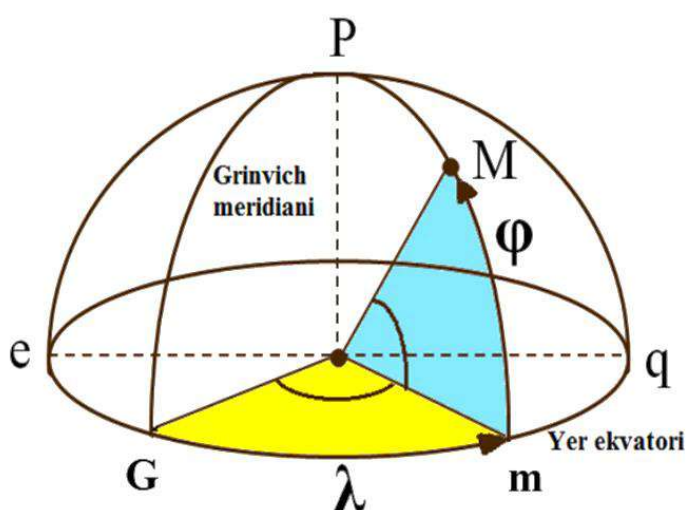


3-§. TURLI GEOGRAFIK KENGLAMALARDA OSMON SFERASINING KO'RINMA AYLANISHI

Tayanch ibora (kalit so'z)lar: geografik koordinatalar sistemasi, gorizontal koordinatalar sistemasi, Yulduz turkumlari, yulduzlar xaritasi, koordinata, ekvatorial sistemalar, yoritkich burchak uzoqligi, yoritkichning og'ishi, to'g'ri chiqish, teng kunlik, gradus, minut, sekund, vaqt, atlas, globus, yoritkich, geografik kenglik, osmon sferasi, olam qutbi, osmon ekvatori, gorizont, zenit, ko'rinadigan yulduzlar, ko'rinmaydigan yulduzlar, Yer ekvatori, kuzatuvchi, olam o'qi.

Geografik koordinatalar sistemasi. Osmon sferasining koordinatalarini o'rganishda, geografiya kursidan bizga tanish bo'lgan, Yer sirtida aholi punktlarining koordinatalari uchun hisob boshi qilib Angliyaning Grinvich shahridan o'tgan Yer meridianining ekvator bilan kesishgan nuqtasi olinganini eslaylik. Unda Toshkent shahrining koordinatalari geografik λ -uzunlama va φ - kenglamasini belgilash barchamizga ma'lum bo'lgan geografik koordinatalarni esga tushiramiz.



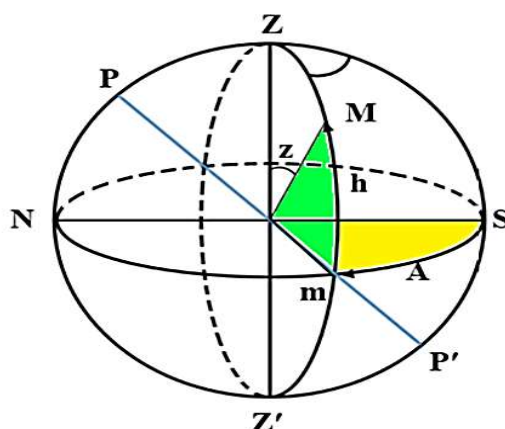
\widetilde{mM} - φ - geografik
kenglama
 $-90^0 \leq \varphi \leq +90^0$
 \widetilde{Gm} - λ - geografik
uzunlama
 $0^0 \leq \lambda \leq 360^0$

Geografik koordinatalar sistemasi

Gorizontal koordinatalar sistemasi. Gorizontal koordinatalar sistemasida yoritkichlarning o'rni ikkita koordinata bilan xarakterlanadi. Bulardan biri

