

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA - QURILISH INSTITUTI

SamDAQI ilmiy kengashida
Tasdiqlangan. Bayonnoma № _____
« _____ » _____ 2010 y.

«Geodeziya» kafedrası yig'ilishida
Tasdiqlangan Bayonnoma № _____
« _____ » _____ 2010 y.

GEODEZIK ASTRANOMIYA
MA'RUZALAR MATNI TARIQASIDA TAYYORLANGAN

O'QUV QO'LLANMA

Samarqand – 2010

Ma'ruzalar matnining 1-qismi astronomiyaning geometrik va matematik asosi sferik astronomiyaning masalalariga bag'ishlangandir. Ma'ruzalarda osmon sferasidagi yoritqichlarning sferik koordinata tizimlari haqida, ushbu tizimlarning o'zaro bog'liqligi haqida, yoritqichlarni osmon sferasidagi sutkalik harakati haqida va astronomiyada vaqt o'lchash haqida tushunchalar berilgan.

Ma'ruzalar matnining 2-qismida azimut yo'nalishi va kuzatish joyining vaqti, kengligi, uzoqligini aniqlashlar to'g'risidagi umumiy tushunchalar berilgan. Astronomik aniqlashlarda qo'llaniladigan asboblar to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Ma'ruzalar matni «Geodeziya kartografiya va kadastr» yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan bakalavrlar uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchilar: t.f.d., professor **A.S. SUYUNOV**
Assistent **X.A.ALIMOVA**

Taqrizchilar: Isakov E.Kh. t.f.n., dosent, SamDAQI,
geodeziya kafedrasi dosenti.

Mayinov SH.Q. «Samaerogeodeziya»
korxonasi bosh muhandisi.

1-QISM. SFERIK ASTRANOMIYA

1- MA'RUZA: KIRISH. ASTRONOMIYA FANI VA UNING VAZIFALARI

REJA:

1. Astronomiyaning predmeti va uning vazifalari.
2. Astronomiyaning bo'limlari.
3. Astronomiyaning boshqa fanlar bilan bog'liqligi.
4. Koinotning tuzilishi haqida qisqacha ma'lumot.

1. Astronomiya bu osmon yoritqichlari haqidagi fan bo'lib, fazodagi yoritqichlarning o'zaro joylashishi haqidagi, yoritqichlarni aylanma va boshqa harakatlari haqidagi, bu harakatlarni sabablari haqidagi, osmon yoritqichlarini fizik - kimyoviy tuzilishi va boshqalar haqidagi ma'lumotlarini o'rganadi. Astronomiya bu tabiiy fanlardan biri bo'lib, uni kelib chiqishi insonni tabiat bilan juda yaqin bo'lgan qadimgi vaqtdan boshlanadi. Vaqt taqozosi bilan turli davlatlarda astronomiyani mustaqil ravishda o'rganishlar ko'p bo'lgan. Gresiya, Misr, Hindistonda astronomiya ko'proq rivojlangan. Dastlabki yulduz katalogi qadimgi Grek astronomlari tomonidan tuzilgan. Dastlabki yer o'lchamini, yerdan Oy va Quyoshgacha bo'lgan masofani aniqlashni Grek astronomlari bajarganlar. Qadimgi Xitoyda ham astronomlar katta ishlar bajarganlar, eramizgacha bo'lgan 2 asrda ular Oy va Quyosh tutilishini oldindan ayta olganlar. O'rta Osiyoda ham astronomiya rivojlana borgan. Mirzo Ulug'bek yulduz va osmon yoritqichlarini kuzatish uchun ajoyib astronomik asboblarni yaratgan, Polyak olimi Nikolay Kopernik 1543 yilda dunyo geliosentrik tizimini yaratgan. Uning bilimlari asosida Kepler 1603-1619 yillarda planetalarni Quyosh

atrofida aylanish qonuniyatlarini ochgan. I.Nyuton esa o'z o'rnida bu qonunlarni tahlil qilib 1687 yilda butun dunyo tortilish qonunini aniqlagan.

2. Zamonaviy astronomiya serqirra bo'lib turli masalalarni o'rgangani sababli o'zaro bog'lanib kettan bo'limlarga ajraladi. Shulardan asosiylari quyidagilardir: sferik astronomiya; astrometriya; nazariy astronomiya; osmon mexanikasi; astrofizika; yulduz astronomiyasi; kosmogoniya; kosmologiya.

Sferik astronomiya kuzatish joyidan yoritqichlarni ko'rinish yo'nalishlarining o'zaro joylashishini va bu yo'nalishlarning o'zaro turli sabablarda o'zgarishlarini o'rganadi. Turli vaqt o'lchash tizimlarini o'rganish va ular orasidagi munosabatlarni o'rganishlar ham sferik astronomiyaning masalalariga kiradi. Shuningdek sferik astronomiya osmon yoritqichlari, ya'ni yulduzlar, Quyosh, Oy, planeta va kometalarning ko'rinuvchi harakatini o'rganish va talqin qilish; osmon yoritqichlarining koordinatalarini buzuvchi faktorlar - refraksiya, aberrasiya, parallakslarini o'rganish bilan shug'ullanadi.

Yerning koinotda aylanish o'qi holatini o'zgartiruvchi prosessiya va nutasiya faktorlarini o'rganadi.

Astrometriya astronomiyaning boshqa bo'limlari uchun poydevor yaratadi. Uning bosh masalalariga quyidagilar kiradi:

- a) osmon koordinatalarining fundamental tizimini yaratish;
- b) Yer aylanma harakatini yer qutblarining siljishini va yerning notekis aylanish sabablarini o'rganish maqsadida va vaqtni astronomik aniqlash, ba'zi astronomik doimiylar qiymatini astronomik uslublarda hisoblash maqsadida o'rganish;
- v) Yulduzlar va Quyosh tizimidagi jismlarning, sun'iy osmon jismlarining va boshqa obyektlarning koordinatalarini aniqlash, yulduzlarning shaxsiy harakatlarini o'rganish, Oy va boshqa

planetalarning shaklini tadqiq qilish;

g) koinotda astronomik oriyentasiyalash, ya'ni Yer sirtida, kosmik fazoda, Oyda va boshqa fazoviy jismlarda turish o'rnini aniqlash.

Nazariy astroiomiya real mavjud koinot jismlari harakatini o'rganadi. Bu harakatni boshqaruvchi tabiat qonunlarini o'rganadi.

Osmon mexanikasi kosmik obyektlarga tabiatning umumiy qonunlarini qo'llanganda yuzaga keladigan matematik masalalarni yechish bilan shug'ullanadi.

Astrofizika osmon yoritqichlarining tuzilishini, kimyoviy tarkibini, fizikaviy xususiyatini o'rganadi.

Yulduz astronomiyasi yulduz tizimlari, yulduzlar harakati va taqsimlanish qonuniyatlarini o'rganadi.

Kosmogoniya koinotni qisman yoki butunlay yuzaga kelishi va evolyusiyalari masalalarini o'rganish bilan shug'ullanadi.

Kosmologiya koinotni tuzilishi va rivojlanishi, uning qonuniyatlarini o'rganib kelajakni ilmiy bashorat qiladi.

3. Tabiiy fanlar kabi astronomiya ham boshqa tabiiy fanlar bilan o'zaro bog'liq bo'lib, ularning yutuqlirini o'zida qo'llaydi, o'z o'rnida astronomiya yutuqlaridan ular foydalanishadi. Astronomiyaning ba'zi bo'limlari yer haqidagi fanlar bilan chambarchas bog'liqdir. Geodeziya va kartografiya bilan geodezik astronomiya juda bog'liqdir.

Geodezik ishlarni bajarishda astronomik aniqlashlar juda zarurdir. Davlat geodezik punktlarida geodezik va gravimetrik ma'lumotlar bilan astronomik aniqlashlar yer shakli va kattaligini aniqlashda qo'llaniladi, shuningdek geodezik o'lchash natijalarini qayta ishlashdagi referens ellipsoid tanlash uchun qo'llaniladi. Astronomik kuzatishlardan Davlat geodezik

tarmoqlarining boshlang'ich ma'lumotlari ya'ni tarmoq boshlang'ich punktining geografik kengligi va uzoqligi aniqlanadi, boshlang'ich yo'nalishning astronomik azimuti aniqlanadi. Bu azimut bo'yicha Davlat geodezik tarmoqlarini yer jismida referens ellipsoidga oriyentirlanadi.

Astronomik kuzatishlar yordamida yer sirtidagi geografik koordinatalari aniqlangan nuqta *astronomik punkt* deb ataladi. Astronomik punktlar murakkab rayonlarda mayda masshtabli plan olishda tayanch punkti bo'lib xizmat qiladi. Osmon yoritqichlarining harakat qonuniyati arxeologiya va tarix fanlarida qo'llaniladi. Ko'pgina tarixiy obidalar va piramidalar qurilish jarayonida Quyosh va yuluduzlarga qarab oriyentirlangan. Shu sababli, osmon jismlarining murakkab harakatini o'rganish, bu obidalarni qurilgan vaqtini aniqlash imkonini beradi. Tarix yilnomalarida biror bir tarixiy voqyea yuz bergan vaqtda Quyosh yoki Oy tutilishi, yorug' kometa paydo bo'lishi aytilgan bo'lsa, astronomlar voqyea sodir bo'lgan vaqtни aniq aytib beradilar. Astronomiyaning asosiy amaliy masalasi taqvim tuzishdir.

Oriyentirlashning astronomik uslublarini ishlab chiqish dengiz, osmon, kosmosda oriyentir olish uchun katta amaliy ahamiyatga egadir. Astronomiyaning asosiy vazifasi vaqt aniqlashdir. "Vaqt xizmati" (Slujba vremeni) maxsus laboratoriyalari aniq vaqtни topish bilan shug'ullanadi. Zamonaviy aniq vaqtни teng o'lchamli atom vaqtı tizimida bajariladi. Atom vaqtı, bu ba'zi moddalarni bir energetik holatdan ikkinchisiga o'tishida modda atomi yoki molekulalarning nurlatish yoki nuryutish elektromagnit tebranishlari vaqtıdır.

4. Quyosh tizimi atrofida 9 ta planeta joylashgan bo'lib,

ularning Quyosh atrofida aylanishi 88 kundan 248 yilgacha boradi. Har planetani o'z o'qi atrofida aylanishi 88 kundan 15 soat 45 minutgacha bo'ladi. Quyidagi alanelalarda tabiiy yo'ldoshlar bor: Yerda – Oy, Marsda – 2 ta, Yupiterda – 12 ta, Saturnda – 9 ta, Uranda – 5 ta, Neptunda – 2 ta. Hammasi bo'lib 31 ta yo'ldosh bor. 2000 dan ortiq kichik planeta, 50000-100000 gacha astreoid, 100000 ko'p kometalar mavjud. Planetalarning Quyosh atrofida aylanishini 1609-1619 yillarda Iogan Kepler belgilagan. Hozirgi kunda Kepler qonunlari quydagicha talqin qilinadi.

1-qonun. Barcha planetalarning orbitasi ellipssimon bo'lib, fokuslarini birida Quyosh turadi.

2-qonun. Planetaning radius vektori teng vaqtda teng maydonni egallaydi.

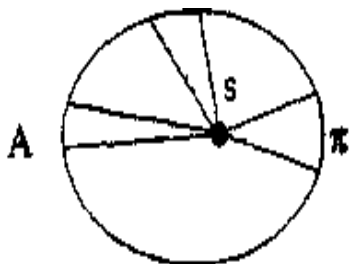
3-qonun. Planetani Quyosh atrofida aylanish yulduz vaqtining kvadrati planeta orbitasini katta yarim o'qining kubiga proporsionaldir.

Keplerning birinchi va ikkinchi qonunlarini 1-shakl asoslab beradi. Planeta orbitasining fokusida S – Quyosh turadi, π - perigey, ya'ni Quyoshga eng yaqin nuqta A – apogey ya'ni Quyoshdan eng uzoq nuqta. Apogey perigeyga nisbatan diametral qarama-qarshi joylashadi Eng yaqin va eng uzoq masofalarning o'rtachasi ya'ni planeta orbitasining katta yarim o'qi quydagiga teng:

$$a = \frac{S_A + S_\pi}{2}.$$

Orbitadagi planeta harakatining chiziqli tezligi perigeyda eng katga qiymatga ega bo'ladi. Apogeyda esa eng kichik qiymatga

ega bo'ladi.



1-shakl. Planetani quyosh atrofida

Uchinchi qonun Quyoshdan uzoq bo'lgan planetalarning orbitasidagi harakati Quyoshga yaqin bo'lgan planetalarni orbitasidagi harakatiga nisbatan sustroq ekanligini ko'rsatadi.

Tayanch iboralar: Sferik astranomiya, astrometriya, astrofizika, yulduz astronomiyasi, kosmogoniya, kosmologiya, astronomik punkt, perigey, apogey.

Nazorat savollari

1. Astronomiya fanining vazifalarini tushuntirib bering?
2. Astronomiya fanining qanday bo'limlarini bilasiz?
3. Astronomiyani boshqa fanlar bilan bog'liqligi.
4. Kapler qonunlarini tushuntiring?

2- *MA'RUZA*: SFERIK KORDINATALAR

REJA:

1. Osmon sferasi.
2. Osmon sferasining asosiy aylanalari va nuqtalari.
3. Sferik koordinatalar va ular orasidagi bog'liqlik.

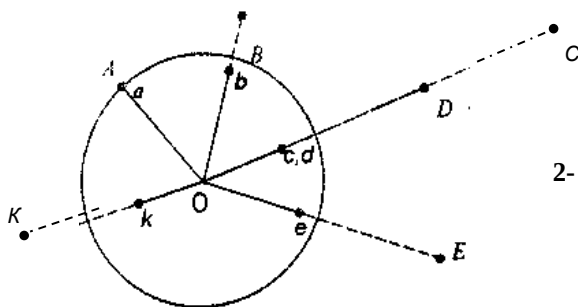
1. Yer sirtidagi istalgan nuqtalarning geografik koordinatalari va yo'nalish azimutlari osmon yoritqichlarini kuzatish natijasida aniqlanadi. Buning uchun yoritqichni o'zini joylashish koordinata tizimini bilish kerak.

2. Osmon yoritqichlari Yerdan turli masofada joylashgan bo'lib, hatto ba'zi masofalar aniqlanmagandir. Bir qator astronomik masalalarni yechishda yoritqichgacha bo'lgan masofa emas, balki yoritqichdan kuzatish nuqtasiga kelayotgan yorug'lik nurining yo'nalishini aniqlash talab qilinadi. Bunda matematik hisob va geometrik qurilmalarni soddalashtirish maqsadida barcha yoritqichlarni kuzatish nuqtasidan bir xil uzoqlikda - ya'ni ixtiyoriy radiusdagi sfera sirtiga proyeksiyalangan holda ko'riladi (2-shakl).

3. Yoritqichlar tushirilgan bu osmon sferasidagi chiziqlar sferik uchburchaklarni hosil qiladi va bu uchburchak elementlari orasidagi bog'liqliklar sferik trigonometriya formulalari yordamida yechilishi mumkin.

Masalani qo'yilishiga qarab osmon sferasining markazi fazoni istalgan nuqtasida bo'lishi mumkin, masalan kuzatish nuqtasida, Yer markazida yoki Quyosh markazida. Sfera markazini qayerda bo'lishiga qarab, osmon sferasining

nomi ham turlicha bo'ladi: agar Yer sirtida bo'lsa – *toposentrik sfera*, Yer markazida bo'lsa — *geosentrik sfera* va Quyosh markazida bo'lsa *geliosentrik sfera* deyiladi.

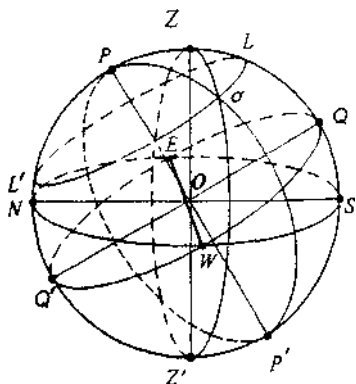


2- shakl. Osmon sfe-rasi
va yoritgichlari.

2. Osmon yoritqichlari va turli qurilmalar holatini aniqlash uchun osmon sferasidagi asosiy chiziq va nuqtalar o'rnini bilish kerak.

Fazodagi istalgan nuqtada qurilgan osmon sferasining markazi orqali o'tkazilgan chiziq yer sirtidagi ma'lum bir nuqtadan o'tuvchi shovun chizig'iga parallel o'tsa, bu chiziq ham *shovun chizig'i* yoki *vertikal chiziq* deb nomlanadi.

Tasavvur qilamizki 3-shakldagi osmon sferasining markazi kuzatish joyiga mos keladi, ya'ni toposentrik osmon sferasini ko'rib chiqamiz. Bu holda vertikal chiziq ZZ yer sirtidagi kuzatish nuqtasidan o'tuvchi shovun yo'nalishiga mos keladi va osmon sferasini ikkita qarama-qarshi nuqtada kesib o'tadi. Kuzatish nuqtasini yuqorisidagi kesishish o'rni *zenit nuqtasi* deb ata Unga diametrial qarama-qarshi bo'lgan ikkinchi nuqta *nadir nuqtasi* deb ataladi va Z' bilan belgilanadi. NESW katta doira tekisligi shovun chizig'i ZZ' ga perpendikulyar bo'lib, u *osmon gorizonti* yoki *astronomik gorizont* deb ataladi Osmon gorizonti ko'rinish gorizonti bilan moslashmaydi.ladi va Z harfi bilan belgilanadi.



3- shakl. Toposentrik
osmon sferasi.

Ko'rinish gorizonti osmon sferasida kichik doira tarzida namoyon bo'lgan va yer sirtidagi ko'rinishni cheklovchi chiziqdir, Osmon gorizonti tekisligi osmon sferasini ikkita yarim sharga bo'ladi: zenit nuqtali – *ko'rinuvchn yarim sharga* va nadir nuqtali *ko'rinmaydigan yarim sharga*.

Osmon sferasining markazi osmon orqali yer aylanish o'qiga parallel bo'lgan RR' o'qini o'tqazamiz. Bu o'q *dunyo o'qi* deb ataladi va o'qni sfera sirti bilan kesishish nuqtalari *dunyo qutblari* deb ataladi: P – *dunyo shimoliy qutbi*, P' – *dunyo janubiy qutbi* deyiladi.

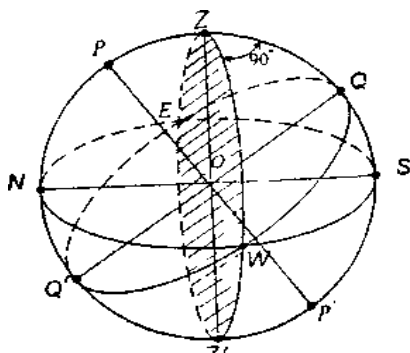
O'z o'rnida PP' o'qi osmon sferasini ikki qismga bo'ladi: zenit nuqtasini o'z ichiga olgan PZP' *yuqori qism* va nadir nuqtali $PZ'P'$ *pastki qism*. Dunyo o'qi PP' ga tekisligi perpendikulyar bo'lgan $QWQ'E$ – katta doirasi *osmon ekvatori* deb aytiladi. Dunyo o'qi yer aylanish o'qiga parallel bo'lganligi sababli ekvator tekisligi yer ekvatori tekisligiga perpendikulyardir.

Geosentrik osmon sferasi qo'llanganda, osmon ekvatori tekisligi yer ekvatori tekisligiga mos tushadi.

Osmon ekvatori astronomik gorizont bilan ikkita qarama-qarshi nuqtada Ye – *sharqiy nuqtada* va W – *g'arbiy nuqtada*

kesishadi. Ekvator tekisligi osmon sferasini ikkita yarim sferaga: *shimoliy* va *janubiy yarim sferalarga* ajratadi. ZZ' shovun chizig'i bo'yicha o'tuvchi har qanday tekislik vertikal tekislik bo'ladi. Berilgan σ yoritqich orqali vertikal tekislik o'tkazamiz (3-shakl). Ushbu tekislikni osmon sferasi bilan kesishishidan hosil bo'lgan $Z\sigma Z'$ – katta doira *vertikal* yoki *yoritqich balandlik doirasi* deb ataladi. Shunday qilib istalgan nuqta yoki yoritqichning vertikasi zenit va nadir nuqtalari orqali o'tadi va gorizont tekisligiga perpendikulyar bo'ladi. Ekvatorga parallel tarzda yoritqich σ orqali o'tgan $L\sigma L'$ kichik doira *yoritqich sutkalik paralleli* deb ataladi. Sutkalik parallel osmon sferasini sutkalik aylanishi natijasidagi yoritqich harakatini ko'rinuvchi izidir. Yoritqich qutbga nisbatan qanchalik yaqin joylashgan bo'lsa, uning sutkalik parallelini radiusi ham shuncha kichik bo'ladi. Yoritqich sutka davomida o'z sutkalik paralleli bo'yicha soat strelkasi yo'nalishida harakatda bo'lib, osmon meridianini ikki martoba kesib o'tadi. Yoritqichni meridianning yuqori qismidan kesib o'tish momenti *yoritqich yuqori kulminasiyasi* deyiladi. Yoritqich yuqori kulminasiya mometidan o'tgach, osmon sferasini sharqiy qismidan g'arbiy yarim qismiga o'tadi va meridianning pastki qismiga qarab harakatlanadi. Yoritqichni osmon meridianining pastki qismidan kesib o'tish momenti *yoritqich pastki kulminasiyasi* deyiladi. 3-shakldagi L nuqta yoritqichning yuqori kulminasiyasi, L' nuqta esa pastki kulminasiyasidir.

Dunyo qutblari RR' orqali o'tuvchi vertikal *osmon meridiani* deb ataladi. Demak, osmon meridiani deb dunyo qutblari, zenit va nadir nuqtalari orqali o'tuvchi $PZP'Z'$ katta doiraga aytiladi. Meridian tekisligi gorizont tekisligiga va ekvator tekisligiga perpendikulyardir. Osmon meridiani osmon sferasini ikkita qismga ya'ni *g'arbiy* va *sharqiy qismlarga* bo'ladi.

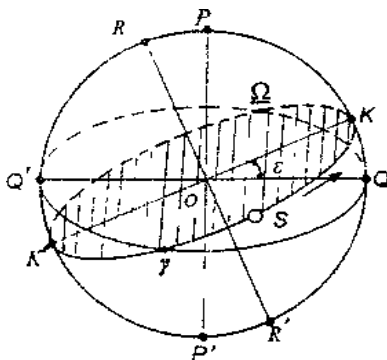


4- shakl. Birinchi vertical.

Osmon meridianining tekisligi yer meridianining tekisligi bilan o'zaro paralleldir. Agar geosentrik yoki toposentrik osmon sferasi qo'llanilganda, osmon meridianining tekisligi Yer meridiani tekisligiga mos keladi. Osmon meridianini ekvator bilan kesishish nuqtalari QQ' bo'lib, Q – nuqtasi ekvatorning yuqori nuqtasi, Q' – ekvatorning quyi nuqtasi deb ataladi. Osmon meridiani tekisligiga perpendikulyar bo'lgan vertikal birinchi vertikal deyiladi (4-shakl). Birinchi vertikal sharqiy nuqta – Ye va g'arbiy nuqta – W orqali o'tadi va osmon meridianiga perpendikulyardir.

NS chizig'i yarim kunlik chizig'i deb ataladi. Bu chiziq gorizont tekisligi bilan osmon meridiani tekisligini kesishishidan hosil bo'ladi. Shimoliy – N va janubiy – S nuqtalari osmon meridianining gorizont tekisligi bilan va kesishish nuqtalaridir. Sharqiy, janubiy, g'arbiy va shimoliy nuqtalar gorizontning asosiy nuqtalari bo'lib, o'zaro 90° oraliqda joylashadi.

Osmon sferasining asosiy doiralari *ekliptika* doirasi ham kiradi. Yer Quyoshning po'ldoshi tarzida uning atrofida orbita bo'yicha harakatda bo'lib, Epni Quyosh atrofida bir marta to'liq aylanish davri bir yilga tengdir. Yer orbitasi yassi ellips shaklida bo'ladi. Yer sirtida turgan kuzatuvchiga Quyosh Yerga nisbatan harakatda bo'lganday tuyuladi. Shuning uchun sferik astronomiyada quyoshni yillik ko'rinuvchi harakati haqida



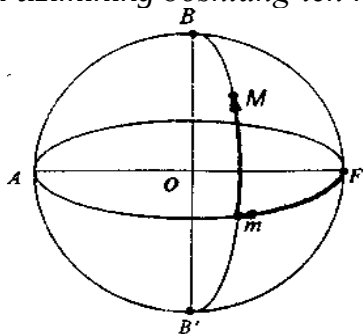
5- shakl. Ekleptika doirasi.

gapirish qabul qilingan. Yer orbitasi tarzida qabul qilinuvchi ellips tekisligi *ekliptika tekisligi* deb ataladi. Yer orbitasi ya'ni ekliptika tekisligi bilan osmon sferasini kesishishidan hosil bo'lgan $K\gamma K'\Omega$ – katga doira (5-shakl) *ekliptika* deb ataladi. Ekliptika tekisligi osmon ekvatori tekisligiga nisbatan taxminan $23^{\circ}27'$ ga teng burchak ostida og'gan bo'ladi. Bu burchak *ekvatorni ekliptikaga og'ishi* deyiladi va ε harfi bilan belgilanadi. Osmon sferasini markazidan o'tuvchi va ekliptika tekisligiga perpendikulyar bo'lgan chiziqli RR' – ekliptika o'qi deyiladi. Bu o'qni osmon sferasi bilan kesishuvidan hosil bo'lgan nuqtalar esa ekliptika qutblari deyiladi. R - *ekliptika shimoliy qunbi*, R' - *ekliptika janubiy qutbi*.

Ekliptika tekisligi va ekvatorning o'zaro kesishuvi ikkita diametrial qarama-qarshi nuqtada bo'ladi. 21 mart va 23 sentyabr. 21 martga to'g'ri keladigan nuqta *bahorgi teng kunlik nuqtasi* deyiladi va γ - belgisi bilan ifodalanadi 23 sentyabrga to'g'ri keladigan nuqta esa *kuzgi tengkunlik nuqtasi* deyiladi va Ω bilan belgilanadi.

3. Yer sirtidagi nuqtalarning holati ikkita koordinata - kenglik va uzoqlik orqali aniqlanadi. Osmon sferasidagi nuqtaning joylashish o'rni ham shu taxlitda ikkita koordinata orqali aniqlanadi. Yoritqichlarni osmon sferasidagi joylashish o'rni

sferik koordinatalar yordamida aniqlanadi. Bunda yulduzni nuqta tarzida ko'rish mumkin. Yoritqichlarni ya'ni Quyosh, Oy va planetalarni osmon sferasidagi joylashishi disk ko'rinishda bo'lib, ularning o'rnini aniqlash mohiyati esa ushbu disk nuqtalarni (disk markazi, o'qning eng baland yoki eng past nuqtasi)ni aniqlashdir. Bu masalani yechish uchun sferada ikkita o'zaro perpendikulyar katta doira olinadi. Ulardan *biri tizimning asosiy doirasi, ikkinchisi esa boshlang'ich doirasi* deyiladi. Asosiy va boshlang'ich doiralarning kesishish nuqtalaridan biri *koordinata tizimining boshlang'ich nuqtasi* deyiladi.



6- shakl. *Sferik koordinata tizimi.*

Astronomiyada bir necha sferik koordinata tizimlari qo'llaniladi. Ular bir-biridan asosiy va boshlang'ich doirani tanlashlari bilan farqlanadi. Shuningdek turli sferik koordinatalar tizimlari koordinata boshlanish nuqtasi va sanoq yo'nalishlarini tanlash bilan ham farq qiladi. Har bir koordinata tizimi o'z ustunligi va kamchiligiga egadir.

Sferik koordinata tizimlaridan barchasi quyidagi prinsipda quriladi. Ma'lumki nuqtaning sferadagi o'rni ham, tekislikdagi o'rni ham ikita koordinata qiymatlari orqali aniqlanadi. Birinchi koordinatani aniqlash uchun tanlangan asosiy doiraning B va B' qutblari orqali (6-shakl) hamda aniqlanuvchi nuqta M orqali BMB' katta doira o'tkaziladi. Asosiy doiradan aniqlanish nuqtasigacha bo'lgan tM yeyi *birinchi koordinata* hisoblanadi.

Ikkinchi koordinata esa har doim koordinata tizimining tanlangan boshlang'ich nuqtasi (F nuqtasi)dan birinchi koordinata doirasini asosiy doira bilan kesishuv nuqtasigacha hisoblanadi, ya'ni 6-shakldagi ikkinchi koordinata FM yoyidir.

Yerda biz faqat bir asosiy doira - yer ekvatoriga ega bo'lsak, osmon sferasida uchta asosiy doiralarga egamiz. Bular *gorizont*, *ekvator* va *ekliptika* doiralari. Bu asosiy doiralarni har biri asosida alohida sferik koordinata tizimini qurish mumkin. Ularning nomi esa ushbu tizim uchun asosiy deb qabul qilingan doiraning nomiga mos keladi.

Astronomiyada ko'p qo'llaniladigan quyidagi asosiy koordinata tizimlarini ko'rib chiqamiz:

- Gorizont koordinata tizimi;
- Birinchi ekvatorial koordinata tizimi;
- Ikkinchi ekvatorial koordinata tizimi;
- Ekliptik koordinata tizimi;
- Geografik koordinata tizimi.

Bu aytilgan koordinata tizimlari osmon sferik koordinatalar tizimi bo'lib, katta doirasining nomiga mos tarzda nomlanadi (katta doira ushbu tizimlar uchun asosiy deb qabul qilingan).

Tayanch iboralar: Osmon sferasi, toposentrik sfera, geosentrik sfera, vertikal chiziq, zenit nuqtasi, nadir nuqtasi, yoritqich balandlik doirasi, osmon meridiani, ekliptika, birinchi koordinata, ikkinchi koordinata.

Nazorat savollari:

1. *Osmon sferasini tushuntiring?*
2. *Asosiy diralar, nuqtalar va chiziqlarni tushuntiring?*
3. *Sferik koordinatalar haqida tushuncha bering.*

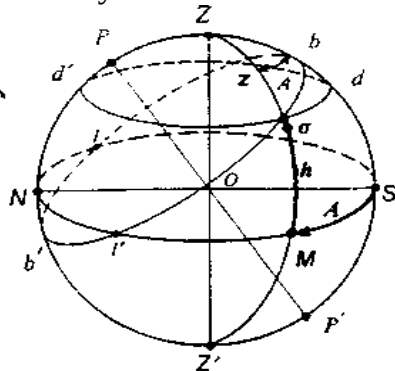
3- MA'RUZA: KOORDINATA TIZIMLARI

REJA:

1. Gorizontalkoordinata tizimi.
2. Birinchi ekvatorialkoordinata tizimi.
3. Ikkinchi ekvatorialkoordinata tizimi.

1. Gorizontalkoordinata tizimining asosiy doirasi gorizont doirasidir. Gorizontning geometrik qutblari zenit nuqtasi Z va nadir nuqtasi Z' bo'ladi. $PZP'Z'$ - osmon meridiani boshlang'ich doira, koordinata sanoq boshi esa janubiy nuqta S bo'ladi. Bu tizimning koordinatalari quyidagilardir: *yoritqich balandligi* va *yoritqich azimuti*.

Yoritqich balandligi deb gorizontdan yoritqichgacha bo'lgan yoritqich vertikalni $Z\sigma Z'$ ning yeyi $M\sigma$ tushuniladi. Yoritqich balandligi h -harfi bilan belgilanadi va gorizontdan zenitga 0° dan $+90^\circ$ gacha, nadirga esa 0° dan -90° gacha hisoblanadi. Ko'p hollarda yoritqich balandligini o'rniga *yoritqich zenit masofasi*dan foydalaniladi.



7- shakl. Gorizontalkoordinata tizimi.

Yoritqich zenit masofasi zenitdan yoritqichgacha bo'lgan vertikalning yoyi $Z\sigma$ bo'lib, z harfi bilan belgilanadi va qiymatan $0''$ dan 180° gacha o'zgaradi. Yoritqich balandligi va uning zenit masofasi o'zaro quyidagicha bog'lanadi:

$$Z + h = 90^{\circ} \quad (1)$$

Gorizontga parallel tarzda σ yoritqichi orqali o'tkazilgan dōd' kichik doiraga *yoritqich almukantarati* deyiladi. Bir almukantaratda yotuvchi barcha yorittichlar bir xil zenit masofasi va bir xil balandlikga egadir.

Yoritqich azimuti - A deb janubiy nuqta S dan yoritqich vertikal bilan gorizontda kesishuv nuqtasi M gacha bo'lgan SM gorizont yeyiga aytiladi. Osmon meridiani tekisligi va yoritqich vertikal tekisliklari orasidagi ikki qirrali SZZ' σ burchak ham yoritqich azimutini ifodalaydi. Astronomik azimut janubiy nuqta S dan g'arbgacha qarab soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha 0° dan 360° gacha o'lchanadi. Astronomik azimut qiymatan SM gorizont yoyiga, hamda zenitdagi osmon meridiani va yoritqich vertikal orasidagi sferik burchakka tengdir.

Geodeziyada azimut shimoliy nuqta N dan hisoblanadi. Demak astronomik azimut geodezik azimutdan 180° gacha farq qiladi.

Yerning sutkalik aylanishi tufayli kuzatuvchiga nisbatan yoritqich σ ni sferadagi o'rni bb' sutkalik parallel bo'yicha uzluksiz o'zgarib boradi. Yoritqich sutkalik paralleli osmon gorizontiga parallel bo'lmagani sababli, sutka davomida vaqt o'zgarishi bilan yoritqich azimuti A ham, balandligi h ham uzluksiz o'zgarib boradi.

σ yoritqichini sutka davomidagi gorizont koordinaatlarini o'zgarishini 7-shaklda ko'ramiz. Yulduz chiqish momenti l nuqtasida bo'lib, chiqish momentida uning balandligi $h=0$, zenit masofasi $z=90^{\circ}$ bo'ladi. Sutkalik parallel davomida uning balandligi h o'sib boradi, zenit masofasi z esa kamayib boradi. Yuqori kulminasiyada ya'ni yulduz b nuqtada bo'lganda uning balandligi maksimal qiymatga, zenit masofasi esa minimal qiymatga ega bo'ladi. Yuqori kulminasiyadan keyin yulduz

osmon sferasining sharqiy qismidan g'arbiy qismiga o'tadi va gorizontga pasaya boradi. Botish momentida yulduz gorizontda l' nuqtada bo'ladi va uning balandligi $h=0$, zenit masofasi esa $z=90^\circ$ bo'ladi. Yulduz gorizontdan pastga o'tganda, yulduzning balandligi manfiy bo'lib, zenit masofasining qiymati esa 90° dan ko'p bo'ladi. Yulduzni osmon meridianining quyi qismidan o'tishi ya'ni, yulduzning quyi kulminasiya nuqtasi b' nuqtada bo'ladi. Bu nuqtada zenit masofasi maksimal qiymatga, balandlik esa minimal qiymatga ega, ya'ni $z=90$ va $h=0$ bo'ladi.

Yoritqichning ikkinchi gorizont koordina qiymati ya'ni, yoritqich azimutlari: agar yulduzning yuqori kulminasiyasi Z zenit nuqtasidan janubda bo'lsa, azimut kulminasiya momentida $A=0$ bo'ladi. Sutkalik parallel bo'yicha harakati davomida azimut qiymati oshib boradi va quyi kulminasiya momenti ya'ni b' nuqtada 180° ga teng bo'ladi. Yulduz osmon sferasining sharqiy qismiga o'tgach azimut o'sa boradi va yuqori kulminasiya nuqtasida 360° ga tenglashadi. Xulosa bunday yulduz azimuti sutkalik parallel davomida 0° dan 360° gacha o'zgaradi. Agar yulduzning yuqori kulminasiyasi zenitdan shimolda bo'lsa, yulduzning azimut o'zgarishi murakkabroq bo'ladi va bu masalani «yulduzning sutkali holati» mavzusida ko'rib chiqamiz.

