



GEODYEZIYA, KARTOGRAFIYA VA
KADASTR (FUNKSIYALARI
BO'YICHA)

Toshkent arxitektura
qurilish insitituti huzuridagi
tarmoq markazi

DAVLAT VA YER
KADASTRI

Toshkent 2022

*Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2020 yil 7 dekabrda 648-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv reja va dastur asosida
tayyorlandi.*

Tuzuvchi: TAQI, Maxsudov B.Yu.

Taqrizchi: TAQI, t.f.n., dots. Yusupov U.T.

*O'quv -uslubiy majmua TAQI Kengashining 2020 yil 11 dekabrda 2-sonli qarori bilan
nashrga tavsiya qilingan.*

MUNDARIJA

I ISHCHI DASTUR.....	Ошибка! Закладка не определена.
II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI.....	10
III. NAZARIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.....	12
VI. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.....	57
V KEYSLAR BANKI.....	68
VI. GLOSSARIY	69
VII. ADABIYOTLAR.....	70

Kirish

Zamonaviy jamiyat o'zining tez va chuqur o'zgaruvchan tavsifiga ega bo'lib, bunday o'zgarishlar jamoatchilik tuzilmalari, jumladan, mustaqil davlatlar, shaxs va jamiyat o'rtasidagi munosabatlar, demografik siyosat, urbanizatsiya jarayonlarida ko'zga yaqqol tashlanmoqda. Ta'lim ham global umum ham jamiyat tuzilmasining alohida tarkibiy qismi sifatida jamiyatda bo'layotgan barcha o'zgarishlarni hisobga olishi, ana shu asosda o'z tuzilishi va faoliyat mazmunini o'zgartirishi zarur. Bugungi kunda ta'limning jamiyat rivojlanish sur'atlaridan ortda qolayotganligi, ta'lim jarayonida qo'llanilayotgan texnologiyalarning zamonaviy talablarga to'liq javob bermasligi haqidagi masala dunyo hamjamiyati tomonidan tez-tez e'tirof etilmoqda. Chunki ta'lim ham ijtimoiylashtirish vazifasini bajaruvchi sifatida jamiyatdagi o'zgarishlar ortidan borishi hamda uning rivojlanishiga o'z ta'sirini o'tkazishi kerak. Biroq jamiyat rivojlanishi va ta'lim tizimi o'rtasidagi munosabat murakkab ko'rinishga ega bo'lib, yuqori darajadagi jo'shqinlik bilan farqlanadi. Ta'lim barcha faol va sust o'zgarishlar ta'sirini qabul qilavermaydi, jamiyatda bo'layotgan voqealarga esa o'z ta'sirini o'tkazadi. Ana shu nuqtai nazardan ta'limdagi o'zgarishlar faqatgina natija sifatida emas, balki jamiyatning kelgusidagi o'ziga xos rivojlanish shartidir.

Fan va texnika jadal sur'atlar bilan rivojlanayotgan bugungi kunda ko'plab ilmiy bilimlar, tushuncha va tasavvurlar hajmi keskin ortib bormoqda. Bu, bir tomondan, fan-texnikaning yangi soha va bo'limlarining taraqqiy etishi tufayli uning differensiallashuvini ta'minlayotgan bo'lsa, ikkinchi tomondan, fanlar orasida integratsiya jarayonini vujudga keltirmoqda.

Ma'lumki, bugun barcha davlatlar ta'limga imkon qadar ko'p yangilik kiritishga intilmoqda. Bugungi yangiliklar ularga uyushgan, rejali, ommaviy yondashuvni talab etadi. Yangiliklar kelajak uchun uzoq muddatli investitsiyalardir. Novatorlikka qiziqish uyg'otish, yangilik yaratishga intiluvchan shaxsni tarbiyalash uchun ta'limning o'zi yangiliklarga boy bo'lishi, unda ijodkorlik ruhi va muhiti hukm surishi lozim. Ana shunday dolzarblikdan kelib chiqqan holda, bugungi kunda pedagogikaning mustaqil sohasi – innovatsion pedagogika jadallik bilan rivojlanib bormoqda.

Modulning maqsadi va vazifalari

“Davlat kadastrlari” modulining maqsadi: pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malaka oshirish kurs tinglovchilarini Davlat kadastrlari haqidagi bilimlarini takomillashtirish bo'yicha mutaxassislik profiliga mos bilim, ko'nikma va malakani shakllantirishdir.

“Davlat kadastr” modulining vazifalari:

- Davlat kadastr, davlat kadastr tuzilishi, ishlash prinsipi, nazariyasini va amaliyotini ishlatilish ko'lami va ularni muayyan sharoitlarga mos holda

tanlashni bilishi zarur;

- Davlat kadastrini me'yoriy huquqiy asoslari va texnik hujjatlarini bilishi;
- Davlat kadastrlarini sohalar bo'yicha qo'llash va ulardan samarali foydalanish ko'nikmalariga ega bo'lishi lozim.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar:

“Davlat kadastr” kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari;
- Davlat kadastrini me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari;
- Davlat kadastrlarini yuritishda davlat yer kadastrini;
- Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi;

Davlat kadastrini ma'lumotlarini davlat ochiq ma'lumotlar portalida joylashtirish;

Davlat kadastrlari ma'lumotlarini tegishli vazirlik va idoralar ma'lumotlar bazalari bilan integratsiyalash bo'yicha *bilimlarga* ega bo'lishi;

Tinglovchi:

- rivojlangan xorijiy mamlakatlarda davlat kadastrlarini yuritish;
- Bino va inshootlar davlat kadastrlarini yuritish;
- Davlat kadastrini ma'lumotlarini ochiq ma'lumotlar portalida joylashtirishga

tayyorlash;

Tinglovchi:

Davlat kadastrini ma'lumotlarini davlat ochiq ma'lumotlar portalida joylashtirish;

- Geoportal tizimlari;
- Davlat kadastrlari ma'lumotlarini tegishli vazirlik va idoralar ma'lumotlar bazalari bilan integratsiyalash;
- rivojlangan xorijiy mamlakatlarda davlat kadastrlarini yuritish;
- Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi bo'yicha *malakalarini*

egallashi;

Tinglovchi:

- Maxsus dasturiy ta'minotlar bilan ishlash;
- Ma'lumotlarni tahrirlash, saqlash va chop etish *kompetensiyalarni egallashi*

lozim.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar:

“Davlat kadastrlari” modulini o'qitish jarayonida quyidagi innovatsion ta'lim shakllari va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan: zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida interfaol ma'ruzalarni tashkil

etish;

virtual amaliy mashg'ulotlar jarayonida keys, loyiha va assisment texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi

Modul mazmuni o'quv rejadagi "Geoaxborot tizimlari menejmenti", "Geodezik ishlarda zamonaviy texnologiyalar", "Kartografik menenjment" o'quv modullari bilan o'zaro bog'liq hamda uslubiy jihatdan uzviydir.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar davlat kadastr tizimlarida ishlash, natijalarni maxsus dasturlar orqali tahrirlash va sohalarda samarali qo'llanilishi ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti:

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi		
			jami	jumladan	
				Nazariy	Amaliy mashg'ulot
1	Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari.	4	4	2	2
2.	Davlat kadastr me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari.	4	4	2	2
3.	Davlat kadastrlarini yuritish.	4	4	2	2
4.	Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi.	4	4	2	2
5.	Geoportal tizimlari	4	4		4
Jami:		20	20	8	12

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-Ma'ruza: Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari.

“Davlat kadastr” fanining mazmuni, predmeti va metodi. “Davlat kadastr” fanining paydo bo'lishi va rivojlanishi. “Davlat kadastr” fanining geodeziya va kartografiya ishlab chiqarishida va kadastr xizmatida o'rni. Fanning predmeti va ob'ekti. Fanning metodi va uning elementlarining qo'llanilishi.

2-Ma'ruza: Davlat kadastr me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari.

Davlat kadastr me'yoriy huquqiy asoslari, davlat kadastrlarini yuritish borasida me'yoriy texnik hujjatlar. Rivojlangan xorijiy mamlakatlarda davlat kadastrlari huquqiy asoslari.

Tegishli vazirlik va idoralar davlat kadastrlari ma'lumotlarini davlat kadastrlari yagona tizimiga taqdim etish.

3-Ma'ruza: Davlat kadastrlarini yuritish.

Davlat kadastrlarini yuritishda davlat yer kadastr, bino va inshootlar davlat kadastr. Korxonalar, muassasa va tashkilotlarda yer kadastr.

4-Ma'ruza: Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi. Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasini shakllantirish. Ma'lumotlar bazasi strukturasi. ArcGIS ArcCatalog da ma'lumotlar bazasini yaratish. Kadastr ma'lumotlari turlari. Ma'lumotlarni tizimlashtirish.

Yer axborotlar bazasini tahlil qilish, ma'lumotlarni tahrirlash, xisobotlar yaratish.

5-Ma'ruza: Geoportal tizimlari

Geoportal tushunchasi. Geoportal shakllantirish va tavsiflash, Vebgeoportal. Geoportal funksional imkoniyatlari. Xorijiy davlatlar kadastr geoportallari.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-Amaliy mashg'ulot. Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari.

Milliy geografik axborot tizimi. Onlayn yergeoportal va uni yuritish. Onlayn geoportalga ma'lumotlar kiritish, tahrirlash va foydalanuvchilarga taqdim etish usullari.

2- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastr me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari.

Rivojlangan xorijiy mamlakatlarda davlat kadastrlarini yuritish

3- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastrlarini yuritish.

Davlat kadastr ma'lumotlarini davlat ochiq ma'lumotlar portalida joylashtirish

4- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi.

Davlat kadastrlari ma'lumotlarini tegishli vazirlik va idoralar ma'lumotlar bazalari bilan integratsiyalash. Geoportal tizimlari.

5- Amaliy mashg'ulot. Geoportal tizimlari

Yer axborot tizimi geoportali. Yer egaligi va ko'chmas mulkni davlat ro'yxatidan o'tkazish.

O'QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);

- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha yechimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM MYeTODLARI

“Blits-o'yin” metodi

Metodning maqsadi: o'quvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maksadida qo'llash samarali natijalarni beradi.

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya'ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o'rganish talab etiladi. Shundan so'ng, ishtirokchilarga to'g'ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o'qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a'zolarini o'z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta'sir o'tkazib, o'z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to'xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo'limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi, va o'quvchilardan bu javoblarni «to'g'ri javob» bo'limiga yozish so'raladi.

4. «To'g'ri javob» bo'limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so'raladi. Shundan so'ng «yakka xato» bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to'g'ri javob» va «guruh bahosi» o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

«Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari» **ketma-ketligini joylashtiring.**

O'zingizni tekshirib ko'ring!

Harakatlar mazmuni	Yakka baho	Yakka xato	To'g'ri javob	Guruh bahosi	Guruh xatosi
Inersial sanoq tizimi					
Geodezik koordinatalar tizimi					
Topotsentrik koordinatlar tizimi					
Orbital koordinatalar tizimi					
WGS-84 koordinatalar tizim					
PZ-90 koordinatalar tizim					

“Brifing” metodi

“Brifing”- (ing. briefing-qisqa) biror-bir masala yoki savolning muhokamasiga bag'ishlangan qisqa press-konferensiya.

O'tkazish bosqichlari:

1. Taqdimot qismi.
2. Muhokama jarayoni (savol-javoblar asosida).

Brifinglardan trening yakunlarini tahlil qilishda foydalanish mumkin. Shuningdek, amaliy o'yinlarning bir shakli sifatida qatnashchilar bilan birga dolzarb mavzu yoki muammo muhokamasiga bag'ishlangan brifinglar tashkil etish mumkin bo'ladi. Talabalar yoki tinglovchilar tomonidan yaratilgan mobil ilovalarning taqdimotini o'tkazishda ham foydalanish mumkin.

“Portfolio”metodi

“Portfolio” – (ital. portfolio-portfel, ingl.hujjatlar uchun papka) ta'limiy va kasbiy faoliyat natijalarini autentik baholashga xizmat qiluvchi zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan hisoblanadi. Portfolio mutaxassisning saralangan o'quv-metodik ishlari, kasbiy yutuqlari yig'indisi sifatida aks etadi. Jumladan, talaba yoki tinglovchilarning modul yuzasidan o'zlashtirish natijasini elektron portfoliolar orqali tekshirish mumkin bo'ladi. Oliy ta'lim muassasalarida portfolioning quyidagi turlari mavjud:

Faoliyat turi	Ish shakli	
	Individual	Guruhiy
Ta'limiy faoliyat	Talabalar portfoliosi, bitiruvchi, doktorant, tinglovchi portfoliosi va boshq.	Talabalar guruhi, tinglovchilar guruhi portfoliosi va boshq.
Pedagogik faoliyat	O'qituvchi portfoliosi, rahbar xodim portfoliosi	Kafedra, fakultet, markaz, OTM portfoliosi va boshq.

III. NAZARIY MASHG'ULOT MATYERIALLARI

1 Ma'ruza Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari

Reja:

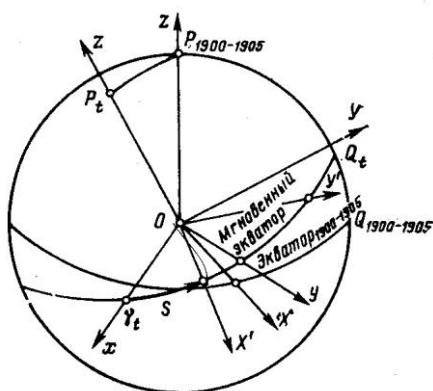
- 1.1. Inersial sanoq tizimi
- 1.2. Geodezik koordinatalar tizimi
- 1.3. Topotsentrik koordinatlar tizimi
- 1.4. Orbital koordinatalar tizimi
- 1.5. WGS-84 va PZ-90 koordinatalar tizimi

Tayanch iboralar: Geotsentrik. Inersial. Topotsentrik. Orbital. Pozitsion. Ekvator. Radionavigatsiya. Ekssentrisitet. Dekart. Lazer kuzatuvlari. Perigey. Apogey. Anomaliya. Elliptik.

1.1. Inersial sanoq tizimi

Kosmik ob'ektlarni o'rganish belgilangan vaqtda, ma'lum koordinata tizimida osmon jismlarining holatini qat'iy aniqlash va ob'ektni kuzatish natijalarining hisob-kitobi bilan bog'liq. Bunday masalani yechish uchun faqat osmon jismlari harakatlari qonunlarinigina emas, balki qabul qilingan koordinatalar tizimining fazodagi yo'nalishining o'zgarishini ham hisobga olish zarur. Koordinatalarning o'zgarishlarini hisobga olib, ob'ekt harakati formulasining sodda bo'lgan sanoq tizimini tanlash kerak.

Astrometriya yoki pozitsion astronomiyaning asosiy muammolaridan biri - bu eng inersial sanoq tizimini tanlashdir. Bu masalani hal qilish uchun astronomik kataloglar tuziladi – bitta mutloq tizimdagi astronomik ob'ektlarning xususiy harakati va yagona aniq holati ro'yhati. Astronomik koordinatalar tizimini ko'rsatib, ma'lum vaqt davomida uni saqlab turadi¹.

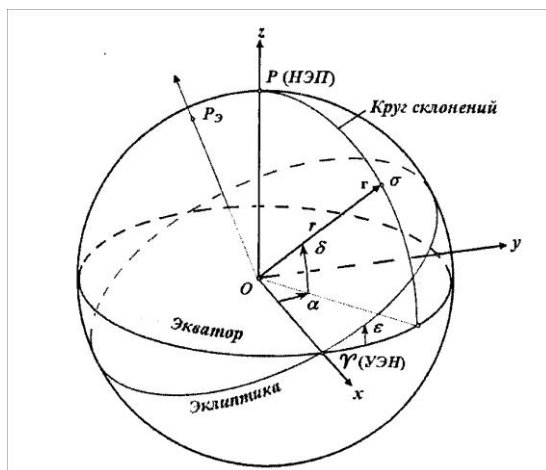


1-rasm. Inersial geotsentrik koordinata tizimi

¹ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

Sun'iy yo'ldosh harakatini tasvirlash uchun inersial geotsentrik koordinatalar tizimidan foydalaniladi (1-rasm). Bu tizimda koordinat boshi O Yer massasi markazida joylashgan, Ox_0 o'qi esa ekvator tekisligida yotadi va u bahorgi tengkunlik nuqtasi γ (gamma) ga tomon yo'naltirilgan bo'ladi. Oz_0 o'qi Yerning aylanish o'qi bilan mos tushib, Yerning shimoliy qutbiga tomon yo'nalgan, Ou_0 o'qi esa tizimni o'ng tomongacha to'ldiradi.

Foydalaniladigan ikkinchi koordinata tizimi – bu to'g'ri burchakli geotsentrik grinvich (aylanuvchi) tizimidir (2-rasm). Koordinata boshi O bunda ham Yer massasi markazida joylashgan. Ox o'qi Grinvich meridianining ekvator bilan kesishgan nuqtasiga yo'naltirilgan, Oz_0 o'qi – Yerning aylanish o'qi bilan mos bo'lib, Yerning shimoliy qutbiga tomon yo'nalgan. Ou_0 o'qi tizimni o'ng tomongacha to'ldiradi. Yer aylangani tufayli, bu koordinata tizimi ham aylanadi. Ox_0 va Ox oralig'idagi burchak S bilan belgilanadi va grinvich yulduz vaqtiga teng bo'ladi.



2-rasm. Geotsentrik grinvich koordinata tizimi

Inersial geotsentrik koordinata tizimi va grinvich (aylanuvchi) tizimi (aylanuvchi) sun'iy yo'ldosh radionavigatsiya tizimida qo'llaniladi. Inersial va grinvich koordinata tizimlari orasidagi bog'liqlik qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{r} = \frac{1}{\psi} \vec{R}, \dot{\vec{r}} = \frac{1}{\psi} \dot{\vec{R}} + \omega \begin{bmatrix} y \\ -x \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

$$\vec{R} = \frac{1}{\psi} \vec{r}, \dot{\vec{R}} = \frac{1}{\psi} \dot{\vec{r}} + \omega \begin{bmatrix} Y \\ -X \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

$$[\psi] = \begin{bmatrix} \cos(s) & -\sin(s) & 0 \\ \sin(s) & \cos(s) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1.3)$$

$$s = S_0 + \omega(T - t_\lambda) \quad (1.4)$$

S_0 -grinvich yulduz vaqti;

ω -Yerning aylanish tezligi;

\vec{R} -inersial tizimdagi vektor holati;

\vec{r} -grinvich tizimidagi vektor holati;

$\dot{\vec{R}}$ -inersial tizimdagi mos o'qlar bo'yicha tezlik vektori;

$\dot{\vec{r}}$ -grinvich tizimidagi mos o'qlar bo'yicha tezlik vektori.

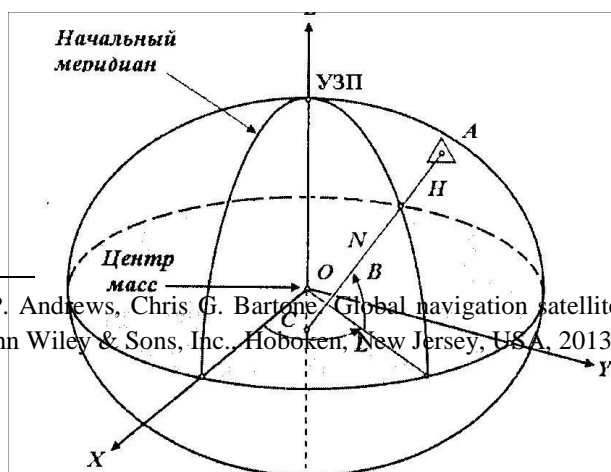
1.2. Geodezik koordinatalar tizimi

B , L , H geodezik koordinatalar tizimi bilan geodezik kenglik, uzoqlik va balandlik tushunchalari bog'lanadi. Ellipsoid yuzasiga tushgan normalning ekvator tekisligi bilan tutashishidan hosil bo'lgan burchak V geodezik kenglikdir. Berilgan nuqtadan o'tgan meridian tekisligi va nulinchi meridian tekisligi oralig'idagi ikki qirrali burchak L -uzoqlik bo'ladi. Geodezik kenglik va uzoqlik mos keladigan astronomik koordinatalardan farq qiladi, chunki shovun chizig'i ellipsoid normali bilan mos tushmaydi.

Shovun chizig'ining og'ishini ikkita tekislikka proyeksiyalash mumkin: meridian tekisligiga va birinchi vertikal tekisligiga. Bundan ko'rinib turibdiki, bu ikki tashkil etuvchini astronomik va geodezik koordinatalar farqi bilan aniqlash mumkin. Chiziqning og'ishi yoyning bir necha sekundiga teng. Shuni ta'kidlash joizki, geodezik i geotsentrik uzoqliklar bir-biriga mos tushadi².

$$\begin{aligned} \xi &= \varphi - B \\ \eta &= (\lambda - L) \cos \varphi \end{aligned} \quad (2.1)$$

Har ikkalasi ham berilgan nuqta va aylanish o'qini o'zida mujassam qilgan tekislik va nulinchi meridian tekisligi orasidagi ikki qirrali burchakdir. Geotsentrik kenglik geodezik kenglikdan farq qiladi. Ellipsoid yuzasiga P nuqtadan perpendikulyar tushiramiz va uni ekvator tekisligi bilan kesishguncha davom ettiramiz (3-rasm). Ellipsoid yuzasidagi R nuqta proyeksiyasini Q bilan belgilaymiz. Unda PQ kesim R nuqtaning geodezik balandligi bo'ladi. Yuqoridagi perpedikulyar ekvator tekisligi bilan kesishish nuqtasidagi burchak B geodezik kenglik bo'ladi. U P va Q nuqtalariga birdek tegishlidir. Bu ikki nuqtaning geotsentrik kengliklari 3-rasmdan ko'rinib turibdiki farq qiladi. Q nuqtaning geotsentrik kengligi shu nuqtaning radius vektori va ekvator tekisligi orasidagi F burchakdir.



² Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone / Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

3 rasm. Geodezik koordinata tizimi

Q nuqta koordinatalari va α –ellips siqiqligi, B va F kengliklar orasidagi bog‘liqlikni aniqlaymiz. Q ellipsoid yuzasida yotganligi tufayli uning to‘g‘ri burchakli koordinatalari x_0, y_0, z_0 ellipsoidning aylanish tenglamasigi buysinadi:

$$\frac{x_0^2 + y_0^2}{a_0^2} + \frac{z_0^2}{b^2} = 1.$$

$y=0$ qirqmani ko‘rib chiqamiz. Unda

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{z_0}{x_0}$$

$\operatorname{tg} B$ na aniqlash uchun Q nuqtadagi normalning burchak koeffitsiyentini aniqlash kerak. Normalning $F(x, z)=0$ egri chiziqqa (x_0, y_0) nuqtada tenglamasi.

$$\begin{aligned} F'_x(x_0, y_0)(z - z_0) &= F'_z(x_0, y_0)(x - x_0) \\ z &= z_0 + F'_x(x_0, y_0) / F'_z(x_0, y_0)(x - x_0) \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$F(x, z) = (x_0^2/a^2 + z^2/b^2 - 1).$$

Shuning uchun $F'_z(x_0, y_0) = 2z_0/b^2$, $F'_x(x_0, y_0) = 2x_0/a^2$,

$$\operatorname{tg} B = \frac{a^2 z_0}{b^2 x_0}. \quad (2.3)$$

Natijada

$$\operatorname{tg} B = \frac{a^2}{b^2} \operatorname{tg} F \quad (2.4)$$

Ellipsning ikkinchi eksentrisiteti qo‘yidagicha aniqlanadi:

$$e^2 = (a^2 - b^2)/b^2 \quad (2.5)$$

Yer uchun ikkinchi eksentrisitet juda kichik, shuning uchun siqilishga nisbatan ikkinchi darajali kichik qiymatni hisobga olmay qo‘yidagi ifodani olamiz: $e^2 = 2\alpha^2$.

Shuningdek,

$$\operatorname{tg}(B - F) \approx B - F \quad (2.6)$$

Geodezik va geotsentrik kengliklarning eng katta farqi 45° kenglikda kuzatiladi va u qo‘yidagiga teng bo‘ladi: $B - F = 11.8'$. Global dekart koordinatalar tizimining geotsentrik tizim bilan bog‘liqligi qo‘yidagi formula bilan aniqlanadi – 1.2.1. Endi dekart koordinatalar tizimini geodezik tizim bilan bog‘lanish formulalarini

aniqlaymiz. Bu degani P nuqta koordinatalarini ellipsoid parametrlari, geodezik kenglik va uzunlik orqali aniqlashimiz kerak. $\lambda=L$ bo'lgani uchun P nuqtaning x,y,z -koordinatalarini aniqlash uchun boshida faqat x va z koordinatalarini aniqlash kifoya, ya'ni faqat $y=0$ bo'lgan holat uchun.

Ellipsoid yuzasidan N balandlikda joylashgan R -nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalarini aniqlaymiz. Ellipsoid yuzasiga proyeksiyalangan (O^*) R nuqta koordinatalarini aniqlaymiz. Uning Oxy kesmadagi koordinatalari quyidagiga teng:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= r_0 \cos \Phi_0 \\ y_0 &= r_0 \sin \Phi_0 \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

"0" indeksi bilan biz koordinatani ellips yuzida yotgan nuqtaga tegishli ekanligini belgiladik. Bundan ko'rinadiki:

$$tgF_0 = \frac{a^2}{b^2} tgV, \quad (V=V_0)$$

Shuning uchun,

$$\cos F_0 = (1 + tg^2 F_0)^{-1/2} = (1 + (b^4/a^4) tg^2 F_0)^{-1/2} = a^2 \cos B (a^4 \cos^2 B + b^4 \sin^2 B)^{-1/2}$$

$$\sin F_0 = \cos F_0 tg F_0 = b^2 \sin B (a^4 \cos^2 B + b^4 \sin^2 B)^{-1/2}$$

Q nuqta radius vektorini aniqlash qoldi. Ellips tenglamasidan foydalanib kerakli o'zgarishni bajaramiz.

$$\frac{x_0^2}{a^2} + \frac{y_0^2}{b^2} = 1, \quad \frac{r_0^2}{a^2} \cos^2 \Phi_0 + \frac{r_0^2}{b^2} \sin^2 \Phi_0 = 1 \quad (2.8)$$

$$r_0 = ab (a^2 \sin^2 F_0 + b^2 \cos^2 F_0)^{-1/2}$$

$\cos F_0$ va $\sin F_0$ ni $\cos B$ va $\sin B$ orqali belgilaymiz, buning uchun yuqoridagi formulalardan foydalanamiz. Q nuqta radius vektorini aniqlaymiz.

$$r_0 = (a^4 \cos^2 B + b^4 \sin^2 B)^{1/2} / (a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)^{1/2}$$

Bundan:

$$x_0 = a^2 \cos B / (a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)^{1/2}, \quad (2.8)$$

$$y_0 = b^2 \sin B / (a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)^{1/2},$$

Belgilaymiz:

$$\rho = a / (1 - e^2 \sin^2 B) \quad (2.9)$$

Endi:

$$x_0 = \rho \cos B$$

$$z_0 = \rho \left(\frac{b^2}{a^2} \right) \cos B \quad (2.10)$$

Aylanish o'qi orqali o'tadigan xohlagan kesim uchun ($u=0$)

$$x_0 = \rho \sin B \cos L$$

$$y_0 = \rho \sin B \cos L$$

$$z_0 = \rho \left(\frac{b^2}{a^2} \right) \cos B \quad (2.11)$$

Endi Q nuqtani N balandlikka ko'taramiz va R nuqta bilan ustma-ust joylashtiramiz. To'g'ri burchakli koordinatalar quyidagicha o'zgaradi:

$$\Delta x = H \cos B \cos L$$

$$\begin{aligned}\Delta y &= H \cos B \sin L \\ \Delta z &= H \sin B\end{aligned}\quad (2.12)$$

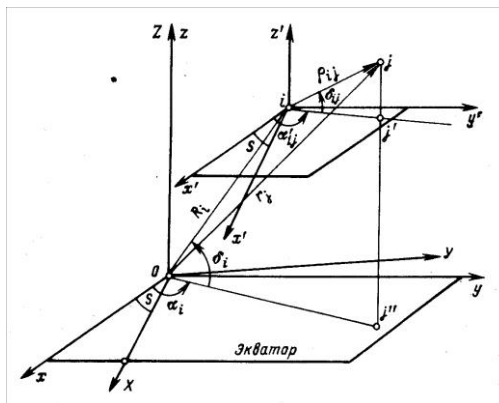
Endi geodezik koordinatalar B , L va N ni to'g'ri burchakliga o'tkazishda x, y, z quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\begin{aligned}x &= (\rho + H) \cos B \cos L \\ y &= (\rho + H) \cos B \sin L \\ z &= \left(\frac{b^2}{a^2} + H\right) \sin B\end{aligned}\quad (2.13)$$

(2.9) formula bilan aniqlangan ρ oddiy geometrik ma'noga ega: u Q nuqtadan o'tadigan normal kesimiga teng, ya'ni shu nuqtadan to ellipsoid aylanish o'qi bilan kesishish nuqtasigacha³.

1.3. Topotsentrik koordinatlar tizimi

Topografik koordinata tizimlarida koordinata boshi Yerning tabiiy yuzasi nuqtasi bilan mos tushadi, ko'pincha bu sun'iy yo'ldoshni kuzatish nuqtasi bo'lib, o'qlari berilgan geotsentrik tizimdagi mos o'qlarga paralleldir. Kuzatuv punktlari o'lchov natijalariga ko'ra sun'iy yo'ldosh topotsentrik koordinatalar qiymatlarini olishi mumkin. Shunday qilib yo'ldoshning fotografik kuzatishlar negativlari hisob-kitobidan topografik tik chiqish α' va og'ish δ' aniqlanadi. Lazer kuzatuvlaridan esa topotsentrik masofa r aniqlanadi.



4-rasm. Topotsentrik koordinatalar tizimi

Topotsentrik inersial koordinata tizimining $ix'/y'/z'$ koordinata boshi i Yerning tabiiy nuqtasida bo'lib, o'qlari inersial geotsentrik koordinata tizimi o'qlariga paralleldir.

Ekvator tekisligiga parallel ix'/y' tekislik topotsentrik ekvator deyiladi. Topotsentrik to'g'ri chiqish α' ix' o'qining musbat yo'nalishidan boshlab, to topotsentrik masofa ρ ning topotsentrik ekvatori tekisligi ij proyeksiyasigacha olinadi. δ' topotsentrik og'ish topotsentrik masofa ρ bilan uning topotsentrik ekvator tekisligi ij ga proyeksiyasi oralig'idagi burchakdir. t ning ma'lum bir payt uchun 4-rasmda qo'yidagilar tasvirlangan:

³ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

\vec{r} - YeSY geotsentrik vektori

$\vec{\rho}$ - YeSY topotsentrik vektori

\vec{R} -kuzatish punktiningvektori

Oij - vektorlar uchburchagidan olamiz:

$$\vec{R} = \vec{r} - \vec{\rho} \quad (3.1)$$

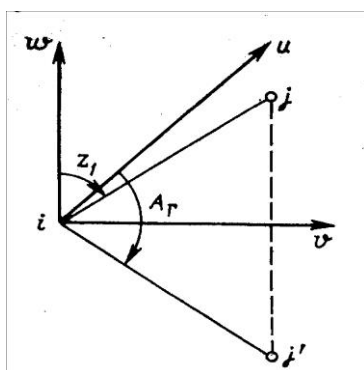
Bu munosabat GNSYTning ko'pgina masalalarini yechishda asosiy hisoblanadi.Undan ko'rinib turibdiki,sun'iy yo'ldosh kuzatuv punkti geotsentrik koordinatalarini aniqlashda shu payt uchun sun'iy yo'ldoshning geotsentrik va topotsentrik koordinatalari aniqlanishi lozim. Bunda sun'iy yo'ldosh geotsentrik koordinatalari Yer massasining nisbiy harakati nazariyasi asosida olinsa, topotsentrik koordinatalar tizimi punktlaridagi kuzatuv natijasida olinadi.

(1.3.1) tenglama koordinata ko'rinishida qo'yidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \alpha \cos \delta - \rho \cos \alpha' \cos \delta' \\ y &= r \sin \alpha \cos \delta - \rho \sin \alpha' \cos \delta' \\ z &= r \sin \delta - \rho \sin \delta' \end{aligned} \quad (3.2)$$

(1.3.2) tenglama Grinvich koordinata tizimi uchun qo'yidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} X &= r \cos(\alpha - S) \cos \delta - \rho \cos(\alpha' - S) \cos \delta' \\ Y &= r \sin(\alpha - S) \cos \delta - \rho \sin(\alpha' - S) \cos \delta' \\ Z &= r \sin \delta - \rho \sin \delta' \end{aligned} \quad (3.3)$$



5 rasm. Gorizont koordinata tizimi

Ko'pincha ellipsoid yuzasiga yo'nalgan normal N bilan bog'liq yana bir topotsentrik tizim—gorizont koordinata tizimi $iuvw$ ishlatiladi. Bu koordinata tizimining boshi i Yerning tabiiy yuzasi nuqtasida bo'lib, u o'qi geodezik koordinata meridianiga urunma bo'yicha shimolga yo'nalgan, v o'qi esa ellipsoid normali bo'yicha yo'nalgan, w o'qi esa esa geodezik tekislikda yotib, uvw bog'larni o'ng tomongacha to'ldiradi. Koordinatalar u, v, w, A_g -azimut bilan va z_g -zenit masofasi bilan quyidagicha bog'langan⁴

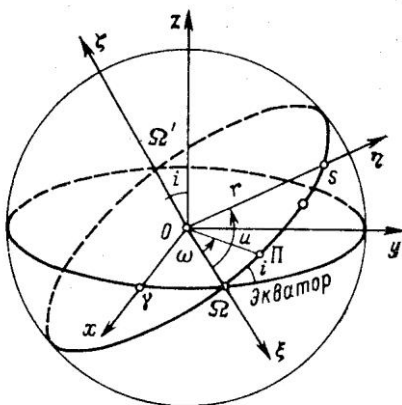
$$\begin{aligned} u &= \rho \sin z_g \cos A_g \\ v &= \rho \sin z_g \sin A_g \end{aligned} \quad (3.4)$$

⁴ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

$$\omega = \rho \cos z_g$$

4. Orbital koordinatalar tizimi

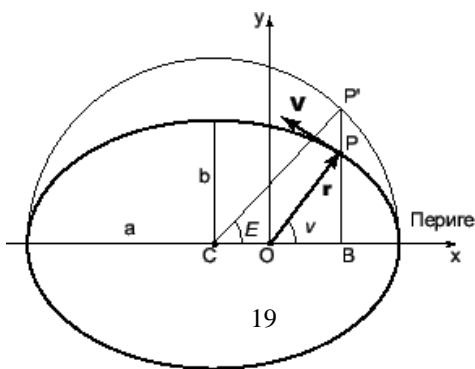
Sun'iy yo'ldoshni harakati ko'rilganda faqat elliptik harakat bilan chegaralanadi. Bunda sun'iy yo'ldosh orbitasi 6ta parametr bilan xarakterlanadi. Sun'iy yo'ldosh orbitasi bilan bog'liq Oxyz koordinata tizimini aniqlaymiz. Orbitaning Yerga yaqin nuqtasi perigey, Yerdan eng uzoq nuqtasi apogey deyiladi. Ox o'qini perigeyga, Oz ni esa orbita tekisligiga perpendikulyar yo'naltiramiz. Sun'iy yo'ldosh orbitasi tekisligi va ekvatorning kesishish chizig'i orbita tugunlari deyiladi, bunda chiqish tuguni deb sun'iy yo'ldoshning manfiy kenglikdan musbat kenglikka o'tish nuqtasidagi tugunga aytiladi. 6-rasmda kepler orbitasining parametrlari va grafikli ko'ринishi keltirilgan.



6-rasm. Elliptik orbita parametrlarini aniqlash

Orbitaning fazodagi oriyentirlanganligi (Oxyz koordinata tizimining OXYZ geotsentrik koordinata tizimiga nisbatan holati) uchta burchak bilan tasvirlanadi. Bahorgi tengkunlik nuqtasi yo'nalishi va chiqish tuguni nuqtasi orasidagi burchak – chiqish tugunini uzoqligi deyiladi va Ω bilan belgilanadi. Orbita tekisligi va ekvator oralig'idagi ikki qirrali burchak orbitaning qiyaligi deyiladi va i bilan belgilanadi.

Ω bilan belgilangan uchinchi burchak – perigey argumenti deyiladi va u chiqish tuguni yo'nalishi bilan perigey orasidagi burchakdir. ω burchak o'zgarmas bo'lgani uchun OX o'qi holati orbita tekisligida ham, fazoda ham o'zgarmas ekanligini ko'rsatadi. Keyingi ikki parametr-katta yarim o'q va ye eksentrisitet orbita kattaliklarini va shaklini aniqlaydi. Jismning boshlang'ich momentidagi holati T_0 perigeydan o'tish davr bilan aniqlanadi. Sun'iy yo'ldoshning t paytdagi holati v burchak bilan aniqlanadi va u haqiqiy anomaluya deyiladi.



7-rasm. Kepler orbitasining anomaliyasini aniqlash

GNSYTda haqiqiy anomaliyadan tashqari eksentrik anomaliya Ye va o'rtacha anomaliya M qo'llaniladi. Markazi ellips markazi S bilan mos tushadigan, ellipsning katta katta yarim o'qiga teng a radiusli aylana chizamiz. Ox o'qiga RV perpendikulyar tushiramiz, bunda uning davomi aylananing R nuqtada kesib o'tadi. Burchak $P'CO = E$ eksentrik anomaliya deyiladi. O'rtacha anomaliyaga teng burchak o'rtacha harakat bilan aniqlanadi va quyidagiga teng bo'lib, o'rtacha uzoqlik deyiladi.

$$M = n(n - T_0) \quad (4.1)$$

Sun'iy yo'ldosh harakati kepler harakati tekislikda yuz bergani uchun sun'iy yo'ldosh holati r radius vektor proyeksiyasi bilan aniqlanib u, x u ga teng. r ning Oz

o'qga proyeksiyasi

Oz nolga teng: $r = (x, y, 0)$.

$$x = r \cos v$$

$$y = r \sin v \quad (4.2)$$

YeSY inersial geotsentrik koordinatalari formula quyidagicha bo'ladi:

$$x = r(\cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i)$$

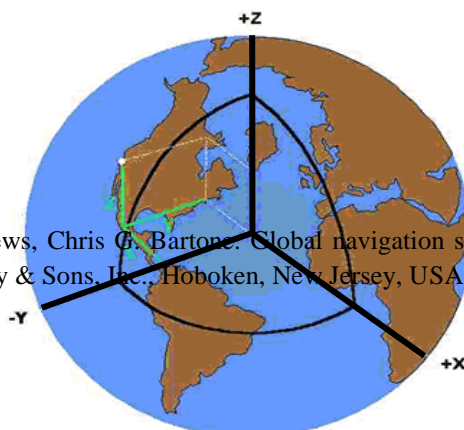
$$y = r(\cos u \sin \Omega + \sin u \cos \Omega \cos i)$$

$$z = r \sin u \sin i \quad (4.3)$$

5. WGS-84 koordinatalar tizimi

GPS va GLONASS da har xil bir-biriga bog'liq bo'lmagan umumiy geotsentrik koordinatalar tizimidan foydalanadi. GPS WGS-84 (World Geodetic System, 1984) koordinatalar tizimida faoliyat olib boradi. GLONASS – esa PZ-90 (Параметры Земли - Yer o'lchamlari, 1990) koordinatalar tizimidan foydalanadi. Ikkala tizimdagi koordinatalarning bir-biridan farqi 5 dan to 15 m gacha bo'ladi. Iste'molchilarga beriladigan yo'ldosh harakati haqidagi navigatsion ma'lumot geotsentrik koordinata tizimida shakillanadi. Shu koordinata tizimida yo'ldosh priyomnigida iste'molchi koordinatalari ham aniqlanadi⁵.

Bugungi kunda WGS-84 va PZ-90 dan tashqari yanada aniqroq ITRF koordinata tizimi mavjud.



⁵ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

8-rasm.Fazoviy to‘g‘ri burchakli koordinatalar

WGS-84– butun dunyo geodezik tizimi – bu 1984 yil koordinata tizimi (WGS-84) - umumer tizimini ifodalab, u AQSh HDK (VMS SShA) TRANZIT Sun‘iy yo‘ldosh radionavigatsiya tizimining dopler o‘lchovlari natijasining dopler tayanch tizimi NSWC 9Z-2 ni aniqlashtirish orqali olingandir.

WGS-84 - koordinata boshi o‘qlari quyidagicha aniqlanadi:

-koordinata boshi – Yer markazi, Z o‘qi – Xalqaro vaqt kengashi BIH qaroriga ko‘ra Xalqaro shartli koordinata boshi CIO ga yo‘nalgan;

- X o‘qi – bosh meridian WGS-84 tekisligi va ekvator tekisligi kesishishi nuqtasi bo‘lib, bosh meridian sifatida BIH aniqlagan nul meridian olinadi.

U o‘qi-Yerga bog‘langan va koordinata boshi Yer markazida bo‘lgano‘ng tomonli ortog‘onal koordinata tizimini tuldiradi,u ekvator tekisligiga X o‘qidan sharqqa qarab (90^0) burchak ostida joylashgan.

WGS-84 Yerga bog‘langan global tayanch tizimidan tashkil topgan bo‘lib,unga Yer modeli ham kiradi va asosiy hamda yordamchi kattaliklar bilan aniqlanadi(1-jadval).

Asosiy ko‘rsatkichlari – Yer ellipsoidi shaklini,uning burchak tezligini va Yerning massasini aniqlaydi.

Yordamchi kattaliklar daraja va tartibi $n = m = 180$ ga teng – Yerning tortish modelini(EGFM) sinchiklab aniqlaydi. Bu model WGS-84 tizimida geoid yuzasida balandliklarni aniqlash, tortish komponentalarining buzilishini va sferik mos funksiyalarga yoyish yo‘li bilanWGS-84 da o‘rtacha $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ gravitatsion anomaliyalarini aniqlashda qo‘llaniladi. Bu daraja va tartibda yoyish Yer yuzasi va ungayaqin joylarda gravitatsiya maydonini aniq modellashtirish uchun zarur.

1-jadval.

Parametrlari	Belgilar	Natijalar
	i	
Katta yarim o‘q	a	6378137m
Qutbiy siqqlik	$1/f$	1/298.257223563
Burchak tezligi	ω	$7.292115 \cdot 10^{-5}$ rad/s ⁻¹
Nur tezligi	c	299792458 m/s

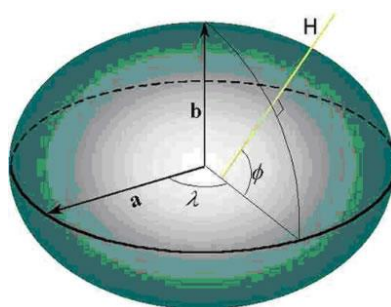
Gravitatsion doimiysi (Yerni atmosferasini hisobga olinganda)	GM (fM)	$3398600.5 \text{ km}^3/\text{s}^2$
Normal potentsiali	U_o	62636861.074 m^2/s^2
Ikkinchi garmonik koeffitsiyenti	C_{20}	$- 484.16685$ * 10^{-6}

WGS-84 tizimi koordinata boshi va o'qlari orientatsiyasi GPS ning 5 ta tekshiruv stansiyalari koordinatalari orqali aniqlanadi: Kolorado-Springs, Gavayi, Asanson, Diyego Garsiya va Kvadjaleyn.

Geodezik kenglik φ , uzoqlik λ , balandlik h orqali ifodalangan (WGS-84) koordinatalar aniqligi $1(\sigma)$ gorizont tekislikda quyidagiga teng: $\sigma_\varphi = \sigma_\lambda = \text{yo}1 \text{ m}$, vertikal tekislikda esa $\sigma_h = \text{yo}1.2 \text{ m}$. WGS-84 tizimi GPS ning SY o'lchovi natijalari orqali 2 marotaba aniqlashtirildi (1994 va 1996 yillarda). WGS-84ning yangi qo'llanilishi WGS-84 (G730) va WGS-84 (G873) ko'rinishini oladi. G-koordinatalar GPS usuli bilan olinganini ko'rsatadi. Gdan keyingi son GPS haftaligi nomeri. SRNS GPS da WGS-84ning aniqlashtirilgan variantlari 1994 yil 29 iyundan va 1997 yil 29 yanvardan qo'llanildi⁶.

