

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI**  
**SAMARQAND DAVLAT ARXITEKTURA - QURILISH INSTITUTI**

Ro'yxatga olindi:  
№ \_\_\_\_\_  
2021yil « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

“TASDIQLAYMAN”  
O'quv ishlari bo'yicha prorektor  
\_\_\_\_\_ Y.A.Nazarov  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 yil

**“GEODEZIYA VA KARTOGRAFIYA” kafedrası**

**“KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL**  
**NAVIGATSIYA SUN'IY YO'LDOSHLI TIZIMLAR” FANINIDAN**

**O'QUV USLUBIY MAJMUA**

<b>Bilim sohasi:</b>	<b>300000</b>	<b>-</b>	<b>Ishlab chiqarish texnik soha</b>
<b>Ta'lim sohasi:</b>	<b>310 000</b>	<b>-</b>	<b>Muhandislik ishi</b>
<b>Ta'lim yo'nalishi:</b>	<b>5311500</b>	<b>-</b>	<b>Geodeziya, kartografiya va kadastr (geodeziya)</b>

**SAMARQAND – 2021**

Mazkur majmua 2021 yilning “\_” \_\_\_\_\_dagi “Muhandislik kommunikatsiyalari qurilishi” uslubiy kengashi tomonidan \_\_\_ - sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan va namunaviy dastur asosida tuzilgan.

Mazkur majmuada “**Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun’iy yo’ldoshli tizimlar**” fanidan sillobus, ishchi o’quv dasturi, tayanch konspekt, keys, glossariy (izohli lug’at), o’quv adabiyotlari jamlangan.

Ushbu o’quv-uslubiy majmua shu fandan dars beruvchi institut o’qituvchilari va talabalar uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o’quv-uslubiy majmuadan ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar hamda “**Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun’iy yo’ldoshli tizimlar**” faniga qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

**Tuzuvchilar:**

A.A.Mirzayev – SamDAQI, “Geodeziya va kartografiya” kafedrasida katta o’qituvchisi.

SH.Xudoyqulov – SamDAQI, “Geodeziya va kartografiya” kafedrasida o’qituvchisi.

**Taqrizchilar:**

Zikriyev A. – “Samarqand aerogeodeziya” DUK bosh muhandisi.

Ushbu o’quv-uslubiy majmua “Geodeziya va, kartografiya” kafedrasining 2021 yil “27” avgustdagi “\_01\_” -son yig’ilishida muhokamadan o’tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

**Kafedra mudiri \_\_\_\_\_ Suyunov A.S.**

O’quv-uslubiy majmua “Muhandislik kommunikatsiyalari qurilishi” fakulteti kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2021 yil “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_dagi \_\_\_\_\_-sonli bayonnomasi).

O’quv-uslubiy majmua Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti o’quv-uslubiy kengashining 2021 yil \_\_\_\_\_dagi №\_\_\_ sonli qaroriga muvofiq o’quv jarayoniga tadbir qilish uchun tavsiya etilgan.

**Fakultet kengashi raisi dosent \_\_\_\_\_ Artiqov G’A.**

**Kelishildi:**

**O’quv bo’limi boshlig’i \_\_\_\_\_ Axunjanov A. M.**

**«KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL  
NAVIGATSIYA SUN'IIY YO'LDOSHLI TIZIMLAR» fani bo'yicha  
o'quv-uslubiy majmuaning tarkibi**

1. Fan sillobusi
2. Ma'ruzalar matni
3. Foydalanigan adabiyotlar
4. Amaliy mashg'ulotlar uchun materiallar(vazifalar, kurs ishi, loyihasi)
5. Tarqatma materiallar
6. Glossariy (o'zbek, ingliz tillaridagi asosiy atamalar va ularning qisqacha tushunchalari)
7. Ilovalar

“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun’iy yo’ldoshli tizimlar” fanidan 2021/2022 o‘quv  
yili uchun mo‘ljallangan

**SILLOBUS**

Fanning qisqacha tavsifi						
<b>OTMning nomi va joylashgan manzili:</b>	Mirzo Ulug‘bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti			Lolazor ko‘chasi, 70		
<b>Kafedra:</b>	«Geodeziyava kartografiya»			“Muxandislik kommunikastiyalari qurilishi” fakulteti tarkibida		
<b>Ta’lim sohasi va yo‘nalishi:</b>	310000-Muxandislik ishi	5311500-Geodeziya, kartografiya va kadastr				
<b>Fanni (kursni) olib boradigan o‘qituvchi to‘g‘risida ma’lumot:</b>	Katta o‘qituvchi A.A. Mirzaev	<a href="http://www.umail.uz">www.umail.uz</a> , <a href="http://www.mail.ru">www.mail.ru</a>	<a href="mailto:@mail.ru">@mail.ru</a> <a href="mailto:www.mirzaevanvar1972@gmail.com">www.mirzaevanvar1972@gmail.com</a> ,			
<b>Dars vaqti va joyi:</b>	Bosh bino 605,606,607 ,706 va 621 auditoriyalar	<b>Kursning davomiyligi:</b>	05.01.2021-20.04.2022			
<b>Individual grafik asosida ishlash vaqti:</b>	dushanba, chorshanba va juma kunlari 14.00 dan 16.00 gacha					
<b>Fanga ajratilgan soatlar</b>	<b>Auditoriya soatlari</b>				<b>Mustaqil ta’lim:</b>	92
	<b>Ma’ruza:</b>	22	<b>Amaliyot</b>	34		
<b>Fanning boshqa fanlar bilan bog‘liqligi (prerekvizitlari):</b>	<p>Topografik geodezik ishlab chiqarishda su’niy yo’ldoshlarni kuzatish, fazodan turib olingan fotosuratlarini qayta ishlab joyning plan va kartalarini tuzish muhim ahamiyatga ega.</p> <p>Shuning uchun kosmik geodeziyaga alohida talablar qo‘yiladi. Sputnik geodezik o‘lchashlarni zamonaviy geodezik asboblarni qo‘llash bilan amalga oshirish ishlab chiqarish suratini oshiradi.</p> <p>Shuning uchun ushbu fan umummutaxassislik fan hisoblanib topografik geodezik ishlab chiqarish sohasining ajralmas bo‘g‘inidir.</p>					
Fanning mazmuni						
<b>Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni:</b>	<p><b>Fanni o‘qitishdan maqsad</b> – talabalarda kosmik geodeziyada ishlatiladigan geodezik asboblarning turlarini, o‘lchash usullarini, ularni tekshirish va tadqiq qilish, o‘lchash natijalarini matematik qayta ishlash usullari va ularni muayyan sharoitlarga mos holda tanlash bo‘yicha yo‘nalish profiliga mos bilim, ko‘nikma va malaka shakllantirishdir.</p> <p><b>Fanning vazifasi</b> – talabalarga kosmik geodezik asboblarning ishlash prinsiplarini, o‘lchash usullari va o‘lchash natijalarini matematik qayta ishlash usullarini, kosmik geodezik to‘rlarni loyihalash va loyihalarning optimal variantini tanlash usullarini o‘rgatishdan iborat.</p>					
<b>Talabalar uchun</b>	«Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun’iy yo’ldoshli					

<b>talablar</b>	<p>tizimlar» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida magsitr:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fazoviy geodeziyada ishlatiladigan amallar, fazoviy geodeziyada erishilgan yutuqlar xaqida ma'lumotlarni, fazoviy koordinata to'rlari, kosmik geodezik to'rlarni loyihalashni bilishi kerak;</li> <li>- kosmik geodeziyada inqilabiy zamonaviy asboblarni turlarini tanlash, Yer suniy yuldoshini kuzatish usullarini to'g'ri tanlash, geodezik asboblarning geometrik o'qlarini perpendikulyar va parallelligini to'g'ri aniqlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak;</li> <li>- talaba ishlab chiqarilayotgan va geodezik korxonalarda ishlatilayotgan geodezik asboblarni texnik-konstruktiv tahlil qilish, ularni topografik geodezik ishlab chiqarishda samarali ishlatish, geodezik o'lchashlarni bajarish va o'lchash natijalarini matematik qayta ishlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.</li> </ul>
<b>Elektron pochta orqali munosabatlar tartibi</b>	<p>Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, <b>telefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, baholash faqatgina institut hududida, ajratilgan xonalarda</b> va dars davomida amalga oshiriladi. Elektron pochta ochish vaqti soat 14.00 dan 18.00 gacha</p>

**“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar”fanidan mashg'ulotlarning mavzular va soatlar bo'yicha taqsimlanishi:**

<u>№</u>	Mavzular	Jami (soat)	Shu jumladan		
			Ma'ruza	Ama liy mash g'ulot	Musta qil ta'lim
1	Kirish. Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar (GNSYT)da koordinatalar tizimi. “Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar (GNSYT)” fanining mazmuni, predmeti va metodi. “GNSYT” fanining paydo bo'lishi va rivojlanishi.	14	4	4	6
2	Geotsentrik koordinatalar sistemasi. Osmon koordinatalar sistemasi. Pretsessiya va nutatsiya. Halqora osmon tizimi sanog'i ICRF. Umumer va haqiqiy osmon sistemasi koordinatalari orasida bog'liqlik.	22	6	8	8
3	Yer sun'iy yo'ldoshlarining harakatlari. Sun'iy yo'ldoshni kuzatish usullari. Yerningsun'iy yo'ldosh(YESY) kuzatish usullari.	20	4	8	8
4	GNSYTning rivojlanish kelajagi. GNSYTning dinamik usullari.	18	4	8	6
5	O'zbekistonda GNSYT metodlaridan foydalanish. Zamonaviy sputnik texnologiyalarini geodeziya, navigatsiya, kartografiya, kadastr, axborat xizmati va boshqa masalalarni yechishda O'zR hududida foydalanish.	14	4	6	6
	<b>JAMI:</b>	88	22	34	34

