|  |
| --- |
| **ОГЛАВЛЕНИЕ электронного пособия по мореходной астрономии** |
| 1. **Основы сферической астрономии**    1. [Небесная сфера](http://www.mastro.narod.ru/sky_sphere.html)    2. [Системы координат, применяемые в мореходной астрономии](http://www.mastro.narod.ru/syst_koord.html)    3. [Параллактический треугольник и его решение](http://www.mastro.narod.ru/paral_treyg.html)    4. [Дифференциальные формулы мореходной астрономии](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html)    5. [Видимое суточное движение светил](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html)    6. [Видимое годовое движение Солнца](http://www.mastro.narod.ru/ekliptica.html)    7. [Явления, связанные с движением Солнца для наблюдателей в различных широтах](http://www.mastro.narod.ru/sun_earth.html)    8. [Орбитальное и видимое месячное движение Луны](http://www.mastro.narod.ru/moon.html) 2. **Время, его измерение и исправление высот**    1. [Звездное и среднее время](http://www.mastro.narod.ru/sm.html)    2. [Местное, гринвичское, поясное время](http://www.mastro.narod.ru/time.html)    3. [Исправление высот светил, измеренных секстаном](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html) 3. **Определение поправки компаса**    1. [Основы астрономического определения поправки компаса](http://www.mastro.narod.ru/dgk.html)    2. [Определение поправки компаса методом моментом](http://www.mastro.narod.ru/metod_t.html)    3. [Определение поправки компаса методом высот](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html)    4. [Определение поправки компаса по Полярной (Метод высот и моментов)](http://www.mastro.narod.ru/metod_h_t.html) 4. **Определение места судна астрономическими методами**    1. [Теоретические основы определения места судна астрономическим методом](http://www.mastro.narod.ru/prin_omc.html)    2. [Высотная линия положения и её свойства](http://www.mastro.narod.ru/lop.html)    3. [ОМС по одновременным наблюдениям двух светил](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html)    4. [Астрономическая биссектриса](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html)    5. [Опредление места судна по трем светилам](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html)    6. [ОМС по одновременным наблюдениям четырех светил](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html)    7. [Определение места судна по разновременным наблюдениям Солнца](http://www.mastro.narod.ru/omc_sun.html)    8. [Определение широты по меридиональной высоте светила](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html)    9. [Определение широты по максимальной высоте светила](http://www.mastro.narod.ru/lat_hmax.html)    10. [Определение широты по Полярной звезде](http://www.mastro.narod.ru/lat_pol.html)    11. [Определение места судна по соответствующим высотам Солнца](http://www.mastro.narod.ru/omc_sv.html)    12. [Определение места судна по высотам Солнца более 88°](http://www.mastro.narod.ru/omc_88.html) 5. **Практика**    1. [Звездный глобус](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html)    2. [Секстан](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html)    3. [StarFinder 2102-D](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html)    4. [Хронометр](http://www.mastro.narod.ru/chronometer.html) |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | **1.1. Небесная сфера.** | | | Предположим наблюдатель находится на Земле в северном полушарии в точке O. Прведем отвесную линию. Напоминаем, что угол между **отвесной линией** и плоскостью земного экватора - есть широта. **Небесная сфера** - это сфера произвольного радиуса (т.е. очень большого, что размерами Земли можно пренебречь), на которую спроецированы светила, основные линии и плоскости наблюдателя и Земли. Проведем её, взяв за центр точку наблюдателя О. | http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/earth1.jpg | | | |  |  | | --- | --- | | Продолжим отвесную линию до пересечения с небесной сферой в точках **зенита z и надира n.** Линия, параллельная оси вращения Земли и проходящая через точку наблюдателя называется **осью мира.** (Именно вокруг этой оси наблюдателю кажется, что вращается весь мир, со всеми светилами). Точки пересечения её со сферой называются **полюсами мира:** северным PN и южным PS (они соответствуют полюсам Земли). Если смотреть со стороны северного полюса, то Земля вращается против часовой стрелки. В силу этого наблюдателю на Зеле кажется, что небесная сфера вращается по часовой стрелке, если на неё смотреть со стороны северного полюса. Фактически ось мира является продолжением земной оси вращения, когда размеры Земли пренебрежительно малы по сравнению с размерами небесной сферы. Плоскость, проведенная через центр сферы перпендекулярно отвесной линиии, дает в сечении со сферой **истинный горизонт**. Полюс мира, находящийся над горизонтом, называется **повышенным полюсом,** а второй полюс, находящийся под горизонтом, носит название **пониженного полюса.** Наименование повышенного полюса совпадает с наименованием широты, в которой находится наблюдатель. | http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/sky1.jpg | | Плоскость, проведенная через центр небесной сферы перпендекулярно оси мира, дает в сечении со сферой **небесный экватор** - большой круг QWQ'E. Небесный экватор по существу есть продолжение земного экватора, поэтому угол между плоскостью небесного экватора и отвесной линией есть широта. На Земле дуги больших кругов, проходящих через полюса, есть меридианы. В плоскости чертежа дуга PSOPN - меридиан наблюдателя. Его проекция на небесную сферу - дуга большого круга PSZPNn также является **меридианом наблюдателя.** Меридиан наблюдателя пересекается с истинным горизонтом в двух точках: **в точке севера N** и **в точке юга S**. Точкой севера называется та, которая ближе к северному полюсу. Точка юга - ближе к южному полюсу. Линия N - S называется **полуденной линиией.** Данная линия получила такое название, потому что по этой линии в полдень падает тень от верткального предмета. Небесный экватор пересекается с плоcкостью истинного горизонта в двух точках - **востока (Е)** и **запада (W)**. Если стать в центр небесной сферы лицом к точке севера (N), то справа располлагается точка востока (Е). | http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/sky2.jpg | | Ось мира PNPS разделяет меридиан наблюдателя на **полуденную часть** PNZPS, включающую зенит, и **полуночную** PNnPS (изображается волнистой линией). Полуденную часть меридиана наблюдателя Солнце пересекает в полдень, а полуночную - в полночь. Предположим светило находится в точке С. Дуга большого круга, проходящая через зенит, надир и светило, называется **вертикалом светила.** Вертикал, проходящий через точки востока и запада (E, W) называется **первым вертикалом**. Дуга большого круга, проходящая через светило и полюса, называется **меридианом светила.** Т.к. ось мира перпендекулярна плоскости небесного экватора, а отвесная линия перпендекулярна плоскости истинного горизонта, то http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/angle.gifQOZ = http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/angle.gifPNON. Как будет сказано в следующем параграфе **высотой** называется дуга вертикала от плоскости истинного горизонта до светила. Следовательно, высота повышенного полюса равна широте места наблюдателя, т. е. **hP =** http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/lat.gif. Этот важный вывод используется для установки звездного глобуса по широте. | http://www.mastro.narod.ru/img/sky_sphere/sky3.jpg | | |
|  |
| |  | | --- | | **1.2. Системы координат, применяемые в мореходной астрономии.** | | * [Горизонтная система координат.](http://www.mastro.narod.ru/syst_koord.html#kd1) * [Недостатки горизонтной системы координат.](http://www.mastro.narod.ru/syst_koord.html#kd2) * [Экваториальная система координат.](http://www.mastro.narod.ru/syst_koord.html#kd3) * [Достоинства и недостатки 1-ой экваториальной системы координат.](http://www.mastro.narod.ru/syst_koord.html#kd4) | |  | | В мореходной астрономии чаще всего приходится работать с горизонтной системой координат и 1-ой экваториальной. В формулировке любых определений координат всегда присутствуют 3 элемента:   * это такая-то дуга (небесного экватора, истинного горизонта, вертикала и т.д.); * откуда отсчитывается (от горизонта, от экватора, от меридиана и.т.д.); * и куда отсчитывается.   Причем одна координата отчитывается по основной плоскости, вторая - во второй плоскости, перпендикулярной основной. Основная плоскость задает название системы координат и входит в определение каждой координаты. | |  | | **Горизонтная система координат.** | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | Основная плоскость | Вторая плоскость | | Плоскость истинного горизонта | Плоскость вертикала светила | | А - азимут - это дуга истинного **горизонта** от вертикала повышенного полюса до вертикала светила. | h - высота - это дуга вертикала светила **от плоскости истинного горизонта** до светила. | | | Если светило находится над горизонтом, то высота светила положительная, если под горизонтом, то высота отрицательная. В мореходной астрономии отрицательные высоты светил практически не используются, поэтому можно считать, что 0° < h < 90°. | | http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/hor_syst_koord.jpg | | | **Зенитное расстояние** - это дуга вертикала светила от зенита до светила. | | z = 90° - h | | Малый круг, проходящий параллельно истинному горизонту через светило называется **альмукантаратом**. Все точки альмукантарата имеют равную высоту.  Высота светила, находящегося на меридиане, называется **меридиональной высотой** и обозначается H. Высота H имеет наименование той точки горизонта, над которой она измерена - либо N, либо S. | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Азимут бывает 3-х видов:   1. Акр - круговой азимут - это дуга истинного горизонта от точки севера N до вертикала светила (от 0° до 360°) по часовой стрелке. 2. Апк - полукруговой азимут (от 0° до 180°). Его определение дано выше в таблице. Полукруговой азимут отсчитывается от точки севера (N) или точки юга (S), точнее от вертикала повышенного полюса. Т.к. широта определяет повышенный полюс, то первая буква наименования азимута всегда совпадает с широтой. 3. Ач - четвертной азимут (от 0° до 90°) отсчитывается либо от точки севера (N), либо от точки юга (S) до вертикала светила. | |  | | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/azimut.gif | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Акр | Апк | Ач | | 300° | S120°W | 60°NW | | | | | Недостатки горизонтной системы координат.   1. Одно и тоже светило и в один и тот же момент времени для разных наблюдателей на Земле имеет разные координаты. 2. Как будет показано [далее](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html#df2) горизонтные координаты во времени изменяются неравномерно. | |  | | **1-ая экваториальная система координат.** | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | Основная плоскость | Вторая плоскость | | Плоскость небесного экватора | Плоскость меридиана светила | | tм - местный часовой угол - это **дуга небесного экватора** от полуденной части меридиана наблюдателя до меридиана светила. | http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/dec.gif- склонение - это дуга меридиана светила **от плоскости небесного экватора** до светила. | | | Светило может быть северным (http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/dec.gifN), если дуга склонения откладывается от небесного экватора к северу или южным (http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/dec.gifS), если откладывается к югу от экватора. Кроме того, при вычислении по формулам склонению приписывается знак: " + ", если широта и склонение одноименные, или  " - ", если широта и склонение разноименные. Склонение светил изменяется в следующих пределах  0° < http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/dec.gif< 90°. | |  | | | **Полярное расстояние** - дуга меридиана светила от повышенного полюса до светила http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/delta.gif= 90° - http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/dec.gif Полярное расстояне изменяется в следующих пределах  0° < http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/delta.gif< 180° | | Часовой угол, который отсчитывается в сторону точки W называются **вестовым**. Т.к. небесная сфера вращается на запад (W), то вестовые часовые углы увеличиваются пропорционально времени от 0° до 360°, что создает удобство при вычислении. Они даны в Морском астрономическом ежегоднике (МАЕ). Кроме этого, применяется полукруговой счет часовых углов : от 0° до 180° к W или Е, который используется при решении параллактического треугольника.  Если **tW > 180°, то tE = 360° - tW** | | Достоинства и недостатки 1-ой экваториальной системы координат. | | Склонение большинства светил (звезд) в течении короткого промежутка времени оснтается практически неизменным, а других светил изменяется по известным законам. Часовые углы светил изменяются со соростью http://www.mastro.narod.ru/img/syst_koord/about.gif15°/час, что позволяет создавать таблицы координат (МАЕ). | | Часовые углы зависят от времени, точнее от вращения Земли. Во второй [экваториальной системе координат](http://www.mastro.narod.ru/ekliptica.html) вводится координата, которая исключает вращение Земли вокруг своей оси. | |
|  |
| |  | | --- | | **1.3. Параллактический треугольник светила и его решение.** | | * [Понятие параллактического треугольника](http://www.mastro.narod.ru/paral_treyg.html" \l "pt1) * [Решение параллактического треугольника](http://www.mastro.narod.ru/paral_treyg.html" \l "pt2) | |  | | **Понятие параллактического треугольника.** | | |  |  | | --- | --- | | Построив для данной широты небесную сферу и проведя вертикал и меридиан светила С, получим сферический треугольник, ZРNC, вершинами которого являются повышенный полюс мира PN, зенит наблюдателя Z и место светила С. Этот треугольник называется **параллактическим треугольником** светила. Элементами параллактического треугольника являются: угол при зените - азимут полукругового счета А; угол при полюсе - местный часовой практический угол t, отсчитываемый от меридиана данного наблюдателя; угол при светиле, который называется **параллактическим углом (q)** и в практике мореходной астрономии применяется редко; сторона ZPN - дополнение широты до 90°, т. е. 90° - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif;  сторона РNС - дополнение склонения до 90°, или **полярное расстояние http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/delta.gif= 90° -** http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif; сторона ZC - дополнение высоты до 90°, или **зенитное расстояние z = 90° - h.** | http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/par_triangle.jpg | | |  | | **Решение параллактического треугольника.** | | Основным содержанием практической мореходной астрономии является переход от одной системы координат к другой. В большинстве задач приходиться переходить от 1-ой экваториальной системы координат к горизонтной. Для этого решается параллактический треугольник. | | Применим формулу косинуса стороны к стороне ZC. | | В сферическом треугольнике косинус стороны равен произведению косинусов двух других сторон плюс произведение синусов этих же сторон и на косинус угла между ними. | | cos(90 - h) = cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif) cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif) + sin(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif) sin(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif)costм | | Применив формулы приведения, окончательно получим: | | **sinh = sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif + coshttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif coshttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gifcostм**       (1.1) | | Применим формулу котангенсов к 4-м рядом лежащим элементам: | | **А, (90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif), tм** и **(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif)** | | В сферическом треугольнике произведение котангенса крайнего угла на синус среднего угла равно произведению котангенса крайней стороны на синус средней стороны и минус произведение косинусов средних элементов. | | **ctgAsintм = ctg(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif) sin(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif) - cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gif)costм** | | Или окончательно после преобразования получим: | | **ctgA = tghttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gif coshttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gifcosectм - sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/lat.gifctgtм**       (1.2) | | Как видно из этих формул, параллактический треугольник связывает небесные координаты - горизонтные h и А и экваториальные http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/dec.gifи t - с географическими координатами наблюдателя (широта прямо входит в параллактический треугольник, а долгота входит косвенно согласно формулы **tм = tгр ± http://www.mastro.narod.ru/img/paral_treyg/long.gif**. Данные формулы применяются при определении места судна (при расчете элементов высотной линии положения) и для определении поправки компаса. | |
|  |
| |  | | --- | | **1.4. Дифференциальные формулы мореходной астрономии.** | | * [Дифференциальные формулы мореходной астрономии.](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html" \l "df1) * [Изменение координат светил вследствие видимого суточного движения.](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html" \l "df2) | |  | | **Дифференциальные формулы мореходной астрономии.** | | Как было показано в предыдущем параграфе высота и азимут являются функциями трех независимых переменных: | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif, http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gifи **t**: **h = f(http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif, http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif,t) A = F(http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif, http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif,t)** | | Найдём частные производные (вывод пропускаем): | | |  |  | | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dh-dlat.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dA_dlat.gif | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dh-ddec.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dA-ddec.gif | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dh-dt.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dA-dt.gif | | | Переходя к конечным приращениям, получим следующие формулы: | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**h http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif= cosA** http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif | (1.3) | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif= tghsinA** http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif | (1.6) | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**h http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif= cosq** http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif | (1.4) | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif= -sinqsech** http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/dec.gif | (1.7) | | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**ht = -cos http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gifsinA http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gift** | (1.5) | http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gif**A t = -cosqcosqsech http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/delta.gift** | (1.8) | | | Данные формулы лежат в основе таблиц ВАС-58, объясняют характер изменения горизонтных координат светил вследствие суточного движения и наивыгоднейшие условия определения поправки компаса. | |  | | **Изменение координат светил вследствие видимого суточного движения.** | | Рассмотрим формулу (1.5), которая позволяет объяснить закономерности изменения высоты вследствие видимого суточного движения. | | 1. Когда светило находится **на первом вертикале** (А = 90° или 270°), то sinA достигает максимального значения, следовательно, **изменение высоты светила максимальное**. 2. Когда светило находится **на меридиане наблюдателя** (А = 0° или 180°), то sinA=0, следовательно, **высота светила практически не изменяется**. 3. Если наблюдатель находится на полюсе (http://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif = 90°), то coshttp://www.mastro.narod.ru/img/dif_formula/lat.gif=0, следовательно, высоты всех светил в суточном вращении не изменяются. Такой же вывод, но графический дается [в следующем параграфе.](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html#zk3) | | Рассмотрим формулу (1.8). В момент верхней кульминации, [как будет показано далее,](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html#zk1) высота светила достигает максимального значения. Т.к. светило находится на меридиане наблюдателя, то параллактический угол q = 0° или q = 180°. Следовательно, cosq и sech достигают максимального значения, и **азимут в момент верхней кульминации изменяется максимально быстро**. | |
|  |
| |  | | --- | | **1.5. Видимое суточное движение светил.** | | * [Общие положения.](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html" \l "zk1) * [Законы суточного движения светил.](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html" \l "zk2) * [Суточное движение светил в разных широтах.](http://www.mastro.narod.ru/zakony.html" \l "zk3) | |  | | **Общие положения.** | | Известно, что небесная сфера со всеми находящимися на ней светилами вращается вокруг оси мира. Это движение называется **видимым суточным движением сферы.** Направлено суточное движение по часовой стрелке, если смотреть на на сферу со стороны северного полюса PN. Вследствие суточного движения все светила, вращаясь с вместе со сферой, двигаются параллельно небесному экватору, т.е. по **небесным параллелям**, всегда пересекают в этом движении меридиан наблюдателя, некоторые пересекают I-ый вертикал и горизонт. Пересечение светилом в своем суточном движении полуденной части меридиана наблюдателя называется **верхней кульминацией**, а пересечение светилом полуночной части называется **нижней кульминацией.** Из нижнего рисунка видно, что для постоянной широты и светила с постоянным склонением в момент верхней кульминации светило имеет максимальную высоту, а в момент нижней кульминации - минимальную высоту. Пересечение светилом в своем суточном движении плоскости истинного горизонта называется точками **восхода** и **захода**. | |  | | **Законы суточного движения светил.** | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Светило | Явление | Условие данного явления | | С1 | Проходит через зенит | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif= http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifодноименные | | С2 | Светило восходит в четверти, одноименной с широтой, пересекает I-ый вертикал, кульминирует, снова пересекает I-ый вертикал и заходит в четверти, одноименной с широтой - т.е. **в суточном движении над горизонтом светило находится в 4-х четвертях** | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif< http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifодноименные | | С3 | Светило I-ый вертикал никогда не пересекает, находится только в 2-х четвертях, одноименных с широтой | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif> http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifодноименные | | С4 | Незаходящее | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif**> 90 -** http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifодноименные | | C5 | В суточном движении светило **I-ый вертикал над горизонтом не пересекает**, находится только в 2-х четвертях, разноименных с широтой | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif**< 90 -** http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifразноименные | | С6 | Невосходящее | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif**> 90 -** http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif; http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gifразноименные | | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/zakony.jpg | | |  | | **Суточное движение светил в разных широтах.** | | Положение суточных параллелей зависит от широты. Для средних широт мы только что рассмотрели законы суточного движения. | | |  |  | | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/zakony_eq.jpgЕсли http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif= 0°, то ось мира лежит в плоскости истинного горизонта и параллели перепендекулярны горизонту и делятся им попалам. Все светила всходят и заходят, т.к. http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif< 90°, но ни одно не пересекает первый вертикал, только светило со склонением http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif= 0° движется по первому вертикалу, который совпадает с экватором. | http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/zakon_p.jpgНа южном полюсе (для данного примера) в http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/lat.gif= 90°S повышенный полюс совпадает с зенитом, горизонт с экватором, параллели с альмукантаратами. Все светила движутся параллельно горизонту, поэтому высота светила h не изменяется и всегда равна склонению http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gif. Светила с http://www.mastro.narod.ru/img/zakony/dec.gifNневидимы, остальные не заходят. Для наблюдателя на полюсе характерно отсутствие меридиана, первого вертикала и точек N, E, S, W горизонта. Все направления для PS будет на N, а для PN - на S. | | |
|  |