PZ-90 koordinata tizimi

Yerning geodezik parametrlari PZ-90 tizimida. PZ-90 fundamental astronomik va geodezi ko'zgarmas qiymatlarni, yagona geotsentrik koordinatalar tizimini (YeSK), sferik funksiyalar orqali yoyilgan geopotensial yoyilma koeffitsiyenti ko'rinishidagi Yer gravitatsiya maydoni modeli va nuqtaviy massalar tizimi, umumer ellipsoidi ustidagi kvazigeoid balandlik katalogi, YeSK aloqa parametrlarini 1942 yilgi milliy referens koordinata tizimini o'z ichiga oladi⁷.



9-rasm. Krasovskiy ellipsoidi

PZ-90 tizimi geodezik yo'ldoshlarning (dopler, uzoq o'lchamli radiotexnik va

⁶ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

lazer) kuzatuv natijalaridan, yoʻldoshlarning dengiz sathidan balandligini oʻlchashdan va yoʻldoshlarni yulduzli osmon qaʼrida suratga olish orqali vujudga kelgan. Shuningdek, GLONASS va ETALON yoʻldosh tizimlarigacha boʻlgan masofani lazer va radiotexnik oʻlchash natijalaridan, Dunyo okeaniva kuruqlikning gravimetrik maʼlumotlaridan foydalanilgan.

PZ-90 tizimining parametrlari 2-jadvalda koʻrsatilgan.

2-jadval

Parametri	Belgisi	Qiymati
Katta yarim oʻq	a	6378136 m
Shimoliy bosqich	$1/f$	1/298.257839303
Burchak tezligi	w	$7,292115 \cdot 10^{-5}$ rad/s ⁻¹
Nur tezligi	c	299792458 m/s
Gravitatsion doimiysi (Yerning atmosferasi hisobga olinganda)	$GM (fM)$	$398600.44 \cdot 10^9$ m ³ /s ⁻²
Normal potentsiali	U_o	62636861.074 m ² /s ²
Ikkinchi garmonik koeffitsiyenti	C_{20}	$- 484164.953 \cdot 10^{-9}$

PZ-90 markazi Yer massasi markazida bo'lgan to'g'ri burchakli fazoviy tizim bo'lib, Z o'qi IERS tavsiyasiga ko'ra aniqlangan CIO ga yo'nalgan, X o'qi BIH belgilagan ekvator tekisligi va nul meridian kesishish nuqtasigi yo'nalgan, u o'qi esa tizimni o'nggacha tuldiradi. PZ-90 tizimi GNSYT to'ri (KGS) ning 33 ta punkti koordinatalari orqali Yer yuziga mahkamlangan.

PZ-90 ni Yer markaziga siljishi o'rta kvadrat xatoligi 1-2 m. Punktlar oralig'ining 1.5-2 ming km.li (nisbiy o'lchaganda 7 chi belgi birligida) o'rtacha masofasida ularning o'zaro holati 0.3 m hisoblanadi.

Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi o'tish parametrlari

Raqamli topografik kartanituzish murakkab jarayon bo'lib, u zamonaviy geoinformatsion texnologiya va klassik o'lchovlarni jalb qilishni talab etadi. Shuning uchun zamonaviy GIS va qog'ozli kartalar asosida kartalarni yaratish uchun ularni ma'lum koordinatizimiga bog'lash zarurati tug'iladi. Bu jarayon murakkab bo'lmasa-da, u hisobga olish zarur bo'lgankutilmagan holatlarni paydo qiladi. Agar 1:1000000 yoki undan mayda masshtabli kartalardan foydalanilsa yoki bitta koordinata tizimi chegarasida ishlansa, hech qanday muammo bo'lmaydi. Lekin yirik masshtabli kartalarga o'tilganda, proyeksiyalar almashtirilganda, joylardagi koordinatadan global koordinatalarga o'tilganda, bunday muammolar bilan hisoblashishga to'g'ri keladi. Bu muammolarni tushunish uchun koordinata tizimining shakillanishi va o'zgarishini ko'rib chiqish kerak⁸.

Sun'iy yo'ldosh uchirilgan referens-ellipsoid parametrlari davlat va regional geodezik to'rlari ma'lumotlarini hisoblash natijasida aniqlanadi. Bunda to'rlar turli kattaliklarda, turli vositalar orqali va harxil aniqlik darajasida tuzilgani uchun hozirgi paytda jahonda 20dan ortik referens-ellipsoidlar mavjud, ularning har biri Yerning ma'lum bir qismi uchun to'g'ridir. MDH xududi uchun, shu qatorda O'zbekiston uchun ham, 1940 yilda hisoblangan Krasovskiy ellipsoidi ishlatiladi. Referens-ellipsoidlar parametrlarini aniqligini oshirish uchun, yo'ldosh navigatsiya tizimlaridan foydalaniladi. Bu ma'lumotlar ellips parametrlarini aniqroq o'lchashga imkon beradi va uning markazini Yer markazi bilan moslashtirishga, Yer yuzasini approksimatsiyalashga yordam beradi. Natijada butun Yer yuzasini approksimatsiya qiladigan umumer ellipsoidi vujudga keladi.

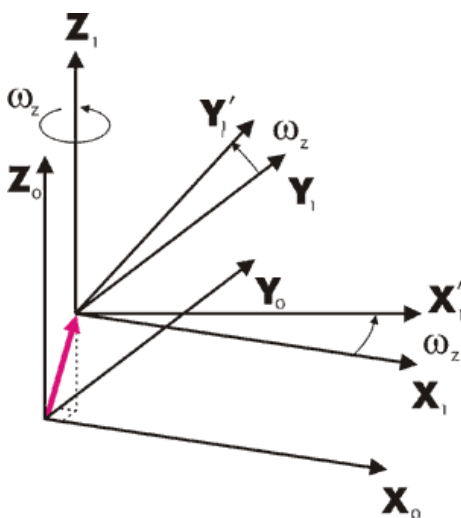
Karta tuzish masalasiga kelsak, turli usullarda olingan ellipsoidlar orasida deyarli farq yo'q-har qanday holda ham u yoki bu referens yuza tekislikda aks ettiriladi. Ellipsoidni tanlashda asosiy faktor gravitatsiya potensialining balandlikka mosligidir. Raqamli kartalarning ellipsoidal koordinatalaridan sanoq boshi ellipsoid markazida bo'lgan uch o'lchamli to'g'ri burchakli koordinata tizimiga osongini o'tish

⁸ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

mumkin, unda bir ellipsoiddan ikkinchi ellipsoidga o'tish shu ikki ellipsoid geotsentrik koordinatalari bog'liqligi bilan aniqlanadi.

Umuman bunday bog'liqlik, ettita parametrli bog'liqlik bilan ko'rsatilishi mumkin: koordinata boshlarining har bir o'qi bo'yicha siljishi (uchta chiziqli parametrlar), har bir o'q atrofida burilish (uchburchak parametrlari) va bitta masshtab koeffitsiyenti bilan. Bu bog'liqlikni Gelmert va Molodenskiy formulalari bilan osongini amalga oshirishi mumkin.

Masshtablashtirish va burilish har doim ham kerak bo'lmagani uchun, ba'zida oddiyroq uch parametr bo'yicha o'zgartirishdan foydalaniladi. Ba'zi hollarda ellipsoidni o'zgartirishda murakkab bo'lgan ko'p o'lchamli regressiya tenglamasidan foydalaniladi. Turli ellipsoidlardan foydalanilganda shuni hisobga olish kerak-ki, hozirgi vaqtda bog'lanishning aniq parametrlari ellipsoidning hamma kombinatsiyalari uchun ham mavjud emas. Masalan, SK-42 va PZ-90 bog'liqlik parametrlari ma'lum. Shu bilan bir vaqtda PZ-90 va WGS-84 ning bog'liqlik parametrlarining bir necha variantlari ham ma'lum. Har xil variantlar qo'llanilganda ob'ektlarning Yer yuzasida siljishi 100m gacha bo'lishi mumkin, yirik masshtablar uchun bu esa aslo mumkin emas. Bog'liqlik parametrlarining rasmiy e'lon qilinishigacha, faqat bitta ma'lum variantdan foydalanish bilan bu masalani hal qilish mumkin. Turli manbalardan ma'lumotlar olinganda, bir tizimdan ikkinchi tizimga o'tadigan bog'liqlik parametrlarini ham olish kerak.



10-rasm. Bir tizimdan ikkinchi tizimga o'tishni har bir o'q ($\omega_x, \omega_y, \omega_z$) atrofida aylantirilgan va masshtablangan (dx, dy, dz) vektoriga siljigan koordinatalar boshining yig'indisi sifatida tassavur etish mumkin (rasmda Z o'qi atrofidagi aylanish ko'rsatilgan).

$\vec{r}_{ck-42} = (X, Y, Z)^T_{WGS-84}$ vektorini SK-42 tizimdan WGS-84 tizimga o'zgartirish uchun uchta operatsiyani amalga oshirish kerak: ko'chirish, burish va masshtablashtirish. SK-42 koordinata tizimi boshi WGS-84 da.

$$\vec{r}_{WGS-84} = \vec{r}_{ck-42} + \vec{T} \quad (7.1)$$

Bunda $\vec{T} = (T_x, T_y, T_z)^T$ - 3x3 ko'chish matritsasi.

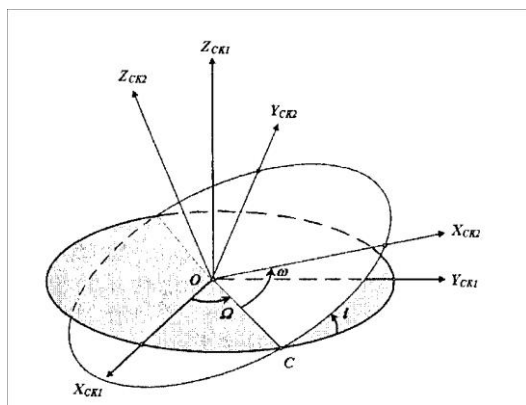
Bo'rilish vektori koordinatalarini o'zgartirish u koordinata tizimlarining boshini birlashtirgach amalga oshiriladi.

$$\vec{r}_{\text{WGS-84}} = \vec{r}_{\text{ck-42}} \vec{R} \quad (7.2)$$

\vec{R} - 3x3 o'lchamli burilish matritsasi.

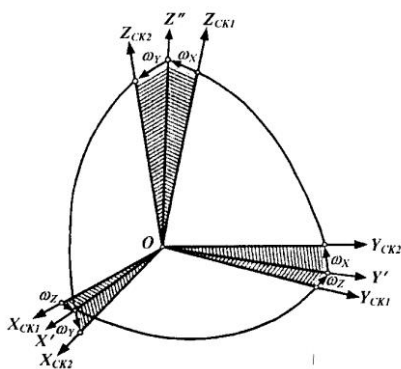
Ko'picha Eyer (11-rasm), yoki Kardano (12-rasm), burchaklarini qo'llab burilishlar uchta aylanishga buriladi. 11-rasmda SK-42 va WGS-84 ning asosiy tekisliklari OS chizig'i bo'yicha kesishadi. Koordinatalarning o'zgarishida Eyer burchagi qo'llanilganda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{r}_{\text{WGS-84}} = \vec{R}_3(\omega) \cdot \vec{R}_1(i) \cdot \vec{R}_3(\Omega) \vec{r}_{\text{ck42}} \quad (7.3)$$



11-rasm. Eyer burchaklari

Kichik aylanish vektorlari $\vec{\omega} = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)^t$ tufayli vujudga kelgan Kardano burchaklari $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ bilan koordinata tizimini o'zgartirish uchta ketma-ket aylanish orqali amalga oshiriladi.



12-rasm. Kardano burchaklari

Uchchala aylanish hosila sifatida yoziladi:

$$\vec{r}_{\text{WGS-84}} = \vec{R}_2(\omega_x) \cdot \vec{R}_1(\omega_y) \cdot \vec{R}_3(\omega_z) \vec{r}_{\text{ck42}} \quad (1.7.4)$$

Kichik aylanish burchaklarida $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ trigonometrik funksiyalarini birinchi tartibdagi a'zolari bilish va matritsani ko'paytirish yo'li bilan Teylor qatoriga yoyib quyidagilarni olamiz

$$\vec{E} = \vec{R}_3(\omega_z) \cdot \vec{R}_2(\omega_y) \cdot \vec{R}_3(\omega_x) \vec{r}_{ck42} \quad (7.5)$$

Koordinatalar transformatsiyasida masshtablashtirish quyidagidan iborat:

$$\vec{r}_{WGS-84} = (1 + \mu) \vec{r}_{ck42} \quad (7.6)$$

Bitta ellipsning uzunligini turli tizimlarda birlik nisbatini harakterlovchi kichik skalyar kattalik μ yordamida uzunlikning hamma yo'nalishida bir xil o'zgarishidan iborat.

Odatda $\mu \leq 10^{-6}$ birligida beriladi.

To'g'ri burchakli koordinatalarning ko'chirish yordamida o'zgartirilishi, Kardano burchagiga burilishi va masshtablashtirish quyidagicha yoziladi:

$$\vec{r}_{WGS-84} = \vec{T} + (1 + \mu) \vec{E} \vec{r}_{ck42} \quad (7.7)$$

Bu o'zgarish Gelmert o'zgarishi yoki 7-parametrik o'zgarish yoki Yevklid o'zgarishiga o'xshash o'zgarish deyiladi, unga kiruvchi transformatsiya parametrlari - vektor \vec{T} va $\vec{\omega}$ i skalyar μ Gelmert parametrlari deyiladi.

3-jadvalda bir necha koordinata tizimlari orasidagi bog'lanishlar berilgan bo'lib, ular turli mualliflar tomonidan hisoblangan.

3-jadval.

	$\Delta X, m$	$\Delta Y, m$	$\Delta Z, m$	m	$\omega_x, 0,001^2$	$\omega_y, 0,001^2$	$\omega_z, 0,001^2$
SK-42-WGS-84	-22.730	123.884	+83.80 7	- $4.24 \cdot 10^{-7}$	-0.108	-0.073	-0.019
ITRF90-WGS-84	0,060	-0,517	-0,223	-0,011	18,3	-0,3	7,0
SK-42 - PZ-90	+25,0	+141,0	+80,0	0	0	-350,0	-660,0
SK-42- WGS-84	-22.56	125.03	+87.20	0	0	0	0
PZ-90 - WGS-84	0	0	+1	0	0	0	-200,0
ITRF97 ITRF93	0,006	-0,005	-0,015	0,0004	-0,39	0,8	-0,96

Ikki qator mikdorlar 1-2 sinf astronom-geodezik punktlari (AGS) tenglamasiga, kosmik (KGS) va doppler (DGS) geodezik turlar va 136 umumer koordinata tizimlari punktlari tenglamasiga asoslanganidir. 3 jadvalda keltirilgan PZ-90 va WGS-84 orasidagi o'tish parametrlari 1996 yil aniqlangan bo'lib, ular jahon bo'yicha tan olingan yoki halqiluvchi hisoblanmaydi. Hozirgi vaqtda ularni aniqlashtirish ishlari olib borilmokda (GPS va GLONASSlardan birgalikda foydalanishni o'rganuvchi IGEX loyihasi chegarasida). WGS-84 (G730) WGS-84 (G873) ni amalga oshirish ITRF bilan amalga oshirilganda 10sm aniqlik darajasida mos tushadi. Buni amalga oshirish uchun hech qanday rasmiy o'zgarish parametrlari mavjud emas. ITRF koordinatalri WGS-84 da 10sm aniqlik darajasida ifodalangan, deb taxmin qilish mumkin.

Nazorat savollari

1. Inersial koordinata tizimi nimani anglatadi?
2. Astronomik va geodezik koordinatalar orasidagi farq nimalardan iborat?
3. Topotsentrik koordinata tizimining markazi qayerda joylashgan?
4. Orbital koordinata tizimining markazi qayerda joylashgan?
5. Sun'i yyo'ldoshlarning orbitasida asosiy elementlar nimalardan iborat?
6. WGS-84 tizimi qachon ishlab chiqilgan?
7. WGS-84 tizimining parametrlarini aytib bering.
8. PZ-90 tizimi qachon ishlab chiqilgan?
9. PZ-90 tizimining parametrlarini aytib bering.
10. SK-42 tizimi qachon va kim tomonidan ishlab chiqilgan?
11. Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi o'tish parametrlari nomlarini aytib bering.
12. Eyler burchaklarini chizib ko'rsating.
13. Kardano burchaklarini chizib ko'rsating.
14. Masshtab koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovыx radionavigatsionnyx sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

2 Ma'ruza Davlat kadastri me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari.

Reja:

- 2.1. Yer sun'iy yo'ldoshlarini kuzatishning optik usuli
- 2.2. Kuzatishning fotografik usullari
- 2.3. YeSYlarini kuzatishning radiotexnik usullari
- 2.4. Orbital koordinatalar tizimi

Tayanch iboralar: Quyosh batareyasi. Kosmik apparat. Binokulyar.

2.1. Yer sun'iy yo'ldoshlarini kuzatishning optik usuli

Bundan 50 yil avval birinchi sun'iy yo'ldosh Yer orbitasiga chiqarildi, hozir ularning soni bir necha mingdan oshib ketdi, yana bir necha minggi bu vaqtga kelib yo'q bo'lib ketdi. Ko'pchilik kosmik apparatlar Quyosh tizimini kesib o'tuvchi kometalar orbitasiga o'xshash orbitalarga chiqarilgan.

Geodeziya ham ilmiy fan sitftida o'zining ilmiy va amaliy masalalarini yechishda kosmik ob'ektlardan foydalanadi, chunki geodeziya geotsentrizm davridayok Yerga Quyosh tizimining planetasi sifatida qaragan. Yerni global o'rganish g'oyasi Kopernik ta'limotidan avvalroq boshlangan edi. Shuning uchun Yer haqidagi eng qadimgi fan bo'lgan geodeziya, insonni kosmosga chiqishidan avval yetilgan fikr va usullarini amalga oshirishda bu bilan katta imkoniyatlarga ega bo'ldi⁹.

1768 yilda buyuk matematik L.Eylerning o'g'li I.Eyler bir meridianda joylashgan, ma'lum astronomik koordinatalarga ega punktlarda Oyning zenit masofasini bir vaqtda o'lchash orqali Yer ellipsoidining parametrlarini aniqlash nazariyasini ishlab chiqqan edi. U bu nazariyaning ustunligi va kamchiligini ham ko'rsatdi, natijada Yerdan Oyning uzoqligi tufayli olingan xulosalar unchalik ishonarli emasligini ta'kidladi. Shu bilan birga u agar Oy Yerga yaqinroq bo'lganda, yoki Yerga yaqinroq boshqa ob'ekt bo'lganda uning Yer shaklini aniqlash metodi triangulyatsiya metodiga nisbatan aniqroq va qo'layroq bo'lishini aytib o'tdi.

I.Eylerning bu ishi yo'ldosh geodeziyasining geometrik metodlarini mujassam etib, geodeziya masalalarida Yer atrofidagi osmon jismlarini kuzatish usuli ustunligini ko'rsatadi. P.Laplas yo'ldosh geodeziyasining asosiy g'oyasini juda yaxshi tushunib, uni aniq ifodalagani haqida yuqorida gapirib o'tildi.

Qanday qilib bu g'oyalarning GNSYT metodlariga aylanganini ko'rishdan avval, ma'lumot olish uchun kuzatiladigan ob'ektlar bilan, shuningdek, tabiiy vasun'iy ob'ektlarni kuzatish metodlari bilan tanishib chiqishimiz kerak. Bunda dastlab YeSYlari orbitalari parametrlari va yo'ldoshlar xususiyatlari diapazoni juda katta e'tiborga ega. Yer sun'iy yo'ldoshlari 0° (ekvator) dan 90° gacha va undan ko'proq (qutb oldi) og'ishli orbitalarda harakatlanadilar. Yo'ldosh orbitalari eksentrisiteti O dan (aylana orbitada) 0,975 gacha o'zgaradi. YeSY Yer atrofini 80 minutdan 24 soatgacha aylanib chiqadi, demak ularning orbitasining balandligi 200 dan 35000 km gacha o'zgaradi.

Sun'iy yo'ldoshlar bir-biridan qanday maqsadlarda uchirilganligi va bortidagi apparatlari parametrlari bilan farqqiladilar. Ularning ko'rinishi turli-tuman

⁹ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

bo‘lib, hashoratlarni eslatuvchi (har tomonga tarmoqlangan Quyosh batareyalari tufayli) sun‘iy yo‘ldoshlar, ballonga o‘xshash, 41,2 metr diametrda 256 kg massaga ega bo‘lgan “Exo-2” yo‘ldoshi (o‘rtacha kesishish maydonining yo‘ldosh vazniga nisbati-muhim parametr bo‘lib, u bu yo‘ldoshlarda $50 \text{ sm}^2/\text{g}$), yoki pushka yadrosiga o‘xshash, og‘irligiga nisbatan o‘lchami kichik (Lageos – $0.07 \text{ sm}^2/\text{g}$) YeSYlari ajratiladi.

Sun‘iy yo‘ldoshlarni geodezik maqsadlarda kuzatishdan tashqari, Yerdan uzoqlashayotgan apparatlarni kuzatishda ham foydalaniladi (masalan, Venera, Mariner va boshq.). Geodeziyaning kosmik metodlari rivojlanishida Oyning yuzasiga o‘rnatilgan burchakli qaytargichlar yordamida lazer kuzatishlari alohida o‘rin tutadi. Bunda Oyga Yerdan boshqariladigan “Lunoxod”larning chiqarilishi muhim rol o‘ynadi. Nihoyat, eng qiziq ob‘ektlar bo‘lmish kvazarlar kuzatuvidan ham geodeziyada foydalaniladi¹⁰.