Yoritqich gorizont koordinalari osmon sferasini aylanma harakati tufayli doimo o'zgarib boradi. Shu sababdan yoritqich gorizont koordinasini aniqlashda kuzatish vaqt momentini aniq soat yoki xronometr yordamida qayd qilish kerak

2. Birinchi ekvatorial koordina tizimlari uchun OO' - *ekvatorial tekislik asosiy doira* bo'lib, uning geometrik qutblari esa shimoliy va janubiy qutblardir. *Boshlang'ich doira* osmon meridiani, osmon ekvatorining janubiy nuqtasi O esa *sanoq boshi* bo'ladi. Ushbu tizimning birinchi koordinatasi *soat b*

Yoritqichni osmon ekvatoriga nisbatan joylashish holatini aniqlash uchun dunyo qutblari va yoritqich orqali ekvatorga perpendikulyar $R\sigma R'$ katta doirasini o'tkazamiz (8-shakl). Bu doira *yoritqichning og'ish doirasi* deyiladi.

$$\delta + \Delta = 90^\circ \quad (2)$$

21

osmon ekvatoriga parallel tarzda bo'ladi. Demak, yoritqichning og'ishi osmon sferasining sutkalik aylanishiga bog'liq bo'lmasdan doimiy qiymatga ega bo'ladi. δ faqat osmon sferasining aylanishiga bog'liq bo'lmagan faktorlar ya'ni prosessiya, nutasiya va yoritqichning o'z harakati ta'sirida doimiy o'zgarishga ega bo'lishi mumkin. Ushbu hodisalar ta'sirini kelgusi boblarda ko'rib chiqamiz. Og'ish faqat osmon sferasiga bog'liq bo'lgani sababli kuzatuvchining geografik joyiga bog'liq emasdir.

Birinchi ekvatorial koordinata tizimlarining ikkinchi koordinatasi ya'ni *yoritqichning soat burchagi* t – dunyo shimoliy qutbidagi osmon meridiani va yoritqich oqish doirasi $P\delta P'$ orasidagi $bR\sigma$ sferik burchakka tengdir. Soat burchakni ekvator yoyi QF bilan ham, yoki osmon meridiani tekisligi va yoritqichning og'ish doirasi tekisliklari orasidagi ikki qirrali burchak $bPP'\sigma$ bilan ham aniqlash mumkin.

Soat burchaklar ekvator tekisligining janubiy nuqtasi Q dan osmon sferasining sutkalik aylanish *yo'nalishi* bo'yicha 0° dan 360° gacha hisoblanadi. Ko'p xollarda, ular soat o'lchamida 0 dan 24^h gacha o'lchanadi. Soat o'lchamidan gradusli qiymatga yoki uni aksini hisoblash uchun quyidagi munosabatdan foydalaniladi.

Bir sutka davomida yulduz dunyo o'qini to'liq aylanib chiqadi.

Demak:

24^h ga	360° mos keladi,	1^0 ga	4^m mos keladi,
1^h ga	15° mos keladi,	$1'$ ga	4^s mos keladi,
1^m ga	$15'$ mos keladi,	1^s ga	$15''$ mos keladi.

Osmon meridianining holati kuzatish nuqtasining shovun chizig'i bo'yicha aniqlanadi, soat burchagi esa osmon meridianidan boshlab hisoblanadi. Demak, soat burchak

Shunday qilib, birinchi ekvatorial tizimda faqat bitta koordinata osmon sferasining sutkalik aylanishiga va kuzatuvchining yer sirtidagi o'rniga bog'liq emas.

Ikkinchi koordinatani aniqlash uchun osmon sferasida boshlang'ich doira va boshlang'ich nuqtani tanlash kerak bo'ladi. Ikkinchi koordinatani kuzatish joyiga va vaqtiga bog'liq bo'lmasligi uchun boshlang'ich nuqta ekvatorida bo'lishi va osmon sferasi bilan bog'liq bo'lishi kerak.

Yoritqichning *ikkinchi koordinatasi* bu bahorgi tengkunlik nuqtasidan ushbu yoritqichning og'ish doirasini asosigacha bo'lgan ekvator yeyi γQ bo'ladi Bu koordinata *yoritqichning to'g'ri chiqishi* deb ataladi va α harfi bilan ifodalanadi

Yoritqichning to'g'ri chiqishi shuningdek, qiymatan tengkunliklar kolyur tekisligi bilan yoritqich og'ish doirasi tekisligi orasidagi ikki qirrali burchak $\gamma PP'\sigma$ orqali yoki dunyo shimoliy qutbidagi tengkunlik kolyuri va og'ish doirasi orasidagi sferik burchak $\gamma P\sigma$ bilan o'lchanishi mumkin Yoritqichning to'g'ri chiqishi ko'p hollarda, soat o'lchamida ifodalanib, bahorgi tengkunlik nuqtasidan soat strelkasiga teskari yo'nalishda ya'ni yoritqichning ko'rinuvchi sutkalik harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda 0 dan 24^h gacha hisoblanadi. Yoritqichning to'g'ri chiqishi bahorgi tengkunlik nuqtasiga nisbatan aniqlanadi, tengkunlik nuqtasining o'zi esa osmondagi barcha yoritqichlar kabi sutkalik aylanishda ishtirok etadi Bahorgi tengkunlikka nisbatan yoritqichning holati o'zgarmaydi demak yoritqichning to'g'ri chiqishi yoritqichning og'ishi singari osmon sferasining sutkalik aylanishiga bog'liq emas

Ko'rib chiqqan ushbu koordinata tizimimiz gorizont va meridian doiralari bilan bog'liq bo'lmagani uchun σ va δ ekvatorial koordinatalari kuzatish nuqtasining geografik o'rniga bog'liq emas α va δ qiymatlar observatoriyalarda maxsus kuzatishlar natijasida aniqlanib, yulduz kataloglari va astronomik yilnomalarda e'lon qilinadi Astronomik - geodezik ish bajarishda ular ma'lum deb olinadi.

Tayanch iboralar: yoritqich balandligi, yoritqich azimuti, yoritqich masofasi, yoritqich almunkantarati, yoritqichning og'ishi

Nazorat savollari

1. *Yoritqichning balandligi deb nimaga aytiladi?*
2. *Almunkantaratni tushuntiring?*
3. *Yoritqichning azimutini aytib bering?*
4. *Birinchi ekvatorial koordinata tizimini tushintirib bering?*

4 – **MA'RUZA:** EKLIPTIK KOORDINATA TIZIMI

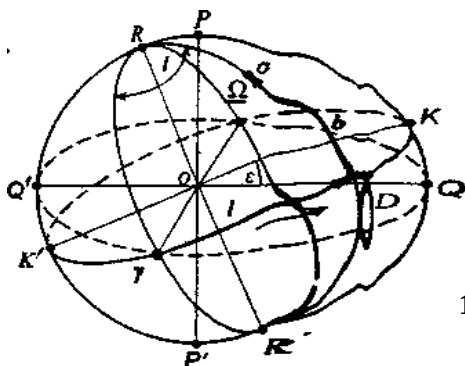
REJA:

1. Ekliptik koordinata tizimi.
2. Yer sirtidagi nuqtalarning koordinatalari.
3. Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlari orasidagi munosabat.

1. Ekliptik koordinata tizimida *asosiy doira ekliptika tekisligi* $K\gamma K'\Omega$ bo'lib, uning geometrik qutblari esa ekliptikaning shimoliy qutbi - R va janubiy qutbi - R' dir.

Ekliptika tekisligiga perpendikulyar tarzda RR' ekliptika o'qi va σ yoritqich orqali $R\sigma R'$ katta doirani o'tkazamiz. Bu doira *yoritqichning kenglik doirasi* deyiladi (10-shakl). Ekliptik koordinata tizimining birinchi koordinatasi deb, ekliptikadan yoritqichgacha bo'lgan yoritqich kenglik doirasining $D\sigma$ yeyiga aytiladi. Bu yey *yoritqichning ekliptik kengligi* deb ataladi va b harfi bilan belgilanadi Ekliptik kenglik ekliptika doirasidan ekliptika shimoliy kutbi R gacha 0° dan $+90^\circ$ gacha va ekliptika janubiy qutbi R' ga qarab 0° dan -90° gacha hisoblanadi.

Ekliptika koordinata tizimida *boshlang'ich nuqta* bahorgi tengkunlik nuqtasi γ bo'lib, *boshlang'ich doira* tengkunlik nuqtalarning kenglik doirasi $R\gamma R'\Omega$ hisoblanadi. *Ikkinchi koordinata* deb, bahorgi teng kunlik nuqtasidan yoritqich kenglik doirasi asosigacha bo'lgan ekliptika yoyi γD tushuniladi.



10- shakl. Ekleptik
koordinata tizimi.

Bu koordinata yoritqichning ekleptik uzoqligi deyiladi va l harfi bilan belgilanadi Yoritqichning ekleptik uzoqligi qiymatini tengkunlik nuqtalarning kenglik doirasi tekisligi va ushbu yoritqichning kenglik doirasi tekisligi orasidagi ikki qirrali burchak $R\gamma R'$ orqali yeki ekleptika shimoliy qutbidagi $\gamma R\sigma'$ – sferik burchak orqali hisoblash mumkin.

Ekleptika uzoqligi yoritqichni to'g'ri chiqishi α kabi bahorgi tengkunlik nuqtasidan soat strelkasiga teskari va osmon sferasining aylanishiga teskari yo'nalishda 0° dan 360° gacha hisoblanadi

Ekleptika koordinata tizimi Quyosh tizimidagi osmon jismlari harakatini va shuningdek Quyoshning ko'rinuvchi yillik harakatini o'rganishda qo'llaniladi.

2. Yer sirtidagi nuqtalarning uch xil koordinatalari ya'ni *geografik, geodezik, geosentrik koordinatalar* mavjuddir.

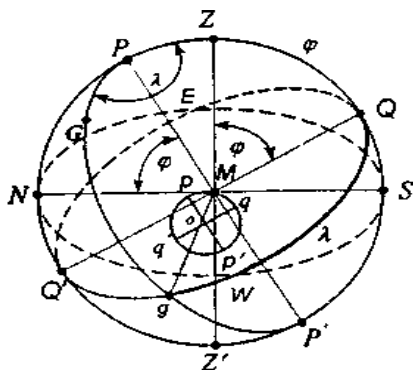
Yer sirtidagi nuqtalarning holati sferik koordinatalar ya'ni kenglik va uzoqlik bilan aniqlanishi mumkin Agar Yer bir xil zichlikdagi jismlarning qatlamlaridan tuzilgan bo'lsa, yer sirtidagi istalgan nuqtadan o'tkazilgan shovun chizig'i yerning markazidan o'tgan bo'lardi Bu holda yer aylanish o'qi orqali o'tuvchi tekisliklarning yer sirtini kesishish izlari ya'ni yer

meridianlari teng uzoqlik chiziqlari bo'lardi. Yer parallellari ya'ni aylanish o'qiga perpendikulyar o'tuvchi tekisliklarning yer sirtini kesishish izlari esa teng kengliklar chiziqlari bo'lardi.

Haqiqatda, Yer shar emas, balki siqilishi $1/298,3$ ga teng bo'lgan aylanish ellipsoidiga yaqin murakkab shaklga ega va uning qa'ridagi jismlar bir xil og'irlik va zichlikka ega emas. Demak, aytgan sferik koordinata tizimimiz yer sirtidagi nuqtalarning o'zaro joylashish o'rnini faqat dastlabki yaqinlashish hisobida aniqlashi mumkin.

Yer sirtidagi nuqtaning aniq sferik koordinatalari ushbu nuqtani shovun chizig'i yo'nalishida osmon sferasiga proyeksiyalash orqali aniqlanishi mumkin. Bu nuqtaning zenitdagi sferik koordinatalari *geografik koordinatalar* deyiladi.

Geografik koordinata tizimining asosiy doirasi osmon ekvatori bo'ladi. Yer sirtidagi nuqtaning *geografik kengligi* deb ushbu nuqtadan o'tuvchi shovun chizig'i va osmon ekvatori tekisligi orasidagi ZMQ burchakka aytiladi (11-shakl). Ayni shu burchak astronomik kuzatishlar natijasida aniqlanadi. Geografik kenglik φ harfi bilan belgilanib osmon ekvatoridan dunyo shimoliy qutbga qarab 0° dan $+90^\circ$ gacha va dunyo janubiy qutbga qarab 0° dan -90° gacha hisoblanadi.



11- shakl. *Geografik koordinata tizimi.*

Shakldan ko'rinadiki, geografik kenglik dunyo shimoliy qutbini gorizontdan balandligi h_p ga, hamda zenitning og'ishi δ_z ga tengdir, ya'ni

$$\varphi = h_p = \delta_z. \quad (3)$$

Kenglikni 90° gacha to'ldiruvchi qiymati dunyo qutbining zenit masofasi (Z_r)ga va zenitning qutbiy masofasi (Δ_r) ga mos keladi.

Geografik koordinata tizimining *boshlang'ich doirasi* Grinвич observatoriyasining osmon meridiani ya'ni PGP' yeyi bo'ladi. Boshlang'ich nuqta esa Grinвич meridiani va osmon meridianing kesishish nuqtasi g bo'ladi.

Geografik koordinata tizimining *ikkinchi koordinatasi* aniqlanuvchi nuqta osmon meridiani va Grinвич osmon meridiani orasidagi ikki qirrali burchak gPP'Q bo'lib, *geografik uzoqlik* deb agaladi va λ harfi bilan ifodalanadi. Geografik uzoqlik qiymatini Grinвич meridianing *asosi* (g-nuqtasi)dan koordinatasi aniqlanuvchi nuqta meridianining asosi (Q-nuqtasi)gacha bo'lgan osmon ekvatorining yoyi gQ orqali yoki dunyo shimoliy qutbidagi GPZ sferik burchak orqali ham aniqlash mumkin. Geografik uzoqliklar boshlang'ich deb olinuvchi Grinвич osmon meridianidan boshlab, Yerning sutkalik aylanish yo'nalishida 0 dan 24^h gacha hisoblanadi. Uzoqliklar Grinвич meridianidan sharqga va g'arbga hisoblanishi mumkin (g'arbga qarab 0 dan $+12^h$ gacha va sharqga qarab 0 dan -12^h gacha). Geodezik adabiyotlarda aksincha, uzoqlik Grinвич meridianidan sharqga qarab musbat, g'arbga qarab manfiy tarzda va gradus o'lchamida ifodalaniladi. Shu sababdan uzoqlikni grinвич meridianidan sharq tomonga musbat g'arb tomonga manfiy hisoblanish shartini qabul qilamiz.

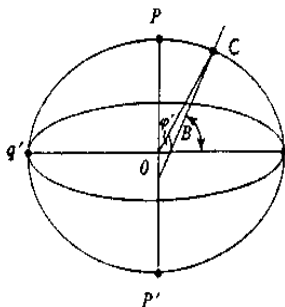
Geodezik koordinata tizimlari. Yer sirtidagi nuqtalarning

geodezik koordinatalari kartografiya maqsadlarida qo'llaniladi. Yer sirtidagi *nuqtaning geodezik kengligi* V deb geodezik o'lchash natijalarini qayta ishlash maqsadida referens ellipsoidga kerakli darajada oriyentirlangan normal chizig'i va ekvator tekisligi orasidagi burchakka aytiladi. Yer sirtidagi *nuqtaning geodezik uzoqligi* L deb, ushbu aniqlanuvchi nuqtadan referens ellipsoid sirtiga o'tkazilgan normal *chiziq* yo'nalishida o'tkazilgan va referens – ellipsoid sirtiga loyihalangan meridian tekisligi va grinvich meridiani tekisligi orasidagi ikki qirrali burchakka aytiladi.

Geografik va geodezik kenglik hamda uzoqliklarning farqi shovun chizig'ining meridiandagi og'ishi (ξ) va birinchi vertikalidagi og'ishi (η) deyiladi.

Geosentrik koordinata tizimi. Yerga yaqin bo'lgan osmon yoritqichlarini va sun'iy koinot jismlarni kuzatishda, kuzatishni yer markaziga bog'lash uchun qo'llaniladi.

Yer sirtidagi nuqtaning *geosentrik kengligi* φ' deb referens ellipsoid radius vektori va yer ekvatori tekisligi orasidagi burchakka aytiladi (12-shakl) *Geosentrik uzoqlik* geodezik uzoqlikka mos keladi.



12- shakl. *Geosentrik va geodezik kenglik.*

3. Astronomik kuzatishlar va hisoblashlarda, ko'pincha, yoritqichning bir tizimda ifodalangan koordinatalaridan ikkinchi

boshqa tizimdagi koordinatalariga o'tish zaruriyati paydo bo'ladi

Turli koordinata tizimlarini o'zora bog'liqligini tizimlarning soddalarini o'rganishdan boshlaymiz. Birinchi ekvatorial koordinata tizimida ham, ikkinchi ekvatorial koordinata tizimida ham yoritqichning og'ishi δ birinchi koordinata bo'lib hisoblanadi. Shu sababdan bu tizimlarning faqat ikkinchi koordinatalari ya'ni yoritqichning soat burchagi t va yoritqichning to'rri chiqishi α orasidagi munosabatni aniqlash kerak. Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlarini bitta shaklda tasvirlaymiz (13-shakl). Shakldan ko'rinadiki bahorgi tengkunlik nuqtasi γ dan ekvator yuqori nuqtasi Q gacha bo'lgan osmon ekvatorining yeyi yoritqichning to'g'ri chiqishi va yoritqich soat burchagining yig'indisidan iboratdir. Shuning bilan birga bu yoy bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi bo'ladi va uni biz t_γ deb belgilaymiz Demak,

$$t_\gamma = \alpha + t \quad (4)$$

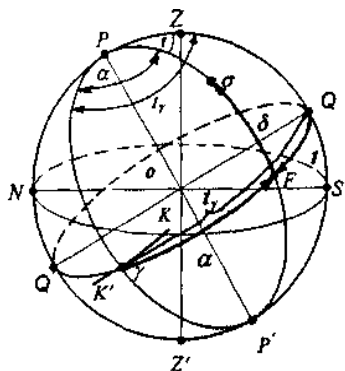
Vaqt o'lchash temasida bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi t_γ ni qiymatan soat o'lchamida ifodalanganda, u ushbu yer sirtidagi punktda kuzatish momentining yulduz vaqti s ni qiymatiga teng bo'lishi ko'riladi, ya'ni:

$$t_\gamma = s \quad (5)$$

(5) va (4) - tengliklardan quyidagiga ega bo'lamiz.

$$s = \alpha + t. \quad (6)$$

Demak, yulduz vaqti qiymatan yoritqichning to'g'ri chiqishi va yoritqich soat burchagini yig'indisiga teng bo'ladi. Ushbu formula astronomiyaning asosiy formulalaridan biri bo'lib, birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlarini bog'lovchi hisoblanadi. *Yuqori kulminasiyada* soat burchagi $t=0$ bo'lgani



13- shakl. Ekvatorial
koordinata tizimlari.

uchun (6) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi. $s = \alpha$. (7)

Bu tenglikdan ma'lumki yuqori kulminasiyada yulduz vaqti qiymatan yoritqichning to'g'ri chiqishiga teng bo'ladi.

Quyi kulminasiyada soat burchagi $t=12^h$ bo'lgani uchun (6) fopmyla quyidagicha yoziladi:

$$s = \alpha + 12^h. \quad (8)$$

ya'ni, quyi kulminasiya momentida yulduz vaqti qiymatan yoritqichning to'g'ri chiqishini 12^h ga ortganiga tengdir.

Tayanch iboralar: Ekliptika tekisligi, yoritqichning kenglik doirasi, yoritqichning ekliptik kengligi, yoritqichning ekliptik uzoqligi, geografik koordinatalar, geografik uzoqlik.

Nazorat savollari

1. Ekliptik koordinata tizimi deganda nimani tushunasiz?
2. Yoritqichning kenglik doirasini tushuntiring?
3. Yer sirtidagi nuqtalarning koordinatalari aytib bering?
4. Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlari orasidagi bog'liqlikni tushuntiring?

MA'RUZA-5: KOORDINATA TIZIMLARI
ORASIDAGI BOG'LIQLIK VA BIR
TIZIMDAN BOSHQASIGA O'TISH

REJA:

1. Geografik va osmon koordinatalari orasidagi o'zaro bog'liqlik.
2. Ekvatorial koordinata tizimidan gorizontal kordinata tizimiga o'tish.

Geografik va osmon koordinatalari orasidagi o'zaro bog'liqlik quyidagi teoremlar bilan belgilanadi,

1-teorema. Shimoliy yarim sharda turgan kuzatuvchi uchun kuzatish joyining geografik kengligi φ dunyo qutbini gorizontdan balandiligi h_p ga hamda zenitning og'ishi δ_z ga tengdir, ya'ni

$$\varphi = h_p = \delta_z \quad (9)$$

Janubiy kenglik va janubiy yarim shardagi zenit og'ishi salbiy bo'lgani sababli, janubiy yarim sharda turgan kuzatuvchi uchun (9) formula quyidagicha ifodalanadi:

$$-\varphi = h_p = -\delta_z \quad (10)$$

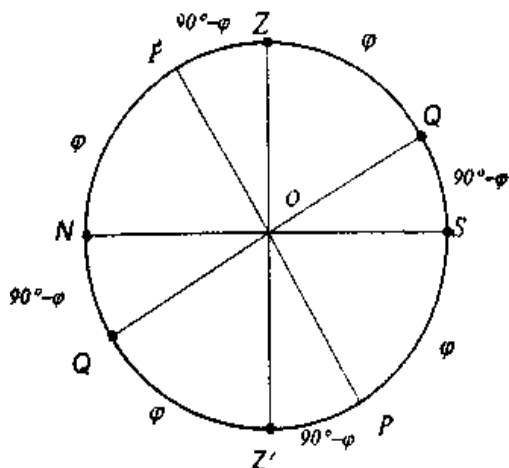
Oqibat shimoliy yarim sharda qutb va zenit orasidagi meridian yoyi kenglikni 90° ga to'ldiruvchisiga tengdir, ya'ni

$$\cup PZ = 90^\circ - \varphi \quad (11)$$

Janubiy yarimsharda esa janubii qutb va zenit orasidagi meridian yoyi kenglikka 90° ni qo'shilganiga tengdir ya'ni:

$$\cup P'Z = 90^\circ + \varphi \quad (12)$$

(11) va (12) tengliklar osmon sferasini osmon meridiani bilan kesishini tasvirlovchi 14-shakldan kelib chiqadi. $\angle NZ = 90^\circ$ va $\angle NP = \varphi$ bo'lgani uchun $\angle PZ = 90^\circ$ bo'ladi.



14- shakl. Osmon sferasini osmon meridian bilan qirgimi.

2-teorema. Yer sirtining ikki nuqtasida bir momentda kuzatilgan yoritqich soat burchaklarining farqi qiymatan ushbu kuzatish nuqtalarining geografik uzoqliklarini farqiga tengdir.

Ushbu teoremani isbotlash uchun yer sirtidagi A va B nuqtalari hamda G (Grinvich) nuqtasini shovun chizig'i yo'nalishida osmon sferasidagi proyeksiyalarini ko'ramiz (15-shakl). Uzoqlikni hisoblashda Grinvich osmon meridiani sanoq boshi tarzida olinadi. Shakldagi Z_A , Z_B va Z_G nuqtalari yer sirtidagi A, B va G nuqtalarining zenitlari, PZ_AP' , PZ_BP' va PZ_GP' katta doiralari esa ushbu nuqtalarning osmon meridianlari bo'ladi.

Grinvichdan sharqda joylashgan A va B nuqtalarida bir vaqt momentida σ yoritqichi kuzatilgan $R\sigma R'$ katta doira σ yoritqichining og'ish doirasidir. A va B nuqtalarining geografik

uzoqliklari osmon ekvatorining Q'F va Q'M yoylariga teng bo'lib, mos tarzda λ_A va λ_V belgilari bilan ifodalanadi. Yoritqichni A nuqtada kuzatilgan soat burchagini t_A bilan, B nuqtada kuzatilgan soat burchagini t_B bilan belgilaymiz. Demak

$$t_A - t_B = \lambda_A - \lambda_V \quad (13)$$

ekanligini isbotlash kerak bo'ladi.

A va B nuqtada bir vaqt momentida kuzatilgan σ yoritqichning soat burchaklari σPZ_A va σPZ_B sferik burchaklari bilan o'lchanadi. Ularning farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$t_A - t_B = \angle \sigma PZ_A - \angle \sigma PZ_B = \angle Z_A P Z_B$$

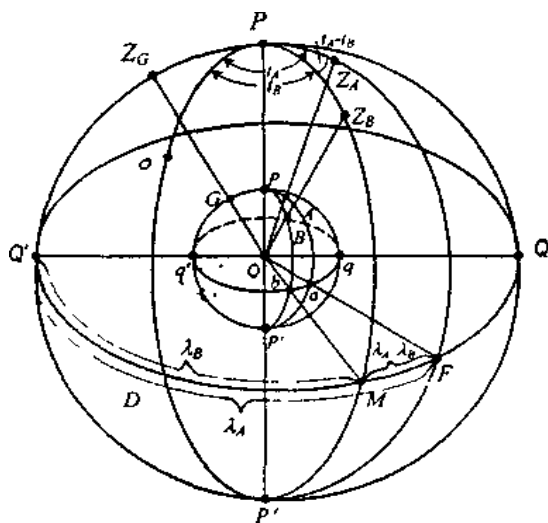
Demak, bir vaqtni o'zida yer sirtidagi ikkita nuqta A va B dan kuzatilgan yoritqichning soat burchaklarini farqi ushbu kuzatish nuqtalarining osmon meridianlari orasidagi sferik burchak orqali ya'ni $\angle Z_A P Z_B$ orqali, yoki osmon ekvatorining yeyi $\cup FM$ orqali, yoki kuzatish nuqtalarining osmon meridianlari tekisliklari orasidagi ikki qirrali burchak $Z_A P R' Z_B$ orqali, yoki markaziy burchak FOM orqali aniqlanishi mumkin. 20-shakldan ko'rinib turibdiki

$$\lambda_A - \lambda_V = \cup Q'F - \cup Q'M = \cup MF$$

A va V nuqtalarining geografik uzoqliklarini farqi ham $Z_A P Z_B$ sferik burchagi orqali, yoki markaziy burchak MOF orqali, yoki ushbu kuzatish nuqtalarining osmon meridiani tekisliklari orasidagi ikki qirrali burchak $Z_A P P' Z_B$ orqali o'lchanishi mumkin.

Shunday qilib, biz (13) tenglikni shimoliy yarim shar uchun ham, janubiy yarim shar uchun ham o'rinni ekanligini isbotladik.

Agar A va B kuzatish nuqtalari grinvich meridianidan g'arbda joylashgan bo'lsa, tenglik quyidagi ko'rinishni oladi:

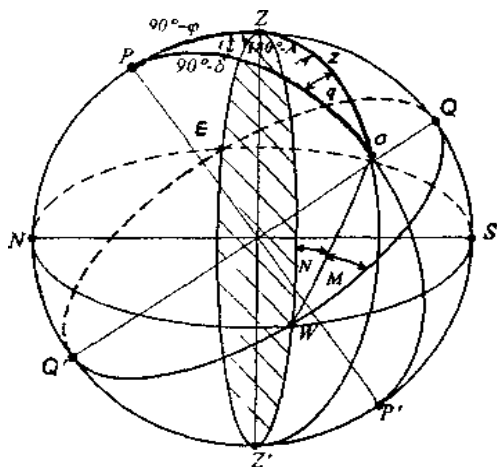


15- shakl. Yoritqich coat burchaklari va uzoqliklari orasidagi munosabat.

$$t_A - t_V = \lambda_A - \lambda_V \quad (14)$$

2. Astronomik yilnomalar va yulduz kataloglarida yoritqichning ekvatorial koordinatalari e'lon qilinadi. Yer sirtidagi nuqtaning joylashish holatini astronomik aniqlash uchun ushbu maqsadda, kuzatilayotgan yoritqichning gorizontal koordinatalarini bilish zarur. Shu sababdan gorizontal koordinata tizimi va ekvatorial koordinata tizimlari orasidagi munosabatni aniqlab, α va δ dan z va A ga o'tish formulasini chiqaramiz. Ushbu maqsadda qirralari dunyo qutbi R , kuzatish joyining zeniti Z va yoritqich σ bo'lgan sferik uchburchak $PZ\sigma$ ni (16-shakl) ko'rib chiqamiz. Ushbu sferik uchburchak parallaktik uchburchak deb ataladi.

Parallaktik uchburchakning tomonlari quyidagilardir: dunyo shimoliy qutbi va zenit orasidagi osmon meridianining yoyi (qiymatan $\cup PZ = 90^\circ - \varphi$, og'ish doirasining yoyi (qiymatan $\cup P\sigma = 90^\circ - \delta$ va σ yoritqichining zenit masofasiga teng vertikal yoyi $\cup Z\sigma = z$.



16- shakl. Yoritqich paral
laktik uchburchagi.

Agar yoritqich osmon sferasining g'arbiy yarmida joylashgan bo'lsa dunyo shimoliy qutbidagi burchak soat burchagi t ga teng bo'ladi, zenitdagi burchak esa azimuthni 180° gacha to'ldiruvchi qiymatga ya'ni $(180^\circ - A)$ ga teng bo'ladi. Agar yoritqich osmon sferasining sharqiy yarimida turgan bo'lsa dunyo qutbidagi burchak $(360^\circ - t)$ ga teng, zenitdagi burchak esa $(A - 180^\circ)$ ga teng bo'ladi. Yoritqichdagi burchak *parallaktik burchak* deb ataladi va q harfi bilan belgilanadi.

Kengligi φ bo'lgan kuzatish nuqtasidagi belgilangan yulduz vaqt momenti s da σ yoritqichining ekvatorial koordinatalari α va δ ma'lum bo'lib, ushbu yoritqichning zenit masofasi z va azimuthi A larni hisoblash zarur bo'lsin. Sferik trigonometriyadan ma'lum bo'lgan tomonlar kosinusi, sinuslar teoremasi va beshta element formulalarini $PZ\sigma$ uchburchagining z tomoni va $(180^\circ - A)$ burchagiga qo'llaymiz. Ushbu qo'llashda sferik uchburchak tomonlarini $a=z$, $b=90^\circ - \delta$ va $s=90^\circ - \varphi$ orqali, burchaklarni esa $A=t$ va $B=180^\circ - A$ orqali belgilaymiz.

Natijada:

$$\left. \begin{aligned} \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \sin z \sin(180^\circ - A) &= \sin(90^\circ - \delta) \sin t \\ \sin z \cos(180^\circ - A) &= \sin(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - \delta) - \\ &\quad - \cos(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos t \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

yoki

$$\left. \begin{aligned} \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \sin z \sin A &= \cos \delta \sin t \\ \sin z \cos A &= \cos \delta \sin \varphi \cos t - \sin \delta \cos \varphi \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Bu yerda $t = s - \alpha$.

Ushbu formulalar gorizonta va ekvatorial koordinata tizimlari orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi. Birinchi qatordagi formula zenit masofasini aniqlasa, qolgan ikkitasi orqali azimut aniqlanishi mumkin. Agar kuzatish nuqtasining kengligi φ , yoritqich soat burchagi t va og'ishi δ ma'lum bo'lsa, z va A ning qiymatlarini (16) formulalardan istalgan ikkitasi orqali "trigonometrik funksiyaning natural qiymatlari jadvali" yordamida aniqlash mumkin. Ikkinchi qatordagi formulani uchinchi qatorga qatnashuvchilari bo'yicha taqsimlab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\cos \delta \sin t}{\cos \delta \sin \varphi \cos t - \sin \delta \cos \varphi} \quad (17)$$

A burchagi bevosita tangens orqali bir qiymatda aniqlanmaydi. Bunga sabab tangens musbat ishoraga ega bo'lganda burchak birinchi yoki uchinchi chorakda, manfiy ishoraga ega bo'lganda esa ikkinchi yoki to'rtinchi chorakda bo'lishi mumkin. Ammo, ikkinchi va uchinchi formulalarning o'ng tomondagi ifodalarini ishorasi A burchakni bir qiymatda aniqlash imkoniyatini beradi.

Aslida $\operatorname{tg} A$ musbat ishoraga ega desak, ikkinchi va uchinchi

formulalarning o'ng tomonidagi ifodalarini ishorasi bir xil bo'lishi kerak. Agar ular musbat ishorali bo'lsa sinz doimo musbatligini inobatga olgan xolda A burchagi birinchi chorakda yotadi. Aksincha ular manfiy ishoraga ega bo'lsa, burchak uchinchi chorakda yotadi. Bunday tahlil tgA manfiy bo'lganda ham o'rinalidir.

Ko'rayotgan parallaktik uchburchagimizda parallaktik burchak q ni ham aniqlash mumkin. Buning uchun yuqoridagi ikkinchi va uchinchi sferik trigonometriya formulalarini qo'llaymiz va $a=z$, $b=90^\circ-\varphi$, $A=t$ va $B=q$ belgilashlarini kiritish bilan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\left. \begin{aligned} \sin z \sin q &= \cos \varphi \sin t; \\ \sin z \cos q &= \sin \varphi \cos \delta - \cos \varphi \sin \delta \cos t. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Natijada

$$\operatorname{tg} q = \frac{\cos \varphi \sin t}{\cos \varphi \sin \delta - \cos \varphi \sin \delta \cos t} \quad (19)$$

q burchagi yotuvchi kvadrat ham azimyt A ni hisoblashdagi kabi aniqlanadi.

Gorizontal koordinata tizimidan ekvatorial koordinata tizimiga o'tish. Buning uchun sferik trigonometriyaning uchta asosiy formulalarini yana bir karra parallaktik uchburchak $PZ\sigma$ ga qo'llaymiz. Ushbu qo'llashda sferik uchburchak tomonlarni $a = 90^\circ - \delta$, $b = z$, va $s = 90^\circ - \varphi$ orqali, burchaklarni esa $A = 180^\circ - A$ va $B = t$ orqali belgilaymiz.

U holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\left. \begin{aligned} \cos \delta &= \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \cos z \cos A \\ \sin \delta \sin t &= \sin z \sin A \\ \sin \delta \cos t &= \cos z \cos \varphi + \sin z \sin \varphi \cos A \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Birinchi katordagi formuladan foydalangan holda, yoritqichning berilgan gorizontalar koordinatalari z va A , hamda kuzatish joyining kenligi φ orqali yoritqichning og'ishi δ ni aniqlaymiz. Ikkinchi va uchinchi formulalar orqali soat burchak t ni aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg} q = \frac{\sin z \sin A}{\cos z \cos \varphi + \sin z \sin \varphi \cos A} \quad (21)$$

Soat burchagi t ning kvadratini aniqlash haqida yuqorida aytdik.

Yuqorida keltirilgan formulalar bilan kichik elektron hisoblash mashinalarida hisob bajarish qulaydir. Agar hisoblashlarni logarifmlar orqali bajarish zaruriyati tug'ilib qolsa, ushbu formulalar yordamchi qiymatlar kiritilishi natijasida logarifmik ko'rinishga keltiriladi. Masalan: M va N yordamchi sferik burchaklari. Ularning qiymatlari quyidagiga tengdir:

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t} \quad (22)$$

$$\operatorname{tg} N = \operatorname{tg} z \cos A \quad (23)$$

Azimut va zenit masofasini logarifmik aniqlash formulalari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} t \cos M}{\sin(\varphi - M)}, \quad \operatorname{tg} z = \frac{\operatorname{tg}(\varphi - M)}{\cos A} \quad (24)$$

Gorizontalar koordinata tizimidan ekvatorial koordinata tizimiga o'tish formulasining logarifmik ko'rinishi quyidagichadir:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} t &= \operatorname{tg} A \frac{\sin N}{\cos(\varphi - N)} \\ \operatorname{tg} \delta &= \cos t \operatorname{tg}(\varphi - N) \end{aligned} \quad (25)$$

Tayanch iboralar: Dunyo qutbini gorizontdagi balandligi, parallaktik uchburchak, sferik burchak.

