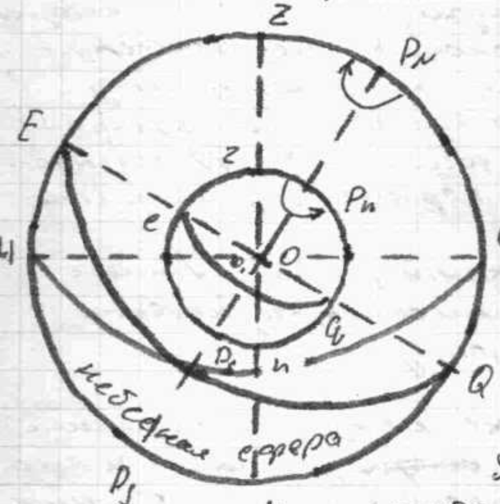
Теоретические основы.

Небесная сфера.

Небесной сферой называется вспомогательная сфера произвольного радиуса, к центру которой параллельно перенесены основные линии наблюдателя и Земли и направления на светила.

Основным направлением наблюдателя М является его вертикаль или отвесная линия, положение которой в данной точке Земли постоянно и определяется направлением силы притяжения.



Линия, // вертикали zO_1, называется **отвесной линией** ZН, а точки пересечения ее со сферой — **зенитом Z и надиром Н.**

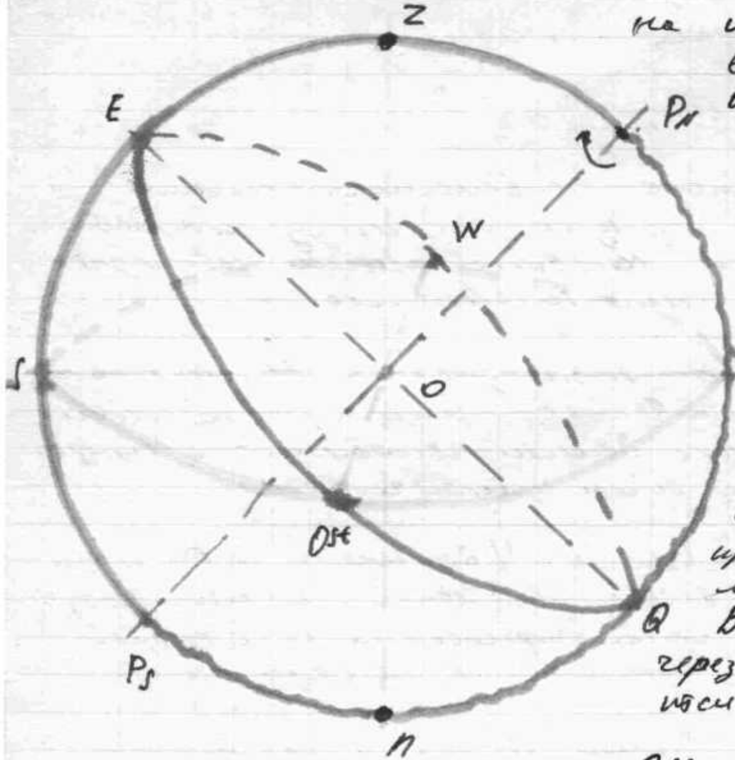
Линия, // оси $P_n P_s$ Земли представляет на сфере **ось мира** $P_N P_S$. Точки пересечения ее со сферой называются **полюсами мира**

Плоскость НС истинного горизонта наблюдателя, проведенная через центр сферы, дает в сечении со сферой **истинный горизонт** большой круг NESW, ⊥ отвесной линии ZН.

Плоскость экватора Земли, перенесенная к центру О сферы дает в сечении со сферой **небесный экватор** — большой круг $EWQO^н$, плоскость которого ⊥ оси мира.

Меридиан наблюдателя - большой круг $EWQO^н$

Ось мира $P_N P_S$ разделяет меридиан наблюдателя на полуденную часть $P_N Z P_S$ включающую зенит, и полуночную $P_N n P_S$

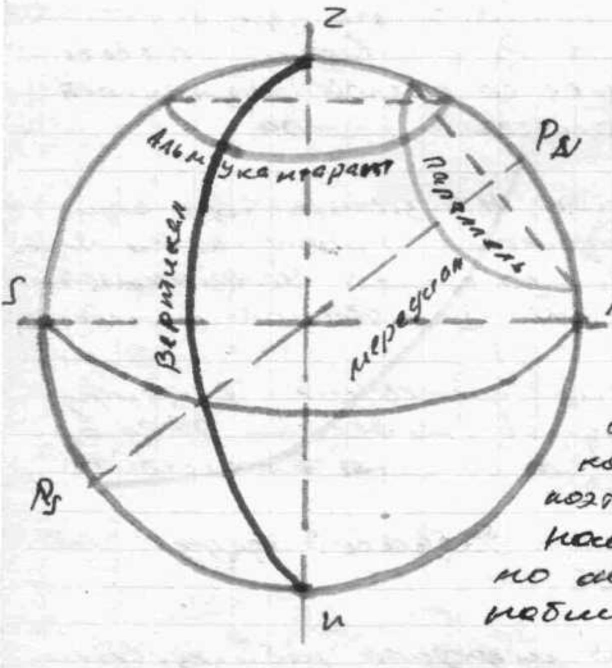


Полюс мира, расположенный над горизонтом называется повышенным полюсом. Его наименование совпадает с широтой наблюдателя.

