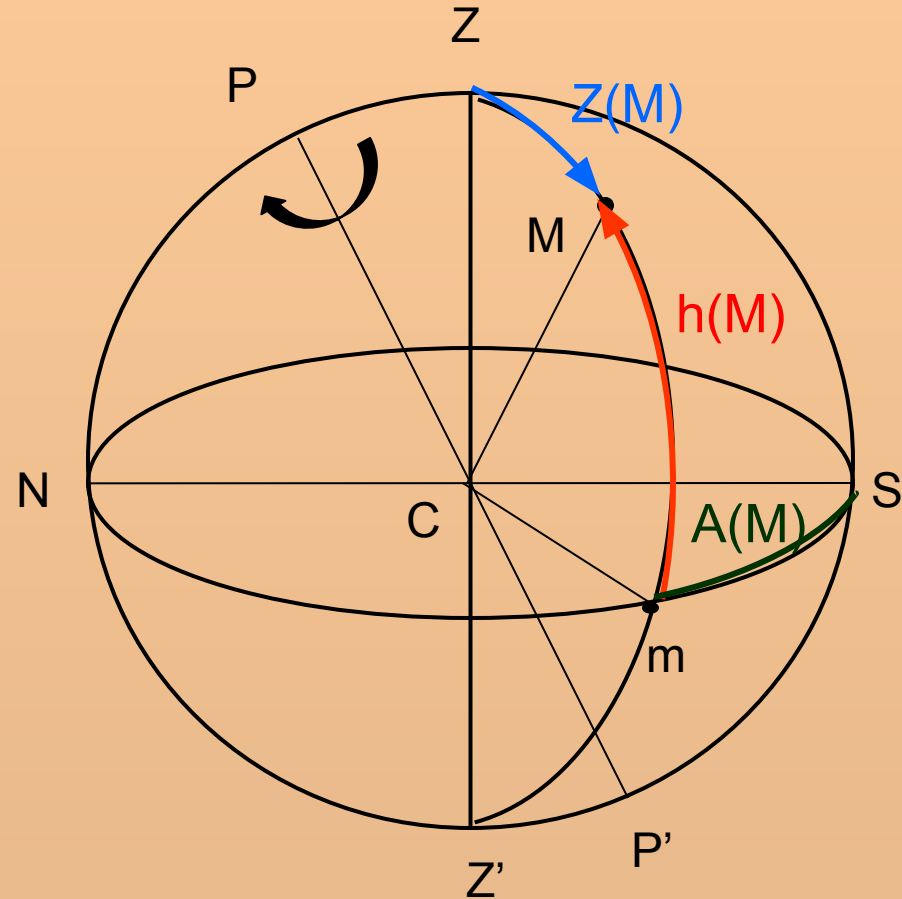
Горизонтальная система координат используется при топографической съёмке, в навигации. Вследствие суточного вращения небесной сферы высота и азимут светила со временем изменяются. Следовательно, горизонтальные координаты имеют определенное значение только для известного момента времени.