Nazorat savollari

1. *Geografik va osmon koordinata tizimlari orasidagi munosabat. 1- teoremani ayting?*
2. *Geografik va osmon koordinata tizimlari orasidagi munosabat 2-teoremani ayting?*
3. *Parallaktik sferik uchburchak nima va u qanday elementlardan tashkil topadi?*
4. *Ekvatorial koordinata tizimidan gorizontal koordinata tizimiga o'tishni tushuntiring?*

MA'RUZA-6: OSMON SFERASINING SUTKALIK AYLANISHI

REJA:

1. Yoritqichning sutkalik harakati
2. Yoritqichlarni kulminasiyalardagi gorizonttal koordinatalari.
3. Yoritqichni chiqish, botish momentlari va azimuti.

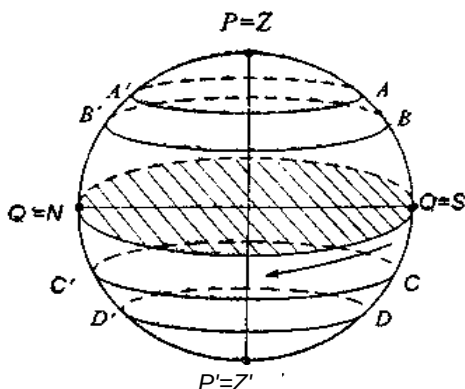
1. Shimoliy yarim sharda turgan kuzatuvchi uchun kuzatish joyining kengligi φ ni h_p ga, ya'ni dunyo shimoliy qutbini gorizontdan balandligiga teng ekanini ko'rgan edik. Demak turli kengliklardagi yer sirtidagi nuqtalar uchun yulduzli osmonning ko'rinishi va osmon yoritqichlarining sutkalik harakatining kinematikasi turlicha bo'ladi.

Yerning turli uchta nuqtalarida, ya'ni Yerning shimoliy geografik qutbida, yer ekvatorida va shimoliy kengligi 0° dan 90° gacha bo'lgan nuqtada turgan kuzatuvchi uchun yulduzli osmonning va osmon yoritqichlarining sutkalik harakatini ko'rib chiqamiz.

Yer shimoliy qutbidagi kuzatuvchi uchun $\varphi=90^\circ$, demak dunyo shimoliy qutbining gorizontdan balandligi $h_p=90^\circ$ bo'ladi, ya'ni R dunyo shimoliy qutbi kuzatish joyining zeniti Z ga mos keladi, dunyo janubiy qutbi R' esa nadir nuqtasi Z ga mos keladi. Osmon ekvatori osmon gorizontiga mos tushadi (17-shakl).

Osmon sferasining shimoliy yarim sharidagi barcha yulduzlar doimo gorizontdan yuqorida bo'ladi va osmon gorizontiga parallel tekisliklarda AA', BB' *sutkalik parallellarni* hosil qilishadi.

Yerning shimoliy qutbida turgan kuzatuvchi uchun shimoliy yarim shardagi barcha *yulduzlar botmaydigan* bo'ladi. Janubiy yarim shardagi barcha yulduzlar esa aksincha ko'rinmaydigan

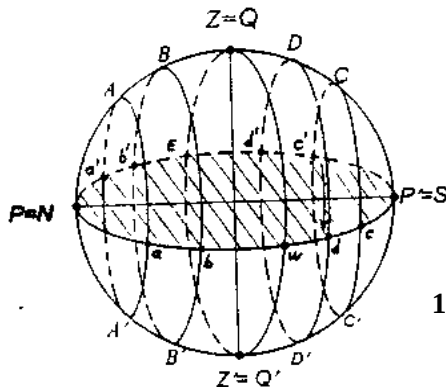


17- shakl. Yer shimoliy qutbida yoritgichlarining ko'rinishi.

bo'ladi. Bunga sabab ularning sutkalik parallellari gorizont ostida joylashgan bo'ladi (masalan CC' va DD' sutkalik parallellari).

Yer ekvatorida turgan kuzatuvchi uchun geografik kenglik φ ham dunyo qutbining gorizontdan balanligi h_r ham nolga teng bo'ladi. Shu sababdan RP' dunyo o'qi gorizont -tekisligida yotadi va yarim kunlik chizig'i NC ga mos tushadi: R dunyo shimoliy qutbi shimol nuqtasi N ga, R' - dunyo janubiy qutbi esa janub nuqtasi S ga mos tushadi (18-shakl).

Osmon ekvatori QQ' birinchi vertikalga mos tushib, ekvatorning yuqori nuqtasi Q zenit Z ga, quyi nuqtasi O esa



18- shakl. Yer ekvatori da yoritgichlarining ko'rinishi.

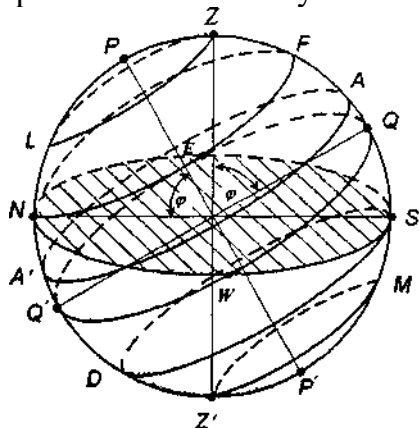
nadir Z' ga to'g'ri keladi. Barcha yulduzlarni AA' ; BB' , CC va DD' parallellari gorizontga perpendikulyar bo'lib, gorizont ularni ikkiga bo'ladi. Shu sababdan barcha yulduzlar gorizontga nisbatan perpendikulyar tarzda a' , b' , d' , s' nuqtalarida chiqadi va a , b , c , d nuqtalarida botadi. Yulduzlarni gorizontdan yuqorida bo'lishi, ularni gorizontdan pastda bo'lish vaqtiga teng bo'ladi. Kuzatuvchi osmon sferasining ikkala yarim sharidagi yulduzlarni ko'radi, ularnishg barchasi botuvchi va chiquvchi bo'ladi.

O'rta kenglik ya'ni $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ dagi kuzatuvchi uchun yulduzlar gorizont tekisligiga nisbatan uch xil ko'rinishga ega bo'ladi 1) *botmaydigan*,

2) *botuvchi va chiquvchi*,

3) *chiqmaydigan*.

Sutkalik parallellari NF sutkalik parallelidan yuqorida yotuvchi va quyi kulminasiyasi osmon gorizontining shimoliy nuqtasi N dan o'tuvchi yulduzlar φ kenglikdagi



19- shakl. Shimoliy o'rta kenglikda yoritgichlarining ko'rinishi.

nuqtaning gorizontidan yuqorida bo'ladi, ya'ni botmaydigan bo'ladi (19-shakl). Masalan ZL sutkalik paralleliga ega yoritgich

botmaydi Ammo quyi kulminasiya momentida gorizontning shimoliy nuqtasida bo'luvchi yulduzning og'ishi QF yoki Q'N yoylari bilan o'lchanadi, ya'ni $(90^\circ - \varphi)$ ga teng bo'ladi. Demak, shimoliy yarim sharda og'ishi quyidagi shartni qoniqtirgan *yulduzlar botmaydigan bo'ladi*.

$$\delta \geq (90^\circ - \varphi) \quad (26)$$

Yuqori kulminasiyasi osmon gorizontini janubiy nuqtasi C dan o'tuvchi va sutkalik parallellari CD sutkalik parallelli va dunyo janubiy qutbi R' oralig'iga joylashgan yulduzlar chiqmaydi. Bunday yulduzlarning sutkalik parallellari doimo gorizont ostida bo'ladi.

Yulduz og'ishi esa yuqori kulminasiya momentida manfiy ishoraga ega bo'lib, QC yoyi bilan o'lchanadi va $(90^\circ - \varphi)$ ga teng bo'ladi

Shunday qilib, shimoliy yarim shardagi kuzatuvchiga og'ishi

$$\delta \geq - (90^\circ - \varphi) \quad (27)$$

shartini qoniqtirgan *yulduzlar chiqmaydigan bo'ladi*.

Sutkalik parallellari NF va CD parallellari oralig'ida yotuvchi yulduzlar ham manfiy, ham musbat ishorali og'ishga ega bo'ladilar. Bunday yulduzlar *botuvchi va chiquvchi yulduzlar* toifasiga kiradi. Sutkalik paralleli osmon ekvatoriga mos tushgan yulduzlarning og'ishi $\delta=0$ bo'lib, sutka davomida osmon gorizontiga sharqiy nuqta Ye da va g'arbiy nuqta W da kesib o'tadi. Bunday yulduzlarning gorizont ustida ham, gorizont tagida ham bo'lish vaqtlari o'zaro teng bo'ladi.

Shimoliy yarim shardagi kuzatuvchi uchun og'ishi quyidagi shartni qoniqtirgan yulduzlar *chiquvchi va botuvchi bo'ladi*:

$$-(90^\circ - \varphi) \leq \delta \leq +(90^\circ - \varphi) \quad (28)$$

Yoritqichlarni meridian orqali o'tishi

Barcha yoritqichlar sutka davomida yer sirtidagi kuzatish nuqtasining *osmon meridianlari* orqali ikki mapta o'tadi «Osmon sferasining asosiy doira va nuqtalari»ni o'rganganimizda, yoritqichning osmon meridianining yuqori qismidan o'tish momenti *yuqori kulminasiya*, pastki qismidan o'tish momenti esa *pastki kulminasiya* deyilishini ko'rgan edik

Agar *kuzatuvchi ekvatorga turgan* bo'lsa, barcha yoritqichlarning yuqori kulminasiyasi gorizont ustida, quyi kulminasiyasi esa gorizont ostida bo'ladi.

Ekvator va geografik qutblar orasidagi $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ kenglikda turgan kuzatuvchi uchun botmaydigan yulduzlarning ikkala kulminasiyalari gorizont ustida, chiqmaydigan yulduzlarning kulminasiyalari esa gorizont ostida bo'ladi. Chiquvchi va botuvchi yulduzlarning yuqori kulminasiyasi gorizont ustida, quyi kulminasiyasi esa gorizont ostida bo'ladi.

Yerning istalgan qutbida turgan kuzatuvchi uchun yulduz kulminasiyalari yo'q bo'ladi, bunga sabab bu holatda osmon meridiani tushunchasining o'zi mavhum bo'lib qoladi.

Yoritqichlarni birinchi vertikaldan o'tish shartlari.

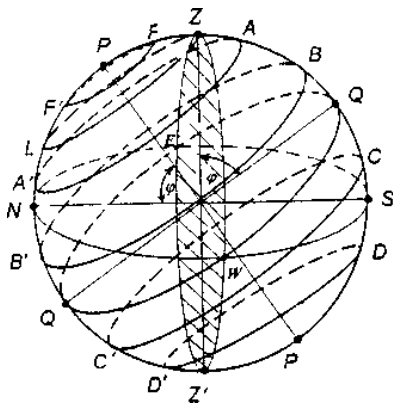
Shimoliy yarim sharda φ kenglikdagi kuzatuvchi uchun sutkalik parallellari AA' va VV' *bo'lgan* yoritqichlar *birinchi vertikalni* sutka davomida ikki marta kesib o'tadi: sharqiy qismida a va b' nuqtalarida, g'arbiy qismida esa a va b nuqtalarida. CC' va DD' paralleliga ega bo'lgan yoritqichlar birinchi vertikalni kuzatuvchining gorizontidan pastda kesib o'tadi. Ba'zi yoritqichlar, masalan FF' sutkalik parallelliga ega yoritqich birinchi vertikaldan o'tmaydi.

Yoritqichni birinchi vertikaldan o'tish shartini aniqlash uchun 20-shaklda birinchi vertikal bilan zenit nuqtasi Z da tutashuvchi ZL yoritqich sutkalik parallelini o'tkazamiz. (9) tenglamaga

muvofiq bunday yoritqichning sutkalik og'ishi kuzatish joyining kengligiga teng, ya'ni $\delta = \varphi$ bo'ladi.

Sutkalik parallellari osmon ekvatori va ZL sutkalik paralleli oralig'ida bo'lgan barcha yoritqichlar birinchi vertikal orqali kuzatish nuqtasining gorizontini ustidan o'tadi. Sutkalik parallellari osmon ekvatoriga mos tushgan barcha yoritqichlar birinchi vertikalni Ye va W nuqtalarida kesib o'tadi.

Sutkalik pralleli ZL sutkalik paralleldan yuqorida bo'lgan yoritqichlar birinchi vertikal dan o'tmaydi.



20- shakl. Yoritqichlarni birinchi vertical orqali o'tishi.

Manfiy og'ishga ega yoritqichlar birinchi verticalni kuzatish nuqtasi gorizontining ostida kesib o'tadi.

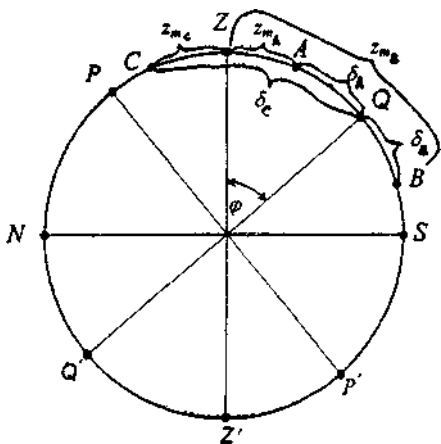
Demak, shimoliy yarim shardagi kuzatuvchi uchun og'ishi quyidagi shartni qoniqtirgan yoritqichlar birinchi vertical orqali o'tadi:

$$0^\circ < \delta < \varphi \quad (29)$$

2. Geodezik astronomiyada yulduzlarni meridiandagi yuqori va quyi kulminasiya momentlarini kuzatish yer sirtidagi punktning geografik koordinatalarini aniqlash, hamda astronomik asbobning doimiy qiymatlarini aniqlash uchun qo'llaniladi.

Kulminasiya momentlaridagi yulduz vaqti yulduz to'g'ri chiqishi ma'lum degan hollarda (7) va (8) formulalar asosida aniqlanadi.

1). Yoritqichlarni yuqori kulminasiyasi zenitdan janubda, zenit va janubiy qutb R' oralig'idagi A nuqtada ($\varphi > \delta > 0^\circ$) bo'lgan holat

$$\text{Demak} \quad z_m = \varphi - \delta. \quad (30)$$


47

Og'ishlari $\delta < 0$ bo'lgan yoritqichlar ham zenitdan janubda yuqori kulminasiyaga ega bo'ladi. Agar manfiy og'ishga ega yoritqichlar V nuqtada kulminasiyaga ega bo'lsa, zenit masofasi ZB yoyi bilan, og'ish esa OB yoyi bilan o'lchanadi. Demak z_m qiymatini aniqlash uchun avvalgi formulani o'zini olamiz.

$$z_m = \varphi + (-\delta) = \varphi - \delta.$$

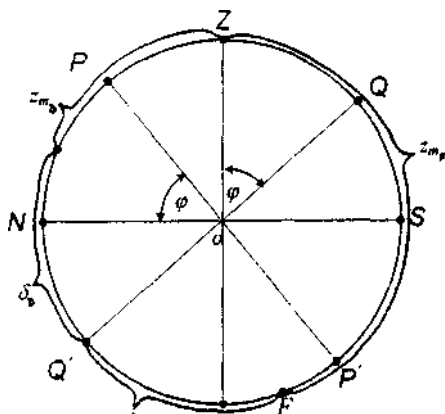
Ushbu ko'rsatilgan ($\varphi > \delta > -90^\circ$) og'ish intervali uchun yuqori kulminasiyada yoritqich azimuti nolga teng bo'ladi.

2). Yoritqich yuqori kulminasiyasi zenitdan shimolga, zenit va dunyo shimoliy qutbi R oralig'idagi C nuqtada ($\delta > \varphi$) bo'lgan holat.

Bu holat uchun yoritqichning meridiandagi zenit masofasi ZC yoyi bilan, og'ish esa QC yoyi bilan o'lchanadi. Demak

$$z_m = \delta - \varphi \quad (31)$$

Bunday yoritqichlarning azimutlari yuqori kulminasiya momentida 180° ga teng bo'ladi.



22- shakl. Yoritqichning quyri kulminasiyasidagi gori-zontal koordinatalari.

22-shakldan ko'rsak, yoritqichning meridianal zenit masofasi ZD yoyi bilan, og'ishi esa O'D bilan o'lchanadi. Demak

$$z_m = 180^\circ - (\varphi + \delta). \quad (32)$$

Ushbu holatda yoritqich *azimuti* 180° ga teng bo'ladi.

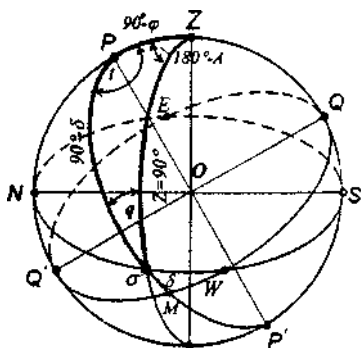
Agar yoritqich quyi kulminasiyasi nadirdan janubda, nadir Z' va dunyo janubiy qutb R' oralig'idagi F nuqtasida bo'lsa, uning *meridional zenit masofasi* ZF yoyi bilan, *og'ishi* esa $Q'F$ yoyi bilan o'lchanadi.

$$\text{Shunday qilib, } z_m = 180^\circ + (\varphi + \delta) \quad (33)$$

Bunday yoritqichlarning *azimuti* quyi kulminasiyada nolga teng bo'ladi.

3. Biz *og'ishi* $-(90^\circ - \varphi) \leq \delta \leq +(90^\circ - \varphi)$ shartini qoniqtiruvchi barcha yoritqichlarni yer sirtidagi kengligi $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ bo'lgan nuqta gorizontga nisbatan chiqish va botishga ega bo'lishini avvalgi mavzularda ko'rib chiqqan edik.

Chiqish va botish momentida yoritqichlar kuzatish joyining gorizontida bo'ladi, demak uning balandligi $h=0^\circ$, zenit masofasi $z=90^\circ$ bo'ladi.



23- shakl. Yulduzning
parallaktik uchburchagi.

Yulduzning chiqish va botish momentlarini, shuningdek chiqish va botish nuqtalarining azimutlarini aniqlash uchun $Z\sigma$ tomoni 90° ga teng bo'lgan parallaktik uchburchak $PZ\sigma$ ni quramiz (36-shakl). Agar kuzatish nuqtasining kengligi φ va yulduzning ekvatorial koordinatalari α va δ ma'lum bo'lsa,

masala yechimga ega bo'ladi. Yulduzni chiqish va botish vaqtini, ya'ni S_E va S_w ni aniqlaymiz. $PZ\sigma$ uchburchak $Z\sigma$ tomonining kosinus formulasiga muvofiq:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

bo'ladi, yoki

$$\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t = 0$$

bundan quyidagi kelib chiqadi:

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \delta \quad (34)$$

kosinus juft funksiya bo'lgani uchun (34) ifoda orqali soat burchagi t ni ikkita qiymatini aniqlaymiz. Bu qiymatlar 0 dan $+12^h$ gacha va 0 dan -12^h gacha bo'ladi. Birinchi soat burchakning qiymati yoritqich botishiga, ikkinchi soat burchakning qiymati yoritqich chiqishiga mos keladi. (6) formulaga muvofiq *yoritqich chiqish momenti* S_E va *botish momenti* S_w quyidagicha aniqlanadi:

$$S_E = \alpha - t; S_w = \alpha + t \quad (35)$$

Endi chiqish va botish momentlari uchun *yulduz azimutini* aniqlaymiz. Parallaktik uchburchak $PZ\sigma$ ning $P\sigma$ tomonini kosinus formulasi bo'yicha:

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos 90^\circ + \sin(90^\circ - \varphi) \sin 90^\circ \cos(180^\circ - A),$$

va bundan quyidagi kelib chiqadi:

$$\cos A = -\frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \quad (36)$$

$\cos A$ bo'yicha azimutning ikkita qiymatini aniqlaymiz:
 $180^\circ < A < 360^\circ$ oralig'idagi yulduz chiqish azimuti;
 $(0^\circ < A < 180^\circ)$ oralig'idagi yulduz botish azimuti.

Shunday qilib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$A_w = A; \quad A_E = 360^\circ - A. \quad (37)$$

Tayanch iboralar: Sutkalik parallel, osmon meridianlari, birinchi vertikal, meridional zenit masofasi, yoritqich chiqish momenti.

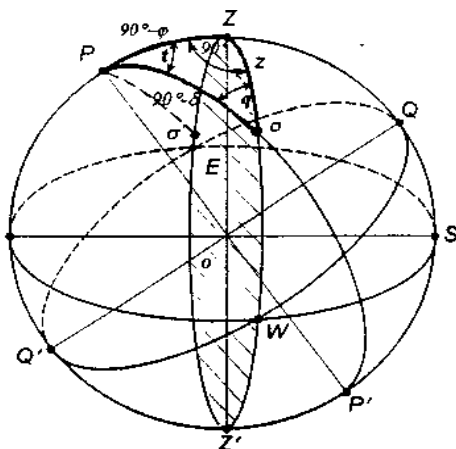
Nazorat savollari

1. *Yoritqichning sutkalik haroratini tushuntiring?*
2. *Kulminasiyalarni tushuntirib bering?*
3. *Yoritqichning chiqish, botish momentlari va azimutni aniqlashlarni tushuntiring?*

REJA:

1. Yoritqichning birinchi vertikaldagi momentlari va zenit masofasi.
2. Yoritqich elongasiyasidagi holat va momentlar.
3. Yoritqichning zenit masofasi va azimutlarini differensial o'lchash.

Birinchi vertikal tekisligi meridian tekisligiga perpendikulyar bo'lgani uchun yoritqich birinchi vertikal bo'yicha meridianning g'arbiy qismidan o'tishida yoritqich azimuti 90° ga teng, sharqiy qismidan o'tishida esa 270° ga teng bo'ladi.



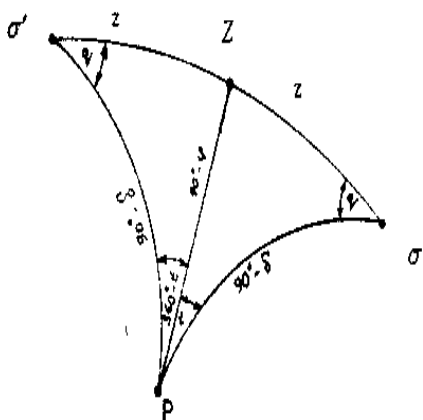
24- shakl. Yoritqichni birinchi vertikalдан o'tish momentlari.

24- va 25-shakldagi σ va σ' yoritqichni birinchi vertikal bo'yicha shimoliy yarim sharni g'arbiy va sharqiy qismidan o'tish holatidir. Bu holatlarning momentlarini va ushbu momentlardagi zenit masofalarini aniqlaymiz. To'g'ri burchakli parallaktik uchburchak $PZ\sigma$ ni

Neper-Modyu qoidasiga muvofiq yechsak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\cos t = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (38)$$

$$\cos z = \frac{\sin \delta}{\sin \varphi} \quad (39)$$



25- shakl. Yoritqichni birinchi vertikalning bo'yicha g'arbiy va sharqiy qismidan o'tish momentlari.

(38) ifodadagi $\cos t$ bo'yicha soat burchagi t ning ikkita qiymatini topamiz. Birinchi qiymat yoritqichning birinchi vertikalni g'arb qismidan o'tish momenti bo'lib, 0 dan $+12^h$ gacha bo'ladi, ikkinchi qiymat yoritqichni sharqiy qismdan o'tish momenti bo'lib, 0 dan -12^h gacha bo'ladi. Demak birinchi vertikalni g'arbiy va sharqiy qismidan o'tish vaqti (38) formulaga o'xshash ifodalar orqali aniqlanadi:

$$S_E = \alpha - t; \quad S_W = \alpha + t$$

Yoritqich harakati osmon meridianiga nisbatan simmetrik bo'lgani uchun 39-ifoda orqali aniqlangan zenit masofasi birinchi vertikalning ikkala qismi uchun ham bir xil bo'ladi. Yoritqichni birinchi vertikaldan o'tishini kuzatish geodezik

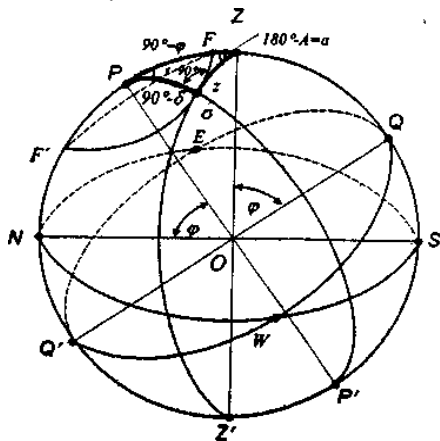
astronomiyada ko'p qo'llaniladi Birinchi vertikalda zenit masofasining o'zgarishi tez kechadi, demak uni o'lchash xatosi soat burchagiga kam ta'sir etadi. Shu sababdan «yoritqichni zenit masofasiga asosan vaqt aniqlash» uslublarida kuzatish uchun birinchi vertikalga yaqin yulduzlar tanlanadi.

Kuzatuvchi yer sirtida ekvatoridan shimoliy yoki janubiy qutblarga harakat qilib borgan sari birinchi vertikaldan o'tuvchi yoritqichlar soni ortib boradi. Bunga sabab (29)-ifodadagi $0^\circ < \delta < \varphi$ tengsizlikning chegarasi qutbga yaqinlashgan sari kengayib boradi.

Kuzatuvchi aksincha harakat qilsa, ya'ni qutbdan ekvatorga harakat qilsa, birinchi vertikaldan o'tuvchi yoritqichlarning soni kamayib boradi.

Yer ekvatorida turgan kuzatuvchya uchun hiech bir yoritqich birinchi vertikaldan o'tmaydi.

2. Barcha yoritqichlar o'zining sutkalik harakati davomida shimoliy qutb R atrofida o'z sutkalik parallel doirasini hosil qiladi. Yoritqich qutbga qanchalik yaqin bo'lsa, doira shunchalik kichik bo'ladi.



26- shakl. Yoritqich
elongatsiyasi.

Yoritqichni osmon meridianining shimoliy qismidagi eng ko'p burchakga uzoqlashish holati *elongasiya* deyiladi. Agar yoritqichning yuqori kulminasiyasi zenitdan shimolda Z va R oraliq'ida yuzaga kelsa, bu yoritqichlarning azimutlari quyidagicha o'zgaradi va uning azimuti o'sa boradi va quyi kulminasiya nuqtasi F' da 180° ga teng bo'ladi. Quyi kulminasiyadan so'ng yoritqich osmon sferasining sharqiy qismiga o'tadi, yoritqich azimuti o'sishda davom etadi va osmon sferasining sharq qismidagi meridiandan eng ko'p burchak uzoqlashish nuqtasi D' gacha boradi. So'ng azimut kamayib borib navbatdagi yuqori kulminasiya nuqtasida yana 180° ga teng bo'ladi. Demak, elongasiyaga ega yoritqichlarda azimutning o'zgarishi elongasiyaga ega bo'lmagan yoritqichlardagiga nisbatan murakkabroq qonuniyatda o'zgaradi. Yuqorida ko'rganimizdek, elongasiya g'arbiy va sharqiy bo'ladi. *G'arbiy elongasiyada* yoritqich azimuti minimal qiymatga, *sharqiy elongasiyala* esa maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Shimoliy yarim sharda turgan kuzatuvchi uchun og'ishi kuzatish joyi kengligidan katta, ya'ni $\delta > \varphi$ shartini qoniqtirgan yoritqichlar elongasiyaga ega bo'ladi.

Elongasiya momentida yoritqich vertikalining uning sutkalik paralleliga urinadi demak, *yoritqichning og'ish doirasi va vertikal o'zaro perpendikulyar bo'ladi*. Ya'ni $PZ\sigma$ uchburchakdagi q paralaktik burchak 90° ga teng bo'ladi (27-shakl). Elongasiyalarda yoritqichning vertikalining uning sutkalik paralleliga uringani uchun yoritqich zenit masofasining o'zgarishi vaqtga proporsional bo'lib, azimuti esa amalda katta bo'lmagan vaqt oraliq'ida o'zgarishsiz qoladi. Shu sababdan yoritqichlarni elongasiyalardagi holatini kuzatish geodezik astronomiyada yer sirtidagi punkt koordinatalarini aniqlash va asbobning ba'zi doimiy qiymatlarini aniqlash uchun qo'llaniladi.

$$\cos t = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \delta} \quad (40) \quad \cos z = \frac{\sin \varphi}{\sin \delta} \quad (41) \quad \sin \alpha = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi} \quad (42)$$
$$S_W = \alpha + t; \quad S_E = \alpha - t$$

27- shakl. *Osmon sferasini gorizontalk tekislikdagi proeksiyasi.*

56

Ya'ni: $A_E = 180^\circ + \alpha$, $A_W = 180^\circ - \alpha$,

3. Osmon sferasining sutkalik aylanishi natijasida yori-tqichlarni zenit masofasi va azimuti vaqt funksiyalari bo'lib, uzluksiz o'zgarib boradi. Shu sababdan gorizontalar ma'lum bir vaqt momenti uchun hisoblanadi Agar har bir vaqt birligidagi gorizontalar koordinatalarning o'zgarishlari ma'lum bo'lsa, kuzatishlarni tanlangan yulduz uchun nafaqat uning gorizont koordinatalari hisoblangan momentda, shuningdek o'tib ketgan va kelayotgan vaqt momentlari uchun ham bajarish mumkin.

Gorizontalar koordinatalar o'zgarishini tadqiq qilish uchun vaqt bo'yicha ma'lum momentdagi zenit masofasi va azimutning ko'paytma iboralarini olamiz. *Zenit masofasini* vaqtga bog'liqligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t; \\ t &= s - \alpha \end{aligned} \right\} \quad (45)$$

Vaqt birligidagi zenit masofasining o'zgarishini zenit masofasini vaqt bo'yicha yoki soat burchagiga ko'paytma tarzida ifodalash mumkin. Ushbu ko'paytmani hisoblash maqsadida (45) formulaga tarkibidagi funksiyalarni o'zgaruvchi z , s va t bo'yicha differensiallaymiz. Bu holda α , δ va φ ni doimiy deb hisoblaymiz:

$$\left. \begin{aligned} -\sin z dz &= -\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin t \cdot dt \\ ds &= dt \end{aligned} \right\} \quad (46)$$

Sinuslar teoremasiga muvofiq

$$\cos \delta \cdot \sin t = \sin z \cdot \sin \alpha \quad (47)$$

bo'lgani uchun (46) va (47) tenglamalarni taqqoslab va $-\sin z$ ga qisqartirib quyidagini olamiz

$$dz = \cos \varphi \cdot \sin \alpha \cdot dt \quad (48)$$

$$\text{bundan } \frac{dz}{dt} = \cos\varphi \cdot \sin A$$

yoki $ds=dt$ ligini

$$\frac{dz}{ds} = \cos\varphi \cdot \sin A \quad (49)$$

dz/ds ifodasini nolga tenglab, quyidagi xulosaga kelamiz: *zenit masofasi meridianda* $A=0^\circ$ yoki $A=180^\circ$ *bo'lganda ekstremal qiymatlariga ega bo'ladi*. U yuqori kulminasiyada minimal qiymatga, quyi kulminasiyada maksimal qiymatga ega bo'ladi. Zenit masofasining o'zgarish tezligi meridianda nolga teng bo'ladi, demak. meridianda yoritqich gorizontga parallel tarzda harakat qiladi.

Yoritqichni birinchi vertikalдан o'tishida, ya'ni $A=90^\circ$ yoki $A=270^\circ$ bo'lganda - ifodasining absolyut kattaligi maksimal qiymatga ega bo'ladi va quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\frac{dz}{ds} = \pm \cos\varphi \quad (50)$$

(50) formuladagi musbat ishora yoritqichni birinchi vertikalning g'arbiy qismidan o'tishiga, manfiy ishora esa sharqiy qismidan o'tishga mos keladi. Bu formulaga muvofiq birinchi vertikalдagi barcha yulduzlar ushbu kuzatish joyidagi barcha yulduzlar uchun maksimal va doimiy bo'lgan tezlikda harakat qiladi.

Azimutni vaqtga bog'liqligini «beshta element formulalari» bilan ifodalash mumkin.

$$-\sin z \cdot \cos A = \sin\delta \cdot \cos\varphi \cdot \cos\delta - \sin\varphi \cdot \cos\delta. \quad (51)$$

α , δ va φ larni doimiy deb, (51) formuladagi funksiyalarini o'zgaruvchi z , A , s va t lap bo'yicha differensiallash bilan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$- \cos z \cdot \cos A \cdot dz + \sin z \cdot \sin A \cdot dA = \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin t \cdot dt \quad (52)$$

(52) tenglamadagi dz o'rniga uni (48) formuladagi qiymatini qiyib, $\cos \delta \cdot \sin t$ ko'paytmasi o'rniga uning (47) formuladagi qiymatini qo'yib va tenglamani dt ga bo'lsak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\sin z \cdot \sin \varphi + \cos \varphi \cdot \cos z \cdot \cos A}{\sin z} \quad (53)$$

«Besh element formulasi»ni parallaktik uchburchak $PZ\sigma$ ning $P_0=90^\circ$ – σ tomoniga va q burchagiga qo'llab quyidagiga erishamiz:

$$\cos \delta \cdot \cos q = \sin \varphi \cdot \sin z + \cos \varphi \cdot \cos z \cdot \cos A . \quad (54)$$

Ushbu tenglikning o'ng qismi (68) formulani suratiga mos keladi. Demak,

$$\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= \frac{\sin \delta \cdot \sin q}{\sin z} & \text{yoki} \\ \frac{dA}{ds} &= \frac{\cos \delta \cdot \cos q}{\sin z} \end{aligned} \quad (55)$$

(55) formuladagi q va z qiymatlari uzluksiz o'zgarganligi sababli, azimutni o'zgarish tezligi ham uzluksiz o'zgaradi. Formuladan ma'lumki agar $q=90^\circ$, bo'lsa, $\cos q=0$ va azimutni vaqt bo'yicha bog'liqligi $\frac{dA}{ds}=0$ bo'ladi. Demak, $q=90^\circ$ bo'lganda, azimut o'zining ekstremal qiymatlariga, ya'ni yulduzning meridiandan eng ko'p chetlashishiga, ya'ni elongasiyaga ega bo'ladi. G'arbiy elongasiyada azimut minimal qiymatga, sharqiy elongasiyada esa maksimal qiymatga ega bo'ladi.

Elongasiyaga ega yulduzning parallaktik burchagi q yuqori

kulminasiyada 180° ga teng ($\cos q = -1$) bo'ladi, zenit masofasi esa minimal, ($\sin z = \min$) bo'ladi. Shunday qilib *yuqori kulminasiyadagi azimut o'zgarish tezligi maksimal bo'lib quyidagiga tengdir:*

$$\frac{dA}{ds} = \frac{\cos \delta}{\sin z} \quad (56)$$

quyi kulminasiyada zenit masofasi maksimal ($\sin z = \max$) bo'ladi. Demak, zenit masofasining o'zgarish tezligi yuqori kulminasiyadagi nisbatan kam bo'ladi.

Agar yoritqich elongasiyaga ega bo'lmasa, uning azimuti ekstremal qiymatlarga ega bo'lmaydi, sababi bunday yoritqichlarda q parallaktik burchak doimo 90° dan kichik bo'ladi. Shuning uchun, bunday yoritqichlarning vaqt bo'yicha azimutining ko'paytmasi musbat bo'ladi, ya'ni azimut uzluksiz o'sib boradi. Elongasiyaga zga bo'lmagan yoritqichlar azimuti o'zgarishini batafsil o'rganish uchun (53) formulaga bir oz boshqa ko'rinish beramiz:

$$\frac{dA}{ds} = \sin \varphi + \cos \varphi \cdot \operatorname{ctg} z \cdot \cos A \quad (57)$$

Birinchi vertikalдан o'tishda $A=90^\circ$ yoki $A=270^\circ$ bo'ladi, demak formula quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dA}{ds} = \sin \varphi \quad (58)$$

Ushbu formuladan *berilgay punktda birinchi vertikalidagi azimut o'zgarish tezligi barcha yulduzlar uchun doimiy* degan xulosa kelib chiqadi.