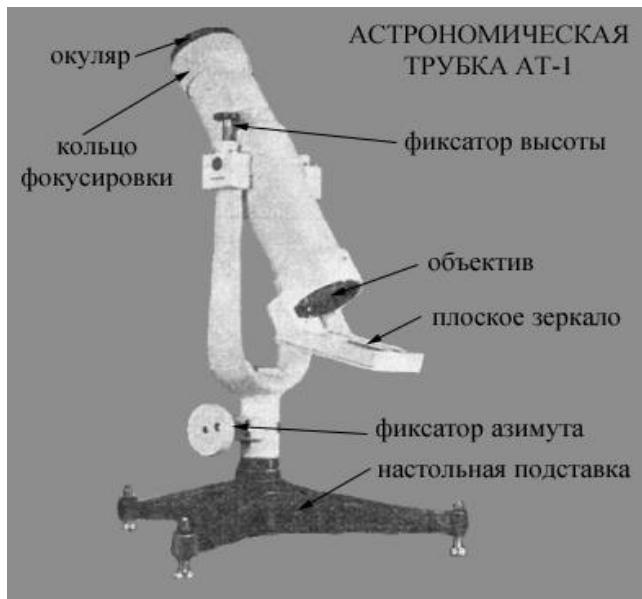
Hozirgi paytda kuzatish metodlari o‘lchash bajariladigan elektromagnit tebranishlar diapazoniga qarab, optik va radiotexnik usullarga bo‘linadi. Optik metodda yo‘ldoshni yulduzlar fonida olingan suratiga qarab uchish yo‘nalishi aniqlanadi. Optik metodga yana yo‘ldosh uzoqligini lazerli uzoqni o‘lchagichlar bilan aniqlash ham kiradi. Radiotexnik metodda geodezik masalalarni yechishda differensial va integral dopler metodlari va uzoqlikni faza orqali o‘lchash metodi qo‘llaniladi. Dopler metodi dastlab sun‘iy yo‘ldosh orbitasini unchalik aniq bo‘lmagan o‘lchashlarda foydalangan edi, o‘lchashlarning aniqligi oshgani va mukammalashgani tufayli bu metod navigatsiya va geodeziyada qo‘llanila boshlandi.

Yerning sun‘iy yo‘ldoshini kuzatish har bir metodning o‘ziga yarasha kamchiligi va ustivorligi bor. Radiotexnik metodning eng muhim tomoni - har qanday ob-havoda va kunning xohlagan vaqtida o‘tkazilishi mumkinligidir. Optik metod ob-havoga bog‘liq va Yer sun‘iy yo‘ldoshini faqat ertalab va kechkurun Yer yuzi qorong‘u bo‘lib, yo‘ldosh esa gorizontdan balandda bo‘lib, Quyosh nurlari bilan yoritilgan vaqtda kuzatish mumkin. Aniqlikni oshirish nuqtai nazaridan qaralganda fotografik metodning imkoniyatlari chegaralangan, dopler metodi esa fotografik metoddan ustunroqdir. Istiqbolli metodlardan biri – bu lazer metodi bo‘lib, nihoyatda katta aniqligi tufayli foydalaniladi. Hozirgi vaqtda barcha metodlar bir-biriga halaqit bermaydi, balki bir-birini tuldiradi. Bundan tashqari, geodezik masalalarda boshqa kosmik obektlar – sun‘iy va tabiiy obektlarni kuzatishda radiotexnik va shuningdek, lazer metodlaridan foydalaniladi. Yerning sun‘iy yo‘ldoshlari va boshqa osmon jismlarining harakatini geodeziya maqsadlarida kuzatish metodlarini kengroq kurib chiqamiz.

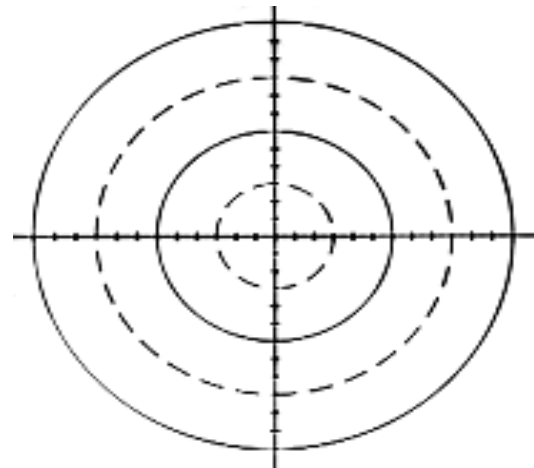
Yer sun‘iy yo‘ldoshlarini kuzatishning optik usuli

¹⁰ Charles D. Ghilani and Paul R. Wolf. Elementary Surveying - An Introduction to Geomatics, 12th Edition _ textbook. USA, New Jersey, 2013

Yerning sun'iy yo'ldoshlarini vizual kuzatish usulida quyidagi asboblardan ishlatiladi:



14-rasm. АТ-1 (астрономическая труба 1)



15-rasm. АТ-1ning ko'rish trubasi iplari

АТ-1 uncha katta bo'lmagan keng burchakli, ko'rish diametri 50 mm bo'lgan teleskop bo'lib, ko'rinma maydoni 11° va u tasvirni 6 marta kattalashtirib beradi. Ko'rish maydonida 1° intervalli halqalar tizimi bo'lib, iplari $20'$ bo'linmaga ega.



16-rasm. TZK



17-rasm. BMT110

TZK (Komandir zenit trubasi) texnik xarakteristikalarini: 8 marta kattalashtiradi. Ko'rish maydoni burchagi 6° , ko'rish diametri 3 mm, razresheniyesi $8''$, okulyarning dioptriya qurilmasi +5; o'lchamlari -396x423x438 mm, og'irligi 16,5 kg.

BMT-110 (Binokulyar dengiz trubasi) kattalashtirishi 20 marta, ko'rish maydon burchagi 5° , ruxsat etish qobiliyati 2,6 sekund, chiqish qorachiq uzoqligi 17 mm, chiqish zrachogini diametri 5,5yo0,3 mm, okulyarning dioptriya yo3; okulyarlar

orasida masofaning o'zgarishi 50 mm dan 72 mm gacha. Yorug'li ko'tkazish 50%, vizirlash gorizont bo'yicha chegarasiz - 360°, vertikal bo'yicha – 20° dan +85° gacha. Binokulyarning gorizont holatida truba o'lchashlari uzunligi 700 mm, kengligi 530 mm, balandligi (hamma holatlar uchun) eng kami 1715, eng ko'pi 2045.

Kuzatishning fotografik usulari

Yo'ldosh fotografik kamerasi – Yerning sun'iy yo'ldoshlarini kuzatishning fotografik teleskopi. Boshqa fotografik teleskoplar turidan farq qilib, yo'ldosh fotokameralari kuzatish paytini aniq registratsiya qilish uskunasi bilan jihozlanganligidir. Yo'ldoshlar uncha yorug' bo'lmagan ob'ektlar bo'lgani uchun fotoemulsiya qorayishi uchun ekspozitsiya katta bo'lishi kerak (sekund, ba'zida minutda). Tez harakatlanayotgan yo'ldoshning tasviri fotoemulsiyada cho'zilib ketmasligi uchun yo'ldosh fotokameralaridagi fotoplenkali kasseta yo'ldosh tasviri ketidan harakatlanadi. Bu fotokameralarning ikkinchi xususiyatidir¹¹.

Yo'ldosh fotokameralarining boshqa turlarida yo'ldosh tasviri butun kameraning aylanishi hisobiga (kuzatib borishi) fotoemulsiyani bir joyida ushlab turiladi. Buning uchun kamera montirovka (shtativ) bilan ta'minlanadi va u 3-4 aylanish o'qiga ega bo'lib, bunday montirovka kamerani yo'ldoshga osonlikcha to'g'irlash imkonini beradi. Observatoriyalarda statsionar sharoitda va ekspeditsiyalarda kuzatishga moslangan turli konstruksiyali yo'ldosh fotokameralari ishlab chiqilgan.

Ob'ekt yo'nalishini aniqlash prinsiplari - yo'ldoshli va klassik fotografik astrometriyalarda bir-biriga mos tushadi. Yerning sun'iy yo'ldoshining yo'nalishni aniqlashda osmon koordinatalari aniqlanish uchun tayanch osmon yulduzlaridan foydalaniladi. Yer sun'iy yo'ldoshlarini kuzatishning asosiy farqi vaqiyinligi - ularning katta burchak tezligiga ega ekanligida bo'lib, bu yo'ldosh astrometriyasining alohida fotografik astrometriya shahobchasiga bo'linishiga sabab bo'ldi. Shuning uchun ob'ektning yo'nalishidan tashqari uning suratdagi tasviriga mos vaqt momentini aniqlash zaruriyati kelib chiqadi.

Vaqtning registratsiyasi aniqligiga bo'lgan katta talab (0,0005 s) fotog'rafiya uskunalariga, ularni saqlash usullariga va Yer sun'iy yo'ldoshini kuzatish statsionaridagi vaqtning aniqlanishiga o'zgacha talab qo'yishga majbur qiladi. Bu masalani murakkablashtirmay shuni aytish mumkin-ki, yo'ldosh fotokameralarining ularga qo'yilgan uzluksiz harakatlanuvchi ob'ektor zatvori va fotoplenkada xira Yer sun'iy yo'ldoshini izlovchi tizimi mavjudligi kabi xususiyatlari borligidir. Ob'yektorli zatvor Yer sun'iy yo'ldoshlari tasvirini qator nuqtalar ko'rinishida yoki Yer sun'iy yo'ldosh harakat yo'lidagi qisqa o'zilishlar ko'rinishida olish imkonini beradi. Xira sun'iy yo'ldosh harakati kameraning yoki fotoplenkaning orbita o'qiga

¹¹ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

nisbatan burilishi Yerni sun'iy yo'ldoshi harakati bo'yicha izlanadi. Yer usti ob'ektlarida esa kamera turg'un bo'ladi yoki yuzduzlarga nisbatan olinadi. Fotografik metodlarni rivojlanishida faol Yerni sun'iy yo'ldoshlari alohida o'rin to'tadi, ularga o'ziga xos lampalar o'rnatilgan bo'lib, belgilangan faoliyatga muvofiq nur chaqnashlarining ma'lum programmasi bo'yicha amalga oshiriladi. Bunday "mayak"lar geodezik Yer sun'iy yo'ldoshlari "Geos-1" va "Geos-2"larga o'rnatilgan edi. Faol Yer sun'iy yo'ldoshlarning suratga olinishi Yer sun'iy yo'ldoshlarning yo'nalishini aniqlashda eng katta aniqlikni beradi. Fotografik kameralar ustida uzoq olib borilgan tadqiqotlar natijasida Yer sun'iy yo'ldoshi yo'nalishini aniqlaydigan eng katta aniqlik bitta suratda hozirgi vaqtda 0,5" (ko'pchilik kameralar uchun bu aniqlik 1-2" orasida), xira Yer sun'iy yo'ldoshi uchun esa 2-3" ga teng bo'ldi.

Registratsiya paytini qilish aniqligi texnik sabablarga bog'liq va u ko'pchilik kameralar uchun 0,1-0,5 ms ga teng. Yana shunday bir sabab bor-ki, bu vaqtning etalon tizimi bilan kamera soatlarining bir-biriga moslashishi bo'lib, u ko'pincha 1 ms xatolikda bo'lishi mumkin.



18-rasm. AFU-75 (Avtomatlashtirilgan fotografik asbob)



19-rasm. VAU yo'ldosh kamerasi

Oxirgi kuzatish natijalaridan bunday xatolar Yer sun'iy yo'ldoshining orbitasi holatini aniqlashda bir necha metrgacha yetishi mumkinligi bilindi. Hozirgi geodezik talablar uchun bunga yo'l qo'yish mumkin, lekin kelgusida bunga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun yo'ldosh geodeziyasining fotografik metodi klassik metod hisoblanib, asosan geometrik masalalarni yechishda, masalan, yo'ldosh triangulyatsiya to'rlarini qurishda qo'llaniladi.

AFU-75 avtomatik qidiruv kamerasi faol Yerni sun'iy yo'ldoshlari chaqnashlarini registratsiya qiladi va 8-9 yulduz kattaligidagi xira Yer sun'iy yo'ldoshlarini yuqori aniqlikda suratga oladi (ob'ektivi diametri 210 mm, fokus

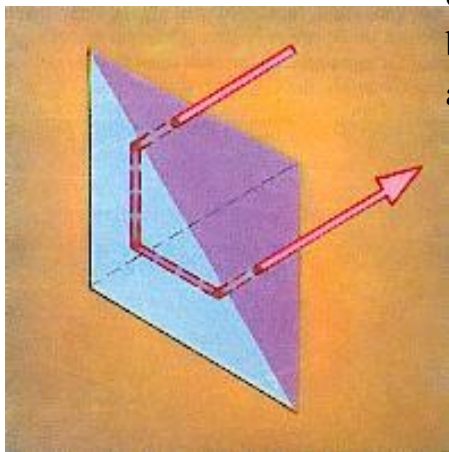
masofasi 750 mm).

Sobiq Ittifoqda AFU-75 yoʻldosh fotokamerasidan geodezik va geofizik tadqiqotlarda foydalanilgan. U toʻrtburchakli montirovka, xira yoʻldoshlarni kuzatuvchi fotoplenka, harakatlanuvchi mexanizm-ekvatorial platforma bilan taʼminlangan boʻlib, bu mexanizm suratga olish davomida kamerani qutboʻqi atrofida aylantiradi (bu narsa yulduzlar tasvirini nuqta sifatida olish uchun zarur). Kamera obʻektivi diametri 210 mm, fokus masofasi 736 mm. AFU-75 fotokamerasi sobiq Ittifoqdagi fotografik stansiyalarida, shuningdek, sobiq Ittifoq FA dasturi boʻyicha ishlayotgan chet el mamlakatlarida ham oʻrnatilgan.

Sobiq Ittifoqda uch oʻqli shtativga oʻrnatilgan, yuqori koʻrish qobiliyatiga ega boʻlgan katta yoʻldosh kamerasi (VAU) yaratildi. Uning koʻzgu-linzali obʻektivi sovet optigi D.D.Maksudov tomonidan yaratilgan. Bosh koʻzguning diametri 107 sm, kirish tuynugi va korreksiya linzasining diametri 70 sm, fokus masofasi 70 sm. Surat 6x36 sm uzun fotoplenkada olinadi. Suratga olishda bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga oʻtish oldindan berilgan dastur boʻyicha avtomatik ravishda bajariladi. Xira obʻektlar uchun kameraning uchinchi oʻq atrofida aylanish tezligi 0ʻʻ dan 6000ʻʻ sekundgacha.

VAU dunyodagi eng katta fotokamera boʻlib, juda xira yoʻldoshlarni va planetalararo stansiyalarni oʻn minglab km dan suratga olishimkonini beradi. Bunday kameralar bilan sobiq Ittifoq FA Astronomiya ittifoqi Zvenigorod eksperimental yoʻldoshlarni kuzatish stansiyasi va Dushanbadagi Tojikiston FANing astrofizika instituti observatoriyalari jihozlangan.

Yoʻldoshning lazerli uzoqni oʻlchagichi-bu YeSYgacha masofani oʻlchaydigan astronomik asbobidir. Yoʻldosh lazerli uzoqni oʻlchagichining ishlash prinsipi-



oʻlchagich yuborgan yorugʻlik impulsi yoʻldoshga borib va undan yana oʻlchagichga qaytishga asoslangan (19-rasm).

19a-rasm. Uzoqni oʻlchagichdan yuborilgan impuls

Yorugʻlik tezligi maʼlum boʻlgani uchun bu yoʻl bilan oʻlchangan yoʻldoshgacha boʻlgan masofa aniq topiladi.

Kuzatilayotgan yoʻldosh tez harakat qiladi, shuning uchun juda katta aniqlikda oʻlchangan har bir masofaga kuzatuv bajarilgan vaqt momenti hamaniq oʻrnatilishi kerak (millisekund ulushigacha). Bu aniq vaqt kvart soatlari orqali amalga oshiriladi. Ingichka, juda qisqa yorugʻlik nuri kvant (lazer) generatoridan yoʻldoshga tomon uzatiladi. U yoʻldoshning burchak qaytargichidan qaytadi, prizmaning 3ta ichki qirrasidan qaytgan nur oʻz yoʻnalishini qarama-qarshi tomonga oʻzgartiradi. Buning natijasida yoʻldoshdan qaytgan nur uzoqni oʻlchagichda qabul qilinadi. Lazerli

o'lhagichda vaqt intervali hisoblagichi bo'lib, u asbobdan nur chiqqanda yoqilib, qaytganda o'chadi. Lazer asbobida vaqt oralig'i 1:1000000000 s (nanosekund) aniqlikgacha o'lchanadigan vaqt hisoblagichi ishlatiladi. Natijada yo'ldoshgacha bo'lgan masofa 10 – 15 sm aniqlikgacha o'lchanadi.

Bu prinsip oddiydek ko'rinsa-da, aslida o'lchash ishlari osonlikcha kechmaydi. Yillab olib borilgan nazariy tadqiqotlardan keyingina lazer o'lchagichlaridan olingan masofa hozirda 1-2 dm aniqlikni berdi. Buning uchun asosiy xatoliklar manbai – atmosfera ta'siri, nur yo'lidagi bo'zilishlar va uskunadagi kechikishlar sabablarini topish kerak bo'ldi. Agar geodezistlar uchun atmosfera refraksiyasi va o'lchanayotgan masofa uzoqligi tufayli hisobga olinmagan sabablar (refraksiya koeffitsiyentini o'zgarishi, yorug'lik nurining og'ishi) qiymati 1-2 sm ligi ma'lum bo'lsa, dastlabki lazerlar qaytayotgan nurining susayishi va bo'zilishi tufayli xatolik 1 – 1,5 m gacha bo'ladi. Bu aniqlik fotografik va radiotexnik metodlarga nisbatan yuqori darajadagi aniqlik bo'lsada, ammo bu natijalar geodezik (asosan geodinamik) maqsadlarda yaqin kelajakda foydalanish uchun qoniqarli emas. Faqat lazerning mukammallashtirilishi – uning quvvatini oshishi, yanada mukammalroq qabul qilish uskunalari (fotoko'paytirgichlar) yaratilishi va boshqa texnik ishlanmalar evaziga aniqlik detsimetr darajasiga chiqdi¹².

Muxandislik masalaning yechimini talab etadigan asosiy masala–bu qabulqilgichga to'shayotgan nur ob'ektdan qaytarilgan nurmiyoki begona nurmi? Buning uchun yuborilayotgan impuls ma'lum amplituda va shaklga ega bo'lishi kerak, ammo nur ob'ektga borib qaytayotganida, bunday xususiyatini o'zgartiradi. Shuning uchun lazerli o'lchashlarda kosmik ob'ektlarning holati impuls tushishi momentidan oldin hisoblab chiqilishi muhim rol o'ynaydi. Kosmik ob'ektning ma'lum elementlari orqali oldindan hisoblangan vaqt hisobi “start ” (boshlanish) dan boshlanib “stop” (to'xtash) momentida to'xtaydi.

Lazerli o'lchagichning aniqligini oshirishda kirayotgan nurni diafragma lash boshqa yorug'liklarning zararli ta'sirini kamaytiradi. Asbobda kechikishlar hisobiga bo'ladigan doimiy uskuna xatoni to'g'irlash uchun qaytarish ob'ektigacha aniq bo'lgan masofani o'lchash yo'li bilan uzoqni o'lchagich kalibrovka qilinadi. Albatta o'lchanayotgan masofa aniqligi lazer nurining ob'ekt yuzasidan emas (chunki yuzaning xossalari ma'lum emas) balki ma'lum burchak qaytargichlaridan qaytarilishiga ham bog'liq.

Burchak qaytargichlari o'ziga xos asbobdir, ular qaytarish xususiyati yuqoribo'lgan prizmalardan iborat bo'lib, YeSY yuzasiga joylashtiriladi. 1976 yil 6000 km deyarli aylana orbitaga ega, geodezik ma'lumot to'plash uchun “Lageos” Yer sun'iy yo'ldoshi uchirildi. Uning sferik yuzasida 426 ta kvardsan ishlangan qaytargichlar o'rnatilgan. 1978 yildan beri o'tkazilayotgan o'lchashlarda xatolik 3-5

¹² Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

sm, bu esa lazerli uzoqni o‘lchagich uchun chegara emas.

Kosmik yo‘l bilan geodezik masalalarni yechish metodlarini geometrik va dinamik turga bo‘lish qabul qilingan. Agar kosmik ob‘ekt bizni ma‘lum koordinataga ega ko‘rinma nishon sifatida qiziqirsa, hisoblashda qo‘llanilgan metod geometrik metod bo‘ladi. Agar hisoblash metodida harakatdagi kosmik ob‘ekt olinsa (chunki bu harakat Yerning gravitatsiya maydonida yuz beradi va u Yer maydoni ta‘sirida bo‘ladi) bu metod dinamik metod bo‘ladi. Bunday ajratish shartlidir, albatta, chunki Yerni sun‘iy yo‘ldoshi yoki boshqa kosmik ob‘ektning fazodagi holatini bilish uchun, shu ob‘ektni Yerning gravitatsiya maydonidagi harakati nazariyasini bilish kerak, ya‘ni gravitatsiya maydoni xossasini fazoning har bir nuqtasida bilish lozim. Shunday qilib, GNSYTning barcha metodlari dinamikdir.

20-rasmda “Interkosmos” lazerli uzoqni o‘lchagichi ko‘rsatilgan bo‘lib, u sobiq Ittifoq, Chexoslovakiya, Vengriya va Polsha ilmiy hamkorligida yaratilgan. Sobiq Ittifoq FA ishlab chiqqan dasturbo‘yicha bu o‘lchagichlarda Yerni sun‘iy yo‘ldoshlarini kuzatuvlari olib boriladi. Oygacha bo‘lgan masofani o‘lchashda ishlatiladigan o‘lchagichlar ham shu prinsip asosida qurilgan. Ular ko‘pincha katta teleskoplarga ulanadi. Bunda Oydagi yorug‘lik nuri sovet lunoxodlariga o‘rnatilgan burchak qaytargichlaridan olinadi.



20-rasm. “Interkosmos” lazer uzoqni o‘lchagichi

YeSYlarini kuzatishning radiotexnik usullari

Dopler effekti – kuzatuvchiga nisbatan harakat manbai signali chastotasining o‘zgarishidir. Bu o‘zgarish (chastotaning dopler siljishiyoki dopler chastotasi) qabul qiluvchiga nisbatan uzatuvchining harakat tezligi va uzatuvchi chastotasi bilan proporsional bog‘langan. Nisbiy tezlikni nur tezligi (chunki u kuzatuvchini ko‘rish nuri yo‘nalishida tarqaladi) yoki radial tezlik deyiladi; chunki bu nur harakatdagi ob‘ektning radius vektoridir.