Высота светила –  $h(M)$

Зенитное расстояние светила –  $Z(M)$

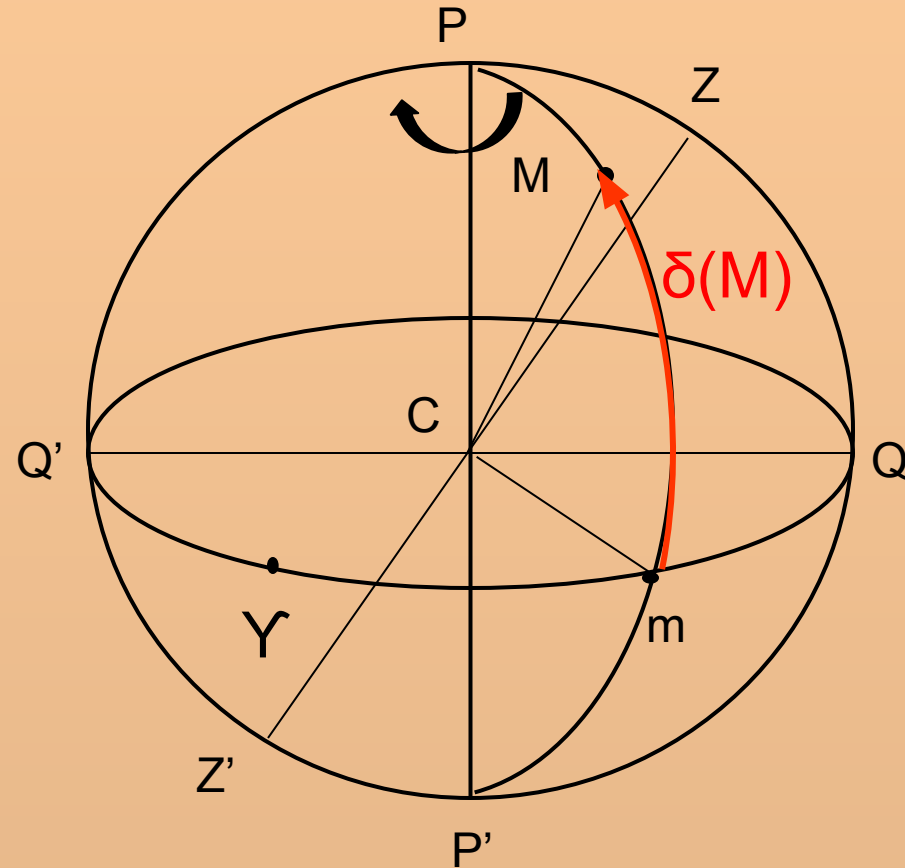
Азимут светила –  $A(M)$

$$h + Z = 90^\circ$$



# Экваториальные координаты

**Склонение светила** –  $\delta$  — угловое расстояние светила  $M$  от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения (дуга от  $m$  до  $M$ ). Склонение отсчитывается в пределах от  $0$  до  $+90^\circ$  к северному полюсу мира и от  $0$  до  $-90^\circ$  к южному полюсу мира.

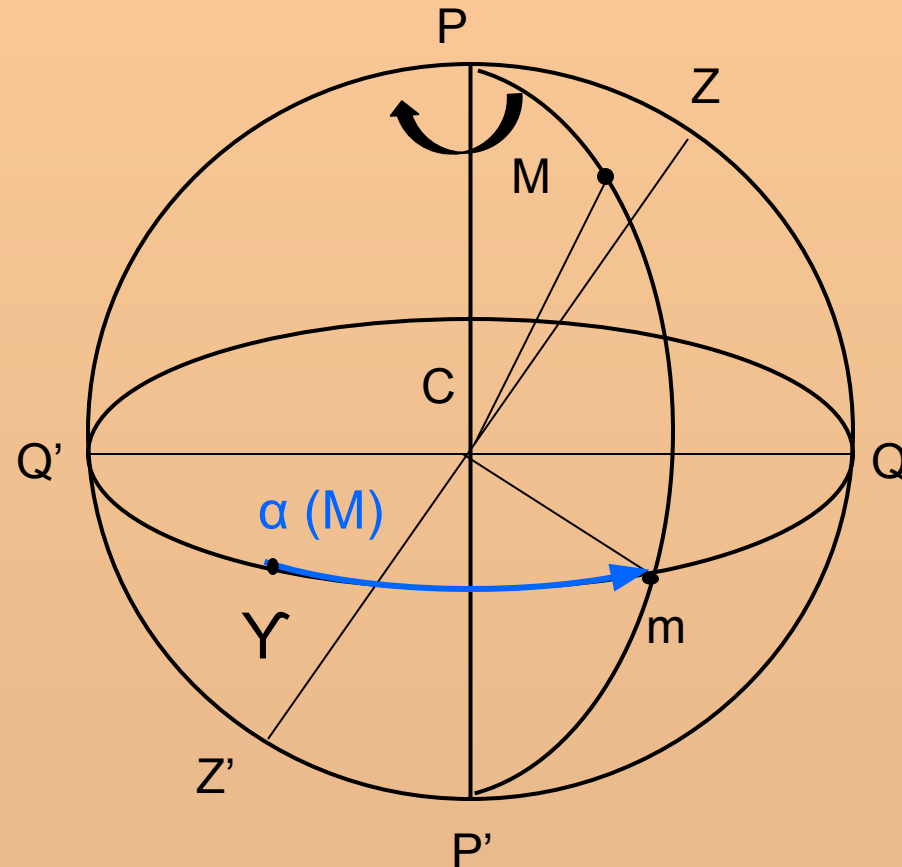


Склонение светила –  $\delta (M)$

# Экваториальные координаты

Прямое восхождение светила –  $\alpha$  — угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила (дуга  $\Upsilon$  от до  $M$ ). Прямое восхождение отсчитывается в сторону, противоположную суточному вращению небесной сферы, в пределах от  $0$  до  $360^\circ$  в градусной мере или от  $0$  до  $24^h$  в часовой мере.