yoritgichning A-azimuti, ikkinchisi h-balandligi deyiladi. Bu sistemada koordinata boshi qilib janub nuqtasi (S) olinadi. Yoritgichning azimuti deb, u orqali o'tkazilgan vertikal yarim aylananing janub meridiani bilan zenitda hosil qilgan sferik burchagiga aytiladi. Ko'pincha, azimut shu burchakka tiralgan va matematik gorizont bo'ylab yo'nalgan yoy bilan ya'ni janub nuqtasidan (S) eslatilgan vertikal aylananing matematik gorizont bilan kesishgan nuqtasi (K) gacha bo'lgan yoy uzunligi bilan o'lchanadi. Yoritgichning balandligi esa, yoritgichdan o'tgan vertikal aylananing matematik gorizont bilan kesishgan nuqtasi (K) dan yoritgich (M) gacha bo'lgan yoy uzunligi bilan o'lchanadi. Osmon sferasining markazdagi kuzatuvchi uchun A-azimut matematik gorizont bo'ylab soat strelkasi bo'ylab o'lchansa musbat ishorali; teskari yo'nalishda esa manfiy ishorali bo'ladi. O'lchanish chegarasi 180^0 gacha. Balandlik matematik gorizont ustida musbat ishorali, ostida esa manfiy ishoralidir. Yoritgichning balandligi o'rniga ba'zan uning zenitdagi uzoqligi Z olinadi. $h+Z=90^0$ bo'lganidan, bu kattliklardan biri berilsa, ikkinchisi oson topiladi.

Gorizontal koordinatalar sistemasi kattaliklari A va h (yoki Z) lar yoy gradusi, minuti va sekundlarda o'lchanadi. Bu koordinata sistemasining kamchiligi shundaki, kuzatuvchi Yer sharida o'z o'rnini o'zgartirishi bilan yoritgichning koordinatalari ham o'zgaradi. Bu sistema bilan faqat ma'lum observatoriyalarda yoki kuzatish punktlaridagina ish olib borish mumkin bo'ladi.



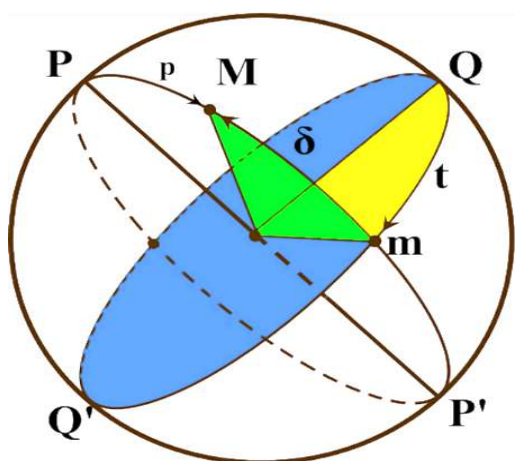
- **Asosiy aylana:** Matematik gorizont
- **Asosiy nuqta:** Janubiy nuqta
- PP'- olam o'qi
- $\widehat{mM} = h$ - balandlik
($-90^0 \leq h \leq +90^0$)
- $\widehat{Sm} = A$ - azimut
($0^0 \leq A \leq 360^0$)
- $\widehat{ZM} = z$ - zenit masofa
($0^0 \leq z \leq 180^0$)
 $z+h=90^0$

Gorizontal koordinatalar sistemasi

Birinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi. Bu sistemada yoritgichlarning o'zni soat burchagi (t) va og'ish burchagi (δ) deyiluvchi

koordinatalarda o'lchanadi. Koordinata boshi qilib, osmon meridianing janubiy qismi (P, Z,Q,P' yoyi) bilan osmon ekvatorining kesishgan nuqtasi olinadi. Osmondagi istalgan yoritgichning soat burchagini topish uchun u orqali yarim og'ish aylanasi o'tkazilib, uning osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasi topiladi. Bu nuqtaning koordinata boshidan uzoqligi yoki yoritgich orqali o'tgan yarim og'ish aylanasi bilan janub meridiani bilan hosil qilgan olam qutbidagi sferik burchagi yoritgichning soat burchagi deyiladi.

Yoritgichning og'ishi esa, yoritgichdan o'tgan yarim og'ish aylanasi bilan osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasidan yoritgichgacha bo'lgan yoy uzunligi bilan o'lchanadi. Yoritgichning soat burchagi, osmon sferasining markazida turgan kuzatuvchi uchun soat burchagi soatlarda (h) minutlarda (m) va sekundlarda (s) soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab yoki boshqacha aytganda, osmon sferasining aylanishi yo'nalishi bo'ylab 360^0 gacha (yoy hisobida) yoki 24 soatgacha (vaqt hisobida) o'lchanadi. Ba'zan bu yo'nalish musbat yo'nalish deb qabul qilinib, to 180^0 gacha (yoy hisobida) yoki 12^h soatgacha λ hisoblanadi; teskari yo'nalish bo'ylab t ning ishorasi manfiy bo'lib, unda -12^h soatgacha o'lchanadi.