Shunday qilib dopler o‘lchovlari bizga har tomonlama ma‘lumot beruvchi kattalikni beradi, ya‘ni nur tezligi uzluksiz grafigi tasvirini ma‘lum vaqt intervali uchun olsak, unda biz ob‘ektgacha bo‘lgan masofani va uning tezlanishini orbitaning

biror nuqtasi uchun olishimiz mumkin.

Dopler tizimining 3ta varianti bor. Birinchisi bu qaytariqsiz tizimbo'lib, u asosan GNSYTDa qo'llaniladi. Kosmik apparat bortida yuqori stabil generator chiqarayotgan chastotani uzatuvchi qurilmao'rnatilgan. Yerdagi stansiyada ham tayanch signallar generatori bor. Dopler chastotasi va tayanch chastotalarni solishtirish natijasidagi farq o'lchanayotgan chastotani beradi. (tayanch chastota – bu yer va yo'ldosh generatorlari chastotalari orasidagi farq). Maxsus apparat ma'lum vaqt orasida o'lchanayotgan chastotani dopler signallari sikliga aylantiradi (bu ko'pincha 0,5 dan bir necha sekundgacha bo'ladi).

Qaytariqsiz tizimdan farqi o'laroqqaytariqli tizimda faqat bitta – yerdagi generatordan foydalaniladi. Kosmik ob'ekt bortida esa qabulqiluvchi – qaytaruvchi moslama ishlatiladi, u stansiyadan qabulqilingan signalni Yerga qaytaradi. Yerdagi stansiya yuborilgan va qaytarilgan signallarni solishtirib, chastota farqini aniqlaydi. Kosmik ob'ekt yuzasidan qaytarilgan signal bilan ishlaydigan radiolokatsion tizimlar ham borligini esda tutish lozim. Bu tizimlarning aniqligi kam va GNSYTDa ular qo'llanilmaydi. Ammo optik diapozonda lokatsiya g'oyasidan foydalanish juda yaxshi natijalarni beradi¹³.

Uzoq muddatli dasturlarda qatnashuvchi (masalan, Yer qutblari harakatini o'rnatuvchi) statsionar dopler stansiyalari to'g'ridan-to'g'ri Yer sun'iy yo'ldoshidan olingan chastotalarni o'lchovchi apparat bilan ta'minlanadi. Bunday stansiyalarda yuqori aniqlikdagi vaqt standarti bo'lishi kerak, ularning ishlarini sinxronizatsiya qilish lozim. Bundan tashqari, yo'ldosh gorizontdan o'tayotganda bir necha yuzlab dopler chastotalari qiymatini bergani uchun juda katta sonli qiymatlarni hisoblash muammolari paydo bo'ladi. Shuning uchun hozirda integral dopler qabul qilgichlar keng qo'llanilmokda. Integral dopler g'oyasi – Yerni sun'iy yo'ldoshi orbitadagi ketma-ket 2 ta topografik holati (kuzatuv punktidan) masofalari farqi vaqt tayanch chastotasi– sikli soni uchun 2 ta ketma-ket o'lchovlar farqidan iborat. Agar bortdagi generator yuqori aniqlik darajasida turg'un bo'lganda edi, tayanch chastotasini o'zgarimas deb hisoblash mumkin bo'lar edi va biz shunda dopler sikllarining ikki ketma-ket sanog'i va Yer sun'iy yo'ldoshi topografik uzoqligining ikkita ketma-ketligi farqi bilan parallel bog'liqligini olar edik, ya'ni Yerning sun'iy yo'ldoshining kuzatish punktidan uzoqligini. Ammo bort generatori chastotasi vaqto'zgarishi bilan o'zgaradi va bu o'zgarish unchalik katta bo'lmagan qiymatbo'lib, bu chastota qandayqonun asosida o'zgarishi hamma'lum emas. Shuning uchun tayanch chastotasini aniqlangan kattaliklar hisobiga qo'shib, Yer sun'iy yo'ldoshning bir holatdan ikkinchi holatga 1 marta o'tishida chastota o'zgarimas deb hisoblanadi, ammo boshqabir holatdan ikkinchi holatga o'tishida o'zgaradi deb hisoblanadi. YeSYni kuzatishning integral dopler metodi navigatsiya masalalarini yechishga

¹³ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

yordam beradi. Geodeziyada esa Yerni sun'iy yo'ldoshi uzoq muddatli faoliyatda ("Tranzit" navigatsiya tizimi kabi) effektiv hisoblanadi va Yerning istalgan punktidan kuzatishda ushbu punkt koordinatalarini olish imkonini beradi.

Punktlar koordinatasi radiotexnik metodda fotografik metodga nisbatan aniqroq olinadi. Radial tezlikning o'rtacha aniqligi sekundiga bir necha sm ni tashkil etadi. Bu orbitadagi Yer sun'iy yo'ldosh holatini yoki yer stansiyasi holatini yuqori aniqlikda hisoblash imkonini beradi (qanday masala qo'yilishiga bog'liq; Yerning sun'iy yo'ldoshi orbitasini aniqlashmi, yoki Yer yuzasidagi koordinatalarni aniqlash kerakmi?). Bu yerda asosiy xatoliklar manbai dopler stansiyalari sinxronizatsiyasi aniqlanmasligi va o'lchov asboblarining shovqinidir.

Albatta radiosignallar o'tishiga atmosfera ta'siri bor: troposfera (atmosfera pastki nyoytral qismi) va ionosfera ta'sir qiladi. Ammo troposferaning ta'siri ishonarli formulalar bilan hisoblanishi mumkin, ionosfera ta'siri esa ikkita chastotaniqo'llash bilan kamaytiriladi. Nazariyadan ma'lumki, agar uchta chastota qo'llansa ionosfera refraksiyasi yo'qqa chiqariladi. Amalda esa ikkita chastotadan foydalanish qulayroq, refraksiya qoldig'i kuzatish vaqti tanlovi bilan yo'qotiladi. Relyativistik effektning dopler chastotasiga ta'siri hamqiziq muammo, ammo u nihoyatda murakkab bo'lgani uchun biz unga to'xtalmaysiz.

Demak, radiotexnik (ayniqsa, dopler) metodlari GNSYTDa fotografik metod bilan yonma-yon rivojlanib bordi va hozirda kuzatish ma'lumotlarni olishbo'yicha oldingi o'rinni egalladilar. Ammo oxirgi paytda GNSYT rivojlanishining boshida asosiy natijalarni bergan optik metod yana o'zini ko'rsatdi. Bu metod avval geodeziyada Oyga nisbatan kuzatuv ob'ekti sifatida qiziqish uyg'otgan bo'lsa, keyinchalik yo'ldosh geodeziyasining vositasiga kirdi. Bu yerda gap lazerli uzoqni o'lchagichlari xaqida ketyapti, ular GNSYTDa lokatsiya g'oyasini qo'llash imkonini berdi.

Oxirgi yillarda GNSYTDa uchta buyuk voqeaga sabab bo'lgan radiotexnik metodga alohida diqqat qilinmoqda: Yer gravitatsiono'zgarma kattaligini aniqlanish, Oydagi maskanlarning ochilish va juda uzoq ba'zali radiointerferometrlarni geodeziyada foydalanilishi bo'yicha.

Yerning gravitatsiya o'zgarma qiymati μ absolyut gravitatsiya o'zgarma kattaligini Yer massasiga ko'paytmasiga teng. Absolyut gravitatsiya o'zgarma kattaligi-bu butun dunyo tortilish qonunini proporsiya koeffitsiyentining matematik ifodasidir. Izlanish natijalariga ko'ra KA uchun μ_0 kattalikni aniqlashning umumiy ko'rinishi quyidagicha: yuqori aniqlikdagi radiotexnik tizim KA uzoqligini va nur tezligini aniqlabuzliksiz kuzatuv olib boriladi. Boshida taxminiy sharoitga ko'ra va μ_0 ning qabul qilgan qiymatlari bo'yicha KAning orbitadagi harakati soni aniqlanadi. Bu orbita geotsentrik emas, balki geliotsentrik, chunki KA harakati Yer atrofida emas, balki Quyosh atrofida bo'lib, u uzoq planetalarga yo'nalgan.

Eng kichik kvadratlar metodiga muvofiq kuzatilgan va hisoblangan KA uzoqligi va nur tezligiga asoslanib, uni harakatining boshlang'ich shartlari va μ_0

aniqlashtiriladi. Bu aslida tortishish maydonida og'irlik kuchini jismning erkin tushish tezlanishi metodi bilan aniqlashga o'xshashdir, faqat bunda harakat tenglamasini sonli yechishning xojati yo'q, chunki erkin tushish parabola grafigi bo'yicha kechadi, uning shakli va kattaligi boshlang'ich shartlarga asosan aniqlanadi.

μ kattalikni aniqlash ishlari AQSh va SSSRda olib borilgan. Marsga va boshqa planetalarga uchirilgan "Venera", "Mariner", "Viking" va "Voyajer" KAlari kuzatuvdan olingan natija xayron qolarli darajadi mos tushgan. 11 bir-biriga bog'liq bo'lmagan nisbiy xatoning o'rtacha qiymati – 10^{-6} dan kichik. Uzoqdagi KAlarni radiotexnik kuzatuvlardan μ qiymatini aniqlashtirishdan tashqari Yer massasining Oy massasiga nisbati aniqlashtirildi va Venera va Marsni massalar io'lchamlari va siqilishi aniqlandi.

"Luna" va "Luna-Orbitr" seriyali Oyning sun'iy yo'ldoshlarini (OSY) yuqori aniqlikdagi radiotexnik kuzatishlar natijasida OSY nur tezliklari kattaliklarida doimiy "chaqnash"lar topildi. Sinchiklab tekshirilganda bu "chaqnash"lar asboblarning tasodifiy xatosi emasligi aniqlandi, chunki bu voqea OSY Oy yuzasining bitta joyidan o'tayotganda yuz berardi. Demak, bu joyda Oyning gravitatsiya maydonining kattagina anomaliyasi borligidir¹⁴.

Oyda atmosfera bo'lmagani uchun OSY larini tormozlashni xojati yo'q, shuning uchun ular Oy yuziga juda yaqin orbitalarga chiqariladi, ya'ni 50-100 km balandlikka. Fotografiyalardan Oyning ko'rinma tomoni reifining o'ziga xosligi ma'lum bo'lgan xolda, uning gravitatsiya maydonlarining kuchayishi oy dengizlari ustida ro'y beradi, masalan, Ravshanlik dengizi, Yomg'irlar dengizi va boshqalardir. Shunisi qiziq-ki bu katta anomaliyalar maskanlar ("massa konsentratsiyasi" so'zining qisqartirilganidan olingan – massconcentrftion) yoki oy dengizlari bilan bog'liqdir. Yerda ham anomal rayonlar (vohalar) bor, ammo ularni tog'larda yoki dengizlarning eng chuqur joylarida joylashgan. "Apallon-15" dan uchirilgan OSY yordamida Oyning ko'rinmaydigan tomoni gravimetriyasi o'rganildi va Oyning teskari tomonini gravimetrik kartasi tuzildi. Undan ko'rinib turibdiki, Oyning teskari tomonida maskonlar yo'q ekan va hamma musbat anomaliyalar faqat tog'lik rayonlar bilan bog'liq. Maskonlar tabiatini aniqlashda, kelgusida Oyga Yerdan boshqariladigan, gravimetr o'rnatilgan apparat yuborish bilan bog'liq, bunda og'irlik kuchini traditsion gravimetrik metoddan (yangi darajada) aniqlashda foydalaniladi.

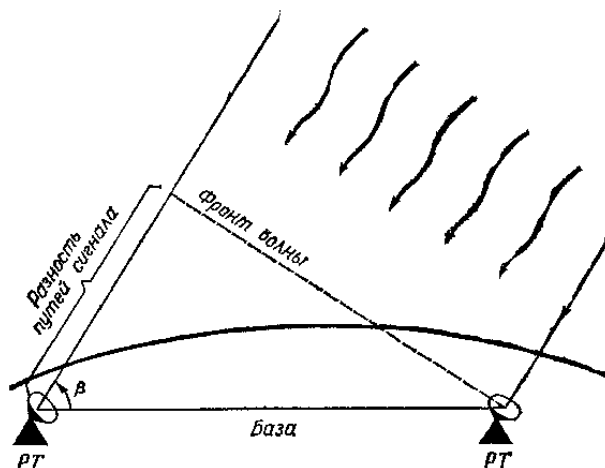
1965 yilda sovet astronomlari uzoq bazisli radiointerferometr metodi yoki o'ta uzoq bazali (UUBR) radiointerferometr g'oyasini (ta'limotini) ilgari surishdi. Oddiy (qisqa bazisli) radiointerferometr metodi Yer sun'iy yo'ldoshini o'rganishdakeng yoyilgan edi. Bunda Yer sun'iy yo'ldoshini aniq masofaga-1 km ga joylashtirilgan ikki antennadan kelayotgan radiosignallarni bir vaqtda kuzatishdan Yer sun'iy yo'ldoshiga yo'nalishni aniqlash mumkin. Antennalar orqaliqa bu qilingan signallar-

¹⁴ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

fazasining farqi ikkala antenna to'liqning fronti bo'ylab o'tish vaqti farqini aniqlash imkonini beradi.

Yorug'lik tezligini shu vaqtfarqiga hosilasi Yer sun'iy yo'ldoshdan antennagacha o'tilgan yo'lfarqini xarakterlovchi kattalik bo'lagini beradi (21-rasm). Bu uzunlikning baza uzunligiga nisbati Yer sun'iy yo'ldoshining yo'nalishini aniqlovchi burchak kosinusiga teng. Bu metodda bazaning kichikligi Yer sun'iy yo'ldoshidan antennaga yo'nalishni amalga paralleligi shartidir. Oddiy interferometr texnikasining rivojlanishi ba'zani 5 km gacha oshirish imkonini beradi va bundan tabiiy radiomanbalarni izlashda foydalanish mumkin bo'ladi, chunki ularning aniqligi 0,1" dan yuqori edi.

Radiointerferometr metodining geodezik va astronomik yuqori aniqlikdagi o'lchovlarining vositasi sifatida rivojlanishi radiointerferometr metodini yaratish davomida erishildi. Bu metod ham oddiy interferometriya metodiga asoslangan, faqat bunda bir-biridan bir necha kilometr masofada joylashtirilgan ikki radioteleskop (RT) ning bir vaqtda kuzatish magnitofon yozuvlarini solishtirish natijasida antennalarning signalni registratsiya qilish vaqti farqi olinishi asosiy rol o'ynaydi. Yana xar bir RTda biror narsaga bog'liq bo'lmagan vaqt standarti mavjudligi ham sezilarli rol o'ynaydi.



21-rasm. Radiointerferometrik o'lchovlar sxemasi

Umuman olganda UUBR metodi diametri 25-30 m dan oshgan kuchli radioantennalar yordamida galaktikadan tashqaridagi 0,001" burchak diametri kvazarlar ochilgandan so'ng mumkin bo'lib qoldi. Yuqori chastotasi turg'unlikka ega bo'lgan generatorlarining borligi, nihoyatda ko'p axboratlar oqimini yozuvchi magnitofonlar, shuningdek, EXMlarning mavjudligi tufayli qarama-qarshi masalalarni yozuvchi UUBR metodini amalda qo'llashni rivojlantirishga yordam berdi. Kvazarga ma'lum bo'lgan yo'nalish bo'yicha uyidagilarni aniqlash mumkin: 1) 10^{-6} yuqori nuqson bilan yer xordasini yoki baza uzunligini; 2) burchak sekundining 0,01 aniqlikdagi ba'za yo'nalishini xarakterlovchi burchakni; 3) vaqtning 0,001 aniqligigacha Yer aylanishi tezligi yoki sutka uzunligi va ularning variatsiyalarini. UUBR metodi bilan Oyni lokatsiya qilish aniqligi ($3 \cdot 10^{-9}$) gacha

aniqlikka erishish mumkin bo'lsa-da, uning asosida amalda geodezik dastur yaratishda bir qator qiyinchiliklar mavjud, masalan, ulardan biri radioto'lqinlarning troposferadan o'tishidagi tuzatmalarni hisobga olinishi. Bu qiyinchiliklar yengib o'tiladi va UUBR metodi GNSYTning yetakchi metodlaridan bo'libqoladi. Sovet olimi I.D.Jongolovich Yer sharining dinamik tadqiqotlar uchun koordinata tizimlarini hisoblash va tutib turishda eng yaxshi vosita bo'lishi mumkin.

Nazorat sovellari

1. Sun'iy yo'ldoshlarni kuzatish usullarini ta'riflang.
2. YeSY optik usullarida kuzatishda qanday asboblardan foydalaniladi?
3. Optik usullari aniqligi nimalarga teng?
4. Radiometrik usullar qanday asboblarda bajariladi?
5. Radiometrik usullarning aniqligi qanday?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il

3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojenediya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

3 Ma'ruza Davlat kadastrlarini yuritish

Reja:

- 3.1. YeSYlarining g'alayonmagan (qo'zg'atilmagan) harakati
- 3.2. Yer sun'iy yo'ldoshining g'alayonli harakati
- 3.3. Topotsentrik koordinatlar tizimi
- 3.4. Orbital koordinatalar tizimi

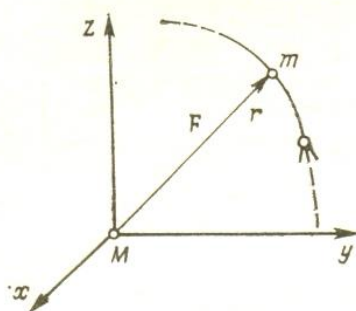
Tayanch iboralar: Geopotensial. Integrallash. Defferensial. G'alayonlanish. Proyeksiya.

3.1. YeSYlarining g'alayonmagan (qo'zg'atilmagan) harakati

Yerning sun'iy yo'ldoshlarining Yer atrofidagi harakati quyidagi faktorlar bilan aniqlanadi: Quyosh tizimi planetalari va Yer, Oy, Quyoshning tortish kuchi, atmosferaning tormozlashi, yorug'lik bosimi, Yerning magnit maydoni ta'siri va boshqalar. Yuqorida ko'rsatilgan faktorlardan asosiysi Yerning tortish kuchidir, qolganlari ikkinchi darajali hisoblanadi. Shuning uchun Yer sun'iy yo'ldoshi harakati masalasi o'rganilganda yuqoridagi ikkinchi darajali faktorlar hisobga olinmaydi.

Tassavur qilamiz-ki, Yer aniq sferik shaklda va modda M moddiy nuqta massasi Yer massasiga teng, tortish kuchi shunga mos. Bunday tasavvurda Yer sun'iy yo'ldoshining qo'zg'atilmagan harakatini beradi.

Agar yo'ldosh massasi m Yer massasi M dan nihoyatda kichikligi uchun hisobga olinsa qo'zg'atilmagan harakat formulasi soddalashadi. Unda yo'ldosh tortish kuchi bilan vujudga keladigan Yer tezlanishini hisobga olmasa ham bo'ladi.



26-rasm. Yo'ldoshning ko'zg'atilmagan harakati. Nyutoning ikkinchi qonuni asosida

$$\vec{F} = m\ddot{\vec{r}} \quad (1.1)$$

bu yerda $\ddot{\vec{r}}$ Yer sun'iy yo'ldoshining tezlanish vektori.

\vec{F} – bo'tun dunyo tortilish qonuniga asosan kuch moduli.

$$|\vec{F}| = f \frac{mM}{r^2} \quad (1.2)$$

f – tortilish o'zgarmas kattaligi,

r – yo'ldosh m dan Yer M gacha bo'lgan masofa.

Bir necha o'zgartirishlardan so'ng ko'zg'atilmagan harakatning differensial tenglamasini olamiz:

$$\ddot{\vec{r}} = -\frac{\mu}{r^3} \vec{r} \quad (1.3)$$

$$\mu = fM \text{ ga teng}$$

2. Yer sun'iy yo'ldoshining g'alayonli harakati

Faraz qilamiz-ki yo'ldoshga markaziy kuchlardan tashqari ixtiyoriy xarakterli kuch ta'sir qilayotgan bo'lsin, bunda yo'ldosh harakati Kepler qonuni bo'yicha harakatdan farq qiladi. Bunday harakat qo'zg'atilgan yoki g'alayonli harakat deyiladi, orbitasi esa g'alayonlangan orbita deyiladi. Bir xil parametrlar, masalan orbitaning g'alayonlangan va g'alayonlamagan (Kepler) elementlari orasidagi farq bir xil vaqt mobaynida g'alayonlanish deyiladi.

G'alayonlangan harakat differensial tenglamasi g'alayonlanmagan harakat tenglamasidan shu bilan farq qiladi-ki, g'alayonlangan harakat formulasining o'ng tomonida nullar o'rnida g'alayontirayotgan kuchlar tomonidan berilgan tezlanish proyeksiyalari turadi.

$$\ddot{\vec{r}} + \frac{\mu}{r^3} \vec{r} = \vec{F} \quad (2.1)$$

Bu yerda F_x, F_y , va F_z - g'alayontiruvchi tezlanish. G'alayontirilgan harakatning bunday shakli tezlanish vektor kattalik ekanligidan kelib chiqadi, chunki ularning proyeksiyasi qo'shilishi kerak. G'alayontirilgan harakat tenglamasini oxirgi shaklida ham, kvadrat ko'rinishida ham integrallab bo'lmaydi, faqat ba'zi deyarli uchramaydigan xususiy hollar bundan mustasno. Shuning uchun (5.2.1) tenglamani integrallash uchun har xil taxminiy metodlarni qo'llashga to'g'ri keladi.

Faraz qilaylikki, (5.2.1) formulasi biror darajada taxminiy metod bilan integrallangan. U holda yo'ldosh tezligini tashkil etuvchilari x, y, z geotsentrik koordinatalarning x, y, z dan g'alayonlangan qiymatlarini hisoblash mumkin bo'lgan ifoda olingan bo'lar edi. Agar $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$, va x, y, z orqali g'alayonlangan tezlik va koordinatalarni belgilasak, o'tgan vaqt momenti uchun quyidagini yozish mumkin.

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \dot{x}_H + \delta\dot{x}; \quad \dot{y} = \dot{y}_H + \delta\dot{y}; \quad \dot{z} = \dot{z}_H + \delta\dot{z}; \\ x &= x_n + \delta x; \quad y = y_n + \delta y; \quad z = z_n + \delta z; \end{aligned} \quad (2.2)$$

Bu yerda $\delta x, \delta y, \delta z, \delta\dot{x}, \delta\dot{y}, \delta\dot{z}$ –vaqt va o‘zgarmas kattaliklarni integral qilishni ifodalovchi juda murakkab funksiyalar bo‘lib, tezlik va koordinatar g‘alayonlanganligidir. G‘alayonlanmagan harakat kepler orbitasining elementlaridan o‘laroq, integral qilinadigan o‘zgarmas kattaliklar bo‘la olmaydi, chunki g‘alayonlantiruvchi kuch ta’sirida ular vaqt o‘tishi bilan tinmay o‘zgaradi.