Вертикалы - большие круги, плоскости которых проходят через отвесную линию, ⊥ горизонту

Вертикал - проходящий через точки Ost, W называется первым вертикалом.

Альмукантараты - малые круги, плоскости которых ∥ горизонту

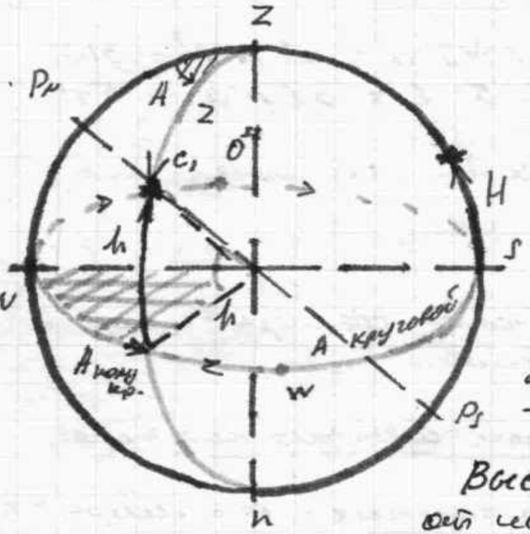


Небесные меридианы - большие круги ~~которых~~, плоскости которых проходят через ось мира

Параллели - малые круги, плоскости которых ∥ экватору.

Меридиан $P_N P_S$ лежит в плоскости меридиана наблюдателя поэтому он называется меридианом наблюдателя, одновременно он является и вертикалом наблюдателя.

Системы сферических координат.



Горизонтная система координат

Основные круги - истинный горизонт и меридиан наблюдателя.
Основное направление - отвесная линия Zn.
Положение светила определяется - высотой h и азимутом A.

Высота h - дуга вертикала светила от истинного горизонта до места светила. Угол при центре сферы, измеряющий эту дугу, также называют высотой.

Азимут A - дуга истинного горизонта между меридианом наблюдателя и вертикалом светила. Эта дуга измеряет плоский угол при центре сферы или сферический угол A при зените.

Полукруговой азимут - считается в пределах 0°-180° от полуночной части меридиана наблюдателя или от вертикала ~~наблюдателя~~ повышенного полюса в сторону E или W до вертикала светила (на рис от N) в северной широте NE или NW, в южной SE или SW

Круговой азимут - считается от точки N в сторону E до вертикала светила в пределах 0°-360°, совпадает с истинным пеленгом светила.

Четвертной азимут - отсчитывается от ближайшей части меридиана наблюдателя до вертикала светила, в пределах 0°-90.

$S\,48\,W = 132\,NW = 228°$ $N\,43°W = 43°NW = 317°$

$S\,36\,O^{st} = 144\,NE = 144$ $N\,54\,E = 54\,NE = 54°$

Зенитное расстояние Z - дуга вертикала от зенита до места светила от 0° - 180°.

$$Z = 90° - h$$

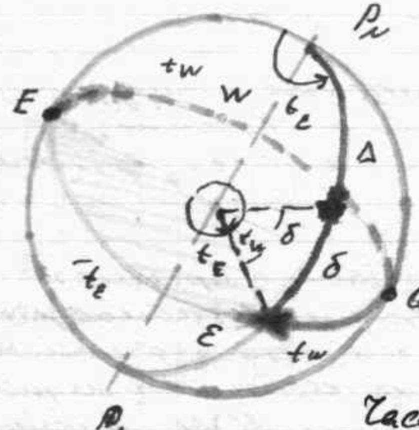
Меридиональная высота H - высота светила измеренная на меридиане наблюдателя

Первая экваториальная система координат.

Основное направление - ось мира $P_N P_S$

Основные круги - экватор и меридиан наблюдателя.

Положение определяется - склонением и часовым углом



Склонение δ - дуга меридиана светила от небесного экватора до места светила. Склонение исчисляется к N и S от 0° - 90°. Если δ_N - (+); δ_S - (-)

Часовым углом t - дуга экватора от полуденной части меридиана наблюдателя до меридиана светила, считаемая в сторону точки W в от 0° до 360°. Такой часовой угол называют t_W или обычным. При решении задач применяют практический часовой угол t_W или $t_E < 180°$

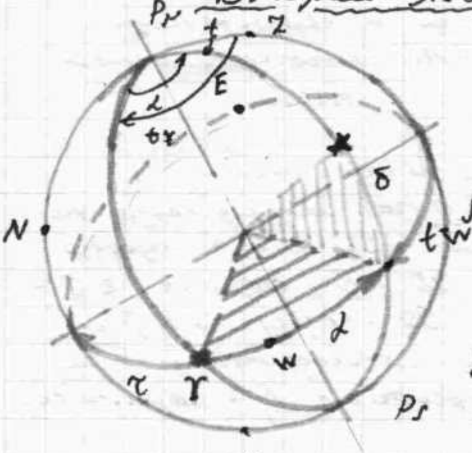
$t_{пр} = 360° - t_W$, при $t_W > 180°$ — t_E

$t_{пр} = t_W - 360°$, при $t_W > 360°$ — t_W

Полярное расстояние Δ - дуга меридиана светила от повышенного полюса до места светила, считается от 0 до 180

$$\Delta = 90° \pm \delta$$

Вторая экваториальная система.



Основные круги - проходящие оси мира, небесный экватор и меридиан точки Овна (♈).