- **Asosiy aylana:** Osmon ekvatori
- **Asosiy nuqta:** Osmon ekvatorining janubiy nuqtasi
- PP'- olam o'qi
- $\widetilde{Qm} = t$ - soat burchagi
($0^0 \leq t \leq 360^0$)
- $\widetilde{mM} = \delta$ - og'ish
($-90^0 \leq \delta \leq +90^0$)
- $\widetilde{PM} = p$ - qutb masofa
- $p + \delta = 90^0$

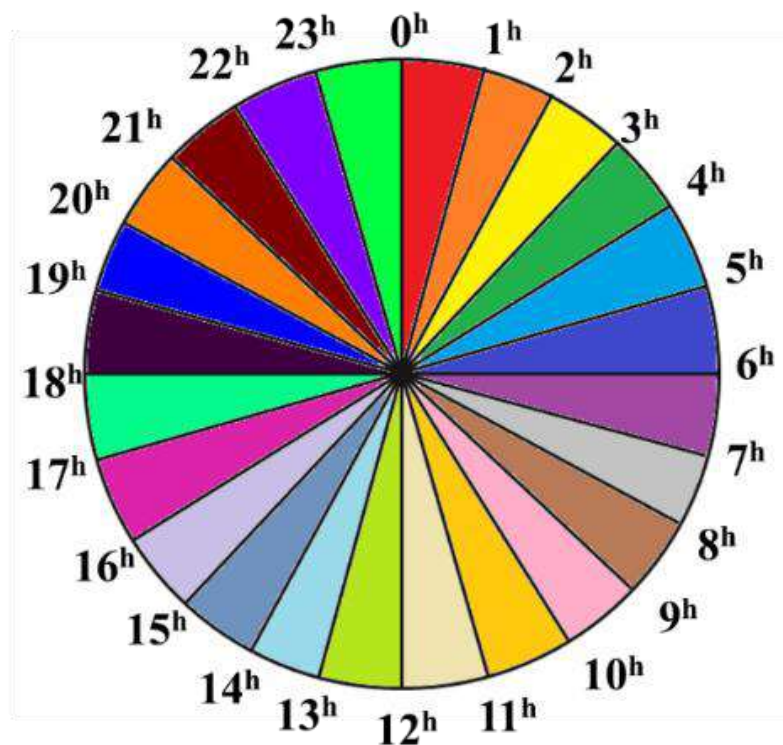
1-Ekvatorial koordinatalar sistemasi

Yoritgichning og'ish burchagi, osmonning shimoliy yarim sharida musbat ishorali, janubiy yarim sharida manfiy ishorali. Og'ish burchagi yoy graduslarda, minutlarda va sekundlarda o'lchanadi. Ba'zan yoritgichning og'ish

burchagi δ o'rniga uning qutbdan uzoqligi ρ ishlatiladi. Yoritgichning qutbdan uzoqligi ρ , og'ish burchagini 90^0 ga to'ldiruvchi burchak bo'lganidan, ya'ni $\delta + \rho = 90^0$ bu burchaklardan birining berilishi kifoya. Biror yarim og'ish aylanasi ustida yotgan barcha yulduzlarning soat burchaklari bir xil bo'ladi.

Graduslardan soatlarga o'tish. Yoritgichlarning soat burchagi ba'zan soatlarda, ba'zan esa graduslarda o'lchanadi. Bu holda graduslardan soatlarga yoki soatlardan graduslarga o'tishga to'g'ri keladi. 360^0 li yoy aylana deyiladi. Bundan kelib chiqib $360^0 = 24^h$. Demak har bir soatlar oralig'i 15^0 teng bo'ladi. Bilamizki, $1^0 = 60'$ (yoy minuti),
 $1' = 60''$ (yoy sekundi)

Quyidagi jadvalda qolgan o'tishlar keltirilgan.