Shunday qilib, Yer sun’iy yo‘ldosh g‘alayonlangan harakat nazariyasining asosiy masalasi harakatning differensial tenglamasidan (2.1) $\delta x, \delta y, \delta z, \delta\dot{x}, \delta\dot{y}, \delta\dot{z}$ - g‘alayonlanish kattaliklarini aniqroq aniqlashdir.

Yo‘ldoshlar harakatida g‘alayonni aniqlaydigan asosiy faktorlar: Yer tashqi gravitatsiya maydonining g‘alayontiruvchi qismi, geopotensial, Quyosh va Oyning g‘alayontiruvchi harakati, to‘r bosimi, yer geopotensial sathi, Quyosh va Oy ta’sirida ko‘tarilishi natijasida tekislanish deformatsiyasi tufayli g‘alayontiruvchi harakat, Yerning Quyosh radiatsiyasini qayta tarqatishi, inersial koordinatalar tizimida sferoidal Yerning pretsission-nutatsiya burilishi natijasida hosil bo‘luvchi g‘alayontiruvchi harakat, atmosferaning yuqori qatlamlarida(2000 km balandlikda) harakatlanuvchi yo‘ldoshlar uchun atmosferaning tormozlantirishi va boshqalar¹⁵.

Sanab o‘tilgan g‘alayontiruvchi faktorlar (2.1) tenglamaga kirgan F_x, F_y, F_z - g‘alayontiruvchi tezlanishlarining analitik shaklini aniqlaydi. Taxminiy integrallash metodi 2 asosiy sinfga bo‘linadi: analitik va miqdorli. Birinchisi Yer sun’iy yo‘ldoshi g‘alayonlangan harakatini tasvirlovchi taxminiy analitik formulalar olishni ta’minlaydi, ikkinchisi esa berilgan vaqt momentida yo‘ldosh harakatidagi g‘alayonning son qiymatini olish imkonini beradi.

Nazorat sovellari

1. m - yo‘ldosh massasi nimaga teng
2. M - Yer massasi nimaga teng
3. \vec{F} – kaysi qonuniga asoslangan.
4. f - ?
5. μ - nimaga teng
6. F_x, F_y , va F_z - g‘alayontiruvchi .
7. $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$, va x, y, z – g‘alayonlangan.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v

¹⁵ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il

3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

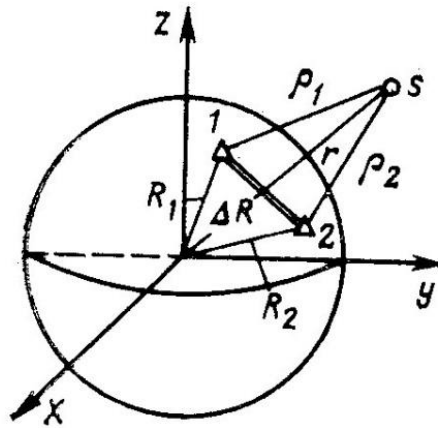
4 Ma'ruza Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi **Reja:**

- 4.1. Sun'iy yo'ldosh triangulyatsiyasini qurish chizmasi
- 4.2. Yo'ldosh geodezik to'rlarining tenglamalari
- 4.3. Yo'ldosh geodezik to'rlarini qurish metodlarining taqqoslanish ta'riflari
- 4.4. Yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalash asoslari

Tayanch iboralar: Dinamik. Sinxronizatsiya. Vatar vektori. Referens – ellipsoid. Radial. Fiksirovka.

4.1. Sun'iy yo'ldosh triangulyatsiyasini qurish chizmasi

Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasiga yerning gravitatsiya maydoni modelida, ma'lum koordinata tizimida, yer yuzi nuqtasi yoki yer atrofi fazosidagi nuqtaning holatini aniqlash masalasi kiradi. Hozirgi paytda geodezik masalalarni yechishda YeSYlaridan foydalanishning ikki yo'nalishi mavjud. Birinchi yo'nalish-yo'ldoshning harakati qonuniyatlaridan foydalanib, yerdagi punkt koordinatalari va Yerning geofizik parametrlarini birgalikda aniqlashning usullari to'plamidan iborat. U ko'pincha GNSYTning dinamik metodi deb ataladi. Ikkinchi yo'nalishda yo'ldoshning harakat qonunlarini aniq bilish shart emas. Bunda YeSYni sinxron kuzatishlaridan fazoviy to'r quriladi, bu yo'nalish GNSYTni geometrik metodi deyiladi.



27-rasm. Yer sun'iy yo'ldoshi yordamida geodezik to'rlar qurish prinsipi

Yer sun'iy yo'ldoshning biror yer punkti bilan bog'lanishi quyidagi formula bilan belgilanadi:

$$\vec{R}_i = \vec{r}_i - \vec{\rho}_i \quad (1.1)$$

Bu yerda : $\vec{\rho}_i$ - o'lchangan topografik vektor,

\vec{r}_i - Yer sun'iy yo'ldoshining radius vektori,

\vec{R}_i - er punkti radius-vektori.

(6.1.1) ifodadan agar, \vec{r}_i va $\vec{\rho}_i$ vektorlar ma'lum bo'lsa, unda ular orqali \vec{R}_i ni topish mumkin.

Yer punkti radius-vektori va bunga ular o'q yer punkti koordinatalari va o'lchangan vektor ma'lum bo'lsa, Yer sun'iy yo'ldoshning holatini aniqlash mumkin. Shuning uchun (6.1.1) ifoda GNSYTning asosiy tenglamasi deyiladi. Oddiygina ko'ringan bu formuladan amalda foydalanish ancha murakkab va u asosan ikkita variantda qo'llaniladi:

1. Yer sun'iy yo'ldoshining holati yerdagi ikki yoki undan ortiq punktlardan kuzatiladi.

2. Yer sun'iy yo'ldoshining holati faqat bitta punktdan kuzatiladi.

Birinchi variant uchun:

$$\vec{R}_1 = \vec{r} - \vec{\rho}_1, \quad \vec{R}_2 = \vec{r} - \vec{\rho}_2 \quad (1.2)$$

yoki

$$\Delta \vec{R} = \vec{R}_1 - \vec{R}_2 = \vec{\rho}_2 - \vec{\rho}_1$$

Bu yerda $\Delta \vec{R}$ - ikki yer punktini bog'lovchi vatar vektori.

Butun Yer yuzasi yoki uning katta qismiga yoyilgan xolda vektorlarining turini tasavvur qilish qiyin emas. Bunda Yer sun'iy yo'ldoshini o'rganishning geometrik metodi amalda qo'llanilmoqda. Bu metod nisbiydir, chunki bunda yer punktlarining faqat o'zaro holati aniqlanadi. U holda koordinata tizimining biror yer punktining \vec{R}

radius-vektorini boshlang'ich nuqta sifatida belgilab, ixtiyoriy koordinata tizimi olinadi. Bundan ko'rinib turibdi-ki, shu koordinata tizimidagi xohlagan boshqa punkt holati shu ifoda vatar vektorlari orqali olinadi.

$$\vec{R}_i = \vec{R}_0 - \sum \Delta \vec{R}_i \quad (1.3)$$

Agar bosh punkt ma'lum referens-ellipsoidga taalluqli bo'lsa, unda vatar vektorlarining hamma tizimi unga (referens- ellipsoidga) bog'liq bo'ladi. Kosmik ob'ektlarning sinxron kuzatuvidan ko'rilgan geodezik to'rlar adabiyotda kosmik triangulyatsiya nomini olgan. Agar kuzatish ob'ekti faqat SY bo'lsa, unda yo'ldosh triangulyatsiyasi atamasi qo'llaniladi.

Agar Yerning sun'iy yo'ldoshi kuzatuvi sinxron bo'lmasa yoki faqat bitta yer yuzasi punktidan olib borilsa, holagancha o'zgaradi. Bunda (6.1.1) tenglamani qo'llash uchun geotsentrik radius vektorini bilish kerak, u ko'pgina YeSY harakat nazariyasidan aniqlanadi. Biror momentda o'lchangan topografik vektor uchun ushbu tuzatish tenglamasini keltirish mumkin;

$$d\vec{r} - d\vec{R} - [(\vec{r}_0 - \vec{R}_0) - \rho_{izm} = \vec{\theta} \quad (1.4)$$

Bu tenglamada $d\vec{R}$ (tuzatma vektorining yer punkti radius-vektoriga nisbatan) – o'zgaras bo'ladi. $d\vec{r}$ -vektori – Yer sun'iy yo'ldoshning orbitadagi harakati natijasida har gal yangi bo'ladi. Demak (6.1.4) tenglamalar tizimidan $d\vec{R}$ va $d\vec{r}$ vektorlarini birgalikda aniqlash masalasining yechimi yo'q. Shuning uchun kerakli noma'lum sifatida geotsentrik-vektorining koordinatalari emas, balki orbita parametrlari qabul kilinadi. Harakatlar nazariyasidan ma'lumki, agar orbita elementlari va vaqt momentlari t berilgan bo'lsa, geotsentrik-vektorni aniqlash mumkin. Orbita parametrlarini umumiyashtirib quyidagicha belgilaymiz: $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$, unda \vec{r} radius-vektor biror funksiya deb tasavvur qilish mumkin.

$$\vec{r} = \vec{r}(q_i), \quad i = 1, 2, \dots, 6 \quad (1.5)$$

va

$$d\vec{r} = \sum_1^6 \frac{\partial \vec{r}}{\partial q_i} dq_i \quad (1.6)$$

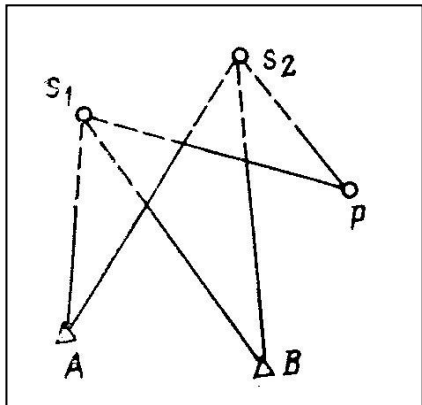
(6.1.6) ifodani hisobga olib (6.1.3) formula quyidagicha yoziladi:

$$\sum_1^6 \frac{\partial \vec{r}}{\partial q_i} dq_i - d\vec{R} + \vec{l} = \vec{\theta} \quad (1.7)$$

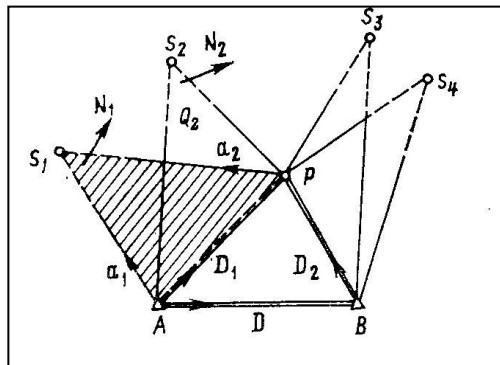
Oxirgi ifodaga 9 ta noma'lum kiradi: orbita elementiga 6 ta tuzatma va yer punkti koordinatasiga uchta tuzatma. Izlanayotgan parametrlar qiymatini tenglamalar tizimini olish uchun to'qkiz marta yoki ko'proq kuzatish kifoyadek ko'rinadi. Turli yer stansiyalaridan sinxron kuzatilgan sferik koordinatalarni YeSY yo'nalishidan elementlari olingan fazoviy geodezik to'rga yo'ldosh triangulyatsiyasi deyiladi. Masshtabni va yo'ldosh triangulyatsiyasi aniqligini oshirish uchun uning turli qismlarida chiziqli o'lchashlar bajarilishi lozim (masofa, masofalar farqi yoki radial

tezliklar).

Yoʻldosh triangulyatsiyasida AV boshlangʻich punktlardan uchta (28-rasm) punktga sinxronlash bilan, boshqa YeSY koordinatalari toʻgʻri fazoviy kestirmalari yechimidan aniqlanadi. Keyinchalik YeSYning s_1 va s_2 holatlari boshlangʻich punkt sifatida olinib, ularning yordamida r punktning holati teskari kesishtirish bilan olinadi. Shuning uchun keltirilgan usul kesishtirish usuli deyiladi¹⁶.



28-rasm. Kesishtirish metodi



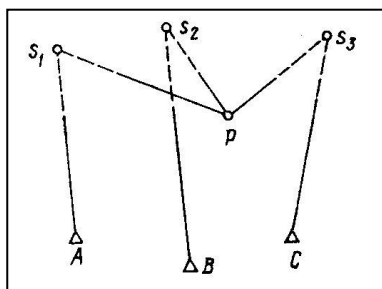
29-rasm. Vatar usuli

Sinxron guruhlar faqat ikkita yoʻnalishdan iborat boʻlgan yoʻldosh triangulyatsiyasini koʻrish varianti, tashkil etish masalasida oddiydir. Bu yerda quyidagi holatlar boʻlishi mumkin:

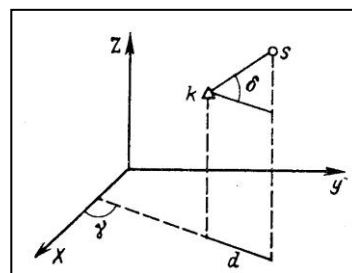
1. Oʻzi bitta boshlangʻich bitta aniqlanuvchidan iborat har bir punkt juftligi uchun YeSYning ikki holati kuzatiladi (29-rasm). Nomaʼlum holatli nuqtani aniqlovchi eng kam boshlangʻich punktlar soni ikkiga teng.

2. Har bir punkt juftligi uchun Yerning sunʼiy yoʻldoshi faqat bitta holati aniqlanadi. Boshlangʻich punktlar eng kichik soni uchga teng.

¹⁶ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013



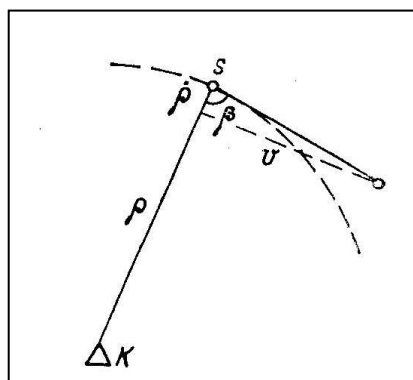
30-rasm. Yassi tekislik usuli



31-rasm. Yo‘ldosh triangulyatsiyasi bilan o‘lchanadigan kattaliklar

Vatar usulida A va R yo‘nalishlar sinxron o‘lchanib, fazodagi Q tekislikka fiksirovka qilinadi, bu tekislik sinxronlash tekisligi deyiladi. S_2 yo‘ldoshida o‘lchangan yo‘nalish fazoda Q_2 tekisligini beradi. Bu ikki tekislik kesishgan chiziq AR (vatar) yer yuzasida yotadi. Bu ikki tekislik kesishgan chiziq AR (vatar) Yer yuzida yotadi va boshlang‘ich A punktini aniqlanuvchi R punkti bilan bog‘laydi. YeSY ni V va R punktlaridan olingan kuzatuvdan ikkinchi holda VR olinadi. R punkti holati AR va VR vatarlari kestirishidan aniqlanishi mumkin. Shuning uchun yo‘ldosh triangulyatsiyasini ko‘rishning bunday usuli vatar usuli deyiladi. 30-rasmdagi yo‘ldosh triangulyatsiyasining shaklidan boshlang‘ich va oxirgi aniqlanuvchi punktlardan YeSY faqat bitta holati kuzatiladi. Bu kuzatuvlardan yassi tekislik tenglamasini tuzish mumkin. Aniqlanayotgan punkt bilan boshqa ikki punktlar kuzatuvi sinxronidir (bir-biriga mosdir) va u yana ikki yassi tekislik tenglamasini tuzish imkonini beradi. Punktning fazodagi holati uchta tekislik kesishgan nuqta sifatida aniqlanadi. Bu usul tekisliklar usuli deb nom olgan.

Yo‘ldosh triangulyatsiyasini ko‘rish uchun o‘lchangan kattaliklar sifatida YeSYlarining yer yuzasi punktliri kuzatuvi natijalari va ularning ba‘zi bir funksiyalari olinadi.



32-rasm. Radial tezlik

Bevosita o‘lchanadigan kattaliklar:

δ_{hs} - Yer sun'iy yo'ldoshining topografik og'ishi

α_{hs} - Yer sun'iy yo'ldoshining yulduz yoki umumer tizimidagi to'g'ri chiqishi

$$\gamma_{hs} = \alpha_{hs} - S$$

S -Grinvich yulduz vaqti

k -erdagi punkt

ρ_{hs} -topotsentrik masofa

s_1 va s_2 Yer sun'iy yo'ldoshning ikki holatidan k punktga bo'lgan masofa yoki s yo'ldoshdan k va yerdagi punktga bo'lgan masofa farqi.

Yer sun'iy yo'ldoshning radial tezligi tashkil etuvchisi, ya'ni tezlik vektori modulining ks yo'ldoshga proyeksiyasi (32-rasm).

Hs-Yer sun'iy yo'ldoshning dengiz yuzidan balandligi, bu kattalik aniq bir punkt bilan bog'lanmaydi, ammo orbitani aniqlashga yordam beradi.

O'lchangan burchak kattaliklari η va δ ni punkt koordinatalari va Yer sun'iy yo'ldoshi bilan bog'liqligini 31-rasmdan osongina aniqlash mumkin.

$$\gamma_{ks} = \arctg \frac{y_s - Y_k}{x_s - X_k} \quad (1.8)$$

$$\delta_{ks} = \arctg \frac{z_s - Z_k}{\sqrt{(x_s - X_k)^2 + (y_s - Y_k)^2}} \quad (1.9)$$

Δ va ρ chiziqli o'lchovlar uchun quyidagi ifodamiz bor.

$$\rho_{ks} = \sqrt{(x_s - X_k)^2 + (y_s - Y_k)^2 + (z_s - Z_k)^2} \quad (1.10)$$

$$\Delta \rho_{ks} = \rho_{ks1} - \rho_{ks2} \quad (1.11)$$

Radial tezlikning k koordinata punktlari va s yo'ldosh tezligi tashkil etuvchisi va koordinatalari bilan bog'liqligi tenglamasini keltirib chiqarish uchun 32-rasmga murojaat kilamiz, undan ko'rinib turibdi-ki, modulning radial tashkil etuvchisi va to'la tezlik quyidagicha bog'langan i, j, k -lar umumer tizimi o'qi o'rtaligini hisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\begin{aligned} |\dot{\vec{\rho}}| &= v \cos \beta \\ \rho &= (x_s - X_k)\vec{i} + (y_s - Y_k)\vec{j} + (z_s - Z_k)\vec{k} \end{aligned} \quad (1.12)$$

$$\vec{\vartheta} = |\dot{x}| \vec{i} + |\dot{y}| \vec{j} + |\dot{z}| \vec{k}$$

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - ortlar

$$|\dot{\vec{\rho}}| = \frac{1}{\rho} [(x_s - X_k)|\dot{x}| + (y_s - Y_k)|\dot{y}| + (z_s - Z_k)|\dot{z}|] \quad (1.13)$$

Yo'ldosh geodezik turining o'lchovlari γ va δ shunday xususiyatga ega-ki, ular bitta koordinata tizimida bir-biriga bog'liq bo'lmagani holda olinadi. Shuning uchun xuddi shu o'lchovlar orqali turning oriyentirovkasi o'rganiladi. Yo'ldosh geodezik turi masshtabi chiziqli beriladi (ρ -lazerli, $\rho, \Delta\rho, |\dot{\vec{\rho}}|$ - radiotexnik o'lchovlarda).

2. Yo'ldosh geodezik to'rlarining tenglamalari

Geometrik metodda o'lchangan kattaliklar sifatida topotsentrik radius vektor ρ , sinxronizatsiya tekisliklarining vatar vektorlari $\Delta\vec{R}$ va ularning alohida komponentalaridan foydalaniladi. ρ va uning komponentalari γ, δ va $|\dot{\vec{\rho}}|$ larni, shuningdek, masofalar farqi va radial tezliklarni hisoblashda bu bevosita o'lchangan

kattaliklar bilan ish ko‘ramiz, shuning uchun tenglama kichik kvadratlar metodi bilan yechiladi. O‘lchangan kattaliklar sifatida vatar komponentalari (Λ, F, D) va sinxronizatsiya tekisligi vektorlari normallari (A, V, S) foydalanilganda tenglama kichik kvadratlarning umumlashtirilgan prinsipini ifodalovchi $\vec{V}^T \vec{Q}^{-1} \vec{V}$ sharti bo‘yicha olinishi kerak. Geodezik turlarni korrelyat yo‘l bilan tenglashtirishda (tekislikda) shartli tenglamalar tizimi, parametrik tenglashtirishda esa tuzatmalar tenglamasi tizimi asosiy hisoblanadi.

Yo‘ldosh triangulyatsiyasi yo‘nalishi bitta koordinata tizimida (yulduz yoki umumer) bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan ravishda aniqlanadi. Shuning uchun bunday turda yig‘indilar sharti, farqi yoki direksion burchak kabi shartlar paydo bo‘lmaydi. Boshqacha qilib aytganda, yo‘ldosh geodeziyasida oddiy geodeziyada burchak shartlari deb ataladigan shartlar bo‘lmaydi. Yo‘ldosh geodeziyasida bazis, qutb va koordinata shartlari to‘lasaqlanadi, faqat bog‘lovchi burchaklar fazodagi to‘g‘richiziqqlar orasidagi burchaklar bilan almashtirilganligi, ular o‘z navbatida sferik koordinata funksiyalari bo‘lganligi uchun bu tenglama koeffitsiyentlarini hisoblash murakkablashadi. Bundan tashqari, fazoviy geodezik turlarda o‘ziga xos geometrik shartlar paydo bo‘ladi-ki, yassi turlarda bungao‘xshash narsa yo‘q¹⁷.