<b>“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun’iy yo’ldoshli tizimlar” fani bo’yicha ma’ruza mashg’ulotining kalendar tematik rejasi</b>			
<b>№</b>	<b>Fanning bulim va mavzulari</b>	<b>Ajratilgan soat</b>	<b>Tavsiya etilgan adabiyotlar</b>
<b>VII- semestr</b>			
1	Kirish. “Global navigatsion sun’iy yo’ldoshli tizimlar (GNSYT)” fanining mazmuni, predmeti va metodi. “GNSYT” fanining paydo bo’lishi va rivojlanishi. “GNSYT” fanining geodeziya va kartografiya ishlab chiqarishida va kadastr xizmatida o’rni.	2	1,2,3,4
2	Global navigatsion sun’iy yo’ldoshli tizimlar (GNSYT)da koordinatalar tizimi. GNSYTning ilmiy-amaliy ahamiyati.GNSYTda kordinatalar sistemasi.	2	1,2,3,4
3	Halqora osmon tizimi sanog’i ICRF. Umumer va haqiqiy osmon sistemasi koordinatalari orasida bog’liqlik. GRS80 umumer ellipsoidi. Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari.	2	1,2,3,4
4	Vaqt o’lchash tizimlarining tahlili. Osmon sferasining asosiy nuqtalari, chiziqlari va tekisliklari to’g’risidagi ma’lumotlar tahlili. Lokal referents koordinatalar tizimi. SK-42 va SK-95 tizimlari. Balandlik tizimlarini aniqlash. Boltiq balandlik tizimi. Vaqt sistemasi. Sputnik texnologiyasida vaqtning funktsiyasi.	2	1,2,3,4
5	Yer sun’iy yo’ldoshlarining harakatlari. Sun’iy yo’ldoshni kuzatish usullari. Yerningsun’iy yo’ldosh(YESY) kuzatish usullari. YESYni kuzatishning yer usti usullari. Kuzatish uchun asbob va anjomlar. Kuzatishni loyihalash.	2	1,2,3,4
6	GNSYTning maxsus (differentsial) usullari. Bortovix sputnik o’lchashlarini bajarish asboblari. Sputnik al`timetriyasi. Yerning geodezik parametrlari tizimi. WGS-84 geodezik tizimi. Geodezik parametr PZ-90. WGS-84 va PZ-90 tizimlari parametrlarining uzviy aloqasi.	2	1,2,3,4
<b>Jami semester bo’yicha:</b>		<b>12 soat</b>	
<b>VIII- semestr</b>			
1	GNSYTning rivojlanish kelajagi. GNSYTning dinamik usullari. Dinamik usullar uchun fundamental tenglamalar. YESYning to’yilish (vozmushennoe) harakati.	2	1,2,3,4
2	Yerning sun’iy yo’ldoshi orbitalarining elementlari. Yerning sun’iy yo’ldoshlarini harakatlanishida Kepler nazariyasi. Sun’iy yo’ldoshlarning orbital xarakatini tahlil qilish.	2	1,2,3,4
3	GNSYTning strukturasi. GNSYTning umumiy strukturasi. GNS strukturasi. GPS NAVSTAR va GLONASS tizimi: kosmik segment, nazorat segmenti va foydalanuvchilar segmenti. Foydalanuvchilar kategoriyasi.	2	1,2,3,4
4	O’zbekistonda GNSYT metodlaridan foydalanish. Zamonaviy sputnik texnologiyalarini geodeziya, navigatsiya, kartografiya, kadastr, axborat xizmati va boshqa masalalarni yechishda O’zR hudidida foydalanish.	2	1,2,3,4
5	Sputnik ulchashlar uchun qurilmalar va sputnik ulchashlarni bajarish	2	1,2,3,4
<b>Jami semester bo’yicha:</b>		<b>10 soat</b>	
<b>Jami fan bo’yicha:</b>		<b>22 soat</b>	

**Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar fanidan amaliy-mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi**

<b>№</b>	<b>Fanning bo'lim va mavzulari</b>	<b>Ajratilgan soat</b>	<b>Ko'rgazmali qurol</b>	<b>Tavsiya etilgan adabiyot</b>
<b>VII- semestr</b>				
1	Yer sun'iy yulduzlarini kuzatish. YeSY ni kuzatishning optik va radioelektron metodlari	4	Tarqatma materiallar	1,12
2	YeSYni fotografik kuzatish. Fotokameralalar turlari va tuzilishi. Fotografik kuzatishlar natijalari buyicha YeSY toposentrik koordinatalarini xisoblash. Sun'iy yo'ldoshda o'lchangan natijalarni hisoblash va tenglashtirish.	8	Tarqatma materiallar	2,3,4
3	Kosmik geodezik tarmoklari. Kosmik triangulyasiya tenglash va masshtabini aniklash	8	Tarqatma materiallar	2,3,4
4	Yerning asosiy parametrlarini aniklash. Yerning ulchamlari, shakli. Massasi, zichligi.	8	Tarqatma materiallar	2,3
5	Kosmik geodeziyaning yangi o'lshash usullari "Statika", "Tezlashtirilgan statika", "Kinematika" va "Real vaqt".	6	Tarqatma materiallar	3,4
<b>Jami:</b>		<b>34 soat</b>		

**“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar”fanidan talabalar bilimni reyting asosida baholash mezonlari.**

**Talabalar bilimni baholash mezonlari**

Talabalarning bilimi kuyidagi mezonlar asosida:

- talaba mustakil xulosa va karor kabul kiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustakil mushoxada yuritadi, olgan bilimni amalda kullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda - 5 (a'lo) baxo;

-talaba mustang mushoxada yuritadi, olgan bilimni amalda kullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda- 4 (yaxshi) baxo;

-talaba olgan bilimni amalda kullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda - 3 (qoniqarli) baxo;

-talaba fan dasturini uzlanggirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega emas deb topilganda - 2 (qoniqarsiz) baxo bilan baxolanadi.

Nazorat turlarini utkazish buyicha tuzilgan topshiriklarning mazmuni talabaning uzlashtirishini xolis (ob'ektiv) va anik; baxolash imkoniyatini berishi shart.

**Talabalar bilimni baxolash**

Talabalar bilimni baxolash 5 baxolik tizimda amalga oshiriladi.

Oralik nazorat turini utkazish va mazkur nazorat turi buyicha talabaning bilimni baxolash tegishli fan buyicha ukuv mashg'ulotlarini olib borgan professor-ukituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

Yakuniy nazorat turini utkazish va mazkur nazorat turi buyicha talabaning bilimni baxolash ukuv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-ukituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

Tegishli fan buyicha ukuv mashg'ulotlarini olib borgan professor-ukituvchi yakuniy nazorat

turini utkazishda ishtirok etishi takiklanadi.

Yakuniy nazorat turini utkazishda kelishuv asosida bonsha oliy ta'lim muassasalarining tegishli fan buyicha professor-ukituvchilari jalb kilinishi mumkin.

Oliy ta'lim muassasasida nazorat turlarini utkazilishi tegishli oliy ta'lim

muassasasining ta'lim sifatini nazorat kilish bulimi tomonidan doimiy ravishda urganib boriladi. Bunda nazorat turlarini utkazilish tartibi buzilganligi aniklangan xollarda, utkazilgan nazorat turlarining natijalari bekor kilinshni xamda tegishli nazorat turi qaytadan utkazilishi mumkin.

Talaba tegishli fan buyicha yakuniy nazorat turi utkaziladigan muddatga qadar oralik nazorat turini topshirgan bulishlari shart.

Oralik nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi buyicha "2" (qoniqarsiz) baxo bilan baxolangan talaba yakuniy nazorat turiga kiritilmaydi.

Yakuniy nazorat turiga kirmagan yoki kiritilmagan, shuningdek ushbu nazorat turi buyicha "2" (qoniqarsiz) baxo bilan baxolangan talaba akademik qarzdor xisoblanadi.

**Asosiy  
adabiyotlar:**

**Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati  
Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar**

1. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeneiya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.:Kartgeosentr-Geodezizdat, 1999g.
2. Savinых V.P, Svetkov V.Ya. Geoinformacionный araliz dannых distansionnogo zondirovaniya. M.:Kartgeosentr-Geodezizdat, 2001g.
3. Baranov V.N., Boyko Ye.G., Krasnoгылov I.I. i dr. Kosmicheskaya geodeziya. M.:Nedra.1986g.
4. Solovyev A.F. i dr. Основы kosmicheskaya geodezii. Konspekt leksiy.
5. GPS asboblarini ishlatish bo'yicha amaldagi texnik qo'llanmalar.

**Qo'shimcha darslik va o'quv qo'llanmalar ruyxati**

1. Boyko Ye.G., Kleniskiy B.M. i dr. Ispolzovaniye iskusstvenных sputnikov Zemli dlya postroyeniya geodezicheskix setey. M. Nedra. 1977g.
2. Krasnoгылov I.I., Plaxov Yu.V. Основы kosmicheskoy geodezii. M., Nedra. 1976g.
3. Izotov a.A., Zubinskiy V.I. idr. Основы sputnikovoy geodezii. M., Nedra. 1974g.



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI  
SAMARQAND DAVLAT ARXITEKTURA Q'URILISH INSTITUTI**

Ro'yxatga olindi:  
№ \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 yil

“TASDIQLAYMAN”  
SamDAQI kengash raisi  
\_\_\_\_\_ E.X.Isakov  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 yil

**«KOSMIK GEODEZIYA va GLOBAL NAVIGATSIYA  
SUN'IY YO'LDOSHLI TIZIMLAR»  
FANINIG  
O'QUV DASTURI**

**Bilim sohasi: 300000 - Ishlab chiqarish texnik soha**  
**Ta'lim sohasi: 310 000 - Muhandislik ishi**  
**Ta'lim yo'nalishi: 5311500 - Geodeziya, kartografiya va kadastr  
(geodeziya)**

**SAMARQAND – 2021 y.**

Mazkur o'quv dastur **Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti** «Geodeziya, kartografiya va kadastr» kafedrasida, «**Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar**» fanidan 5311500«**Geodeziya, kartografiya va kadastr**» bakalavriat mutaxassisligi uchun, Samarqand davlat arxitektura-qurilishi institutida ishlab chiqilgan va 2021 yil, “\_\_\_” \_\_\_\_\_ (qaror № \_\_\_ ) bilan tasdiqlangan.

**Tuzuvchi:**

**A.A.Mirzayev – SamDAQI, “Geodeziya va kartografiya” katta o'qituvchisi**

**Taqrizchilar:**

**A.S.Suyunov - SamDAQI, t.f.d “Geodeziya va kartografiya” kafedrası professori**

**G'.A.Artikov - SamDAQI, t.f.n “Geodeziya va kartografiya” kafedrası dosenti**

Fanning o'quv dasturi “Geodeziya va kartografiya” kafedrasining 2021 yil “23” avgustdagi “1” - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

**Kafedra mudiri: \_\_\_\_\_ A.S.Suyunov**

Fanning o'quv dasturi «Muxandislik kommunikasiyalari qurilishi» fakultet uslubiy kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2021 yil “\_\_\_” \_\_\_\_\_dagi “\_\_”sonli bayonnoma). «Muxandislik kommunikasiyalari qurilishi» fakultet kengashida tasdiqlangan (2021 yil “\_\_\_” \_\_\_\_\_dagi “\_\_”sonli bayonnoma).

**Fakultet kengashi raisi: \_\_\_\_\_ G'.A.Artikov**

**Kelishildi: O'quv bo'limi boshlig'i \_\_\_\_\_ A.M.Axunjanov**

## 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.

Ma'lumki, 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 differentsiallashtiruvini 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.

Ushbu dastur bo'yicha "Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining maqsadi va vazifalari, fazoviy geodeziyada ishlatiladigan amallar, fazoviy geodeziyada erishilgan yutuqlar xaqida ma'lumotlarni, fazoviy koordinata to'rlari, kosmik geodezik to'rlarni loyihalash, zamonaviy kosmik geodeziya asboblarning turlarini, ularning tuzilishi va ularni tekshirish, tadqiq qilish, ular yordamida geodezik o'lchash usullari va matematik qayta ishlash, su'niy yo'ldoshlarni kuzatish kabi masalalarni qamraydi.