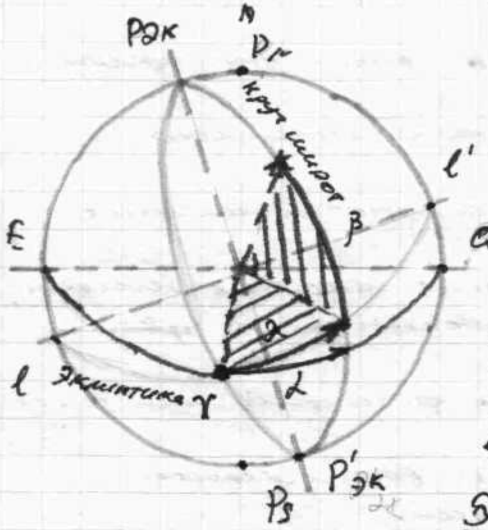
Точка Овна - точка весеннего равноденствия, расположенная в пересечении экватора с эклиптикой

Положение светила определяется склонением и прямым восхождением

Прямое восхождение α - дуга экватора от точки Овна до меридиана светила, считаемая в сторону, обратную t_W (в сторону E) от 0° до 360°

Вместо α применяемое звездное дополнение $\tau = 360° - \alpha$.

Звездное дополнение τ - дуга экватора от точки Овна до меридиана светила считаемая в сторону t_W (в сторону W) применяется только для звезд.



Эклиптические координаты.

Основное направление - ось эклиптики. Основные круги - эклиптика (плоскость орбиты Земли), круг широт точки Овна.
Эклиптическая широта β - дуга круга широт от эклиптики до светила от 0° до 90° к N - знак „+" к S - знак „-"
Эклиптическая долгота λ - дуга эклиптики от точки Овна до круга широт светила, от 0° до 360° в сторону счета α (к E)

Параллактический треугольник светила и его решение.

Параллактический Δ - сферический Δ PzC имеющий вершины при повышенном полюсе, зените и месте светила и связывающий между собой основные системы сферических координат.

Сторонами Δ являются - сторона Pz - дуга меридиана наблюдателя равная $90° - \varphi$; сторона PC - дуга меридиана светила равная $90° - \delta$; сторона zC - - дуга вертикала светила равная $90° - h$; угол при зените, равный A светила; угол при повышенном полюсе, равный t светила; угол при светиле q - параллактический угол

Решение Δ по основным формулам.

Общий порядок решения параллактического Δ следующий:

- сделать чертеж Δ, нанести данные и искомые величины
- подобрать формулы для получения искомых величин, как правило, через данные приведенных к ~~краткому~~ простейшему виду.
- исследовать формулы на знаки функций при данных значениях аргументов
- составить простейшие схемы вычислений
- произвести контроль вычислений.

Исследование формул на знаки:

Правила исследования формул на знаки:

1. Широта всегда меньше 90° и считается положительной независимо от наименования (N или S) поэтому все её функции имеют знак (+)

2. Склонение всегда меньше 90°, но может иметь знак „+" если оно одноименно с φ и знак „−", если разноименно с φ. Если δ одноименно с φ, все функции δ имеют знак „+"; если δ разноименно с φ, то $\cos\delta$ и $\sec\delta$ имеют знак „+", а остальные „−".

3. Высота всегда меньше 90°, но может иметь знак „+" или „−". Если знак высоты „+", то все её функции положительны, если ~~же~~ же знак „−", то $\cos h$ и $\sec h$ имеют знак „+"; остальные функции „−".

4. Часовой угол вводится в Δ всегда меньше 180°. Если $t < 90°$, т.е. в I четверти, то все его функции имеют знак „+". Если же $t > 90°$, т.е. II четверти, то $\sin t$ и $\operatorname{cosec} t$ имеют знак „+", а остальные „−".

5. Азимут в Δ всегда в полукруговом счёте, т.е. A может быть в I или II четвертях. Поэтому независимо от его наименования если $A < 90°$ все его функции имеют знак „+", если же $A > 90°$, то $\sin A$ и $\operatorname{cosec} A$ имеют знак „+" остальные функции — „−"

Формулы для решения Δ.

I.
$$\left.\begin{aligned} \sin h &= \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t \\ \sin A &= \sin t \cos\delta \sec h \end{aligned}\right\}$$

φ =	sin		cos	−	Наименование A
δ =	sin		cos	cos	в формуле sin A определяется в четвертном
t =	−		cos	sin	счёте по специальным
	I		II	sec h	правилам, приведён-
	AΓ		B	sin A	ным в МТ-75 на стр 17.
Контроль	I+AΓ	= II	sin h	A =	

II $\sin h = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t$
$\operatorname{ctg} A = \operatorname{tg}\delta \cos\varphi \operatorname{cosec} t - \sin\varphi \operatorname{ctg} t$

$\varphi =$ $\delta =$ $t =$	sin sin —		cos cos cos		cos tg csc		sin — ctg	
	$-\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{II}}$		$\overline{\mathrm{II}}$ $\tilde{\beta}$		$-\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{II}}$		II α	
	AΓ		sin		AΓ		ctg	

$$\begin{cases} \sin^2 \frac{z}{2} = \sin \frac{\varphi-\delta}{2} + \cos\varphi \cos\delta \sin^2 \frac{t}{2} \\ \sin A = \sin t \cos\delta \operatorname{cosec} z \end{cases}$$

если φ и δ одноименны, $\varphi-\delta$ причем из большего вычитается меньшее; если φ и δ разноименны · $\varphi+\delta$

$t =$ $\pm\ \varphi =$ $\delta =$			$\sin^2$ cos cos		sin — cos	
$\delta-\varphi(\varphi-\delta) =$	$1 = \sin^2$ AΓ		II α		csc z	
Контроль	$1 + A\Gamma = \mathrm{II}$		$\sin^2$		sin A	

Решение треугольников

Решаются с помощью логарифмов по таблицам МТ-75 3а и 3б

Вычисления производят в следующем порядке:

1. Определяют знаки I и II членов правой части, исследуя рабочую формулу на знаки.