За начальную точку отсчета на небесном экваторе принимается точка весеннего равноденствия  $\Upsilon$ , где Солнце бывает в день весеннего равноденствия, около 21 марта.

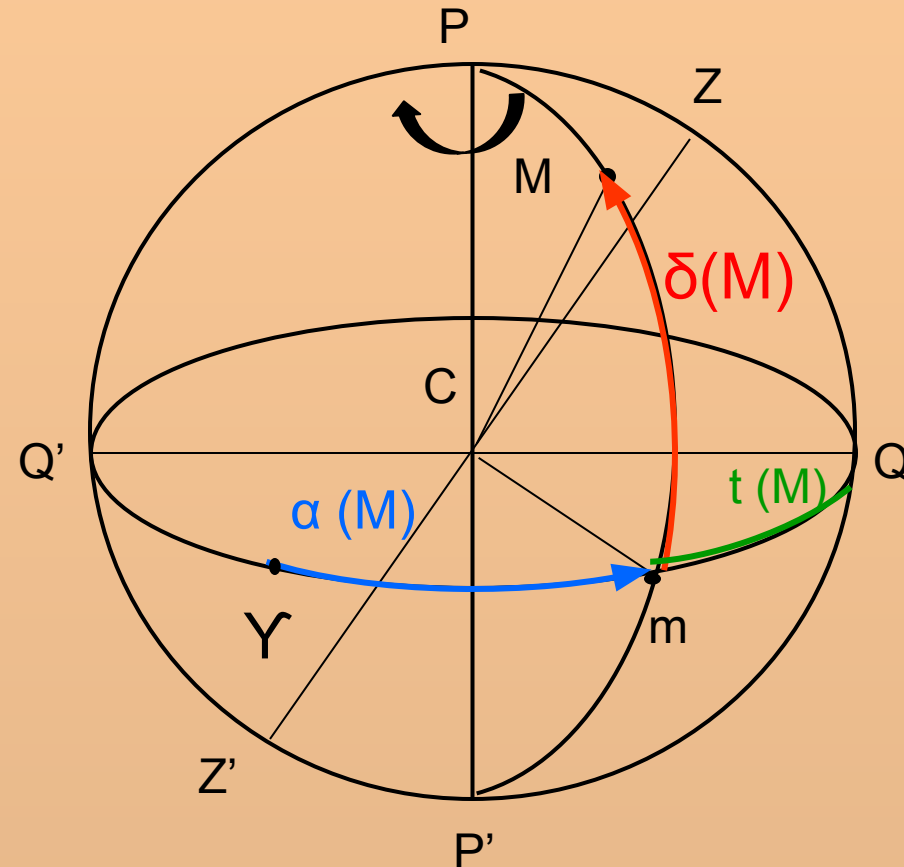


Прямое восхождение светила –  $\alpha (M)$

# Экваториальные координаты

Координаты звезд ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) в экваториальной системе координат не связаны с суточным движением небесной сферы и изменяются очень медленно. Поэтому они применяются для составления звездных карт и каталогов.

Для некоторых астрономических задач вводится часовой угол –  $t$  – угол, который измеряется вдоль небесного экватора от верхней точки небесного экватора (Q) до круга склонения светила (m) и измеряется от 0 до 24<sup>ч</sup>. Он отсчитывается по направлению видимого суточного вращения небесной сферы – к западу, подобно азимуту.



Склонение светила –  $\delta (M)$

Прямое восхождение светила –  $\alpha (M)$

Часовой угол –  $t (M)$

# Восходящие и заходящие звезды

На средних географических широтах ось мира и небесный экватор наклонены к горизонту, суточные пути звезд также наклонены к горизонту. Поэтому наблюдаются **восходящие** и **заходящие** звезды.