### O'quv fanining maqsadi va vazifalari

**Fanni uqitishdan maqsad** – talabalarda kosmik geodeziyada ishlatiladigan geodezik asboblarning turlarini, o'lchash usullarini, ularni tekshirish va tadqiq qilish, o'lchash natijalarini matematik qayta ishlash usullari va ularni muayyan sharoitlarga mos holda tanlash bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

**Fanning vazifasi** – talabalarga kosmik geodezik asboblarning ishlash prinsiplarini, o'lchash usullari va o'lchash natijalarini matematik qayta ishlash usullarini, kosmik geodezik to'rlarni loyihalash va loyihalarning optimal variantini tanlash usullarini o'rgatishdan iborat.

### Fan bo'yicha talabalarining bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

«Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida magsitr:

- fazoviy geodeziyada ishlatiladigan amallar, fazoviy geodeziyada erishilgan yutuqlar xaqida ma'lumotlarni, fazoviy koordinata to'rlari, kosmik geodezik to'rlarni loyihalashni bilishi kerak;

- kosmik geodeziyada ishlatiladigan zamonaviy asboblarni turlarini tanlash, Yer suniy yuldochini kuzatish usullarini to'g'ri tanlash, geodezik asboblarning geometrik o'qlarini perpendikulyar va parallelligini to'g'ri aniqlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak;
- talaba ishlab chiqarilayotgan va geodezik korxonalarda ishlatilayotgan geodezik asboblarni texnik-konstruktiv tahlil qilish, ularni topografik geodezik ishlab chiqarishda samarali ishlatish, geodezik o'lchashlarni bajarish va o'lchash natijalarini matematik qayta ishlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

### **Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bogliqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi**

“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar” fani mutaxassislik fani xisoblanib 1- semstrda o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan umummetodologik (axborot texnologiyalari) umummutaxassislik (topografik geodezik ishlarni rejalashtirish, tashkil qilish va boshqarish, amaliy geodeziya, yukori aniqlikdagi geodezik ishlar, topografik geodezik ishlarni avtomatlashtirish) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

### **Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni**

Topografik geodezik ishlab chiqarishda sun'iy yo'ldoshlarni kuzatish, fazodan turib olingan fotosuratlarini qayta ishlab joyning plan va kartalarini tuzish muhim ahamiyatga ega.

Shuning uchun kosmik geodeziyaga alohida talablar qo'yiladi. Sputnik geodezik o'lchashlarni zamonaviy geodezik asboblarni qo'llash bilan amalga oshirish ishlab chiqarish suratini oshiradi.

Shuning uchun ushbu fan umummutaxassislik fan hisoblanib topografik geodezik ishlab chiqarish sohasining ajralmas bo'g'inidir.

### **Fanni o'qitishdan zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar**

Talabalarning “Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar” fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informasion – pedagogik va kompyuter texnologiyalarni tadbiiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallari, elektron dasturlar, materiallar, virtual stendlar hamda ishlab chiqarishda mavjud holatlarning rasmlaridan foydalaniladi. Ma'ruza, amaliy dasturlarida mos ravishda ilg'or pedagogik texnologiyalaridan foydalaniladi.

**“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar”** kursini loyihalashtirishda qo'yidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:

**Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim.** Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq; o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

**Tizimli yondoshuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyiligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

**Faoliyatga yunaltirilgan yondoshuv.** Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni faollashtirish va jadallashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

**Dialogik yondoshuv.** Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

**Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

**Muammoli ta'lim.** Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini faollashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlaitirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

**Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash** - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

**O'qitishning usullari va texnikasi.** Ma'ruza (kirish, mavzuga oid vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, amaliy mashg'ulotlar.

**O'qitishni tashkil etish shakllari:** dialog, polilog, muloqot, hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, jamoa va guruh.

**O'qitish vositalari:** O'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

**Kommunikasiya usullari:** tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

**Teskari aloqa usullari va vositalari:** kuzatish, blis-so'rov, joriy, oraliq va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

**Boshqarish usullari va vositalari:** o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va talabning birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

**Monitoring va baholash:** o'quv mashg'ulotida ham, butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida og'zaki va test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida talabalarning bilimlari baholanadi.

**“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar”** fanini o'qitish jarayonida “Internet” tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

### **Asosiy qism: Fanning uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi**

Asosiy qismda (ma'ruza) fanni mavzulari mantiqiy ketma-ketlikda keltirilgan. Har bir mavzuning mohiyati reja savollari va asosiy tushunchalar orkali ochib berilgan. Bunda mavzu bo'yicha talabalarga DTS asosida yetkazilishi zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalar to'la qamrab olingan.

#### **Ma'ruza mashg'ulotlari**

**1-Mavzu:** Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar (GNSYT)da koordinatalar tizimi. “Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar (GNSYT)” fanining mazmuni, predmeti va metodi. “GNSYT” fanining paydo bo'lishi va rivojlanishi. “GNSYT” fanining geodeziya va kartografiya ishlab chiqarishida va kadastr xizmatida o'rni. Fanning predmeti va ob'ekti. Fanning metodi va uning elementlarining qo'llanilishi. Fanning “Geodeziya”, “Oliy geodeziya”, “Sferik geodeziya” va boshqa geodezik fanlar bilan o'zaro bog'liqligi. GNSYTning ilmiy-amaliy ahamiyati.GNSYTda kordinatalar sistemasi.

**2- Mavzu:** Geotsentrik koordinatalar sistemasi. Osmon koordinatalar sistemasi. Pretsessiya va nutatsiya. Halqora osmon tizimi sanog'i ICRF. Umumer va haqiqiy osmon sistemasi koordinatalari

orasida bog'liqlik. GRS80 umumiy ellipsoidi. Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari. GNSYTda qo'llaniladigan koordinata sistemalari. Vaqt o'lchash tizimlarining tahlili. Osmon sferasining asosiy nuqtalari, chiziqlari va tekisliklari to'g'risidagi ma'lumotlar tahlili. Lokal referents koordinatalar tizimi. SK-42 va SK-95 tizimlari. Balandlik tizimlarini aniqlash. Boltiq balandlik tizimi. Topotsentrik koordinatalar tizimi. Vaqt sistemasi. Sputnik texnologiyasida vaqtning funktsiyasi. Astronomik vaqt sistemasi. Atom vaqti sistemasi. Dinamik vaqt sistemasi. Radionavigatsiya sistemasidagi vaqtlar.

**3- Mavzu:** Yer sun'iy yo'ldoshlarining harakatlari. Sun'iy yo'ldoshni kuzatish usullari. Yerningsun'iy yo'ldosh(YESY) kuzatish usullari. YESYni kuzatishning yer usti usullari. Kuzatish uchun asbob va anjomlar. Kuzatishni loyihalash. Kuzatish punktidagi YESYning ko'rinish shartlari. Sputnik kuzatishlari natijalarini qayta ishlash. Geodezik Yerning sun'iy yo'ldosh(YESY)lari va sputnik dasturlari. Sputnik orbitalari va bort apparaturalari tarkibi va konfiguratsiyasiga qo'yilgan talablar. Geodezik YESY va sputnik dasturlari. Kosmik navigatsion geodezik tizim va u yordamida yechiladigan geodezik masalalar. GNSYTning geometrik usullari. Kosmik triangulyatsiyaning asosiy elementlari va elementlar orasidagi asosiy munosabatlar. Kosmik triangulyatsiyani parametrik va korrelata usulida tenglashtirish. Kosmik triangulyatsiya usuli bilan geodezik to'rlarni barpo qilish. Geopotensialning zamonaviy usullari. GNSYTning maxsus (differentsial) usullari. Bortovix sputnik o'lchashlarini bajarish asboblari. Sputnik al'timetriyasi. Yerning geodezik parametrlari tizimi va ularni aniqlashning kosmik usullari. Yerning geodezik parametrlari tizimi. WGS-84 geodezik tizimi. Geodezik parametr PZ-90. Geodezik koordinatalar tizimini o'zgartirish(preobrazovanie). WGS-84 va PZ-90 tizimlari parametrlarining uzviy aloqasi. Bosh geodezik berilganlarni aniqlash muammolari. Yerning geodezik parametrlari tizimini geodeziyada, navigatsiyada, kartografiyada va kadastr xizmatida foydalanish.

**4- Mavzu:** GNSYTning rivojlanish kelajagi. GNSYTning dinamik usullari. Dinamik usullar uchun fundamental tenglamalar. YESYning to'yilish (vozmushennoe) harakati. Yer tortish kuchining bir xil bo'lmagan tufayli YESYning harakati. N'yuton va Lagranj tenglamalari. Yerning sun'iy yo'ldoshi harakatlanish nazariyasining asosi. Yerning sun'iy yo'ldoshi orbitalarining elementlari. Yerning sun'iy yo'ldoshlarini harakatlanishida Kepler nazariyasi. Sun'iy yo'ldoshlarning orbital xarakatini tahlil qilish. GNSYTning strukturasi. GNSYTning umumiy strukturasi. GNS strukturasi. GPS NAVSTAR va GLONASS tizimi: kosmik segment, nazorat segmenti va foydalanuvchilar segmenti. Foydalanuvchilar kategoriyasi.

**5-Mavzu:** O'zbekistonda GNSYT metodlaridan foydalanish. Zamonaviy sputnik texnologiyalarini geodeziya, navigatsiya, kartografiya, kadastr, axborat xizmati va boshqa masalalarni yechishda O'zR hudidida foydalanish.

## **Amaliy mashg'ulotlarining tavsiya etiladigan mavzulari**

Amaliy mashg'ulotlarda talabalar Geoaxborot tizimi usullarini, dasturlar bilan ishlash yo'llarini va ular asosida karta va planlar tuzish hamda hisoblash yo'llarini o'rganadilar.

### **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

1-Amaliy mashg'ulot. Global navigatsion sun'iy yo'ldoshli tizimlar (GNSYT)da koordinatalar tizimi.

Yerni sun'iy yo'ldoshining geotsentrik koordinatasini hisoblash.

2- Amaliy mashg'ulot. Vaqt sanoq tizimi. Butun jahon vaqtini hisoblash (UT).

Eyler burchaklaridan foydalangan holda to'g'ri burchakli koordinatalarni hisoblash.

3- Amaliy mashg'ulot. Geodezik sun'iy yo'ldoshlar. Yerni sun'iy yo'ldoshi orbitalarining keplerli elementlarini hisoblash.

4- Amaliy mashg'ulot. GNSYTning geometrik masalalari. Yerni sun'iy yo'ldoshining nevozmushenniy koordinatalarini hisoblash.

Lazerli dal'nomerlar yordamida o'lchash orqali topotsentrik masofalarni hisoblash.

Yerni sun'iy yo'ldoshli kuzatishlar orqali yer urinmalarining uzunligini hisoblash.

Yer urinmalarining orientirlovchi burchaklarini hisoblash. Koordinata sistemalari orasidagi o'tish parametrlarini hisoblash.

5- Amaliy mashg'ulot. Boshlang'ich geodezik sanalar

Yerni sun'iy yo'ldoshli geodezik to'rlarining loyihasini tuzish.

Yerni sun'iy yo'ldoshli geodezik to'rlarini taqqoslash orqali tahlil qilish.

Koordinatalarning o'lchangan masofa, burchak va chastota o'zgarishiga qarab hisoblash.

6- Amaliy mashg'ulot. O'zbekistonda GNSYT metodlaridan foydalanish.