2. Вычисляют логарифмы этих членов lg I и lg II и определяют больший из них.

3. Образуют аргумент Гаусса (АГ) как разность между большим и меньшим логарифмом

4. С помощью АГ из таблиц Гаусса выбирают логарифм для суммы α или разности β если знаки членов правой части I и II одинаковы „+" или „–" то сумма α.

5. Величины α или β складывают с большим логарифмом получая как сумму логарифм двучлена

6. Знак искомой левой части всегда одинаков со знаком большего члена правой части.

Пример: Дано: $b = 50^\circ 17{,}'0$; $c = 38^\circ 27{,}'0$; $A = 47^\circ 20{,}'0$.

Вычислить a по формуле -

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A.$$

Решение 1. Определяем знаки I и II членов, исследуя формулу на знаки:

$$\overset{+}{\cos} a = \overset{+}{\cos} b \overset{+}{\cos} c + \overset{+}{\sin} b \overset{+}{\sin} c \overset{+}{\cos} A \ldots +I + II$$

2. Вычисляем логарифмы I и II членов по схеме

и определяем, что первый из логарифмов - больший.

c	38°27'10	cos	9.89385	sin	9.79367
b	50°17'10	cos	9.80550	sin	9.88605
A	47°20'10			cos	9.83106
		+I	9,69935	+II	9.51078

3. Образуем аргумент Гаусса АГ как разность между большим и меньшим логарифмами, определенными в п. 2, т.е.

$$AГ = lg\,I - lg\,II = 0.18857$$

4. Так как знаки членов I и II одинаковы, то с помощью АГ = 0,18857 из таблицы 3а выбираем логарифм для суммы L = 0.21690. Порядок интерполяции и выборки из таблицы следующий.

В первом столбце таблицы 3а, озаглавленном ($lg\,a - lg\,b$) или ($lg\,I - lg\,II$) = АГ, находим строку, соответствующую двум его первым цифрам — 0.18. Далее на этой строке выбираем колонку, озаглавленную следующей, четвертой цифрой АГ - 8. В этой колонке цифра 0,21712 соответствует АГ = 0.18800. Следующее табличное значение L = 0,21673 соответствует АГ = 0,18900. Произведя необходимое интерполирование для АГ = 0,18857, получим соответствующее значение L = 0,21690.

5. Получаем искомый логарифм двучлена:

$$lg\,\cos a = lg\,I + L = 9.91625$$

6. Знак большего члена I положительный. ~~Следовательно, знак искомой левой части имеет отрицательный знак~~. Следовательно $\cos a > 0$ и $a < 90°$, т.е. $a = 84°27'10$

III система формул — „формулы тангенсов"

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg}\delta \sec t$$
$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} t \sec y}{\sec x}$$
$$\operatorname{tg} h = \frac{\operatorname{tg} y}{\sec A}$$
$$y = 90^\circ + (x \sim \varphi)$$

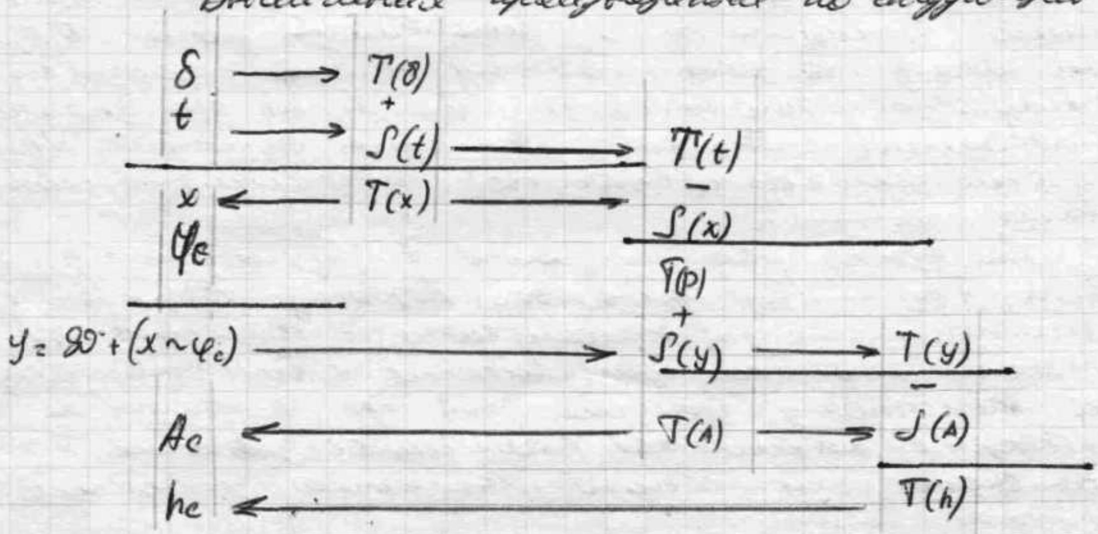
x — расстояние от экватора до основания $\perp$ на меридиан наблюдателя из места светила

→ алгебраическая формула для расчетов.