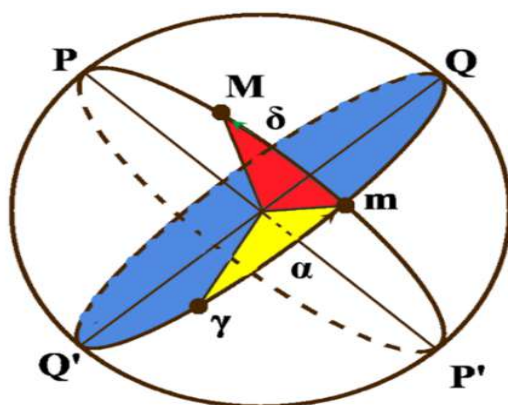
Yoy o'lchamida	360^0	15^0	1^0	$15'$	$1'$	$15''$
Vaqt o'lchamida	24^h	1^h	4^m	1^m	4^s	1^s

Yoy o'lchamidan vaqt o'lchamiga o'tish

Ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi. Bu ekvatorial sistemada koordinata boshi, ekliptika va osmon ekvatorining kesishgan nuqtalaridan biri bahorgi tengkunlik γ nuqtasida bo'lib, yoritgichlarning o'rni ularning to'g'ri chiqishi α va og'ishi δ orqali tavsiflanadi. Yoritgichning to'g'ri chiqishi (α), u orqali o'tgan yarim og'ish aylanasi bilan osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasining bahorgi tengkunlik nuqtasi γ dan uzoqligi bilan o'lchanadi va soat burchagi t soatlarda, minutlarda va sekundlarda o'lchanadi. Yoritgichning to'g'ri chiqishi α, γ nuqtasidan osmon sferasining ko'rinma harakatiga teskari o'lchanadi.

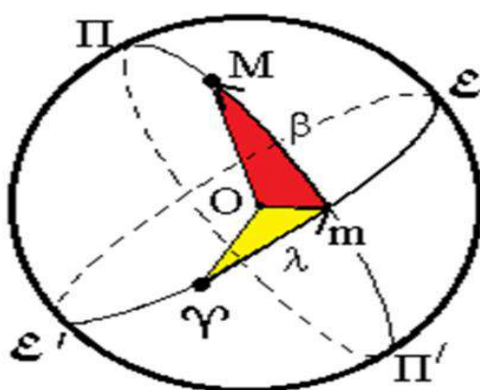
Yoritgichlarning og'ishi δ 1-ekvatorial koordinatalar sistemasida eslatilganidek o'lchanadi. 2-ekvatorial koordinatalar sistema bo'yicha aniqlangan yoritgichlarning koordinatalari, Yer sharining hamma nuqtalarida bir xil bo'ladi. Yoritgichning gorizantal koordinatalari A, h, Z , va I ekvatorial koordinatalar sistemasida t - soat burchagi, yoritgichlarning sutkalik ko'rinma harakati tufayli sutka davomida o'zgaradi. Ekvator bo'ylab joylashgan barcha yoritgichlarning og'ishi $\delta = 0$ bo'lib, yarim og'ish aylanalari bo'ylab joylashgan barcha yoritgichlar bir xil to'g'ri chiqishga ega bo'ladi. Ekliptikaning asosiy nuqtalarining bu sistema bo'yicha koordinatalari quyidagicha bo'ladi: bahorgi teng kunlik γ (0^h ; 0°), kuzgi teng kunlik Ω (12^h ; 0°), yozgi quyosh turishi ε (6^h ; $+23^\circ 26'$) va qishki quyosh turishi ε' (18^h ; $-23^\circ 26'$).

Yoritgichning og'ishi δ birinchi ekvatorial koordinatalar sistemasidagi kabi o'lchanadi. Ekvatorial koordinatalar sistemalaridagi soat burchagi i va to'g'ri chiqish a soatlar (h), minutlar (m) va sekundlar (s) da o'lchanadi. Osmonning boshqa koordinatalari (A -azimut, h —balandlik, z — zenitdan uzoqlik va δ og'ish burchagi) esa yoy graduslari ($^\circ$), minutlari ($'$) va sekundlari ($''$)da o'lchanadi. Bu ikkala kattalikning biridan ikkinchisiga o'tish quyidagicha bajariladi:



- **Asosiy aylana:** Osmon ekvatori
- **Asosiy nuqta:** Bahorgi teng kunlik nuqtasi
- PP'- olam o'qi
- $\widetilde{mM} = \delta$ - og'ish
- $(-90^0 \leq \delta \leq +90^0)$
- $\widetilde{\gamma M} = \alpha$ - to'g'ri chiqish
- $(0^h \leq \alpha \leq 24^h)$ yoki
- $(0^0 \leq \alpha \leq 360^0)$