Uchta vektor komplanarligi shartini (tekislik sharti) ko‘rib chiqamiz. Fazodagi tekislikni uchta nuqta orqali o‘tkazish mumkin, yana biror to‘g‘richiziqqa parallel bo‘lgan ikkita nuqta va nihoyat berilgan ikki to‘g‘richiziqqa parallel bitta nuqta orqali o‘tkazish mumkin. Ularga bitta element (nuqta yoki to‘g‘richiziq) qo‘shilishi bitta shartli tenglama paydo bo‘lishiga olib keladi. 1,2,3 nuqtalarni birlashtiruvchi topotsentrikik vektor komplanarli sharti quyidagicha yoziladi:

$$\Delta \vec{R}_{12} \Delta \vec{R}_{13} \Delta \vec{R}_{23} = 0 \quad (2.1)$$

yoki

$$[(\vec{R}_1^0 + d\vec{R}_1) - (\vec{R}_2^0 + d\vec{R}_2)] [(\vec{R}_1^0 + d\vec{R}_1) - (\vec{R}_3^0 + d\vec{R}_3)] [(\vec{R}_2^0 + d\vec{R}_2) - (\vec{R}_3^0 + d\vec{R}_3)] = 0, \quad (2.2)$$

\vec{R}_i^0 -radius vektorning dastlabki qiymati, $d\vec{R}_i$ -tenglamadan aniqlangan tuzatma. Agar $\Delta \vec{R}_{ij}$ vektor oxiri va boshi ($d\vec{R}_i = 0$) fazoda maxkamlangan bo‘lsa, normirovkadan so‘ng (6.2.2) quyidagi ifodani olamiz

$$\vec{F} = \vec{a}_{12} \vec{a}_{13} \vec{a}_{23} \quad (2.3)$$

Bu yerda

$$\vec{a}_{ij} = \frac{\vec{R}_i^0 - \vec{R}_j^0}{|\vec{R}_i^0 - \vec{R}_j^0|}$$

(6.2.3) tenglama uchta erkin vektorning komplanarlik sharti deb atalsa maqsadga muvofiq bo‘ladi. U koordinata ko‘rinishida quyidagicha bo‘ladi

¹⁷ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

$$\vec{F} = \begin{bmatrix} l_{12} & m_{12} & n_{12} \\ l_{13} & m_{13} & n_{13} \\ l_{23} & m_{23} & n_{23} \end{bmatrix} = 0 \quad (2.4)$$

$l, m, n - \Delta \vec{R}$ - vektorning yo'naltiruvchi kosinuslari. Birinchi qator elementlari bo'yicha aniqlovchini taqsimlasak va

$$A = m_1 n_2 - m_2 n_1,$$

$$B = n_1 l_2 - n_2 l_1,$$

$$C = l_1 m_2 - l_2 m_1,$$

ni hisobga olib, quyidagini olamiz.

$$F = l_{12}A + m_{12}B + n_{12}C = 0, \quad (2.5)$$

A, V, S- tekislik tenglamasi koeffitsiyenti bo'lib, $\Delta \vec{R}_{13}$ va $\Delta \vec{R}_{23}$ ga parallel. R vektori yerdagi punktlarni birlashtirganda (2.5) D, D_1, D_2 vatarlarining komplanarlik shartini ifodalaydi (31 rasm).

$$F = LA + MB + NC = 0, \quad (2.6)$$

$L, M, N - D$ vatarning yo'naltiruvchi kosinuslari. A, V, S-

$$\left. \begin{aligned} A &= \tan \Phi_2 \sin \Lambda_1 - \tan \Phi_1 \sin \Lambda_2 \\ B &= \tan \Phi_1 \cos \Lambda_2 - \tan \Phi_2 \sin \Lambda_1 \\ C &= \sin(\Lambda_2 - \Lambda_1) \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

formula bilan hisoblanadigan D_1 va D_2 vatarlar paydo qilgan tekislik tenglamasi koeffitsiyenti. Agar bitta ΔR vektori yerdagi punktlarni birlashtirsa, ikkita boshqasi yer punktlarini yo'ldosh bilan birlashtirsa, u holda tenglama (2.6) dagi ko'rinishni oladi, faqat A, V, S koeffitsiyenlari yuqoridagi formuladagidek bo'ladi. Yo'ldosh triangulyatsiyasini tenglashtirish uchun shartli tenglamalarni o'lchangan qiymatga nisbatan (yoki o'lchangan sifatida tanlab olingan) chiziqli ko'rinishga keltirish lozim. Uchta vatarning komplanarlik tuzatmasi shartli tenglamasi uchun oxirida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\sum a_i v_{\Delta i} + \sum b_i v_{F_i} + W = 0. \quad (2.8)$$

4.3. Yo‘ldosh geodezik to‘rlarini qurish metodlarining taqqoslanish ta‘riflari

Geodezik to‘rlar orbital yoki geometrik metodda qurilishidan qat’iy nazar,ularning maqsadi yerdagi punktlar koordinatalarini olishdir.Shuning uchun to‘rni qurishning har qanday metodida ham asosiy noma‘lumlar shu to‘r punkti holatlarining vektorlari bo‘ladi.Asosiy noma‘lumlarni aniqlashga yordam beradigan oraliq ma‘lumotlar quyidagilar: orbital metodda YeSY harakatining boshlang‘ich shartli vektorlari q_0 (t_0 – vaqt holatida), geometrik metodda esa x -YeSYning alohida holat vektori. Har ikkala metodda ham bevosita o‘lchash usullaridan foydalaniladi,shuning uchun kichik kvadratlar metodi nuqtai nazaridan bu ikki metodda olingan to‘rlar hisob-kitobida prinsipial farq yo‘q.Farq shunda-ki, qaysi oraliq noma‘lum: boshlang‘ich shart vektori q va YeSY holati koordinatasi tuzatmasi vektori x ni orbital va geometrik metodda maqsadga muvofiq ravishda chiqarib yuborishga bog‘liq.Punktlar koordinatasi olinadigan koordinata tizimlari ham turlichadir. Natijada orbital metod bilan to‘r qurilganda,u Yer massasi markaziga qo‘yilgan koordinata tizimida bo‘ladi, tizim applikat o‘qi Yerning aylanish o‘qi bilan mos tushadi. Demak faqat shu metodgina geodeziyaning asosiy masalalaridan birini to‘liq yecha oladi, geometrik metod bilan qurilgan to‘r esa referents-ellipsoid boshlang‘ich punktlari tizimida qoladi¹⁸.

Orbital va geometrik metodlarni solishtirganda,orbital metod bilan olingan natijalar YeSY harakat differensial tenglamasining o‘ng tomonini hisoblashda boshlang‘ich qiymatlar sifatida olingan geofizik parametrlar xatosiga bog‘liqdir. U YeSY harakat qonunini tasvirlovchi parametrlar aniqligi qanday bo‘lishiga bog‘liq bo‘lmagan punktlar o‘zoro holatining yo‘ldosh triangulyatsiyasi aniqligidan kichik ekan. Shuning uchun boshlang‘ich punktlar bilan aniqlanadigan berilgan koordinata tizimini saqlash kerak bo‘lganda to‘r ko‘rishning geometrik metodi yoki qisqa yoy metodi qo‘llaniladi.Orbital metodni qo‘llash uchun YeSY kuzatilayotgan holatini hisoblashda vaqt momentini aniq bilish,boshlang‘ich nuqtadan shu momentgacha harakat tenglamasini integrallash shartidir. Orbital metod uchun YeSYning sinxron bo‘lgan va sinxron bo‘lmagan kuzatuvlari(o‘lchash yoyiga tushadigan) yaroqli ekanligi ko‘rinib turibdi.

Shuning uchun orbital metod ko‘p o‘lchashlarni talab qiladi. Shu bilan birga geometrik metodda orbital metod uchun yaroqsiz bo‘lgan kuzatuv natijalaridan foydalanish mumkin.Birinchi navbatda bu yengil yo‘ldosh-ballonlarning sinxron kuzatuviga bog‘liqligi.Bundan tashqari geometrik metoddan, juda kam kuzatuv materiallari sababli o‘lcham yoyiga ko‘rish imkonini bermaydigan og‘ir YeSYlarining alohida guruhi uchun ham foydalanish mumkin.Yo‘ldosh geodezik

¹⁸ Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013

to'ri qurishda geometrik hamda orbital metodlardan, ularning kombinatsiyalaridan foydalaniladi.

4.4. Yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalash asoslari

Geodezik to'rlarni loyihalash - xohlagan to'r uchun to'g'ri bo'lgan umumiy talablarga rioya qilingan holda Yer yuzasidagi punktlarning o'rnini aniqlashdan iboratdir. Bulardan asosiylari: to'r punktlari zichligi mo'ljallangan maqsadga muvofiq va uning keyingi ishlatilishiga mos kelishligi; punktlarning o'zaro joylashishi (to'r shakli) to'r elementlarini belgilangan darajada aniqlashni ta'minlashi kerak. To'r qurishda eng kam mehnat va moddiy harajat sarflanishi lozim.

YeSYni kuzatish yordamida qurilgan geodezik to'rlar- yo'ldosh triangulyatsiyasi to'rlari o'ziga xosdir. Birinchidan, yo'ldosh triangulyatsiyasining yaxlit to'rlarining yerdagi punktlari va YeSYni orbitadagi belgilangan holatlari kiradi, ya'ni bir necha yer punktlaridan kuzatilgan fazodagi nuqtalar sinxronidir. Yerdagi punktlarga tegishli o'lchanayotgan kattaliklar soni u yoki bu YeSYning shu holatiga tegishli guruh tashkil qilgan o'lchanayotgan kattaliklar sonidan farqqiladi. Keyingi kattaliklar soni yo'ldoshning berilgan holati kuzatiladigan yer punktlari soni bilan chegaralangan. Biror yerdagi punktda yig'ilgan o'lchashlar soni esa chegarasiz.

Yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalash faqat joy tanlashdan iborat emas. Yerdagi punktlar joylanishi va YeSY holatlarining bir-biriga muvofiqligi ham muhimdir. Bu shuni ko'rsatadi-ki, yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalash YeSY orbitasi parametrlarini ham tanlashni o'z ichiga oladi. Yo'ldosh triangulyatsiyasining boshqa xossasi - yer punktlari bilan bevosita aloqaning yo'qligidir. Ular orasidagi aloqa yo'ldoshholati orqali amalga oshiriladi. Yo'ldosh triangulyatsiyasi shakli aniqlik xarakteristikalari bo'yicha yaxshi bo'lsa-da, YeSY ko'rinishi shartlari buzilgani uchun amalda qo'llash mumkin bo'lmay qoladi.

Barcha punktlarda kuzatishda quyidagi shartlarni bajarish lozim:

-yo'ldoshning burchak balandligi gorizontdan belgilangan chegaradan kam bo'lmasligi kerak;

-kuzatuv punktlari va YeSY orasida to'g'ri (geometrik) ko'rinish bo'lishi kerak;

-Quyosh, Yer, yo'ldosh va yerdagi nuqtalarning o'zaro joylashuvi yo'ldoshni yulduzlar fonida kuzatish imkonini bershi kerak.

Shunday qilib, yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalash, kuzatishning eng yaxshi shartlari bilan real shartlarni solishtirish natijalarini kam hisobga oladi. Yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalashning ilmiy asosi ushbu to'rda o'rganilgan xatoliklar harakati qonuniyatlari va ularning to'r shakllaridagi xususiyatidir. Aniq loyihalash bir muncha chegaralangan sharoitda to'r qurishning eng yaxshi variantini tanlab olish bilan bog'liqdir. Ular quyidagilardir: fizik-geografik sharoitlar, to'rning berilgan ba'zi kattaliklari, chiqarilgan YeSYlaridan foydalanish zaruriyati. Loyihalash natijasida; yerdagi stansiyalar ko'rsatilgan, YeSY orbitasi parametrlari berilgan, to'r elementlari apriorlari hisoblangan va YeSY kuzatuvi bajarilayotgan yo'ldoshosti nuqtalari

ko'rsatilgan sonli yoki grafik ko'rinishdagi natijalar olinadi. Yo'ldosh triangulyatsiyasini loyihalashni ikki guruhgabo'lish mumkin. Birinchi guruhaniqlikni ko'rsatadi:

- m, m, m, m , - bevosita o'lchashlar xatoligi,
- yo'ldosh to'ri elementlari xatoliklari, masalan, m – xord yo'nalishi xatoligi,
- M -Yer punktlari xatoligi,

Ikkinchi guruh loyihalashning geometrik xususiyatlaridan iborat:

- punktlar orasidagi o'rtacha masofa va punktlarning zichligi;
- YeSY balandligi;
- YeSY kuzatishning maksimal zenit masofasi;
- YeSYning punktlardan zonalarning sinxron ko'rinishi kattaliklari va shakli;
- vatarlarni aniqlash uchun sinxronlash tekisliklarining joylashishi va soni;
- YeSYga yo'nalish, vatar va tekisliklar orasidagi burchak;
- oxirgi punktlar va bazislarning joylashishi.

Loyiha ishlarining mazmuni loyiha boshlanishida qanday xarakteristikalar ma'lumligiga bog'liq.Odatda ikkita masala qo'yiladi.Ba'zi bir tuzilgan loyiha bo'yicha to'rdagi punktlar holati aniqligining aprior hisobi. Berilgan punktlar holati aniqligining loyiha uchun optimal xarakteristikalarini tanlash.

Nazorat sovellari

1. YeSY yo'nalishlaridan qaysi biri geodezik ishlarda qo'llanadi?
2. YeSY yordamida yaratilgan geodezik tarmoqni chizib bering.
3. GNSYTning asosiy tenglamasini keltiring.
4. Kosmik va yo'ldosh triangulyatsiyalari orasida qanday farq bor?
5. Kesishtirish usulini qanday tushunasiz?
6. Yassi va xorda usullari nima?
7. Uchta vektorni komplanar shartligiga izoh bering.
8. Yo'ldosh geodezik tarmog'ini tenglashtirish haqida tushuncha bering.
9. Geodezik tarmoqni optimal variantini qanday tushunasiz?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr»,T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneyiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

VI. AMALIY MASHG'ULOT MATYERIALLARI

1-Amaliy mashg'ulot. Kadastr, davlat kadastrlari va uning tarkibiy qismlari.

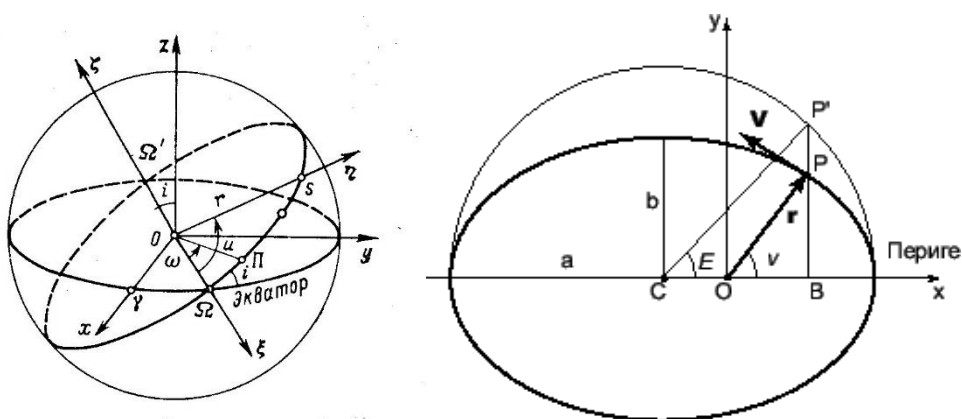
Reja:

1. Fanning predmeti va ob'ekti.
2. Fanning metodi va uning elementlarining qo'llanilishi.

Topshiriqdan maksad: Yer sun'iy yuldashining asosiy elementlarini grafik shaklda chizib berish va tassavur qilish.

Topshiriqni bajarish tartibi:

1. Yer sun'iy yuldashini orbitasini, a katta yarim o'qini va ye eksentrisitetini tekislikda chizib bering.
2. Bahorgi tengkunlik nuqtasi yo'nalishi Ω va orbitaning qiyaligi i nichizib bering.
3. Perigey argumenti ω va kenglik argumenti u ni chizib bering.



Topshirikni bajarish uchun variantlar

Variant №	a	e	Ω^0	ω^0	i^0	u^0
1	10	0	90	0	90	0
2	5	0.5	45	90	0	45
3	2	0.9	0	45	45	90
4	7	0.3	30	60	0	90
5	8	0.7	1	135	60	0

7	4	0.4	60	180	120	60
8	12	0.01	75	0	30	90
9	14	0.8	180	90	45	30
10	3	0	135	45	90	0
11	6	0.99	0	75	0	90

Nazorat savollari

1. Yer sun'iy yuldoshini orbitasini tushintiring?
2. a katta yarim o'qini va ye eksentrisitetini tekislikda chizib bering.
3. Bahorgi tengkunlik nuqtasi yo'nalishi Ω va orbitaning qiyaligi i ni chizib bering.
4. Perigey argumenti ω va kenglik argumenti u ni chizib bering.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnyx sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.:Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

2- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastrı me'yoriy huquqiy va texnik hujjatlari.

Reja:

1. Tegishli vazirlik va idoralar davlat kadastrlari.
2. Ma'lumotlarni davlat kadastrlari yagona tizimiga taqdim etish.

Topshiriqdan maksad: Yer sun'iy yo'ldoshini x, y, z geotsentrik koordinatalarini ma'lum bir vaqtga hisoblash.

Topshiriqni bajarish tartibi:

$R=r-\rho$ hisoblang

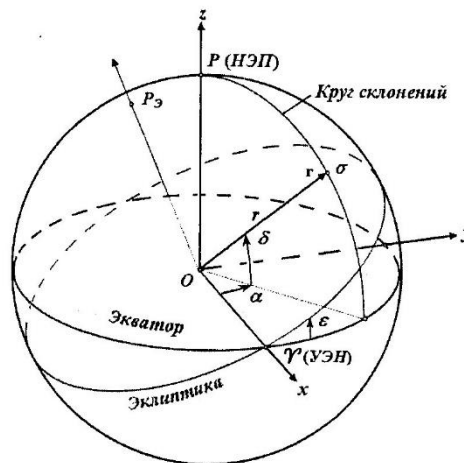
X, Y, Z - kuzatish nuqtasining geotsentrik koordinatalari,

$X = x - \rho_x$ hisoblang

$Y = y - \rho_y$ hisoblang

$Z = z - \rho_z$ hisoblang

ρ_x, ρ_y, ρ_z - Yer sun'iy yo'ldoshining topotsentrik koordinatalari



$$x = r \cos \alpha \cos \delta$$

$$y = r \sin \alpha \cos \delta$$

$$z = r \sin \delta$$

Topshiriqni bajarish uchun variantlar

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant4
α	$10^h 12^m 12.0^s$	$10^h 13^m 00.5^s$	$10^h 14^m 20.4^s$	$10^h 15^m 10.8^s$
δ	$+30^0 19' 40''$	$+30^0 20' 10''$	$+30^0 21' 53''$	$+30^0 22' 48''$
r	12000km	12000km	12000km	12000km
	Variant 5	Variant 6	Variant 7	Variant8
α	$10^h 15^m 45.0^s$	$10^h 19^m 00.5^s$	$10^h 14^m 20.4^s$	$10^h 15^m 10.8^s$
δ	$+45^0 28' 40''$	$+60^0 00' 18''$	$+23^0 51' 29''$	$+37^0 29' 30''$
r	12000km	12000km	12000km	12000km

Topshiriqni bajarish namunasi

Variant №		COS	SIN		
$10^h 14^m 20,4^s$	153,3506	0,895595324	0,44486966	$X=rCOS\alpha COS\delta$	
30,2153	30,2153	0,862825077	0,505502607	$Y=rSIN\alpha COS\delta$	
12000				$Z=rSIN\delta$	

				R	12000
--	--	--	--	---	-------

Nazorat savollari

1. $R=r-\rho$ hisoblashni tushintirig
2. X,Y,Z - kuzatish nuqtasining geotsentrik koordinatalari,
3. $X = x - \rho_x$ hisoblashni tushintirig
4. $Y = y - \rho_y$ hisoblashni tushintirig
5. $Z = z - \rho_z$ hisoblashni tushintirig
6. ρ_x, ρ_y, ρ_z – Yer sun'iy yo'ldoshining topotsentrik koordinatalari qanday aniqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

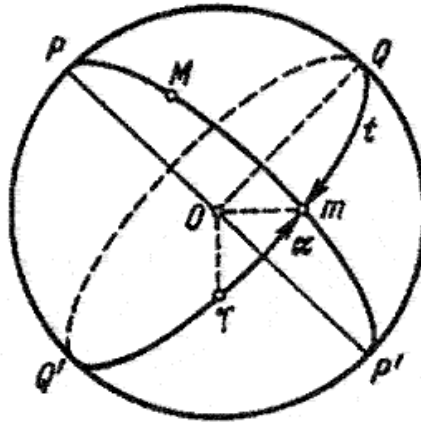
3- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastrlarini yuritish.

Reja:

1. Yer axborot tizimi geoportali.
2. Yer egaligi va ko'chmas mulkni davlat ro'yxatidan o'tkazish.

Topshiriqdan maqsad: Biron bir meridian uchun yulduz vaqtini hisoblash.

Topshiriqni bajarish tartibi:



S_0 — o‘rtacha Grinвич yarim tunidagi yulduz vaqti yoki dunyo vaqtidagi AYda «yulduz vaqti» jadvalida har kun uchun beriladi.

Grinвич meridiani uchun:

$$S = S_0 + M + M\mu\}$$

S – M holatga mos grinвич yulduz vaqti,

S_0 – o‘rtagrinвичyarimkechasidagi yulduz vaqti,

M –dunyovaqti,

μ –dunyovaqtining yulduz vaqtigareduksiyasi.