Zamonaviy sputnik texnologiyalarini geodeziya, navigatsiya, kartografiya, kadastr, axborot tizimi va boshqa masalalarini yechishda O'zR hudiddida foydalanish.

### **Mustaqil ta'lim tashkil etishning shakli va mazmuni.**

**“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar”** bo'yicha talabaning mustaqil ta'lim shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

“Global navigatsion yo'ldoshli tizimlar” kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

-Topotsentrik va orbital koordinatalar tizimi;

- Geodezik va orbital koordinatalar tizimi;

- WGS-84 va PZ-90 koordinatalar tizimi;

- Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi o'tish parametrlari;

-GPS va GLONASS qo'rilmalari va uning Respublikamizda qo'llanilishi;

-sputnik texnologiyasiga asoslangan geodezik asos yaratish nazariyasi;

-Global navigatsion yo'ldoshli tizimlar bilan o'lchangan natijalarni matematik qayta ishlash usullari bo'yicha bilimlarga ega bo'lishi;

- GPS va GLONASS asboblari bilan ishlash, o'lchangan qiymatlarni EHMga import qilish va natijalarni qayta ishlash;

- GPS va GLONASS bilan ishlash, qo'yilgan aniqlikni ta'minlash va natijalarni matematik qayta ishlash;

- GPS va GLONASS o'lchashlarni rejalash va optimallashtirish ko'nikmalarini egallashi;

-Sputnik orbitalari va bort apparaturalari tarkibi va konfiguratsiyasiga qo'yilgan talablar;

- Geodezik YESY va sputnik dasturlari;

-Kosmik navigatsion geodezik tizim va u yordamida yechiladigan geodezik masalalar;

-GPS va GLONASS qo'rilmalari va uning Respublikamizda qo'llanilishi;

-sputnik texnologiyasiga asoslangan geodezik asos yaratish nazariyasi;

- Global navigatsion yo'ldoshli tizimlar bilan o'lchangan natijalarni matematik qayta ishlash usullari bo'yicha malakalarini egallashi;
- GPS asboblari bilan ishlash, o'lchangan qiymatlarni EHMga import qilish va natijalarni qayta ishlash;
- GPS asboblari bilan ishlash, qo'yilgan aniqlikni ta'minlash va va natijalarni matematik qayta ishlash;
- GPS va GLONASS o'lchashlarni rejalash va optimallashtirish kompetentsiyalarni egallashi lozim.

### **Dasturning informasion – uslubiy ta'minoti**

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan. O'qitish jarayonida aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalarini qo'llash, Interfaol usullardan foydalanish, dars o'tish jarayonida aktiv metodlar va interaktiv metodlar qo'llaniladi. texnologiyalar; Zinama-zina texnologiyalar, Charxpalak texnologiyasi, Muloqat texnologiyalar. Fikrlashga chorlovchi usullar, Muzyorar mashqlar, aqliy hujum, xayoliy xarita tuzish, baliq suyagi usulidan foydalanib qo'llash nazarda tutiladi.

### **“Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar” fanidan talabalar bilimini baholash mezonlari.**

#### **Talabalar bilimini baholash mezonlari**

Talabalar bilimini baholash mezonlari asosida:

- talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushoxada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda - 5 (a'lo) baxo;

- talaba mustaqil mushoxada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda- 4 (yaxshi) baxo;

- talaba olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega deb topilganda - 3 (qoniqarli) baxo;

- talaba fan dasturini uzlangirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi xamda fan (mavzu) buyicha tasavvurga ega emas deb topilganda - 2 (qoniqarsiz) baxo bilan baholanadi.

Nazorat turlarini utkazish bo'yicha tuzilgan topshiriqlarning mazmuni talabaning o'zlashtirishini xolis (ob'ektiv) va aniq; baxolash imkoniyatini berishi shart.

#### **Talabalar bilimini baxolash**

Talabalar bilimini baxolash 5 baxolik tizimda amalga oshiriladi.

Oraliq nazorat turini utkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimini baxolash tegishli fan bo'yicha ukuv mashgulotlarini olib borgan professor-ukituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

Yakuniy nazorat turini utkazish va mazkur nazorat turi buyicha talabaning bilimini baxolash ukuv mashgulotlarini olib bormagan professor-ukituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

Tegishli fan buyicha ukuv mashgulotlarini olib borgan professor-ukituvchi yakuniy nazorat turini utkazishda ishtirok etishi takiklanadi.

Yakuniy nazorat turini utkazishda kelishuv asosida bonsha oliy ta'lim muassasalarining tegishli fan buyicha professor-uqituvchilari jalb qilinishi mumkin.

Oliy ta'lim muassasasida nazorat turlarini o'tkazilishi tegishli oliy ta'lim muassasasining ta'lim sifatini nazorat qilish bo'limi tomonidan doimiy ravishda o'rganib boriladi. Bunda nazorat turlarini o'tkazilish tartibi buzilganligi aniqlangan xollarda, o'tkazilgan nazorat turlarining natijalari bekor qilinishni xamda tegishli nazorat turi qaytadan o'tkazilishi mumkin.

Talaba tegishli fan bo'yicha yakuniy nazorat turi o'tkaziladigan muddatga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishlari shart.



Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baxo bilan baxolangan talaba yakuniy nazorat turiga kiritilmaydi.

Yakuniy nazorat turiga kirmagan yoki kiritilmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baxo bilan baxolangan talaba akademik qarzdor xisoblanadi.

### **Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati** **Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar**

1. Genike A.A., Pobedinskiy G.G. Globalnaya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeniya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.:Kartgeosentr-Geodezizdat, 1999g.
2. Савиных V.P, Svetkov V.Ya. Geoinformatsionnyy araliz dannykh distantsionnogo zondirovaniya. M.:Kartgeosentr-Geodezizdat, 2001g.
3. Baranov V.N., Boyko Ye.G., Krasnogradov I.I. i dr. Kosmicheskaya geodeziya. M.:Nedra.1986g.
4. Solovyev A.F. i dr. Osnovy kosmicheskaya geodezii. Konspekt leksiy.

### **Qo'shimcha darslik va o'quv qo'llanmalar ruyxati**

4. Boyko Ye.G., Kleniskiy B.M. i dr. Ispolzovaniye iskusstvennykh sputnikov Zemli dlya postroyeniya geodezicheskix setey. M. Nedra. 1977g.
5. Krasnogradov I.I., Plaxov Yu.V. Osnovy kosmicheskoy geodezii. M., Nedra. 1976g.
6. Izotov a.A., Zubinskiy V.I. idr. Osnovy sputnikovoy geodezii. M., Nedra. 1974g.

### **Maxsus 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,
2. Antonovich K.M. Ispol'zovanie sputnikovix radionavigatsionnix 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. Global'naya sputnikovaya sistema opredeleniya mestopolojeniya GPS i yeyo primeneniye v geodezii. M.: Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1999g.
4. Mirmaxmudov E.R., Abdullaev T.M., Fazilova D.SH. GNSYT. Toshkent, O'zMU, 2016.

### **Internet resurslar:**

1. [www.trimble.com](http://www.trimble.com)
2. [www.global.topcon.com](http://www.global.topcon.com)
3. [www.lieca-geosystems.com](http://www.lieca-geosystems.com)
4. [www.sokkia.co.kr](http://www.sokkia.co.kr)
5. [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru)
6. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz);
7. [www.lex.uz](http://www.lex.uz);
8. [www.bilim.uz](http://www.bilim.uz);
9. [www.gov.uz](http://www.gov.uz);

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI  
SAMARQAND DAVLAT ARXITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

**“GEODEZIYA VA KARTOGRAFIYA” KAFEDRASI**

**“KOSMIK GEODEZIYA va GLOBAL NAVIGATSIYA SUN‘IY YO‘LDOSHLI  
TIZIMLAR” FANIDAN**

**MA‘RUZALAR MATNI**

5311500 - “Geodeziya, kartografiya va kadastr” yo‘nalishidagi bakalavrlar uchun  
mo‘ljallangan

Samarqand-2021

## KIRISH

Ushbu ma'ruzalar matni "Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining namunaviy o'quv rejasini, namunaviy o'quv dasturi va ishchi o'quv rejalari asosida oliy ta'lim muassasalarining 5311500 - "Geodeziya kartografiya va kadastr" ta'lim yo'nalishi talabalariga "Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanidan o'tiladigan ma'ruza darslari uchun yozildi.

Mazkur ma'ruzalar matnini tayyorlashda oliy o'quv yurtlarining 5311500 - "Geodeziya, kartografiya va kadastr" ta'lim yo'nalishidagi magistraturada ta'lim olayotgan talabalar uchun yozilgan darsliklar va o'quv adabiyotlaridan foydalanildi.

Ushbu ma'ruzalar matni DTSlariga to'liq mos keladi, "Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining namunaviy o'quv rejasini, namunavi o'quv dasturi va ishchi o'quv rejalari asosida yozilgan.

Ma'ruzalar matnini yozishda "Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining ishchi o'quv rejasiga ko'ra, 5311500 - "Geodeziya, kartografiya va kadastr" ta'lim yo'nalishining IV-bosqich talabalariga VII semestrlarda o'qitiladigan dastlabki umum kasbiy fani ekanligi, talabalar bu fanni o'rganishda soddalashtirishga harakat qilindi.

Ma'ruzalar matni boshqa ma'ruzalar matnidan farqi shuki xar bir ma'ruzadan keyin nazorat savollari va adabiyotlarda mavzuga oid betlari keltirilgan "Geodeziya, kartografiya va kadastr" ta'lim yo'nalishiga ta'luqli mavzular yoritilgan.

"Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar" fanining namunaviy o'quv rejasini, namunaviy o'quv dasturi va ishchi o'quv rejalari ko'zdatutilgan hajmda berilgan. Shuningdek, ma'ruzalar matnida geodezik o'lchashlarda qo'llanadigan geodezik asbob-uskunalar bilan ishlash tartiblari to'g'risida umumiy ma'lumotlar keltirilgan.

## 1-Ma'ruza.

### Mavzu: Kosmik geodeziyaning ilmiy-amaliy ahamiyati

#### REJA:

- 1.1. Kosmik geodeziyaning ilmiy va amaliy vazifalari.
- 1.2. Kosmik geodeziyaning geodinamik muammolarni yechishdagi roli.
- 1.3. Kosmik geodeziyada masalalarning yechilish uslublari.

#### Tayanch iboralar:

Kosmik geodeziya, Yerning sun'iy yo'ldoshi (YeSY), referens-ellipsoid, kosmik apparatlar (KA), geodinamik, lazerli va dopler YeSY, lazerli lokasiya, radiointerferometriya, geometrik va dinamiklar.

1.1. Kosmik geodeziya – geodezik fanlarning bir bo'limi bo'lib, unda ilmiy va amaliy vazifalarni yechish uchun Yerning sun'iy yo'ldoshlari (YeSY), kosmik apparatlar (KA) va Oyning kuzatishlar natijalaridan foydalaniladi.