2-Ekvatorial koordinatalar sistemasi



- **Asosiy aylana:** Ekliptika aylanasi
- **Asosiy nuqta:** Bahorgi teng kunlik nuqtasi
- ΠΠ'- ekliptika o'qi
- $\widetilde{\gamma m} = \lambda$ - ekliptik uzunlama
- $(0^0 \leq \lambda \leq 360^0)$
- $\widetilde{mM} = \beta$ - ekliptik kenglama
- $(-90^0 \leq \beta \leq +90^0)$

Ekliptik koordinatalar sistemasi

Yoritkichlarning turli geografik kengliklardagi sutkalik harakati. Endi biz kuzatuv joyining geografik kengligi o'zgarishi bilan osmon sferasi aylanish o'qining gorizontga nisbatan yo'nalishi o'zgarishi haqidagi ma'lumotga ega bo'ldik. Osmon yoritgichlarining ko'rinma harakatlari Yerning Shimoliy qutbi mintaqalarida, ekvatorlarida va o'rta kengliklarida qanday bo'lishini qarab chiqamiz.

Yerning qutbida olam qutbi zenitda bo'ladi va yulduzlar gorizontga parallel bo'lgan aylanalar bo'ylab harakatlanadi. Bu yerda yulduzlar botmaydi va chiqmaydi, ularning gorizontga nisbatan balandligi ham o'zgarmaydi.

Yer sharining istalgan nuqtasidan kuzatilganda, olam qutbining matematik gorizontdan balandligi h_p shu joyning geografik kenglamasi φ ga teng bo'ladi.

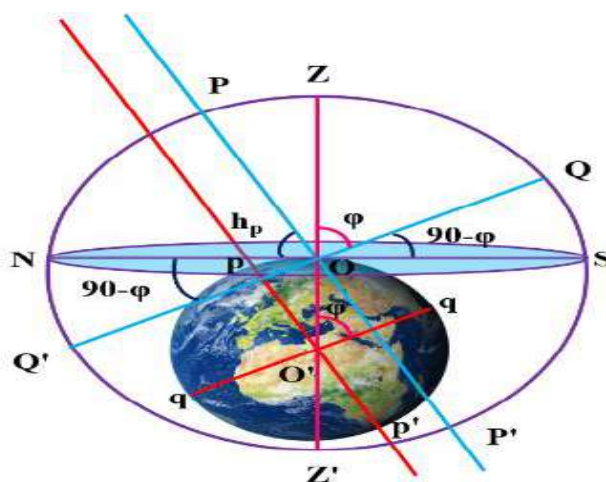
Osmon meridiani bo'ylab zenitdan ekvator tekisligigacha bo'lgan yoy uzunligi ZQ , Yer sharida kuzatuvchi turgan O nuqta geografik kenglamasining yoyi qO bilan bir xil markaziy burchakni (QOZ) tashkil qiladi. Bu burchak tomonlari, olam qutbining balandligini tavsiflovchi NP yoyga tiralgan NOP tekis burchakning mos tomonlari bilan o'zaro perpendikulyar ekanligini tushunish qiyin emas, ya'ni

$$ON \perp OZ \text{ va } OP \perp OQ$$

Binobarin, mos tomonlari o'zaro perpendikulyar bo'lgan burchaklarning tengligidan $\angle NOP = \angle QOZ$ bo'ladi. Ma'lumki bu burchaklar, mos ravishda, h_p va φ larga teng, ya'ni

$$\angle NOP = h_p, \quad \angle QOZ = \varphi$$

Shunga ko'ra, teorema aytganidek $h_p = \varphi$ bo'ladi.



Olam qutbining balandligi va joyning geografik kenglamasi orasidagi bog'lanish

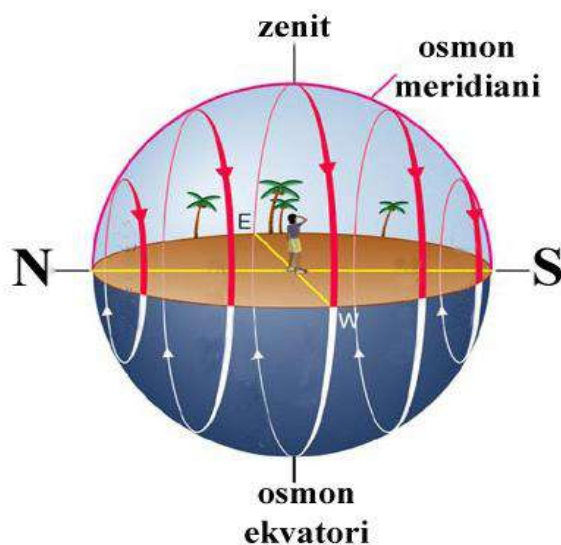
O'rta geografik kengliklarda chiqadigan va botadigan yulduzlar, shuningdek, hech qachon gorizont ostiga tushmaydigan yulduzlar bo'ladi.