Чтобы решать задачи по этим формулам надо знать величину и знак x и y. Дуга x всегда одноименна с δ (N или S). Если $t > 90^\circ$ то $x > 90^\circ$. В формуле для $y = 90^\circ + (x \sim \varphi)$ знак „тильда" ($\sim$) означает, что при x одноименном с φ из большего вычитается меньшее; при x и φ разноименных они складываются.

Расчет A и h по ТВА-57

Вычисления производятся по следующей схеме:



В схему вписываются значения склонения светила δ, местного часового угла светила t и счислимой широты φ_c

По аргументам δ и t из таблицы выбираются значения функций $T(\delta)$; $S(t)$ и $T(t)$

Значения функций $T(\delta)$ и $S(t)$ складываются и по полученной величине $T(x)$ выбирают значение x и $S(x)$.

Рассчитывается величина $y = 90° + (x \sim \varphi)$ и по ее значению выбирают из таблицы $S(y)$ и $T(y)$

По разности $T(t) - S(x)$ определяется величина $T(p)$, к которой прибавляется значение функции $S(y)$; в результате получается функция $T(A)$

По функции $T(A)$ из таблицы выбираются значения азимута A_c и функции $S(A)$

Примечание. При азимутах, меньше 75°, разность табличных значений $S(A)$ соответствующих изменению азимута на 1' составляет менее 10 единиц последнего знака. Поэтому по $T(A)$ определяется азимут с точностью до 0,1' и по его значению из таблицы выбирается величина функции $S(A)$ путем соответствующего интерполирования последнего.

При азимутах, больших 75° изменение функций $T(A)$ и $S(A)$ одинаково. Поэтому точное значение азимута не определяется, а величина $S(A)$ находится путем прибавления к ближайшему ее табличному значению той же разности, на которую отличается вычисленное значение $T(A)$ от своего ближайшего табличного значения

По разности $T(y) - S(A)$ определяется функция $T(h)$ и по её значению из таблицы выбирается

Счисленная высота h_c

При вычислении необходимо руководствоваться следующими правилами:

а) величина x всегда одного наименования с δ, причем если $t > 90°$ то и $x > 90°$

б) знак $\sim$ при вычислении y означает вычитание из большей величины меньшей при одноименных x и φ_c и сложение при разноименных x и φ_c

в) при четвертном счете азимута первая буква его наименования одноименна с φ_c только при $x > \varphi_c$ и одноименных. Во всех остальных случаях первая буква наименования азимута разноименна с φ_c. Вторая буква наименования азимута всегда одного наименования с t.

Пример 1. Вычислить h_c и A_c по данным $\varphi_c = 21°17,0'N$ $\delta = 38°42,7'N$ и $t = 22°20,5'E$.

$\delta = 38°42,7'N$ T_δ 68803

+

$t = 22°20,5'E$ $S_{(t)}$ 678 $T_{(t)}$ 63001

$x = 40°54,6'N$ $T_{(x)}$ 68481 $S_{(x)}$ 2432

$\varphi_c = 21°17,0N$ $T_{(p)}$ 60569

+

$y = 90° + (x \sim \varphi_c) = 109°37,6'$ $S_{(y)}$ 9476 $T_{(y)} = 73681$

$T_{(A)}$ 70045 $S_A = 2684$

$A_c = 42°45,5 = 42°,8\ NE$ $T_{(h)} = 76997$

$h_c = 64°05,6$

При $t = 90°$ задача решается по следующей схеме:

$p = 90° - \delta \longrightarrow T(p)$

$+$

$y = \varphi_c \longrightarrow S(y) \longrightarrow T(y)$

$-$

$A_c = \longleftarrow T(A) \longrightarrow S(A)$

$h_c = \longleftarrow T(h)$

Пример 2. $\varphi_c = 60°0{,}0' N$ $\delta = 30°0{,}0' N$ $t = 90° W$
x в этом случае равен $90°$

$\delta = 30°0.0' N$
$t = 90° W$
$x = 90° N$
$p = 90° - \delta = 60°0.0$ $T(p)$ 75496
$+$ ...21
$y = \varphi_c = 60°0.0 N$ $S(y)$ 6.6027 T_y 75496
$-$
$A_c = 78°53{,}9 = 78{,}9 NW$ $T(A)$ 81517 S_A 11140
$h_c = 25° 33.14$ $T(h)$ 64356

Если при решении задачи x окажется равным φ_c, это значит, что $A_c = 90°$ в четвертном счёте. В этом случае задача решается по следующей схеме:

$\delta = \longrightarrow T\delta$

$+$

$t = \longrightarrow S_t \longrightarrow T_t$

$-$

$x = \varphi_c \longrightarrow T_x \longrightarrow S_x$

$h_c = 90° - p = \longleftarrow T(p)$

$A_c = 90°$

б) по значению Δt находим соответствующий разворот заданного диапазона

в) в столбце, ближайшем заданному значению φ_c, находится A_c или $b_c = -\frac{\Delta A_t}{2}$

г) на пересечении строки, соответствующей найденному A, и столбца, соответствующего значению Δt, находится поправка h за t; поправка Δh_t в необходимом случае интерполируется по A; если Δt не целое число, то в этой же строке в таблице справа — поправка за десятые доли минуты.

Знак поправки Δh_t противоположен знаку разности Δt

Таблица 3. Дополнительная поправка

Таблицей 3 следует пользоваться только в случае, когда требуется получить оптимальную высоту с максимальной точностью. Если в h_c достаточна точность $\pm 0{,}3$ пользоваться необязательно.