Chiqish va botish nuqtalarida $z=90^\circ$ bo'lgani uchun (57) formulani o'ng qismidagi ikkinchi a'zosi nolga tengdir, demak

$\frac{dA}{ds} = \sin\varphi$, ya'ni *azimutni vaqtga ko'paytmasi yoritqichni birinchi vertikalidagi va gorizontdagi holati uchun tengdir.* (57) formuladan yana quyidagilar kelib chiqadi: yuqori kulminasiyada ($A=0^\circ$) bo'lganda formula o'ng qismining ikkinchi a'zosi musbat bo'ladi, demak, azimug o'zgarish tezligi maksimal bo'ladi, quyi kulminasiyada ($A=180^\circ$) bo'lganda ikkinchi a'zo manfiy bo'ladi, demak azimut o'zgarish tezligi minimal bo'ladi.

Azimut va zenit masofasini kichik vaqt oralig'i Δs da o'zgarishini hisoblash uchun (49) va (57) formulalardagi differensiallarni oxirgi o'zgartishlar bilan almashtirib burchak minutlarida ifodalaymiz.

$$\Delta z' = \pm 15 \cdot \cos\varphi \cdot \sin A \Delta s'' \quad (59)$$

$$\Delta A' = 15 \cdot (\sin\varphi \cdot + \cos\varphi \cdot \operatorname{ctgz} \cdot \cos A) \Delta s'' \quad (60)$$

Birinchi vertikal uchun (59) va (60) formulalar quyidagicha ifodalanadi

$$\Delta z' = \pm 15 \cdot \cos\varphi \cdot \Delta s'' \quad (61)$$

$$\Delta A' = 15 \cdot \sin\varphi \cdot \Delta s'' \quad (62)$$

(59)-(62) formulalarda $\Delta s = l^m$ deb, bir vaqt minuti uchun zenit masofasi va azimut o'zgarishini olamiz:

$$\Delta z' = \pm 15 \cdot \cos\varphi \cdot \sin A \quad (63)$$

$$\Delta A' = 15 \cdot (\sin\varphi + \cos\varphi \cdot \operatorname{ctgz} \cdot \cos A) \quad (64)$$

Birinchi vertikal uchun

$$\left. \begin{aligned} \Delta z' &= \pm 15 \cdot \cos\varphi \\ \Delta A' &= 15 \cdot \sin\varphi \end{aligned} \right\} \quad (65)$$

(59)-(65) formulalar amaliyotda azimut va zenit masofasi orttirmalarini aniqlashdagi efemeridallarni hisoblashda qo'llaniladi. Bu formulalar asosida 10^m lik vaqt intervalidagi zenit masofasi orttirmalari jadvalini oson tuzish mumkin.

Tayanch iboralar: Neper-Modyu qoidasi, yoritqich harakati, yoritqichlar elongshasiyasi, yoritqichning birinchi vertikalidan o'tishi, azimutni vaqtga bog'liqligi.

Nazorat savollari

- 1. Yoritqichlarni birinchi vertikalidan o'tish momentlari va bu momentlarda zenit masofasi qanday aniqlanadi?*
- 2. Yoritqich elongasiyasi haqida tushuncha, yoritqichlarni elongasiyadagi xolat va momentlari qanday aniqlanadi?*
- 3. Yoritqichning zenit masofasi va azimutlarini differensial o'lchashni tushuntiring.*

8 – MA'RUZA: VAQT O'LCHASH

REJA:

1. Astronomiyada vaqt o'lchash tushunchasi..
2. Yulduz vaqti.
3. Haqiqiy quyosh vaqti.
4. O'rta quyosh vaqti.

Vaqt o'lchash astronomiyaning asosiy masalalaridan biridir. Sferik koordinata tizimlarini o'rganishda yoritqich gorizontal koordinatalari (z va A) va birinchi ekvatorial koordinata tizimidagi soat burchagi t vaqt funksiyalari bo'lib, osmon sferasining aylanma harakati natijasida uzluksiz o'zgarishlarini ko'rdik. Shu sababdan yoritqichning holatini bildiruvchi koordinatalarni aniqlashda ushbu koordinatalarga taalluqli vaqt momentlarini ko'rsatish kerakdir.

a va δ ekvatorial koordinatalari hamda b va l ekliptika koordinatalari osmon sferasining sutkalik aylanishiga bog'liq emas, ammo ular ham vaqt o'tishi bilan boshqa refraksiya, aberrasiya, parallaks kabi salbiy faktorlar ta'sirida o'zgaradi. Ushbu salbiy faktorlar haqida keyingi qismda to'liq to'xtalamiz.

Ko'p holda yoritqichning chiqishi va botishi, elongasiyasi, meridiandan o'tishi, Quyosh yoki Oy tutilishi kabi osmon holatlaridagi vaqt momentini aniqlash zaruriyati tug'iladi. Vaqtni o'lchash uchun *vaqt o'lchash birligi* va *sanoq tizimini* belgilash zarur. Vaqt o'lchash birligini ixtiyoriy tanlash mumkin, ammo u doimiy va amaliyotda qo'llashga qulay bo'lishi zarur. Agar o'lchash birligi doimiy bo'lmasa, uning o'zgarish qonuniyati ma'lum bo'lishi kerak.

Istalgan davriy qaytariluvchi jarayon vaqt o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Ushbu jarayonning bir yoki bir nechta

davrlarini davom etish oralig'i vaqt o'lchash birligining etaloni tarzida qabul qilinadi. Hozirgi kunda vaqt birligining etalonini olish uchun quyidagi doiraviy jarayonlar olinadi:

- Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi;
- Yerni Quyosh atrofida aylanishi;
- ba'zi moddalarni bir energetik holatdan ikkinchisiga o'tishida, modda atomlari yoki molekulalarining yutayotgan yoki tarqatayotgan elektromagnit tebranishlari.

Inson hayoti yerning sutkalik aylanishi bilan chambarchas bog'liqdir, shu sababdan ushbu jarayon dunyo vaqti deb nomlanuvchi vaqt birligini olishda qo'llaniladi.

Yerni o'z o'qi atrofida bir marta aylanish davri *sutka* deyiladi. Sutka dunyo vaqtining o'lcham birligi bo'lib, uning qisqaroq oraliklarini o'lchash uchun sutka 24 soat(h)ga, bir soat 60 minut (m)ga, minut 60 sekund (s) ga, sekundlar esa sekundning undan bir, yuzdan bir, mingdan bir qismlariga bo'linadi. Uzoq vaqtgacha bu etalon vaqt o'lchash uchun doimiy qiymat deb hisoblab kelingan. XX asr o'rtasida olimlar yerning o'z o'qi atrofidagi harakati notekis ekanligini isbotlaganlar, demak sutkalar vaqti doimiy emasdir. Ammo yerning o'z o'qi atrofida notekis aylanish jarayonidagi chetlashishlarni aliqlash va hisobga olish mumkin. Sutkalar nisbatan qisqa vaqt oralig'ini ifodalaydi. Katta vaqt oralig'ini o'lchash uchun Yerni Quyosh atrofida aylanib chiqish davri ishlatiladi. Yerning Quyosh atrofidagi harakatini Quyoshni ekliptika bo'yicha ko'rinuvchi harakati aks ettiradi.

Quyosh markazini bahorgi tengkunlik nuqtasidan o'tishlari vaqt oralig'i tropik *yil* deyiladi. Tropik yil katta oraliqlardagi vaqtlarni o'lchashda asosiy o'lchov birligi bo'lib, bir tropik yilda 365,2422 ta o'rta quyosh sutkasi bor.

Quyosh markazini o'zining ko'rinuvchi yillik harakati

davomida Yerni atrofida to'liq aylanib yulduzlarga nisbatan dastlabki holatiga qaytish vaqt oraligi *yulduz yili* yoki *siderik yil* deyiladi. Bir yulduz yilida 365,2564 ta o'rta quyosh sutkasi bor.

Yer harakati nazariyasida tropik va siderik yyllardan tashqari *anomolistik yil* ham bor. Bu yil Yerni orbitasi bo'yicha Quyoshga eng yaqin bo'lgan nuqtasidan ya'ni perigeydan ketma-ket o'tish vaqt oralig'idir. Anomolistik yilda 365,2596 ta o'rta quyosh sutkasi bor.

Kalendar tizimlarini tuzishda oy deb nomlanuvchi vaqt birligi ko'llaniladi. Oy davom etishining bir nechta turlari bo'lishi mumkin: *sinodik*, *siderik*, *tropik* va *anomolistik* oy.

Ketma-ket bir xil nomdagi oy fazalari o'rtasidagi 29,5306 o'rta Quyosh sutkasiga teng vaqt oralig'i *sinodik* oy deyiladi.

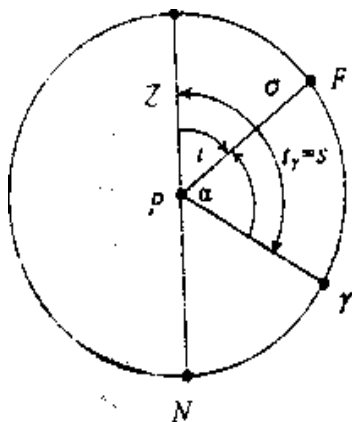
Har qanday harakat nisbiy bo'lgani uchun Yerning sutkalik yoki yillik harakatini ham Yerdan tashqarida uning harakatida ishtirok etmagan boshqa jism yoki nuqtaga nisbatan kuzatish mumkin. Bu maqsaddagi qo'zg'almas nuqta osmon sferasi bilan bog'liq bo'lishi kerak. Ammo bunday nuqta osmon sferasida yo'q, sababi barcha yulduzlar to'liq o'rganilmagan o'z haraktiga egadir. Shu sababdan yerning o'qi atrofida aylanishini bahorgi teng kunlik nuqtasiga, haqiqiy Quyosh markazi (osmon sferasida biz ko'rayotgan Quyosh diskasining markazi)ga, o'rta ekvatorial Quyosh (haqiqiy Quyoshning ekliptikadagi o'rtacha harakat tezligiga teng tezlikda ekvatorida harakatlanuvta haqiqiy bo'lmagan nuqta)ga nisbatan hisoblanadi. Hisoblanayotgan vaqtlar esa ushbu nuqtalarga mos tarzda: *Yulduz vaqti*, *haqiqiy Quyosh vaqti* va *o'rta Quyosh vaqti* degan nomlarni oladi.

2. Osmon sferasining sutkalik aylanishi doiraviy jarayon bo'lib, yerni o'z o'qi atrofida aylanishining aks etishi ekanligini va bu jarayon vaqt o'lchash uchun asos bo'lishi ma'lum bo'ldi.

Yerni o'z o'qi atrofida yulduzlar va Quyoshga nisbatan

aylanish davri turlichadir. Yulduzlarga nisbatan Yerning bitta to'liq aylanishi Quyoshga nisbatan qisqa vaqtda bo'ladi. Bunga sabab Quyosh ekliptika bo'yicha Yer aylanishining yo'nalishiga mos harakatlanadi. Shu sababdan yulduz vaqti va Quyosh vaqti farqlanadi. Yulduz vaqtida ham va Quyosh vaqtida ham vaqt o'lchash – bu burchak o'lchashlar bo'ladi: buning uchun osmon sferasida nuqta olib, bu nuqtaning og'ish doirasidan o'tuvchi tekislik va osmon meridiani tekisligi orasidagi burchakni o'lchash kerak. Albatta bu burchak kuzatuvchini yerning qaysi qismida turganiga bog'liq bo'ladi.

Barcha yulduzlar o'z harakatiga ega bo'lib, qo'zg'almas yulduz topish imkoniyati yo'q. Shu sababdan *yulduz vaqti uchun sanoq boshi sifatida bahorgi teng kunlik nuqtasi γ olinadi*. Bu nuqta ham qo'zg'aluvchandir, ammo uning harakati yaxshi o'rganilgan va doimo uni inobatga olish mumkin. *Ma'lum bir punkt meridianida Bahorgi teng kunlik nuqtasining ketma-ket keluvchi yuqori (yoki quyi) kulminasiyalari oralig'idagi vaqt yulduz sutkasi* deyiladi. Yulduz sutkasi 24 yulduz soatiga, yulduz soati 60 yulduz minutiga, yulduz minuti esa 60 yulduz sekundiga bo'linadi. Bir yulduz sutkasida 86 400 yulduz sekundi bor.



28- shakl. *Osmon sferasini ekvanorial tekislikdagi proeksiyasi.*

Yulduz sutkasining boshlanishi deb bahorgi tengkunlik nuqtasining yuqori kulminasiya momenti olinadi. Bu momentda nuqtaning soat burchagi nol, yulduz vaqti esa $0^h0^m0^s$ bo'ladi. Bahorgi tengkunlik nuqtasi osmon sferasi bilan o'zgarmas o'zgarmas holda bog'liq bo'lgani uchun va Yerning notekis aylanishini vaqtincha inobatga olmagan holda γ nuqtaning sutkalik harakati bir maromda bo'ladi deyish mumkin. Har bir yulduz soati davomida γ kuzatish punktining osmon meridianidan 15° ga uzoqlashadi va uning soat burchagi 15° ga orta boradi. Shu sababdan bahorgi tengkunlik nuqtasining soat o'lchamida ifodalangan soat burchagi t_γ yulduz sutkasi boshidan berilgan momentgacha o'tgan vaqtning o'lchovi hisoblanadi.

Yulduz sutkasini boshlanishidan to istalgan boshqa momentgacha o'tgan bahorgi tengkunlik holatini aniqlovchi hamda yulduz soati, minuti va sekundlarida ifodalangan vaqt *yulduz vaqti* deyiladi va s harfi bilan belgilanadi. Yulduz vaqti s son jihatdan bahorgi tengkunlik soat burchagini soat o'lchamida ifodalanganiga tengdir (28-shakl) ya'ni

$$s = t_\gamma \quad (66)$$

Agar bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi t_γ gradus o'lchamida ifodalangan bo'lsa, mahalliy yulduz vaqtini olish uchun gradus va soat birliklari orasidagi munosabatdan foydalanib, t_γ ning gradusli ifodasini soat o'lchamiga o'tkazish mumkin.

Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlarini bog'liqligini ko'rganimizda bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi yoritqichning to'g'ri chiqishi α va soat burchagi t larning yig'indisiga tengligini bilgan edik. 33-shaklda osmon sferasini ekvatorial tekislikdagi proyeksiyasi ko'rsatilgan. $SF\gamma N$

- osmon ekvatori, SZN -osmon meridiani proyeksiyasi, P σ F - yoritqich og'ish doirasi proyeksiyasi va R γ - bahorgi tengkunlik nuqtasining og'ish doirasini proyeksiyasidir. Shakldan ko'rinadiki

$$t_{\gamma} = \alpha + t \quad (67)$$

Demak, (66) formuladagi $t_{\gamma} = s$ ekanligi uchun

$$s = \alpha + t \quad (68)$$

Ya'ni, *yer sirtidagi istalgai nuqtada istalgan momentdagi yulduz vaqti qiymatan yoritqichning to'g'ri chiqishi va soat burchagining yig'indisiga* teng bo'ladi.

Yuqori kulminasiya momentida yoritqichning soat burchagi $t=0$) bo'ladi, demak

$$s = \alpha \quad (69)$$

Ya'ni, yoritqichning yuqori kulminasiya momentida yulduz vaqti qiymatan ushbu yoritqichning to'g'ri chiqishiga teng bo'ladi.

Yoritqichning quyi kulminasiya momentida uning soat burchagi $t=12^h$ bo'ladi, demak

$$s = \alpha + 12^h \quad (70)$$

Ya'ni yoritqichning quyi kulminasiya momentida yulduz vaqti qiymatan ushbu yoritqichning to'g'ri chiqishiga 12^h ni qo'shilganiga teng. Agar (70) formuladagi $(\alpha + 12^h)$ yig'indi 24^h dan oshib ketsa, ushbu formulaning o'ng qismidan 24^h ni olish kerak.

Yulduz vaqti astronomik kuzatishlar va turli ilmiy masalalar yechish uchun qulay, ammo kundalik hayot va ba'zi ilmiy tadqiqotlarda noqulaydir. Inson hayotidagi kun tartibi asosan, osmon sferasidagi Quyoshning ko'rinishiga muvofiq keladi.

Yulduz sutkasining boshi, ya'ni 0^b yulduz vaqti Quyosh sutkasining turli momentlariga mos kelib, ba'zan kunga, ba'zan tunga to'g'ri keladi. Bu noqulaylik sababli kundalik hayotda Quyosh bo'yicha vaqt o'lchash asos hisoblanadi.

3. Quyosh bo'yicha vaqt o'lchashda Yerni o'z o'qi atrofida aylanishni hisoblash uchun bosh nuqta sifatida *haqiqiy Quyosh* deb ataluvchi quyosh diskasining markazi olinadi. Haqiqiy Quyosh diskasi markazining yuqori va quyi kulminasiya momentlari *haqiqiy yarim kun* (tush vaqti) *haqiqiy yarim tun* deyiladi.

Ma'lum punktning osmon meridianida, haqiqiy Quyoshni bir xil nomdagi ketma-ket keluvchi ikkita kulminasiyalarining orasidagi vaqt *haqiqiy quyosh sutkasi* deyiladi. 1925 yilgacha astronomiyada haqiqiy quyosh sutkasining boshlanishi sifatida haqiqiy Quyoshning yuqori kulminasiya momenti olinardi. Bunday hisob astronomik kuzatishlar uchun qulay edi, ammo kundalik turmushda sana o'zgarishi tushlik vaqtiga to'g'ri kelishi noqulaylik tug'diradi. Shu sababdan 1925 yil 1 yanvardan boshlab *haqiqiy quyosh sutkasining boshlanishi haqiqiy Quyoshning quyi kulminasiya momenti ya'ni yarim tun* deb qabul qilingan. Bu momentda *haqiqiy quyosh vaqti* $0^h 0^m 0^s$ bo'lib, *haqiqiy quyoshning soat burchagi* esa 12^h bo'ladi. *Haqiqiy quyosh sutkasi* 24 haqiqiy quyosh soatiga, bir haqiqiy quyosh soati 60 haqiqiy minutga va haqiqiy minut esa 60 haqiqiy quyosh - sekundiga tengdir.

Ma'lum punkt meridianidagi istalgan momentning *haqiqiy quyosh vaqti* m_0 soat o'lchamida ifodalangan haqiqiy quyosh soat burchagiga 12^h ni qo'shilganiga tengdir, ya'ni

$$m_0 = t_0 + 12^h \quad (71)$$

Shunday qilib, istalgan momentdagi haqiqiy quyosh vaqtini

aniqlash uchun ushbu momentdagi kuzatishlardan haqiqiy quyosh soat buchagini olish yetarlidir. Haqiqiy quyosh vaqti m^o amaliy maqsadga yaramaydi. Bunga ikkita sabab bor.

1-sabab: *Quyoshning ko'rinuvchi harakatini ekliptika bo'yicha notekisligi*. Bu notekislik Yerning orbitasi bo'yicha notekis harakati, ya'ni perigeydagi maksimal va apogeydagi minimal tezlikda harakat qilishi natijasidir. Quyoshning ekliptikadagi notekis harakati tufayli uning soat burchaklari ham notekis bo'ladi.

2-sabab: *Ekliptikani osmon ekvatoriga og'ishidir*. Yil davomidagi Quyosh og'ishi quyidagi oraliqda bo'ladi:

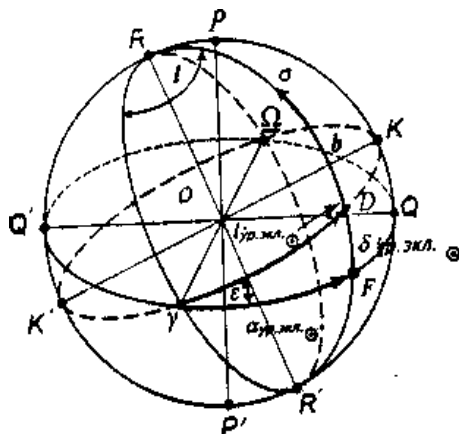
$$-23^{\circ}27' \leq \delta_0 \leq +23^{\circ}27'.$$

Ekliptikani ekvatorga og'ishi natijasida ekvatorga tushuvchi bir xil ekliptika yo'ylarining proyeksiyalari o'zaro teng bo'lmaydi. Shu sababdan ekvatoridan hisoblanuvchi Quyoshning soat burchaklari notekis" o'zgaradi. Bu aytilgan ikkita faktor natijasida haqiqiy sutkaning davomiyligi yil davomida o'zgarib boradi. Haqiqiy sutkaning o'tish vaqtini farqi 50^s gacha boradi (24^h 00^m 30^s dan 23^h 59^m 39^s gacha).

4. Haqiqiy quyosh sutkasi doimiy bo'lmay, qishda (yanvarda) uzun, yozda (iyulda) qisqarok bo'lgani uchun vaqt o'lchash birligiga qo'yilgan talabini qoniqtirmaydi. Zamonaviy kundalik hayot uchun vaqtni aniqroq belgilovchi vaqt o'lchovi kerak.
5. Quyosh bo'yicha takomillashgan vaqt o'lchash tizimini yaratish uchun *o'rta ekvatorial quyoshga* mos vaqt o'lchash tizimi qo'llaniladi.

Yerning o'rtacha harakat tezligiga mos, haqiqiy Quyoshning o'rtacha tezligida ekliptika bo'yicha bir tekis harakat qiluvchi qalbaki nuqtani tasavvur qilamiz. Bu nuqta *o'rta ekliptik Quyosh*

deb ataladi. O'rta ekliptik Quyosh haqiqiy Quyosh bilan birgalikda faqat perigey va apogeydan o'tadi, boshqa vaqt momentlarida ular uchrashmaydi. Bunga sabab ularning turli xil tezlikda harakat qilishidir.



29-shakl. O'rta ekliptik quyosh koordinatalari:

$l_{o'rt.ekl}$ – uzoqligi,
 $\alpha_{o'rt.ekl_O}$ – to'g'ri chiqishi,
 $\delta_{o'rt.ekl_O}$ – og'ishi.

Ma'lum bir vaqt oralig'i uchun o'rtacha ekliptik Quyoshning uzoqligi haqiqiy Quyosh uzoqligiga teng bo'ladi, ya'ni

$$l_{o'rt.ekl_O} = (l_O)_{o'rt} \quad (72)$$

Ammo, o'rtacha ekliptik quyoshni qo'llash bilan ham doimiy vaqt birligiga erishmaymiz. Bunga sabab haqiqiy quyoshga vaqtidan ma'lum bo'lgan ikkita salbiy faktorning faqat bittasini ya'ni – Quyosh notekis harakatini ta'siri yo'qoladi. Ikkinchi faktor ya'ni osmon ekvatorini ekliptikaga og'ishi o'rta ekliptik quyoshning to'g'ri chiqishi ($\alpha_{o'rt.ekl_O}$) ni notekis o'sishiga, demak uning soat burchagi ($t_{o'rt.ekl_O}$) ni notekis o'zgarishiga olib keladi (29-shakl).

O'rta ekliptik quyoshning soat burchagini notekis o'zgarishi natijasida u aniqlovchi vaqt ham notekis o'sib boradi.

O'rta ekliptik quyosh og'ishi ($\delta_{o'rt.ekl_O}$)ning o'zgaruvchan ta'sirini yo'qotish maqsadida haqiqiy bo'lmagan boshqa nuqtani olamiz. Bu nuqta ekvator bo'ylab bir tekis harakat qiladi va uni *o'rta ekvatorial quyosh* deb ataymiz. O'rta ekvatorial quyosh o'rta ekliptik quyosh bilan quyidagi shartlarda bog'liqdir:

- o'rta ekvatorial quyosh ekvator bo'ylab o'rta ekliptik quyoshni ekliptikdagi tezligiga teng tezlikda harakat qiladi;
- bahorgi va kuzgi tengkunlik nuqtalaridan ular bir vaqtda o'tai.

Demak, o'rta ekvatorial quyoshning to'g'ri chiqishi doimo o'rta ekliptik quyoshning uzoqligiga yoki haqiqiy quyoshning o'rtacha uzoqligiga teng bo'ladi, ya'ni

$$\alpha_{o'rt.ekl_O} = l_{o'rt.ekl_O} = (l.o)_{o'rt} \quad (72^*)$$

O'rta ekvatorial quyosh ekvator bo'ylab bir maromda harakat qilgani sababli. uning soat burchagi ($t_{o'rt.ekl_O}$) vaqtga proposional tarzda ko'payib boradi. Shuning uchun, o'rta ekvatorial quyosh vaqt o'lchashlarda qo'llanishi mumkin. O'rta ekvatorial quyoshni kuzatish nuqtasining meridianidagi yuqori kulminasiya momenti *o'rta yarim kun*, quyi kulminasiya momenti *o'rta yarim tun* deyiladi. 1925 yil 1 yanvargacha *o'rta quyosh sutkasining boshlanishi* deb o'rta ekvatorning yuqori kulminasiya momenti, ya'ni yarim kun olingan. 1925 yil 1 yanvardan boshlab o'rta quyosh sutkasini boshlanishi sifatida o'rta yarim tun olinadi.

O'rta quyosh sutkasi deb o'rta ekvatorial quyoshni kuzatish nuqtasining meridianidagi ikkita ketma-ket keluvchi yuqori kulminasiya momentlari ya'ni *yarim tunlar oralig'idagi vaqtga aytiladi*. O'rta quyosh sutkasi 24 o'rta soatga, o'rta quyosh soati 60 o'rta minutga, o'rta quyosh minuti 60 quyosh sekundiga bo'linadi. O'rta ekvatorial quyoshning quyosh kulminasiyasi ya'ni yarim tunda o'rta quyosh vaqti $0^h0^m0^s$, o'rta ekvatorial

quyoshning soat burchagi esa 12^h ga teng bo'ladi. O'rta quyosh sutkasining boshidan to istalgan boshqacha momentgacha bo'lgan vaqt o'rta quyosh soat, minut, sekundlarida ifodalanib, *o'rta quyosh vaqti deyiladi va m bilan belgilaniladi.*

O'rta quyosh vaqti qiymatan o'rta ekvatorial quyoshning soat burchagini soat o'lchamida ifodalanganligiga 12 soatni qo'shilganligiga tengdir, ya'ni

$$m = t_{o'rt.ekl_O} + 12^h. \quad (73)$$

Grinвич o'rta quyosh vaqti *dunyo vaqti* deb ataladi va astronomik yilnomalarda M harfi bilan belgilanadi. Agar o'rta ekvatorial quyoshning soat burchagini Grinвич meridianida $T_{o'rt.ekl_O}$ deb belgilasak,

$$M = T_{o'rt.ekl_O} + 12^h \quad (74)$$

bo'ladi.

Tayanch iboralar: vaqt o'lchash birligi, sanoq tizimi, birlik etaloni, dunyo vaqti, tropik yil, yulduz yili, siderik yil, anomalistik yil, yulduz vaqti, haqiqiy quyosh vaqti, o'rta quyosh vaqti, ekliptik quyosh.

Nazorat saollari

1. *Vaqt o'lchash haqida tushuncha bering.*
2. *Yulduz vaqti va yulduz sutkasi deganda nimani tushinasiz.*
3. *Haqiqiy quyosh sutkasi qanday o'lchanadi?*
4. *O'rta quyosh vaqti va o'rta quyosh sutkasiga ta'rif bering.*

9 – MA'RUZA: VAQTLAR ORASIDAGI MUNOSABAT

REJA:

1. Vaqt tenglamasi.
2. Turli meridianlarda vaqt o'lchash.
3. Yulduz vaqti va o'rta quyosh vaqti orasidagi munosabat.
4. Poyas vaqti.

1. Yulduz vaqti s ning ma'lum bir momentida haqiqiy Quyoshning soat burchagi t , to'g'ri chiqishi α va o'rta ekvatorial Quyoshning soat burchagi t_0 , to'g'ri chiqishi α_0 bo'lsin. 63, formula asosida quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$s = \alpha + t; \quad s = \alpha_0 + t_0,$$

ya'ni $t - t_0 = \alpha - \alpha_0$

Haqiqiy quyosh soat burchagi va o'rta ekvatorial quyosh soat burchaklari orasidagi farq vaqt tenglamasi deyiladi:

$$\eta = t - t_0 = \alpha - \alpha_0 \quad (75)$$

Vaqt tenglamasini bilgan holda, haqiqiy quyosh vaqtdan o'rta quyosh vaqtiga o'tish yoki aksincha o'rta vaqtdan haqiqiy quyosh vaqtiga o'tish mumkin. Agar biror bir meridianda haqiqiy quyosh vaqti m_0 ga teng bo'lsa, ushbu meridian uchun o'rta quyosh vaqti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m = m_0 - \eta. \quad (76)$$

Aksincha haqiqiy quyosh vaqti quyidagiga tengdir:

$$m_0 = m + \eta. \quad (77)$$

2. Ep sirtining istalgan nuqtasidagi s yulduz vaqti ushbu nuqtaning maxalliy yulduz vaqti, m_0 haqiqiy quyosh vaqti esa

mahalliy haqiqiy quyosh vaqti va m o'rta Quyosh vaqti – mahalliy o'rta quyosh vaqti yoki mahalliy o'rta vaqt deb ataladi. Yer sirtidagi har qanday nuqtada o'zining mahalliy vaqti aniqlanadi. *Bir geografik meridianda joylashgan nuqtalar bir vaqt momenti uchun aniqlangan bir nomdagi mahalliy vaqtlar qiymatan o'zaro teng bo'ladi.*

Yer sirtidagi turli geografik meridianlarda joylashgan A va V nuqtalar uchun bir fizik momentdagi bir nomdagi mahalliy vaqtlarining farqini ko'rib chiqamiz.

1-holat. A, V punktlarining geografik uzoqliklari λ_A va λ_V bo'lib, ikkala punkt ham Grinvich meridianidan sharqda joylashgandir.

Biz geografik va osmon sferik koordinata tizimlari orasidagi borliqlik mavzusini o'rganganimizda, Yer sirtidagi punktlar uzoqliklarini farqi ushbu punktlarda bir fizik momentlarda kuzatilgan yoritqich soat burchaklarini farqiga tengligini, ya'ni $t_A - t_V = \lambda_A - \lambda_V$ ekanligini ko'rgan edik. Ushbu iborani vaqt o'lchashda qo'llanadigan nuqtalarning soat burchagiga qo'llab quyidagiga erishamiz:

$$\begin{aligned} t_{\gamma A} - t_{\gamma V} &= \lambda_A - \lambda_V \\ t_{OA} - t_{OV} &= \lambda_A - \lambda_V \\ t_{o'rt.ekl_{OA}} - t_{o'rt.ekl_{OV}} &= \lambda_A - \lambda_V \end{aligned} \quad (78)$$

$t_{\gamma} = s, t_O + 12^h = m$ va $t_{o'rt.ekl_{O\gamma}} + 12^h = m$ ekanligini inobatga olgan holda va bu tengliklarni (78) iboraga qo'ysak quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} s_A - s_V &= \lambda_A - \lambda_V \\ m_{OA} - m_{OV} &= \lambda_A - \lambda_V \\ m_A - m_V &= \lambda_A - \lambda_V \end{aligned} \quad (79)$$

Demak, Yer sirtidagi turli meridianlarda joylashgan

punktlarda bir fizik momentlarda aniqlangan bir xil nomdagi (yoki yulduz, yoki haqiqiy quyosh, yoki o'rta quyosh) mahalliy vaqtlarning farqi qiymatan ushbu punktlarni soat o'lchamida ifodalangan geografik uzoqliklarini farqiga tengdir.

Astronomiyada geodeziyadagi kabi geografik uzoqlikning boshi sifatida grinvich meridiani alohida ahamiyatga egadir. Shu sababdan boshqa meridianlardan farqli tarzda Grinvich meridianining mahalliy vaqtlari bosh harflar bilan belgilanadi, ya'ni S – *grinvich yulduz vaqti*; M_O – *grinvich haqiqiy quyosh vaqti*; M – *grinvich o'rta quyosh vaqti* bo'ladi.

Grinvich meridianining o'rta quyosh vaqtini dunyo vaqti yoki T_0 – *Dunyo vaqti* deyiladi. Istalgan punktning mahalliy o'rta quyosh vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$m = T_0 + \lambda \quad (80)$$

2-holat. B nuqtamiz Grinvichda ya'ni $\lambda_B = 0$, A nuqta esa Yerning grinvichdan boshqa istalgan meridianida joylashgan bo'lsa, unda formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned} s - S &= \pm \lambda \\ m_O - M_O &= \pm \lambda \\ m - M &= \pm \lambda \end{aligned} \quad (81)$$

Ushbu formulalardagi musbat ishora Grinvichdan sharqda joylashgan kuzatish punktlarining uzoqligiga, manfiy ishora esa g'arbda joylashgan punktlar uzoqligiga mos bo'ladi. (81) – formuladan quyidagicha xulosa qilish mumkin. *Grinvichdan boshqa punktning soat o'lchamidagi geografik uzoqligi mahalliy vaqt va Grinvich vaqtlarini farqiga tengdir.*

Agar Grinvichdan boshqa punktlardagi mahalliy vaqt va uzoqlik ma'lum bo'lsa, (81) - formula orqali Grinvich vaqtini aniqlash mumkin.

$$S = s \pm \lambda$$

$$\begin{aligned} M_O &= m_O \pm \lambda \\ M &= m \pm \lambda \end{aligned} \quad (82)$$

Sana o'zgarish chegarasi Grinvich meridianidan 180° da joylashgan meridian bo'ylab yoki unga yaqin chiziqli orqali o'tkaziladi.

3. Avvalgi mavzulardan ma'lumki, astronomiyada qisqa vaqt oralig'ini o'lchash uchun ikkita birlik qo'llaniladi:

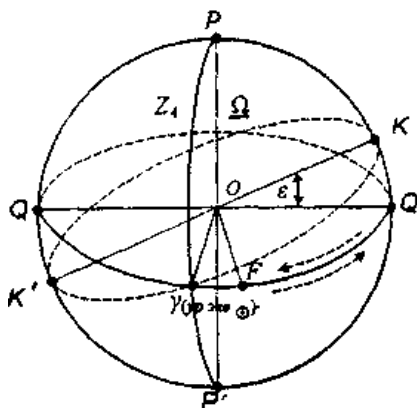
1) berilgan punkt meridianidagi bahorgi teng kunlikni ikkita ketma – ket keluvchi yuqori kulminasiyalari oralig'idagi vaqt, ya'ni *yulduz sutkasi*;

2) berilgan punkt meridianidagi o'rta ekvatorial quyoshning ikkita ketma-ket keluvchi quyi kulminasiyalari oralig'idagi vaqt, ya'ni *o'rta quyosh sutkasi*.

Quyosh o'zining yillik ko'rinma harakati natijasida yulduzlarga nisbatan osmon sferasini sutkalik aylanishiga qarama-qarshi siljiydi. Yulduz sutkasi o'rta quyosh sutkasiga nisbatan 4^m ga qisqaroq bo'ladi. Ushbu masalani batafsilroq ko'rib chiqamiz.

O'rta ekvatorial Quyosh 21 martda bahorgi tengkunlik nuqtasi γ dan o'tadi. Demak, bu kuni Z_A zenitiga ega yer sirtidagi A nuqtasida o'rta ekvatorial quyosh va bahorgi teng kunlik nuqtasi birgalikda $PZ_{AP'}$ osmon meridiani orqali yuqori kulminasiyada o'tadi, ya'ni ushbu meridian uchun yulduz sutkasining boshlanishi o'rta yarim kunlik bilan mos tushadi.