Olamning shimoliy qutbidan uzoqroqda joylashgan yulduz turkumlari gorizont ustida uzoq bo'lmaydi. Olamning Janubiy qutbga yaqin joylashgan yulduz turkumlari esa **chiqmaydigan** yulduz turkumlaridir.

Osmon sferasining sutkalik ko'rinma aylanishi, Yerning o'z o'qi atrofida aylanishining natijasi bo'lganidan, turli geografik kenglamalarda, osmon

yoritgichlarining ko‘rinma aylanishi turlicha bo‘lishini tushunish qiyin emas. Tanlab olingan uch xil geografik kenglamada osmon sferasini aylanishini o‘rganish, bu hodisani turli kenglamalarda qanday kechishi haqida yetarlicha to‘la ma’lumot bera oladi.

1-hol. Kuzatuvchi $\varphi=0^\circ$ geografik kenglamada, ya’ni ekvatorida bo‘lsin. U holda Olam qutbining balandligi haqidagi teoremaga muvofiq, olam qutblari matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi, chunki $h_p=\varphi=0$. Olam o‘qi esa tush chizig‘i bo‘ylab yo‘naladi. Osmon ekvatori aylanasi tekisligi, olam o‘qiga tik bo‘lganidan zenit va nadir nuqtalari orqali o‘tadi. Yoritgichlarning sutkalik yo‘llari, ekvatorga parallel bo‘lgan sutkalik parallel aylanalari bo‘ylab kechganidan ular ham matematik gorizontga tik va u bilan teng ikkiga bo‘linadi. Bundan ko‘rinishicha, ekvatorida osmonning shimoliy va janubiy yarim sharidagi barcha yoritgichlarning gorizontni ustida va ostida bo‘lish vaqtlari o‘zaro teng bo‘ladi. Ularning meridiandagi balandliklari $h=90^\circ-|\delta|$ ga teng bo‘ladi. Ekvatordagi kuzatuvchi uchun barcha yoritgichlar chiqadi va botadi. Agar yoritgich ekvator bo‘ylab sutkalik ko‘rinma harakat qilsa, u zenit orqali o‘tadi.

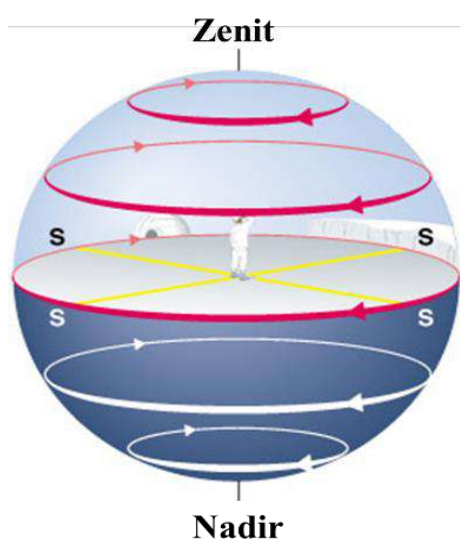


**$\varphi=0^\circ$ geografik kenglamada, ya’ni ekvatorida bo‘lgan kuzatuvchi uchun
osmon sferasining ko‘rinishi**

Bu joyda Quyoshning ma’lum kun uchun sutkalik ko‘rinma harakatini topish uchun, dastlab ekliptikada, berilgan kun uchun Quyoshning o‘rni topiladi. So’ngra topilgan nuqtadan osmon ekvatori tekisligiga parallel tekislikda yotuvchi aylana–

sutkalik parallel aylanasi o'tkaziladi. Quyoshning berilgan kundagi ko'rinma harakati shu aylana bo'ylab kuzatiladi.