| |  | | --- | | **1.6. Видимое годовое движение Солнца.** | | * [Видимое годовое движение Солнца.](http://www.mastro.narod.ru/ekliptica.html" \l "ek1) * [Изменение экваториальных координат Солнца.](http://www.mastro.narod.ru/ekliptica.html" \l "ek2) | |  | | **Видимое годовое движение Солнца.** | | |  |  | | --- | --- | | В результате движения Земли по своей орбите наблюдателю на Земле кажется, что Солнце все время перемещается по небесной сфере относительно неподвижных звезд. Правда наблюдать движение Солнце относительно звезд не представляется возможным, т.к. звезды в дневное время не видны. Перечислим некоторые убедительные факты перемещения Солнца относительно звезд:   1. В разное время года в полночь видны разные звезды. 2. Меридиональная высота Cолнца в течении года изменяется. 3. Изменяются также азимуты восхода и захода Солнца, а также продолжительность дня и ночи. | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/orbita.jpg | | | |  |  | | --- | --- | | Земля, двигаясь по своей орбите, сохраняет в мировом пространстве неизменное положение своей оси вращения. Угол наклона оси вращения Земли с плоскостью орбиты Земли составляет 66°33', следовательно, угол между плоскостью орбиты Земли и плоскостью земного экватора составляет 23°27'. | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/ecliptic1.jpg | | | |  |  | | --- | --- | | **Эклиптика** - это видимый годовой путь, по которому перемещается Солнце по небесной сфере. Эклиптика - это проекция плоскости земной орбиты на небесную сферу. Т.к. плоскость небесного экватора - это продолжение земного экватора, а плоскость эклиптики - это плоскость орбиты Земли, то плоскость эклиптики составляет с плоскостью небесного экватора угол http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/epsilon.gif= 23°27'. Точкой Овна (http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/aries.gif) называется точка на небесной сфере, в которой Солнце в своём видимом годовом движении меняет своё склонение с южного на северное. В эту точку Солнце ежегодно приходит 21-го марта - в день весеннего равноденствия. Точка Овна задает точку отсчета еще для одной координаты - для прямого восхождения. **Прямое восхождение** (http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/alfa.gif) - это дуга небесного экватора от точки Овна до меридиана светила, в сторону обратных западных часовых углов (или если смотреть со стороны северного полюса, то против часовой стрелки). Именно в этом направлении по небесной сфере перемещваются Солнце, Луна и, следовательно, увеличивается прямое восхождение этих светил. | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/ecliptic.jpg | | |  | | **Изменение экваториальных координат Солнца.** | | В течении года Солнце по небесной сфере проходит четыре точки (смотри таблицу). | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Дата | Название | Точка | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/alfa_sun.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/dec_sun.gif | | 21 марта | День весеннего равноденствия | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/aries.gif | 0° | 0° | | 22 июня | День летнего солнцестояния | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/rak.gif | 90° | 23,5°N | | 23 сентября | День осеннего равноденствия | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/vesy.gif | 180° | 0° | | 22 декабря | День зимнего солнцестояния | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/kozerog.gif | 270° | 23,5°S | | | **Тропическим годом** называется промежуток времени между двумя последовательными прохождения центра Солнца через точку Овна. Его продолжительность составляет 365,2422 суток. Этот период положен в основу календарного года. Уточнение величины тропического года оставило свой след в истории астрономии в виде египетского года, юлианского и григорианского стилей.  Для приближенных расчетов необходимо знать суточные изменения координат Солнца. Прямое восхождение Солнца в течение года изменяется почти равномерно. Суточная скорость изменения прямого восхождения Солнца составляет http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/alfa_sun.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/about.gif360°/365,2422 http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/about.gif1°/сутки. | | Склонение Солнца в течении года изменяется неравномерно. | | |  |  | | --- | --- | | * http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/dec_sun.gif=0,4°/сутки в течении 1 месяца до и 1 месяца после дней равноденствий; * http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/dec_sun.gif=0,1°/сутки в течении 1 месяца до и 1 месяца после дней солнцестояний; * http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/dec_sun.gif=0,3°/сутки в оставшиеся 4 промежуточных месяца. | http://www.mastro.narod.ru/img/ekliptica/dec_sun_gr.jpg | | |
|  |
| |  | | --- | | **1.7. Явления, связанные с движением Солнца для наблюдателей в различных широтах.** | | |  |  | | --- | --- | | **Наблюдатель на экваторе http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif= 0°**   1. День здесь всегда равен ночи, так как все параллели Солнца делится горизонтом пополам. 2. В дни равноденствий 21/III и 23/IX Солнце в полдень проходит через точку зенита. 3. Меридиональное зенитное расстояние в момент верхней кульминации Солнца равно его склонению: Z = 90°- Н. Наименьшая меридиональная высота в момент верхней кульминации H=66°33' N или S бывает в дни солнцестояний 22.06 и 22.12. 4. Азимут Солнца в момент восхода и захода равен полярному расстоянию: 5. Солнце не пересекает 1-й вертикал во время суточного движения и бывает лишь в двух четвертях горизонта. В дни равноденствий Солнце двигается по 1-му вертикалу и в момент верхней кульминации мгновенно изменяет азимут на 180° с E на W. 6. Зимой и летом нет разницы в движении солнца (различаются только наименования азимутов), и в величинах его высоты поэтому не существует различия во временах года. | http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun_eq.jpg | | **Наблюдатель в тропическом поясе http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif<23°27'**   1. Солнце восходит и с заходит ежедневно, причем продолжительность дня и ночи несколько изменяется. 2. Характерной особенностью является то, что дважды в год Солнце в полдень проходит через зенит. Если же у наблюдателя http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif= 23°27' N или S точно, т.е. наблюдатель находится на северном или южном тропике Земли, тогда Солнце в зените бывает один раз в году - 22/VI или 22/ХII. 3. При и одноименных Солнце в суточном движении пересекает 1-й вертикал и проходит все четверти горизонта. При http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gif> http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifи одноименных Солнце наблюдается только в двух четвертях горизонта, тоже наблюдается при разноименных http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif, но независимо от их величин. 4. Скорость изменения азимута в малых широтах очень не равномерна: от восхода до близких к кульминации моментов азимут меняется медленно, а вблизи кульминации за короткий промежуток времени - очень быстро. Это надо учитывать при плавании в низких шпротах. 5. Продолжительность пребывания Солнца над горизонтом и угол падения его лучей на Землю летом несколько больше, чем зимой. | http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun_tropic.jpg | | **Наблюдатель в умеренном поясе 23°27' < http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif< 66°33'**   1. Солнце и здесь восходит и заходит. При этом разница в продолжительности дня и ночи в течение года более заметна, чем в тропическом поясе. 2. В зените Солнце не бывает, поскольку не может быть http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gif= http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif 3. Меридиональная высота Солнца всегда меньше, чем в те же даты в тропическом поясе, поэтому меньше также угол падения солнечных лучей на Землю и обогревание земной поверхности. 4. В суточном движении Солнце пересекает 1-й вертикал и в течение дня бывает во всех четвертях горизонта при одноименных http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif. При разноименных и http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifСолнце бывает только в двух четвертях, первая буква наименования которых разноименна с широтой. 5. Летом меридиональные высоты и угол падения лучей Солнца на Землю значительно больше, чем зимой. | http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun_umer.jpg | | **Наблюдатель в полярном поясе http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif> 66°33'**   1. Может наблюдаться незаходящее Солнце при http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifодноименных или невосходящее Солнце при http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifразноименных при условии http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gif> 90° - http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif. Промежуток времени, когда Солнце не заходит, называется полярным днем, а когда Солнце не восходит - полярной ночью. Начало полярного дня бывает, когда Солнце придет на параллель Nc. Соответственно полярная ночь начинается, когда Солнце впервые в данном году придет на параллель. Конец полярного дня и ночи бывает, когда вторично в данном году наблюдается равенство http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gif= 90°- http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif 2. Меридиональные высоты и угол падения лучей Солнца еще меньше, чем в умеренном поясе, особенно зимой. 3. При http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifодноименных азимуты Солнца в течение суток располагаются во всех четвертях горизонта, при http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifразноименных - только в двух. | http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun_polar.jpg | | **Наблюдатель на полюсе**   1. День продолжается полгода, пока http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifодноименно с http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gif, ночь длиться тоже полгода, пока http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifразноименны. 2. Так как в суточном движении Солнце перемещается по параллелям, являющимся одновременно и альмукантаратами, то всегда выполняется условие hhttp://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun.gif = http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun.gif.  Наибольшая возможная высота Солнца бывает в один из дней солнцестояний при http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/lat.gifодноименных. | http://www.mastro.narod.ru/img/sun_earth/sun_90.jpg | | | **Общий вывод для всех наблюдателей.** Во всех широтах в дни равнодействий, т. е. 21 марта и 23 сентября, день равен ночи, так как суточное движение Солнца в эти даты происходит приблизительно по экватору, который горизонтом делится пополам. При этом восход Солнца в дни равноденствий бывает близок к точке E, а заход - к точке W. | |
|  |
| 1.8. Орбитальное и видимое месячное движение Луны. |
| * [Периоды в движении Луны.](http://www.mastro.narod.ru/moon.html" \l "mn1) * [Фазы и возраст Луны.](http://www.mastro.narod.ru/moon.html" \l "mn2) |
|  |
| Периоды в движении Луны. |
| Плоскость лунной орбиты наклонена к плоскости эклиптики в среднем под углом 5°09'. Следовательно склонение Луны изменяется в пределах 0° < http://www.mastro.narod.ru/img/moon/dec_moon.gif<28°36'. Движение Луны относительно Земли имеет важное значение для судовождения, т.к. от этого зависят приливы. |
| Если в течении 1-2 часов проследить за положением Луны относительно какой-либо яркой звезды, то можно убедиться в том, что Луна перемещается навстречу суточному вращению (к востоку) приблизительнона величину своего диаметра за 1 час. За сутки Луна проходит по своей орбите дугу в 13°,2. Следовательно, полный оборот по небесной сфере Луна сделает за 360°/13°,2 http://www.mastro.narod.ru/img/moon/about.gif13,32 суток. |
| Период полного обращения Луны вокруг Земли относительно неподвижной звезды называется сидерическим или звездным месяцем. Продолжительность звездного месяца составляет 27,32 суток. |
| Однако более заметным и важным для землян является другой период. Т.к. Солнце по небесной сфере за сутки перемещается на 1°, то Луна по отношению к Солнцу перемещается на дугу равную 13°,2 - 1° = 12°,2. И относительно Солнца Луна делает оборот за 360°/12°,2 = 29,53 суток. |
| Период полного обращения Луны вокруг Земли относительно Солнца называется синодическим или лунным месяцем. Продолжительность лунного месяца составляет 29,53 суток. |
|  |
| Фазы и возраст Луны. |
| Изменение видимой с Земли освещенной части Луны называется сменой фаз. Фазы повторяются через лунный месяц. Поэтому Лунный месяц положен в основу лунного или солнечно-лунного календарей, которые приняты в некоторых мусульманских странах. В данных календарях начало лунного месяца совпадает с новолунием.  Время, протекшее от момента новолуния до данного момента, называется возрастом Луны (Вhttp://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon.gif). Он изменяется от 1 до 29,5сут. Фаза Луны, время кульминации, её видимость зависят от её возраста. Нижний рисунок и таблица объясняют эти зависимости. |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon2.jpg | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Положение | Фаза | Возраст Вhttp://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon.gif (сут) | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/alfa_moon.gif- http://www.mastro.narod.ru/img/moon/alfa_sun.gif | Ткhttp://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon.gif | Видимость | | 1 | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon_novo.jpg Новолуние | 0 | 0° | 12ч | Не видна | | 2 | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon_1ch.jpg 1-ая четверть | 7 | 90° | 18ч | С полудня до полуночи | | 3 | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon_polno.jpg Полнолуние | 14-15 | 180° | 24ч | Всю ночь | | 4 | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon_end.jpg Последняя четверть | 22 | 270° | 6ч | С полуночи до полудня | | |
| Положения 1 и 3 (новолуние и полнолуние) называют сизигиями. В сизигии приливы максимальные. Положения 2 и 4 (первая и последняя четверти) называют квадратурами. В квадратуры приливы минимальные. |
| |  |  | | --- | --- | | Возраст, фазу (а также время вехней и нижней кульминации, параллакс, угловой радиус) Луны можно выбрать по дате из МАЕ. Рядом приведен фрагмент правой ежедневной страницы. | http://www.mastro.narod.ru/img/moon/moon_mae_ph.jpg | |
| Возраст Луны можно рассчитать по формуле: |
| В = Л + Д + М |
| Л - лунное число; Д - число месяца (дата); М - номер месяца в году. |
| Лунное число на каждый год есть постоянное число и выбирается из следующей таблицы: |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Год | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | | Л | 20 | 1 | 12 | 23 | 4 | 15 | 26 | 7 | 18 | 29 | 0 | |
| Из таблицы видно, что на следующий год лунное число больше на 11 суток. Почему это так? Потому что продолжительность тропического года (365,2422сут) больше 12 лунных месяцев (12 х 29,52 = 354,24 сут) на 11 суток. |
| Луна относительно Солнца "убегает" навстречу суточному вращению небесной сферы на 12°,2, что эквивалентно 48м-50м. Поэтому кульминация Луны на следующие сутки происходит на 50м = 0,8ч позже. Эти рассуждения позволяют вывести приближенную формулу для расчета времени кульминации Луны: |
| Тк = 12 + 0,8ч х В |
| |  | | --- | | **2.1. Звездное и среднее время.** | | * [Звездное время.](http://www.mastro.narod.ru/sm.html" \l "sm1) * [Среднее время.](http://www.mastro.narod.ru/sm.html" \l "sm2) * [Уравнение времени и связь среднего и истинного времени.](http://www.mastro.narod.ru/sm.html" \l "sm3) * [Связь среднего и звездного времени.](http://www.mastro.narod.ru/sm.html" \l "sm4) | |  | | **Звездное время.** | | В мореходной астрономии важную роль играет звездное время. **Звездным сутками** называется промежуток времени полного оборота Земли относительно точки Овна. За начало звездных суток принимается момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия. Следовательно, промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия называется **звездными сутками**. Промежуток времени в звездных единицах, протекший от начала звездных суток до данного физического момента, называется звездным временем. Звездное время принято обозначать буквой S. Поскольку начало звездных суток совпадает с началом счета часовых углов светил, то, следовательно, звездное время в данный момент есть часовой угол точки весеннего равноденствия, т.е.  **S = t**http://www.mastro.narod.ru/img/sm/aries.gif  http://www.mastro.narod.ru/img/sm/2eqator.jpgИзобразим небесную сферу на плоскость небесного экватора.Пусть точка C представляет положение какой-либо звезды на сфере в данный момент времени; http://www.mastro.narod.ru/img/sm/aries.gif- положение точки весеннего равноденствия (точка Овна); t - западный часовой угол и http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gif- прямое восхождение звезды. Из рисунка видно, что звездное время в данный момент равно сумме, прямого восхождения и часового угла звезды в тот же самый момент, т.е.  **S = t + http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gif**        (2.1)  Это выражение называется **основной формулой времени**. Оно связывает координаты светил со временем, позволяет переходить от звездного времени к солнечному и решать другие важные задачи. В мореходной астрономии эту формулу часто применяют для расчета часовых углов звезд:  **t\*W = S -**http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gif  Чтобы упростить расчеты, заменим вычитание более удобным сложением, введя звездное дополнение:  **http://www.mastro.narod.ru/img/sm/tau.gif= 360° - http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gif**.  Тогда:  **t\*W = S + http://www.mastro.narod.ru/img/sm/tau.gif**.  **Звездное дополнение** - это дуга небесного экватора от точки Овна до меридиана светила, отсчитываемое в сторону суточного вращения небесной сферы.  Т.к. звездное дополнение очитывается в ту же стороны что и западные часовые углы, то в английских пособиях по мореходной астрономии эта координата обозначается как SHA - абривиатура от Sideral Hour Angle, что дословно переводится как звездный часовой угол. | | |  |  | | --- | --- | | Основное достоинство звездного времени - его равномерное изменение. Но в повседневной жизне звездное время не используется, т.к её основной недостаток - начало звездных суток приходится на разное время солнечных суток. Так 21-го марта Солнце (положение 1 на рисунке) расположено в точке Овна http://www.mastro.narod.ru/img/sm/aries.gif, при этом звездные сутки начинаются в полдень. Через сутки Солнце переместится по эклиптике примерно на 1° = 4м и будет кульминировать через 4м после точки Овна. Через три месяца - 22-го июня Солнце переместится в положение 3 - кульминицая точки Овна произойдет в 6ч утра. 23-го сентября, когда Солнце будет в положении 4, звездные сутки начнутся в полночь. 22-го декабря Солнце будет в положении 4, поэтому звездные сутки начнутся вечером в 18ч. | http://www.mastro.narod.ru/img/sm/neg_sm.jpg | | |  | | **Среднее время.** | | **Солнечным**, или **истинным сутками** называется промежуток времени между двумя последовательными верхними или нижними кульминациями центра Солнца на одном и том же меридиане. За начало солнечных суток обычно принимается нижняя кульминация Солнца, поэтому **истинным солнечным временем** (Тhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif)называется промежуток времени от нижней кульминации Солнца до данного момента. | | |  |  | | --- | --- | | Однако истинное время имеет большой недостаток - оно изменяется неравномерно. Это следует из второго закона Кеплера, согласно которого за равные промежутки времени радиус-вектор планеты описывает одинаковые площади. Поэтому суточное изменение прямого восхождения Солнца http://www.mastro.narod.ru/img/sm/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa_sun.gifнеодинаково в течение года - изменяется от 53,8' до 66,6'. Следовательно, разность между самыми длинными и самыми короткими солнечными сутками составит 66,6' -53,8' =12,8' или 51с (почти 1 минута). | http://www.mastro.narod.ru/img/sm/kepler.jpg | | | Для того чтобы сутки были одинаковой продолжительности их отсчет ведется по так называемому среднему Солнцу. **Средним Солнцем** называется фиктивная точка, которая в отличии от истинного Солнца движется равномерно по небесному экватору. **Средними сутками** называется промежуток времени между двумя последовательными нижними кульминациями среднего Солнца на меридиане наблюдателя. | | |  |  | | --- | --- | | **Средним временем** называется промежуток времени между нижней кульминации среднего Солнца и данным моментом. Измеряется дугой небесного экватора от полуночной части меридиана наблюдателя до меридиана среднего Солнца. Среднее время измеряется в часовой мере.  **T = thttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif ± 12ч**         (2.2)  Так как среднее Солнце движется равномерно, а истинное Солнце неравномерно, то истинное Солнце будет то обгонять, то отставать от среднего Солнца. | http://www.mastro.narod.ru/img/sm/time.jpg | | |  | | **Уравнение времени и связь среднего и истинного времени.** | | **Уравнением времени** называется разность среднего и истинного времени, численно равная разности часовых углов среднего и истинного Солнца, т.е.  http://www.mastro.narod.ru/img/sm/eta.gif= **t**http://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif - **t**http://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif         (2.3)  или         http://www.mastro.narod.ru/img/sm/eta.gif= http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif- http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif | | |  |  | | --- | --- | | Уравнение времени можно выбрать из МАЕ или с графика. Из графика видно, что четыре раза в году уравнение времени равно нулю (16 апреля, 14 июня, 1 сентября и 25 декабря) и четыре экстремальных значения: (11 февраля +14,3м, 15 мая -3,8м, 26 июля +6,4м и 3 ноября -16,4м). Эти знания помогли героям романа Жюль Верна "Таинственный остров" определить долготу своего местонахождения. |  | | | |  |  | | --- | --- | | Уравнение времени устанавливает вззаимосвязь между истинным и средним временем, на основании которой можно решать следующие задачи.   1. Получение часового угла Солнца по известному времени. **thttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif = T ± 12 -** http://www.mastro.narod.ru/img/sm/eta.gif | | | 1. Получение времени времени кульминации Солнца. Для верхней кульминации thttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun.gif = 0, поэтому из последней формулы имеем **Тв.к = 12ч +** http://www.mastro.narod.ru/img/sm/eta.gif Эту взаимосвязь наглядно можно увидеть на представленном фрагменте МАЕ (внизу на правом развороте ежедневных страниц). | http://www.mastro.narod.ru/img/sm/mae_equation_time.jpg | | |  | | **Связь среднего и звездного времени.** | | Применяя основную формулу времени к среднему Солнцу S = thttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif + http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif, но из формулы времени thttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif = T ± 12ч, поэтому  **S = T ± 12ч + http://www.mastro.narod.ru/img/sm/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/sm/sun_sr.gif**        (2.4) |  | |
|  |
| |  | | --- | | **.2. Местное, гринвичское, поясное время.** | | * [Времена на различных меридианах, местное время.](http://www.mastro.narod.ru/time.html" \l "tm1) * [Поясное время.](http://www.mastro.narod.ru/time.html" \l "tm2) * [Декретное, летнее, стандартное, судовое время.](http://www.mastro.narod.ru/time.html" \l "tm3) * [Линия смены дат.](http://www.mastro.narod.ru/time.html" \l "tm4) | |  | | **Времена на различных меридианах, местное время.** | | |  |  | | --- | --- | | Изобразим небесную сферу в проекции на небесный экватор. **Местное среднее время (Тм)** - это это промежуток времени между моментом нижней кульминации среднего Солнца и текущим моментов времени для наблюдателя, находящегося на меридиане с долготой http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif. **Гринвичское время (Тгр)** - это местное время гринвичского меридиана. Из рисунка видно, что на востоке местное время (Тм) всегда больше гринвичского времени (Тгр) на величину дуги долготы http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif  **Тгр = Тм ±http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif WE         Тм = Тгр ±http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif EW**         (2.5)  Гринвичское время иногда называют всемирным. Оно является аргументом для входа в Морской астрономический ежегодник (МАЕ). Местное время Тм на практике не используется по двум причинам:   1. Судно движется, поэтому долгота судна изменяется, что создает трудности в расчете местного времени. 2. На суше для двух наблюдателей, имеющих разность долгот http://www.mastro.narod.ru/img/time/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif°, местные времена будут отличаться на величину http://www.mastro.narod.ru/img/time/delta.gifТм = 15 http://www.mastro.narod.ru/img/time/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif°. | http://www.mastro.narod.ru/img/time/time_lokal.jpg | | |  | | **Поясное время.** | | |  |  | | --- | --- | | Широкое распространение получила **система поясного премени**, принятая на астрономическом конгрессе 1884 г по предложению канадского инженера транспорта Флеминга.  Вся Земля разделена на 24 часовых пояса по 15° (или 1ч) долготы в каждом. Меридианы 0°, 15°, 30° и далее через 15° (до 180°) являются центральными для каждого пояса, меридианы с долготами 7°30', 22°30' и далее - это границы поясов. Они точно следуют по меридианам только в открытом море и океане.      **Поясным временем Тп** называется местное время центрального меридиана данного часового пояса, принятое по всей территории пояса. Пояс с центральным меридианом Гринвича считается нулевым, а от него идет нумерация поясов к E или W, до двенадцатого пояса включительно. | http://www.mastro.narod.ru/img/time/map.jpg | | | **Для определения номера пояса**, в котором находится судно или данный пункт, надо его долготу разделить на 15°. Частное от деления дает номер пояса, а если в остатке получится болше 7°30', то рассчитанный таким образом номер пояса увеличивается на единицу. Примеры: http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif= 20°Е, № = 1Е http://www.mastro.narod.ru/img/time/long.gif= 28W°Е, № = 2W | | Свойства поясного времени:   1. поясное время в соседних поясах отличается ровно на 1ч; 2. разница поясного времени в любых двух часовых поясях равна разности их номеров; 3. поясное время любого пояса отличается от гринвичского, т.е. от времени нулевого пояса, на величину номера пояса:   **Тп = Тгр ± ТEW         Тгр = Тп ± ТWE**         (2.6)  Местное время в пределах одного часового пояса теоретически не должно отличаться от поясного Тп более чем на 30м, что соответствует ширине пояса в 7°30'. Однако, на суше границы часовых поясов не всегда совпадают с меридианами, кратными по долготе 7°30'. Они устанавливаются правительством стран и обычно совпадают с государственными, административными или географическими границами. Границы указаны на карте №90080. | |  | | **Декретное, летнее, стандартное, судовое время.** | | Многим поясам присвоены свои названия. Так например, время первого восточного часового пояса (№ = 1Е) называют среднеевропейским, второго - восточноевропейским. **Декретное время Тд** - это поясное время, увеличенное на 1ч. Россия живет по декретному времени. Декретное время принято декретом (законом) правительством (СНК - Светом Народных Комиссаров) СССР в 1931 году с целью экономиии электроэнергии в вечернее время.  **Тд = Тп + 1ч**  **Летнее время** - это время принятое в данном государстве на летний период. Летнее время - это поясное (или декретное как в России), увеличенное на 1ч. В России леттнее время функционирует с ппоследнего воскресенья марта по последнее воскресенье октября. **Московское время.** Москва располагается во втором восточном поясе, но декретное время в нём - третьего пояса, а летнее - четвертого. Т.е. **московское время** - это время третьего восточного пояса, когда действует декретное время (зимой) и четвертого пояса - когда действует летнее время, т.е.  **Тмск = Тгр + 3ч(4ч)**  **Стандартное время** - это время официально принятое в данном районе Земли. Это может быть поясное, летнее, декретное, поясное ± 30м (как например в Индии, Индонезии, Иране, Афганистане, среднем поясе Австралии). **Судовым временем Тс** называется поясное время того часового пояса, по которому поставлены судовые часы. Судовое время обычно отсчитывается с точностью до 1м. | |  | | **Линия смены дат.** | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  | | --- | | Особое положение занимает 12 пояс. Он состоит из двух половинок - 12 восточного и 12 западного пояса. Рассмотрим следующий пример: Тгр = 6ч10м 3 марта 2004 года. Найти поясное время и дату в 12-ом поясе. | | |  |  | | --- | --- | | Для восточной половинки 12-го пояса | Для западной половинки 12-го пояса | | |  |  | | --- | --- | | Тгр | 6ч10м 3 марта 2004 года. | | № | +12E | | Тп | 18ч10м 3 марта 2004 года. | | |  |  | | --- | --- | | Тгр | 6ч10м 3 марта 2004 года. | | № | -12W | | Тп | 18ч10м 2 марта 2004 года. | | | | Т.е. поясное время в 12-ом поясе одинаковое, но **даты** в 12-м восточном и 12-западном **разные.** Поэтому по 180° проходит **линия смены дат**(ЛСД). Официальная линия смены дат в некоторых районах Земли отклоняется от меридиана 180° так, чтобы территориальные образования относились к одной дате. При пересечении этой линии дату надо менять. | | **Правила смены даты.** Смену дат производят не в момент пересечения линии даты, а в полночь.   1. При следовании судна восточными курсами (из Азии в Америку) дата в W-ом полушарии на момент пересечения ЛСД на сутки меньше. А в полночь наступает дата, которая уже была в Е-вом полушарии, т.е дату повторяем, например, после 2-го марта следует снова 2-ое марта. 2. При следовании судна западными курсами (из Америки в Азию и Австралию) дата в Е-вом полушарии на момент пересечения ЛСД уже на сутки больше. Но т.к. дату меняем в полночь, то дату изменяем на двое суток вперед, например, с 2-го марта меняем на 4-ое марта, пропуская одни сутки.   Изменение даты записывается в судовой журнал. | | http://www.mastro.narod.ru/img/time/lcd.gif | | |