Toshkent meridiani uchun

$$S = S_0 + M + M\mu + \lambda$$

λ - Toshkent uchun meridian uzoqligi

$$(\lambda = 4^{\text{h}} 37^{\text{m}} 10.476^{\text{s}})$$

Topshiriqni bajarish uchun variantlar

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
λ	$4^{\text{h}} 37^{\text{m}} 10.470^{\text{s}}$	$4^{\text{h}} 37^{\text{m}} 10.525^{\text{s}}$	$4^{\text{h}} 37^{\text{m}} 10.476^{\text{s}}$	$4^{\text{h}} 37^{\text{m}} 10.876^{\text{s}}$
M	$12^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$13^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$14^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$15^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$
S_0	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$
	Variant 5	Variant 6	Variant 7	Variant 8

λ	4 ^h 37 ^m 10.470 ^s	4 ^h 37 ^m 10.525 ^s	4 ^h 37 ^m 10.476 ^s	4 ^h 37 ^m 10.876 ^s
M	16 ^h 00 ^m 00 ^s	17 ^h 00 ^m 00 ^s	18 ^h 00 ^m 00 ^s	19 ^h 00 ^m 00 ^s
S_0	18 ^h 00 ^m 00 ^s	18 ^h 00 ^m 00 ^s	18 ^h 00 ^m 00 ^s	18 ^h 00 ^m 00 ^s

Topshiriqni bajarish namunasi

$$S = S_0 + UTC + UTC * \mu + \lambda$$

S_0	8 ^h 20 ^m 15 ^s
UTC	10 ^h 50 ^m 35 ^s
UTC* μ	0 ^h 01 ^m 46,87 ^s
T	15 ^h 50 ^m 35 ^s
μ	9,856
λ	4 ^h 31 ^m 10,5 ^s
S	23 ^h 43 ^m 47.37 ^s

Nazorat savollari

1. Grinвич meridiani uchun vaqt qanday hisoblanadi?
2. $S-M$ holatga mos grinвич yulduz vaqti qanday hisoblanadi?
3. S_0 – o‘rta grinвич yarim kechasidagi yulduz vaqt qanday hisoblanadi?
4. μ –dunyo vaqtining yulduz vaqtiga reduksiyasi.
5. Toshkent meridiani uchun vaqt qanday hisoblanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il

3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeniya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.:Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

4- Amaliy mashg'ulot. Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasi.

Reja:

1. Yer axborotlar bazasini tahlil qilish.
2. Ma'lumotlarni tahrirlash, xisobotlar yaratish.

Topshiriqdan maqsad: Nuqta koordinatasini bir tizimdan SK-42 dan WGS-84 tizimiga o'tishini hisoblash.

Topshiriqni bajarish tartibi:

Geodezik koordinatalarni SK-42 tizimidan WGS-84 tizimiga Molodenskiy usulida o'tishni hisoblash.

$$\left. \begin{aligned} B_{84} &= B_{42} + \Delta B \\ L_{84} &= L_{42} + \Delta L \\ H_{84} &= H_{42} + \Delta H \end{aligned} \right\}, \text{ gde } \Delta a = a_{84} - a_{42}, \quad \Delta \alpha = \alpha_{84} - \alpha_{42}, \quad e^2 = 2\alpha - \alpha^2$$

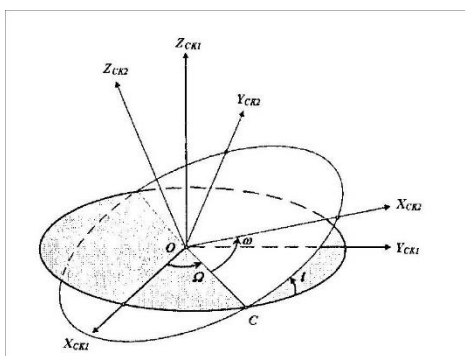
$$\Delta B = \frac{\rho''}{M + H} [-T_X \sin B \cos L - T_Y \sin B \sin L + T_Z \cos B + \Delta a_E (N e^2 \sin B \cos B) / a_E +$$

$$+ \frac{N \Delta e_E^2}{2} \left(\frac{N^2}{a_E^2} + 1 \right) \sin B \cos B] + (1 + e_E^2 \cos 2B) (\omega_X \sin L - \omega_Y \cos L) - \rho'' e_E^2 \mu \sin B \cos B;$$

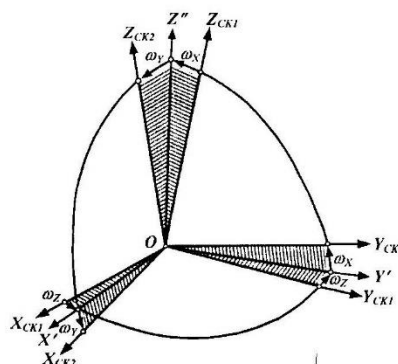
$$\Delta L = \frac{\rho''}{(N + H) \cos B} (-T_X \sin L + T_Y \cos L) - \operatorname{tg} B (1 - e_E^2) (\omega_X \cos L + \omega_Y \sin L) + \omega_Z;$$

$$\Delta H = T_X \cos B \cos L + T_Y \cos B \sin L + T_Z \sin B - \frac{a_E \Delta \alpha_E}{N} + \frac{\Delta e_E^2 N \sin^2 B}{2} +$$

$$+ e_E^2 N \sin B \cos B \left(\frac{\omega_X}{\rho''} \sin L - \frac{\omega_Y}{\rho''} \cos L \right) + \mu (N + H - e_E^2 \sin^2 B).$$



Eyler burchaklar



Kardano burchaklari

Ellipsoid parametrlari: WGS-84: $a=6378137.000\text{m}$, $e^2=0.00669438$. SK-42: $a=6378245.000\text{ m}$, $e^2=0.00669342$.

Eyler burchak vektori $\vec{\omega} = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)^t = (0.0'', 0.35'', 0.66'')^T$. Boshlangich vektor o'zgarishi $\vec{T} = (23.0m., -125.0m., -87.0m.)^T$. Har xil masshtabda ekanligini hisobga olish shart emas.

Topshiriqni bajarish uchun variantlar

№	Stansiya	Belgisi	B _{wgs84}	L _{wgs84}	H,m
1	Djankara	DJAN	38°20'16".1	66°06'21".7	790.5
2	Kitab	KITB	39°08'05".2	66°53'07".6	622.6
3	Oktom	OKTO	40°17'25".7	67°40'11".3	334.5
4	Denau	DENA	38°14'06".7	67°52'48".8	477.5
6	Sanzar	SANZ	39°41'37".7	68°14'46".1	1942.5
9	Chirchiq	CICR	41°34'20".8	69°39'39".0	771.2
10	Almalıq	ALMA	40°49'42".9	69°43'49".0	737.9
16	Sariq-suv	SARY	40°46'25".2	71°42'02".3	351.0
40	Maydanak	MADA	38°41'04".1	66°56'29".3	2690.7
54	Angren	ANGR	41°06'07".7	70°04'53".7	1307.3
55	Adrasman	ADRA	40°48'01".3	70°01'21".6	1556.0
56	Beshariq	BESH	40°21'24".0	70°31'25".2	421.7
58	Boysun	BAYS	38°10'31".0	67°02'45".6	1061.3
59	Kafirnigan	KFIR	37°50'17".3	67°52'05".5	590.9
79	Bozbutau	BOZB	41°28'44".6	71°47'07".9	1758.7

Topshiriqni bajarish namunasi

Geografik koordinatalar (CK 42)			
φ=	39	8	5,3
λ=	66	53	10,9
H ^y =	592,5		
Geodezik koordinatalar (WGS 84)			
B=	39	8	5,2
L=	66	53	7,7
H ^y =	622,5		

Krassovskiy ellipsoidi elementlari			
a=	6378245		
b=	6356863,0188		

e=	0,081819045		
1/α=	1/298.3		
α=	0,00335232986925913000		
a=	6378137		
b=	6356752,37		
e=	0,081819085		
1/α=	1/298.258		
α=	0,003352802		

WGS84				
X=	1944942,694			
Y=	4556652,441			
Z=	4004327,001			
N=	6386658,252			
M=	6360866,002			
		Tx=	25	
		Ty=	-141	
		Tz=	-90	
		Wx=	0	0
		Wy=	0,35	1,69685E-06
		Wz=	0,66	3,19977E-06
		μ=	0	

		CK42	
		X=	1944895,029
		Y=	4556736,567
		Z=	4004378,278
		N=	6386766,398
		M=	6360973,757
	Δa=	-108	
	Δα=	4,72067E-07	
	Δe ² =	6,46762E-09	
	Δe=	3,95239E-08	
	(Δe ²)=	9,4097E-07	



Molodenskiy usuli					
$\Delta B=$	0,178007689		8,63006E-07		
$\Delta L=$	-3,261624496		-1,58128E-05		
$\Delta H=$	-148,583261				
B84=	0,683032072		39,134855	39	8
L84=	1,167371413		66,8854551	66	53
H84=	443,916739				

Nazorat savollari

1. Geodezik koordinatalar SK-42 tizimi tushintiring?
2. WGS-84 tizimini tushintiring?
3. Geodezik koordinatalarni SK-42 tizimidan WGS-84 tizimiga utishni tushintirig?
4. Molodenskiy usulida o'tishni hisoblash.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnykh sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

5- Amaliy mashg'ulot. Geoportal tizimlari

Reja:

1. Milliy geografik axborot tizimi.
2. Onlayn yergeoportal va uni yuritish.

Ishdan maqsad:

Milliy geografik axborot tizimi. Onlayn yergeoportal va uni yuritish. Onlayn geoportalga ma'lumotlar kiritish, tahrirlash va foydalanuvchilarga taqdim etish

usullari.

Topshiriq:

Davlat kadastrlari yagona tizimi ma'lumotlar bazasini shakllantirish.

Yer xisobi asosi (TRF) – bu Terrestrial Reference System (TRF) yer referensiyasi tizimi bilan bog'liq bulgan biror koordinata tizimida (Dekart, ellipsoid, kartografik) anik belgilangan koordinatalariga ega bulgan fizikaviy nuktalar tuplamidir. Bunday yer xisobi asoslari yer referens tizimini amalga oshirish xisoblanadi. Ushbu yer xisobi asoslari konsepsiyasi yer referens tizimini amalga oshirish xisoblanadi. Ushbu konsepsiyalar 1980 yillarning oxirlarida astronomlar va geodezistlar tomonidan ishlab chikilgan.

Xozirgi vaktida ITRF xisob asoslari umumer tizimini anik amalga oshirilishi

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohinder S. Grewal, Angus P. Andrews, Chris G. Bartone. Global navigation satellite systems, inertial navigation, and integration. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2013
2. Antonovich K.M. Ispolzovaniye sputnikovyx radionavigatsionnyx sistem v geodezii. V 2 tomax. GOU VPO «Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya». - M.: FGUP «Kartgeotsentr», T 1: 2005. - 334 ye.: il., T 2: 2006. - 360 s.: il
3. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.

V KYeYSLAR BANKI

1-Keys Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar(GNSYT)da koordinatalar tizimi:

Buyuk Britaniya, AQSh, Avstraliya

I. Pedagogik annotatsiya

O'quv fani: "Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar(GNSYT)".

Mavzu: Modul maqsadi va vazifalari. Nazariya ta'riflari. Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar nazariyalari: Buyuk Britaniya, AQSh, Avstraliya.

Berilgan case study maqsadi: "Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar(GNSYT)"ga umumiy tavsif beradi, talabalarga baho berish mezonlari tushuntiriladi, guruhchalar tashkil qiladi, keys stadining individual bosqichida bajarish uchun mavzu beriladi. Talabalarga keys daftarchalari tarqatadiladi. Mavjud adabiyot bilan tanishtiriladi.

Kutilayotgan natijalar: Talabalar ushbu mavzuni o'rganish jarayoni orqali "Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining asosiy vazifalari, yutuqlari, boshqa fanlar bilan bog'lanish darajalari, jamiyatdagi ahamiyati hamda bugungi O'zbekistandagi taraqqiyot darajalari haqida tushunchalarga ega bo'ladilar.

Sase study-ni muvaffaqiyatli bajarish uchun o'quvchi quyidagi bilimlarga ega bo'lishi lozim:

O'quvchi bilishi kerak:

Modul maqsadi va vazifalarini. Nazariya ta'riflarini. **Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar:** Buyuk Britaniyada, AQShda, Avstraliyada.

O'quvchi amalga oshirishi kerak: mavzuni mustaqil o'rganadi, muammoning mohiyatini aniqlashtiradi; g'oyalarni ilgari suradi, mustaqil qaror qabul qilishni o'rganadi, o'z nuqtai nazariga ega bo'lib, mantiqiy xulosa chaqaradi, ma'lumotlarni taqqoslaydi, tanqidiy xulosa chiqaradi, taxlil qiladi va umumlashtiradi.

Sase study-ning ob'ekti: Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar ta'riflari, vazifalari.

Sase study-da ishlatilgan ma'lumotlar manbai:

"Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fani bo'yicha adabiyotlar.

Sase study-ning tipologik xususiyatlarga ko'ra xarakteristikasi:

Sase study kabinetli toifaga kirib syujetsiz xisoblanadi, sase study ma'lumotlarni taqdim qilishga, ularni hal etishga, hamda tahlil qilishga qaratilgan.

Birinchi ma'ruzani tahlil qilish uchun savollar

- 1.Inersial koordinata tizimi nimani anglatadi?
- 2.Astronomik va geodezik koordinatalar orasidagi farq nimalardan iborat?
- 3.Topotsentrik koordinata tizimining markazi qayerda joylashgan?
- 4.Orbital koordinata tizimining markazi qayerda joylashgan?
- 5.Sun'i yyo'ldoshlarning orbitasida asosiy elementlar nimalardan iborat?

6. WGS-84 tizimiqachon ishlab chiqilgan?
7. WGS-84 tizimining parametrlarini aytib bering.
8. PZ-90 tizimiqachon ishlab chiqilgan?
9. PZ-90 tizimining parametrlarini aytib bering.
10. SK-42 tizimiqachon va kim tomonidan ishlab chiqilgan?
11. Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi o'tish parametrlari nomlarini aytib bering.
12. Eyler burchaklarini chizib ko'rsating.
13. Kardano burchaklarini chizib ko'rsating.
14. Masshtab koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?

2-Keys Sun'iy yo'ldoshli kuzatish usullari

I. Pedagogik annotatsiya

O'quv fani: "Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar(GNSYT)"

Mavzu: Sun'iy yo'ldoshli kuzatish usullari

Berilgan case study maqsadi: "Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar"ga umumiy tavsif beradi, talabalarga baho berish mezonlari tushuntiriladi, guruhchalar tashkil qiladi, keys stadining individual bosqichida bajarish uchun mavzu beriladi. Talabalarga keys daftarchalari tarqatadiladi. Mavjud adabiyot bilan tanishtiriladi.

Kutilayotgan natijalar: Talabalar ushbu mavzuni o'rganish jarayoni orqali "Sun'iy yo'ldoshli kuzatish usullari" fanining asosiy vazifalari, yutuqlari, boshqa fanlar bilan bog'lanish darajalari, jamiyatdagi ahamiyati hamda bugungi O'zbekistandagi taraqqiyot darajalari haqida tushunchalarga ega bo'ladilar.

Sase study-ni muvaffaqiyatli bajarish uchun o'quvchi quyidagi bilimlarga ega bo'lishi lozim:

O'quvchi bilishi kerak:

Sun'iy yo'ldoshli kuzatish usullari.

O'quvchi amalga oshirishi kerak: mavzuni mustaqil o'rganadi, muammoning mohiyatini aniqlashtiradi; g'oyalarni ilgari suradi, mustaqil qaror qabul qilishni o'rganadi, o'z nuqtai nazariga ega bo'lib, mantiqiy xulosa chaqaradi, ma'lumotlarni taqqoslaydi, tanqidiy xulosa chiqaradi, taxlil qiladi va umumlashtiradi.

Sase study-ning ob'ekti: Sun'iy yo'ldoshli kuzatish usullari

Sase study-da ishlatilgan ma'lumotlar manbai:

"Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar(GNSYT)" fani bo'yicha adabiyotlar.

Sase study-ning tipologik xususiyatlarga ko'ra xarakteristikasi:

Sase study kabinetli toifaga kirib syujetsiz xisoblanadi, sase study ma'lumotlarni taqdim qilishga, ularni hal etishga, hamda tahlil qilishga qaratilgan.

Ikkinchi ma'ruzani tahlil qilish uchun savollar

1. Sun'iy yo'ldoshlarni kuzatish usullarini ta'riflang.
2. YeSY optik usullarida kuzatishda qanday asboblardan foydalaniladi?
3. Optik usullari aniqligi nimalarga teng?

4. Radiometrik usullar qanday asboblarda bajariladi?
5. Radiometrik usullarning aniqligi qanday?

VI. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Grinвич meridiani Greenwich meridian	1884 yilda xalqaro shartnoma bilan asosiy meridian 0 gradusli meridian sifatida qa'bul qilingan. Qolgan barcha uzoqliklar undan boshlab hisoblanadi. Meridian Grinвичdagi, Angliya Grinвич Qirollik observatoriyasidan o'tgan.	The meridian adopted by international agreement in 1884 as the prime meridian, the 0-degree meridian from which all other longitudes are calculated. The Greenwich prime meridian runs through the Royal Observatory in Greenwich, England.
Astronomo-geodezik punktlari	Astronomo-geodezik punktlari	astronomical and geodetic point
global navigatsion sputnik sistemi	global navigatsion sputnik sistemi	Global navigation satellite system
kosmik geodezik tarmok,	kosmik geodezik tarmok,	Space geodetic network
ITRF –xalkaro yer referens tizimi	ITRF –xalkaro yer referens tizimi	ITRF is an international Earth system
SRNS-sputnikovaya radionavigatsionnaya sistema	SRNS-sputnikovaya radionavigatsionnaya sistema	GNSS-satellite radio navigation system
PZ-90-parametr Zemli	PZ-90-parametr Zemli	PZ-90Earth option
Doppler orbitografik sistemasi	Doppler orbitografik sistemasi	Doppler orbital system
Element yoki annotatsiya Element or Annotation:	Freym ma'lumotlariga qo'shilgan belgi, sarlavha yoki shu tarzda qo'shilgan grafika (masalan, xar bir funksiya uchun belgi). Alohida elementlar tanlanishi va siljilishi, yo'qotilishi, o'zgartirilishi va x.k. qilinishi mumkin.	A label, title, or other such graphic added to the data frame (e.g., the labels to each feature). Individual elements can be selected and moved, deleted, resized, etc.
Atribut Attribute	(ma'lumotlar modeli) GATda geografik ob'ekt to'g'risida fazoviy bo'lmagan axborot, odatda jadvalda saqlanadi va fazoviy ob'ektga noyob identifikatorlar yordamida bog'lanadi.	[data models] Nonspatial information about a geographic feature in a GIS, usually stored in a table and linked to the feature by a unique identifier.

	<p>(ma'lumotlar modeli) Rastrlar ma'motlar to'plamida rastr yacheykasining xar bir noyob qiymatiga bog'liq axborot.</p> <p>(grafika (kartaning aks etishi)) o'ziga xos xususiyatlarning kartada qanday aks etishi va belgilanishini aniqladigan axborot.</p> <p>(ESRI dasturiy ta'minoti) GATda geografik ob'ektlar to'g'risida fazoviy axborot, odatda jadvalda saqlanadi va fazoviy ob'ektga noyob identifikatorlar yordamida bog'lanadi.</p>	<p>[data models] In raster datasets, information associated with each unique value of a raster cell.</p> <p>[graphics (map display)] Information that specifies how features are displayed and labeled on a map.</p> <p>[ESRI software] In MOLE, a spatial information about a geographic feature in a GIS, usually stored in a table and linked to the feature by a unique identifier.</p>
<p>Atribut ma'lumotlar Attribute data</p>	<p>O'ziga xos xususiyatlarning geografik xarakteristikalarini ta'riflovchi tekstli va jadvali ma'lumotlar.</p>	<p>Tabular or textual data describing the geographic characteristics of features.</p>
<p>Gauss-Kryuger proyeksiyasi Gauss-Krüger projection</p>	<p>Dunyoni 6 graduslik standart zonalarga ajratish uchun Merkatorning ko'ndalang proyeksiyasidan foydalaniladigan koordinatalar tizimi proyeksiyasi. Ko'pincha Yevropa va Osiyoda foydalaniladi. Gauss Kryuger koordinatalar tizimi Merkator koordinatalar tizimining ko'ndalang preksiyasiga o'xshash. Gauss Kryuger proyeksiyasi nemes matematigi va olimi Karl Fridrix Gauss va german geodezisti va matematigi Iogann Genrix Lui Kryuger sharafiga atalgan.</p>	<p>A projected coordinate system that uses the transverse Mercator projection to divide the world into standard zones 6 degrees wide. Used mainly in Europe and Asia, the Gauss-Krüger coordinate system is similar to the universal transverse Mercator coordinate system. The Gauss-Krüger projection is named for the German mathematician and scientist Karl Friedrich Gauss and the German geodesist and mathematician Johann Heinrich Louis Krüger.</p>

<p>Geokodlash</p> <p>Geocoding</p>	<p>Ko'chalar manzillarini kartada fazoviy ob'ektlar sifatida aks ettira olishi mumkin bo'lgan fazoviy ma'lumotlarga konvertatsiya qilish uchun GAT operatsiyalari.</p>	<p>A GIS operation for converting street addresses into spatial data that can be displayed as features on a map.</p>
---	--	--

VII. ADABIYOTLAR

Maxsus adabiyotlar.

1. Bobojonov A.R., Nishonboyev N.M., Nazarov B.R. Ko'chmas mulk davlat kadastrasi asoslari. /O'quv qo'llanmasi (o'rta maxsus kasb – hunar kollejlari uchun). T.,TAQI, 2012y.
2. O'zbekiston Respublikasining Yer kodeksi. T.,Adolat, 1998
3. O'zbekiston Respublikasining “Davlat kadastrlari to'g'risida”gi Qonuni, 2000 y.
4. O'zbekiston Respublikasining qonuni “Davlat yer kadastrlari to'g'risida”.T.,1998
5. Babajanov A.R., Rahmonov Q.R., G'ofirov A. Yer kadastrlari. T., Cho'lpon,2002
6. Babajanov A.R., Ro'zibayev S.B. Aholi punktlari yerlari kadastrlari. T., Tafakkur, 2011
7. Qurbonov E.Q.,Bobojonov A.R.,Raxmonov Q.R. Yer kadastrlari asoslari. T.,TTYeSI, 1999.

Internet resurslar:

8. <https://gis.co.dakota.mn.us/Webappbuilder/PropertyInformationPublic/index.html> – Xorijiy geoportal.
9. <https://gismap.by/> - Belarus respublikasi yer axborot tizimi geoportali.
10. <http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
11. <http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
12. www.aci.uz- O'zbekiston Respublikasi Aloqa, axborotlashtirish va telekommunikatsiya vazirligi
13. <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P083126?lang=zh&tab=overview>
14. <https://www.cuzk.cz/English/Cadastre-of-Real-Estate.aspx>
15. <https://landportal.org/organization/agency-real-estate-cadastre>
9. www.gov.uz;