2-hol. $\varphi = \pm 90^\circ$, ya'ni kuzatuvchi Yer qutblarida bo'lsin. Agar kuzatuvchi shimoliy qutbda bo'lsa, olam shimoliy qutbining balandligi $h_p = 90^\circ$, ya'ni zenit bilan ustma-ust tushadi, u holda olam o'qi vertikal o'q bilan, olam ekvatori esa matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi. Bunda osmonning shimoliy yarim sharidagi barcha yulduzlar matematik gorizontga parallel aylanadi va botmaydi. Ularning aylanishi balandliklari yil davomida o'zgarmas bo'lib, shu yoritgichlarning og'ish burchaklariga teng bo'ladi, yani $h = \delta$.

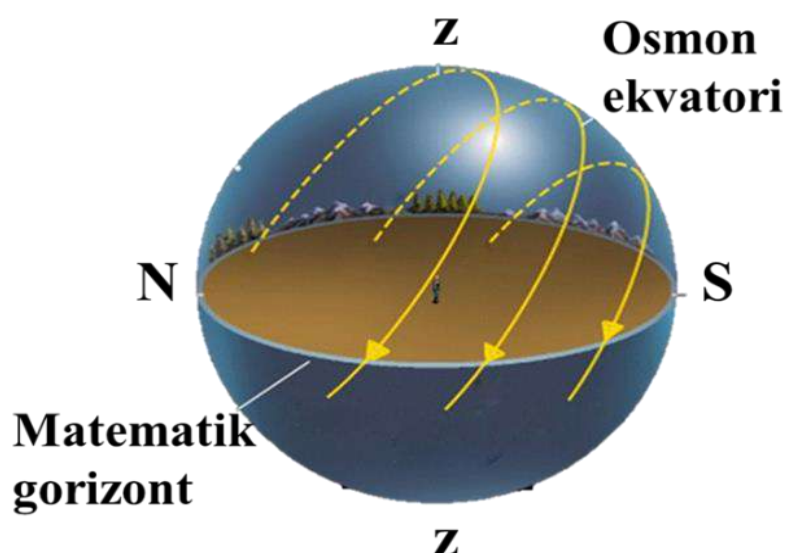


$\varphi = \pm 90^\circ$ geografik kenglamada, ya'ni qutbda bo'lgan kuzatuvchi uchun osmon sferasining ko'rinishi

Osmonning janubiy yarim sharidagi yoritgichlar esa, aksincha, chiqmaydi va gorizont ostida unga parallel harakatlanadi.

3-hol. $0^\circ < \varphi < 90^\circ$, ya'ni kuzatuvchi ekvatoridan va qutbdan boshqa o'rta geografik kenglamalarga tegishli nuqtalarda bo'lsin. Bu joylarda sutkalik parallel aylanalari matematik gorizont bilan kesishganda teng ikkiga bo'linmaydi (olam ekvatori bundan mustasno). Shimoliy yarim shardagi sutkalik parallel aylanalarning gorizont ustidagi qismi gorizont ostidagi qismidan katta bo'ladi va bu farq yoritgichlarning og'ish burchagiga (δ) bog'liq bo'lib, u qancha katta bo'lsa shuncha ko'p bo'ladi. Janubiy yarim shardagi yoritgichlarning sutkalik aylanalari

uchun esa, aksincha gorizont ostidagi qismlari, ustidagisidan ko‘p, ya’ni yoritgichlar gorizont ostida ustidagiga qaraganda ko‘proq vaqt bo‘ladilar. Shuningdek, osmonning shimoliy va janubiy yarim sharlarida matematik gorizont bilan kesishmaydigan sutkalik parallellar ham mavjud bo‘lib, ular bo‘yicha harakatlanadigan yoritgichlar botmaydigan yoki chiqmaydigan yoritgichlar bo‘ladi. Ular osmonning qutbga yaqin kichik maydonini egallashlari joyning geografik kengligiga bog‘liqdir. Rasmdan qarab, chiqmaydigan va botmaydigan yoritgichlarning og‘ishi uchun quyidagi munosabatni aniqlash mumkin: botmaydigan yoritgichlar uchun $\delta \geq 90^\circ - \varphi$, chiqmaydigan yoritgichlar uchun esa $\delta < 90^\circ - \varphi$.



$0^\circ < \varphi < 90^\circ$ geografik kenglamada, ya’ni o‘rta kenglikda bo‘lgan kuzatuvchi uchun osmon sferasining ko‘rinishi