|  |
| .3. Исправление высот светил, измеренных секстаном. |
| * [Необходимость исправления высот.](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html" \l "ho1) * [Поправка за наклонение горизонта.](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html" \l "ho2) * [Поправка за астрономическую рефракцию.](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html" \l "ho3) * [Поправка за параллакс.](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html" \l "ho4) * [Поправка за полудиаметр.](http://www.mastro.narod.ru/oc_ho.html" \l "ho5) |
|  |
| Необходимость исправления высот. |
| Высота - дуга вертикала светила от истинного горизонта до светила или угол между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило. Но:   1. Высота измеряется секстаном, у которого есть свои поправки (поправка индекса и инструментальная поправка секстана). 2. Измерение высоты происходит не над истинным горизонтом, а над видимым морским горизонтом. 3. Так как Земля окружена атмосферой, то луч, идущий от светила, преломляется в атмосфере, и светило видно не на истинном месте. 4. Измерение высоты секстаном происходит с поверхности Земли, а не из её центра. 5. Солнце, Луна имеют видимый диск. Экваториальные координаты этих светил, которые выбираются из МАЕ, даны для центра этих светил, а наблюдателю удобнее измерять высоту края диска.   Исправлением высот называют переход (путем введения поправок) от измеренных высот к истинным геоцентрическим (обсервованным) высотам. Общая формула исправления высот имеет следующий вид: |
| ho = OC + (i + s) + C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhd + C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifh C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\ro.gif+ C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhp ± R + C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifht + C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhB         (2.7) |
| ho - обсервованная высота, OC - отсчет секстана, i - поправка индекса, s - инструментальная поправка, C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhd - поправка за наклонение горизонта,  C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifh C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\ro.gif- поправка за рефракцию, C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhp - поправка за параллакс, R - полудиаметр светила, C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifht, C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhB - поправки за температуру и давление. |
|  |
| Поправка за наклонение горизонта. |
| Явление преломления лучей какой-либо средой называется рефракцией. Преломление луча света от светила в земной атмосфере называется астрономической рефракцией, а преломление луча от удаленных земных предметов - земной рефракцией. |
| |  |  | | --- | --- | | Высоты светил в море измеряют над линией **видимого горизонта**. Видимый горизонт представляет малый круг на поверхности моря, описанный лучом зрения, по которому наблюдатель с возвышения глаза ***е*** увидит наиболее удаленную точку поверхности моря. Угол между плоскостью истинного горизонта и касательной к лучу, направленного от видимого горизонта называют **наклонением видимого горизонтa** (C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhd). Для получения видимой высоты над истинным горизонтом (hв) наклонение видимого горизонта надо вычесть из измеренной высоты (hиз). Наклонение видимого горизонта зависит от коэффициента земной рефракции C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\hi.gif, среднее значение которая равно 0,16, радиуса Земли и высоты глаза. Итоговое значение наклонения горизонта определяется формулой (в дуговых минутах).  C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\dh_dip.gif        (2.8) | C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\dip.jpg | |
|  |
| Поправка за астрономическую рефракцию. |
| |  |  | | --- | --- | | Проходя через земную атмосферу, лучи света изменяют прямолинейное направление. Вследствие увеличения плотности атмосферы преломление световых лучей усиливается по мере приближения к поверхности Земли. В результате наблюдатель видит небесные светила как бы приподнятыми над горизонтом на угол, получивший название астрономической рефракции (р). Величина рефракции зависит от многих факторов и может изменяться в каждом месте на Земле даже в течение суток. Для средних условий получена приближенная формула рефракции:  C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gif**h C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\ro.gif= -0,9666ctghв**         (2.9)  Коэффициент 0,9666 соответствует плотности атмосферы при температуре t=+10° и давлении В=760 мм.рт.ст. Если характеристики атмосферы другие, то поправку за рефракцию, расчитанную по данной формуле необходимо корректировать поправками за температуру и давление (C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifht, C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gifhB). | C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\refr.jpg | |
|  |
| Поправка за праллакс. |
| |  |  | | --- | --- | | Если измеряется высота светила, расстояние до котоорого сопостовимо с размерами Земли, то видимая высота hв будет меньше геоцентрической высоты, т.е. из центра Земли. **Параллаксом** называют угол между направлениями на светило с поверхности и из центра Земли, или угол при светиле, под которым был бы виден радиус Земли для данного наблюдателя со светила. В течение суток величина параллакса меняется от максимального значения для положения светила на горизонте и называемого **горизонтальным параллаксом** до нуля при положении светила в зените. Вследствие эллипсоидальности Земли величина горизонтального параллакса для наблюдателя на экваторе, где радиус Земли максимален, будет самой большой. Такой параллакс называют **горизонтальным экваториальным параллаксом po**, он приводится в МАЕ Параллакс зависит также от расстояния до светила, поэтому достигает заметных величин только для наиболее близких к Земле светил. Наибольший параллакс имеет Луна (61,5'), параллакс Венеры колеблется от 0,1' до 0,6', параллакс Марса - от 0,1' до 0,4'; для Солнца в среднем рo= 0,15' параллаксы Юпитера и Сатурна меньше 0,1'. Значения горизонтального экваториального параллакса планет даны в ежедневных таблицах МАЕ, ниже колонки склонений, а для Луны в нижнем углу правой страницы. Поправка за параллакс определяется формулой:  C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\delta.gif**hр = pocoshв**         (2.10)  Поправка за параллакс всегда имеет положительный знак. | C:\D&S\Мама\Мои документы\__МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ - Исправление высот__files\parallax.jpg | |
|  |
| Поправка за полудиаметр. |
| При измерении высот Солнца и Луны с горизонтом совмещают край диска светила. Для получения высоты его центра необходимо к высоте нижнего края прибавить угловой полудиаметр, а из всоты верхнего края - вычесть его. Угловой полудиаметр Солнца изменяется в течении года от 15,8' до 16,3' и приводится в МАЕ и ВАС-58. Угловой полудиаметр Луны зависит от расстояния между Луной и Землей, следовательно, его можно выразить через параллакс:  sinR = 0,2725sinpo         (2.11) |
| |  | | --- | | **3.1. Основы астрономического определения поправки компаса.** | | Поправка = Истиное - Измеренное http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**ГК = ИП - ГКП** | | В открытом море единственным и надежным способом определения поправки компаса является астрономический. Для получения истинного пеленга необходимо решить параллактический треугольник, вычислив азимут светила. Существует 3 способа задания параллактического треугольника и нахождения азимута. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Метод моментов  http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dgk1.jpg  **A = f(http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif, http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dec.gif,t)** | Метод высот  http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dgk2.jpg  **A = f(http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif, http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dec.gif,h)** | Метод высот и моментов  http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dgk3.jpg  **A = f(http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dec.gif,h,t)** | | | Все эти способы будут рассмотрены далее. | |  | | **Влияние ошибок счислимых кординат на вычисляемый азимут. Выгодные условия наблюдений.** | | Для вычисления азимута необходимо использовать координаты места судна, которые как правило, являются счислимыми. Азимут, вычесленный по счислимым координатам, также будет счислимым Ас. Для получения поправки компаса требуется истинный азимут светила Аи. Погрешности в счислимых координатах http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gifвызывают погрешность в азимуте http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА = http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif+ http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gif, которая входит в поправку компаса. Определим, при каких условиях погрешностями http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gifможно пренебречь.  **Погрешность в А вызвана погрешностью в широте.** Погрешность в азимуте за широту определяется на основе [дифференциальных формул мореходной астрономии.](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html#sin)  http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif= tghsinA** http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif        (1.6) | | Анализируя эту фомулу, приходим к следующему **выводам**. | | Чтобы минимизировть погрешность http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif**и получить точную поправку компаса необходимо:   * пеленговать светило на малой высоте (если h http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0, то http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif**http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0. * если над горизонтом висит облачность и нельзя выбрать светило с малой высотой, но существует возможность выбора светил (ночное время - много ярких звезд), то следует пеленговать светило вблизи меридиана наблюдателя, т.к. если А http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0° (180°), то http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/lat.gif**http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0.   В северном полушарии по второй причине в этом случае является Полярная звезда (её азимут близок к 0°). | | **Погрешность в А, вызванная погрешностью в долготе.** Долгота входит в расчет местного часового угла tм = tгр ± http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gifEW. Гринвичский часовой угол определён точно, поэтому погрешность часового угла будет полностью определяться погрешностью в долготе http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gift = http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gif. Следовательно, используя основые дифференциальную формулы мореходной строномии, имеем  http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gif**A t = -cosqcosqsech http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gift**         (1.8) | | Анализируя эту фомулу, приходим к следующему **выводам**. | | 1. Погрешность в http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gifзависит от высоты светила и будут меньше при его малой высоте. Т.е. необходимо пеленговать светила на малой высоте. 2. При пеленговании приполярных светил (если http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif90°, то cos http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0) погрешность в http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/dgk/strelka.gif0. Таким идеальным светилом является Полярная звезда. | | В заключении отметим еще один факт. На точность поправки компаса влияет не только погрешности ИП, которые мы уже расмотрели, но и погрешности в самом гирокомпасном пеленге ГКП. Погрешность ГКП также зависит от высоты пеленгуемого светила и определяется следующим выражением:  **http://www.mastro.narod.ru/img/dgk/delta.gifА = ktgh**         (3.1) | | k - угол наклона пленгатора. Следовательно, для точного взятия гирокомпасного пеленга (и для точного определения поправки компаса) необходимо пеленговать светило на малой высоте. | |
|  |
| |  | | --- | | **3.2. Определение поправки компаса методом моментов.** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_t.html" \l "gk_t1) * [Порядок наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/metod_t.html" \l "gk_t2) * [Порядок вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/metod_t.html" \l "gk_t3) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_t.html" \l "gk_t4) | |  | | **Теория метода.** | | Метод **моментов** получил свое название, потому что в момент пеленгования светила фиксируется гринвичское время, т.е. **момент времени**. | | |  |  | | --- | --- | | Т.е. измерения дают нам два параметра: гирокомпасный пеленг - ГКП и гринвичское время - Тгр. Далее с карты снимаются счислимые координаты http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gifс, http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/long.gifс. По гринвичскому времени по МАЕ вычисляется местный часовой угол tм и склонение светила http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/dec.gif. Применив [формулу котангенсов](javascript:window.open('ctg.html','example','scrollbars,resizable=no,width=800,height=150');void(0);) к параллактическому треугольнику PNZC, выведем формулу  ctgA = coshttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gif tghttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/dec.gifcosect - sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gifctgt         (1.2)  (Подробный вывод этой формулы есть в параграфе ["Параллактический треугольник и его решение"](http://www.mastro.narod.ru/paral_treyg.html).)  По данной формуле азимут получается в **полукруговом счете. Первая буква одноименна с широтой, вторая буква одноименна с часовым углом**. Азимуты по таблицам ВАС-58 вычисляются по данной формуле. Из табличных методов определения поправки компаса таблицы ВАС-58 являются наиболее удобными. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t.jpg | | |  | | **Порядок наблюдений.** | | |  |  | | --- | --- | | Порядок наблюдений покажем на следующем примере. 24-го марта 2001 года на вахте 16ч - 20ч необходимо определить поправку компаса.  Выбрать светило как можно ближе к горизонту. В данном случае это будет Солнце перед заходом. Взять пеленг светила. В момент взятия пеленга запустить секундомер.  ГКП = 264,6° | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/peleng_sun.jpg | | В штурманской рубке выполнить следующие действия. По приемоиндикатору остановить секундомер и записать: Гринвичское время в момент остановки секундомера и показания секундомера.  Тгр.ост.сек= 19ч42м55с Тост.сек=0м50с. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t_pi.jpg | | Судовое время и ОЛ.  Тс = 19ч42м | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t_clok.jpg | | По ОЛ с карты (или с приемоиндикатора) снять счислимые координаты. http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gif= 21°45,6'S; http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/long.gif= 33°14,6'W. | | | |  | | **Порядок вычислений.** | | |  |  | | --- | --- | | Найти приближенное гринвичское время и гринвичскую дату. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t1.gif | | Найти точное гринвичское время и по МАЕ на данное время рассчитать местный часовой угол и склонение светила. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t2.gif | | Войти в таблицы ВАС-58 по аргументам и найти азимут в полукруговом счете. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t3.gif | | Перевести азимут в круговой счет. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/nav_krug.jpg | | Найти поправку компаса | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t3_gk.gif | | | |  |  | | --- | --- | | Напоминаем, что при расчете азимута поправка азимута за часовой угол находится путем интерполирования из основных таблиц. http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/delta.gifAt = +0,4°х(11,5/60)=+0.1. Поправка азимута за склонение выбирается из таблицы 1 по аргументам http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/dec.gifи q, а знак определяется из основных таблиц путем сравнения двух азимутов, расположенных в двух соседних колонках склонений в 2° и 1°. Но если склонение светила < 29° (для Солнца, Луны и планет), то шаг по склонению составляет 1°, поэтому поправку азимута за склонение можно выбрать по основным таблицам. http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/delta.gifA http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/dec.gif= +1,0°х(19,2/60) = +0,3°. При определении поправки компаса пеленгуют светило на малой высоте. Тогда, согласно формуле http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/delta.gif**A http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gif= tghsinA** http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/lat.gifпоправка не превосходит 0,1°, а чаще всего она равняется нулю. Поэтому при малых высотах можно данной поправкой пренебречь. Это был рассмотрен рациональный способ определения поправки компаса по таблицам ВАС-58. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_t/metod_t_was.jpg | | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | Данный способ является наиболее универсальным, т.к. он применяется к любым светилам, в любых счислимых координатах, в любое время. | | Большой объем вычислений. Этот недостаток можно свести к минимуму, если азимут считать на калькуляторе или использовать при работе с таблицами ВАС-58 рассмотренный выше рациональный прием. | |
|  |
| |  | | --- | | **3.3. Определение поправки компаса методом высот.** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html" \l "gk_h1) * [Порядок наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html" \l "gk_h2) * [Порядок вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html" \l "gk_h3) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html" \l "gk_h4) * [Вычисление азимута восхода/захода Солнца по МАЕ.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h.html" \l "gk_h5) | |  | | **Теория метода.** | | |  |  | | --- | --- | | **Метод высот** получил свое название, потому что в момент пеленгования светила иксируется не момент времени, а с помощи секстана **измеряется высота** пеленгуемого светила. Построив параллактический треугольник и применив [формулу косинуса стороны](javascript:window.open('cos.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=150');void(0);) к стороне PNC, получим **cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/dec.gif) = cos(90 - h)cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gif) + sin(90 - h)cos(90 - http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gif)cosA** .   Применив формулы приведения, получим **sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/dec.gif = sinhsinhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gif + coshcoshttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gifcosA**, откуда  http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/cosA.gif        (3.2) | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h.jpg | | | Формула cosA, как и ctgA является функцией 3-х переменных, но таблиц аналгичных таблицам ВАС-58 для данного метода нет по следующей причине. В чистом виде этот способ не употребляется, т.к. невозможно одному судоводителю одновременно двумя приборами (пеленгатором и секстаном) измерить два навигационных параметра (пеленг и высоту). Но как частный случай данный метод получил широкое распространение. Речь идет об определении поправки компаса в момент видимого восхода/захода верхнего края Солнца. В этом случае нет необходимости измерять высоту Солнца, т.к. она заранее известна и составляет h = -57,8'. | | Для данного случая азимут рассчитывается по преобразованной формуле  http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h3.gif | | Зная, что в момент восхода/захода Солнца h=-57,8', формула примет вид  http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h4.gif        (3.3) | | По данной формуле в "Мореходных таблицах - 75" составлены таблицы 20а для одноименных http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/dec.gifи 20б для разноименных http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/dec.gif. Азимут по данным таблицам получается в полукруговом счете. **Первая буква азимута одноименна с широтой, а вторая Е при восходе Солнца или W при заходе.** | |  | | **Порядок наблюдений.** | | Необходимо 7 сентября 2001 года, находясь в координатах: http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/about.gif34°50'N; http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/about.gif170°15'W, на вахте 4ч-8ч определить поправку компаса по восходу Солнца | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Чтобы не пропустить момент восхода Солнца требуется по МАЕ на заданую дату для заданных координат рассчитать судовое время данного явления. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/mae_sunrise.jpg |  | | В момент появления диска Солнца утром утром (или его исчезновения утром) взять пеленг и заметить судовое время.  ГКП = 84,7° Тс = 5ч55м | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/peleng_sunrise.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_clok.jpg | | С карты снять счислимые координаты:   http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gifc = 34°50'N; http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/long.gifc = 170°15'W. | | | | |  | | **Порядок расчета.** | | |  |  | | --- | --- | | Найти приближенное гринвичское время и гринвичскую дату. Войти в МАЕ с гринвичской датой и гринвичским временем и выбрать склонение Солнца. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_gmt_dec.gif | | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_mt_20a.jpg Войти в МТ-75 в таблицы 20а или 20б с широтой и склонением, и интерполируя, найти азимут. Дать азимуту наименование. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_a_mt20a.gif | | Перевести азимут в круговой счет и найти поправку компаса | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_gk.gif | | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | 1. Малый объём вычислений. Следовательно, поправка компаса определяется быстро, и вероятность допустить промах в расчетах при таком объеме вычислений очень мала. 2. Т.к. высота Солнца h = 0, то данный способ в полной мере удовлетворяет требованиям точного определения поправки компаса. 3. Из-за малого объёма вычислений, азимут восхода/захода можно заранее до наблюдений рассчитать, что позволяет определить поправку компаса практически мгновенно. 4. Данный способ требует идеальных погодных условий. Облачность (дымка) на горизонте не позволяют судоводителю применить этот простой метод. Тогда судоводителю приходится применять более объёмный метод моментов. 5. Однократность явления таит в себе опасность допустить промах. Неправильно снял пеленг, после расчетов получил подозрительно большую поправку компаса, а использовать данный метод уже нельзя - Солнце давно уже или взошло или зашло. 6. Чтобы обезопасить от данной неприятности, рекомендуется заранее рассчитывать азимут Солнца. При определении поправки компаса по восходу необходимо дополнительно по МАЕ рассчитать судовое время восхода Солнца. При западных курсах судна, когда Солнце будет всходить по корме, незнание судового времени восхода Солнца может привести к пропуску данного явления. | |  | | **Определение поправки компаса по МАЕ 2001 года.** | | Начиная с МАЕ 2001 года на правом развороте ежедневных таблиц представлены азимуты восхода/захода верхнего края Солнца в круговом счете для высоты глаза е = 0 метров. Выборка производится для соответствующей даты с интерполяцией по широте и долготе. Для получения азимута, соответствующего высоте глаза в е > 0 метров, необходимо ввести поправку http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifА° = -0,017tg http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifhcosecA, где http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifh = d + http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifht + http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifhB.  Последоваительность решения покажем на рассматриваемом примере. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | Для заданной высоты глаза (е = 12 метров) выбираем наклонение горизонта. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifh = -6,1 | | На странице 280 из таблицы А по широте и месяцу выбираем аргумент К = 0,01. На этой же странице из таблицы В по аргументу К и http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifh выбираем поправку для азимута http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifА = 0,1. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/metod_h_mae_cor.jpg | | Входим в ежедневные таблицы на правый разворот с датой и широтой и выбираем азимут восхода Солнца. Далее интерполируем его по широте и долготе. http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifA http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/lat.gif= (81,4 - 82,5)х(4°50'/10°)= - 0,5 http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/delta.gifA http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/long.gif= (83,0 - 82,5)х(170°/360°)= +0,2 Если долгота восточная, то интерполируем к предыдущей дате, а если западная, то - к последующей. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/mae_sunrise.jpg | | Данную поправку придаем со своим знаком и получаем азимут восхода Солнца. Знак выбирается из данной таблицы. Внимание!!! В МАЕ на странице 22 неправильно дано правило знаков. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h/cor_sunrise.gif | | | И на последнем этапе определяем поправку компаса. Расхождение в расчитанных азимутах разными способами ±0,1° объясняется погрешностями округления и является вполне допустимым. | |
|  |