A nuqta bahorgi tengkunlik nuqtasiga nisbatan Yerni to'liq aylanib chiqqach, 22 martda qaytadan $PZ_{AP'}$ meridianiga keladi (30-shakl). Natijada bir yulduz sutkasi tugaydi. Shaklda ko'rinib turgan yillik ko'rinma harakatning yo'nalishi osmon sferasining sutkalik aylanishi yo'nalishiga qarama-qarshidir. Shu sababli Quyosh ushbu sutka davomida bahorgi teng kunlik nuqtasidan



30- shakl. O'rta quyosh
sutkasi va yulduz
sutkasining farqi.

taxminan $1^\circ \left(\frac{360}{365624244} \right)$ ga teng γ_F yoyiga siljiydi. Natijada

yulduz sutkasini tutash momentida Quyosh $PZ_A P'$ meridianidan $\cup F \gamma$ masofasida uzoqlashgan bo'ladi. Yangi o'rta yarimkun boshlanishi uchun osmon sferasi o'rta ekvatorial Quyoshning sutka davomida bosib o'tuvchi yeyiga mos keluvchi γOF burchagiga burilishi kerak. Demak, o'rta quyosh sutkasi yulduz sutkasiga nisbatan uzunrokdir. Bu uzunlik osmon sferasini Quyoshning bahorgi tengkunlik nuqtasidan bir sutka davomida chetlashishini o'lchovchi burchak γOF ga burilishi uchun kerakli vaqt oralig'iga tengdir.

O'rta quyosh vaqt biriligidan yulduz vaqtiga o'tish

O'rta ekvatorial quyosh ekvator bo'ylab bir tekis harakat qilganligi sababli chorak yilda 90° ga teng $\cup F \gamma$ ni bosib o'tadi va o'rta quyosh sutkalari ularga mos keluvchi yulduz sutkalariga nisbatan 6 yulduz soatiga kech tugaydi. Yarim yildan so'ng quyosh kuzgi tengkunlik Ω nuqtasiga keladi va o'rta quyosh sutkalari yulduz sutkalariga nisbatan 12 yulduz soatiga kech tugaydi, ya'ni $1/2$ yulduz sutkasiga kech tugaydi. To'liq yil davrida o'rta ekvatorial quyoshning kechikishi 24 yulduz soatiga

ya'ni bir yulduz sutkasiga to'g'ri keladi. Demak, *bir tropik yildagi* o'rta quyosh sutkalari yulduz sutkalariga nisbatan bir sutkaga kamroq bo'ladi, *ya'ni* 365,2422 o'rta quyosh sutkalari 366,2422 yulduz sutkalariga teng bo'ladi. Bundan quyidagi munosabatlarni olishimiz mumkin:

1 o'rta quyosh sutkasi $\left(\frac{365,2422 + 1}{365,2422} \right)$ yulduz sutkasiga teng, yoki 1 o'rta quyosh sutkasi $(1+\mu)$ yulduz sutkasiga tengdir, bu yerda $\mu = \frac{1}{365,2422} = 0,00274$.

Xulosa qilsak, o'rta quyosh sutkalari yulduz sutkalariga nisbatan 0,00274 yulduz sutkasiga yoki $3^m56,555^s$ yulduz vaqt birligiga uzoqroqdir.

Ya'ni bir o'rta quyosh sutkasi $24^h + 3^m56,555^s$ yoki $24^h03^m56,555^s$ yulduz vaqt birligidir. Shu asosda quyidagilarni yozishimiz mumkin:

- 1 o'rta quyosh soati $1^h00^m0,9856^s$ vaqt birligiga teng;
- 1 o'rta quyosh minuti $1^m00,164^s$ yulduz vaqt birligiga teng;
- 1 o'rta quyosh sekundi $1,003^s$ yulduz vaqt birligiga teng.

Umuman olganda, o'rta quyosh vaqt birligi m da $m(1+\mu)$ yulduz vaqt birligi bor. Yulduz vaqt birligidagi vaqt oralig'ini s bilan ifodalasak, ushbu oraliqni o'rta quyosh vaqt birligi m bilan ifodalasak o'rta vaqt birligidan yulduz vaqt birligiga o'tish formulasiga ega bulamiz:

$$s = m(1+\mu) = m + m\mu. \quad (83)$$

Formuladagi $m\mu$ iborasi o'rta vaqt birligidan yulduz birligiga o'tish reduksiyasi deyiladi. Demak o'rta quyosh birligida ifodalangan vaqt oralig'ini yulduz vaqt birligiga o'tkazish uchun unga $m\mu$ reduksiyasini qo'shish kerak. $m\mu$ reduksiyasining qiymatlari astronomik yilnomalardan m qiymati asosida olinadi.

Yulduz vaqt birligidan o'rta quyosh birligiga o'tish. Yulduz birligida ifodalangan vaqt oralig'ini o'rta quyosh birligiga o'tkazish uchun quyidagi tenglikni yozishimiz mumkin:

$366,2422$ yulduz sugkasi $= 365,2422$ o'rta quyosh sutkasi.

Bu tenglikdan quyidagi iborani olamiz:

$$1 \text{ yulduz sutkasi} = \left(\frac{366,2422 - 1}{366,2422} \right) \text{o'rta quyosh sutkasi,}$$

yoki

$1 \text{ o'rta yulduz sutkasi} = (1 - v) \text{ o'rta quyosh sutkasi,}$

$$\text{by epda } v = \frac{1}{366,2422} = 0,00273.$$

Xulosa qilsak, *bir yulduz sutkasi o'rta quyosh sutkasiga nisbatan $0,00273$ o'rta quyosh sutkasiga yoki $3^m55,909^s$ o'rta quyosh vaqt birligiga qisqadir.*

Ya'ni:

$1 \text{ yulduz sutkasi} = 24^h - 3^m55,909^s = 23^h56^m04,091^s$ o'rta quyosh vaqt birligi. Shu asosda quyidagi iboralarni yozish mumkin:

- $1 \text{ yulduz soati} = (1^m - 9,830^s) = 59^m50,170^s$ o'rta quyosh vaqt birligi;

- $1 \text{ yulduz minuti} = (1^m - 0,164^s) = 59,836^s$ o'rta quyosh vaqt birligi;

- $1 \text{ yulduz sekundi} = (1^s - 0,003^s) = 0,997^s$ o'rta quyosh vaqt birligi.

Umuman s yulduz vaqt birligida $(1-v)s$ o'rta quyosh vaqt birligi bordir. Demak, yulduz vaqt birligida ifodalangan vaqt oralig'ini quyosh birligidagi ifodasini aniqlash formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$m = s(1 - v) = s - sv. \quad (84)$$

(sv) kupaygmasini yulduz birligidan o'rta quyosh birligiga o'tish

reduksiyasi deyiladi. Astronomik yilnomalarda bu reduksiya yulduz vaqti s qiymati asosida topiladi.

4. Astronomik kuzatishlar natijasida biz kuzatish nuqtasi meridianining mahalliy vaqtlariga ega bo'lamiz. Bir geografik meridianda joylashgan barcha nuqtalarda istalgan bir vaqt momentidagi mahalliy vaqt bir xil bo'ladi. Turli geogpafik meridianlarda joylashgan nuqtalardagi bir xil nomdaga mahalliy vaqtlar bir vaqt momentida turlicha bo'lishini (9)-formulada ko'rgan edik. Ammo turli meridianlardagi o'rta vaqtlarning ayniqsa o'rta quyosh vaqtini turlicha bo'lish farqi amalda noqulaylik tug'diradi. Bu noqulaylik ayniqsa zamonaviy tezyurar naqliyot vositalaridan foydalanishda seziladi.

Bunday noqulaylikni yo'qotish maqsadida XIX asrning oxirida ko'p davlatlarda *poyas vaqti* deb ataluvchi vaqt hisob sistemi qabul qilindi. Bu vaqt sistemasida Yer shari shartli ravishda 15° uzoqliklardagi geografik meridianlar bilan 24 ta soat poyaslariga bo'linadi. Bu meridianlarning har biridan taxminan $7,5^{\circ}$ sharqda va g'arbda shartli vaqt chegarasi o'tadi. Bu chegara geografik meridianga ustma-ust tushmasdan davlat yoki ma'muriy chegaraga mos tarzda va geografik sharoitlarga qarab katta daryo, suv havzalari orqali o'tkaziladi. Bu soat poyasi hududidagi barcha Yer sirtidagi punktlarda bir fizik momentdagi vaqt bir vaqt, ya'ni ushbu poyas o'q meridianining o'rta quyosh vaqti hisoblanadi.

Poyas vaqti deb, ushbu punkt joylashgan vaqt poyasi o'q meridianining mahalliy o'rta quyosh vaqtiga aytiladi. O'q meridianlar hisobi Grinvich meridianidan boshlanadi. Grinvich meridianining o'zi ham nolinchi vaqt poyasining o'q myoridianidir. Grinvichdan sharqdagi vaqt poyasi birinchi poyas bo'lib, uzoqligi 15° ga (yoki bir soatga) ko'proq bo'ladi. Bu poyas *o'rta*

yevropa vaqti deb ham ataladi. Grinvichdan sharqqa qarab, Birinchi vaqt poyasidan keyin keluvchi soat poyasi 2-raqamga ega bo'lib, uning o'q meridanini uzoqligi 30° ga (yoki 2 soatga) teng bo'ladi.

Bir poyasdan ikkinchi qo'shni poyasga o'tilganda, poyas vaqti aniq 1^h ga o'zgaradi. Minut va sekund qiymatlari o'zgarishsiz bo'lib, dunyo vaqti M ga mos ravishda qoladi. Poyasli vaqt hisobida sutkani boshlanishi tarzida ushbu poyas o'q meridianining yarim tuni olinadi.

Poyas raqamini N deb belgilasak, agar N nomerli soat poyasiga mos keluvchi poyas vaqtini T_n bilan belgilasak va 0^h poyasini dunyo vaqti M bilan belgilasak, istalgan poyas vaqti quyidagiga teng bo'ladi:

$$T_n = M + N \quad (85)$$

Ikki punkt poyas vaqtlarining farqi doimo yaxlit soatdan iborat soat poyaslar raqamining farqiga tengdir. Ya'ni:

$$T_{n2} - T_{n1} = N_2 - N_1 \quad (86)$$

λ – sharqiy uzoqlikdagi istalgan punktning poyas vaqti quyidagicha aniqlanadi.

$$T_n - T_0 + N = m - \lambda + N,$$

bu yerda N - istalgan vaqt poyasining raqami, T_0 - dunyo vaqti, m - mahalliy o'rta kuyosh vaqti, λ - punkt uzoqligi.

Dunyo vaqti (82) va (85) formulalariga muvofiq tarzda, quyidagiga tengdir:

$$\left. \begin{array}{l} M = m \pm \lambda \\ M = T_n - N \end{array} \right\} \quad (88)$$

Ushbu iboralar asosida quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$\left. \begin{array}{l} T_n = m + (T \pm \lambda) \\ m = T_n - (T \pm \lambda) \end{array} \right\} \quad (89)$$

Ushbu formulalardagi uzoqlikning musbat ishorasi kuzatish punkti Grinvichdan sharqda joylashishiga, manfiy ishora esa g'arbda joylashishiga mos bo'ladi.

Tayanch iboralar: vaqt tenglamasi, o'rta quyosh sutkasi, o'rta vaqt birligi, poyas vaqti.

Nazorat savollari

1. *Vaqt tenglamasi deb nimaga aytiladi?*
2. *O'rta quyosh sutkasi yulduz sutkasidan nimaga farqlanadi?*
3. *O'rta vaqt birligi yulduz vaqt birligida qanday ifodalanadi?*
4. *O'rta quyosh vaqt birligidan yulduz vaqt birligiga qanday o'tiladi?*
5. *Yulduz vaqt birligidan o'rta quyosh vaqt birligiga o'tish qanday bajariladi?*

II-QISM. GEODEZIK ASTRONOMIYA

10 – MA’RUZA: GEODEZIK ASTRONOMIYA FANIDAN UMUMIY MA’LUMOTLAR

REJA:

1. Geodezik astronomiyaning vazifalari;
2. Laplas Azimuti;
3. Kenglik, vaqt va meridian yo’nalishlarini astronomik aniqlashlarning usullari;
4. Astronomik asboblari.

Geodezik astronomiya deb, yoritqichni kuzatish yo’nalishidan azimut va yer yuzidan nuqtalarining geografik koordinatalarini aniqlash usullarini o’rganuvchi astronomik bo’limiga aytiladi.

Referens - ellipsoidiga nisbatan kvazigeoid balandligini aniqlash va referens sistemalar o’qi geodezik koordinatalariga yo’naltirish Yer ellipsoid o’lchamlarini aniqlash, Davlat geodezik shaxobchalariga yo’naltirish, berilgan geodezik vaqtlarini o’rnatishni gravimetrik o’lchashni ta’minlash va geodezik o’lchash natijalari bilan birgalikda azimut va uzoqlik, kengliklarini Astronomik usulda aniqlashlarni o’z ichiga oladi.

Astronomik kuzatishlardan olingan triangulyasiya tomonlari geodezik azimutlari Laplas-azimutlari deyilib, Astronomik geodezik shaxobchalardagi o’lchangan burchaklarni nazorat qilish uchun, geodezik koordinatalar birlik triangulyasiya yo’nalishi uchun xizmat qiladi.

Laplas azimuti burchak o’lchashdagi tasodifiy va sistematik xatolarni bartaraf etish va chegaradan chiqmasligini ta’minlaydi.

Geodezik astronomiya usullari kosmik tadqiqotlarda, kosmik

triangulyasiya bazislarini kurishda, kosmik triangulyasiyada astronomik koordinata punktlarini aniqlashda keng qo'llanilmoqda. Shuningdek ushbu usullarni Yerning sun'iy yo'ldoshi (YeSY) koordinatalari va boshqa kosmik obyektlarni aniqlashda qo'llash mumkin. Har xil muhandislik ishlarini geodezik ta'minlashda, amaliy geodeziyada astronomik koordinatalarni va azimutlarni aniqlashda qo'llanilmoqda.

Osmon sferasi geometriyasidan mu'lumki, geometrik kenglik meridian yo'nalishi NS va maxalliy yulduz vaqtini T bir qancha momentlarini yer yuzasining qaysidir punktlarida aniqlash mumkin, agar osmon sferasidagi zenitning Z holati shu momenta aniqlangan bo'lsa. Haqiqatdan ham, zenitni og'ishi son jihatdan joy kengligiga teng $\delta_z = \varphi$ uning to'g'ri chiqishi, joyning yulduz vaqti $\alpha_z = S$, zenit va kutb orqali o'tuvchi katta aylana osmon meridiani va NS chizig'ini yarim kun uzunligidan aniqlanadi. Yerning sutkalik aylanishidan zenit nuqtalari holatini kuzatish yulduzga nisbatan to'xtovsiz o'zgarib turadi. Osmon fazasidagi har qaysi zenit momentining holati yulduzga nisbatan aniqlanishi mumkin yoki ikki yoritqich minimum masofasi aniq ekvatorial koordinatalar $\sigma_1(\alpha_1, \delta_1)$ va $\sigma_2(\alpha_2, \delta_2)$, yoki ikki vertikal kesishishdan o'tuvchi yoritqich orqali, ya'ni yoritqich azimutlari A_1 va A_2 aniqlanadi.

Ikki yoritqich azimuti yoki o'lchangan zenit masofasi bo'yicha zenit holatini eng aniq hisoblash uchun ularni farqlari 90° ga yaqin bo'lishi kerak, ya'ni yoritqich ikkita bir-biriga perpendikulyar vertikalda kuzatiladi.

Astronomik kengliklarni aniqlashning hamma usullari, vaqt va yo'nalish meridianini **zenitli**, bunda zenit masofasi hamda **azimutli** bunda yoritqichning azimutlarini o'lchashga bo'linadi.

Joydagi narsa va yoritqich orasidagi Q gorizont burchakni o'lchashda va A yoritqich azimutini aniqlashda azimut α

yo'nalishi yerdagi narsaga keltiriladi.

$$a = A + Q$$

kenglikni, vaqtni va azimutni aniqlash har xil usullar bilan analitik asoslash, har qaysi kuzatilayotgan yoritqichda qurilgan PZ δ parallatik uchburchakni yechishdan kelib chiqadi.

Zenitli usullarning asosiy teglamasidan bir necha momentdagi T bog'lovchi o'lchangan kattalikni Z orqali φ kenglik va S vaqtni aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi.

$$\cos Z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t, \quad (\text{II.1})$$

bu yerda $t = s - \alpha = T + u - \alpha$

Yoritqichni tanlash sharti aniqlanayotgan kattalikni tenglashtirilgan qiymatining eng katta vazni prinsipi asosida o'rnatiladi.

Azimutli usulning asosiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\operatorname{ctg} A = \sin \varphi \operatorname{ctg} t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} t \quad (\text{II.2})$$

O'lchangan gorizontallik yo'nalishlarni funksiyasidagi yoritqich azimuti quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$A = N - M_N, \quad (\text{II.3})$$

bu yerda N yoritqichga o'lchangan gorizontallik yo'nalish.

M_N – shimol joyi – shimol yo'nalishga mos keladigan gorizontallik bo'yicha olingan sanoq.

Yoritqich va joydagi narsa orasidagi o'lchangan gorizontallik burchakning Q funksiyasi bo'ladi:

$$A = a - Q \quad (\text{II.4})$$

Shunday qilib, (2) tenglamada uchta no'malum bor:

$$M_N(a), \varphi \text{ va } S(u).$$

Xuddi shunday va zenitli usullarda, bu kattaliklar birgalikda yoki alohida topiladi. Shunday qilib (2) tenglamalar sistemasi chiziqli ko'rinishga keltiriladi, aniqlanayotgan kattaliklar M_N^0 (a_0), φ_0 , u_0 yaqinlashish qiymatlariga ΔM_N (Δa), $\Delta \varphi$, Δu kichik tuzatmalar topiladi.

Kenglikni, uzoqlikni va azimutni aniqlash uchun dala astronomik teodolitlari, zenit-teleskoplari, prizmalı astrolyabiya va passaj asboblari, taxminiy astronomik aniqlashlar uchun har xil aniqlikdagi teodolitlar, dengiz va aviasiya astronomiyasida esa sekstantlar qo'llaniladi. Astronomik kuzatishlar uchun xronometr yoki aniq yuradigan soat asosiy asbob hisoblanadi, ular orqali yoritqichni kuzatish momentlri qayd etiladi.

Geodezik astronomiya amaliyotida eng ko'p qo'llaniladigan astronomik teodolitlar I jadvalda keltirilgan. Ular yoritqichni gorizontali yo'nalishi va zenitli masofalarini aniq o'lchashga yoritqichni almukantarati yoki vertikal orqali o'tishlarini kuzatishlarga mo'ljallangan.

Okulyar mikrometr trubasi yordamida zenit masofalar azimutlardagi kichik farqlarni o'lchash mumkin.

Zamonaviy astronomik teodolitning asoslari: siniq tuzilishli markaziy truba yordamida yoritqichni va zenit masofasidagi narsalarni 0 dan 120^0 gacha kuzatish mumkin; optikaning yaxshiligi, truba ko'rish maydonini katta qismidan foydalanish imkoniyatini beradi, uchta aniq adlak gorizontali o'qqa, vertikal doiraga, trubaning balandlik holati bo'yicha kichik o'zgarishlarini qayd etuvchi – talkottolarga ega; okulyar mikrometr trubasi 7-9 doimiy iplar to'riga ega va ularga perpendikulyar bo'lgan harakatlanuvchan bissektorga; okulyar mikrometr qutisini jami iplar bilan 90^0 ga burish mumkin; ko'rish trubasini hamda gorizontali va vertikal mikrometr sanoq doiralarni elektr yorug'ligi bilan

yulduzlar yurish momentlarini qayd etuvchi yarim avtomatik va
1-jadval

Asosiy texnik ma'lumotlar	Teodolit markalari			
	AU 10	U-5	Vild T-4	DKM-3A
Obyektiv diametri, mm	55	40	60	72
Obyektiv fokus masofasi, mm	450	374	550	510
Trubalarni kattalashishi, yaxlit	45,56	31,41	65	27,46
Trubalarni ko'rish maydoni	54'	55'	1 ⁰	1 ⁰
Okulyar mikrometrlarini bo'linishi, bur.s	115	135-140	90-100	115
Gorizontallimbni diametri, mm	220	175	250	-
Vertikal limbli diametri, mm	135	175	145	-
Gorizontallimbni bo'linishi, bur.min.	5	10	2	10
Mikroskop-mikrometrni bo'linishi, bur.s.	5	10	4	10
Optik mikrometrni bo'linishi, bur.s.	2	5	-	-
Adilaklar bo'linishi, bur. s:	-	-	0,1	0,1
gorizontall o'qdagi	2-2,2	4-5	1	2
vertikal doiradagi	10	3	-	-
talkotto	1,2-2,0	1,5-2,5	1-2	2
Sapf ishchi kesimlari orasidagi gorizontall o'qni uzunligi, mm	252	182	350	-
Sapf diametri, mm	40	28	40	-
Teodolitlarni og'irligi, kg	37	22	49,3	14,2
To'liq komrlekt og'irligi, kg (shtativ, yashiklar bilan)	172	80	125	26

avtomat qo'shimcha moslamalarini o'rnatilganligi: kontaktni ta'minlanganligi kuzatishni kechasi o'tkazishga imkon beradi; krometr, fotoelektr moslamasi, yulduzlarning qiya yurishi kuzatuvchi reduktorli elektromotorlar ham mavjuddir.

Passaj asbobi yoritqichni vertikal orqali o'tishdagi aniq vaqtini, kengligini va azimut yo'nlashini aniqlashga mo'ljallangan. Vaqtni aniqlashda, asbob meridianga, kenglikni aniqlashda – birinchi vertikalga, azimutni aniqlashda – yerdagi narsa vertikaliga yo'naltiriladi.

Asosiy uzoqlik va fundamental shaxobchalarni hamda observatoriyalar va vaqt

xizmatlarida aniq vaqtni aniqlashda passaj asbobi keng qo'llaniladi.

APM-10 Passaj asbobini asosiy texnik ko'rsatkichlari.

Obyektiv diametri, mm100

Obyektiv fokus masofasi, mm.....1000

Trubalarni kattalashishi, yaxlit..... 100,140,200

Kontakt mikrometri vintining bo'linishi, bur.s.82,5

Osma adalakning bo'linishi, bur.s..... 1

Vertikal doiraning aniq sanog'i, bur.min..... 1

Sapf ishchi kesimi orasidagi masofa, mm700

Asbobni og'irligi, kg.....280

Tayanch iboralar: Referens-ellipsoid, kvazigeoid, triangulyasiya, Laplas azimuti, sekstantlar, almukantarat, talkoto, reduktorli elektromotor.

Nazorat savollari:

1. Geodezik astronomiya tushunchasini ayting?
2. Geodezik astronomiyani vazifalari nimalardan iborat?
3. Geografik kenglik deganda nimani tushunasiz?

4. *Azimutli usul tenglamasini yozing?*

11 – MA'RUZA: YORITQICHNING ZENIT MASOFALARINI O'LCHASHNING ASOSLARI

REJA:

1. O'lchash prinsiplari.
2. Zenit masofasini, hisoblash uchun formula.
3. Vaqt radiosignallarini qabul qilish va uzatish.

Astronomik aniqlashlarning zenitli usullarida asosiy o'lchanadigan kattalik yoritqichning zenit masofalaridir. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi natijasida zenit masofalari va yoritqich azimutlari to'xtovsiz ravishda o'zgarib turadi. Shuning uchun, ularning o'lchashlarni ma'lum vaqt hisob sistemasida o'tkazish kerak. Shunday qilib, yoritqichni vizirlash jarayoni umumiy hollarda, asbob trubasi balandligiga harakatsiz o'rnatilgan momentida yoki yoritqichni gorizontal iplar orqali o'tish momentidagi sanoqlari olinishi kerak.

Zenit masofalarining o'zgarish tezligi kichik bo'lganda, gorizontal iplari yoritqichiga yo'naltirish vizirlash usuli qo'llaniladi. Bu yoritqichni meridianga yoki unga yaqin holatiga mos keladi.

Kuzatuvchini shaxsiy xatolarini kamaytirish maqsadida, kuzatish kontakt mikrometri yoki fotoelektr qaydnomadan foydalaniladi.

Yoritqichning zenit masofalarini kuzatish vaqtida astronomik refraksiyani hisobga olish uchun havoning harorati va bosimi o'lchanadi. Yoritqichni zenit masofalarini aniqlashda asbobning vertikal doirasi bir holatdan ikkinchi holatga o'tkaziladi.

Yoritqichning zenit masofalarini astronomik aniqlashlar aniq usullarda 10^0 dan 60^0 gacha o'lchanadi. Xatolarning yuqori

chegarasi refraksiya jadvalidagi xatolarga bog'liq.

Yoritqichning zenit masofalarini hisoblash formulalari quyidagicha:

$$Z' = L - M_z; \quad Z' = M_z - R; \quad Z' = (L - R)/2;$$

$$M_z = (L + R)/2; \quad L = L' + i^{\partial/2}; \quad R = R' + i^{\partial/2}\tau/2 \quad (\text{II.5})$$

$$i^{\partial/2} = (Ch + O') - m$$

(II.5) formuladagi L' va R' vertikal limbdan olingan sanoq, $i^{\partial/2}$ – qiya o'q adilaga vertikal doirasidagi yarim bo'linishlar; Ch va O' – adilak pufakchasi oxirlaridagi sanoqlar; m – adilak ampulasidagi bo'laklar soni (o dan m gacha yozuvlar); $\tau/2$ – adilak shkalasidagi yarim bo'linishlar (bur.s.)

Kuzatishlardagi vertikal limbdan olingan sanoq mikrometr oqularining harakatlanuvchi ipi bilan tuzatiladi.

$$L' = L_0 \pm (M_L - 10^{ob}) R; \quad R' = R_0 \pm (M_R - 10^{ob}) R,$$

bu yerda L_0 va R_0 – limb bo'yicha sanoq (aylanishlarda); $M_L - M_R 10^{ob}$ – mikrometr shkalasi bo'yicha sanoq (aylanishlarda); mikrometr shkalasi uchun shartli nul – punkt sanog'i; R – mikrometr okulyarining aylanish bo'lagi.

Mikrometr tuzatmalari zenit masofalarini oshishi bilan mikrometr sanog'i bo'yicha ko'payish yoki kamayishiga qarab, qo'shiladi yoki ayriladi.

Refraksiya uchun tuzatma kiritilgan, yoritqichning zenit masofasi

$$Z = Z' + \rho, \quad (\text{II.6})$$

bu yerda: $\rho = \rho_0 \gamma B$; ρ_0 - o'rtacha (me'riy) refraksiya (Z'

bo'yicha jadvaldan tanlanadi.); γ - xavo temperaturasi hisobga oluvchi, koeffitsiyent (t bo'yicha jadvaldan tanlanadi.); V - xavo bosimini hisobga oluvchi, koeffitsiyent).

Xronometr aniq vaqtini o'lchashga mo'ljallangan asbobdir. Astronomik aniqlashlar uchun astronomik-geodezik to'rlarda «Altair» tipidagi kvarsli xronometr qo'llaniladi.

Xronometr 8 soat ish davomida atigi 1 ms farq bilan aniq vaqtni ko'rsatadi.

Xronometrning bu farqi quyidagicha tuzatiladi.

$$U^* = S - T, \quad U = m - T \quad (\text{II.7})$$

Xronometrda tuzatmani aniqlash – demak aniq vaqtni aniqlashdir. Birlik vaqtda xronometrda tuzatmani o'lchash xronometrning **yurishi** deyiladi. U quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$w = (u_2 - u_1) / (T_2 - T_1), \quad (\text{II.8})$$

bu yerda u_1 , u_2 - xronometrni T_1 va T_2 momentlardagi tuzatishlari. Yurish belgisi farqlar belgisi bilan aniqlanadi $u_2 - u_1$, chunki T_1 va T_2 ikki ketma-ket momentlar orasidagi interval hamma vaqt (+).

XPM-3 rusumli dala xronografi avtomatik tarzda xronometrni ko'rsatishni qayd qiladi, hamda elektr tokini moslamaga qo'shish (ayirish), yulduzlarni kuzatish qaydnomasini, vaqt radiosignallari qabul qilishni bajaradi. Qayd etish borasidagi o'rtacha kvadratik xato 0,01 s dan oshmaydi. Yozuvlar qog'oz tasmaga tushiriladi.

21P rusumli xronograf elektr impulslarini 0,002^s xatolik bilan xronograf shkalasiga tok bilan ta'minlab turadi. 72 KG s. li generatorni kvars generatori ishga tushiradi.

MPU8-3 tipli moslama «Altair» rusumli xronometrda elektr

tokida qo'shilish (ayirishlar) ni qayd etadi.

Radiosignallar o'zimizni va chet el radiostansiyalari orqali telefon kodlari orqali uzatiladi. Astronomik aniqlashlar uchun hozirgi paytda bizning mamlakatimizda R-311 radiopriyomnik hamda «Astra» radiopriyomnigi ishlatiladi.

Vaqtinchalik belgilarni uzatishda 1 min, 1 va 0,1 s. davrli signallar qo'llaniladi. 1s davrli (ovoz nuqtasi) signalli uzunligi 100 ms. Minutli (ovoz tirisi) signalni uzunligi – 500 ms. ga cho'ziladi. 0,1 s – 20 ms davrli signallar – 40 ms ga cho'ziladi..

Vaqtini tekshirish keng eshittiruv signallari (olti nuqta) bir soatda bir marta paket ko'rinishida oltita, to'g'ri burchakli impulslarda cho'ziqligi 0,1 s bilan 1 s davomida beriladi. Oltinchi impulsni boshlanishi soatni boshlanishiga 100 ms xatolik bilan mos keladi.

Radiostansiyalar bilan vaqt signallarini uzatilishi, sonlar va vaqt shkalalari belgilari farqlari bilan beriladi.

$$UT1 - UTS = DUT1 + dUT1,$$

bu yerda DUT1 – o'nli dUT1 – sekundni 1/100 ulushi.

Radiosignallar uchun,

$$UT1_{sig} = UTC + (UT1 - UTC) + DT \quad (II.9)$$

Radiosignallarni qabul qilish, xronometr bilan signal uzatuvchi stansiyadan uzatiladigan signallarni o'sha momentidagini ko'rsatishdir.

Signal uzatishning o'rtacha momenti xronometr ko'rsatkichi uchun quyidagicha hisoblanadi.

$$X = X' - \tau_p - \tau_n, \quad (II.10)$$

bu yerda $X' = (\sum x_i)/n$ - radiosignallarni qabul qilishdagi xronometr ko'rsatkichidagi o'rtacha moment; τ_r - antennadan

uzatilayotgan radioto'lqinlarni qabul qilishdagi tuzatmalar
(jadvallardan olinadi;) τ_n - qabul qiluvchi moslama zanjiridagi

2-jadval

№384 yulduz xronometri

1976 y. 12 avgust RID radiostansiyasi 5 mGS UTC = 10^h30^m

$\tau_p = 0,001^s$ $\tau_n = 0,002^s$ $\lambda = 2^h30^m34,160^s$

UTC _i koordinirlashga n signallarini uzatilishi	UTC _i momentidagi X _i xronometr ko'rsatkichi	Xronometr tuzatmalarini hisoblash	
		mahalliy yulduz vaqti sistemasida	mahalliy o'rtacha vaqt sistemasida
10 ^h 30 ^m 50 ^s 31 55 00 10 15 20 30 35 45 55	10 ^h 23 ^m 01,12 ^s 06,12 11,13 21,18 26,19 31,20 41,24 46,24 56,27 2406,30	S ₀ = =21 ^h 19 ^m 58,774 ^s UT1=10 ^h 31 ^m 19,660 ^s μ UT1= =1 ^m 43,711 ^s	UT1=10 ^h 31 ^m 19, 655 ^s $\lambda = 2\ 30$ 34,160
		S = 7 53 02,145 $\lambda = 2\ 30\ 34,160$	m = 13 01 53,820 x = 10 23 30,695
UTC=10 ^h 31 ^m 1 9,500 ^s DUT1= ÷ 0,10 dUT1= ÷ 0,10	X'= 10 23 30,699 $\tau_p = 0,001$ $\tau_n = 0,002$	S = 10 23 36,305 X = 10 23 30,696 u* = * + 5,619 ^s x momentda 10	u* = * + 5,619 ^s x momentda=10 ^h 23,5 ^m

UT1 = 10 31 19,660	X=10 ^h 23 ^m 30,69 6 ^s	23,5 ^m	
-----------------------	---	-------------------	--

ushlanish (maxsus laboratoriya tekshirishida aniqlanadi).
Koordinirlashgan vaqt signallari 2-jadvalda berilgan

$$S = S + \lambda, \text{ bu yerda } S = S_0 + UT1 + \mu UT1; \quad (\text{II.11})$$

$$m = UT1 + \lambda \quad (\text{II.12})$$

Astronomik aniqlashlar uchun mo'ljallangan asboblarda laboratoriya va dala sharoitlarida ham juda qattiq tekshiruvdan o'tkaziladi.

Tayanch iboralar:

Gorizontallarni, vizirlash, fotoelektrik, astronomik refraksiya, xronometr, xronograf, qayd qilishdagi xatolik, impulslar, o'rtacha moment, zanjirdagi ushlanish.

Nazorat savollari:

1. Zenit masofalari qanday aniqlanadi?
2. Astronomik refraksiya qanday hisobga olinadi.
3. Xronometr nima maqsadda ishlatiladi?
4. Xronografni xronometrdan farq nimada?

5. Vaqt signallari qanday qabul qilinadi?
6. Mavzu bo'yicha mustaqil fikrlaringiz?

12 – MA'RUZA: ASTRONOMIK KUZTISHLARNING ZENITLI USULLARINING UMUMIY NAZARIYASI

REJA:

1. Umumiy masalani yechish.
2. Izlanayotgan parametrlarni aniqlashni baholash.
3. Bir necha kattaliklarni birgalikda aniqlash usullari.
4. Bo'laklab aniqlash usullari.

Yoritqichni zenit masofalarini o'lchash bo'yicha, zenit usullarining umumiy nazariyasiga kenglik va vaqtni (uzoqlikni) birgalikda aniqlash asos qilib olingan.

Umumiy vazifasini yechish uchun (II.1) ko'rinishdagi ikkitadan kam bo'lmagan tenglama olinishi kerak bo'ladi. Ammo yoritqichning zenit masofalarini o'lchashda, teodolitning vertikal doirasining bir holatida (DCh yoki DO') olib borilishi mumkin. Bunday holatda o'lchangan bir necha zenit masofalari, M_z zenit joyini aniq bilmaslik qo'shimcha $\Delta z = \zeta = \text{const}$ noaniq tuzatmani va boshqa sistematik xatolarni, kuzatilayotgan umumiy yulduz guruhlar uchun qabul qiladi. Shuning uchun (1) tenglamada uchta no'malum kattaliklar φ_0, u va ζ bo'ladi. Shunday qilib umumiy vazifani yechishda, jumladan uchta

yoritqichni kuzatishlar bo'yicha (1) tenglamadan kamida uchta bo'lishi kerak.

φ_0 , u_0 va M_z^0 larni taxminiy qiymatlaridan foydalansak, umumiy vazifani yechish sezilarli darajada qisqaradi.

Tuzatmali tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$-\zeta \pm \cos A_i \Delta \varphi \pm 15 \cos \varphi_0 \sin A_i \Delta \lambda + l_i = v_i, \quad (\text{II.13})$$

$$\text{bu yerda } l_i = Z_{oi} - Z'_n; \quad (14)$$

$$Z_{oi} = \arccos(\sin \varphi_0 \sin \delta_i + \cos \varphi_0 \cos \delta_i \cos \alpha_i); \quad (\text{II.15})$$

$$t_{oi} = T_{Hi} + u_0 + w (T_H - X) - \alpha_i; \quad (\text{II.16})$$

$$Z'_N = (L'_I + i^{\delta/2} \cdot \tau/2) M_z^0 + \rho_I + g \sin Z'_i$$

yoki

$$Z'_N = M_z^0 - (R'_I + i \cdot \tau/2) + \rho_I + g \sin Z'_{Hi}$$

Z_N – o'lchangan zenit masofasi; v_i – o'lchangan zenit masofasiga tuzatma.