Kosmik geodeziyaning asosiy vazifalari bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

- 1) punktlarning o'zaro holatini bir qator koordinata sistemalarida aniqlash;
- 2) referens-ellipsoid markazi holatini Yer massasi markaziga nisbatan aniqlash;
- 3) koordinata punktlarini absolyut sistemada, Yer massasi markaziga keltirilgan, yagona dunyo geodezik sistemasini yaratishni aniqlash;
- 4) alohida geodezik sistemalari orasidagi bog'liqlikni o'rnatish;
- 5) Yerning rasmi va tashqi gravitasion maydonini o'rganish;
- 6) Bir qator fundamental geodezik doimiylikni aniqlashtirilgan.

Kosmik geodeziya uslublari an'anaviy uslublarga nisbatan bir qator ustunliklarga ega. Bir necha ming kilometrlarga, Yer massasi markaziga keltirilgan, koordinatani uzatishda, tez imkoniyatlar paydo bo'ladi va absolyut koordinata sistemasida qurilmalarni yaratish. YeSY kuzatishlar bo'yicha gravitasion maydonning parametrlarini aniqlash, Yer yuzasida nisbatan ko'p bo'lmagan stansiyalarni talab etadi, hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan an'anaviy uslublar esa quruqliqda va dengizda ham punktlarning quyuq to'rlariga asoslanadi. Yo'ldoshli altimetriyani qo'llash qisqa vaqt ichida okeanlarda geoid rasmini batafsil o'rganish, boshqa geodezik va okeanografik ma'lumotlarni olish imkonini beradi.

1.2. Hozirgi vaqtda lazerli va dopler YeSY kuzatishlaridan erishilgan yuqori aniqlik, ularni quyidagi geodinamik muammolarni yechishda: Yerning aylanish parametrlarini aniqlash, suv sathlarini ko'tarilishlarini o'rganish, litosfera plitasining harakatini o'rganish, zilzilani oldindan taxmin qilish uslublarini ishlab chiqishda samarali qo'llashni ta'minlaydi. Ushbu savollarni yechishda, Oyning lazerli lokasiyasi, juda uzun bazali radiointerferometriya va fazostabil radiointerferometriyalaridan foydalanish katta imkoniyatlarni ochib beradi.

Yo'ldoshli dinamik uslubni yo'ldoshli gradiyentometriya bilan birgalikda qo'llash va "yo'ldosh-yo'ldosh" chizig'i bo'yicha kuzatishlar, nafaqat, gravitasion maydonning tuzilishini batafsil o'rganishnigina emas, balki uning vaqt bo'yicha o'zgarishlarini o'rganish imkoniyatlarini ham beradi. Dinamik uslub bilan olingan ma'lumotlar Yerning ichki tuzilishi haqidagi xulosalar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

1.3. Kosmik geodeziyaning uslublari, masalarni rivojlanishi va umumlashtirilishi, Oy va sayyoralarning sun'iy yo'ldoshlaridan foydalanib, ushbu obyektlarni o'rganish uchun quyidagi geodezik uslublar: tayanch to'rlarini barpo etish, gravitasion maydon parametrlarini aniqlash, rasmlarni o'rganish, topografik va maxsus kartalarni tuzish bo'lib hisoblanadi.

Kosmik geodeziyaning vazifalari odatda, geometrik va dinamiklarga bo'linadi. Birinchi guruh vazifasida, yo'ldosh yuqori vizir nishonidek qaraladi va uning harakat nazariyasini bilish talab etilmaydi. Geodezik masalalarni yechishda, bir necha punktdan YeSY larining sinxron yoki kvazisinxron kuzatishlaridan foydalaniladi. Ikkinchi guruh vazifasida, YeSY larining harakat nazariyasi, sun'iy yo'ldoshlarning kuzatish natijalari bo'yicha Yerning gravitasion maydoni, Yer massasi markaziga keltirilgan absolyut sistemada punktlarnig koordinatalarini aniqlash, atmosfera

parametrlari, Yerning aylanish parametrlari va fundamental geodezik doimiyliklar haqidagi xulosalarda asos sifatida qo'llaniladi. Bulardan tashqari, YeSY lari boshqa kosmik apparatlarni kuzatishlarda ham foydalaniladi.

#### **Nazorat savollari:**

- 1.Kosmik geodeziyaning ilmiy-amaliy vazifasi nimadan iborat?
- 2.Kosmik geodeziyaning qo'lanilish sohasi?
- 3.Kosmik geodeziyaning yutuqlari nimada?
- 4.Kosmik geodeziyaning istiqbollari?
- 5.Kosmik geodeziyaning Yerning ichki tuzilishini o'rganishdagi roli?
- 6.Kosmik geodeziyaning uslublarini tushuntiring?
- 7.Kosmik geodeziyaning geometrik vazifasi nima?
- 8.Kosmik geodeziyaning dinamik vazifasi nima?

#### **Adabiyotlar:**

- 1.Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г. 4-12.
- 2.Савиных В.П, Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г. 4-12.
- 3.Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия./М.:Недра.1986г. 4-12.
- 4.Соловьев А.Ф. и др. Основы космическая геодезии. /Конспект лекций.





$$s = S_0 + \omega(T - t_\lambda) \quad (2.1.4)$$

$S_0$ - grinvich yulduz vaqti;

$\omega$ - Yerning aylanish tezligi;

$\vec{R}$ - inertsiyal tizimdagi vektor holati;

$\vec{r}$ - grinvich tizimidagi vektor holati;

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

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

## 2.2.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  $B$  geodezik kenglikdir. Berilgan nuqtadan o'tgan meridian tekisligi va nulinchi meridian tekisligi oralig'idagi ikki qirrali burchak  $L$ -uzoqlik bo'ladi.

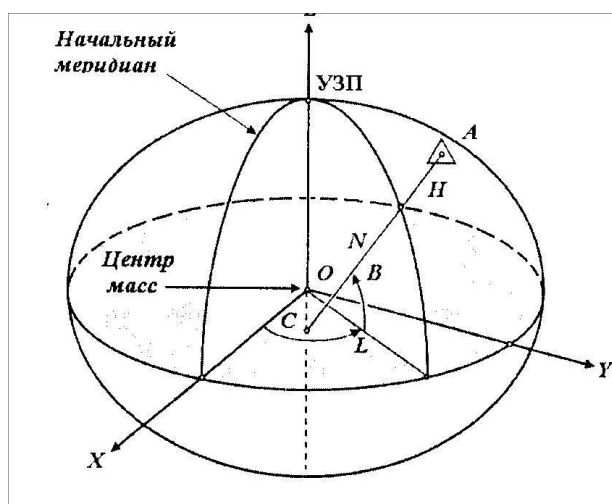
Geodezik kenglik va uzoqlik mos keladigan astronomik koordinatalardan farqqiladi, chunki shovun chizig'i ellipsod normali bilan mos tushmaydi.

Shovun chizig'ining og'ishini ikkita tekislikka proektsiyalash 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 sekundga teng. Shuni ta'kidlash joizki, geodezik i geotsentrik uzoqliklar bir-biriga mos tushadi.

$$\begin{aligned} \xi &= \varphi - B \\ \eta &= (\lambda - L) \cos \varphi \end{aligned} \quad (2.2.1)$$

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 farqqiladi. Ellipsoid yuzasiga  $P$  nuqtadan perpendikulyar tushiramiz va uni ekvator tekisligi bilan kesishguncha davom ettiramiz (3-rasm). Ellipsoid yuzasidagi  $P$  nuqta proektsiyasini  $Q$  bilan belgilaymiz. Unda  $PQ$  kesim  $P$  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 farqqiladi.  $Q$  nuqtaning geotsentrik kengligi shu nuqtaning radius vektori va ekvator tekisligi orasidagi  $\varphi$  burchakdir.



3 rasm. Geodezik koordinata tizimi



$Q$  nuqta koordinatalari va  $\alpha$  –ellips siqiligi,  $B$  va  $L$  kengliklar orasidagi bog'liqlikni aniqlaymiz.  $Q$  ellipsoid yuzasida yotganligi tufayli uning to'g'ri burchakli koordinatalari  $x_0, y_0, z_0$  ellipsoidning aylanish tenglamasiga buysunadi:

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

$y=0$  qirqmani ko'rib chiqamiz. Unda

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

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

$$\begin{aligned} F'_x(x_0, y_0)(z-z_0) &= F'_z(x_0, y_0)(x-x_0) \\ z &= z_0 + F'_x(x_0, y_0)/F'_z(x_0, y_0)(x-x_0) \\ F(x, z) &= (x_0^2/a^2 + z^2/b^2 - 1). \end{aligned} \quad (2.2.2)$$

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

$$\operatorname{tg} B = \frac{a^2 z_0}{b^2 x_0}. \quad (2.2.3)$$

Natijada

$$\operatorname{tg} B = \frac{a^2}{b^2} \operatorname{tg} \Phi \quad (2.2.4)$$

Ellipsning ikkinchi ekstsentrisiteti qo'yidagicha aniqlanadi:

$$e^2 = (a^2 - b^2)/a^2 \quad e^2 = (a^2 - b^2)/b^2 \quad (2.2.5)$$

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

Shuningdek,

$$\operatorname{tg}(B-L) \approx B-L \quad (2.2.6)$$

Geodezik va geotsentrik kengliklarning eng katta farqi  $45^\circ$  kenglikda kuzatiladi va u qo'yidagiga teng bo'ladi:  $B-L=11.8'$ . Global dekart koordinatalar tizimining geotsentrik tizim bilan bog'liqligi qo'yidagi formula bilan aniqlanadi - 1.2.1. Endi dekart koordinatalar tizimini geodeziktizim 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 proektsiyalangan ( $O^*$ )  $P$  nuqta koordinatalarini aniqlaymiz. Uning  $O_{xy}$  kesmadagi koordinatalari quyidagiga teng:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= r_0 \cos \Phi_0 \\ y_0 &= r_0 \sin \Phi_0 \end{aligned} \right\} \quad (2.2.7)$$

“0” indeksi bilan biz koordinatani ellips yuzida yotgan nuqtaga tegishli ekanligini belgiladik.