| |  | | --- | | **3.4. Определение поправки компаса по Полярной (Метод высот и моментов).** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h_t.html" \l "gk_ht1) * [Порядок наблюдений и вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h_t.html" \l "gk_ht2) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/metod_h_t.html" \l "gk_ht3) | |  | | **Теория метода.** | | Данный метод получил такое название, потому что в момент пеленгования светила фиксируется не только **момент времени**, но измеряется и **высота**. В чистом виде способ не применяется из-за трудоемкости наблюдений, но употребляется как частный способ при определении поправки компаса по Полярной звезде. | | |  |  | | --- | --- | | Полярная зведа в своём суточном движении описывает параллель очень малого радиуса r = http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/about.gif46'. Поэтому азимут Полярной звезды изменяется в небольших пределах 0°< А <2°NE/NW. Из праралактического треугольника имеем по [теореме синусов](javascript:window.open('sin.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=150');void(0);) имеем  http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/gk_pol_sin.gif  или  **sinA = sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gifsechsintм** | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/gk_pol.jpg | | | Последняя формула наглядно показывает название данного метода. В формуле присутствует высота (следовательно, это метод высот) и местный часовой угол, который можно рассчитать, зная время (следовательно, это метод моментов). Но после пребразований данной формулы эта наглядность обоснования метода пропадает. Произведем эти преобразования. Учтём следующие факторы:   * по основной формуле времени имеем, что tм = Sм - http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/alfa.gifт.к. полярное расстояние Поляной звезды мало (http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gif <1°), то * sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gif = http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gifи sinA = A * http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/about.gifh   После этих упрощений получаем окончательную формулу:  **A = http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gifsechttp://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/lat.gif sin(Sм - http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/alfa.gif)**         (3.4) | | |  |  | | --- | --- | | И так азимут Полярной звезды зависит от широты места наблюдателя и звездного времени. По этой формуле, принимая для данного года средние значения http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/alfa.gifПолярной звезды (на 2001 г. http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/delta.gif= 43,7' и http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/alfa.gif= 38°,3) составлена таблица "Азимут Полярной", которая находится в МАЕ на странице 276. Фрагмент этой таблицы представлен рядом. Аргументами для входа в таблицу служит звездное время Sм и широта места. Шаг аргументов - 5°; правило наименования азимута указано внизу таблицы. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/azimut_pol.jpg | | |  | | **Порядок наблюдений и вычислений.** | | |  |  | | --- | --- | | 1. Измерить пеленг Полярной звезды и заметить судовое время. | ГКП = 1,2° Тс = 20ч12м  28 мая 2001 г. | | 2. На данное время с карты снять счислимые координаты. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/lat.gif= 18°42'N; http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/long.gif= 116°21'E | | 3. Найти гринвичское время и гринвичскую дату. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/gk_pol_gmt.gif | | 4. По МАЕ расчитать звездное местное время. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/gk_pol_sm.gif | | 5. Из таблицы "Азимут Полярной" (см. фрагмент выше) по широте и звездному местному времени выбрать азимут Полярной звезды. Дать наименование азимуту. | А = 0°24'NW | | 6. Округлить азимут до десятых долей градуса и перевести его в круговой счет. Расчитать поправку компаса. | http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/gk_pol_end.gif | | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | 1. Простота и малый объём вычислений. Следовательно, допустить промах при вычислениях очень мала. 2. Данный метод в наиболее полной мере удовлетворяет точным и [наивыгоднейшим условиям определения поправки компаса.](javascript:window.open('ysl_dgk.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=595');void(0);) Ошибки в широте не сказываются на точности вычислений азимута. К этому выводу можно прийти, сравнивая соседние колонки азимутов таблицы "Азимут Полярной". Ошибки в долготе также не сказываются на точности вычислений азимута. К этому выводу можно прийти, сравнивая соседние строчки азимутов таблицы "Азимут Полярной". Т.к. азимут Полярной звезды изменяется во времени очень медленно, то нет особой необходимости точного знания времени, т.е. для измерения времени не надо использовать хронометр - судовое время обеспечивает необходимую точность.   Способ ограничен по широте. Полярную звезду можно наблюдать только в северном полушарии. Наиболее благоприятный диапазон широт 5°N<http://www.mastro.narod.ru/img/metod_h_t/lat.gif <20°N. При больших широтах необходимо использовать откидное зеркало, что увеличивает погрешность в измеренном гирокомпасном пеленге. | |
|  |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  | | --- | | **4.1. Теоретические основы определения места судна астрономическим методом.** | | * [Основные понятие и определения.](http://www.mastro.narod.ru/prin_omc.html#prin1) * [Уравнение круга равных высот.](http://www.mastro.narod.ru/prin_omc.html#prin2) * [Графический метод ОМС по 2-м КРВ на земном глобусе.](http://www.mastro.narod.ru/prin_omc.html#prin3) | |  | | **Основные понятие и определения.** | | Рассмотрим принцципы определения места судна (ОМС) астрономическими методами. В мореходной астрономии для ОМС с достаточной точностью измеряются высоты светил. **Высота** - является **навигационным параметром.** | | **Навигационным параметром** называется геометрическая величина, зависящая известным образом от положения точки на земной сфере и измеряемая для ОМС. | | Любой навигационный параметр задает **изолинию.** | | **Изолинией** называется геометрическое место точек, в которых навигационный параметр является постоянной величиной. | | Каждая изолиния описывается уравнением, в котором связаны текущие координаты изолинии, измеренный навигационный параметр и координаты орентира (в мореходной астрономии - светила). Разберемся с этими основными понятиями в мореходной астрономии.  Рассмотрим следующий рисунок северной части небесной сферы,в центре которой распологается северная часть земной полусферы. По определению небесной сферы плоскости земного и небесного экватора совпадают, продолжение земной оси вращения - есть ось мира небесной сферы. Центры земной сферы и знмной сферы совпадают. На небесной сфере расположено светило С. Спроэцируем светило С по отвесной линии на земную поверхность. | | |  |  | | --- | --- | | **Полюсом освещения** (ПО) называется проекция светила по отвесной линии на земную поверхность. Установим взаимосвязь между координатами полюса освещения и координатами светила. Из рисунка видно, что  http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gifпо = http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gif        http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gifW по = tгр         (4.1)  Находясь в точке М на земной поверхности, наблюдатель в гринвичское время Тгр измеряет высоту h светила С. Z - есть зенит наблюдателя в точке М. Тогда дуга ZC - есть зенитное расстояние z = 90 - h данного светила. Из светила С радиусом r = z = 90 - h проведем малый круг, в точках которого зенитные растояния до светила есть постоянная величина. Поэтому этот малый круг называется **круг равных зенитных расстояний = КРЗР.** Спроецирем КРЗР на земную поверхность и получим **круг равных высот = КРВ,** т.е. изолинию измеренной высоты - геометрическое место точек, в которых измеренная высота есть постоянная величина. | http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/prin-omc.jpg | | | Круг равных высот представляет собой малый круг с центром в полюсе освещения и радиуса RКРВ = z = 90 - h. | |  | | **Уравнение круга равных высот.** | | Выведем уравнение КРВ. Для этого надо связать измеренный параметр h, текущие координаты http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gif*i*, http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gif*i* и экваториальные координаты светила С. Т.е. необходимо осуществить переход от экваториальной системы координат к горизонтной, [решив параллактический треугольник](http://www.mastro.narod.ru/paral_treug.html#pt2). Уравнение КРВ будет иметь следующий вид  **sinh = sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gif*i* sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gif + coshttp://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gif*i* coshttp://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gifcos(tгр ±http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gif*i*)**         (4.2)  величины - h, http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gif, tгр, входящие в это уравнение, являются постоянными, поэтому они называются **параметрами** КРВ. Именно они определяют положение и размеры КРВ. Так например, склонение и гринвичский часовой угол задают координаты центра полюса освещения, (смотри формулу (4.1)), а высота h определяет радиус КРВ - RКРВ = 90 - h.  Один измеренный параметр определяет одну изолинию, с бесконечным множеством точек с координатами http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gif*i*, http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gif*i*, в которых измеренный параметр есть постоянная величина. Для получения обсервованных координат http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gifо, http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gifо необходимо произвести измерения двух навигационных параметров (h1 и h2), которые определяют две изолинии, пересечение которых дает обсервованную точку. | |  | | **Графический метод ОМС по 2-м КРВ на земном глобусе.** | | |  |  | | --- | --- | | Для определения места судна необходимо выполнить следующие операции:   1. Необходимо измерить высоты 2-х звезд и заметить гриннвичское время этих измерений. 2. По моментам времени найти с помощью МАЕ гринвичские часовые углы и склонения этих светил, т.е. найти координаты полюсов освещения. tгр1 = 296,4W = 63,6E ; tгр2 = 6W  http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gif1 = 17S; http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/dec.gif2 = 23,5N 3. По координатам нанести полюса освещения на земной глобус. http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gifпо1 = 17S; http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gifпо1 = 63,6E  http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/lat.gifпо2 = 23,5N http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/long.gifпо2 = 6W 4. Рассчитать по отсчетам секстана обсервованные высоты ho1 и ho2, после чего получить зенитные расстояния z1 = 90 - ho1; z2 = 90 - ho2. 5. Расстояниями равными зенитными расстояниям z1 и z2 из соответствующих полюсов освещения провести круги равных высот. Получим две точки пересечения, в которых может находиться наше судно. за обсервованное место судно примем место, ближайшее к счислимому месту. | http://www.mastro.narod.ru/img/prin_omc/oms_globus.gif | | | Чтобы выполнить эти операции на земном глобусе и получить точные обсервованные координаты, необходимо иметь земной глобус соответсвующих размеров. Если будем исходить из принципа, чтобы одной минуте (одной миле) на глобусе соответствовал 1 милиметр, то глобус должен иметь диаметр около 7 метров (!). Конечно, такой большой инстумент мореходной астрономии на судне разместить очень сложно и даже невозможно. На картах этот способ в чистом виде также не применим так как радиусы КРВ будут очень большими и поэтому проложить их невозможно. Поэтому для ОМС используется метод построения на карте не изолиний - кругов равных высот, а [высотных линий положения](http://www.mastro.narod.ru/lop.html). Этот вопрос более детально рассмотрим в следующем параграфе. Но рассмотренный графический метод может применяться на практике в малых широтах [при ОМС по высотам Солнца более 88°](http://www.mastro.narod.ru/oms_88.html). | | |
|  |
| |  | | --- | | **4.2. Высотная линия положения и её свойства.** | | * [Понятие высотной линии положения.](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp1) * [Свойства ВЛП.](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp2) * [Аналитический метод ОМС.](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp3) * [Практика графического решения уравнений.](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp4) | |  | | **Понятие высотной линии положения.** | | |  |  | | --- | --- | | Вспомним МОСовское определение линии положения.  **Линией положения** называется кассательная (или хорда), проведенная к изолинии вблизи счислимого места и замещающая собой изолинию.  Уравнение изолинии имеет следующий вид  **http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifcos http://www.mastro.narod.ru/img/lop/tau.gif+ http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifwsin http://www.mastro.narod.ru/img/lop/tau.gif= n,**  http://www.mastro.narod.ru/img/lop/tau.gif- направление градиента, n = (Uo - Uc)/g - перенос, g - модуль градиента навигационного параметра, Uo - обсервованный параметр (измеренный навигационный параметр, исправленный всеми поправкам); Uc - счислимый параметр, т.е. рассчитанный по формуле для заданных счислимых координат. Кассательная к кругу равных высот является **высотная линия положения - ВЛП.** Получим её уравнение. | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lop.jpg | | Из МОСа известно, что модуль и направление градиента можно вычислить через частные производные: | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/grad_mod.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/grad_tau.gif | | | При ОМС в мореходной астрономии в качестве навигационного парметра служит высота. По [основным дифференциальным формулам](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html) мореходной астрономии имеем: | | |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/dh_dlat.gif | и | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/dh_dw.gif | .     Следовательно, | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/grad_mod_lop.gif |  | .     Откуда, http://www.mastro.narod.ru/img/lop/tau.gif= А. | | | Уравнение ВЛП имеет следующий вид:  **http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifcosА + http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifwsinА = n = ho - hc         (4.3)** | |  | | **Свойства ВЛП.** | | |  |  | | --- | --- | | 1. **ВЛП - это приближенная линия**.  Из рисунка видно, что чем меньше измеряемая высота, тем больше радиус круга равных высот и тем на большем участке ВЛП совпадает с КРВ. Чем больше высота, тем меньше радиус изолинии, следовательно, на меньшем участке происходит совпадение изолинии и ВЛП. Для того чтобы ошибка обсервации была бы минимальной от замены изолинии ВЛП при ОМС высоты светил не должны превышать 50° - 60° и в этом случаи ошибки от замены изолиний ВЛП не будет. Чтобы не было соблазна считать большие счислимые высот в таблицах ВАС-58 по таблице 1 невозможно рассчитать поправки для высот более 73°. | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lop_limit.jpg | | По этой причине методу ВЛП присуше методическая погрешность. Построив две ВЛП, получим обсервованную точку Мо, точку пересечения 2-х ВЛП. Но на самом деле судно находится в точке пересечения изолиний в М1. Методическая погрешность будет тем больше, чем больше высоты светил и чем больше переносы. Чтобы свести к минимуму методическую погрешность, необходимо определяться по светилам с небольшими высотами, а если это невозможно, то применять метод последовательных приближений (метод иттераций). Получив на первом этапе обсервованную точку Мо, принимаем её за счислимую, и повторяем сначала процесс вычислений. Обычно на 2-ом или 3-ьем шаге вычислений получается обсервованная точка, практически совпадающая с точкой пересечения по изолиниям. Естественно, что процесс последовательных приближений выполняется не вручную, а на компьютере по специально разработанной программе, в основе которой лежит аналитическим метод. Этот метод будет рассмотрен [ниже](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp3) | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lop_error.jpg | | 2. **Градиент ВЛП равен 1.** Вспомним ещё одно определение градиента  http://www.mastro.narod.ru/img/lop/grad_koef.gif  где http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifU - изменение навигационного параметра, http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifn - смещение линии положения вследствии изменения навигационного параметра на величину http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifU. Т.к. градиент равен единице, то любая погрешность в высоте http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifh вызывает смещение ВЛП параллельно самой себе на величину http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifn = http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifh. | | | 3. **Положение ВЛП на карте не зависит от принятых счислимых координат.** (Это самое важное свойство ВЛП). Из предыдущего параграфа мы знаем, что положение КРВ определяется только обсервованной высотой ho и координатами полюса освещения. Следовательно, в определенный момент времени для заданного светила с измеренной высотой ho положение КРВ остается неизменным. Т.к. ВЛП это кассательная к кругу равных высот, то и положение ВЛП остается неизменным. Это означает, что при вычислении элементов ВЛП для различных счислимых точек Мс1, Мс2 и Мс3, но для одних и тех же значений величин ho, tгр и http://www.mastro.narod.ru/img/lop/dec.gif, получим разные значения переносов ni = ho - hci. Однако в результате прокладки из всех счислимых точек будет получена одна и та же ВЛП. Это свойство позволяет производить ОМС в независимости от точности счисления. На этом свойстве основан метод перемещенного места, который является составной частью ускоренных способов астрономических обсерваций. | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lop_ind.jpg | | |  | | **Аналитический метод ОМС.** | | Аналитический метод ОМС основан на расчете элементов 2-х ВЛП - азимутов и переносов (ручным методом или с использованием программирумых микрокалькуляторов) и на аналитическом расчете системы уравнений 2-х ВЛП  **http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifcosA1 + http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifWsinA1 = n1 http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifcosA2 + http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifWsinA2 = n2**  **http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gif**- приращение широты относительно счислимого места, **http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifW** - приращение отшествия относительно счислимого места. Решим систему методом определителей. Найдем главный и вспомогательные определители.  http://www.mastro.narod.ru/img/lop/det.gif  http://www.mastro.narod.ru/img/lop/det_dlat.gif  http://www.mastro.narod.ru/img/lop/det_dw.gif  Тогда http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gif**= Dhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gif http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gif/D**   и   http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gif**w = Dhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifw/D** Знак "+" величины http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifозначает, что РШ направлена к N, а если получается знак "-", то РШ направлена к S. Знак "+" величины http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifозначает, что ОТШ направлена к E, а знак "-", что ОТШ направлена к W.  Переведем отшествие в разность долгот по формуле http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/long.gif= http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifw/cos http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gif Найдем обсервованные координаты: http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifо = http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifс + http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/lop/long.gifо = http://www.mastro.narod.ru/img/lop/long.gifс + http://www.mastro.narod.ru/img/lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lop/long.gif | |  | | **Практика графического решения уравнений.** | |  | | Однако, на практике систему уравнений ВЛП решают не аналитически, а графически, выполнив следующую графическую прокладку. Предположим получены следующие элементы ВЛП: A1 = 85,5°SE n1 = +4,0 A2 = 164,4°SW n2 = -3,1 | | |  |  | | --- | --- | | Если прокладка выполняется на листке бумаге (в штурманской тетради), то обычно принимается следующий масштаб: 1см = 1м.миля.  Выбирается счислимое место на листе бумаге и из него при помощи транспортира откладываются 1-ый и 2-ой азимуты. Если азимуты откладываются при помощи обыкновенного школьного транспортира, то их не обязательно переводить в круговой счет.  На азимутах откладываются переносы: при этом, если перенос положительный, то его надо отложить по направлению азимута к светилу, если - отрицательный, то он откладывается по обратному азимуту от светила. Получив таким образом опредеделяюшие точки, через них перпендекулярно азимутам проводятся высотные линии положения. Точка пересчения ВЛП дает обсервованное место судна. Далее в заданном масштабе снимются разность широт (РШ) и отшествие (ОТШ). Отшествие переводится в разность долгот (РД)  Есть три способа перевода отшествия в разность долгот. | http://www.mastro.narod.ru/img/lop/plot.gif | | | * По формуле: **РД = ОТШsec**http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gif. * Табличный - при помощи таблицы 25а МТ-75 или аналогичной таблицы, расположенной на первых страницах таблиц ВАС-58. * Графический. Из обсервованного места от отрезка ОТШ под углом http://www.mastro.narod.ru/img/lop/lat.gifпроводится линия до пересечения с счислимым меридианом. Гипотенуза получившегося прямоугольного треугольника в выбранном масштабе. и будет РД.   Придавая к счислимым координатам РШ и РД, получаем обсервованные координаты. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.3. Определение места судна по 2-м звёздам.** | | * [Планирование ОМС.](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop1) * [Порядок наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop2) * [Порядок вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop3) * [Точность ОМС.](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop4) * [Достоинства и недостатки способа.](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop5) | |  | | **Планирование ОМС.** | | При планировании ОМС по 2-м звездам используется звездный глобус. С его помощью для ОМС подбираются 2 звезды, удовлетворяющие следующим требованиям:   1. Звёзды должны быть наиболее яркими, чтобы их можно легко найти в трубу секстана и точно измерить высоту в наиболее светлое время сумерек при более четком горизонте. 2. Высоты звезд должны быть в следующих пределах 15°< h <55° - 60°. Большие высоты нельзя измерять, т.к. возникает погрешность в ВЛП(ссылка). При малых высотах при аномальных явлениях в атмосфере за счет большой поправки за рефракцию возможно появление систематической погрешности. 3. Разность азимутов дожна быть близка к 90°. Как будет показано [ниже](http://www.mastro.narod.ru/oms_2lop.html#2lop4) в этом случае в этом случае обеспечивается минимальная радиальная погрешность обсервации.   Для воссоздания картины звездного неба необходимо использовать [штурманский способ установки звездного глобуса.](javascript:window.open('omc_globus.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=295');void(0);) | |  | | **Порядок наблюдений.** | | Пример. Необходимо определить место судно по 2-м звёздам 3 августа 2001 г. в утренние сумерки, приближенные координаты судна: http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/about.gif23°10'S, http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/about.gif96°45'E. | | |  |  | | --- | --- | | 1. Спланировать ОМС. | | | 2. Перед наблюдениями выверить секстан и определить поправку индекса. | i = +1,2' | | 3. Выйти на наблюдения и произвести измерения первой звезды. | Сириус Тхр1= 11ч46м15с; ОС = 35°45,2' | | 4. Произвести измерения второй звезды. | Хамаль Тхр2= 11ч49м32с; ОС2 = 41°51,5' | | 5. В рубке:   * записать судовое время и отсчет лага. По ОЛ с карты снять счислимые координаты * записать поправку хронометра, высоту глаза, из формуляра секстана выбрать инструментальную погрешность * записать скорость и истинный курс, а также температуру и давление воздуха если измерялись высоты менее 30°. | Тс = 5ч44м http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gifс = 23°11,8'S; http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/long.gifс = 96°41,2'E uхр= -3м43с; е = 19,5 м; s = +0,6' ИК = 129° v = 16 уз. | | |  | | **Порядок вычислений.** | | Весь объём вычислений можно разделить на 4 вычислительных блока, которые выполняются в следующей последовательности:   1. Расчет по МАЕ часовых углов и склонений звезд. 2. Расчет по таблицам ВАС-58 счислимых высот и азимутов. 3. Исправление высот и приведение к одному зениту. 4. Выполнение графической прокладки и определение обсервованных координат. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Комментарий к вычислениям.  1. Обязательно писать получившуюся гринвичскую дату, ибо ошибка в одни сутки приводит к ошибке в часовых углах звезд почти в 1° и как следствие получаются большие переносы.  2. При ОМС по одновременным наблюдениям 2-х звезд, время вторых измерений приблизительно на 4м больше времени первых измерений. Эта разница в 4м приводит к тому, что гринвичское звездное время и далее местное звездное время второй звезды приблизительно на 1° больше, чем для первой звезды. Это надо знать для контроля вычислений.  3. Таблицы ВАС-58 позволяют на начальном этапе производить контроль вычислений. Ввойдя в основные таблицы, необходимо произвести сравнение табличной высоты с отсчетом секстана. Разница между ними не должна превышать 30'-40'. Если же hт - ос > 1°, то либо допущена ошибка в МАЕ, либо неправильно вошли в таблицы ВАС-58. В этом случае необходимо найти на первом этапе ошибку. Если же hт - ос < 30' - 40' , то дальше выбираются или вычисляются по формулам поправки высоты  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gif**h http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gif= cosA** http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gif http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gif**h http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/dec.gif= cosq** http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/dec.gif http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gif**ht = -coshttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gifsinA http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gift**. | 1-ый блок вычислений http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/omc_2lop_mae.gif | 2-ой блок вычислений http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/omc_2lop_was.gif Поправки азимутов, можно не выбирать, т.к. допущенная погрешность сравнима с погрешностями графического построения. | | 3-ий блок вычислений http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/omc_2lop_ho.gif | |  |  | | --- | --- | | 4-ый блок вычислений | | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/plot1.jpg | | | РШ =2,2 к S;  ОТШ = 3,8 к Е;  РД = 4,1 к Е | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gifс | 23°11,8S | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/long.gifс | 96°41,2E | | РШ | 2,2S | РД | 4,1Е | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/lat.gifо | 23°15,0S | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/long.gifo | 96°45,3E | | | | | |  |  | | --- | --- | | Приведение к одному зениту. Приведение к одному зениту вызвано тем, что измерения высот 2-х звезд производились с движущегося судна из разных точек, в которых высота одного и того же светила в одно и то же время разная. Аналитический способ приведения к одному зениту основан на формуле http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gif**hz = (v/60)cos(Aкр - ИК) http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifТ**. Обычно приводят первую звезду, т.