Aniq vaqt radisignallarini ikki oralikda qabul qilishdan biri qancha yulduzlarning kuzatishlardan topilgan ma'lumotlarga ishlov berish natijasida va radiosignallarni qabul qilishdan kuzatish punkti geografik koordinatalari olinadi.

Bunday holda tuzatmali tenglama quyidagicha ko'rinish oladi:

$$-\zeta \pm \cos A_i \Delta \varphi \pm 15 \cos \varphi_0 \sin A_i \Delta \lambda + l_i = v_i, \quad (\text{II.17})$$

bu yerda $\Delta \varphi$ va $\Delta \lambda$ – φ_0 va λ_0 koordinata punktlariga oldindan kiritilgan shartli qiymatlar (II.17) tenglamani yechish uchun $\Delta \varphi$ va $\Delta \lambda$ almashtiriladi.

$$x = \varphi - \varphi_0 = \Delta \varphi;$$

$$y = 15(\lambda - \lambda_0) \cos \varphi = 15\Delta\lambda \cos \varphi \quad (\text{II.18})$$

bu yerda x, u – meridiandagi shartli yechish tuzuvchisi.

Shunday qilib (II.17) tenglama quyidagicha bo'ladi.

$$-\zeta \pm \cos A_i x \pm \sin A_i y + l_i = v_i, \quad (\text{II.19})$$

$z_i = z_{o'ich} + \zeta + v_i$ ko'rinishdagi zenit masofasini tenglashtirib

$$z_{oi} - z_i = x \cos A_i + y \sin A_i \quad (\text{II.20})$$

Agar φ_0 va λ_0 shartli koordinata punktlari o'rniga V va L geodezik koordinatalar olinsa (II.18) tenglama quyidagicha bo'ladi.

$$\zeta = \varphi - B; \quad \eta = 15(\lambda - L) \cos \varphi \quad (\text{II.21})$$

bu yerda ζ va η lar referens – ellipsoid kuzatish punktlari.

(II.21) tenglikdan (II.19) va (II.20) tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$-\zeta \pm \cos A_i \xi \pm \sin A_i \eta + l_i = v_i;$$

$$l_i = Z_{r1} - Z'_{o'ich}, \quad (\text{II.22})$$

bu yerda

$$Z_{r1} = \arccos(\sin V \sin \delta_I + \cos V \cos \delta_I \cos t_{r1}) \quad (\text{II.23})$$

$$t_{r1} = T_{Hi} + u_i + \cos(T_{Hi} - x) - \alpha_i;$$

$$Z_{r1} - Z_i = \xi \cos A_i + \eta \sin A_i \quad (\text{II.24})$$

(II.18) va (II.21) asosida shartli va astronomik-geodezik shartli og'ish tuzuvchisi orasidagi quyidagi bog'liqlik o'rnatiladi.

$$\xi - x - \varphi_0 - V; \quad \eta - u = 15(\lambda_0 - L) \cos \varphi \quad (\text{II.25})$$

Tekshirishlar ko'rsatdiki, tuzatma tenglamasi

$$\rho_i = c/m_l^2 = 1 \quad (\text{II.26})$$

jumladan azimutdan va kuzatilayotgan yoritqich zenit macofalaridan qat'iy nazar, zenitli usullarga tuzatma teng aniq beriladi.

Tenglamani yechishni osonlashtirish uchun quyidagi koeffitsiyentlar tuzatma qilib kiritiladi:

$$-1 = a; \quad \pm \cos A_i = b_i; \quad \pm \sin A_i = S_i \quad (\text{II.27})$$

«+» ishora hisobni azimutni Janub nuqtasidan, «-» ishora esa Shimol nuqtasidan olinsa qabul qilinadi. Unda (II.19) tenglama quyidagicha bo'ladi:

$a \zeta + b_i x + c_i y + l_i = v_i$ aniqlik $P_i = 1$ bilan (II.28) normal sistemalar tenglamasi, $n(n \geq 3)$ (II.28) tenglamaga mos ravishda

$$[a a] \zeta + [a b] x + [a c] y + [a l] = 0;$$

$$[a b] \zeta + [b b] x + [b c] y + [b l] = 0; \quad (\text{II.29})$$

$$[a c] \zeta + [b c] x + [c c] y + [c l] = 0.$$

Standart formula bilan izlanayotgan noma'lumlar aniqlanadi.
 $\zeta = \Delta_\zeta / \Delta; \quad x = \Delta_x / \Delta; \quad y = \Delta_y / \Delta; \quad (\text{II.30})$

Δ - normal tenglamalar sistemasidagi bosh aniqlovchi;

$\Delta_\zeta = \Delta_x, \Delta_y$ - aniqlovchilar.

Kenglik va uzoqlikni izlanayotgan qiymatlari:

$$\varphi = \varphi_0 + x; \quad \lambda = \lambda_0 + 1/15 y \sec \varphi \quad (\text{II.31})$$

Astronomik-geodezik qiyalik tuzuvchisi.

$$\xi = x + (\varphi_0 - \alpha); \quad \eta = y + 15(\lambda_0 - L)\cos \varphi. \quad (\text{II.32})$$

izlanayotgan parametrlarni baholash

$$\mu = \sqrt{[vv]/(n-3)}; \quad m_\xi = \mu/vp_\xi; \quad m_x = \frac{\mu}{\sqrt{p_x}}; \quad m_y = \frac{\mu}{\sqrt{p_y}}. \quad (\text{II.33})$$

izlanayotgan parametrlar aniqligi

$$p_{\xi} = \frac{\Delta}{\Delta_{11}} \quad p_k = \frac{\Delta}{\Delta_{22}}; \quad p_y = \frac{\Delta}{\Delta_{33}} \quad (\text{II.34})$$

O'rtacha kvadratik xato

$$m_{\xi}^2 = m_x^2 + m_B^2; \quad m_n^2 = m_y^2 + m_2^2 \cos^2 \varphi \quad (\text{II.35})$$

Shuni inobatga olgan holda,

$$m_{\xi} = m_x; \quad m_{\eta} = m_y \quad (\text{II.36})$$

Astronomik koordinatalar o'rtacha kvadratik xatosini hisoblash

$$m_{\varphi} = m_x; \quad m_{\lambda} = \frac{1}{15} m_y \sec \varphi. \quad (\text{II.37})$$

Ifodani qayta tuzishdan

$$P_{\xi} = n - \frac{[\sin A]}{[\sin^2 A]} - \frac{\left\{ [\cos A] - \frac{\sin A \cos A [\sin A]}{[\sin^2 A]} \right\}^2}{[\cos^2 A] - \frac{[\sin A \cdot \cos A]^2}{[\sin^2 A]}}; \quad (\text{II.38})$$

$$P_x = [\cos^2 A] - \frac{[\cos A]^2}{n} - \frac{\left\{ [\sin A \cos A] - \frac{[\sin A][\cos A]}{n} \right\}^2}{[\sin^2 A] - \frac{[\sin A]^2}{n}}; \quad (\text{II.39})$$

$$P_y = [\sin^2 A] - \frac{[\sin A]^2}{n} - \frac{\left\{ [\cos A \sin A] - \frac{[\cos A][\sin A]}{n} \right\}^2}{[\cos^2 A] - \frac{[\cos A]^2}{n}}; \quad (\text{II.40})$$

(II.38) – (II.40) ifodalardan n sonini funksiyasi kuzatilayotgan yoritqich va ularning azimutlaridan va punktni kengligiga bog'liq emasligini aniqlash mumkin.

Bir necha kattaliklarni birgalikda aniqlashda.

$$P_x = k P_y \quad (\text{II.41})$$

$$\text{bu yerda } k=1 \quad \text{va} \quad P_x = P_y \quad (\text{II.42})$$

(II.42) asosida (II.39) va (II.40) ifodalar quyidagicha bo'ladi.

$$[\sin^2 A] = [\cos^2 A] \quad \text{va} \quad [\sin A] = [\cos A] \quad (\text{II.43})$$

(II.43) ifoda yoritqichni azimut bo'ylab tekis taqsimlanish shartidir.

$$[\sin A] = 0; \quad [\cos A] = 0; \quad [\sin A \cos A] = 0;$$

$$[\sin^2 A] = \frac{n}{2}; \quad [\cos^2 A] = \frac{n}{2}. \quad (\text{II.44})$$

(II.44) ni (II.38)-(II.40) qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$P_\zeta = n; \quad P_x = \frac{n}{2}; \quad P_y = \frac{n}{2}. \quad (\text{II.45})$$

Kattaliklarni bo'laklab aniqlashda x va u, φ va λ ξ va η lar alohida ko'rib chiqiladi.

$$R_x = \max \quad \text{yoki} \quad R_u = \max \quad (\text{II.46})$$

$x(\varphi, \xi)$ aniqlashda yulduzlarni meridiandagi kuzatishlardan $S = \sin A = 0$ va tuzatma tenglama, har bir yulduzga tuzilgani

quyidagicha bo'ladi:

$$a_i \zeta + b_i x + l_i = v_i; \quad P_i = 1 \quad (i=1,2, \dots n') \quad (\text{II.47})$$

Bunday tenglamalar soni meridiandagi kuzatilayotgan n' yulduzlar soniga teng

$$\begin{aligned} [aa] \zeta + [ab]x + [al] &= 0 \\ [ab] \zeta + [bb]x + [bl] &= 0 \end{aligned} \quad (\text{II.48})$$

Ularni yechishdan $\zeta = \frac{\Delta_\zeta}{\Delta}$, $x = \frac{\Delta_x}{\Delta}$, bu yerda

$$\Delta = \begin{vmatrix} [aa] & [ab] \\ [ab] & [bb] \end{vmatrix}; \quad \Delta_\zeta = \begin{vmatrix} [ab] & [al] \\ [bb] & [bl] \end{vmatrix}; \quad \Delta_x = \begin{vmatrix} [al] & [aa] \\ [bl] & [ab] \end{vmatrix}$$

ζ va x ning tenglamadagi qiymatlari:

$$P_\zeta = \frac{\Delta}{[bb]} = [aa] - \frac{[ab]^2}{[bb]} = n' - \frac{[\cos A]^2}{[\cos^2 A]}, \quad (\text{II.49})$$

Zenitdan janubga va shimolga meridiandan kuzatganimizda bir xil yulduzlar soniga egamiz

$$[\cos A] = 0, \quad [\cos^2 A] = n'$$

Bu shartlardan maksimal qiymat

$$P_{\zeta_{\max}} n'; \quad P_{x_{\max}} = n' \quad (\text{II.50})$$

Tuzatma tenglama va normal tenglama quyidagicha ko'rinish oladi.

$$\begin{aligned} a_i \zeta + a_i y + l_i &= v_i; \quad p_i = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n''); \\ [aa] \zeta + [ac] y + [al] &= 0; \end{aligned}$$

$$[ac]\xi + [cc]y + [cl] = 0. \quad (II.51)$$

Noma'lumlarni izlanayotgan qiymatlari quyidagicha bo'ladi.

$$P_{\zeta} = \frac{\Delta}{[cc]} = [aa] - \frac{[ac]^2}{[cc]} = n'' - \frac{[\sin A]^2}{[\sin^2 A]}; \quad (II.52)$$

$$P_y = \frac{\Delta}{[aa]} = [cc] - \frac{[ac]^2}{[aa]} = [\sin^2 A] - \frac{[\sin A]^2}{n''}$$

Birinci vertikalni kuzatishlardan

$$[\sin A] = 0, \quad [\sin^2 A] = n'', \text{ maksimal qiymatlar}$$

$$P_{\zeta \max} = n''; \quad P_{y \max} = n'' \quad (II.53)$$

Bundan shunday xulosa qilish mumkin. Kuzatilayotgan yori-tqichni aniqlashda x va u birgalikda aniqlash, bo'laklab aniqlashdan hyech qanday farq qilmaydi.

Tayanch iboralar: DU yoki DO', yulduz guruhleri, tuzatmali tenglama, vaqt radiosignallari, shartli qiyalik tuzuvchisi.

Nazorat cavollari:

1. Umumiy masala qanday yechiladi?
2. Birgalikda kattaliklarni aniqlashdan, bo'laklab aniqlashning farqi nimada?
3. Mavzu bo'yicha mustaqil fikringizni bayon eting?

13 – MA'RUZA: ZENITLI USULLARDA KUZATISH REDUKSIYASI

REJA:

1. Sutkalik abberasiya ta'siridagi yoritqichning zenit masofasiga tuzatma
2. Yoritqich harakati tezlashganda, o'rtacha moment bilan, zenit masofalariga tuzatma.
3. Kontakt mikrometr yurish vinti qotirilgan va kontakt kengligi uchun tuzatma.
4. UTC va UT1 shkalalaridagi farqlar uchun tuzatma.
5. Shaxsiy asbob tenglamasi va uning kattaliklarni aniqlashdagi tenglashtirilgan qiymatlarga ta'siri.
6. Nutasiya a'zolarini qisqa davrli ta'siri uchun tuzatma.

7. Belti markaziga keltirilganligi uchun kenglik va uzoqliq tuzatmasi.

8. O'rtacha qutbga keltirilganlik uchun kenglik va uzoqliq tenglamasi.

Sutkalik abberasiya ta'siridagi yoritqichning zenit masofasiga tuzatma quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\Delta z_a = -0,32 \cos \varphi \sin A \cos z \quad (\text{II.54})$$

bu yerda $0,32 \cos \varphi$ – φ kenglik bilan yer sirtidagi punkt uchun doimiy sutkalik abberasiya (bur.s.)

Sutkalik abberasiya ta'siri uchun ko'pincha tuzatmalar o'lchangan zenit masofalariga emas, yoritqichning kuzatish momentiga kiritiladi.

$$\Delta T = -0,021 \cos Z \quad (\text{II.55})$$

Yoritqich harakati tezlashganda, o'rtacha moment bilan, zenit masofalariga tuzatma

$$\Delta z_w = \frac{15^2}{2p} \frac{d^2 z}{dt^2} \frac{\sum (T_i - T_{ypt})^2}{n}, \quad (\text{II.56})$$

bu yerda

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = m + n \operatorname{ctg} z \quad (\text{II.57})$$

$$m = \pm \cos \varphi \sin \varphi \cos A \quad (\text{II.58})$$

$$n = \cos^2 \varphi \cos^2 A$$

«+» ishorasi azmut janubdan, «-» ishorasi azimut shimoldan hisobga olinsa qabul qilinadi.

m va n koeffitsiyentlar uchun jadval yoki nomogramma tuziladi. (II.56) formulaning qisqartirilgan varianti quyidagicha

bo'ladi.

$$Az_w = 5,454 \cdot F_2 \frac{d^2z}{dt^2} \left(\frac{T_n - T_1}{100} \right)^2, \quad (II.59)$$

bu yerda $F = \frac{\sum f_i}{n(f_1 - f_n)^2}$; f_i - nchi ipdan o'rtacha masofa;

$T_n - n$ - nchi kuzatish momenti; T_1 - birinchi ipdan kuzatish momenti.

Iplar orasidagi masofa erkin bo'lganda, (II.59) formula Δz_w ipli to'r bilan hisoblashda kerakli.

$$Az_w = 0,454 \frac{n+1}{n-1} \cdot \frac{d^2z}{dt^2} \left(\frac{T_n - T_1}{100} \right)^2, \quad (II.60)$$

Iplar to'ri simmetrik bo'lganda, hamda kontakt mikrometr bilan kuzatish uchun bu formula keraklidir.

Kontakt mikrometr yurish vinti qotirilgan va kontakt kengligi uchun tuzatma

$$\Delta z_v = \pm [\pm III_k - M_x] \frac{R}{2}, \quad (II.61)$$

bu yerda Sh_k - kontaktlarning o'rtacha kengligi (mikrometr vinti aylanishiga);

M_x - mikrometr vinti yurishi qotirilgan;

R - kontakt mikrometr vinti aylanish bo'laklari (bur.s).

Xronograf lentasidagi ishchi belgi, agar zanjir ajratilgan vaqtda bo'lsa, Sh_k ning ishorasi «+» bo'ladi, zanjir qo'shilgan vaqtda ishora «-» bo'ladi. Δz_v ga tuzatma g'arbiy yulduzlar uchun «+» va sharqiylari uchun «-» ishora bilan olinadi.

UTC va UT1 shkalalaridagi farqlar uchun tuzatma (II.8) va (II.9) formulalarda keltirilgan.

Shaxsiy-asbob tenglamasi va uning kattaliklarni aniqlashdagi tenglashtirilgan qiymatlarga ta'siri. Shaxsiy-asbob tenglamasi deb, doimiy tuzuvchi ∂T shaxsiy-asbob xatoligining yoritqichning asbob ipi orqali o'tish momenti aytiladi.

Zenitli usullarda aniqlanadigan kattalik qiymatlariga uning ta'siri quyidagi formula bilan ifodalanish mumkin.

$$\partial_{\xi} = \frac{15\partial T \cos \varphi}{n} [\sin A_i]; \quad (\text{II.62})$$

$$\partial_k = \frac{15\partial T \cos \varphi}{\cos^2 A} [\sin A_i \cos A_i] \quad (\text{II.63})$$

$$\partial_y = -15\partial T \cos \varphi \quad (\text{II.64})$$

$$\partial \lambda = -\partial T \quad (\text{II.65})$$

uzoqlik bo'yicha tuzatma punkt absolyut qiymati shaxsiy-asbob kuzatish xatolariga teng.

$$\partial \lambda = -\partial T = \lambda_{\text{acoc}} - \lambda'_{\text{acoc}}, \quad (\text{II.66})$$

bu yerda λ_{asos} – asosiy punktning ma'lum aniq uzoqligi ($m_{\lambda_{\text{asos}}} \leq 0,005$); λ'_{acoc} – asosiy punktning uzoqligi, kuzatish ma'lumotlaridan olingan.

Shaxsiy-asbob tenglamasi, asosiy punktni aniq va uzoqligini kuzatishdan olingan aniqlanishlarning farqi, kuzatuvchining shaxsiy-asbob farqi deyiladi.

Astronomik punktlarning maydon uzoqliklarining shaxsiy-asbob farqlari tuzatmalari to'g'rilanadi va quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \lambda' + \partial \lambda, \quad (\text{II.67})$$

bu yerda $\partial \lambda = (\partial \lambda_1 + \partial \lambda_2) / 2$ – ikki qo'shni aniqlashlarning ish

vaqtidagi o'rtacha qiymatlari.

Nutasiya a'zolarining qisqa davrli ta'siri uchun tuzatma.

Agar hisob ishlari astronomik yilnoma kataloglari yordamida bajarilsa, u e'tiborga olinadi, chunki katalogda yulduzlar koordinatasi tuzatmasiz berilgan (qutbga yaqin yulduzlardan tashqari). A'zolarining qisqa davrli ta'sirini ikki xil yo'l bilan hisobga olish mumkin:

1. Astronomik yilnomadan (AY) tanlanadigan yoritqichning ko'rinuvchi ekvatorial koorditalariga tuzatma sferik astronomiyasini ma'lum formulasi bo'yicha kiritiladi:

$$\Delta\alpha_{\text{nut}} = A'a + B'b; \quad \Delta\delta_{\text{nut}} = A'a' + B'b' \quad (\text{II.68})$$

yoki

$$\Delta\alpha_{\text{nut}} = f' + \frac{1}{15} g' \sin(G' + \alpha) \operatorname{tg} \delta; \quad (\text{II.69})$$

$$\Delta\delta_{\text{nut}} g' \cos(G' + \alpha)';$$

2. Bir kechasi o'tkazilgan, kuzatishlardan olingan x va u (φ va λ) tenglashtirilgan qiymatlari uchun mos tuzatmalar bilan to'g'rilanadi.

Ikkinchi yo'l-qo'lda hisoblash-birinchi yo'lga nisbatan yengilroq.

Bu tuzatmalar formulasi quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\Delta x_{\text{nut}} = g' \cos(G' + S_{\text{ypr}});$$

$$\Delta y_{\text{nut}} 15f' \cos \varphi + g' \sin \varphi \sin(G' + S_{\text{ypr}}); \quad (\text{II.70})$$

$$\Delta \varphi_{\text{nut}} = g \cos(G' + S_{\text{ypr}});$$

$$\Delta\lambda_{\text{nut}} = f' + \frac{1}{15} g' \operatorname{tg}\varphi \sin(G' + S_{\text{ypr}}) \quad (\text{II.71})$$

Belgi markaziga keltirilganligi uchun kenglik va uzoqlik tuzatmasi. Belgi markaziga kenglik va uzoqlikni keltirish uchun elementlar markazlashtirilishi o'lchanadi: chiziqlarning gorizont tal yotqizilishi $\ell = JC$, (J – teodolit, S – belgi markazi) va astronomik azimut a , yo'nalish JC . Elementlarni markazlashtirishdagi xatolik bo'lishi mumkin: $m_l \leq 0,05 \text{ m}$ $m_a < 30''$. Belgi markaziga keltirish uchun formulalar.

$$\varphi' = \varphi_0 + I \cos a / I; \quad (\text{II.72})$$

$$\lambda' = \lambda_0 + I \sin a / 15 \text{ II} \quad (\text{II.73})$$

bu yerda $I = M_0/P - 1''$ meridianadagi yoy uzunligi (m);

$II = N_0/P \cos\varphi_0 - 1''$ paralleldagi yoy uzunligi (m);

M_0 – kuzatish nuqtasidagi meridian egrilik radiusi; N_0 – birinchi vertikalni normal kesimidagi egrilik radiusi. I va II kattaliklar.

Astronomik jadvallardan (AJ) φ_0 argument bo'yicha tanlanadi.

«O'rtacha qutbga» keltirilganligi uchun kenglik va uzoqlik tuzatmasi uchun formula quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\varphi = \varphi' - (x \cos\lambda - y \sin\lambda); \quad (\text{II.74})$$

$$\lambda = \lambda' - 1/15 (x \sin\lambda' + y \cos\lambda') \operatorname{tg}\varphi \quad (\text{II.75})$$

bu yerda φ va λ – kenglik va uzoqlik; φ' va λ' – kenglik va uzoqlikning lahzalik qiymati; x va y – qutbning lahzalik koordnatalari; «Xalqaro vaqt» byulletenlaridan tanlanadi.

(II.75) formula uzoqlik va «o'rtacha qutb» taxminlarga ko'ra

olingan, chunki harqaro vaqt UT1 sistemasida ifodalangan.

Tayanch iboralar: abberasiya yoritqich harakati , o'rtacha moment, kontakt mikrometr, UTC, UT1 nutasiya, belgi markazi, o'rtacha qutb.

Nazorat savollari:

1. Sutkalik abberasiya nima?
2. Yoritqich harakati tezlashganda zenit masofalariga tuzatma qanday kiritiladi?
3. Kontakt mikrometrni tushuntirib bering?
4. UTC va UT1 shkalalaridagi farqlar uchun tuzatma qanday kiritiladi?
5. Shaxsiy-asbob tenglamasi qanday yoziladi?
6. Nutasiya tushunchasi nima?
7. Belgi markaziga keltirilgan tuzatmasi qanday qaratiladi?
8. «O'rtacha qutb»ga keltirilgan kenglik va uzoqlik tuzatmasi qanday?

14-15-MA'RUZALAR: MERIDIAN YAQINIDAGI JUFT

YULDUZLARNING ZENIT

MASOFALARI BO'YICHA O'LCHANGAN

KENGLIGINI ANIQLASH (STRUVE USULI)

REJA:

1. Usulning nazariyasi.
2. Kuzatish.
3. Kuzatishlarni qayta ishlash.

Juda aniqlik bilan kenglikni aniqlash uchun yoritqichlarni tanlashda zenitdan har tomon bo'yicha teng sonlar meridiandan

o'tkazish kerak bo'ladi. Bu holatda $P_{x\max} = [\cos^2 A] = n$, bu yerda n - kuzatilgan yulduzlarning soni.

Kuzatishlarni qayta ishlashlardagi sistematik xatolar ta'sirini kamaytirish uchun ularni juft-juft bajarish maqsadga muvofiq, buning uchun zenitdan teng zenit masofalaridagi juft yulduzlar tanlanadi. ($Z_N - Z_S < 6^\circ$). Xatolar ta'sirini kamaytirish uchun har bir yulduzni kuzatish ko'p marta bajariladi. Shuning uchun yulduzlarni kuzatish meridian yaqinida bajariladi.

O'lchangan Z uchun har bir juft yulduz ikkitadan (II.28) tuzatma tenglamada ega bo'ladi, ularda meridian uchun $S_i = \sin A_i = 0$ va shuningdek,

$$a\zeta + b_{NX} + l_N = v_n; \quad a\zeta + b_{cX} + l_s = v_s, \\ \text{bu yerda } a = -1; \quad b_{N,s} = \pm \cos A_{N,s} \approx \pm 1;$$

$$l_{N,s} = z_{oN,s} - z_{o'lch N,s};$$

$$z'_{oN,s} = \arccos(\sin \varphi_o \sin \delta_{N,s} + \cos \varphi_o \cos \delta_{N,s} \cos t_{oN,s});$$

$$t_{oN,s} = T_{HN,s} + u_0 w(T_{HN,s} - X) - \alpha_{N,s};$$

$$T_{HN,s} = \frac{\Sigma T_{iN,s}}{k}; \quad k - \text{har bir yulduz uchun } Z \text{ o'lchashlar soni.}$$

$$z_{oN,s} = z'_{oN,s} + \Delta z_{wN,s}; \quad \Delta z_{wN,s} = \frac{15^2}{2\rho} \frac{d^2 z}{dt^2} \frac{\Sigma (T_i - T_H)^2}{k}$$

vaqt radiosignallarini qabul qilishdan tuzatma va xronometrni yurishi aniqlanadi.

$$z'_{o'lch N,s} = \frac{\Sigma z_{yJqN,s}}{k}; \quad z_{o'lch N,s} = z'_{o'lch N,s} + \rho_{N,s}$$

Standart formula bilan tenglamani yechishda har bir juft yulduzlar uchun quyidagi noma'lum qiymatlarni beradi.

$$\zeta = \frac{\Delta \zeta}{\Delta} = -\frac{[a]}{[aa]} = \frac{[l]}{[2]}; \quad x = \frac{\Delta x}{\Delta} = -\frac{[bl]}{[bb]}; \quad p_x = 2.$$

Meridian yaqinida kuzatish uchun $b_{N,s} = \pm 1$

Janubiy yulduz uchun «+» ishorasi
 Shimoliy yulduz uchun «-» ishorasi
 a va b koeffitsiyentlarni sonli qiymatlarini hisobga olgan
 xolda, x uchun ifodani yozamiz.

$$x = \frac{1}{2} [(z_{0N} - z_{0s}) - (z_{o'ich N} - z_{o'ich s})] \quad (II.76)$$

n juft yulduzlarni kuzatishlardan $X_{o'rt}$ so'nggi qiymati

$$x_{\bar{ypr}} = \frac{\sum x_i}{n}; \quad P_{x o'rt} = 2 n. \quad (II.77)$$

Kenglik tenglamasini qiymati

$$\varphi = \varphi_0 + x_{o'rt}; \quad P_\varphi = 2 n.$$

Aniqlikni baholashni ushbu formula bo'yicha o'tkazamiz.

$$\mu_x = \sqrt{\frac{[P_x v_x^2]}{n-1}}; \quad v_x = x_{\bar{ypr}} - x_i; \quad M_\varphi = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_\varphi}} \quad (II.78)$$

$m_\varphi < 0,3''$ xatolik bilan kenglikni aniqlash uchun 12-15 juft yulduzni AU 2/2 teodoliti bilan kuzatish kerak bo'ladi.

$[Z_s - Z_N] < 6^0$ farqlarga kuzatish dasturini yorug' yulduzlardan tuzish kerak. Shuning uchun, bu usul qutb kunlari sharoitida yuqori kengliklarda astoronomik punktlarni aniqlashda katta muvaffaqiyat bilan qo'llanishi mumkin.

1 va 2 sinfdagi kenglik punktlarini aniqlash uchun 1 yoki 2 sekundli vertikal doirali astronomik teodolit qo'llaniladi. Buning uchun kataloglar yordamida oldindan ishchi kuzatish efemeridlari tuziladi.

Janubiy yulduz	Shimol yulduzi
----------------	----------------

	yuqori kulminasiya	quyi kulminasiya
$z_s = \varphi_0 - \delta_s$ $A_s = 180^0 - a \frac{t}{10}$ $s = \alpha$	$z_N = \delta_N - \varphi_0$ $A_N = 0^0 - a \frac{t}{10}$ $s_N = \alpha$	$z_{Nsp} = 180^0 - (\varphi_0 - \delta_{Nsp})$ $A_{Nsp} = 360^0 - a \frac{t}{10}$ $s_{Nsp} = \alpha + 12^h$

bu yerda $a \frac{t}{10}$ qadalish burchagi,

$$a = 15t^m \cos \delta \operatorname{cosec} z. (t^m \approx 3 \cdot 4^n)$$

Yulduzlar juftligi quyidagi sharoitlar saqlanganda tanlanadi.

$$10 < z < 55^0; \quad |z_{ms} - z_{mN}| \leq 6^0; \quad |\alpha_s - \alpha_N| \leq 20^m.$$

Kuzatishning umumiy tartibi asosan vaqt radiosignallarni qabul qilishdan iborat bo'ladi: (batafsil amaliy mashg'ulotlarida tanishamiz).

Kuzatishlarni qayta ishlashda shimoliy va janubiy juft yulduzlar o'rtacha momentlari chiqariladi.

$$T_{HN,sj} = \frac{\sum T_{iN,s}}{3}; \quad T_{HN,s} = \frac{\sum T_{iN,si}}{3},$$

bu yerda $\Delta T_j = T_{HNs} - T_{HN,sj}$ va $\sum \Delta T_j^2$ hisoblanadi.

Vertikal limb sanog'i

$$L_i = L'_i + \Delta M_i + i_i \quad \text{va} \quad L_{yprNs} = \frac{\sum L_{iNs}}{n},$$

bu yerda $\Delta M_i = (M_i - 10)^{ob} R$, $i_i = [(Ch - O') - m] \frac{\tau}{2}$

yulduzlar zenit masofalari o'lchangan qiymatlarining hisobi:

$$z'_{N,s} = L_{o'rt N,s} - M^0_z; \quad z_{N,s} = z'_{N,s} + \rho_{N,s}; \quad \rho_{N,s} = \rho_{o N,s} \gamma B;$$

yulduzlar zenit masofalari tezlanishlari uchun tuzatma hisobi

$$\Delta z_w = \frac{15^2}{2np} \frac{d^2 z}{dt^2} \Sigma \Delta T^2, \text{ bu yerda } \frac{d^2 z}{dt^2} = m + n \cdot \text{ctg } z;$$

meridianda kuzatish uchun «+» ishorasi m ni oldida, janubiy yulduzlar uchun, «-» ishorasi shimoliy yulduzlar uchun qo'yiladi. Hisoblangan qiymatlar $z_{oN,s} = z'_{oN,s} + \Delta z_{wN,s}$ va x_i kattalik (II.76) formula alohida vedomostlarda olib boriladi. $x_{o'rt}$ kenglik va aniqligini baholash (II.77) va (II.78) formula bilan bajariladi.

Tayanch iboralar: sistematik xatolar, juft yulduzlar, teng zenit masofalari, xronometr, yurishi, o'rtacha moment.

Nazorat savollari

1. Usulning nazariyasini tushuntirib bering?
2. Kuzatish qanday bajariladi?
3. Kuzatishlar qanday qayta ishlanadi?
4. Mavzu bo'yicha mustaqil fikrlaringizni bayon eting?

16 – MA'RUZA: MERIDIANDAGI JUFT YULDUZLARNING ZENIT MASOFALARINI KICHIK FARQLAR BO'YICHA O'LCHANGAN KENGLIKLARNI ANIQLASH (TALKOTTA USULI)

REJA:

1. Usulning nazariyasi.
2. Kuzatishlar.
3. Sutkalik parallel egriligi uchun tuzatma.
4. Erkin kichik soat burchaklarida yulduzlarni kuzatish.
5. Kengliklarni hisoblash.

Kengliklarni juda katta aniqlik bilan aniqlashda meridiandagi ikki yulduz zenit masofalari farqi o'lchanadi, biri shimolga, biri zenitdan janubga, taxminan bir xil zenit asofalarida.

Buning uchun $|z_s - z_N| < 20'$ farqli yulduzlar tanlanadi.

$(Z_s - Z_N)$ kichik farq okulyar mikrometr yordamida o'lchanadi. Shimoliy va janubiy yulduzlarni kuzatishda trubaga Talkotto adilagi qattiq mahkamlanadi. Shimoliy va janubiy yulduz zenit masofalarining yarim o'lchangan farqi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{2}(z_s - z_N)_{\bar{y}_{\text{лч}}} = \pm \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] + \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N), \quad (\text{II.79})$$

«+» ishorasi qavsdan tashqarida mikrometr hisobi oshib borsa, ular kamayib borsa «-» ishorasi qo'yiladi.

Zenit masofalari yarim farqlarini (II.76) formulaga qo'yib

$$x = \frac{1}{2}(z_{oN} - z_{os}) \pm \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] + \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N), \quad (\text{II.80})$$

bu yerda $Z_{os,N} = \arccos(\sin\varphi_o \sin\delta_{s,N} + \cos\varphi_o \cos\delta_{s,N} \cos t_{os,N})$.

$|t| < 15^\circ$ xatolik bilan, 0,03 oshmaydi, $z_{os,N}$ kattalikni

$$z_{os} = \varphi_o; \quad z_{oN} = \delta_N - \varphi_o; \quad z_{oN_o'rt} = 180^\circ - (\varphi_o + \delta_N) \quad (\text{II.81})$$

Bunday holatda

$$\begin{aligned} x = & \frac{1}{2}(\delta_s + \delta_N) - \varphi_o \pm \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] + \\ & + \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) + \frac{1}{2}(k_s + k_N), \end{aligned} \quad (\text{II.82})$$

$$x = 90^\circ - \varphi_0 - \frac{1}{2}(\delta_s + \delta_N) - \varphi_0 \pm \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] + \quad (\text{II.82})$$

$$+ \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) + \frac{1}{2}(k_s + k_N),$$

O'rtacha natijalarni isoblashda yulduz harakati tezlanishi uchun tuzatmani va kollimasiya ta'siri uchun tuzatmani hisobga olish kerak.

Tezlanish va kollimasiya uchun tuzatmani umumiy ta'siri sutkalik parallel egriligi uchun tuzatma deb ataladi, shunga mos ravishda kenglikni hisoblash formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi = \varphi_0 + x = \frac{1}{2}(\delta_s + \delta_N) \pm \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] +$$

$$+ \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) + \frac{1}{2}(k_s + k_N);$$

$$\varphi = \varphi_0 + x = 90^\circ - \frac{1}{2}(\delta_N - \delta_s) \pm \left[(M_s - M_N) \frac{k}{2} + (i_s - i_N) \frac{\tau}{4} \right] +$$

$$+ \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) + \frac{1}{2}(k_s - k_N).$$

bu yerda

$$k = \frac{15^2}{4n\rho} \sum \Delta T_i^2 \sin 2\delta, \quad \Delta T_i = T_{\text{ypT}} - T_i - \text{erkin kichik soat}$$

burchaklari uchun kuzatish;

$$k = \frac{\sum f_i^2}{2n\rho} \text{tg} \delta_i - \text{domiy vertikal iplardagi kuzatish uchun};$$

bu yerda f_i - o'rtacha i - inchi ipdagi masofa; n - vizirlash soni (iplar, ular orqali yulduzlarni kuzatish o'tkazilgan).