Bundan ko'rinadiki:

$$tg\Phi_0 = \frac{a^2}{b^2} tgB, \quad (B=B_0)$$

Shuning uchun,

$$\begin{aligned} \cos\Phi_0 &= (1 + tg^2\Phi_0)^{-1/2} = (1 + (b^4/a^4)tg^2B)^{-1/2} = a^2 \cos B (a^4 \cos^2 B + b^4 \sin^2 B)^{-1/2} \\ \sin\Phi_0 &= \cos\Phi_0 tg\Phi_0 = b^2 \sin B (a^4 \cos^2 B + b^4 \sin^2 B)^{-1/2} \end{aligned}$$

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

$$\frac{x_0^2}{a^2} + \frac{y_0^2}{b^2} = 1, \quad \frac{r_0^2}{a^2} \cos^2\Phi_0 + \frac{r_0^2}{b^2} \sin^2\Phi_0 = 1 \quad (2.2.8)$$

$$r_0 = ab(a^2 \sin^2\Phi_0 + b^2 \cos^2\Phi_0)^{-1/2}$$

$\cos\Phi_0$  va  $\sin\Phi_0$ 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:

$$\begin{aligned} x_0 &= a^2 \cos B / (a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)^{1/2}, \\ y_0 &= b^2 \sin B / (a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)^{1/2}, \end{aligned} \quad (2.2.8)$$

Belgilaymiz:

$$\rho = a / (1 - e^2 \sin^2 B) \quad (2.2.9)$$

Endi:

$$\begin{aligned} x_0 &= \rho \cos B \\ z_0 &= \rho \left( \frac{b^2}{a^2} \right) \cos B \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

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

$$\begin{aligned} x_0 &= \rho \sin B \cos L \\ y_0 &= \rho \sin B \cos L \\ z_0 &= \rho \left( \frac{b^2}{a^2} \right) \cos B \end{aligned} \quad (2.2.11)$$

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

$$\begin{aligned} \Delta x &= H \cos B \cos L \\ \Delta y &= H \cos B \sin L \\ \Delta z &= H \sin B \end{aligned} \quad (2.2.12)$$

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

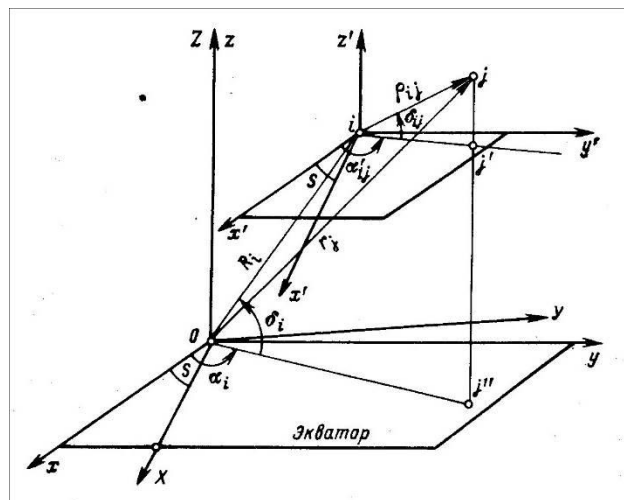
$$\begin{aligned} x &= (\rho + H) \cos B \cos L \\ y &= (\rho + H) \cos B \sin L \\ z &= \left( \frac{b^2}{a^2} + H \right) \sin B \end{aligned} \quad (2.2.13)$$

(1.2.9) formula bilan aniqlangan  $p$  oddiy geometrik ma'noga ega: u  $Q$  nuqtadan o'tadig annormal kesimiga teng, ya'ni shu nuqtadan to ellipsoid aylanish o'qi bilan kesishish nuqtasigacha.

### 2.3. Topotsentrik koordinatlar tizim

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'lchovna tijalariga ko'ra sun'iy yo'ldosh topotsentrik koordinatalar qiymatlarini olishi mumkin. Shunday qilib yo'ldoshning fotografik kuzatishlar negativlari hisob-kitobidan topografik tik chiqish  $\alpha'$  va og'ish  $\delta'$  aniqlanadi. Lazer kuzatuvlaridan esa topotsentrik masofa  $p$  aniqlanadi.

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



4-расм.Топоцентрик координаталар тизими

Ekvator tekisligiga parallel  $ix'y'$  tekislik topotsentrik ekvator deyiladi. Topotsentrik to'g'ri chiqish  $\alpha'$   $ix'$  o'qining musbat yo'nalishidan boshlab, to topotsentrik masofa  $p$  ning topotsentrik ekvatori tekisligi  $ij$  proektsiyasigacha olinadi.  $\delta'$  topotsentrik og'ish topotsentrik masofa  $p$  bilan uning topotsentrik ekvator tekisligi  $ij$  ga proektsiyasi oralig'idagi burchakdir.  $t$  ning ma'lum bir payt uchun 4-rasmda qo'yidagilar tasvirlangan:

$\vec{r}$  - YESY geotsentrik vektori

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

$\vec{R}$  - kuzatish punktining vektori

$Oij$  - vektorlar uchburchagidan olamiz:

$$\vec{R} = \vec{r} - \vec{\rho} \quad (2.3.1)$$

Bu munosabat kosmik geodeziyaning 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.

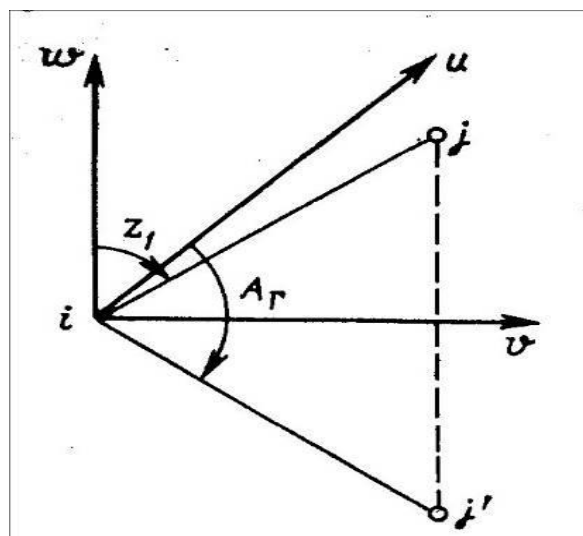
Bunda sun'iy yo'ldosh geotsentrik koordinatalari Yer massasining nisbiy harakati nazariyasi asosida olinsa, topotsentrik koordinatalar tizimi punktlaridagi kuzatuv natijasida olinadi.

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

$$\begin{aligned} x &= r \cos \alpha \cos \delta - p \cos \alpha' \cos \delta' \\ y &= r \sin \alpha \cos \delta - p \sin \alpha' \cos \delta' \\ z &= r \sin \delta - p \sin \delta' \end{aligned} \quad (2.3.2)$$

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

$$\begin{aligned} X &= r \cos(\alpha - S) \cos \delta - p \cos(\alpha' - S) \cos \delta' \\ Y &= r \sin(\alpha - S) \cos \delta - p \sin(\alpha' - S) \cos \delta' \\ Z &= r \sin \delta - p \sin \delta' \end{aligned} \quad (2.3.3)$$



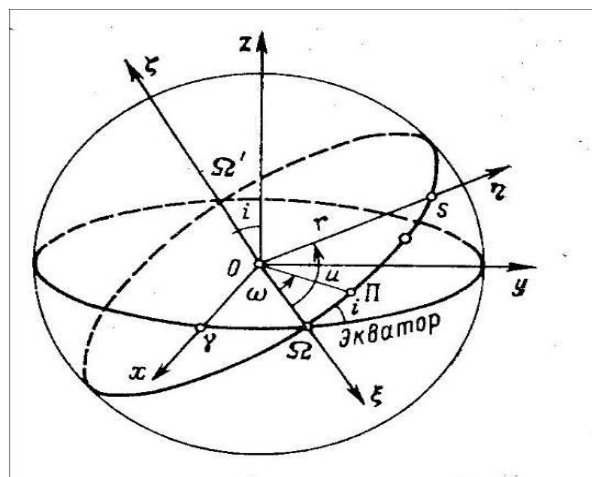
5 rasm. Gorizont koordinata tizimi

Ko'pincha ellipsoid yuzasiga yo'nalgan normal  $N$  bilan bog'liq yana bir topotsentrik tizim–gorizont koordinata tizimi  $uvw$  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'lamni o'ng tomongacha to'ldiradi. Koordinatalar  $u, v, w$   $A_g$ -azimut bilan va  $z_g$ -zenit masofasi bilan quyidagicha bog'langan

$$\begin{aligned} u &= \rho \sin z_2 \cos A_2 \\ v &= \rho \sin z_2 \sin A_2 \\ \omega &= \rho \cos z_2 \end{aligned} \quad (2.3.4)$$

#### 2.4 Orbital koordinatalar tizimi

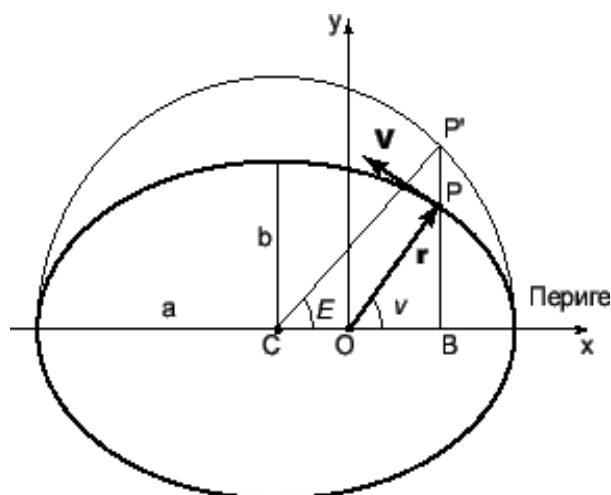
Sun'iy yo'ldoshni harakati ko'rilganda faqat elliptik harakat bilan chegaralanadi. Bunda sun'iy yo'ldosh orbitasi  $6ta$  parametr bilan xarakterlanadi. Sun'iy yo'ldosh orbitasi bilan bog'liq  $Oxyz$  koordinata tizimini aniqlaymiz. Orbitaning Yerga yaqin nuqtasi *perigey*, Yerdan eng uzoqnuqtasi *apogey* deyiladi.  $O_x$  o'qini perigeyga,  $O_z$  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'rinishi keltirilgan.



## 6-rasm. Elliptik orbita paramertlarini aniqlash

Orbitaning fazodagi orientirlanganligi (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  $\Omega$  bilan belgilanadi. Orbita tekisligi va ekvator oralig'idagi ikki kirrali burchak orbitaning kiyaligi deyiladi va  $i$  bilan belgilanadi.

$\Omega$  bilan belgilangan uchinchi burchak –perigey argumenti deyiladi va  $u$  chiqish tuguni yo'nalishi bilan perigey orasidagi burchakdir.  $\omega$  burchak o'zgarmas bo'lgani uchun  $OX$  o'qi holati orbita tekisligida ham, fazoda hamo'zgarmas ekanligini ko'rsatadi. Keyingi ikki parametr-katta yarim o'q va  $e$  ekstsentrisitet 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  $u$  burchak bilan aniqlanadi va  $u$  haqiqiy anomaliya deyiladi.