$\Delta h_д$ выбирается следующим образом:

а) по знаку $\Delta A_б$ определяется вход в таблицу:
- если поправка $\Delta A_б$ положительна, то вход сверху и слева по A и $\Delta\varphi$
- если поправка $\Delta A_б$ отрицательная, то вход снизу и справа по A и $\Delta\varphi$

б) по A, ближайшему к выбранному из ОТ, опред. столб.

в) в столбце по $A_т$ находится заданное или ближайшее к заданному $\Delta\varphi$, опред. строку.

Знак поправки $\Delta h_д$ дается непосредственно в таблице.

Расчет высоты и азимута.

Арг.	Задан	Табл.	Задан.-Табл.	h	ОТ	A	ОТ
φ				Δh_φ	Т1	ΔA_φ	Т1
δ				Δh_δ	Т1	ΔA_δ	ОТ; Т1
t				Δh_t	Т2	ΔA_t	ОТ
q	ОТ			Δh_q	Т3	$\Sigma\Delta A$	
				$\Sigma\Delta h$		A_c	
				h_c		$A_c - \frac{\Delta A_t}{2}$	

φ и δ $\frac{\text{одно}}{\text{разно}}$ именные

ОТ - основные таблицы

Т1; Т2; Т3 - таблицы №№ 1; 2; 3

Порядок расчета высоты и азимута.

1) записывают в схему вычислений заданные значения φ_c; δ и $t_м$ и отмечают одноименные или разноименные φ и δ
2) записывают ближайшие к заданным табличные значения φ; δ; t
3) из заданных значений вычитают табличные и выписывают их разности $\Delta\varphi$; $\Delta\delta$ и Δt с указанием знаков.
4) из основных таблиц выписывают табличные значения h, A, q; непосредственным интерполированием находят поправку ΔA_t и записывают ее со своим знаком; по изменению азимута за склонение в основных таблицах определяют и записывают знак поправки ΔA_δ
5) из табл. 1 выбирают поправки высоты и азимута за широту Δh_φ; ΔA_φ и склонение Δh_δ, ΔA_δ и записывают их со своими знаками
6) сложением поправок азимута с табличным азимутом A находят счислимый азимут

Пример 3 $\varphi_c = 60°0{,}0\ N$ $\delta_c = 52°53{,}6\ N$ $t = 40°15{,}0\ W$

$\delta = 52°53.6\ N$ $T(\delta)\ 73149$

$t = 40°15.0\ W$ $+$

$S t\ \ 2347$ $T_t\ 69278$

$\varphi_c = X_c = 60°\ N$ $T(x)\ 75496$ $S(x)\ 6021$

$T(p)\ 63257$

$p = 22°56.4$

$h_c = 90° - p = 67°03{,}6'$

Решение задач с помощью таблиц ВАС-58

Основные таблицы

Величинами выбираемыми из таблиц являются: высота h, азимут A и вспомогательный угол q

Выборка производится следующим образом:

а) по φ определяется секция таблицы.
б) по склонению δ находится соответствующий разворот данной секции, а по наименованию широты и склонения (одноименно или разноименны) и величине t — страница разворота.
в) на пересечении столбца, соотв δ, и строки соотв. t, находят величины h, A и q

Вспомогательный угол представляет собой параллактический угол светила при одноименных φ и δ и дополнение параллактического угла до 180° при разноименных φ и δ. Угол q используется при выборке поправок высоты и азимута за склонение.

Азимут в таблицах полукругового счета

Таблицы поправок

Таблица 1. Поправки h и A за φ и δ

Величинами выбираемыми из таблицы являются поправка h за φ – Δh_φ и поправка A за φ – A_φ, поправка h за δ – Δh_δ и поправка A за δ – A_δ

Выборка поправок:

а) по высоте h, из основной таблицы, определяется диапазон таблицы

б) по значению Δφ находят соответствующий разворот данного диапазона.

в) по знаку Δφ определяют вход в таблицу.
- если Δφ „+", то вход сверху A слева
- если Δφ „–" то вход снизу A справа

г) если Δφ не целое число, то в этой же строке в таблице справа, находится поправка за десятые доли минуты и прибавляется к Δh_φ

д) в том же диапазоне по Δδ находится соответствующий разворота.

е) по знаку Δδ определяется вход в таблицу.
- если Δδ „+" то вход сверху по Δδ и слева φ
- если Δδ „–" то вход снизу по Δδ и справа φ

ж) десятые доли как и по Δφ.

Определение знаков поправок:
- знак поправки высоты за φ или δ дается сверху и снизу каждой колонки или непосредственно перед поправкой
- знак поправки A за φ одинаков с Δφ
- знак поправки A за δ определяется из основной таблицы.

Таблица 2. Поправка h за t

Из таблицы выбирается поправка h за t Δh_t следующим образом:

а) по φ_c определяется диапазон таблицы

Ac и определяют его наименование; первая буква наименования азимута всегда одноименна с широтой, вторая - с местным часовым углом в полукруговом счете.

7) из табл. 2 выбирают поправку высоты за часовой угол Δh_t и записывают ее со своим знаком.

8) из таблицы 3 если необходимо, выбирают дополнительную поправку высоты $\Delta h_д$ и записывают ее со своим знаком.