Differensiyal refraksiya uchun tuzatma formulasi.

$$\delta_p = \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) = 0,0175' \frac{(M_s - M_N) \frac{k}{2}}{60} \sec^2 Z_0, \quad (\text{II.84})$$

bu yerda $0,0175'' \sec^2 Z_0$ - o'rtacha refraksiyani o'zgarishi,

$Z_{o'rt} = (Z_s + Z_N)/2$ o'zgarishga mos 1';

$\Delta Z' = \frac{(M_s - M_n)}{60}$ - zenit masofalarida o'lchangan farq

(bur.min).

Talkotto usuli bilan kenglikni aniqlash uchn zenit-teleskop yoki astronomik teodolit qo'llaniladi. Asbobning vertikal va gorizontalar doiralari 30'' aniqlikda o'lchaydi. Juft yulduzlarni kuzatishda asbob ustunga yoki shtativga talkotto adilagi yordamida gorizontalar qilib o'rnatiladi. 1-1,5' xatolikdan oshmaydigan qilib, gorizontalar aylana 0-180° meridian diametriga oriyentirlash amalga oshiriladi. Bunday oriyentirlash maxalliy narsalarga oriyentirlanadi, azimut yo'nalishi oldindan 1' xatolik bilan aniqlanga. Kuzatishdan oldin ishchi efemeridalar tuziladi. Ko'rsatma bo'yicha quyidagi juft Talkotto tanlanadi:

$$\frac{1}{2}(Z_s + Z_N) \leq 50^\circ; (Z_s - Z_N) \leq 16'; 3^m < |\alpha_s - \alpha_N| < 15^m.$$

Talkotto juft kuzatish dasturi shunday tanlangan bo'lishi kerakki, ularning algebraik summalarini zenit masofalarining farqi 30' oshmasligi kerak; yulduz yorqinligi 6-kattalikdan kam bo'lmasligi kerak; Talkotto usuli bilan juft yulduzlar zenit masofalari farqlarini o'lchashda ikkita teng bo'lgan uslubdan foydalanish mumkin:

erkin kichik soat burchaklari yulduz kuzatishlaridan;

doimiy vertikal iplar yulduz kuzatishlaridan. Bular to'g'risida amaliy darslarida tanishamiz.

$x(\varphi)$ hisoblash erkin soat burchaklarida (II.82) formula bilan

olib boriladi. Shuningdek Z_{oN} va Z_{os} kattaliklar yulduzlar kuzatishlardan o'rtacha momentlardan hisoblanadi. Agar yulduzlarning soat burchaklari 15° absolyut qiymatlardan kichik bo'lsa, unda φ (83) formula bilan hisoblanadi.

Kengliklarni hisoblash uchun ko'rsatilgan formulalar bilan jurnaldagi kuzatishlar hisoblanadi: kuzatishlar o'rtacha momenti va soat burchaklari:

$$T_{Hs,N} = \frac{\sum T_{is,N}}{n}; \quad t_{s,N} = T_{Hs,N} + u_o + \omega(T_{Hs,N} - X) - \alpha_{s,N};$$

mikrometr bo'yicha sanoq va ularning gradus o'lchovidagi yarim farqlari:

$$M_{s,N} = \frac{\sum M_{is,N}}{n}; \quad (M_s - M_N) \frac{R}{2};$$

Talkotto adilagi qiya o'qlari yarim farqlari: $i_s - i_N = (Ch + O')_s - (Ch + O')_N$ - shkalani obyektiv yaqinidagi nol bo'lagi;

$i_s - i_N = (Ch + O')_N - (Ch + O')_s$ - obyektivdan uzoqdagi shkala adilagi nol bo'lagi; (zenit masofalari ko'payishi bilan, agar mikrometr shkalasidagi sanoqlar oshsa, keltirilgan formulalar qo'llaniladi; agar mikrometr shkalasidagi sanoqlar zenit masofalari ko'payishi bilan kamaysa, formulada ishoralar teskari olinadi;)

differentensial refraksiya uchun tuzatma:

$$\frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N) = 0,0175 \frac{(M_s - M_N) \frac{R}{2}}{60} \sec^2 Z_o;$$

«sutkalik parallel egriligi» uchun tuzatma

$$k = \frac{1}{2}(k_s \pm k_N),$$

bu yerda

$$k_{s,N} = \frac{15^2}{20\rho} \sum \Delta T_i^2 \sin 2\delta_{s,N} \text{ yoki } k_{s,N} = \frac{\sum f_{s,N}^2}{20\rho} \operatorname{tg} \delta_{s,N};$$

juft yulduz zenit masofalari o'lichangan yarim farqlari

$$\frac{1}{2}(Z_s - Z_N)_{\text{yul}} = \left[(M_s - M_N) \frac{R}{2} + (i_s + i_N) \frac{\tau}{4} \right] + \frac{1}{2}(\rho_s - \rho_N).$$

Alohida vedomostlarda yulduzlar ko'rinish joyi hisoblari o'tkaziladi, hamda (II.82) yoki (II.83) formula bilan kenglik hisoblanadi. Mikrometr vinti aylanish bo'limlaridan oxirgi hisoblarda kenglik tenglashtirilishi o'tkaziladi. Bu maqsadda har bir juft yulduz uchun tuzatma ko'rinishidagi tenglama tuziladi.

$$\Delta\varphi - b_i\Delta R + l_i = v_i,$$

$$\text{bu yerda} \quad b_i = \frac{1}{2}(M_s - M_N)i; \quad l_i = \varphi_{o'rt} - \varphi_i; \quad P_{li} = 1;$$

ΔR – mikrometr aylanishi; $\Delta\varphi$ – kenglik punkti mos keluvchi tuzatmasi.

$$\text{Normal tenglama} \quad n \Delta\varphi - [b] \Delta R + [l] = 0$$

$$[b]\Delta\varphi + [bb] \Delta R - [b]l = 0 \quad (\text{II.85})$$

Aniqlanadigan kattaliklarni haqiqiy qiymatlari

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta_\varphi}{\Delta}; \quad \Delta R = \frac{\Delta_R}{\Delta} \text{ bo'ladi} \quad (\text{II.86})$$

bu yerda

$$\Delta = n[bb] - [b]^2; \quad \Delta_\varphi = [b] [bl]; \quad \Delta_R = n[bl].$$

Haqiqiy parametrlar qiymatlari:

$$P_\varphi = \frac{\Delta}{[bb]} = n - \frac{[b]^2}{[bb]}; \quad R_R = \frac{\Delta}{n} = [bb] - \frac{[b]^2}{n}. \quad (\text{II.87})$$

Maksimal qiymatlar

$$[b] = \frac{1}{2} [(M_s - M_N)] = 0.$$

Amaliyotda juftliklarni tanlashda Instruksiya talablari e'tiborga olinadi:

$$\Sigma(M_s - M_N) = \Sigma(z_s - z_N) \leq 30'.$$

Aniqlikni baholash ushbu formula bilan bajariladi:

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-2}}; \quad M_\varphi = \frac{\mu}{\sqrt{P_\varphi}}; \quad M_R = \frac{\mu}{\sqrt{P_R}}. \quad (\text{II.88})$$

Tayanch iboralar: Zenit masofalari yarim farqlari, sutkalik parallel uchun tuzatma, vizirlash soni, differensial refraksiya, aniqlikni baholash.

Nazorat savollari:

1. Talkotta usulining nazariyasini tushuntirib bering
2. Kuzatishlar to'g'risida tushunchangiz.
3. Sutkalik parallel egriligi uchun tuzatma formulasini yozing.
4. Erkin kichik soat burchaklarida yulduzlarni kuzatish qanday amalga oshiriladi?
5. Kengliklarni hisoblashni tushuntiring.
6. Mavzu bo'yicha mustaqil fikrlaringiz.

17-MA'RUZA: TENG BALANDLIKDAGI JUFT YULDUZLARNI KUZATISHLARDAN VAQT UZOQLIGINI ANIQLASH (SINGER USULI)

REJA:

1. Usulning nazariyasi.
2. Singer juft kuzatishlari aniqligini baholash.

3. Har juft yulduzlarning kuzatish tartibi.
4. Kuzatishlarni qayta ishlash.

Har juft yulduz uchun ikkitadan tenglama mavjud.

$$a\zeta + b_1x + c_1y + l_1 = v_1;$$

$$a\zeta + b_2x + c_2y + l_2 = v_2;$$

yaxshi natijaga erishish uchun juft yulduzlarni zenitdan har tomondagi birinchi vertikalidan kuzatish kerak. (40) formulaga asosan $P_{y \max} = [\sin^2 A] = 2$

Juftliklar sonini oshirish va ishni to'xtovsiz davom ettirish uchun yulduzlarni birinchi vertikalidan 30^0 uzoqlikda tanlash kerak.

Bu holatda yaxshi natija olish uchun R_u asosan

$$[ac] = [\sin A] = 0, [bc] = \sin A \cos A = 0,$$

bundan shu ma'lumki, yulduzlar meridianga nisbatan simmetrik joylashgan.

Simmetriya shartlaridan yulduz azimutlari funksiyasi ushbu ko'rinishga ega.

$$A_E = 360^0 - A_W \quad (II.89)$$

Simmetriya shartlari saqlangan holda

$P_y = [\sin^2 A] = 2 \sin^2 A_W$, (II.28) tenglamadan topilgan, har juft yulduz u ning sonli qiymati, (8 II.9) simmetriya shartlari saqlanganda.

A_W , bur.gradus	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R_u	1,18	1,50	1,77	1,94	2,00	1,94	1,77	1,50	1,18

$$y_i = -[cl] / [cc] \text{ aniqligi bilan } P_y = 2 \sin^2 A_{Wi} \quad (\text{II.90})$$

Vaqt radiosignallarini ikki oraliqda qabul qilishdan n juft yulduzlarning kuzatishlardan $y_{o'rt}$ ning tenglashtirilgan qiymatlari, xuddi o'rta aniqlikday hisoblanadi, jumladan:

$$y_{o'rt} = \frac{\sum P_{yi} y_i}{\sum P_{yi}} \text{ aniqligi bilan } P_{y_{o'rt}} = \sum P_{yi} \quad (\text{II.91})$$

Uzoqlik qiymati

$$\lambda' = \lambda_0 + \frac{1}{15} y_{o'rt} \sec \varphi \text{ aniqligi bilan } P_{\lambda'} P_{y_{o'rt}} \cos^2 \varphi \quad (\text{II.92})$$

Radiosignallar qabul qilishdagi o'rtacha momentlar, mahalliy yulduz vaqtrlariga nisbatan xronometr kerak bulganda, hisoblashlarda tuzatmalar kiritiladi, jumladan:

$$u' = u_0 + \frac{1}{15} y_{o'rt} \sec \varphi \text{ aniqligi bilan } P_{u'} P_{y_{o'rt}} \cos^2 \varphi \quad (\text{II.93})$$

Aniqlikni baholash quyidagi formula bo'yicha bajariladi: bu yerda n - juft yulduzlar soni;

$$\mu = \sqrt{\frac{[P_{yi} v_{yi}^2]}{n-1}}; \quad m_{y_{\bar{y}pt}} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{y_{\bar{y}pt}}}}; \quad m_{\lambda} = \frac{1}{15} m_{y_{\bar{y}pt}} \sec \varphi, \quad (94)$$

bu yerda n – juft yulduzlar soni;

$$v_{yi} = y_{o'rt} - y_i;$$

$$P_{yi} = 2 \sin^2 A_i.$$

Meridianga nisbatan simmetrik joylashgan teng balandliklardagi juft yulduzlarni kuzatishlardan yoritqich zenit masofalari funksiyalarini o'lchash natijalari harakatida, boshqa sistematik xatolik va asbob trubasining egikligi bilan refraksiyaga bog'liq, uzoqlik punktlaridagi xatoliklar to'liq yo'qotiladi.

Har juft yulduz zenit masofalari o'lchashdagi farqlar sistematik tuzatmalar bilan yo'qotiladi. Shuning uchun bu usul eng aniq va 65^0 gacha kenglikdagi Laplas punkti uzoqligini

aniqlash uchun asos bo'lib tavsiya etilgan.

Singer usuli bilan juft yulduzlarni kuzatish uchun SNIIGA i K da efemerid tuzilgan. Har juftni kuzatish 5 min davom etadi. Vaqt bo'yicha juftliklarni o'rtacha zichlikdagi tarqalishi – 6-8 juft soatiga. Singer juftligini Laplas punktlaridan kuzatish uchun, kontakt mikrometr bilan ta'minlangan astronomik teodolit yoki zenit-teleskop qo'llaniladi.

Teodolitni kuzatishga tayyorlash boshqa usullardagidek olib boriladi. Asosiy e'tibor vertikal o'q atrofida teodolitni to'g'ri aylantirishga qaratiladi – talkotta adilagi o'rtadan 1-1,5 bo'lakchadan ortib ketmasligi kerak. $0-180^0$ diametrni oriyentirlash junubdan nul bilan amalga oshiriladi. Kuzatish tartibi bilan amaliy mashg'ulotlarda tanishamiz.

Kuzatishlarni qayta ishlashda:

- qabul qilingan vaqt radiosignallari qayta ishlanadi;
- xronograf lentasini o'qish va kuzatish jurnalini qayta ishlash;
- juft yulduzlar kuzatishlardan u ni qiymatini hisoblash;
- n juft yulduzlarni kuzatishlar bo'yicha uzoqlik punktlari va $y_{o'rt}$ ni o'rtacha qiymatini chiqarish, aniqlikni baholash oxirgi natijalari va uzoqlik punktlari so'nggi qiymatlarini chiqarish;
- vaqt radiosignallarini qayta ishlashdan xronometr soati yurishi va x o'rtacha momentli qabul qilishdan u_0 qiymati chiqariladi.

Jurnalda quyidagilar qayd etiladi:

- kuzatilgan yulduzlar o'rtacha momentlari,
- talkotta adilagi o'rtacha o'qi qiyaligi;
- adilak o'qida qiyaliklar farqlari uchun u kattalikni hisoblashdagi tuzatmalar;
- sutkalik abberasiyaning ta'siri;
- kontaktlarning kengligi;
- kontakt mikrometr vinti qotirilganligi.

Ko'rsatilgan tuzatmalarni hisoblash uchun formulalar quyidagi bo'yladi:

$$\Delta y_i = (i_W - i_E)^{\delta/2} \frac{\tau}{4} \operatorname{cosec} A_W; \quad (\text{II.95})$$

$(i_W - i_E)^{\delta/2} = (\text{Ch} + O')_W - (\text{Ch} + O')_E$ – obyektiv yaqinidagi nol shkalasi satxi uchun; $(i_W - i_E)^{\delta/2} = (\text{Ch} + O')_E - (\text{Ch} + O')_W$ – uzoqdagi.

$$\Delta y_\alpha = 0,32 \cos \varphi \cos z, \quad (\text{II.96})$$

$$\Delta y_\gamma = (\pm III_K - M_x) \frac{R}{2} \operatorname{cosec} A_W \quad (\text{II.97})$$

Mikrometr bilan kuzatganda Shk oldidagi ishoralar xronograf ishlayotganda zanjirdan ajratilsa «–» , zanjirga qo'shilganda «+» qo'yiladi. (II.90) ifodani ochishda u ni hisobga tuzatmasi

$$u_i = \frac{z'_{oE} - z'_{oW}}{\sin A_W - \sin A_E} + \Delta y_i + \Delta y_a + \Delta y_\gamma, \quad P_{yi} = 2 \sin^2 A_{Wi} \quad (\text{II.98})$$

bu yerda

$$z'_{oE,W} = \arccos(\sin \varphi_o \sin \delta_{E,W} \cos t_{oE,W});$$

$$t_{oE,W} = T_{HE,W} - u_o + \omega(T_{HE,W} - x) - \alpha_{E,W}.$$

$y_{o'rt}$ o'rtacha qiymati va n juft yulduzlarni kuzatishlardan uzoqlik punkti.

$$y_{\bar{y}pr} = \frac{\sum P_{yi} \cdot y_i}{\sum R_{yi}} \quad \text{vazn bilan} \quad P_{y o'rt} = \sum P_{yi};$$

$$\lambda' = \lambda_o + \frac{1}{15} y_{\bar{y}PT} \quad \text{vazn bilan } P_{\lambda'} = P_{y \text{ o'rt}} \cos^2 \varphi.$$

Uzoqlik va aniqlikni baholashni so'nggi natijalari quyidagi formulalar orqali topiladi:

$$\lambda'_{yPT} = \frac{\sum P_{\lambda i} \lambda_i}{\sum P_{\lambda i}} \quad \text{vazn bilan } P_{\lambda o'rt} = \sum P_{\lambda i}; \quad (\text{II.99})$$

$$M_{\lambda' o'rt} = \frac{\mu_{\lambda'}}{\sqrt{P_{\lambda' yPT}}},$$

bu yerda

$$M_{\lambda'} = \frac{\sqrt{[P_{\lambda i} \cdot v_{\lambda}^2]}}{k-1}; \quad v_{\lambda'} = \lambda'_{\bar{y}PT} - \lambda_i^i;$$

$M_{\lambda' o'rt} - 0,22$ dan oshmasligi kerak; k – juft yulduzlar seriyalari soni.

Uzoqlik punktini shaxsiy – asbob farqlari uchun tuzatma bilan qiymati

$$\lambda = \lambda'_{yPT} + \partial \lambda \quad (\text{II.100})$$

bu yerda $\partial \lambda$ - shaxsiy – asbob farqi o'rtacha qiymati.

Shaxsiy – asbob farqi o'rtacha kvadratik xatosi

$$M_{\partial \lambda} = \sqrt{\frac{[p_{\partial \lambda} \cdot v_{\partial \lambda}^2]}{(r-1) \sum P_{\partial \lambda}}}, \quad (\text{II.101})$$

bu yerda r – shaxsiy farqni yaqinlashda kuzatilgan juft yulduzlar seriyasi;

$$v_{\partial\lambda} = \partial\lambda_{o'rt} - \partial\lambda_i$$

O'rtacha kvadratik xato $M_{\partial\lambda} = 0,012^s$ oshmasligi kerak.
Uzoqlikni o'rtacha kvadratik xatosi

$$M_{\lambda} = \sqrt{M_{\lambda'_{ypr}}^2 + M_{\partial\lambda}^2 + M_{\delta\lambda}^2}, \quad (II.102)$$

bu yerda $M_{\partial\lambda} = 0,016^s$ – shaxsiy – asbob farqi o'rtacha kvadratik tabranishlar.

M_x – absolyut qiymati $0,030^s$ oshmasligi kerak.

Tayanch iboralar: uzoqlik (vaqt), Singer usuli, uzoqlik qiymati, refraksiya, sutkalik abberasiya, o'rtacha kvadratik xato, tebranishlar o'rtacha kvadratik xatosi.

Nazorat savollari:

1. Usulning nazariyasini tushuntirib bering.
2. Singer usulining afzalliklari nimada?
3. Juft yulduzlarni kuzatish tartibini tushuntiring.
4. Kuzatishlar qanday qayta ishlanadi?

18 – MA'RUZA: TENG BALANDLIKDAGI JUFT
YULDUZLARNI KUZATISHLARDAN KENGLIKNI
ANIQLASH (PEVSOV USULI)

REJA:

1. Yulduzlarni kuzatish.
2. Usulning nazariyasi.

3. Pevsov usuli.
4. Vaqt radiosignallarini qabul qilish va uni qayta ishlash.
5. Punkt hisoblash va aniqlikni baholash.

Bu usulda ham Singer usuli kabi teng balandlikdagi juft yulduzlar kuzatiladi. Maksimal aniqlikka ega bo'lish uchun $P_x = \max$ shartga asosan kuzatuv olib boriladi.

Bunday holatda

$$P_{x \max} = [\cos^2 A] = 2$$

Ammo, yulduzlar harakati sutkalik ko'rinishi gorizont tekisligi meridianida parallel, shuning uchun yulduzlarni gorizonttal iplar orqali o'tishini kuzatishning iloji yo'q. Shuning uchun yulduzlar meridianga yaqinroqdan tanlanadi. Burchak uzoqliklari 10 dan 40° gacha.

R_x ni tanlashda shular e'tiborga olinadi.

$$[ab] = [\cos A] = 0 \quad \text{va} \quad [bs] = [\sin A \cos A] = 0 \quad (\text{II.103})$$

Azimutlar funksiyasida juft yulduzlar sharti quyidagicha.

$$A_s = 180^\circ - A_N; \quad A_s = 540^\circ - A_N \quad (\text{II.104})$$

Har juft yulduzlar uchun aniqlik ko'rsatilgan simmetrik shartlariga rioya qilib

$$P_x = [\cos^2 A] = 2 \cos^2 A_N \quad (\text{II.105})$$

A_N , bur. gradus.....	10	20	30	40
R_x	1,94	1,77	1,50	1,18

(II.28) ikki tenglama ko'rinishidagiga asosan juft yulduzlar qiymati (II.104) shartga asosan

$$x_i = -\frac{[bl]_i}{[bb]_i} \quad \text{vazn bilan } P_{xi} = 2\cos^2 A_N \quad (\text{II.106})$$

n juft yulduzlarning kuzatishlardan X ning tenglashtirilgan qiymatlari

$$X_{o'rt} = \frac{\sum P_{xi} X_i}{\sum P_{xi}} \quad \text{vazn bilan } P_{xo'rt} = \sum P_{xi} \quad (\text{II.107})$$

Kenglik punkti tenglashtirilgan qiymati

$$\varphi' = \varphi_o + X_{ypr} \quad \text{vazi bilan } P_\varphi = P_{xo'rt} \quad (\text{II.108})$$

olingan kenglik punkti markaziga va o'rtacha kutbga keltiriladi. Qisqa davrli nutasiya a'zolari ta'sirida yulduzlarni ko'rinadigan joylari tuzatmalar bilan to'g'rilanmasa, unda shu kecha olingan kengliklar (II.71) formuladagi tuzatmalar orqali tuzatiladi.

Aniqlikni baholash quyidagi formula bo'yicha topiladi.

$$M_\varphi = M_{xo'rt} = \frac{\mu_x}{\sqrt{[P_{xi}]}} \quad (\text{II.109})$$

bu yerda

$$\mu_x = \sqrt{\frac{[P_{xi} \cdot v_{xi}^2]}{n-1}}; \quad v_{xi} = X_{o'rt} - X_i.$$

Teng balandliklardagi juft yulduzlarni kuzatishlardan kengliklarni aniqlash, refraksiya trubani egikligi va boshqa man-

balardagi sistematik xatolarga bog'liq bo'lmaydi. Shuning uchun bu usul kengliklarni aniqlashda eng aniq usul hisoblanadi.

Kuzatishlar uchun juft yulduzlar efemeridi tuzilgan. Shuning bilan birga quyidagi shartlar berilgan

$$15^{\circ} < z < 50^{\circ} (60^{\circ}); \quad 4^m |S_s - S_N| < 15^m; \quad 10^{\circ} < |A| < 40^{\circ}; \\ A_s + A_N = 180^{\circ} \quad \text{yoki} \quad A_s + A_N = 540^{\circ}.$$

Teodolitlarni kuzatishlarga tayyorlash Singer usuli kabi bajariladi. Kuzatishlar har doim kontakt mikrometr bilan olib boriladi. Pevsov juftligi bilan Singer juftligi birgalikda kuzatiladi, aynan: vaqt radiosignallarni qabul qilish har qaysi seriyalari orasida 6-9 Singer juftligi va 2-3 Pevsov juftligi kuzatiladi. Olti seriyada Singer usuli bilan uzoqlikni aniqlash uchun, 14-16 Pevsov juftligini birgalikda kuzatish kerak bo'ladi. Kengliklarni aniqlash uchun bu son yetarli bo'lib, unda xatolik 0,3" dan oshmaydi.

Kuzatishlar quyidagicha olib boriladi:

- yulduzlarni kuzatish efemeridada ko'rsatilgandek olib boriladi;

- yulduzlar gorizont al ipga o'tkir burchak bilan harakat qiladi, shuning uchun vintning uch aylanishidagi tezlik, yulduz azimutal tezligiga teng qilinadi, maxsus mexanizm yordamida bajariladi.

Asbob yuqori qismini aylantirmasdan ham yulduzlarni kuzatish mumkin, buning uchun mikrometr gorizont al iplarini balandlik bo'yicha harakatlanishini kamaytirish kerak; bundan yulduzlarni harakat yo'li taxminan ko'rish trubasi markazidan o'tishi kerak.

Vaqt radiosignallarini qabul qilishdagi qayta ishlashlarda x momentning u_0 xronometr tuzatma qiymati va w yurishi keltirilib chiqariladi.

Pevsov juft yulduzlarini kuzatish jurnalda hisoblanadi:

yulduzlarni kuzatish o'rtacha momentlari $T_{s,N} = \frac{\sum \sin i}{n}$;
 sanoqlarni o'rtacha yig'indisi

$$\Delta x_i = (i_s - i_N)^{\partial/2} \frac{\tau}{4} \sec A_s, \quad (\text{II.110})$$

bu yerda

$$(i_s - i_N)^{\partial/2} = \pm[(\Psi + \tilde{Y})_s - (\Psi + \tilde{Y})_N], \quad (\text{II.110})$$

ishora obyektivga yaqin bo'lsa «+» va DCh dan hisob olinsa, «-» DO' hisob olinsa qo'yiladi.

Zenit masofalari bo'yicha juft yulduzlar harakatlari tezlashganligi uchun tuzatma

$$\Delta X_v = -R_v \left(\frac{T_n - T_1}{100} \right)_s^2, \quad (\text{II.111})$$

bu yerda $R_v = 0,227 \frac{n+1}{n-1} \sin 2\varphi_0$;

n – qayta ishlashga qabul qilingan iplar (kontakt) soni;

T_n – n - ichi ipda kuzatilgan moment;

T_1 – birinchi ipdagi kuzatilgan moment.

Punkt kengligini hisoblash va aniqlikni baholash alohida vedomostlarda olib boriladi.

Kerakli tuzatmalarni hisobga olib (II.106) qayta hosil qilishdan, har juft yulduzlarni x_i kuzatishlardan quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$x_i = \frac{z'_{oN} - z'_{os}}{\cos A_s - \cos A_N} + \Delta x_i + \Delta x_v, \quad P_{xi} = 2 \cos^2 A_{si} \quad (\text{II.112})$$

bu yerda

$$z'_{oN,s} = \arccos(\sin \varphi \sin \delta_{N,s} + \cos \varphi_0 \cos \delta_{N,s} \cos t_{oN,s});$$

$$t_{0N,s}=T_{HN,s}+u_0+\omega(T_{HN,s}-X)-\alpha_{N,s}$$

Agar qisqa davrli nutasiya a'zolari ta'sirida yulduzlar koordinatasini to'g'rilanmasa

$\delta_{xnut}=g'\cos(G+S_{o'rt})$ x_i hisoblashga kiritiladi. Keyin hisoblanadi.

$$X_{o'rt}=\Sigma P_{xi}X_i/\Sigma P_{xi} \quad \text{vazn bilan } P_{xo'rt}=\Sigma P_{xi} \quad (\text{II.113})$$

va punkt kengligi $\varphi = \varphi_o + X_{o'rt}$ vazn bilan $P\varphi = P_{xo'rt}$

Aniqlik baholash quyidagi formula bilan bajariladi.

$$M_\varphi = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{xypT}}}, \quad (\text{II.114})$$

bu yerda

$$\mu_x = \sqrt{\frac{[p_{xi} \cdot v_{xi}^2]}{n-1}}; \quad v_{xi} = X_{o'rt} - X_i$$

Tayanch iboralar: Singer usuli. DU va DO'.

Nazorat savollari:

1. Singer usulini boshqa usullardan afzalliklari nimada?
2. Kuzatishlar tartibini tushuntiring.
3. Qayta ishlashlar qanday bajariladi?
4. Mavzu bo'yicha mustaqil fikringizni bayon eting.

19 – MA'RUZA: YER PREDMETI VA QUTB ORASID
GORIZONTAL BURCHAK BO'YICHA O'LCHANGAN
ASTRONOMIK AZIMITNI ANIQLASH

REJA:

1. Yoritqichning astronomik azimutini aniqlash.
2. Azimutning tenglashtirilgan qiymatini hisoblash.

3. Azimutni kuzatish.

4. Vaqt radiosignallarini qabul qilishdan xronometr yurishi va tuzatmasini hisoblash.

Yerdagi predmet astronomik azimut yo'nalishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$a_i = A_{Ni} + Q_i \quad \text{yoki} \quad a_i = M_i = M_{Ni}, \quad (\text{II.115})$$

ulardagi a_i – yerdagi predmet astronomik azimut yo'nalishi;

A_{Ni} – yoritqichning astronomik azimut yo'nalish; Q_i – yer predmeti va yoritqich orasidagi gorizont burchak; M_i – yerdagi predmet gorizont yo'nalishi; N_i – yoritqichning gorizont yo'nalishi; M_{Ni} – Shimol joyi – gorizont yo'nalishi, gorizont doirani shu oriyentirda Shimolga mos yo'nalishi.

Yoritqich astronomik azimuti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$A_{Ni} = A'_{Ni} + \delta_{Ai} + \Delta A_{wi}, \quad (\text{II.116})$$

bu yerda

$$A'_{Ni} = \text{artg} \frac{m_i \sin t_i}{n_i \cos t_i - 1}; \quad (\text{II.117})$$

$$m_i = \text{ctg} \delta_i \sec \varphi; \quad n_i = \text{ctg} \delta_i \text{tg} \varphi; \quad t_i = T_{Hi} + u_o + \omega(T_{Hi} - x) - \alpha_i;$$

$$\delta A_i = \frac{0,32 \cos \varphi \cos A_{Ni}}{\sin Z_i} - \text{sutkalik abberasiya ta'siri uchun}$$

tuzatma;

$$\Delta A_w = 5,454 \frac{d^2 A}{dt^2} \left(\frac{\Delta T}{100} \right)^2 - \text{tezlanish uchun tuzatma}; \quad (\text{II.119})$$

$$\frac{d^2 A}{dt^2} = k_1 \sin A'_N - k_2 \sin 2A'_N; \quad k_1 = \frac{1}{2} \sin 2\varphi \operatorname{ctg} z;$$

$$k_2 = \frac{1}{2} \cos^2 \varphi (\operatorname{ctg}^2 z + \operatorname{cosec}^2 z); \quad (\text{II.120})$$

$$\Delta T = T_H - T_L \quad \text{yoki} \quad \Delta T = T_H - T_R;$$

$$T_H = \frac{T_L + T_R}{2}; \quad T_{L,\lambda} = \frac{\sum T_{Li} R_i}{n}; \quad (\text{II.121})$$

Azimut tenglashtirilgan qiymatini hisoblash:

$$a_{\text{ypT}} = \frac{\sum a_i}{n}; \quad \mu = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}; \quad m_a = \frac{\mu}{\sqrt{n}}. \quad (\text{II.122})$$

Qutbiy soat burchagi bo'yicha astronomik azimut 18 usul bilan, ya'ni gorizontaal doirani har usulda $10^0 05'$ ga o'zgartirish orqali aniqlanadi. Xatolarni kamaytirish uchun, aniqlash dasturi 3 sutkada amalga oshirilishi kerak. Azimutni geodezik belgi stolidan yoki astronomik ustundan kuzatiladi.

Azimut kuzatish vaqt radiosignallarini qabul qilish oraliqlariga bo'lishi kerak.

Azimutni ustundan aniqlashdi:

1) yer predmetini kuzatishda-mikrometr shkalasi bo'yicha sanoqlardan mikrometr okulyari harakatchan ipini joydagi narsaga to'rt marta vizirlanadi; gorizontaal limbdan sanoq;

2) qutbiy kuzatishda – yotiq adilakdan sanoq, okulyar mikrometr harakatlanuvchan iplarni Qutbiyga uch marta xronometr sekund zarbalari hisobga yo'naltirib, xronometr yozuvlaridan mos ravishda sanoqlar olinadi;

3) Yer predmeti va qutbiy ikkinchi kuzatish va adilakni 180^0

ga aylantirish.

Ko'rsatilgan harakatlar yarim usulni tashkil etadi:

Ikkinchi usulda truba zenit orqali aylantiriladi va hamma harakatlar qaytariladi;

Stoldan azimutni aniqlashda truba qo'llaniladi. Qayta ishlashdan xronometr yurishi va tuzatmalar hisoblanadi. Qutbiy zenit masofalarini 0,1' aniqlik bilan hisoblash formulasi

$$Z = 90^\circ - \varphi + I + II + III \quad (II.123)$$

bu yerda I,II,III – 24AT jadvalidan tanlanadi.

180° ga adilakni aylantirish orqali nul-punkt aniqlanadi.

$$x = \frac{2m - [(\check{U} + \check{Y})_1 + (\check{U} + \check{Y})_2]}{2} \quad (II.124)$$

Yer predmetlarini kuzatishlardan ikkilik kollimasion xatolar hisoblanadi. AYe dan Qutbiy koordinatalar tanlanadi.

$$S_{o'rt} = T_{o'rt} = u + \omega(T_{o'rt} - x).$$

Interpolyasiya intervallari sutka bo'laklarida aniqlanadi.

$$n^d = [S_{o'rt} - (\lambda + \alpha_o)]^d$$

Tayanch iboralar: Astronomik azimut yo'nalishi, yoritqich astronomik azimuti nul-punkti adilak, interpolyasiya intervali, azimutni hisoblash.

Nazorat savollari:

1. Yoritqichning astronomik azimuti qanday aniqlanadi?

2. Azimutning tenglashtirilgan qiymati qanday topiladi?
3. Azimut qanday kuzatiladi?
4. Xronometr yurishi va tuzatmasi haqida tushunchangiz.

20 – MA’RUZA: MERIDIANGA YAQIN, YERTIKALDAGI
YORUG’ YULDUZLARNI KO’P MARTALIK
KUZATISHLARDAN AZIMUTNI ANIQLASH

REJA:

1. Kuzatishlarning umumiy tartibi.
2. Kuzatishlar jurnallarini qayta ishlash.
3. Uzoqlik va kenglik shartli azimuti.

Azimut yo'nalishini juda katta aniqlik bilan aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$P_a = [\sin^2 z] - \frac{[\sin z \cos z \cos A]^2}{[(\cos Z \cos A)^2]} - \dots \quad (\text{II.125})$$

Zenitga nisbatan simmetrik ($50^0 < Z < 80^0$) zenit masofalarida katta vertikalarning iatalgan tekisliklarida yoritqichlar kuzatishini o'tkazimish mumkin. Har o'tkazilgan kuzatishlar uchun tuzatma tenglamasi tuziladi.

$$\Delta a' + b_i x + c_i y + l_i = V_i \quad \text{vazn bilan} \quad P_i = \sin^2 z_i, \quad (\text{II.126})$$

bu yerda

$$b_i = -\sin A_{oi} \operatorname{ctg} z_i; \quad c_i = \cos A_{oi} \operatorname{ctg} z_i;$$

$$l_i = [(a_o - A_{oi}) - Q_i]; \quad (\text{II.127})$$

$$A_{si} = A'_{pi} + \delta A_i + \Delta A_{wi} + \Delta A_{\text{инк-M}_x}; \quad (\text{II.128})$$

tenglamaga mos keluvchi normal tenglamalar, quyidagicha bo'ladi:

$$[p] \Delta a' + [pb]x + [pc]y + [pl] = 0;$$

$$[pb] \Delta a' + [pbb]x + [pbc]y + [pbl] = 0; \quad (\text{II.130})$$

$$[pc] \Delta a' + [pbc]x + [pcc]y + [pcl] = 0.$$

Aniqlanadigan kattaliklarning tenglashtirilgan qiymatlari ifodadan aniqlanadi.

$$\Delta a' = \Delta a' / \Delta; \quad x = \Delta x / \Delta; \quad y = \Delta y / \Delta \quad (\text{II.131})$$

bu yerda Δ - normal tenglamalar sistemasining aniqlovchisi;
 $\Delta a'$, Δx , Δy – aniqlovchilar.

Kenglik va uzoqlik, sharti azimuti

$$a' = a_0 + \Delta a'; \quad \varphi = \varphi_0 + x; \quad \lambda = \lambda_0 + \frac{1}{15} y \sec \varphi.$$

Yer predmetiga yo'naltirilgan geodezik azimut quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$a_r = a' - 15(\lambda_0 - L) \sin \varphi + \frac{\eta \cos a' - \xi_0 \sin a'}{\operatorname{tg} Z_{\Delta}} \quad (\text{II.132})$$

bu yerda $\xi_0 = \varphi_0 - B$; $n_0 = 15(\lambda_0 - L) \cos \varphi$.