## 7-рasm. Kepler orbitasining anomaliyasini aniqlash

Kosmik geodeziyada haqiqiy anomaliyadan tashqari ekstsentrik anomaliya  $E$  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  $PB$  perpendikulyar tushiramiz, bunda uning davomi aylanani  $P$  nuqtada kesib o'tadi. Burchak  $P/CO = E$  ekstsentrik anomaliya deyiladi. O'rtacha anomaliyaga teng burchak o'rtacha harakat bilan aniqlanadi va quyidagiga teng bo'lib, o'rtacha uzoqlik deyiladi.

$$M = n(n - T_0) \quad (2.4.1)$$

Sun'iy yo'ldosh harakati kepler harakati tekislikda yuz bergani uchun sun'iy yo'ldosh holati  $r$  radius vektor proektsiyasi bilan aniqlanib  $y, x, y$  ga teng.  $r$  ning  $Oz$  o'qiga proektsiyasi

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

$$x = r \cos v$$

$$y = r \sin v \quad (2.4.2)$$

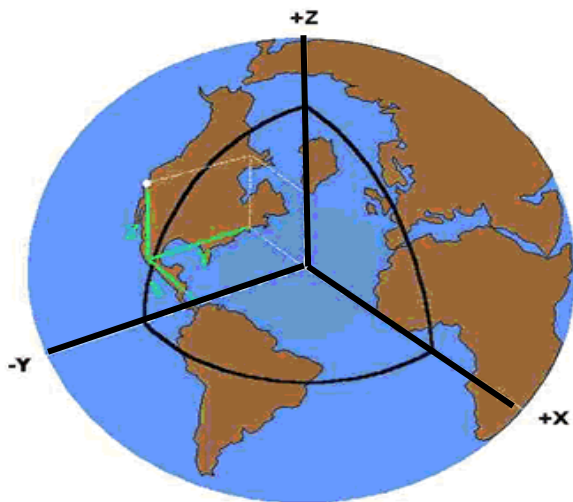
YESY inertsiyal geotsentrik koordinatalari formula quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} x &= r(\cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i) \\ y &= r(\cos u \sin \Omega + \sin u \cos \Omega \cos i) \\ z &= r \sin u \sin i \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

## 2.5. WGS-84 координаталар тизими

GPS va GLONASS da har xil bir-biriga bog'liq bo'lmagan umumer geotsentrik koordinatalar tizimidan foydalanadi. GPS WGS-84 (World Geodetic System, 1984) koordinatalar tizimida faoliyat olib boradi. GLONASS – esa PZ-90 (Parametri Zemli - 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 xakidagi navigatsion ma'lumot geotsentrik koordinata tizimida shakillanadi. Shu koordinata tizimida yo'ldosh priyomnigida iste'molchi koordinatalari ham aniqlanadi.

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



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.

- Y o'qi – Yerga bog'langan va koordinata boshi Yer markazida bo'lgano'ng tomonli ortog'on koordinata tizimini tuldirdi, 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 funktsiyalarga yoyish yo'li bilan WGS-84 da o'rtacha  $1^0 \times 1^0$  gravitatsion anomaliyalarini aniqlashda qo'llaniladi. Bu daraja va tartibda yoyish Yer yuzasi va uning yuzasida joylarda gravitatsiya maydonini aniq modellashtirish uchun zarur.

1-jadval

Parametrlari	Belgilari	Natijalar
Katta yarim o'q	$a$	6378137m

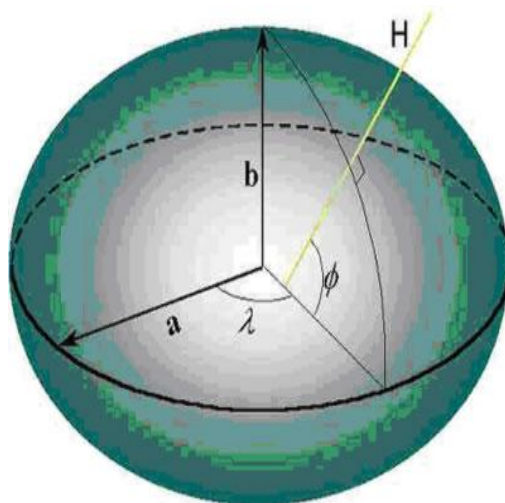
Qutbiy siqqlik	$1/f$	1/298.257223563
Burchak tezligi	$\omega$	$7.292115 \cdot 10^{-5}$ рад/с <sup>-1</sup>
Nur tezligi	$c$	299792458 м/с
Gravitatsion doimiysi (Yerni atmosferasini hisobga olinganda)	$GM (fM)$	$3398600.5$ км <sup>3</sup> /с <sup>-2</sup>
Normal` potentsiali	$U_o$	$62636861.074$ м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>
Ikkinchi garmonik koeffitsienti	$C_{20}$	$-484.16685 \cdot 10^{-6}$

WGS-84 tizimi koordinata boshi va o'qlari orientatsiyasi GPS ning 5 ta tekshiruv stantsiyalari koordinatalari orqali aniqlanadi: Kolorado-Springs, Gavayi, Asans'on, Diego Garsiya va Kvadjaleyn.

Geodezik kenglik  $\varphi$ , uzoqlik  $\lambda$ , balandlik  $h$  orqali ifodalangan (WGS-84) koordinatalar aniqligi 1(?) gorizont tekislikda quyidagiga teng:  $\sigma_\varphi = \sigma_\lambda = \pm 1$  m, vertikal tekislikda esa  $\sigma_h = \pm 1.2$  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'llanildi.

### 2.6. 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 funktsiyalar orqali yoyilgan geopotensial yoyilma koeffitsienti ko'rinishidagi Yer gravitatsiya maydoni modeli va nuqtaviy massalar tizimi, umumer ellipsoidi ustidagi kvazigeoid balandlik katalogi, YESK aloqa parametrlarini 1942 yilgi milliy referents koordinata tizimini o'z ichiga oladi.



### 9-rasm. Krasovskiy ellipsoidi

PZ-90 tizimi geodezik yo'ldoshlarning (dopler, uzoq o'lchamli radiotexnik va lazer) kuzatuv natijalaridan, yo'ldoshlarning dengiz sathidan balandligini o'lchashdan va yo'ldoshlarni yulduzli osmon qa'rida suratga olish orqali vujudga kelgan. Shuningdek, GLANASS va ETALAON yo'ldosh tizimlarigacha bo'lgan masofani lazer va radiotexnik o'lchash natijalaridan, Dunyo okeaniva kuruqlikning gravimetrik ma'lumotlaridan foydalanilgan.

PZ-90 tizimining parametrlari 2-jadvalda ko'rsatilgan

2-jadval

Parametrlari	Belgilari	Natijalar
--------------	-----------	-----------

Katta yarim o'q	$a$	6378136 m
Qutbiy siqqlik	$1/f$	1/298.257839303
Burchak tezligi	$\omega$	$7,292115 \cdot 10^{-5}$ рад/с <sup>-1</sup>
Nur tezligi	$c$	299792458 m/c
Gravitatsion doimiysi (Yerni atmosferasini hisobga olinganda)	$GM (fM)$	$398600.44 \cdot 10^9$ m <sup>3</sup> /c <sup>2</sup>
Normal` potentsiali	$U_o$	$62636861.074$ m <sup>2</sup> /c <sup>2</sup>
Ikkinchi garmonik koeffitsienti	$C_{20}$	$-484164.953 \cdot 10^{-9}$

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 kosmik geodeziya 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'rta masofasida ularning o'zaro holati 0.3 m hisoblanadi.

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

3-jadval.

	$\Delta X, m$	$\Delta Y, m$	$\Delta Z, m$	$m$	$\omega_x, 0,001$	$\omega_y, 0,001$	$\omega_z, 0,001^2$
CK-42-WGS-84	-22.730	123.884	+83.807	$-4,24 \cdot 10^{-7}$	-0.108	-0.073	-0.019
ITRF90-WGS-84	0,060	-0,517	-0,223	-0,011	18,3	-0,3	7,0
CK-42 – ПЗ-90	+25,0	+141,0	+80,0	0	0	-350,0	-660,0
CK-42 – WGS-84	-22.56	125.03	+87.20	0	0	0	0
ПЗ-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

### 2.7. Fotografik kuzatish natijalari bo'yicha YeSY toposentrik koordinatalarini aniqlash tartibi.

Fotografik kuzatish natijalari bo'yicha YeSY toposentrik koordinatalarini aniqlash tartibi quyidagicha bajariladi:

1. Yulduzlarni suratlardan ajratish yulduz atlaslari, masalan Bechvarja, yordamida bajariladi.
2. Yulduz katalogidan tayanch  $a_i$  va  $b_i$  yulduzlarning koordinatalari yozib olinadi. FK-4, AGK-3 kataloglari, SAO, GC va boshqa yulduz kataloglaridan foydalaniladi.
3.  $a_i$  va  $b_i$  koordinatalar kuzatish momentlari davriy katalogida keltiriladi va yillik abberasiya va refraksiya uchun tuzatmalar bilan tuzatiladi.
4.  $A_0$  va  $D_0$  suratlarning optik markazi koordinatalari tayanch yulduz koordinatalaridan foydalanib va geometrik markazning holatini ular bo'yicha baholashdan aniqlanadi. Optik va geometrik markazlarning o'zaro holatlari maxsus o'rganishlardan aniq bo'lishi kerak.
5. Koordinatani o'lchagich mashina yordamida suratdagi yulduzlarning  $x_i$ ,  $y_i$  va sun'iy yo'ldoshlarning  $x_c$ ,  $y_c$  to'g'ri burchakli koordinatalari o'lchanadi hamda ular asbob xatoligi uchun tuzatiladi.
6. Yulduz ekvatorial koordinatalaridan, ularning  $x_i$ ,  $h_i$  ideal koordinatalarga o'tiladi:

$$\xi_i = \frac{\cos q_i \operatorname{tg}(\alpha_i - A_0)}{\cos(q_i - D_0)}; \quad (2.7.2)$$



$$\eta_i = tg(q_i - D_0), \quad (2.7.3)$$

bu yerda  $ctgq_i = ctg\delta_i \cos(\alpha_i - A_0)$ .  $(2.7.4)$

7. Yulduzlar uchun quyidagi ko'rinishdagi tenglama tuziladi (Terner usuli)

$$\begin{aligned} \xi_i - x_i &= ax_i + by_i + c; \\ \eta_i - y_i &= dx_i + ey_i + f, \end{aligned} \quad (2.7.5)$$

bu yerda  $a, b, c, d, e, f$  – doimiy suratlar, ularni (2.7.12) tenglamani yoki ular asosida tuzilgan yulduz soni uchtadan ko'l bo'lganidagi normal tenglamalarni yechishdan topish mumkin. Agar (52) tenglamani yechishdan olinadigan aniqlik yetarli bo'lmasa, unda ikkinchi tartibli a'zolar hisobga olinadi (Ternerning umumlashgan usuli):

$$\begin{aligned} \xi_i - x_i &= ax_i + by_i + c + a'x_i^2 + b'x_iy_i + c'y_i^2; \\ \eta_i - y_i &= dx_i + ey_i + f + d'x_i^2 + e'x_iy_i + f'y_i^2. \end{aligned} \quad (2.7.6)$$

8. Distorsiyani hisobga olish quyidagi formula yordamida bajariladi:

$$\begin{aligned} \Delta x &= -c(x - x_0)[x - x_0]^2 + (y - y_0)^2]; \\ \Delta y &= -c(y - y_0)[x - x_0]^2 + (y - y_0)^2], \end{aligned} \quad (2.7.7)$$

bu yerda  $x_0, u_0$  – suratning optik markazining koordinatalari;  $x, u$  – yulduzlar (sun'iy yo'ldosh) ning koordinatalari;  $c = \nu_1 F^{-3}$ ;  $n_1$  – distorsiya koeffitsiyenti.

9. Sun'iy yo'ldosh uchun tenglama tuziladi:

$$\begin{aligned} \xi_c &= x_c + ax_c + by_c + c; \\ \eta_c &= y_c + dx_c + ey_c + f, \end{aligned} \quad (2.7.8)$$

ularni yechib, uning ideal koordinatalarini topish kerak, shuningdek,  $a, b, c, d, e, f$  doimiyliklar oldindan aniqlangan.