к. счислимые координаты снимаются с карты после 2-х измерений. В МАЕ на странице 285 и на форзаце ВАС-58 есть таблица, позволяющая приводить к одному зениту. Входными аргументами являются скорость и курсовой угол КУ = А - ПУ. Знак поправки зависит от величины курсового угла. Если светило впереди траверза, то знак поправки +. Получив поправку http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifhz1м - измение высоты за одну минуту, далее её надо умножить на интервал времени http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifТ между наблюдениями первой и второй звезд. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/was_dhz.gif | | |  | | **Точность ОМС.** | | Радиальная погрешность определяется формулой:  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/mo_2lop.gif        (4.4)  Т.к. наблюдения равноточные, то mлп1 = mлп2 = mh/g = 1'. Следовательно, минимальная радиальная погрешность принимает значение Mo = 1,4 мили при разности азимутов http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/omc_2lop/about.gif90°. | |  | | **Достоинства и недостатки способа.** | | Самый простой способ обсервации.  Данный способ учитывает только случайные погрешности. В лучшем случае точность обсервации составляет 1,4 - 1,5 м.мили. При действии систематической погрешности точную обсервацию получить невозможно. Влиянии систематической погрешности на ОМС будет рассмотрено в следующем параграфе. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.4. Астрономическая биссектриса.** | | * [Сравнительная характеристика случайных и систематических погрешностей.](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html#as_b1) * [Понятие астрономичесекой биссектриссы.](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html#as_b2) * [Надежность астрономической биссектрисы.](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html#as_b3) * [Планирование обсервации для точного получения одного параметра.](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html#as_b4) | |  | | **Сравнительная характеристика случайных и систематических погрешностей.** | | Намомним, что погрешности подразделяются на случайные и систематические. Случайные погрешности обязательно присутствуют, они невелики, имеют двойной знак. Чем выше квалификация наблюдателя, тем меньше величина погрешностей. Сравнительный анализ этих погрешностей приведен в данной таблице. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | Погрешности | | | Систематические | Случайные | | Происхождение | Один доминирующий фактор | Совместное действие "n" случайных факторов, ни один из которых не является доминурующим | | Проявление | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sist.jpg Систематический **сдвиг** результатов измерений | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sluch.jpg Случайный **разброс** результатов измерений | | Определенность. | Полная. Систематическая погрешность имеет определенное значение. | Никакой определенности. Только разброс в определенных пределах. | | Можно ли исключить? | Возможно, если ввести поправку или за счет специальной методики наблюдений. | Невозможно. Можно только уменьшить влияние случайных погрешностей за счет серии измерений | | | При ОМС по двум светилам влияние случайных погрешностей приводит к тому, что вместо обсервованной точки получается площадь, которую удобно представить в виде эллипса случайных погрешностей. В мореходной астрономии источниками систематической погрешности при измерении высот являются:   * неточное (или неправильное) определение поправки индекса *i*; * изменившаяся инструментальная погрешность секстана *s*; * аномальная рефракция, изменившая поправку за наклонение горизонта.   Поэтому надо знать ответ на вопрос - **как влияют систематические погрешности при ОМС?** | |  | | **Понятие астрономичесекой биссектриссы.** | | |  |  | | --- | --- | | Cистематическая погрешность http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gifв измерениях высот приводит к тому, что перенос ni = ho - hc получает приращение равное значению http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif, а сама ВЛП смещается (**сдвигается**) параллельно самой себе на величину http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif. Предположим, при определении места судна по двум светилам мы получили обсервованное место Мо.  Если в измерениях присутствует положительная систематическая погрешность http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif1 = +1, то обе ВЛП смещаются на величину http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif1 = +1 на светила, и мы получаем обсервованное место М1.  Если же в измерениях присутствует отрицательная систематическая погрешность http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif2 = -1,5, то ВЛП смещаются на величину http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/sigma.gif2 = -1,5 от светил, и мы получаем обсервованное место М2. Точки Мо, М1 и М2 лежат на одной прямой, которая является биссектрисой между ВЛП. Данная прямая, на которой может оказаться обсервации при действии систематической погрешности, называется **астрономической биссектрисой**. Астрономическая биссектриса всегда параллельна среднему азимуту. | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/as_bis.jpg | | |  | | **Надежность астрономической биссектрисы.** | | |  |  | | --- | --- | | Случайные и систематические погрешности действуют всегда совместно. Поэтому на надежность (точность) астрономической биссектрисы влияют случайные погрешности. Рассмотрим два варианта. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/as_bis_da180.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/as-bis-da45.jpg | | Если разность азимутов близка к 180°, то большая полуось эллипса слчайных погрешностей будет совпадать с астрономической биссектрисой, которая представляет собой не линию, а полосу, ширина которой определяется малой полуосью b эллипса случайных погрешностей. В этом случае точность, т.е. надежность астрономической биссектрисы будет высокой. | Если разность азимутов менее 90°, то большая полуось эллипса слчайных погрешностей будет перпендекулярна астрономической биссектрисе. Следовательно средняя квадратическая погрешность mАБ астрономической биссекрисы совпадает с большой полуосью a эллипса случайных погрешностей. В этом случае точность, т.е. надежность астрономической биссектрисы будет невысокой. | | | |  |  | | --- | --- | | СКП астрономической биссекриссы зависит от разности азимутов и определяется формулой: | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/skp_ab.gif | | Представим СКП астрономической биссектрисы в зависимости от разности азимутов в табличном виде. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/delta.gifA | 180° | 90° | 45° | | mAB | 0.7mh | mh | 1.85mh | | | Как видно из представленной таблицы при разности азимутов http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/delta.gifA 180° точность астрономической биссектрисы повышается на 30% по сравнению с исходной точности ВЛП. При http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/delta.gifA < 45° астрономическую биссектрису лучше не проводить, т.к. её точность почти в два раза хуже исходной точности ВЛП. | | | |  | | **Планирование обсервации для точного получения одного параметра.** | | |  |  | | --- | --- | | В некоторых случаях при помощи астрономической биссектриссы можно с высокой степени точности (точнее чем сами наблюдения) определить один из навигационных параметров (например, широту, долготу, засечку лага или путевой угол) в ущерб остальным. Для того, чтобы на ОМС не сказалось действие систематической погрешности необходимо: | | | 1. Для определения широты необходимо измерить высоты 2-х звезд, находящихся на севере и на юге. Тогда астрономическая биссектриса будет практически совпадать с параллелью. | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/asbis_lat.jpg | | 2. Для определения долготы необходимо измерить высоты 2-х звезд, находящихся на востоке и на западе. Тогда астрономическая биссектриса будет практически совпадать с меридианом. | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/asbis_long.jpg | | 3. Если необходимо точно определить засечку лага, необходимо измерить высоты 2-х звёзд, азимуты которых расположены в диаметральной плолоскости судна (одна звезда по носу, другая по корме). В этом случае астрономическая биссектриса будет перпендекулярна линии курса. Такой вариант наблюдений необходимо использовать при подходе судна к берегу, чтобы контролировать оставшееся плавание. | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/asbis_lag.jpg | | 4. Если необходимо определить линию пути судна, то необходимо измерять высоты звезд, расположенных на траверзах судна. В этом случае астрономическая биссектриса будет определять линию пути (т.е. линию, по которой фактически перемещается судно). Линия пути будет параллельна истинному курсу. Если линия пути проходит вблизи опасности, то необходимо скорректировать курс, уклонясь от опасности. | http://www.mastro.narod.ru/img/as_bissektrisa/asbis_pu.jpg | | |
|  |
| |  | | --- | | **4.5. Опредление места судна по трем светилам.** | | * [Метод весов.](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html" \l "oms31) * [Два варианта ОМС по трем светилам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html" \l "oms32) * [Оценка точности ОМС по избыточным ВЛП.](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html" \l "oms33) * [Достоинства и недостатки ОМС по трём светилам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html" \l "oms34) | |  | | **Метод весов.** | | Если число измеряемых навигационных параметров больше определяемых координат, то такие измерения называются **избыточными.** Избыточные измерения позволяют повысит точность обсервации и проконтролировать измерения на промахи. Т.к. измерения отягощены погрешностями, то высотные линии положения не пересекаются в одной точке, а образуют фигуру погрешностей. Известно, что погрешности подразделяются на случайные и систематические.   * Чтобы **учесть действие случайных погрешностей**, надо применить **метод весов** (графический способ метода наименьших квадратов). * Чтобы **исключить систематические погрешности**, надо провести астрономические биссектрисы.   Метод весов заключается в том, что каждой вершине фигуры погрешностей приписывется вес, вычисляемый по формуле  **Pij = 10sin2http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/delta.gif Aij**  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/delta.gifAij - разность азимутов между i-ым и j-м светилами. Максимальный вес достигает 10 единиц при разности азимутов 90°. Вес показывает степень точности точки пересечения между ВЛП - чем выше вес, тем выше точность данной точки. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/oms_3lop.jpg | Для нахождения вероятнейшего места веса последовательно складываем центрографическим методом, т.е. находим центр тяжести фигуры, состоящей из невесомых стержней, в вершинах которой приложены найденные веса. Для данного примера складываем сначала веса 2 и 8, разделив сторону на 2 + 8 = 10 отрезков и отложив от большего веса (8) число отрезков, равным меньшему весу (2) и получаем точку с весом 10. Далее складываем два веса по 10, получив посредине между ними обсервованную точку с весом 20. Место по весам всегда получается **внутри** треугольника и лежит ближе к короткой стороне и ближе к прямому углу. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/metod_p.jpg | | |  | | **Два варианта ОМС по трем светилам.** | | |  |  | | --- | --- | | Рассмотрим два варианта расположения трёх светил и ОМС по этим светилам.  **Первый вариант.** Пусть светила расположены равномерно по всему горизонту с разностью азимутов http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/delta.gifА = 120°. Фигура погрешностей будет собой представлять равносторонний треугольник. Веса вершин будут равны 7. ОМС по весам будет в центре треугольника на пересечении биссектрис (высот, медиан). Астрономические биссектрисы также пересекаются внутри треугольника. Вывод: ОМС по весам совпадает с ОМС по астрономическим биссектрисам, следовательно, это самый идеальный вариант ОМС по 3-м светилам. Если светила располагаются ассиметрично, но по всему горизонту, то точки по весам и по астрономическим биссектирисам будут распологаться внутри треугольника вблизи друг от друга. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/oms_3lop_120.jpg | | Второй вариант. Светила располагаются в одной части горизонта, разность между крайними азимутами составляет http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/delta.gifА = 120°, а между соседними - http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/delta.gifА = 60°. Фигура погрешностей также представляет собой равносторенний треугольник, в вершинах которого располагаются веса, равные 7. Поэтому ОМС по весам получается внутри треугольника (точка Мр). Астрономические биссектрисы же в этом случае пересекаются **вне треугольника.** (точка МАБ). Вывод: это самый неблагоприятный вариант расположения светил, поэтому надо исключить такой вариант расположения светил. Если же в силу гидрометеофакторов приходиться измерять высоты светил с такой конфигурацией азимутов, то для выбора ОМС необходимо руководствоваться следующими принципами:   * Обсервованное место выбираем по принципу "Считай себя ближе к опасности". * Если обсервация получена в океане и треугольник погрешностей образовался небольшим со сторонами не превышающими 1,5 м.миль, то считаем, что он образовался за счет действия случайных погрешностей (mВЛП = ±1,0 м.миль), поэтому обсервацию принимаем внутри треугольника, т.е. по весам. * Если треугольник погрешностей оказался большим (стороны треугольника более 2 м.миль), то считаем, что он образовался за счет действия систематических погрешностей, поэтому обсервация принимается по астрономическим биссектрисам вне треугольника. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/oms_3lop_60.jpg | | |  | | **Оценка точности ОМС по избыточным ВЛП.** | | Оценку точности по избыточным ВЛП можно получить, применив метод наименьших квадратов. При равномерном распределении светил по всему горизонту рекомендуется удобная для запоминания формула, по которой вычисляется радиальная погрешность:  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_3lop/mo_nlop.gif        (4.5)  k = 1 при симметричном расположении светил; k = 1,25 при отклонениях от симметричности; N - число линий положения. В среднем для трех ВЛП можно принимать **M = 1,3mh**, а для четырех ВЛП - **M = 1,1mh** | |  | | **Достоинства и недостатки ОМС по 3-м светилам.** | | Если учитывать только случайные погрешности, то ОМС по 3-м ВЛП гораздо точнее (приблизительно на 20%), чем по двум светилам. Кроме того при ОМС по трем светилам исключаются систематические погрешности.  Объём вычислений при ОМС по 3-м ВЛП на 50% больше объёма вычислений при ОМС по 2-м ВЛП. | |
|  |
| 4.6. Определение места судна по четырем светилам. |
| * [Планирование обсерваций при ОМС по 4-м звёздам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html#4lop1) * [Нахождение вероятнейшего места в фигуре погрешности.](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html#4lop2) * [Оценка точности ОМС по 4-м звёздам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html#4lop3) * [Достоинства ОМС по 4-м звёздам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html#4lop4) * [Недостатки ОМС по 4-м звёздам.](http://www.mastro.narod.ru/omc_4lop.html#4lop5) |
|  |
| Планирование обсерваций при ОМС по 4-м звёздам. |
| При определении места судна по 4-м звездам возратает не только объём вычислений, но и объём измерений. Поэтому, чтобы измерения высот звезд произвести за минимум времени и в благопрятной атмосфере, необходимо правильно спланировать наблюдения. Для этого необходимо подобрать по звездному глобусу 4 звезды (желательно яркие), расположенные равномерно по всему горизонту с разностью азимутов в 90° с высотами 20° < h < 55° - 60°. Для воссоздания картины звездного неба необходимо использовать [штурманский способ установки звездного глобуса.](javascript:window.open('omc_globus.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=295');void(0);) |
|  |
| Нахождение вероятнейшего места в фигуре погрешности. |
| |  |  | | --- | --- | |  | | | Выполнив измерения высот звезд в навигационные сумерки, необходимо рассчитать элементы ВЛП, т.е. найти переносы ni и азимуты Аi. Схема вычислений такая же как и при [ОМС по двум звездам](http://www.mastro.narod.ru/omc_2lop.html#2lop3) , но объем вычислений, естественно, в два раза больше. После выполнения прокладки получится следующая фигура погрешностей, состоящая из основного четырехугольника погрешностей + примыкающих одного или двух дополнительных треугольников погрешностей. [Вычислим веса вершин.](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html#omc31) Для нахождения вероятнейшего места поступим следующим образом:   * Подберём две звезды с разностью азимутов, стремящейся к 180° и проведем через вершину с минимальным весом астрономическую биссектрису (АБ 1-3). * Провести астрономическую биссектрису для оставшейся пары звезд. * Точка пересечения астрономических биссектрис дает вероятное место в четырехугольнике погрешности с весом равным сумме весов вершин (9 + 10 + 10 + 7 = 36). * Найти вес и точку приложения данного веса, учитывающих веса прилежащих треугольников погрешностей (если они существуют, т.к. при равномерном распределении светил дополнительные треугольники не образуются). * Сложить методом весов точку с весом, учитывающим веса дополнительных треугольников погрешностей, и точку с весом точек находящихся в четырехугольнике погрешности. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/omc_4lop.jpg | |
|  |
| Оценка точности ОМС по 4-м звёздам. |
| Оценка точности производится при помощи [радиальной погрешности для избыточных измерений](http://www.mastro.narod.ru/omc_3lop.html#omc33). |
|  |
| Достоинства ОМС по 4-м звёздам. |
| * При ОМС по 4-м светилам получается самая надежная обсервация. Она получается по самым [надежным астрономическим биссектрисам](http://www.mastro.narod.ru/as_bissektrisa.html#as_b3) (http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/delta.gif А http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/strelka.gif180°), которые прересекаются под самым благоприятным углом в 90°. * Кроме того, эти биссектисы независимые. При ОМС 4-м светилам работают астрономические биссектрисы АБ1-3 и АБ2-4. Например, погрешность в первой ВЛП приводит к смещению 1-ой ВЛП и к смещению биссектрисы АБ1-3 (биссектриса АБ2-4 остается на прежнем месте). При ОМС по 3-м светилам имеем 3 зависимые астрономические биссектрисы АБ1-2, АБ2-3 и АБ1-3. Погрешность в первой ВЛП приводит к смещению 2-х биссектрис АБ1-2 и АБ1-3. * При ОМС по 4-м светилам можно определить величину и знак систематической погрешности.  |  |  |  | | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/omc_4lop_pos.jpg | Если в измерениях присутствует **положительная** систеатическая погрешность **+** , то все ВЛП сдвигаются по направлению азимутов, т.е. **на светило**. При этом, если у ВЛП расставить стрелки азимутов, то они будут направлены **наружу** от фигуры погрешностей (левый рисунок). Если присутствует **отрицательная** погрешность, то ВЛП смещаются **от светил**, и стрелки азимутов, расставленных у ВЛП будут направлены **во внутрь** фигуры погрешностей (правый рисунок). Величина систематической погрешности будет определяться расстояним от обсервованной точки до ВЛП. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/omc_4lop_neg.jpg |  * При ОМС по 4-м светилам можно обнаружить промах.  Не может быть таких фигур погрешностей.  |  |  | | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/omc_4lop_promah1.jpg | На данном рисунке стрелки азимутов 1-ой и 3-ей ВЛП направлены **наружу** фигуры погрешностей (следовательно систематическая погрешность положительная), а стрелки азимутов 2-ой и 4-ой ВЛП направлены **во внутрь** фигуры погрешности (следовательно, погрешность отрицательная). Систематическая погрешность не может быть одновременно иметь разные знаки, следовательно, в какой-то ВЛП есть промах или в наблюдениях или в расчетах. | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_4lop/omc_4lop_promah2.jpg | А на этом рисунке фигура погрешностей вытянута, хотя стрелки азимутов направлены во внутрь фигуры погрешностей. По расположению 1-ой и 3-ой ВЛП можно сделать вывод, что присутствует систематическая погрешность = -3,0 мили, а по расположению 2-ой и 4-ой ВЛП можно сделать вывод, что присутствует систематическая погрешность = -1,0 миля. При таком расположении в первую очередь надо проверить на промах 3-ью ВЛП, т.к. она расположена значительно далеко от счислимого места. | |
|  |
| Недостатки ОМС по 4-м звёздам. |
| Единственный недостаток ОМС по 4-м светилам - это большой объём вычислений. Но его можно свести к минимуму, если использовать ускоренные методы обсервации. |
| |  | | --- | | **4.7. Определение места судна по разновременным наблюдениям Солнца.** | | * [ОМС по Солнцу - общие положения.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sun.html#osun1) * [Влияние ошибок счисления на точность ОМС, планирование наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sun.html#osun2) * [Влияние внешнего фактора на точность обсервации.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sun.html#osun3) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sun.html#osun4) | |  | | **ОМС по Солнцу - общие положения.** | | |  |  | | --- | --- | | Предположим в судовое время Тс1 при показаниях лага ол1, секстаном измерена высота нижнего края солнца ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/sun_upper.gif1 и замечен момент времени по хронометру Тхр1. По отсчету лага ол1 сняв с карты счислимые координаты http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/lat.gifс1 и http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/long.gifс1, можно рассчитать элементы 1-ой ВЛП - перенос и азимут (n1, A1), который можно отложить из счислимой точки Мс1. Приблизительно через 2 часа, когда азимут Солнца изменится не менее чем на 30°, в судовое время Тс2 произведены 2-ые измерения ( ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/sun_upper.gif2 и Тхр2). При их обработке используются вторые счислимые координаты http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/lat.gifс2 и http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/long.gifс2, которые сняты с карты по ол2. Рассчитав элементы 2-ой ВЛП (n2 и Ас2), прокладываем её из второй счислимой точки Мс2. Из навигации известно, что для получения обсервованного места по **разновременным** наблюдениям, необходимо первую линию положения перенести вперед по курсу на величину плавания **Sл = ролКл**. Или же в нашем случае первую ВЛП необходимо проложить из 2-ой счислимой точки Мс2 до пересечения со 2-ой ВЛП в обсервованной точке Мо. Прокладка обеих ВЛП из 2-ой счислимой точке тождественна прокладке 1-ой ВЛП из первого счислимого места, но первый перенос должен быть исправлен поправкой для приведения к одному зениту http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifhz. Практически удобнее всегда прокладывать обе ВЛП из второго счислимого места. Кроме того, формула **http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifhz = Sлcos(А - ИК)** справедлива для небольших промежутков времени. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/oms_sun.jpg | | |  | | **Влияние ошибок счисления на точность ОМС, планирование наблюдений.** | | |  |  | | --- | --- | | Главной особенностью определения места судна по разновременным наблюдениям Солнца является тот факт, что место получается **счислимо-обсервованным**. I-ая ВЛП переносится по счислению, следовательно, все ошибки счисления входят в I-ую ВЛП. Если есть погрешность в поправке компаса, то I-ую ВЛП надо прокладывать не из точки Мс2, а, например, из точки Мс2'. Если при ненадежно работающем лаге на момент вторых измерений мы оказались в точке Мс2'', то I-ую ВЛП будем прокладывать из этой точки. II-ая же ВЛП [не завсит от счислимых координат по третьему свойству ВЛП](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp2), следовательно, она более надежная. Поэтому обсервованное место может смещаться по II-ой ВЛП, как это показано на правом рисунке. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/oms_sun_error.jpg | | | Радиальная погрешность обсервации вычисляется по формуле  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/mo_sun.gif        (4.6) | | Средняя квадратическая погрешность (СКП) 2-ой ВЛП определяется СКП измереннной высоты mлп2 = mhhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/sun.gif = 0,5' - 0,7'. А в первую ВЛП всходят ошибки счисления http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/m1_sun.gif. Известно, что для ОМС по 2-м ЛП необходимо подбирать ориентиры, чтобы линии положения пересекались под углом близким в 90°, что равносильно в мореходной астрономии, чтобы разность азимутов http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifА http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/about.gif90°. Но такое изменение азимута у Солнце можно дождаться за 4-6 часов. При этом ошибка счисления Мс достигнет значительной величины, следовательно, радиальная погрешность Мо, вычисленная по формуле ( . ) будет тоже большой, т.е. обсервация будет неточная. Если интервал времени между наблюдениями будет мал (чтобы свести к минимуму погрешность счисления), то и разность азимутов http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifА тоже будет мала, т.е. sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifА будет малой величиной, следовательно, радиальная погрешность Мо, вычисленная по формуле ( . ) будет опять же большой. Чтобы решить эту противоречивую задачу, необходимо по Солнцу измерения проводить тогда, когда за **минумум** времени, азимут изменяется **максимально** быстро. Зная [особенности изменения азимута в суточном движении,](http://www.mastro.narod.ru/dif_formuly.html#df2) можно сказать, что это бывает только в момент кульминации Солнца. Следовательно, в общем случае для получения надежной обсервации по Солнцу первые измерения необходимо производить где-то за 1 час до кульминации, вторые - спустя час после кульминации. | |  | | **Влияние внешнего фактора на точность обсервации.** | | Выше было сказано, что ошибки счисления влияют на точность обсервации. При действии одного доминирующего фактора (снос течения известного курса, но неивестной скорости, неточная поправка компаса, ненадежная работа лага) для уменьшения его влияния первые наблюдения необходимо производить в определенное заранее расчитанное время. А точнее, первые измерения производятся в тот момент времени, когда I-ая ВЛП будет параллельно внешнему сносу. | | |  |  | | --- | --- | | Покажем это на примере. **1.** 30 мая 2001 года. Судно следует ИК = 290°, приближенные координаты: http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/about.gif26°12'S http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/about.gif41°16'W, **лаг не работает**. Определить судовое время первых наблюдений. При неработающем лаге первые наблюдения необходимо производить тогда, когда Солнце будет на траверзе судна, т.е. А1 = ИК ± 90°. В этм случае I-ая ВЛП будет параллельна линии истинного курса и ошибочное смещение I-ой ВЛП по курсу не изменит её положение Возможны два азимута первых наблюдений:  А1 = ИК + 90° = 290° + 90° = 20° и А1 = ИК - 90° = 290° - 90° = 200°. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/oms_sun_lag.jpg | | | Планирование 1-ых наблюдений производится в следующей последовательности. | | |  |  | | --- | --- | | 1. По МАЕ рассчитываем судовое время кульминации Солнца и выбираем его склонение. Более подробный [расчет судового времени кульминации Солнца](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html#lm2) показан в "Определении широты по Солнцу". | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/tck_sun.gif | | 2. Азимуты первых наблюдений переводим в полукруговой счет, отсчитываемый от точки одноименной с широтой. | А1 = 20° = 160°SE А1 = 200° = 20°SW | | 3. Входим в основные таблицы ВАС-58 по широте и склонению и находим один из полукруговых азимутов (второго не найдем, т.к. Солнце на данном азимуте будет под горизонтом). По найденному азимуту выходим и получаем часовой угол, при котором Солнце будет на запланированном азимуте. Часовому углу приписываем наименование 2-ой буквы полукругового азимута.  **t = 16°E** | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/was_sun.gif | | 4. Умножив часовой угол на 4 (т.к. 1° = 4м), переводим его в часовую меру http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifТ. http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifТ - это интервал времени в минутах, за которое азимут Солнца изменяется от заданного азимута до кульминации (или от кульминации до заданного азимута) | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gif**Т = 4 x 16° = 64м = 1ч04м** | | 5. Если часовой угол был Е-вый, то вычитаем из судового времени кулминации интервал времени http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifТ и получаем судовое время первых наблюдений. (Если бы часовой угол был бы W-ый, то интервал времени http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/delta.gifТ надо было прибавлять, т.к. W-ые часовые углы бывают только после кульминации.) | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/tc1_sun.gif | | | **2.** Если **поправка компаса ненадежная,** то первые измерения необхдимо производить в тот момент, когда Солнце будет в диаметральной плоскости судна, т.е.  Ас1 = ИК или Ас1 = ИК ± 180°  В этом случае I-ая ВЛП будет перпендекулярна линии истинного курса и боковой снос судна из-за ненадежной поправки компаса не скажется на точности ОМС. | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | 1. Объём вычислений невелик, практически совпадает с объёмом вычислений при ОМС по двум звездам. 2. Точность данного способа за счет более точного измерения высот Солнца (mhhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sun/sun.gif = ±0,5' - 0,7', а у звезд mh\* = ± 1,0' - 1,2') сопоставима с точностью ОМС по 2-м звездам. | | 1. Но, чтобы достигнуть такую точность обсервации необходимо грамотно планировать свои наблюдения. 2. Ограниченность этого метода ВЛП по широте. Для определения места судна по Солнцу в малых широтах необходимо знать и применять способы [соответствующих высот](http://www.mastro.narod.ru/oms_sv.html) и [ОМС по высотам более 88°](http://www.mastro.narod.ru/oms_88.html). 3. Т.к. измерения разнесены во времени, то расчеты надо выполнять в два этапа, что создает определенные неудобства. Однако, при благоприятных погодных условиях вычисления 1-х и будущих 2-х измерений можно произвести параллельно, применяя метод предвычисления. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.8. Определение широты по меридиональной высоте светила.** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html#lm1) * [Порядок наблюдений и вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html#lm2) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html#lm3) | |  | | **Теория метода.** | | Если светило находится на меридине наблюдателя (чаще всего это происходит в момент верхней кульминации), то его высота является меридиональной **H**. В этом случае легко получить широту. Напоминаем, что высота **h** наименование не имеет. Но если светило находится на меридиане наблюдателя, то меридиональная высота **H** одноименно с точкой (**N** или **S**), над которой измеряется высота. В этом же случае зенитное расстояние **Z = 90 - H** разноименно с **H**. Рассмотрим на следующем рисунке несколько вариантов кульминации светила и выведем формулу для нахождения широты. | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Светило | Широта и склонение | Меридиональная высота H | Зенитное расстояние Z | Широта | | С1 | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifодноименны, но http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gif< http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif | **HS** | **ZN** | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifN = ZN + http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifN | | C2 | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifразноименны | **HS** | **ZN** | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifN = ZN - http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifS | | C3 | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifодноименны, но http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gif> http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif | **HN** | **ZN** | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifN = http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifN - ZS | | C4 | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifодноименны, но http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gif> 90 - http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif Светило незаходящее | **Hвк** верхняя кульминация |  | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifN = Hвк - http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/delta.gif | | C5 | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifодноименны, но http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gif> 90 - http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif Светило незаходящее | **Hнк** нижняя кульминация |  | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gifN = Hнк + http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/delta.gif | | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/latmer.jpg | | | Напоминаем, что http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/delta.gif= 90 - http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif- это полярное расстояние, это расстояние от полюса до светила. Объединяя варианты для светил С1 - С3, в общем виде получаем следующую формулу:  http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif**= Z ±** http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gif        (4.7)  т.е., если Z и http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifодноименны, то знак +, если же Z и http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifразноименны, то знак -, причем вычитаем из большей величины меньшую и широте приписываем знак наибольшей величины. Если в качестве светила С использовать Солнце, то вариант светила С3 возможен только в тропиках, а вариант светил С4 и С5 возможен тоько за полярным кругом. | |  | | **Порядок наблюдений и вычислений.** | | Определить широту по меридиональной высоте Солнца 7 сентября 2001 года. | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1. Снять с карты примерно на Тс = 12ч00м приближенную долготу | | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/latmer/about.gif48°45'W | | 2. Рассчитать судовое время кульминации Солнца. | | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat_hmer_tck.gif | | Для этого из МАЕ по дате выбирается время кульминации. http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/mae_7_09_tk.gif | Долготу переводим в часовую меру при помощи таблицы в МАЕ на 288 странице. http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/mae_conv.jpg Необходимо стараться эту операцию производить в уме, зная следующие соотношения: 15° = 1ч; 1° = 4м; 15' = 1м. | | На этом же этапе планирования наблюдений, зная гринвичское время кульминации, по МАЕ необходимо выбрать склонение Солнца. | | | 3. Приблизительно за 5 минут до момента кульминациик выйти на наблюдения и начать измерение до тех пор пока высота не начнет уменьшаться, за меридиональную принять максимальную из измеренных, при этом заметить над какой точкой горизонта были произведены измерения (N или S). Необходимо так же указать измеренный край диска, записать поправку индекса и инструментальную поправку секстана, высоту глаза, а также если высота менее 30°, то температуру и давление воздуха. | | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/latmer/sun_upper.gifмер = 64°18,5' S *i + s =* -2,3' e = 18,0 м | | 4. Расчитать широту в три этапа:   1. Произвести исправление высоты соответствующими поправками и получить обсервованную меридиональную высоту. Меридиональной высоте дать наименование той точки, над которой измерена высота (N или S). 2. Получить зенитное расстояние Z = 90° - H. Присвоить наименование Z, которое всегда противоположно H. 3. По формуле http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat.gif**= Z ±** http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifнайти широту, причем, если Z и http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifодноименны, то они складываются, если Z и http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/dec.gifразноименны, то из большей величины вычитаем меньшую и широте приписываем наименование большей величины. | | http://www.mastro.narod.ru/img/latmer/lat_hmer_lat.gif | | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | Простота и малый объём вычислений. | | Для Солнца этот метод можно использовать только один раз в сутки (кроме полярных широт). Неблагоприятные гидрометеоусловия в момент кульминации не позволяют применить данный способ. Данным способом можно определить только одну координату - широту. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.9. Определение широты по максимальной высоте светила.** | | Если широта наблюдателя не изменяется и склонение светила постоянно, то в момент кульминации, когда местный часовой угол равен нулю (t=0), меридиональная высота является максимальной (Hмер = Hmax). Это следует из анализа формулы (1.1):  **sinh = sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif sinhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif + coshttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif coshttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifcostм** | | |  |  | | --- | --- | | В момент кульминации высота в течении некоторого времени практически не изменяется. Посмотрим на фрагмент таблиц ВАС-58. Для широты http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif= 39° и одноименного склонения http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif= 8° в момент кульминации (t = 0°) высота h = 59°00,0'. Спустя 4 минуты, когда часовой угол станет t=1°, высота уменьшится на 0,8'. Можно предположить, что за 2 минуты высота изменится на 0,4'. **Но такое изменение высоты секстаном зафиксировать невозможно**, т.к. СКП измереной высоты Солнца превосходит это значение (mh = 0,5' - 0,7'). Т.е. при даных значениях широты и склонения в течении 4 минут (2 минуты до кульминации, 2 минуты после кульминации) измереннная высота секстана для неподвижного наблюдателя является практически неизменной. | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/was_hmax.jpg | | | |  |  | | --- | --- | | Если же при данной широте и склонении идти на судне со скоростью v = 15 узлов по меридиану на светило, находящегося в кульминации, то за 4 минуты, когда практически меридиональная высота светила должна оставаться неизменной, судно проходит 1 милю, следовательно, за счет движения судна высота светила увеличится на 1'. Высота светила начнет уменьшаться, когда уменьшение высоты за счет суточного движения светила http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifht = -coshttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifsinA http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gift превзойдет приращение высоты за счет перемещения судна http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhz. | | | Таким образом, момент измерения максимальной высоты Солнца не совпадает с моментом прохождения его через меридиан наблюдателя, следовательно Hmax http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/neravno.gifHмер. Поэтому замена в формуле http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif**= Z ±** http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifмеридиональной высоты максимальной приводит к погрешности в широте http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif= http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifH. Для получения верного значения обсервованной широты, полученной по максимальной высоте, следует вводить специальную поправку http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif. Эта поправка может быть вычислена по формуле  http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dlat_mt19.gif        (4.7) | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat_hmax.jpg | | | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gif- часовое изменение склонения; http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gif- часовое изменение широты; http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif1 - широта, полученная по максимальной высоте Солнца. Окончательно обсервованная широта получается:  http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifо = http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif1 - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif  При вычислении этой поправки надо руководствоваться следующим правилом знаков. | | 1. **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif1 положителен всегда, незавсимо от наименования широты. 2. **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif положителен, если http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifодноименны и **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif отрицателен, если http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifразноименны. 3. http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifположительно, если светило приближается к повышенному полюсу, и http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifотрицательно, если светило удаляется от повышенного полюса. Это официальное правило. Оно сформулировано в "МТ-75" и в учебниках по Мореходной астрономии. Правило требует глубоких знаний по небесной сфере. Чтобы не ошибиться в знаках при практическом решении задачи, рекомендуется использовать следующее правило Мурманского: Если http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifодноименны, то знак http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifтакой же, как в МАЕ. Если же http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gifразноименны, то знак http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifпротивоположный знаку в МАЕ. 4. Часовую разность широт http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gifможно определить графически на карте, либо выбрать из таблицы 24 МТ-75, либо расчитать по формуле http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gif**= vcosИК**. Официальное правило знака часового изменения широты: http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gifположительно, если широта и РШ одноименны, и отрицательно, если широта и РШ разноименны. Т.к. http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gifчаще всего вычисляют на калькуляторе, то рекомендуется следующее калькулятороное правило:  В северном полушарии знак http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gifтакой же, как на калькуляторе, а в южном полушарии знак http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gifпротивоположен знаку калькулятора. | | |  |  | | --- | --- | | Поправку http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifвычисляют на калькуляторе или выбирают из таблицы 19 МТ-75, куда входят с разностями (tghttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif - tghttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif) и (http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gif - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gif). Часовое изменние склонение Солнце http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gif<1,0', а при скоростях судов v< 18 узлов часовое изменение широты http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/psi.gif<18,0'. Поэтому квадрат второй скобки формулы ( . ) всегда <1. На величину поправки http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifоказывает влияние первая скобка (tghttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gif - tghttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/dec.gif). Т.к. склонение Солнца не превосходит 23,5°, то tg<0,44. Следовательно, на величину поправки http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifв основном оказывает влияние величина широты. Из анализа формулы ( . ), и из таблицы 19 следует, что в малых широтах поправка http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifне превосходит 0,1'-0,2', поэтому эту поправку не учитывают. | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/mt_19.jpg | | | В средних широтах поправкой http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifможно пренебречь, если курс близок к параллели. При других курсах поправку надо рассчитать.  И обязательно поправку http://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/lat_hmax/lat.gifнадо учитывать в высоких широтах, т.к. она может достигать несколько минут. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.10. Определение широты по Полярной звезде.** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/lat_pol.html#lp1) * [Порядок наблюдений и вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/lat_pol.html#lp2) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/lat_pol.html#lp3) | |  | | **Теория метода.** | | Высота полюса мира над горизонтом всегда равна широте места. К сожалению, в самих полюсах нет звезд, измеряя высоты которых, можно было практически сразу после исправления поправками получать широту. Но недалеко от северного полюса РN находится достаточно яркая звезда http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gifМалой Медведицы, называемой Полярной звездой. Координаты Полярной на 2001 г. http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gif= 38°45' и http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/dec.gif= 89°16'. Следовательно, её полярное расстояние http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gif= 90° - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/dec.gif< 1° = 44'. Поэтому высота Полярной звезды близка к широте и может отличаться на небольшую величину х. | | |  |  | | --- | --- | | Пусть Полярная звезда находится в произвольной точке С. Из данной точки опустим сферический перпендекуляр на меридиан наблюдателя. Величина х - есть проекция полрного расстояния на меридиан наблюдателя. Так как полярное расстояние мало (44'), то прямоугольный треугольник PNCD можно считать плоским. Из данного прямоугольного треугольника имеем **x = http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gifcostм**  Из рисунка видно, что http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gif= **ho - x (\*)** На основании [основной формулы времени,](javascript:window.open('t.html','example','scrollbars=no,resizable=no,width=700,height=225');void(0);) имеем **x = http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gifсos(Sм - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gif)**. Подставляя в формулу (\*) значение х, получаем http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gif**= ho - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gifсos(Sм - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gif)** Ведём обозначения **I = - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gifo сos(Sм - http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gifo) (\*\*)** http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/alfa.gifo и http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/delta.gifo - среднегодовые значения прямого восхождения и полярного расстояния Полярной звезды. | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol.jpg | | | Окончательно широта по высоте Полярной звезды определяется следующей формулой  http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gif**= ho + I + II + III**         (4.8)  Поправка I учитывает суточное вращение Полярной звезды вокруг северного полюса мира, как видно из формулы (\*\*) зависит только от звездного времени и выбирается из МАЕ из таблицы "Широта по высоте Полярной звезды" на страницах 277-278.  Поправка II учитывает сферичнось треугольника PNCD и корректирует поправку I, всегда положительная, выбирается из МАЕ из таблицы "Широта по высоте Полярной звезды" на странице 279 по аргументам Sм и h.  Поправка III учитывает изменение в течении года экваториальных координат Полярной звезды корректирует поправку I выбирается из МАЕ из таблицы "Широта по высоте Полярной звезды" на странице 280 по аргументам Sм и дата.  И так как все поправки зависят от звездного местного времени, следовательно, для определеня широты по высоте Полярной звезды кроме исправления высот необходимо расчитать звездное местное время, чтобы по этому аргументу выбрать поправки I, II и III. | |  | | **Порядок наблюдений и вычислений.** | | |  |  | | --- | --- | | 1. В навигационные сумерки найти Полярную звезду над точкой N на высоте h http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gif. Измерить секстаном её высоту (ОС) и заметить момент времени по хронометру. | ОС = 38°40,4' Тхр=11ч54м12с | | 2. Записать Тс, отсчет лага ОЛ, по отсчету лага снять счислимые координаты. | Тс = 19ч58м 2 августа 2001 г. http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gifс = 39°16'N http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/long.gifc = 59°24'W | | 3. Записать высоту глаза, поправку индекса и инструментальную погрешность секстана, поправку хронометра и если надо, то температуру и давление воздуха. | e = 15,0 м;  *i + s* = + 2,3'; uхр = +4м17с | | 4. Расчитать приближенное гринвичское время и гринвичскую дату. | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol_gmt.gif | | 5. Рассчитать точное гринвичское время, с ним войти в МАЕ и рассчитать звездное местное время. | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol_sm.gif | | 6. Исправить отсчет сексана поправками и рассчитать обсервованную высоту Полярной звезды. Далее, войти в МАЕ в таблицу "Широта по высоте Полярной звезды" со звездным местным временем и выбрать поправки I, II и III. Фрагменты этой таблицы с выборками поправок I, II и III представлены ниже. Прибавляя поправки к обсервованной высоте, получить обсервованную широту.  http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol1.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol_oc.gif | | | http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol2.jpg  http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat_pol3.jpg | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | Рассчитывав широту, её можно использовать, как высотную ЛП, которая будет проходить по параллели. Наблюдения Полярной звезды происходят с наблюдения других звезд, для которых элементы ВЛП рассчитываются традиционным образом. На Полярной звезде судоводители экономят до 40% времени вычислений - в этом и заключается преимущества использования Полярной звезды для ОМС по нескольким звездам.  К недостатку данного метода можно отнести его ограниченность по широте. Его можно использовать только в северном полушарии (наиболее благоприятный диапазон широт 5°N < http://www.mastro.narod.ru/img/lat_pol/lat.gif< 65°N). В южном полушарии вблизи южного полюса нет яркой приполярной звезды. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.11. Определение места судна по соответствующим высотам Солнца.** | | * [Идея метода соответствующих высот.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sv.html##sv1) * [Планирование и порядок наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sv.html##sv2) * [Порядок вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sv.html##sv3) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/omc_sv.html##sv4) | |  | | **Идея метода соответствующих высот.** | | |  |  | | --- | --- | | Метод ВЛП для ОМС по Солнцу в малых широтах неприменим в силу особенностей суточного вращения Солнца. В этом можно убедиться, рассмотрев представленный справа фрагмент основных таблиц ВАС-58. Если высота меньше 60°, то изменение азимута очень мало - за несколько часов не достигает 30°. Быстрое изменение азимута происходит в момент кульминации, когда высота светила превосходит 65°-70°, но при таких больших высотах ВЛП совпадает с кругом равных высот только на малом участке касания (смотри [свойства ВЛП](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp2)). В данной ситуации наиболее эффективным является метод определения место судна по соответствующим высотам Солнца. Идея заключается в том, что [широта определяется по меридиональной высоте в момент кульминации](http://www.mastro.narod.ru/latmer.html). Долготу можно определить на основании следующей зависимости. Местный часовой угол любого светила вычисляется как tм = tгр - W. Откуда http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifW = tгр - tм. В момент кульминации местный часовой угол равен нулю. Если зафиксировать точное гринвичское время кульминации, а затем по МАЕ определить гринвичский часовой угол светила, то получим западную долготу http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifW = tгр. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/was_sv.jpg | | | |  |  | | --- | --- | | Но при помощи секстана и хронометра зафиксировать точное время кульминации невозможно, так как высота практически не изменяется в течении 1-2 минуты. Ошибка в 1 минуту дает ошибку в долготе в 15'. Для получения точного времени кульминации измеряются соответствующие (т.е. равные) высоты Солнца, до и после кульминации. Зафиксировав время соответствующих высот и осредняя их, мы определим момент времени, когда Солнце находится на максимальной высоте. Возникает вопрос - **когда измерять соответствующие высоты?** Близко к моменту кульминации измерять нельзя, так как высота изменяется очень медленно, поэтому время фиксируется неточно, следовательно, неточная получается долгота. Если измерения производить в то время, когда максимально быстро изменяется высота, а это бывает, когда Солнце будет на востоке и на западе, то между этими измерениями интервал времени будет достигать несколько часов, а т.к. обсервованные координаты получаются на момент кульминации, то такая запоздавшая навигационной информация обесценивается. Обычно измеряют соответствующие высоты, азимуты которых отстоят от меридиана наблюдателя на 30° (как и в общем случае ОМС по разновременным наблюдениям Солнца).  [Раньше](http://www.mastro.narod.ru/lat_hmax.html) было сказано, что моменты наступления меридиональной и максимальной высоты не совпадают и во времени они между собой разнесены. Доказывается, что местный часовой угол наибольшей высоты **to'** можно рассчитать по следующей формуле.  **to' = 3,82(tg http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gif- tghttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gif) (http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gif - http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gif)**         (4.9)  http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gif- часовое изменение склонения; http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gif- часовое изменение широты. При вычислении местного часового угла наибольшей высоты надо руководствоваться следующим правилом знаков. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/oms-sw.jpg | | | 1. **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gif положителен всегда, незавсимо от наименования широты. 