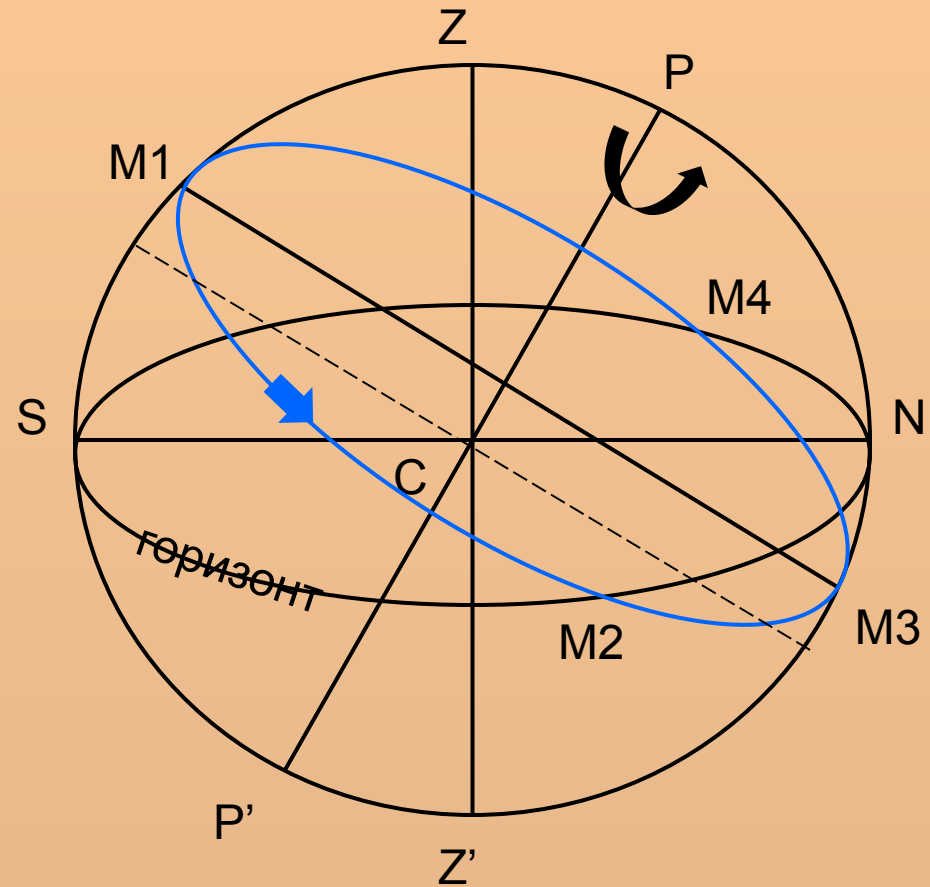
Под **восходом** понимается явление пересечения светилом восточной части горизонта, а под **заходом** — западной части горизонта. В средних широтах, например на территории Республики Беларусь, наблюдаются звезды северных околополярных созвездий, которые никогда не опускаются под горизонт. Они называются **незаходящими**. Звезды, расположенные около южного полюса мира, у нас никогда не восходят. Их называют **незаходящими**.

На экваторе Земли ось мира совпадает с полуденной линией, а полюсы мира с точками севера и юга. Небесный экватор проходит через точки востока, запада и точку зенита. Суточные пути всех звезд перпендикулярны горизонту и каждая из них половину суток находится над горизонтом.

# Кульминации звезд

При своем суточном вращении вокруг оси мира светила два раза за сутки пересекают небесный меридиан. Явление прохождения светилом небесного меридиана называется **кульминацией**. Различают верхнюю и нижнюю кульминации. В **верхней кульминации M1** светило при суточном движении находится в наивысшей точке над горизонтом, ближайшей к зениту. **Нижняя кульминация M3** светила более удалена от точки зенита, чем верхняя кульминация, и происходит через половину суток после верхней кульминации.

Точка пересечения суточной параллели светила с восточной частью истинного горизонта называется **точкой восхода светила M4**, а с западной частью истинного горизонта — **точкой захода светила M2**.



