**2.2. Системы небесных координат**

**2.2.1. Горизонтальная и экваториальные системы координат**

Поскольку радиус небесной сферы произволен, положение светила на небесной сфере однозначно определяется двумя угловыми координатами, если задана основная плоскость и начало отсчёта. В сферической астрономии используются следующие системы небесных координат (СНК):  
  
1) горизонтальная;  
2) 1-я экваториальная;  
3) 2-я экваториальная;  
4) эклиптическая (см. раздел [2.4.3](http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/2-4-ecliptic.html));  
5) галактическая (см. раздел [6.2.1](http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/6-2-milkyway.html)).

|  |
| --- |
| *<http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/images/2-2-1.png>*  *Горизонтальная система координат* |

**В горизонтальной системе небесных координат** основной плоскостью является плоскость математического горизонта NWSE.  
  
Одной координатой является или зенитное расстояние z, или высота светила над горизонтом h. Высотой h светила М называется дуга вертикального круга mM от математического горизонта до светила, или центральный угол mOM (в плоскости вертикального круга). Высоты отсчитываются в пределах от 0° до +90° (к зениту) и от 0° до –90° (к надиру). Зенитное расстояние z светила М – дуга вертикального круга ZM от зенита до светила или центральный угол ZOM. Зенитные расстояния отсчитываются в пределах от 0° до 180° в направлениях от зенита к надиру. Отсюда: z + h = 90°.  
  
Второй координатой в этой системе координат является азимут А. Азимутом А светила М называется дуга математического горизонта Sm от точки юга S до вертикального круга, проходящего через светило, или центральный угол SOm (в плоскости математического горизонта). Азимуты отсчитываются в сторону суточного вращения небесной сферы, т. е. к западу от точки юга S, в пределах от 0° до 360°. В процессе суточного вращения небесной сферы горизонтальные координаты h (z) и A всех светил непрерывно изменяются.

|  |
| --- |
| *<http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/images/2-2-2.png>*  *Первая экваториальная система координат* |

В **первой экваториальной системе координат** основной плоскостью является плоскость небесного экватора QWQ'E.  
  
Одной координатой здесь является склонение светила δ. Склонением δ светила М называется дуга mM часового круга РMmP' от небесного экватора до светила, или центральный угол mOM (в плоскости часового круга). Отсчитываются в пределах от 0° до +90° к северному полюсу мира и от 0° до –90° к южному полюсу мира. Иногда склонение заменяется полярным расстоянием p (также либо дуга РМ, либо центральный угол РОМ). Отсчитываются от 0° до 180° от северного полюса мира к южному. Отсюда: p + δ = 90°.  
  
Второй координатой в этой системе координат является часовой угол t светила М – дуга небесного экватора Qm от верхней точки Q небесного экватора до часового круга PMmP', проходящего через светило, или центральный угол QOm (в плоскости небесного экватора). Часовые углы отсчитываются в сторону суточного вращения небесной сферы, т.е. к западу от верхней точки Q небесного экватора, в пределах от 0° до 360° или от 0h до 24h. В процессе суточного вращения небесной сферы склонения δ светил не изменяются (если пренебречь собственным движением звёзд), а часовые углы t увеличиваются.

|  |
| --- |
| *<http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/images/2-2-3.png>*  *Вторая экваториальная система координат* |

Во **второй экваториальной системе координат** основная плоскость и склонение δ – те же, что и в первой экваториальной системе. Второй координатой, определяющей положение часового круга светила, является прямое восхождение α. Прямым восхождением α светила М называется дуга небесного экватора ♈m от точки весеннего равноденствия ♈ до часового круга, проходящего через светило, или центральный угол ♈Om (в плоскости небесного экватора). Прямые восхождения α отсчитываются в сторону, противоположную суточному вращению небесной сферы, т.е. к востоку от ♈ в пределах от 0° до 360° или от 0h до 24h. В процессе суточного вращения небесной сферы склонения δ и прямые восхождения α светил не изменяются.  
  
Поскольку ось мира параллельна оси вращения Земли, высота полюса мира hP над горизонтом всегда равна географической широте φ места наблюдения, а наклон небесного экватора к истинному горизонту определяется углом 90° – φ.  
  
Горизонтальная СНК используется для определения направления на светило относительно земных объектов. 1-я экваториальная СНК используется преимущественно при определении точного времени. 2-я экваториальная СНК является общепринятой в астрометрии.

**2.2.1. Параллактический треугольник и преобразование небесных координат**

|  |
| --- |
| *<http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/images/2-2-4.png>*  *Параллактический треугольник* |

Рассмотрев параллактический треугольник (треугольник на небесной сфере), образованный пересечением небесного меридиана, вертикального круга и часового круга светила, и вершинами которого являются полюс мира Р, зенит Z, светило М, а также из основных формул сферической тригонометрии можно получить формулы пересчета горизонтальных координат в экваториальные и наоборот:  
  
sin δ = sin φ cos z – cos φ sin z cos A, (2.1,а)  
cos δ sin t = sin z sin A, (2.1,б)  
cos δ cos t = cos φ cos z + sin φ sin z cos A, (2.1,в)  
  
  
cos z = sin φ sin δ + cos φ cos δ cos t, (2.2,а)  
sin z sin A = cos δ sin t, (2.2,б)  
sin z cos A = –cos φ sin δ + sin φ, cos δ cos t. (2.2,в)