2. **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gif положителен, если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gifодноименны и **tg**http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gif отрицателен, если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gifразноименны. 3. http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifположительно, если светило приближается к повышенному полюсу, и http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifотрицательно, если светило удаляется от повышенного полюса. Это официальное правило. Оно сформулировано в "МТ-75" и в учебниках по Мореходной астрономии. Правило требует глубоких знаний по небесной сфере. Чтобы не ошибиться в знаках при практическом решении задачи, рекомендуется использовать следующее правило Мурманского: Если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gifодноименны, то знак http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifтакой же, как в МАЕ. Если же http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gifразноименны, то знак http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifпротивоположный знаку в МАЕ. 4. Часовую разность широт http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gifможно определить графически на карте, либо выбрать из таблицы 24 МТ-75, либо расчитать по формуле http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gif**= vcosИК**   Официальное правило знака часового изменения широты: http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gifположительно, если широта и РШ одноименны, и отрицательно, если широта и РШ разноименны. Т.к. http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gifчаще всего вычисляют на калькуляторе, то рекомендуется следующее калькулятороное правило:  В северном полушарии знак http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gifтакой же, как на калькуляторе, а в южном полушарии знак http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gifпротивоположный знаку калькулятора. | |  | | **Планирование и порядок наблюдений.** | | Этот эффективый метод ОМС требует наблюдений в определенные моменты времени, поэтому важную роль играет планирование наблюдений, которое является **обязательным** элементом вычислений. Последовательность планировния покажем на следющем **примере:** 12 октября 2001 года судно следует ИК=124° со скоростью v=15,6 уз в юго-восточной части Тихого океана. Необходимо определиться методом соответствующих высот. | | |  |  | | --- | --- | | 1. На полдень снять приближенные координаты судна. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/about.gif20°10'S http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/about.gif112°15'W. | | 2. Рассчитать судовое время кульминации Солнца Тск и склонение Солнца на данный момент времени. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/oms_sv_tck.gif | | 3. Расчитать интервал времени http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifТ между моментом кульминации и моментом измерения соответствующих высот. Для этого необходимо войти в основные таблицы ВАС-58 с ближайшими широтой и склонением и обратным ходом найти часовой угол t для азимута, отличающегося от азимута кульминации на 30°( если при t=0 A=180, то ищем азимут 150, а если при t=0 A=0, то ищем азимут 30). Умножая t на 4 , т.к. 1° = 4м, находим интервал времени http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifТ. Обычно этот интервал времени находится в пределах 20м < http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifТ<40м, поэтому в среднем можно считать его равным 30м. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/was_sv_t.jpg | | 4. Примерно за полчаса до Тск выйти на наблюдения, измерить первую соответствующую высоту и заметить момент времени по хронометру Тхр1 | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/sun_upper.gif1= 75°40,0' Тхр1 = 6ч43м52с | | 5. Примерно за 5 минут до Тск начать измерять высоту Солнца до тех пор пока она не начнет уменьшаться. Записать ОСmax, край диска, а также над какой точкой горизонта (N или S) были проведены измерения. | OCmaxhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/sun_upper.gif= 77°14,7' N | | 6. Установить на секстане отсчет певой соответствующей высоты и примерно через полчаса после кульминации, а точнее через http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifТ = Тск - Тс1 - 1м (лучше чуть раньше) выйти на наблюдения. Когда, Солнце опускаясь, каснется горизонта, зафиксировать время по хронометру Тхр3. | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/sun_upper.gif3= 75°40,0' Тхр3 = 7ч42м04с | | 7. Записать высоту глаза, попраку индекса и инстументальную поправку секстана, поправку хронометра. | e = 19,5 м; *i + s* = -1,8'; uхр= +2м14c. | | |  | | **Порядок вычислений.** | | |  |  | | --- | --- | | 1. Исправить максимальный отсчет секстана ОСmaxhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/sun_upper.gif поправками, получить максимальную высоту и, дополнив её до 90°, получить зенитное расстояние. Зная склонение на время кульминации, полученное при планирование наблюдений, по формуле http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gif**= Z ±** http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gifопределить обсервованную широту. Эти вычисления можно произвести сразу же после измерений максимальной высоты. Т.к. этот способ используется в малых широтах, то поправкой http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gifможно пренебречь. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat_sv.gif | | 2. Рассчитав широту, соблюдая правило знаков, вычислить местный часовой угол наиболшей высоты to' = 3,82(tghttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/lat.gif - tghttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/dec.gif) (http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gif - http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/psi.gif) Эти вычисления можно произвести в промежутке времени между кульминацией и измерением последней соответствующей высоты. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/tm_hmax.gif to' = -7,2' | | 3. Найти среднее значение по хронометру Тхр.ср. = (Тхр1 + Тхр3)/2 момента измерения соответствующих высот. Исправив поправкой хронометра, получить среденее гринвичское время измерения соответствующих высот. Чтобы не ошибиться на 12ч, необходимо контролировать по приближенному гринвичскому времени, полученному при расчете времени кульминации. По МАЕ на данное время, рассчитать гринвичский часовой угол Солнца. По формуле http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifW = tгр - tо' определить западную долготу. Если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifW > 180°, то http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifЕ = 360° - http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long.gifW. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/long_sv.gif | | | Полученные обсервованные координаты соответствуют судовому времени кульминации Солнца. Способ соответствующих высот наиболее эффективен в малых широтах, т.к. в этом случае при такой большой высоте азимут изменяется достаточно быстро и интервал между наблюдениями соответствующих высот и кульминацией составляют от 20 до 40 минут. | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | * Данный способ имеет минимальный объем вычислений - необходимо исправить одну выоту, рассчитать один гринвичский часовой угол и плюс еще небольшие вычисления, нет вычислений счислимых высот и азимутов по таблицам ВАС-58. * Способ полностью аналитический, нет графической прокладки, следоватиельно, нет ошибок графики. * Способ не требует знания счислимой широты и долготы, т.е. место получается обсервованным. * В расчете долготы участвуют только моменты времени измерения соответствующих высот, а сами высоты не участвует. Следовательно долготу можно определить при помощи неисправного секстана. * Обсервованная долгота свободна от систематических погрешностей. * Используя элементы предвычисления, в выборках *i+s*, http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifhd, http://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/delta.gifhhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_sv/ro.gif + p, R широту получаем через 1-2 минуты после измерения максимальной высоты. Долготу после последних измерений можно так же получить быстро, если заранее в промежутке времени между кульминацией и последними измерениями заранее рассчитать to'. * Cпособ ограничен по широте, используется в основном в тропиках и вблизи тропиков, когда высота Солнца достигает более 70°. В средних широтах эффективность этого способа теряется, так как интервал времени между моментом кульминации и моментами измерения соответствующих высот удлиняется до 1,5 - 2-х часов. * Данный способ подвержен влиянию гидрометеорологических факторов, требует идеальных погодных условий. Чтобы уменьшить влияние этого фактора рекомендуется измерять не одну соответствующую высоту, а серию высот. * Высоты более 70° не так легко измерять, требуется высокая квалификация. * Большая вероятность ошибки при расчете to'. | |
|  |
| |  | | --- | | **4.12. Определение места судна по высотам Солнца более 88°.** | | * [Теория метода.](http://www.mastro.narod.ru/omc_88.html#h88_1) * [Планирование и порядок наблюдений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_88.html#h88_2) * [Порядок вычислений.](http://www.mastro.narod.ru/omc_88.html#h88_3) * [Достоинства и недостатки метода.](http://www.mastro.narod.ru/omc_88.html#h88_4) | |  | | **Теория метода.** | | Если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gif- http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif< 1,5° - 2°, то в момент кульминации Hhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif > 88°. В этом случае метод ВЛП (расчет переносов и прокладка из счислимой точки) использовать невозможно по двум причинам:   1. При высотах Солнца 20° < h < 60°, когда ВЛП и КРВ практически совпадают, метод ВЛП тоже невозможно применить, т.к. азимут Солнца при таких высотах практически не изменяется. Поэтому ВЛП будут пересекаться под очень острым углом и обсервация будет неточная. Изменение азимута (практически на 150° - 180°) происходит в момент кульминации. 2. Но и в этот момент времени метод ВЛП не применяется, т.к. вблизи кульминации высота Солнца достигает 88°, поэтому из-за большой кривизны круга равных высотная линия положения имеет большую [методическую погрешность](http://www.mastro.narod.ru/lop.html#lp2).  В такой ситуации для определения места судна применяется [графический метод, основанный на построении кругов равных высот.](http://www.mastro.narod.ru/prin_omc.html) Если Вы прекрасно знаете, что такое полюс освещения, круг равных высот, и как он строится, то указанный параграф можно не повторять. | | |  |  | | --- | --- | | Идея данного метода заключается в следующем. Предположим в момент кульминации измерены три высоты Солнца. На момент измерений высот рассчитаны склонение и гринвичские часовые углы, т.е. расчитаны координаты полюсов освещений. По расчитанным обсервованным высотам определены зенитные расстояния. Если полюса освещений по координатам нанести на земной глобус и из этих точек провести круги равных высот, то они пересекаясь под оптимальными углами дадут обсервованное место Мо.       Точек пересечения КРВ получается две - севернее и южнее параллели. Для устранения двузначности рекомендуется руководствоваться следующими приемами. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88globus.jpg | | | 1. Принять то место, которое ближе к счислимому. 2. Если в момент кульминации Солнце кульминировало к S, то место Мо будет севернее параллели, а если Солнце кульминировало к N, то то место Мо будет южнее параллели. Но в момент кульминации при таких больших высотах трудно заметить над какой точкой горизонта кулминировало Солнце. На этот случае есть еще один прием. 3. Если при измерениях высот азимут Солнце изменяется **по часовой стрелке**, то Солнце кульминирует **над точкой S**, а если азимут Солнце изменяется **против часовой стрелки**, то Солнце кульминирует **над точкой N**.   В данном методе важную роль играет планирование наблюдений. | |  | | **Планирование и порядок наблюдений.** | | Планирование и порядок наблюдений покажем на следующем примере: 8 сентября 2001 года необходимо произвести дневную обсервацию по Солнцу. | | |  |  | | --- | --- | | 1. На судовое время Тс = 12ч00м с карты необходимо снять приближенные координаты | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/about.gif7°14'N; http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/about.gif163°34'E | | 2. По МАЕ вычисляем судовое время кульминации Солнца. На этом же этапе, по гринвичскому времени кульминации Солнца рассчитываем его склонение. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88_tck.gif | | 3. Т.к. http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gif- http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif= < 1,5° - 2°, то единственный способ обсервации по Солнцу - по высотам более 88°. | | | 4. Примерно за 3-4 минуты до кульминации измерить первую высоту Солнца и заметить показания хронометра. | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun_upper.gif1 = 88°01,0' к S; Тхр1 = 12ч59м58с | | 5. Примерно в момент кульминации измерить высоту Солнца, заметить время по хронометру, записать край диска и указать над какой частью горизонта (N или S) производились измерения | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun_upper.gif2 = 88°18,9' к S; Тхр2 = 1ч03м49с | | 6. Через 3-4 минуты после кульминации произвести третьи измерения. Записать высоту глаза, поправку хронометра, поправку идекса и инструментальную поправку, истинный курс и скорость. | ОСhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun_upper.gif3 = 88°08,5' к S; Тхр3 = 1ч07м06с; е = 16,0 метров; uхр= - 0м34с; ***i + s*** = - 2,5'; ИК = 50°; v = 13,9 уз. | | |  | | **Порядок вычислений.** | | |  |  | | --- | --- | | 1. Рассчитать точное гринвичское время наблюдений и по МАЕ на данное время рассчитать гринвичские часовые углы Солнца, т.е. необходимо найти западные долготы полюсов освещения (http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifWпо = tгр). Если http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifWпо > 180°, то http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifЕпо = 360° - http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifWпо. Широта полюса освещения определяется склонением Солнце, которое найдено при планировании http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gifпо = http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88_tgr.gif. | | 2. Произвести исправление высот. Т.к. высоты Солнца близки к 90°, то поправка за рефракцию http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gif**h** = 0, поэтому её можно не вписывать в схему вычисления. Найти зенитные расстояния z = 90 - ho, приписав им обратное наименование. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88_ho.gif | | 3. При построении на бумаге необходимо вычислить разность долгот полюсов освещения, которая равна разности времени измерений, переведенная в градусную меру. Далее разность долгот перевести в отшествие. Обсервованные координаты будем получать на момент вторых измерений, поэтому первые и третьи измерения приводятся к одному зениту. Удобнее приводить к одному зениту графически. Для этого определяется плавание по формулам: http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifS2-1 = (v/60)http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifTм2-1 и http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifS3-2 = (v/60)http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifTм3-2 | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88_dt_ds.gif | | 4. Выполнить графическое построение. На бумаге провести параллель полюсов освещения. В середине на параллели отмечаем 2-ой полюс освещения и проводим через него меридиан. К востоку откладываем ОТШ2-1, а к западу - ОТШ3-2 и наносим полюса освещения ПО1 и ПО3. Приводим к зениту вторых наблюдений: для этого ПО1 смещаем вперед по курсу на величину плавания http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifS2-1, а ПО3смещаем на величину плавания http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/delta.gifS3-2 **в обратном направлении курсу.** Из смещенных полюсов освещения проводим круги равных высот радиусами Z1, Z2, Z3 в сторону наименования зенитного расстояния. Обсервованное место судна принимаем в треугольнике погрешностей. | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/oms_88_plot.gif | | 5. В принятом масштабе снимаем разность широт и отшествие обсервованной точки относительно второго полюса освещения. Отшествие переводим в разность долгот. Придавая РШ и РД к координатам второго полюса освещения, рассчитываем обсервованные координаты. | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gifпо = http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif | 5°43,9'N | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gif2по | 163°38,0'E | | РШ | 1°34,7'N | РД | 4,8'W | | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gifо | 7°18,6'N | http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/long.gifo | 163°33,2'E | | | |  | | **Достоинства и недостатки метода.** | | * Место получается обсервованным. Счислимые координаты в расчетах не участвуют. * Относительная простота вычислений и быстрота обсервации. * ОМС получается по изолиниям, а не по ВЛП. Третьи измерения служат контролем и измерений и вычислений. * Способ очень редкий, его можно применять только в тропиках, и только в том случае, когда http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/lat.gif- http://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/dec.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/omc_88/sun.gif< 2°. * При высотах h > 88° их трудно измерять секстаном, трудно найти ту точку на горизонте, где Солнце касается горизонта. Чтобы избежать промахов рекомендуется не ограничиваться тремя измерениями. * Т.к. способ графический, то ошибки графики входят в обсервованные координаты. Точность обсервованных координат во многом зависит от выбранного масштаба. | |
|  |
| |  |  | | --- | --- | | **5.1. Звездный Глобус.** | | | * [Звездный глобус и решаемые при его помощи задачи.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx1) * [Определение названия неопознанного светила по его горизонтным координатам.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx2) * [Нанесение на глобус планет.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx3) * [Определение горизонтных координат светил на заданное время.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx4) * [Планирование сумеречных обсерваций.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx5) * [Планирование обсервации по Солнцу и Луне.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx6) * [Примечание.](http://www.mastro.narod.ru/starglobe.html#gx7) | | |  | | | **Звездный глобус и решаемые при его помощи задачи.** | | | Звездным глобусом называется прибор, представляющий модель небесной сферы, предназначенный для приближенного решения следующих задач мореходной астрономии: - определение названия неопознанного светила по его горизонтным координатам; - определение высоты и азимута светила на заданное время; - планирование сумеречных и дневных обсерваций. | | | 1. футляр; 2. крестовина вертикалов; 3. изображение эклиптики; 4. кольцо меридиана наблюдателя; 5. индекс вертикала; 6. горизонтальное кольцо (азимутальный круг). | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo1.jpg | |  | | | **Определение названия неопознанного светила по его горизонтным координатам.** | | | Во всех задачах необходимо глобус устанавливать по широте и звездному местному времен. Покажем эти операции на следующей задаче. Пример 1. 9 сентября 2001 года в Тс=18ч31м, находясь в счислимых координатах: http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gif=350 05,0' S; http://www.mastro.narod.ru/img/globo/la.gif=490 25' W, наблюдали светило на высоте h=220 по пеленгу ИП=1110. Опознать светило. Для того чтобы при помощи звездного глобуса найти наименование звезды по ее горизонтным координатам, необходимо выполнить следующие операции: | | | 1. Рассчитать по МАЕ звездное местное время. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table1.gif | | 2. Установить звездный глобус по широте. Для этого необходимо установить повышенный полюс мира над одноименной точкой плоскости горизонта на дугу равную широте. Если широта северная, то над точкой N поднимаем PN (около него написана "Полярная") на угол равный широте. Если широта южная, то, утопив Полярную звезду под точку N, над точкой S поднимаем PS на угол равный широте http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gif=350 S. В этом случае на глобусе новой конструкции (в металлическом цилиндрическом корпусе, как на данных рисунках) отсчет равный широте на меридиональном кольце совмещается с горизонтальным кольцом. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo2.jpg | | 3. Устанавить глобус по звездному местному времени. Для этого вращаем его вокруг оси (не сбивая по широте) так, чтобы у боковой оцифрованной части кольца меридиана наблюдателя был отчет шкалы экватора, равный заданному звездному местному времени Sм=2620. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo3.jpg | | 4. Опознать светило. Для опознавания светила по его горизонтным координатам крестовину вертикалов устанавливаем так, чтобы один из них на азимутальном круге был на отсчете найденного азимута А=1110, а индекс вертикала на отсчете высоты h=220. Тогда под индексом находим наблюдаемую звезду http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifЮжной Рыбы. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo4.jpg | |  | | | **Нанесение на глобус планет.** | | | Пример 2. 29 мая 2001 года. Нанести на звездный глобус Венеру. Порядок нанесения планет таков: | | | 1. Выборка склонения и прямого восхождения из МАЕ. По дате из МАЕ выбирают значения прямого восхождения (внизу колонки эфемерид) и склонения планеты (на Тгр=12ч). В данном примере    http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gif = 21,30 и http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gif = 70 03,5' N. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table2.gif | | 2. Наносят планету на звёздный глобус. Поворачивают сферу глобуса, подводя к оцифрованному краю меридиана наблюдателя отсчет небесного экватора, равный http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifпланеты. Откладывают по дуге меридиана наблюдателя величину http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifв сторону северного или южного полюсов в зависимости от наименования склонения и отмечают положение планеты мягким карандашом, и ставят рядом знак данного светила. Обычно нанесенная планета располагается рядом с эклиптикой. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo5.jpg | | Возвращаясь к примеру 1, необходимо добавить следующее. Если под индексом не окажется звезды, но индекс указывает на район эклиптики, то это служит признаком, что наблюдали планету. Для опознавания планеты с глобуса снимают http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifточки под индексом, подведя ее к меридиану наблюдателя (http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gif снимают со шкалы небесного экватора, а http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifс меридиана наблюдателя). С полученными данными и датой входят в ежедневные таблицы МАЕ и отыскивают, у какой планеты http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifи http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifбудут наиболее близкими к данным. | | |  | | | **Определение горизонтных координат светил на заданное время.** | | | Решение задачи в общем виде.   1. Рассчитать гринвичское время Тгр на заданное судовое время Тс и снять с карты на это время счислимые координаты http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gifс и http://www.mastro.narod.ru/img/globo/la.gifс. 2. По схеме, приведенной в примере 1 рассчитать звездное местное время Sм = thttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/oven.gifм. 3. Установить глобус по широте http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gifи звездному местному времени Sм. 4. Установить крестовину так, чтобы оцифрованный вертикал касался светила, направить индекс на место светила, снять и записать с вертикала высоту светила h, а с азимутального круга азимут светила А. | | |  | | | **Планирование сумеречных обсерваций.** | | | Начало вечерних сумеречных измерений звезд приходится на середину гражданских сумерек, когда снижение Солнца -30, а начало утренних обсерваций - на середину навигационных сумерек, когда снижение Солнца -90.  Пример 3. 29 мая 2001 г. На вечер приближенные координаты судна http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gif=230 20' S, http://www.mastro.narod.ru/img/globo/la.gif=770 04' E. Определить судовое время начала вечерних измерений и подобрать три звезды для обсервации. Судовое время середины гражданских сумерек вычисляем по следующей схеме: | | | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table3.gif | | | На данное время рассчитываем звездное местное время: | | | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table4.gif | | | Устанавливаем звездный глобус по широте. Т.к. в данной задаче широта, южная, то, утопив Полярную звезду под точку N, над точкой S поднимаем PS на угол равный широте http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gif=230 S.  Устанавливаем глобус по звездному местному времени.  Подбираем звезды, удовлетворяющие следующим критериям:  а) подобранные звезды должны быть наиболее яркими;  б) высоты звезд должны быть в диапазоне 200<h<600;  в) звезды должны быть равномерно расположены по всему горизонту; для ОМС по трем светилам разность азимутов должна быть http://www.mastro.narod.ru/img/globo/dApr.gif1200.  Подобранные звезды записываем в таблицу. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table5.gif | | | При расчете Тсн.н. и Sм есть вероятность допустить ошибку в вычислениях. Существует штурманский (безрасчетный) способ установки звездного глобуса на заданные сумерки. Известно, что вечерние сумеречные приходятся на середину гражданских сумерек, когда снижение Солнца составляет -30, а утренние - на середину навигационных сумерек, когда снижение Солнца составляет -90. Установка звездного глобуса происходит в следующей последовательности: | | | 1. По дате наносим точку на эклиптике, в которой находится Солнце в заданную дату. 2. Устанавливаем глобус по широте. 3. Если необходимо узнать картину звездного неба на вечерние сумерки, то, вращая глобус вокруг оси, подводим эту точку к западной части горизонта, моделируя заход Солнца, и утапливаем эту точку под горизонт на 30. 4. Если же глобус надо установить на утренние сумерки, то данная точка подводится к восточной части горизонта и притапливается на 90. 5. Получив картину звездного неба на начала сумеречных наблюдений далее подбираются светила согласно вышеуказанным критериям. | | |  | | | **Планирование обсервации по Солнцу и Луне.** | | | При планировании дневной обсервации по Солнцу и Луне необходимо уметь наносить на звездный глобус Луну. ОМС по Солнцу и Луне возможно, когда ее возраст составляет В=4-8д (молодая Луна), или при возрасте В=22-26д (старая Луна). Лучшее время наблюдений, когда Солнце и Луна будут по разные стороны меридиана. В этом случае достигается оптимальная разность азимутов этих светил http://www.mastro.narod.ru/img/globo/delta.gifА=600-1200. При молодой Луне приближенное судовое время наблюдений составляет Тс http://www.mastro.narod.ru/img/globo/pr.gif15ч, а при старой - Тсhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/pr.gif9ч. Более подробно нанесение Луны на звездный глобус, определение судового времени наблюдений Солнца и Луны и определение горизонтных координат этих светил (планирование обсервации) рассмотрим на следующем примере.  Пример 4. 11 октября 2001 г., http://www.mastro.narod.ru/img/globo/fi.gif= 53005' N; http://www.mastro.narod.ru/img/globo/la.gif=47045' W. Спланировать дневную обсервацию по Солнцу и Луне. | | | 1. По МАЕ определяем возраст Луны В=23,6д, следовательно обсервация по Солнцу и Луне возможна. 2. Определяем предполагаемое гринвичское время наблюдений. Т.к. Луна старая, то Тсhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/pr.gif9ч. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table6.gif | | 1. Из МАЕ на данное время выбираем гринвичский часовой угол точки Овна tгрhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/oven.gif=200008,5', гринвичский часовой угол Луны tгрhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif=71040,2' и её склонение http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif=21045,8' N. Из основной формулы времени рассчитаем прямое восхождение   http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif=tгрhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/oven.gif-tгрhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table7.gif | | 1. По дате (11 октября) наносим Солнце на эклиптику звездного глобуса. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo6.jpg | | Точно также как и планету (см. пример 2) наносим Луну по её прямому восхождению (http://www.mastro.narod.ru/img/globo/alfa.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif=128028,3') и склонению (http://www.mastro.narod.ru/img/globo/skl.gifhttp://www.mastro.narod.ru/img/globo/moon.gif=21045,8' N). | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo7.jpg | | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/globo8.jpg | | | 1. Установив звездный глобус по широте, вращая его вокруг оси, располагаем светила по разные стороны меридиана, чтобы разность азимутов составила http://www.mastro.narod.ru/img/globo/delta.gifА=600-1200. Далее снимаются и записываются горизонтные координаты в таблицу. | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table8.gif | | 1. Под меридиональным кольцом снимаем звездное местное время Sм=1680. 2. Обратным ходом по МАЕ рассчитываем судовое время, соответствующее данному Sм. | | | Последовательность вычислений и объяснений. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table9.gif | | | 2) http://www.mastro.narod.ru/img/globo/srelki.gifВходим в МАЕ по дате наблюдений и выбираем ближайший, но меньший гринвичский часовой угол точки Овна и соответствующий целый гринвичский час (смотри фрагмент МАЕ). | http://www.mastro.narod.ru/img/globo/table10.gif | | 3) Умножая остаток часового угла на 4 (т.к. 10=4м), переводим в часовую меру и получаем минуты наблюдений.  4) Получив гринвичское время и исправив его номером пояса, получаем судовое время наблюдений. | | |  | | | **Примечание.** | | | Овладев последним методом определения судового времени по заданному звездному местному времени, можно при помощи звездного глобуса планировать обсервации по Солнцу в случае, если ненадежно работает лаг или компас. Для этого необходимо:   1. По дате нанести Солнце на эклиптику звездного глобуса. 2. Установить глобус по широте. 3. Один из вертикалов выставить по направлению истинного курса. 4. Если поправка компаса ненадежная, то, вращая звездный глобус, добиться, чтобы Солнце былов диаметральной плоскости судна. А если лаг ненадежен, то добиваемся, чтобы Солнце было на траверзе судна. 5. Снимая под меридиональным кольцом на экваторе звездное местное время, по описанной выше методике определяем время первых наблюдений. | | |