9) сложением поправок высоты с табличной высотой h находят счислимую высоту h_c

Пример: $\varphi_c = 24°37{,}0\ N$ $\delta = 8°45{,}1\ N$ $t_м = 26°59{,}7\ E$

				h	59°44,0	A	117
φ_N	24°37,0	25°	−23,0	Δh_φ	+10,4	ΔA_φ	−0,5
δ_N	8°45,1	9°	−14,9	Δh_δ	−8,6	ΔA_δ	+0,3
t_s	26°59,7	27	−0,3	Δh_t	+0,2	ΔA_t	+0,0
q	55			Δh_q	+0,1	ΣA_c	−0,2
				Σh	−19,4	A	117
				h_c	59°24,6	A_c	$-\frac{\Delta A_t}{2}$

Расчёт часовых углов светил

Получение местного часового угла и склонения звезды в заданный момент Тгр

1. Определение Тгр. Гринвичское время рассчитывается по формуле

Дата Тгр: $T_м - N\,E/W = T_{гр}$ $U_{хр} + \Delta U_{хр} = T_{гр}$

2. Определение Тгр и δ звезд.

1. Из ежедневной таблицы по гринвич. дате и Тгр выбираем гринвич. t точки Овня $t_{гр}^{\vee}$ на табличный момент всемирного времени, ближайший меньший к расчетному Тгр
2. Из основных интерполяционных таблиц соответствующих минуте всемирного времени Тгр в столбце „Точка Овна" находим поправку изменение $\Delta t_{гр}^{\vee}$ за минуты и секунды Тгр
3. Складываем величины $t_{гр}^{\vee}$ и $\Delta t_{гр}^{\vee}$ результат представляет значение гринвичского часового угла точки Овна $t_{гр}^{\vee}$ для заданного момента Тгр
4. Полученный гринвичский часовой угол точки Овна $t_{гр}^{\vee}$ переводим в местный часовой угол $t_м^{\vee}$ используя λ
5. Интерполируем на гринвичскую дату величины звездного дополнения τ* и склонения δ данной звезды по их значениям, приведенным в таблице „Звезды"
6. Складываем величину $t_м^{\vee}$ точки Овна и величину τ* данной звезды. В результате получим значение местного часового угла данной звезды $t_м^*$ в заданный момент Тгр. Если часовой угол $t_м^*$ получается более 180°, его в случае необходимости можно перевести в восточный, взяв дополнение до 360°

Пример. 20.03.90 года $T_{гр} = 03^ч 15^м 40^с$

$\lambda = 36°17{,}5\ E$ Арктур

20.03 в $T_{гр} = 3^ч$ $t_{гр} = 222°23{,}4$

$\Delta T_{гр} = 15^м 40^с$ $\Delta t = 3°55{,}6$

$t_{гр} = 226°19{,}0\ W$

$\lambda = +36°17{,}5\ E$

$t_м = 262°36{,}5'$

$\delta = 19°13{,}7\ N$ $+\tau = 146°11{,}3'$

$t^* = 408°47{,}8'\ W$

$-\ 360$

$t^*_{р} = 48°47{,}8'\ W$

Получение местного часового угла и склонения Солнца или планеты в заданный момент $T_{гр}$

1. Из ежедневных таблиц по гринвичской дате и $T_{гр}$ выбираем гринвичский часовой угол $t_{гр}$ и склонение δ данного светила на таб-лом. всемирного времени. Одновременно выбираем значения квазиразности $\bar{\Delta}$ и разности Δ (величину и знак) на данный трехсуточный интервал
2. Из основных интерполяционных таблиц соответствующих минуте всемирного времени $T_{гр}$ в столбце "Солнце и планеты" находим основное изменение $\Delta_1 t_{гр}$ за минуты и секунды $\Delta T_{гр}$
3. Из той же интерполяционной таблицы из столб. „Попр", расположенных справа, по аргументу квазиразности $\bar{\Delta}$ находим дополнительное изменение $\Delta_2 t_{гр}$ к часовому углу, которое всегда положительно, а по аргументу разности Δ - поправку $\Delta\delta$. Знак $\Delta\delta$ соответствует знаку Δ
4. Складываем величины $t_{гр}$; $\Delta_1 t_{гр}$ и $\Delta_2 t_{гр}$ и соответственно $\delta + \Delta\delta$ получаем $t_{гр}$ и δ на заданное $T_{гр}$.

Если в результате сложения δ и $\Delta\delta$ получится отрицательное значение склонения, необходимо оставить его без знака и изменить наименование ($N \rightleftarrows S$)

5. Полученный $t_{гр}$ переводим с помощью λ в $t_м$.

Пример: 15 мая 1990 г $T_{гр} = 16^ч30^м40^с$
$\lambda = 135°15,9\ W$

15.05.90 $T_{гр} = 16^ч$

$\delta = 18°54,7$ $\Delta +1.0$
$\Delta\delta = 0,3$ $\bar{\Delta} +0.6$
$\delta = 18°55,0$

$t_{гр} = 60°55,5'$
$\Delta t_1 = 7°39,5'$
$\Delta t_2 = 0,5$
$t_{гр} = 68°35,5$
$-\ \lambda = 135°15,9\ w$
$t_м = 66°40,4\ w$

Получение $t_м$ и δ Луны в заданный момент $T_{гр}$

1. Из ежедневных таблиц по дате и $T_{гр}$ выбираем $t_{гр}$ и δ Луны на ближайший момент $T_{гр}$. Одновременно выбираем значения квазиразности $\bar{\Delta}$ и разности Δ (величину и знак)

2. Далее расчет соответствует расчету $t_м$ и δ Солнца.