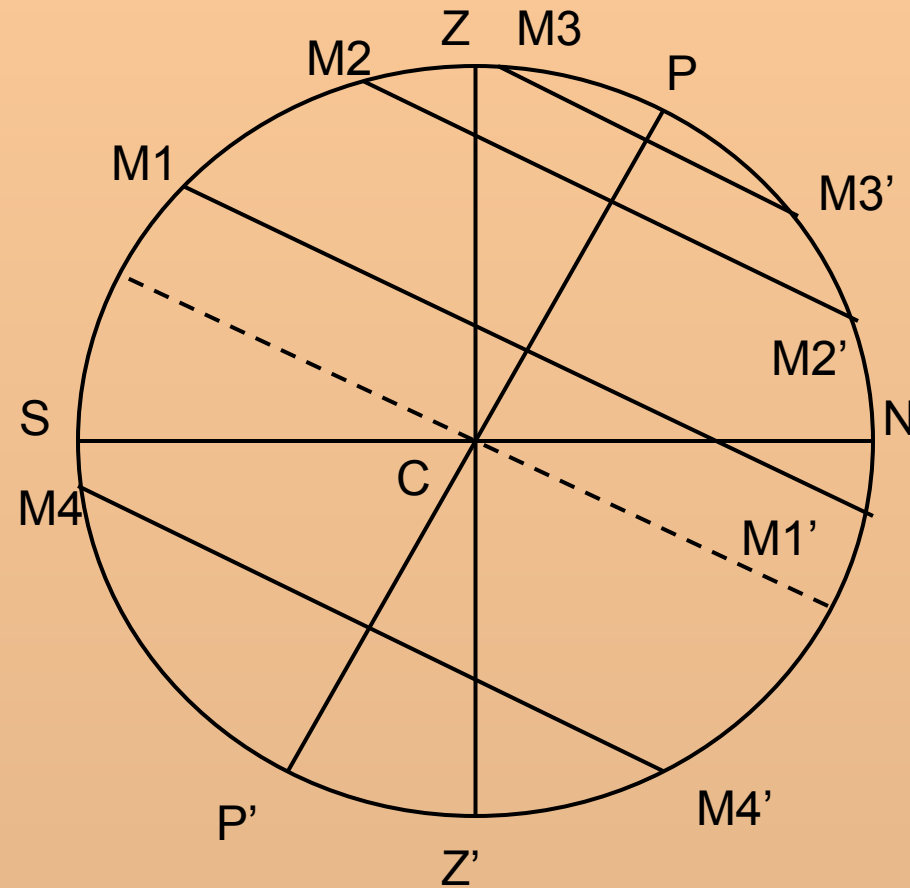
Суточная параллель светила

# Кульминации звезд

У восходящих и заходящих звезд верхняя кульминация проходит над горизонтом (M1), нижняя кульминация (M'1) проходит под горизонтом.

Незаходящие звезды видны в верхней (M2, M3) и нижней (M'2, M'3) кульминациях.

У невосходящих звезд обе кульминации (M4) и (M'4) невидимы, т. е. происходят под горизонтом.





# Кульминации звезд

$$\left. \begin{aligned} h_B &= (90^\circ - \phi) + \delta \\ h_H &= \delta - (90^\circ - \phi) \end{aligned} \right\} \text{ — формулы, для восходящего и} \\ \text{заходящего светила}$$

$h_B = 90^\circ + \phi - \delta$  — если обе кульминации незаходящей звезды находятся по одну сторону от зенита.

По мере перемещения наблюдателя к Северному полюсу Земли северный полюс мира поднимается над горизонтом. На полюсе Земли полюс мира будет находиться в зените. Звезды здесь движутся по кругам, параллельным горизонту, который совпадает с небесным экватором. Становится неопределенным небесный меридиан, теряют смысл точки севера, юга, востока и запада.

# Определение географической широты по астрономическим наблюдениям

*Первый способ.* Определить географическую широту можно из наблюдения Полярной звезды. Если считать, что Полярная звезда указывает северный полюс мира, то приближенно высота Полярной звезды над горизонтом дает нам географическую широту места наблюдения. Если измерить высоту Полярной звезды в верхней и нижней кульминациях, то получим более точное значение широты места наблюдения

$$\varphi = \frac{h_B + h_H}{2}$$

*Второй способ.* Определить географическую широту можно из наблюдения верхней кульминации звезд.

Получим, что  $\varphi = \delta \pm (90^\circ - h_B)$ .

Знак «+» ставится, если звезда кульминирует к югу от зенита, а знак «-» — при кульминации звезды к северу от зенита

*Третий способ.* Определить географическую широту можно из наблюдения звезд, проходящих вблизи зенита:

$$\varphi = \delta_z.$$