Astronomik azimut, kerak bo'lganda, ushbu formula bilan hisoblanadi:

$$a = a' - 15(\lambda_0 - \lambda) \sin \varphi + \frac{y \cos a' - x \sin a'}{\operatorname{tg} Z_{\Delta}} \quad (\text{II.133})$$

Aniqlikni baholash esa kichik kvadratlar usuli bilan hisoblanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-3}}; \quad m_{a'} = \frac{\mu}{\sqrt{p_{a'}}}; \quad m_x = \frac{\mu}{\sqrt{p_x}}; \quad m_y = \frac{\mu}{\sqrt{p_y}} \quad (\text{II.134})$$

Tenglamalar aniqligi standart formulalardan topiladi.

$$P_{a'} = \Delta / \Delta_{11}; \quad P_x = \Delta / \Delta_{22}; \quad P_y = \Delta / \Delta_{33}. \quad (\text{II.135})$$

bu yerda Δ_{11} , Δ_{22} Δ_{33} lar - algebraik to'ldiruvchilar.

$$\Delta_{11} = \left| \frac{[pbb][pbc]}{[pbc][pcc]} \right|; \quad \Delta_{22} = \left| \frac{[p][pc]}{[pc][pcc]} \right|; \quad \Delta_{33} = \left| \frac{[p][pb]}{[pb][pbb]} \right| \quad (\text{II.136})$$

Bu usulda o'rtacha geodezik azimut kvadratik xatosi

$$m_{ar}^2 = m_{a'}^2 + 15^2 m_L^2 \sin^2 \varphi \quad (\text{II.137})$$

m_L kichikligida

$$m_{ar} \approx m_{a'} \quad (\text{II.138})$$

Tayanch iboralar: ko'p martalik kuzatishlar, normal tenglamalar aniqlovchilar algebraik to'ldiruvchilar, geodezik azimut o'rtacha kvadratik xatosi.

Nazorat savollari:

1. *Kuzatishlar o'rtacha tartibini tushuntiring.*
2. *Qayta ishlash jurnallaridan qanday foydalaniladi?*
3. *Uzoqlik va kenglik shartli azimuti qanday aniqlanadi?*

21-MA'RUZA: AZIMUTLI ANIQLASHLAR REDUKSIYASI (USLUBIY TUZATMA)

REJA:

1. Tuzatmalar:

- shaxsiy-asbob farqi ta'siri uchun;
- qisqa davrli nutasiya a'zolari ta'siri uchun;
- yoritqichning ko'rinadigan ekvatorial koordinatalari uchun;
- markazlashtirish uchun;
- ellipsoid sirtidan kuzatilayotgan punkt balandligi uchun;
- azimutni MUN sistemasidagi o'rtacha qutbga keltirish uchun.

Yer predmetiga yo'naltirilgan azimutning tenglashtirilgan qiymatlari oxirgi hisoblashlarda quyidagi uslubiy tuzatma bilan to'g'rilanadi:

1) shaxsiy-asbob farqi ta'siri uchun

$$\partial a' = \partial a_r = -15 \sin \varphi \partial \lambda \quad (\text{II.139})$$

bu yerda $\partial \lambda$ – shaxsiy - asbob farqi;

2) qisqa davrli nutasiya a'zolari ta'siri uchun; bu ta'sir hisobini ikki xil yo'l bilan olib borish mumkin:

a) yoritqichning ko'rinadigan ekvatorial koordinatalari tuzatmasini kiritish bilan, AE dan tanlangan sferik astronomiya formulasidan:

$$\Delta \alpha_{\text{nut}} = A'a + B'b = f'' + \frac{1}{15} g \sin(G' + \alpha) \text{tg} \delta; \quad (\text{II.140})$$

b) 2-4 soat ichida o'tkazilgan, kuzatishlardan olingan a' (a_r) mos keladigan tenglashtirilgan qiymatlari bilan to'g'rilash (bir kechada)

$$\delta a' = \delta a_r = -15 f'' \sin \varphi + g' \cos \varphi \sin(G' + s_{o'rt}) \quad (\text{II.141})$$

3) geodezik belgilar markazga, azimut yo'nalishga keltirilgan uchun jumladan, markazlashtirish, reduksiya va meridianlarni yaqinlashtirish uchun:

$$a = a_0 + \Delta_c + \Delta_r + \Delta_\gamma \quad (\text{II.142})$$

bu yerda

$$\Delta_c = \rho \frac{e}{D} \sin \theta - \text{markazlashtirish uchun tuzatma}$$

$$\Delta_N = \rho \frac{e_1}{D} \sin \theta_1 - \text{reduksiya uchun tuzatma}$$

$$\Delta_{\gamma} = \rho \frac{e \sin a_{jc} \sin \varphi}{II} - \text{meridianlarni yaqinlashtirish uchun}$$

tuzatma

bu yerda e - markazlashtiri chiziqli element;

θ - markazlashtirish burchak elementi;

e_1 va θ_1 - reduksiyani mos ravishda chiziqli va burchakli elementi;

D - kuzatilayotganyo'nalish punkti markazlari orasidagi masofani gorizonttal o'tkazilishi;

a_{jc} - asbob markazi punkt markazi, azimut yo'nalishi;

$$II = \frac{N_0}{\rho} \cos \varphi - \text{argumenti bo'yicha jadvaldan tanlanadi};$$

N_0 - birinchi vertikal normal kesimi egrilik radiusi.

4) Ellipsoid sirtidan kuzatilayotgan punkt balandligi uchun (sferoidli tuzatma)

$$\Delta a_c = \rho \frac{e^2}{2a} H_2 \cos^2 \varphi_1 \sin 2a' \quad (II.146)$$

bu yerda e va a - mos eksentrisitet va yer ellipsoidi katta yarim o'qi;

N_2 - ellipsoid ustidan kuzatilayotgan punkt balandligi (m);

a' - 1 punkt dan 2 punktga azimut yo'nalishi;

φ_1 - punkt kengligi.

Krasovskiy ellipsoidi uchun

$$\Delta a_c = 0.000109 H \cos^2 \varphi_1 \sin 2a';$$

5) azimutni MUN sistemasidagi o'rtacha qutbga keltirish uchun

- astronomik azimut tuzatmasi

$$\Delta a_p = -(x \sin \lambda + y \cos \lambda) \sec \varphi \quad (\text{II.147})$$

- geodezik azimut tuzatmasi

$$\Delta a_{pr} = -(x \sin \lambda + y \cos \lambda) \cos \varphi \quad (\text{II.148})$$

bu yerda x va y – kuzatishlar epoksi qutb laxzalik koordinati.

Shunday qilib, belgilarni markazga, o'rtacha qutb va ellipsoid sirtiga keltirish

$$a_r = a_{0r} + \Delta_c + \Delta_r + \Delta_\gamma + \Delta a_{pr} + \Delta a_c \quad (\text{II.149})$$

Tayanch iboralar: shaxsiy – asbob farqi, qisqa davrli nutasiya a'zolari, yoritqich ekvatorial koordinatasi, azimut MUN sistemasi.

Nazorat savollari:

1. Tuzatmalar nima uchun kiritiladi?
2. Tuzatmalarni bir-biridan farqi nimada?
3. Mavzu bo'yicha mustaqil fikringiz.

22-MA'RUZA: QUYOSH VA QUTBIY ZENIT

MASOFALARI BO'YICHA O'LCHANGAN

KENGLIKLARNI ANIQLASH

REJA:

1. Qutbiy zenit masofalarini o'lchash.
2. Qutbiy kuzatishlar har qaysisi uchun kengliklarni hisoblash.
3. Quyoshni kuzatish tartibi.

Kengliklarni 2-3" xatolik bilan taxminiy aniqlashlar uchun T-2 tipli optik teodolit bilan qutbiy zenit masofalarini ikki uch

marta o'lchash yetarlidir. Qutbiy kuzatishlar yulduz vaqtlari ikki strelkali sekundomer yoki paluba soati yordamida qayd etiladi, tuzatmalar radiosignallarni qabul qilishdan aniqlanadi, unda xatolik $0,1^m$ dan oshmaydi. Vertikal doiraning ikki holatiga Kutbiy zenit masofalarini o'lchash amalga oshiriladi.

Refraksiya ta'sirini hisobga olish uchun havo harorati va bosim o'lchanadi.

Kuzatish jurnalida hisoblanadi.

Qutbiy yulduzlar zenit masofalari formula bo'yicha hisoblanadi.

$$z_{o'lch} = (L - R)/2; \quad z = z'_{o'lch} + \rho; \quad \rho = \rho_0 \cdot \gamma \cdot B$$

Qutbiy kuzatishlar usulida o'rtacha moment yulduz vaqtlari

$$T_H = (T_L + T_R)/2; \quad S = T_H + U_{T.H}; \quad U_{T.H} = U_x + \omega(T_H - x)$$

$$\varphi = 90^2 - z + I + II + III \quad (II.150)$$

Quyoshni kuzatish quyidagi tartibda bajariladi.

Quyoshning yuqori (quyi) chetlarini vizirlash, soat bo'yicha sanoq, DCh (DO') vertikal limbi bo'yicha sanoq va teskarisi, hamda trubani zenit orqali o'zgartirish; ushbu tartibni takrorlash.

Har bir vizirlashda vertikal ip Quyosh ko'rinadigan diski markazida joylashgan bo'lishi kerak.

Kenglikni taxminiy aniqlashda 2-3 usul yetarlidir.

Jurnalda quyidagilar hisoblanadi:

Quyosh ko'rinadigan diski markazining zenit masofalari;

$$z_{OL} = L_O - M_z + \rho + P_O; z_{OR} = M_z - R_O + P - P_O;$$

$$\rho = \rho_O \gamma_B; P_O = P_O \sin z'_O; P_O \approx 9'';$$

Quyoshni kuzatish o'rtacha momentlari;

$$T_{LO} = (T_{OL} + T_{OL})/2; T_{RO} = (T_{OR} + T_{OR})/2;$$

Har qaysi yarim usullardan kengliklarni hisoblash formulasi

$$\varphi_{L,R} = M_{L,R} + N_{L,R} \quad (II.151)$$

bu yerda

$$\operatorname{tg} M_{L,R} = \frac{\operatorname{tg} \delta_{OL,R}}{\cos t_{OL,R}}; \cos N_{L,R} = \frac{\cos z_{OL,R} \sin M_{L,R}}{\sin \delta_{OL,R}}; \quad (II.152)$$

$$t_{OL,R} = m_{L,R} + E_{L,R} = T_{OL,R} + U_{OL,R} + E_{L,R}; \quad (II.153)$$

$$U_{OL,R} = U_x + \omega(T_{OL,R}^{-x}).$$

x va ω momentlarda U_x radiosignallarni qabul qilishdan aniqlanadi.

$E_{L,R} - +12^h$ tenglashtirilgan vaqt va $\delta_{\theta L,R}$ og'ish – Quyosh AYe jadvalidan efemerid vaqti

$$(ET)^h = (T_{OL,R} + U_0 - \lambda + \Delta T)^h$$

momentlarga interpolyasiyalanadi.

Har qaysi usulda kenglik formula bo'yicha hisoblanadi.

$$\varphi = (\varphi_L + \varphi_R)/2 \quad (\text{II.154})$$

n usullardan punkt kengligi $\varphi_{\text{ort}} = (\sum \varphi_i)/n$ bo'ladi.

Tayanch iboralar: yuqoriga vizirlash, qo'yiga vizirlash, Quyosh zenit masofalari Qutbiy zenit masofalari, Quyoshni ko'rindigan disk markazi.

Nazorat savollari:

1. Qutbiy zenit masofalari qanday o'lchanadi.
2. Qutbiy kuzatishlar har qaysi kengliklar uchun qanday hisoblanadi.
3. Quyoshni kuzatish tartibini tushuntiring.

23-MA'RUZA: QUYOSH ZENIT MASOFALARI BO'YICHA O'LCHANGAN UZOQLIK PUNKTI VA SOATLARNI TO'G'RILASHNI ANIQLASH

REJA:

1. Kuzatishlar umumiy tartibi.
2. Qabul qilingan vaqt radiosignallarini qayta ishlash.
3. Uzoqlik punktini aniqlash.

Quyoshning uzoqlik punkti va soatlarni to'g'rilashni aniqlash uchun kechki yoki ertalabki soatlarda birinchi vertikalda yoki uning yaqinida kuzatish kerak.

Refraksiya tufayli katta xatolardan qutulish uchun 80^0

o'smaydigan zenit masofalari Quyoshni kuzatish uchun tavsiya etilmaydi.

Uzoqlik punktini aniqlashda, kuzatishlar umumiy tartibi quyidagicha: vaqt radiosignallarini qabul qilish, Quyosh zenit masofalarini o'lchash, vaqt radiosignallarini qabul qilish.

Quyosh zenit masofalari o'lchashning prinsipal sxemasi, kengliklarni aniqlashdagidek.

Vaqt radiosignallarini qayta ishlashdan

$$U' = UT1' - x' \quad x' \text{ momentda;}$$

$$U'' = UT1'' - x'' \quad x'' \text{ momentda;}$$

$$U_x = (U'' + U')/2 \quad x = (x' + x'')/2 \text{ momentda;}$$

o'rtacha vaqt sistemasida soatli xronometr yurishi.

$$\omega^h = \frac{U'' - U'}{(x'' - x')}$$

Jurnalda har bir usul uchun hisoblanadi:

Quyosh zenit masofasi

$$Z_{OL} = L_\theta - M_z + \rho_L - P_{OL};$$

$$Z_{OR} = M_z - R_O + \rho_R - P_{OR},$$

bu yerda

$$\rho_{LR} = \rho_{OL,R} \gamma \cdot B \quad - \text{refraksiya uchun tuzatma;}$$

$$P_{OL,R} = P_O \sin z'_{LR} \quad - \text{Quyosh sutkalik parallaksi;}$$

$$P_O \approx 9''; \quad - \text{gorizontal parallaks;}$$

Quyosh kuzatish momenti:

$$T_{OL} = (T_{OL} + T_{OL})/2; \quad T_{OR} = (T_{OR} + T_{OR})/2;$$

$$T_H = (T_{OL} + T_{OR})/2;$$

Maxalliy o'rtacha vaqtga nisbatan xronometr tuzatma quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{L,R} = t_{OL,R} - E_{L,R}; \quad u_{L,R} = m_{L,R} - T_{OL,R}, \quad (II.155)$$

ulardagi

$$\cos t_{OL,R} = \frac{\cos z_{OL,R} - \sin \varphi \cdot \sin \delta_{OL,R}}{\cos \varphi \cos \delta_{OL,R}}; \quad (1 II.56)$$

$E_{L,R} = (12^h + \eta)$ va $\delta_{OL,R}$ qiymatlar AYe Quyosh jadvalidan efemerid vaqt momentlariga interpolyasiy qilinadi.

$$(ET)^h_{L,R} = [T_{OL,R} + u_x + \omega(T_{OL,R} - x) + \Delta T]^h \quad (II.157)$$

Quyosh kuzatish har qaysi usuli uchun xronometr o'rtacha qiymat tuzatmasi

$$u_{TH} = (u_L + u_R)/2; \text{ momentdagi } T_H = (T_{OL} + T_{OR})/2.$$

Quyoshni kuzatish har qaysi usuli uchun uzoqlik punkti

$$\lambda' = u_x - u_x, \text{ bu yerda } u_x = u_{TH} + \omega(x - T_H).$$

Uzoqlik o'rtacha qiymati

$$\lambda'_{o'rt} = (\sum \lambda'_i)/n$$

0,5-0,7^s aniqlikdagi uzoqlik punktini aniqlashda Quyosh zenit masofasini ikki-uch marta o'lchash kifoya.

Tayonch iboralar: soatlarni to'g'rilash, uzoqlik punktini aniqlash, xronometr yurishi.

Nazorat savollari:

1. *Kuzatishlar qanday bajariladi?*
2. *Vaqt radiosignallari qanday qayta ishlanadi?*
3. *Uzoqlik punkti qanday aniqlanadi?*

QUTBIY SOAT BURCHAGI BO'YICHA TAXMINIY ASTRONOMIK AZIMUTNI ANIQLASH

1. Azimutni kuzatish.
2. Vaqt radiosignallarini qabul qilishdan, soat yurishiga tuzatma.
3. Yer predmetiga yo'naltirilgan azimutni hisoblash.

O'rtacha optik teodolit yordamida Qutbiy soat burchagi astronomik azimutini 3-5" xatolik bilan aniqlash mumkin.

Astronomik azimutni ko'rsatilgan aniqlik bilan aniqlash uchun astronomik koordinatlarni $m_{\varphi} = 10''$, $m_{\lambda} = m_u = 1^s$ o'rtacha kvadratik xato bilan bilish kerak.

Azimutni 3" xatolik bilan aniqlash uchun yer predmeti va Qutbiy o'lchangan burchak Q orasida 6 usulda bajarilishi kerak

5" xatolik bilan esa – 3-4 usulda bajarilishi kerak.

Azimutlarni kuzatish vaqt radiosignallarini qabul qilish bilan tugallanadi. Burchaklarni o'lchash Q har usuli quyidagi tartibda bajariladi.

DCh da: yerdagi predmetga trubani yo'naltirish, gorizontallimb bo'yicha sanoqlarni yozish; Qutbga trubani yo'naltirish, soatlar bo'yicha sanoqlarni yozish, adilak bo'yicha va gorizontallimb bo'yicha; DO' da ham shu tartib takrorlanadi.

Mahalliy yulduz vaqtlari sistemasidagi astronomik uzoqlik punkti λ vaqt radiosignallarini qabul qilishdan tuzatma va soat yurishi hisoblanadi.

Kuzatma jurnalida hisoblanadi:

usullardagi Qutbiy kuzatishlar o'rtacha momenti

$$T_H = (T_L + T_R)/2;$$

farqlar $\Delta T = T_H - T_L$ va $5,454(\Delta T/100)^2$ –

tezlanish uchun tuzatmani hisobga olish;

usuldagi gorizontall o'q o'rtacha qiyaligi

$$b^{\partial/2} = [Ch + O')_0 - (Ch + O')]/2$$

gorizontall o'q qiyaligi uchun Qutbiyga gorizontall yo'naltirilgan tuzatma

$$\Delta N_b = b(\tau/2)\text{ctgz, bu yerda } z = 90^0 - (\varphi - f)$$

f kattalik balandliklar jadvalidan va S argument bo'yicha AYe olinadi.

Yer predmetiga gorizontall yo'nalgan

$$M = [L + (R \pm 180^0)]/2$$

Qutbiyga gorizontall yo'nalgan

$$N = [L^* + (R^* \pm 180^0)]/2 + \Delta N_b.$$

Qutbiy va yer predmeti orasidagi Q gorizontal burchak

$$Q + M - N + \Delta Q,$$

bu yerda ΔQ – gorizontal burchakka tuzatma.

Yer predmetiga yo'naltirilgan azimut quyidagi formula bilan hisoblanadi:

Qutbiy azimut, usullarda kuzatilgan o'rtacha moment bilan hisoblanadi.

$$\operatorname{tg} A'_N = m \cdot \sin t / (n \cdot \cos t - 1),$$

bu yerda $m = \operatorname{ctg} \sec \varphi$; $n = \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi$;

$$t = T_H + u_x + \omega (T_H - x) - \alpha;$$

tezlanish uchun Qutbiy yulduz azimutiga tuzatma

$$\Delta A_w = 5,454 (\Delta T/100)^2 - \frac{d^2 A}{dT^2}$$

bu yerda

$$\frac{d^2 A}{dT^2} = k, \quad \sin A'_N - k_2 \sin 2A'_N;$$

$$k_1 = \frac{1}{2} \sin 2\varphi \cdot \operatorname{ctg} z; \quad k_2 = \frac{1}{2} \cos^2 \varphi (\operatorname{ctg}^2 z + \operatorname{cosec}^2 z)$$

Z va φ egrumenti bo'yicha yordamchi jadvaldan tanlanadi.

Usuldagi yer predmetiga yo'naltirilgan azimut

$$a_i = A'_{Ni} + Q_i,$$

bu yerda

$$A_{Ni} = A'_{Ni} + \Delta A_{wi};$$

n – usullardan yer predmetiga yo'naltirilgan o'rtacha azimut

$a_{o'rt} = (\Sigma a_i)/n$
 azimutning o'rtacha kvadratik xatosi

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n}}(n-1)$$

kerak bo'lgan holatda yo'nalish geodezik azimuti hisoblanadi.

$$a_r = a - 15(\lambda - L)\sin\varphi; \quad m_{ar} = \sqrt{m_a^2 + 15^2(m_\lambda^2 + m_L^2 \sin^2 \varphi)}$$

15" xatolik bilan azimutlarni aniqlashlarda va ko'polroq aniqlashda formulalarni oddiylashtirish mumkin. Gorizonttal o'q qiyaligini teodolit gorizontlashtirilganda aniqlanmasa, bo'ladi.

Astronomik koordinata punkti $m_\varphi = 1'$ va $m_\lambda = m_u = 0.1^m$ xatolikdan oshmasligi kerak. Soatlar Moskva dekret vaqtiga qo'yilishi kerak. Qolgan tartiblar 3-5" aniqlik azimutni aniqlashday qoladi. Azimutni aniqlashda Q burchak ikki-uch usulda o'lchanadi.

Azimutni hisoblash formulasi oddiylashtirilgan qurinishi quyidagicha:

$$a = A_N + Q, \text{ bu yerda } Q = M - N; \quad T_M = (T_{ML} + T_{MH})/2;$$

$$A_N \text{ dsec}(\varphi+f); \quad f = (90 - \delta)\cos t; \quad d = (90 - \delta)\sin t;$$

$$t = S - \alpha; \quad S = (T_M - 3^h) + \mu(T_M - 3^h) + S_0 + \lambda$$

Tayanch iboralar: Azimutni kuzatish, soat yurishiga tuzatma,

azimut oddiylashtirilgan formulasi.

Nazorat savollari:

1. Azimut qanday kuzatiladi?
2. Soat yurishiga tuzatma qanday qilinadi?
3. Yer predmetiga yo'naltirilgan azimut qanday hisoblanadi?

24-MA'RUZA: QUYOSH SOAT BURCHAGI AZIMUTINI ANIQLASH

REJA:

1. Kuzatishning foydali sharti.
2. Xronometr yurishi va tuzatma.
3. Astronomik azimut yo'nalishini aniqlash.

Quyosh soat burchagi bo'yicha azimutni aniqlash ertalab va kechki soatlarda juda qulay, unda Quyosh zenit masofalari ($50^0 < z_0 < 80^0$) ulkan. Azimutni $10''$ xatolik bilan aniqlash uchun astronomik koordinati punktlari $m_\varphi \leq 10''$, $m_\lambda \leq 0,3^s$ bo'lishi kerak.

Quyosh kuzatish momentlarini qayd etish uchun ikki strelkali sekundomer ishlatiladi.

Azimutni kuzatish har bil usuli quyidagi tartibda bajariladi. DCh (DO') da: yer predmetiga trubani yo'naltirish, gorizontal

limb bo'yicha sanoq yozish; trubani quyoshga yo'naltirish; kuzatishlar momentida Quyoshning chap (o'ng) chetlarini uchta vertikal ip orqali (ko'z-klavisha) usuli bilan; sekundomer bo'yicha T_{O_i} momentlarni yozish; gorizontal o'qlar adiligidan sanoq yozish; gorizontal limb bo'yicha sanoq olish; vertikal limbdan 1' aniqlik bilan sanoq.

DO'(DCh) da: Quyoshning boshqa chetini kuzatish; trubani yer predmetiga yo'naltirish; gorizontal limbdan sanoq olish.

Vaqt rodiosignallari qayta ishlanadi va xronometr yurishiga tuzatmalar kiritiladi.

$$u_1 = m_1 - x_1 \quad (x_1 \text{ momentda}); \quad u_2 = m_2 - x_2 \quad (x_2 \text{ momentda});$$

$$u_x = u_1 + u_2 / 2 \quad (x = (x_1 + x_2) / 2 \text{ momentda});$$

$$\omega^h = (u_2 - u_1) / (x_1 + x_2)^h,$$

bu yerda

$$m_{1,2} = UT_{1,2} + \lambda$$

kuzatishlar jurnalida hisoblanadi:

Quyoshni kuzatish o'rtacha momenti yarim usulda

$$T_{OL,R} = (\Sigma T_{OL,R}) / 3$$

va usulda

$$T_{OH} = (T_{OL} + T_{OR}) / 2;$$

farqlar

$$\Delta T = T_{OH} - T_{\theta L,R} \text{ va } 5.454(\Delta T / 100)^2;$$

usuldagi Quyosh zenit masofasi (min)

$$z_{\theta} = (L_o^b - R_o^b) / 2 + \rho_0;$$

gorizontal o'q qiyaligi uchun Quyosh gorizontal yo'naltirilgan tuzatma

$$\Delta N_b = b \frac{\tau}{2} \text{ctg} z_o, \quad b = [(Ch + O')_0 - o(Ch + O')] / 2 + \Delta N_b;$$

yer predmetiga gorizontal yo'naltirilgan

$$M = [L + (R \pm 180^0)] / 2$$

Quyoshga gorizontal yo'naltirilgan

$$N = [L_O + (R_O \pm 180^0)] / 2$$

Quyosh va yer predmeti orasidagi gorizontalk burchak

$$Q = M - N$$

Yer predmetiga yo'naltirilgan astronomik azimut ushbu formula bo'yicha hisoblanadi:

$$a = A_N + Q, \text{ bu yerda } A_N = A'_N + \Delta A_\omega;$$

$$\text{ctg } A'_N \sin \varphi \text{ ctg } t_O - \cos \varphi \text{ tg } \delta_O \text{ cosec } t_O;$$

$$\Delta A_\omega = 5,454 (\Delta T/100)^2 \frac{d^2 A}{dt^2};$$

$$\frac{d^2 A}{dt^2} = k_1 \sin A'_N - k_2 \sin 2A'_N;$$

Quyosh soat burchagi quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$t_O = T_H + u_x + \omega (T_H - x) + E$$

Quyoshni og'ishi δ_O va vaqt tenglamasi $E = 12^h + \eta$ efemerid vaqt momenti $(ET)^h = (UT1 + \Delta T)^h$ AYe Quyosh jadvalidan interpolasiyalanadi.

Yer predmetiga yo'naltirilgan o'rtacha azimut va azimut xatoliklari quyidagicha topiladi:

$$a_{o'rt} = \frac{\sum a_i}{n}; \quad m_{a.o'rt} = \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}}$$

bu yerda n – usullar soni.

Tayanch iboralar: Quyosh soat burchagi, xronometr yurishi va tuzatma, Quyoshga gorizontalk yo'naltirilgan tuzatma.

Nazorat savollari:

1. Kuzatishning foydali sharti qanday?
2. Xronometr yurishi va tuzatma qanday bajariladi?

3. *Astronomik azimut yo'nalishi qanday aniqlanadi?*

YORITQICH ZENIT MASOFALARI BO'YICHA O'LCHANGAN YERDAGI PREDMET AZIMUT YO'NALISHINI ANIQLASH

1. Yulduz zenit masofalari bo'yicha o'lchangan azimut yo'nalishini aniqlash.
2. Quyosh zenit masofalari bo'yicha o'lchangan azimut yo'nalishini aniqlash.

Kuzatishlar 40^0 dan 70^0 gacha zenit masofalarda birinchi vertikal yaqinidagi yorug' yulduzlar tanlanadi. Yulduzlar ko'z bidan tanlanadi.

Azimutni aniqlash har usuli quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi.

DCh (DO') da: o'rtacha vertikal ipni yer predmetiga vizirlash, gorizontal limbdan sanoqlar, yulduzlarga trubani yo'naltirish; vertikal va gorizontal limblardan sanoqlar; adalak sanog'i bo'yicha gorizontal o'q qiyaligini aniqlash.

DCh (DO') da: yulduzga trubani yo'naltirish, vertikal va gorizontal o'q qiyaligini aniqlash, yer predmetiga vizirlash, gorizon-

tal limbdan sanoq.

Azimetni 5-7" xatolik bilan aniqlash uchun 4-6 usulda kuzatish o'tkazish kifoya, bunda bitta yulduzni yarmini sharqda, yarmini g'arbga kuzatish kerak bo'ladi.

Hisoblash uchun formulalar:

yulduzlar zenit masofalari

$$z = z' + \rho; \quad z' = (L_b^* - R_b^*) / 2, \quad \rho = \rho_0 \cdot \gamma \cdot B;$$

yer predmetiga gorizontal yo'nalish

$$M = [L + (R \pm 180^0)] / 2$$

yulduzlarga gorizontal yo'nalish

$$N = [L^* + (R^* \pm 180^0)] / 2 + \Delta N_b;$$

gorizontal burchak $Q = M - N$;

yoritqich azimuti

$$\cos A_N = (\sin \delta - \sin \varphi \cdot \cos z) / (\cos \varphi \cdot \sin z);$$

sharqdagi yoritqich uchun $A = A_N$;

g'arbdagi yoritqich uchun $A = 360^0 - A_N$;

yer predmetiga yo'naltirilgan azimut $a = A + Q$;

n – usullardan yo'naltirilgan o'rtacha azimut

$$a_{o'rt} = \frac{\sum a_i}{n};$$

azimut o'rtacha kvadratik xatosi

$$m_a = \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}}$$

10^0 dan kam bo'lmagan Quyosh blandligida ertalabki va kechki soatlarda Quyosh zenit masofalari bo'yicha Azimut yo'nalishlari aniqlanadi. Quyosh kuzatish uchun albatta soat kerak bo'ladi, dekret vaqtlari bo'yicha tuzatmalar kiritiladi.

Kuzatishlar: DCh (DO') da: tuba yer predmetiga yo'naltiriladi, gorizontal limb bo'yicha trubani Quyosh yo'naltirish; vertikal va gorizontal limbdan soatlar bo'yicha sanoq olish (bir

minut ichida);

DCh (DO') da: trubani Quyoshga yo'naltirish, vertikal va gorizontl limbdan soat bo'yicha sanoq; trubani yer predmetiga yo'naltirish, gorizontallimb bo'yicha sanoqlar yozish.

Quyosh ta'siri truba ko'rish maydoniga tushsa, truba to'g'rilovchi vintlari yordamida gorizontall iplar to'ri Quyosh diskining yuqorigi yoki quyi chetiga to'g'rilanadi. Bu hol Quyosh diski yon tasviri o'rta vertikal ipga tekkuncha davom ettiriladi.

Tekgan momentda sanoq olinib jurnalga yoziladi. Sutkalik parallaks va refraksiya uchun Quyosh zenit masofalariga tuzatma kiritiladi.

$$z_O = z'_O + \rho - P_0 \text{ bu yerda } P_0 \approx 9'' \sin z'_O$$

Efermerid vaqt momentlarida Quyosh og'ishi interpolyasiyalanadi.

$$(ET) = (UT1 + \Delta T)^h, \text{ bu yerda } UT1 = T_{NH} - (N + 1);$$

$$T_{N+1} = (T_{(N+1)L} + T_{(n+1)R}) / 2$$

N – belbog' soati raqami.

Tayanch iboralar: Yulduz zenit masofalari, Quyosh zenit masofalari.

Nazorat savollari:

1. Yulduz zenit masofalari bo'yicha o'lchangan azimut yo'nalishi qanday aniqlanadi?
2. Quyosh zenit masofalari bo'yicha o'lchangan azimut yo'nalishi qanday aniqlanadi?

ADABIYOTLAR

1. Belova N.A. Kurs sfericheskoy astronomii. M.: Nedra, 1971.
2. Kulikov K.A. Kurs sfericheskoy astronomii. M.: Nauka, 1971.
3. Pyaskovskiy D.V. Kurs sfericheskoy astronomii. Izd. kiyevskogo universiteta, 1964.
4. Tashpulatov S.A., Kadirov A.G. Geodezik astronomiya. O'quv qo'llanma. TAQI. 2001.
5. Uralov S.S. Kurs geodezicheskoy astronomii M., Nedra, 1980.
6. Xalxunov V.Z. Sfericheskaya astronomiya. M., Nedra, 1972.
7. Suyunov A.S., I dr. Geodezik astronomiya, O'quv kullanma Samarkand. SamDAKI, 2006.
8. Spravochnik geodezista. 1-kniga M., Nedra, 1985.
9. Uralov S.S. Obuyaya teoriya metodov geodezicheskoy astronomii. M., Nedra, 1973.
10. Kuznesov A.N. Geodezicheskaya astronomiya. M., Nedra, 1966.
11. Artikov G.A. Astronomik geodeziya fanidan ma'ruzalar matni. SamDAKI, 2006.

1-qism. SFERIK ASTRANOMIYA

Kirish	4
Sferik kordinatalar.....	11
Koordinata tizimlari	20
Ekliptik koordinata tizimi.....	28
Koordinata tizimlari orasidagi bog'liqlik va bir tizimdan boshqasiga o'tish	36
Osmon sferasining sutkalik aylanishi	46
Yoritqich momentlari va elongasiyasi	58
Vaqt o'lchash	70
Vaqtlar orasidagi munosabat	83

II-Qism. GEODEZIK ASTRONOMIA

Geodezik astronomiya fanidan umumiy ma'lumotlar.....	94
Yoritqichning zenit masofalarini o'lchashning asoslari	101
Astronomik kuztishlarning zenitli usullarining umumiy nazariyasi.....	108
Zenitli usullarda kuzatish reduksiyasi.....	116
Meridian yaqinidagi juft yulduzlarning zenit masofalari bo'yicha o'lchangan kengligini aniqlash (Struve usuli)	123
Meridiandagi juft yulduzlarning zenit masofalarini kichik farqlar bo'yicha o'lchangan kengliklarni aniqlash (Talkotta usuli)	128

Teng balandlikdagi juft yulduzlarni kuzatish- lardan vaqt uzoqligini aniqlash (Singer usuli)	<u>135</u>
Teng balandlikdagi juft yulduzlarni kuzatish- lardan kenglikni aniqlash (Pevsov usuli)	<u>142</u>
Yer predmeti va qutb orasida gorizonta burchak bo'yicha o'lchangan astronomik azimutni aniqlash	<u>148</u>
Meridianga yaqin, vertikalda yorug' yulduzlarni ko'p martalik kuzatishlardan azimutni aniqlash	<u>152</u>
Azimutli aniqlashlar reduksiyasi (Uslubiy tuzatma)	<u>155</u>
Quyosh va qutbiy zenit masofalari bo'yicha o'lchangan kengliklarni aniqlash.....	<u>159</u>
Quyosh zenit masofalari bo'yicha o'lchangan uzoqlik punkti va soatlarni to'g'rilashni aniqlash	<u>163</u>
Qutbiy soat burchagi bo'yicha taxminiy astronomik azimutni aniqlash.....	<u>166</u>
Quyosh soat burchagi azimutini aniqlash	<u>170</u>
Yoritqich zenit masofalari bo'yicha o'lchangan yerdagi predmet azimut yo'nalishini aniqlash	<u>173</u>
Adabiyotlar	<u>176</u>

SUYUNOV Abdusoli Samatovich
ALIMOVA Xursheda Axmatovna

GEODEZIK ASTONOMIYA

Oliy o'quv yurtlari, Geodeziya, kartografiya va kadastr
yo'nalishi bokalavrlari uchun o'quv qo'llanma

Muxarrir

Badiiy muxarrir

Kompyuterda saxifalovchi

Q. Abdullayev

G'. Artikov

M. Soliyeva

8.01.2010 yilda bosmaga ruxsat etildi. Qog'oz bichimi 60x90,1/16.
9,4 shartli bosma taboq. Adadi 50. Baxosi shartnoma asosida. Buyurtma-
012 /o'q Samarkqand Davlat arxitektura-qurilish instituti bos-da chop etildi