Пример: 10 июля 1990 г $T_{гр} = 20.16.17$
$\lambda = 10°15.6\ W$

10.07.90 $T_{гр} = 20.00$

$\bar{\Delta} = 13.0$ $\Delta = -12.9$

$\delta = 13°29,2\ S$
$\Delta\ \ -3.6$
$\delta = 13°25,6\ S$

$t_{гр} = 265°54.6$
$\Delta t_1 = 3°53.1$
$\Delta t_2 = 3,6$
$t_{гр} = 269°51,3$
$-\lambda = 10°15,6\ w$
$t_м =$

Получение моментов кульминаций Солнца, Луны или планеты на заданном меридиане в заданную дату.

Для получения Тм в.к. Солнца или Луны на заданной λ необходимо произвести интерполирование за долготу места. Рассчитывается сут. изм. между двумя последов. моментами одноименных кульминаций. Причем для λE интерполирование к предшествующему Тв.к., а для λW к последующему Тв.к.

Для планет рассчитывается изменение момента кульминации за 3 дня, а затем за один день. Полученное сут. изм. используется для расчета поправки за λ, а в случае несовпадения заданной даты со средней датой трехсуточного интервала также и для расчета моментов кульминации на Тгр кульм. Расчет поправки за долготу в 1. и 2.

Примечание: 1. Поправками за λ для Солнца и планет можно пренебречь. Для Луны расчет обязателен

2. Если в ежегоднике не приходится на заданную: определяется суточное изменение как разность Тм двух моментов по обе стороны черты. Затем в случае λE выбирается Тм на последующую дату и производится интерполирование к последующей дате. В случае λW на оборот

Пример: 20.01.90. λ = 16°17′ E $N_E = 2E$ T_{k_m} ☉

Тгн Марса	Марс	Солнце	Луна	
λ = 1ч05м	9ч33м	12.11	+48′ 19.10	6.46 +48
	0	0	2	2
	9°33	12.11	19.12	6.48
	−1.05	−1.05	−1.05	−1.05
	8.28	11.06	18.07	7.43
	2	2	2	2
	10.28	13.06	20.07	9.43

Получение азимута Полярной в заданном месте на заданный момент

1. Из ежедневных таблиц по гринвич. дате и Тгр выбираем $t_{гр}^{\gamma}$ точки Овна на табличный момент от всемирного времени
2. Из основных интерполяционных таблиц выбираем $\Delta t_{гр}^{\gamma}$ за мин. и сек.
3. Находим $t_{гр}^{\gamma}$
4. Полученный $t_{гр}^{\gamma}$ переводим в $t_м^{\gamma}$ с помощью λ
5. Из таблицы „Азимут Полярной" выбираем указанную величину с точностью до 1' по $t_м^{\gamma}$ и φ.

Пример: 10. 06. 90 Тгр = 23. 14. 26 $\varphi_c = 43°15{,}8\ N$
$\lambda = 16°36.9\ E$ A ?

Тгр = 23.14.26

A = 0°37' NE

$t_{гр} = 244°02.1$
$\Delta t_{гр} = 3.37.1$
$t_{гр} = 247°39.2'$
$+\lambda = 16°36.9$
$t_м = 264°16.1$

Определение широты места по высоте Полярной.

1. Рассчитываем $t_м$ точки Овна на Тгр и дату наблюдения
2. Из таблицы „Широта по h Полярной" выбираем поправки к h Полярной
3. Широта рассчитывается по формуле:
$$\varphi = h + I_{поп} + II_{поп} + III_{поп}$$

Пример: 30. 09. 90. $h_c = 38°18.7$ $\varphi_c = 38°15.8'$ $\lambda = 18°30.2'E$
φ - ? Тгр = 21. 45. 18

Тм = 21ч 45м 10с

$t_{гр} = 142°59.1$
$\Delta t = 4°19.4$
$t_{\gamma} = 154°18.5$

$t_{\varphi} = 154°18.5$
$\lambda = 18°30.2$
$t_{м} = 172°48.7$

$\varphi = 38°18.7$
$+ 35.0$
$+ 0.1$
$- 0.6$
$\varphi = 38°53.2'$

Формулы исправления высот светил.

Исправление высот Солнца.

ОС = — " —
$i+S$ = формуляр (S) и поправка индекса
d ↑ таблица 11-а
$h_{в\odot}$ = — " —
$\Delta h_{\odot}$ = Таб D
Δh_T = Табл 14-а
Δh_B = Табл 14-б

h_o =

Исправление высот планет и звезд.

звезды

ОС = — " —
$i+S$ = — " —
d – таблица 11-а

$h_{в*}$ = — " —
Δh_p = Таблица 9-а
Δh_T = Таблица 14-а
Δh_B = Таблица 14 б

h_* = — " —

планеты.

ОС = — " —
$i+S$ = — " —
d – таблица 11-а

$h_{в*}$ = — " —
Δh_p = Таблица 9-а
Δh_p = Таблица 9-б
Δh_T = Таблица 14-а
Δh_B = Таблица 14 б

$h_{\odot}$ = — " —

Исправление высот Луны

$ос$ = — « —
$i+s$ = — « —
d = - Таблица 11-а

$h_{в☾}$ = — « —
$\Delta h_☾$ = Таблица 10
Δh_t = Таблица 14а
Δh_B = Таблица 14б

$h_☾$ = — « —

Таблица 8 – Общие поправки высот нижнего и верхнего края Солнца

Таблица 9а – Поправка h звезд и планет за рефракцию

Таблица 9б – Поправка h планеты за параллакс

Таблица 10 – Общие поправки высот Луны

Таблица 11а – Наклонение видимого горизонта

Таблица 14а – Поправка h светила за t воздуха

Таблица 14б – Поправка h светила за давление воздуха