|  |
| |  |  | | --- | --- | | **5.2. Секстан.** | | | * [Основные части навигационного секстана.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex1) * [Устранение непараллельности оптической оси трубы плоскости лимба секстана.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex2) * [Устранение неперпендикулярности большого зеркала плоскости лимба.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex3) * [Устранение неперпендикулярности малого зеркала плоскости лимба.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex4) * [Определение поправки индекса.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex5)   + [Определение поправки индекса по горизонту.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex6)   + [Определение поправки индекса по звезде.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex7)   + [Определение поправки индекса по наблюдениям Солнца.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex8) * [Уменьшение поправки индекса секстана.](http://www.mastro.narod.ru/sextant.html#ex9) | | |  | | | **Основные части навинационного секстана.** | | | 1 - рама секстана; 2 - ручка; 3 - лимб; 4 - зубчатая рейка; 5 - алидада; 6 - отсчетно-стопорное устройство; 7 - отсчетный барабан; 8 - лупа-осветитель; 9 - светофильтры; 10 - малое зеркало; 11 - большое зеркало; 12 - ночная труба; 13 - астрономическая (дневная) труба. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec1.jpg | |  | | | **Устранение непараллельности оптической оси трубы плоскости лимба секстана.** | | | Секстан с отрегулированной дневной трубой устанавливают горизонтально на устойчивом основании (ящик из под секстана). Алидаду располагают в середине лимба. Затем на края лимба ставят два диоптра так, чтобы соединяющая их линия была примерно параллельна оптической оси трубы. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec2.jpg | | Выбирают удаленный не менее чем на 50 м предмет, расположенный примерно на том же уровне, и устанавливают секстан так, чтобы горизонтальная линия выбранного предмета оказалась на створе верхних срезов диоптров. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec3.jpg | | Затем наблюдают предмет в трубу. Если горизонтальная линия не окажется в центре квадрата нитей трубы, то исправляют установку трубы. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec4.jpg | | Для этого вращают отверткой верхний и нижний регулировочные винты на кольце стойки трубы, приводя изображение горизонтальной линии в центр квадрата (один винт поджимают, другой отдают). | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec5.jpg | | Стойка ночной трубы секстанов СНО-Т не имеет регулировочных винтов, поэтому эта погрешность не устраняется. | | |  | | | **Устранение неперпендикулярности большого зеркала плоскости лимба.** | | | Сняв трубу, устанавливают секстан горизонтально. Алидаду ставят на отсчет 400, и на лимб помещают два диоптра - один на отсчет 5 - 100, второй на 120 - 1300. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec6.jpg | | Располагая глаз на расстоянии 30 - 40 см от секстана на уровне диоптров, наблюдают в большом зеркале отраженное изображение правого диоптра и непосредственно рядом с краем зеркала - прямовидимое. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec7.jpg | | Передвигая правый диоптр, добиваются совмещения изображений двух диоптров. Если наблюдается излом верхних срезов диоптров, то большое зеркало неперпендекулярно плоскости лимба. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec8.jpg | | Торцевым ключом поворачивают регулировочный винт, расположенный на большом зеркале,до совпадения верхних срезов. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec9.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec10.jpg | |  | | | **Устранение неперпендикулярности малого зеркала плоскости лимба.** | | | Эту операцию производят после установки большого зеркала. Алидаду ставят на отсчет, близкий к 0 , и трубу наводят на неяркую звезду или Солнце (для него предварительно надо накинуть светофильтры). | | | Если дважды отраженное изображение не располагается на одной вертикали с прямовидимым, то вращением отсчетного барабана устанавливают их рядом по горизонтали. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec11.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec12.jpg | | Поворачивая ключом боковой регулировочный винт малого зеркала, смещают дважды отраженное изображение вправо или влево до совпадения по вертикали с прямовидимым. При этом дважды отраженное изображение может переместиться несколько выше или ниже прямовидимого, т. е. изменится поправка индекса, которую надо определить заново. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec13.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec14.jpg | |  | | | **Определение поправки индекса.** | | | Для наблюдений с секстаном необходимо определять величину поправки индекса. Существует несколько способов определения поправки индекса, но первоначальная подготовка к наблюдениям одинаковая. Для этого трубу устанавливают на резкость по своему глазу, а алидаду - на отсчет около 0. | | |  | | | * **Определение поправки индекса по горизонту.** | | | Наводят секстан на горизонт. Дважды отраженное и прямовидимое изображение горизонта, линия которого представляется ломанной. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec15.jpg | | Вращая отсчетный барабан секстана, cовмещают дважды отраженное и прямовидимое изображение горизонта. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec16.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec17.jpg | | Снимают отсчет индекса oi по лимбу и определяют поправку индекса по формуле  i = 00(3600) - oi  В данном примере oi = 0002,9', следовательно, i = -2,9'. | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec18.jpg | |  | | | * **Определение поправки индекса по звезде.** | | | Данный способ аналогичен предыдущему. Необходимо выбрать не слишком яркую звезду на небольшой высоте, навести на неё трубу секстана, и, вращая отсчетный барабан, совместить дважды отраженное изображение звезды с прямовидимым. Снять отсчет индекса oi и определить поправку индекса. | | |  | | | * **Определение поправки индекса по наблюдениям Солнца.** | | | Перед зеркалами набрасывают светофильтры разного цвета. | | | Наводят трубу на Солнце и вращением отсчетного барабана приводят дважды отраженное изображение с прямовидимым сначала одним краем, | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec19.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec20.jpg | |  | oi = 3600 33,2' | | затем другим краем. При каждом совмещении производится отсчет oi1 и oi2. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec21.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec22.jpg | |  | oi = 3590 29,3 | | Поправка индекса по Солнцу определяется из формулы. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/for-1.gif | | | Достоинством определения поправки индекса по Солнцу является контроль наблюдений. Разность большего и меньшего отсчетов oi1-oi2=4Rhttp://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sun.gif есть учетверенный измеренный радиус Солнца, который необходимо сравнить с учетверенным радиусом Солнца, выбранным из МАЕ Rhttp://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sun.gifмае. Если разница не превышает 0,4, то наблюдения качественные и поправка надежная, в противном случае наблюдения надо повторить. Для облегчения расчета поправки индекса i по Солнцу рекомендуется следующий практический прием: для каждого отсчета индекса находят избыток сверх 30 (со знаком "-") или недостаток до 30 (со знаком "+"). Полусумма этих величин с учетом знаков дает величину i. Для данного примера имеем | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/for-2.gif | | |  | | |  |  | | **Уменьшение поправки индекса секстана.** | | | В принципе величина поправки индекса не имеет значения, важно лишь знать ее для учета. Однако для вычислений удобнее, чтобы она не превышала 6 - 7'. | | | Для уменьшения величины i надо установить индекс алидады на 0, а индекс барабана - на 0' и навести трубу на бесконечно удаленный предмет (например горизонт). | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec23.jpg | | Прямовидимое и дважды отраженное изображения будут не совпадать по горизонтали. Горизонт будет образовывать излом (ступеньку). | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec24.jpg | | Вращая с помощью торцевого ключа верхний винт малого зеркала, надо переместить дважды отраженное изображение на одну горизонталь с прямовидимым. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec25.jpg | http://www.mastro.narod.ru/img/sextant/sec17.jpg | |
|  |
| |  |  | | --- | --- | | **5.3. Star Finder 2102-D.** | | | * [Устройство Star Finder 2102-D.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf1) * [Установка по широте и звездному местному времени.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf2) * [Опознавание звезд.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf3) * [Нанесение планет.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf4) * [Определение горизонтных координат светил.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf5) * [Проверка расчета звездного местного времени.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf6) * [Британский Star Finder NP323.](http://www.mastro.narod.ru/starfinder.html#sf7) | | |  | | | **Устройство Star Finder 2102-D.** | | | Star Finder состоит из карты звездного неба, набора прозрачных кругов широты и специальной диаграммы. Карта звездного неба нанесена с двух сторон плотного пластмассового диска белого цвета. На одну сторона нанесены звезды так, что в центре диска располагается северный полюс (большая буква N), с другой стороны в центре диска южный полюс (большая буква S). В центр диска вставлен пластмассовый штифт, на который насаживается прозрачный круг широты. На данный диск нанесены со своими именами 57 навигационных звезд. Список этих звезд дан на развороте ежедневных таблиц The Nautical Almanac. По краю диска нанесена шкала звездного местного времени. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-1.jpg | | Star Finder имеет 8 прозрачных гибких кругов для широт: 50, 150, ... , 850. На круг широты нанесена сетка вертикалов и альмукантаратов с шагом в 50. Оцифровка дана с шагом в 100. По контуру сетки нанесена двойная шкала кругового азимута (истинного пеленга) - внутренняя для северной широты и внешняя - для южной. Вертикал в виде прямой лини, соединяющий точки с азимутами 0 - 1800, является и меридианом наблюдателя. Продолжение этого вертикала-меридиана заканчивается стрелкой, которая служит для установки по звездному времени. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-2.jpg | | Star Finder имеет специальную прозрачную диаграмму, которая позволяет наносить на карту планеты, чтобы потом определить её горизонтные координаты. При помощи этой диаграммы можно быстро проверять расчет звездного местного времени - местного часового угла точки Овна. Данная диаграмма представляет собой сетку радиальных меридианов и концентрических окружностей-параллелей. Меридианы и параллели нанесены с шагом в 100. Для нанесения планет диаграмма имеет прорезь. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-3.jpg | |  | | | **Установка по широте и звездному местному времени.** | | | Как и звездный глобус Star Finder необходимо установить по широте и звездному местному времени. Пример 1. 26 марта 2001 г. в Тc=5ч41м, счислимые координаты: Lat = 35012' N; Long = 123009' W, наблюдали два светила со следующими горизонтными координатами:  http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-1.gif  Опознать светила. Последовательность действий: | | | 1. Рассчитываем по МАЕ (или The Nautical Almanac) местный часовой угол точки Овна - звездное местное время. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-2.gif | | 1. Располагаем карту звездного неба так, чтобы большая точка N была сверху, выбираем прозрачный диск ближайшей широты 350 N и надеваем его на штифт. Диск широты используется как для северной, так и для южной широты, поэтому его на штифт одеть так, чтобы слово Latitude 350 N читалось естественно, т.е. слева направо. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-4.jpg | | 1. Вращая диск широты, добиваемся совмещения стрелки меридиана наблюдателя с отсчетом звездного времени 2660. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-5.jpg | |  | | | **Опознавание звезд.** | | | 1. Опознавание светила 1. Выбираем ближайший вертикал с пеленгом в 2000. Т.к. широта северная, то выбираем по внутренней шкале, при этом значение в 2000 читается естественно - слева направо. Вблизи пересечения данного вертикала и альмукантарата в 250 находим звезду Antares. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-6.jpg | | 1. Опознавание светила 2. Вблизи пересечения вертикала пеленга в 3100 и альмукантарата в 450 находим звезду Alkaid. В отечественном МАЕ эта звезда называется Бенетнаш - http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/kpd.gifБольшой Медведицы. Эта единственная звезда, которая по-разному называется в отечественных и английских изданиях. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-7.jpg | |  | | | **Нанесение планет.** | | | На звездный глобус планета наносится по прямому восхождению и склонению, выбранных из МАЕ. В английских пособиях понятие прямого восхождения (right ascension) встречается очень редко. Но широко используется звездное дополнение: SHA - sidereal hour angle. Дословный перевод - звездный часовой угол свидетельствует о том, что SHA отсчитывается как западный часовой угол, т.е. в сторону W, но от точки Овна. Напомним, что на экваторе звездного глобуса нанесена шкала прямого восхождения, которая используется для установки по звездному времени. Аналогично, в Star Finder шкала звездного времени будет использоваться для нанесения светила по прямому восхождению. Пример 2. 2 января 2001 г. Тс = 19ч30м, счислимые координаты: Lat = 35054' S; Long = 61028' E. Нанести на Star Finder планету Венера. | | | |  |  | | --- | --- | | 1. Из Nautical Almanac по дате 2 january выбираем на гринвичское время (GMT) 12ч склонение Венеры - Dec = 13017,3' S, а в правом нижнем углу этой же страниц её звездное дополнение - SHA = 29014,6'. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-3.gif | | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-6.gif | | | | 1. По формуле   RA = 360 - SHA  находим прямое восхождение. RA - сокращенно right ascension. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-4.gif | | 1. Накладываем на южную часть звездной карты (в центре большая буква S) специальную диаграмму так, чтобы нулевой меридиан с маленькой стрелкой совпал с отсчетом прямого восхождения 3310. В прорези от небесного экватора (celestial equator) в направлении южного полюса мысленно откладываем южное склонение 130 и простым карандашом наносим точку, в которой находится Венера. Следует запомнить, что если склонение одноименно с широтой, то оно откладывается от экватора к центру карты, т.е. к полюсу, а если разноименно, то в противоположную сторону, где параллели изображаются пунктирными окружностями. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-8a.jpg | | Аналогично можно нанести Луну (или Солнце), предварительно выбрав в Nautical Almanac склонение и рассчитав прямое восхождение по формуле:  RA = GHA Aries - GHA Moon | | |  |  | |  | | | **Определение горизонтных координат светил.** | | | Пример 3. (Продолжение примера 2). 2 января 2001 г. Тс = 19ч30м, счислимые координаты: Lat = 35054' S; Long = 65028' E. Определить горизонтные координаты Венеры и звезды Хамаль. Последовательность действий. | | | 1. Рассчитываем по МАЕ (или The Nautical Almanac) местный часовой угол точки Овна - звездное местное время. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/t-5.gif | | 1. Накладываем на южную часть звездной карты (в центре большая буква S) прозрачный диск близжайшей широты 350 S так, чтобы естеcтвенно, слева направо читалось слово Latitude 350 S. | | | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-10.jpg | | | 1. Вращая диск широты, добиваемся совмещения стрелки меридиана наблюдателя с отсчетом звездного времени 400. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-11.jpg | | 1. Находим на карте Венеру и по сетке альмукантаратов снимаем приближенное значение высоты h 240, а по внешней шкале, т.к. широта южная - значение пеленга ИП http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/pr.gif2710 (при этом данное значение читается естественно, т.е. слева направо). | | | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-12.jpg | | | 1. Аналогично определяем координаты звезды Хамаль: ИП http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/pr.gif3510 и h http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/pr.gif300. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-13.jpg | | Данные два светила можно использовать для определения места судна.  Т.к. при выборе круга ближайшей широты возможна максимальная погрешность в 50, то полученные горизонтные координаты получаются с такой же точностью. В силу этого Star Finder редко используется для решения этой задачи (планирования сумеречных обсерваций), а чаще всего используется для решения задачи опознавания звезд. | | |  | | | **Проверка расчета звездного местного времени.** | | | При расчете местного звездного времени, когда приходиться прибавлять или вычитать 3600, как в выше перечисленных примерах, можно допустить ошибку. Проверку выполненного расчета можно выполнить при помощи специальной диаграммы, которую использовали для нанесения планеты. Этот способ основан на совмещении плоскостей небесного и земного экваторов. Воспользуемся данными Примера 1. Long = 123009' W, GHA Aries = 29019,0'. | | | 1. Накладываем на северную часть звездной карты специальную диаграмму так, чтобы надпись на диаграмме NORTH LAT читалось естественно, т.е. слева направо. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-14.jpg | | 1. Вращая диаграмму, добиваемся совмещения нулевого меридиана (обозначен маленькой стрелкой) с отчетом звездного гринвичского времени GHA Aries = 29019,0'. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-15.jpg | | 1. Тогда под меридианом в 123009' W можно увидеть отсчет звездного местного времени 2660, что свидетельствует о правильности расчетов. | http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/sf-16.jpg | | Т.к. точность установки по звездному местному времени составляет http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/pm.gif10, то её можно приближенно без МАЕ/Nautical Almanac определить по следующей формуле:  Sм = thttp://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/oven.gifм = 1000 + 0,98560 http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/ym.gif(№ - 1) + 15,04 http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/ym.gifТчгр http://www.mastro.narod.ru/img/starfinder/pm.gifLongEW,  где № - порядковый номер в году гринвичской даты. | | |  | | | **Британский Star Finder NP323.** | | | Аналогично устроен британский Star Finder NP323 Более подробно по этому вопросу читайте в книге "The Star Finder Book" by David Burch [(http://www.starpath.com/catalog/books/1831.htm)](http://www.starpath.com/catalog/books/1831.htm). На этом же сайте её можно заказать по Интернету. | | |
|  |
| |  |  | | --- | --- | | **5.4. Хронометр.** | | | * [Описание хронометра.](http://www.mastro.narod.ru/chronometer.html#sg1) * [Завод хронометра.](http://www.mastro.narod.ru/chronometer.html#sg2) * [Определение поправки хронометра.](http://www.mastro.narod.ru/chronometer.html#sg3) | | |  | | | **Описание хронометра.** | | | Основным прибором, предназначенным для определения и хранения точного времени на судне является **хронометр** - переносные пружинные часы наиболее точного изготовления. | | | Корпус морского хронометра подвешивается при помощи карданова подвеса внутри деревянного футляра, который помещается во внешний футляр, снабженный мягкой внутренней обивкой и ремнем для перевозки хронометра. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch1.jpg | | В центре циферблата, разбитого на 12 часов, укреплены часовая и минутная стрелки, движущиеся по общему циферблату. Ниже располагается секундная стрелка, перемещающаяся по секундному циферблату скачками через 0,5 секунд. В верхней части циферблата хронометра расположен циферблат завода, разделенный штрихами на семь частей по 8 часов каждый. Оцифровка интервалов дана от 0 до 56ч, т.е. максимальный завод рассчитан на 56 часов работы хронометра. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch2.jpg | | По циферблату завода движется стрелка, которая показывает количество часов, протекшее с момента завода хронометра. | | | Хронометр следует заводить ежесуточно в одно и то же время (например, в 8ч утра), чтобы в течение каждых суток действовала одна и та же часть пружины, что обеспечивает постоянство суточного хода. Обычно заводят хронометр так, чтобы он мог идти двое суток, т.е. после завода стрелка завода должна указывать на деление 8ч. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch3.jpg | | А перед заводом при условии регулярного завода в одно и тоже время стрелка циферблата завода должна указывать на деление с цифрой 32ч. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch4.jpg | |  | | | **Завод хронометра.** | | | При заводе хронометр медленно поворачивают в кардановом подвесе на бок, и придерживая его левой рукой, правой рукой поворачивают по часовой стрелку заслонку. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch5.jpg | | Вставляют заводной ключ и аккуратно делают 7-7,5 полуоборотов ключа против часовой стрелки (!). Если заводить непроворачивающимся ключом по часовой стрелке, то можно испортить механизм хронометра. Затем вытаскивают ключ из отверстия и осторожно возвращают хронометр в прежнее положение. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch6.jpg | | Для пуска остановившегося хронометра надо предварительно завести хронометр, сообщая ему двухсуточную порцию завода (14-15 полуоборотов ключа), и не слишком резко повернуть ящик с механизмом хронометра вокруг вертикальной оси на 450-500. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch7.jpg | | Перед пуском желательно (первоначально) установить стрелки так, чтобы он показывал гринвичское время на несколько минут больше текущего гринвичского времени. При переводе и установок стрелок на требуемый отсчет хронометра предварительно надо взять его на стопор, затем отвинтить стеклянную крышку. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch8.jpg | | Надеть ключ на квадратную головку оси минутной стрелки и, вращая ключ по часовой стрелке установить минутную и часовую стрелки на гринвичское время. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch9.jpg | | При перестановке стрелок надо следить за их согласованием. Когда минутная стрелка стоит на штрихе своего циферблата, секундная должна быть на нуле. Т.к. секундную стрелку трогать нельзя, а она, например как в этом примере остановилась на 31-ой секунде, то минутная стрелка должна быть установлена на половине минутного деления. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch10.jpg | | Завинтив на место стекло, пускают заведенный хронометр толчком, как указано выше, по возможности к установленному гринвичскому времени. | | |  | | | **Определение поправки хронометра.** | | | Поправку хронометра в современное время определяют при помощи приемоиндикатора спутниковой радионавигационной системы (ПИ СРНС) и секундомера. Пускают заведенный секундомер в момент времени, когда ПИ показывает целую минуту. В данном примере Тгр. пуска сек. = 3ч52м00с. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/gps.gif | | Подойдя к штурманскому хронометру с хронометром, останавливают секундомер в удобный момент времени, когда показания секундной стрелки хронометра соответствуют 30 или 60 секундам. В данном примере Тхр. ост. сек. = 3ч49м00с. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/ch11.jpg | | С точностью до 0,1с записывают показания секундомера. Тсек = 0м30с. |  | | Поправку хронометра вычисляют по следующей схеме. | http://www.mastro.narod.ru/img/chronometer/table.gif | |
|  |