10. Sun'iy yo'ldoshning toposentrik ekvatorial koordinatalari hisoblanadi:

$$\begin{aligned} ctg\delta_c \sin(\alpha_c - A_0) &= \frac{\xi_c \sec D_0}{\eta_c + tgD_0}; \\ ctg\delta_c \cos(\alpha_c - A_0) &= \frac{1 - \eta_c tgD_0}{\eta_c + tgD_0}. \end{aligned} \quad (2.7.9)$$

Odatda YeSY fotografik kuzatishlardagi qayta ishlashlarda tayanchlar sifatida 8 tadan 14 tagacha yulduzlar foydalaniladi.

YeSY fotografik kuzatishlarni qayta ishlashda ham fotogrammetrik usuldan foydalaniladi (keng maydon tasvirlarida). Bunda tayanch yulduzlarning ko'p sonlaridan foydalaniladi (100 yaqin), sun'iy yo'ldoshlarning katta sonidan, bir vaqtda tashqi va ichki kamerani oriyentirlash elementlari aniqlanadi va bir qator qo'shimcha parametrlari (qabul qilingan fokus masofasiga, o'lchash asbobining  $m_x, m_u$  masshtab koeffitsiyent shkalasiga,  $S_i$  radial va  $K_i$  tangensial distorsiya koeffitsiyentlariga va boshqalarga tuzatmalar).

Fotogrammetrik usulda o'lchangan va ideal koordinatalar orasidagi bog'liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{x}{F_0} = \xi(A, D, \chi) + \{a + \mu_0 \xi + \Delta\mu \xi + (C_1 r^2 + C_2 r^4 + \dots)\xi + K_1 r^2 + \dots\}; \quad (2.7.10)$$

$$\frac{y}{F_0} = \eta(A, D, \chi) + \{b + \mu_0 \eta + \Delta\mu \eta + i\xi + (C_1 r^2 + C_2 r^4 + \dots)\eta + K_2 r^2 + \dots\}, \quad (2.7.11)$$

bu yerda  $a, b$  – o'lchangan koordinata sistemasidagi optik markaz koordinatalari;  $i$  – o'lchash asbobining  $x$  o'qi koordinata sistemi va  $x'$  o'qi orasidagi burchak,  $u$  o'lchash asbobining  $u$  o'qi koordinata sistemasiga perpendikulyar;  $A, D, \chi$  – tashqi oriyentirlash elementlari;  $\mu_0 = \Delta F / F_0 + C_0 + (\mu_x + \mu_y) / 2$ ,  $\Delta\mu = (\mu_x - \mu_y) / 2$ .

(50), (51) tenglamalarni linearizasiyalash tenglamalarga tuzatma olib keladi, ularda  $\Delta A, \Delta D, \Delta \chi, a, b, \mu_0, \Delta \mu, i, C_1, C_2, \dots, K_1, K_2, \dots$ , erkin a'zolar esa

$$l_\xi = \xi_0 - x/F; \quad l_\eta = \eta_0 - y/F_0. \quad (2.7.12)$$

Astrofotografiyani o'lchash KIM-3, SIP-5, UIM-21, Ascerekord va boshqa tipdagi koordinata-o'lchash mashinalari yordamida bajariladi. Plastinkalardagi koordinatalar 1,0 – 1,5 mkm, plyonkalardagi esa 2,5 – 3,0 mkm o'rta kvadratik xatolikni tavsiflovchi, aniqlik bilan o'lchanadi.

### 3-Ma'ruza.

#### Mavzu: Yerning sun'iy yo'ldoshlarini harakatlanishida

#### Kepler nazariyasi

#### REJA:

- 3.1. GPS sistemasidagi sun'iy yo'ldoshlarning harakatlanishi.
- 3.2. Sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan chastota generatorlari.
- 3.3. Sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalar.
- 3.4. NAVSTAR GPS va ГЛОНАСС global navigasion sistemalari.
- 3.5. Sun'iy yo'ldoshlarning orbital harakatlari.

#### Tayanch iboralar:

Sun'iy yo'ldosh og'irlik markazi, Nyutonning ikkinchi qonuni, Yerning tortishish kuchi vektori, universal gravitasion doimiylik, Keplerning ikkinchi qonuni, ellipsning fokus nuqtasi, chastota generatorlari, Yerning gravitasion parametri.

Topografik-geodezik ishlar, sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalar GPS (Global Position Sistem) va ГЛОНАСС (Globalnaya Navigacionnaya Sputnikovaya Sistema), kosmik apparatlar (KA), yer usti nazorati va boshqarish (YeUNB), foydalanuvchilar apparaturasi (FA), segment, seziy va rubidiy standart chastotamerlari

#### 3.1. GPS sistemasidagi sun'iy yo'ldoshlarning harakatlanishi.

Sun'iy yo'ldosh og'irlik markazining harakati  $X_0 \ Y_0 \ Z_0$  geosentrik inersial koordinata sistemasida Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagi tenglama asosida yoziladi.

$$F = mg \quad (3.1.1)$$

bu yerda  $F$  – Yerning tortishish kuchi vektori,  $m$  – sun'iy yo'ldosh massasi,  $g$  – markazdan qochuvchi tezlanish vektori. Yoki

$$F = k \frac{Mm}{r^2} = \mu \frac{m}{r^2}, \quad (3.1.2)$$

bu yerda,  $k=6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kr}^2$  - universal gravitasion doimiylik;  $M = 5,974242 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  – Yerning massasi,  $r$  – Yer markazidan sun'iy yo'ldoshgacha bo'lgan masofa,  $\mu = k \cdot M = 3,9860044 \text{ m}^3/\text{s}^2$  – Yerning geosentrik gravitasion doimiyliigi.

Keplerning 1 qonunida asosan sun'iy yo'ldoshning yerning tortishish maydonida har qanday harakat yo'li, qo'zg'almas tekisligida yotadi bunga orbital tekislik deyiladi (4-rasm).

Keplerning ikkinchi qonuniga asosan, sun'iy yo'ldoshning har qanday trayektoriyasi qo'zg'almas tekislikka (orbitaga) yotib, ikkinchi darajali egri chiziqni tashkil etadi va tortish markazi fokuslarning bittasida yotadi.

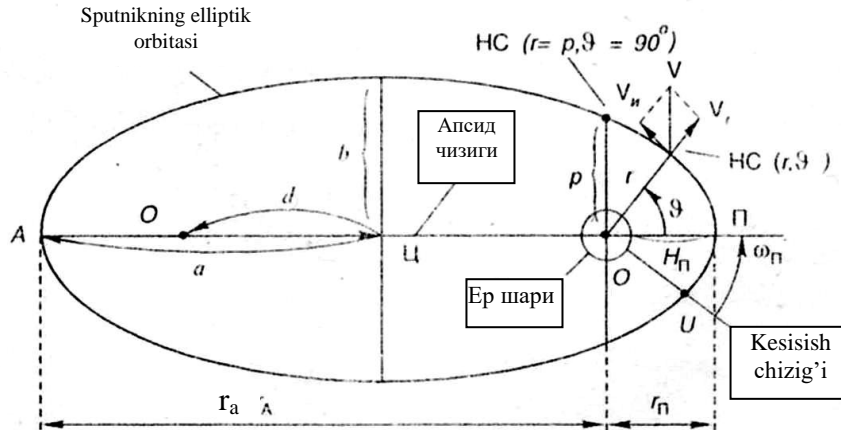
Ellipsning fokus nuqtasida Yer shari joylashgan. Sun'iy yo'ldosh orbitasi tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$r = \frac{P}{1 + e \cos(\nu - \nu_0)} \quad (3.1.3)$$

bu yerda  $R$  -fokal parametr,  $ye$  - eksentrisitet,  $\nu_0$  - musbat polyar o'qi yo'nalishi bilan fokal o'q orasidagi burchak.

Fokus nuqtalar orqali o'tayotgan to'g'ri chiziqqa apsid chiziq, Yerga yaqinlashgan (P) nuqttaga bo'lgan masofa perigiy, uzoqlashgan (A) nuqttagacha masofa apogey deyiladi.  $\Omega_p$  perigey burchagi orbitani oriyentirlash uchun xizmat qiladi. Ellipsning katta yarim o'qi  $a = R/1 - ye^2$ , chiziqli eksentrisitet  $d = a \cdot e$  ifodalar orqali hisoblanadi.

Agar, sun'iy yo'ldosh Kepler qonuniga kat'iy rioya qilgan holda, harakat qilsa,  $\Omega, I, W_p, P, e$  parametrlar doimiy o'zgarmas bo'lib, oltinchi parametr  $V$  (haqiqiy anomaliya) istalgan vaqtda sun'iy yo'ldosh o'rnini aniqlab beradi.



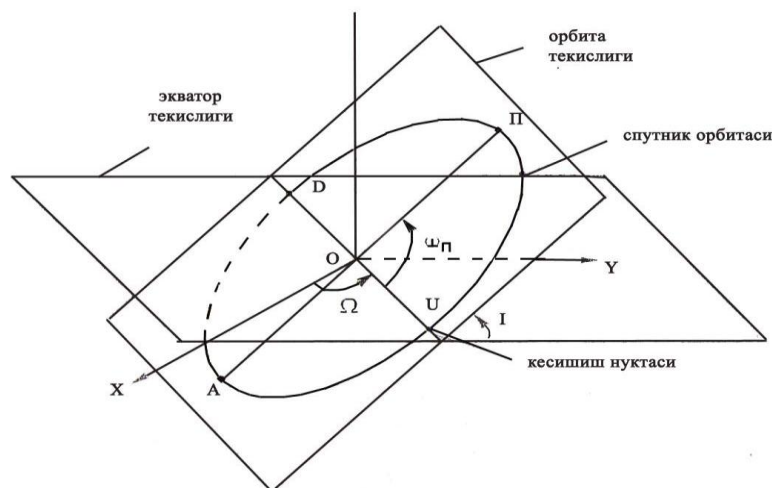
10-rasm. Sun'iy yo'ldoshning elliptik orbitasi.

### 3.2. Sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan chastota generatorlari.

Sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan chastota generatorlari ma'lum bir xatolikka ega bo'lganligi uchun sun'iy yo'ldosh soatlari vaqti GPS vaqtidan  $\Delta t_s$  qiymatga farq qiladi. Shuning uchun, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari orqali sun'iy yo'ldoshdagi soatlar vaqti bilan GPS vaqti bilan bir xil qilish uchun polinomial koeffisientlarni qo'llagan holda, sun'iy yo'ldosh soatlariga tuzatmalar kiritish talab etiladi:

$$t = t_s - \Delta t_s, \quad (3.2.1)$$

bu yerda  $\Delta t_s = a_0 + a_1 (t - t_{oc}) + a_2 (t - t_{oc})^2$ . O'lchash vaqti va boshlang'ich tayanch epoxa vaqti orasidagi farq hisoblanadi:  $t_k = t - t_{os}$ . Keyingi hisoblashlar uchun quyidagi o'zgarmaslar qo'llaniladi:  $\omega_{ye} = 7,2921151567 \cdot 10^{-5}$  rad/s - Yer aylanishining burchak inersial tezligi;  $\mu = 3986005 \cdot 10^8$  m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup> - Yerning gravitasion parametri;  $\pi = 3,1415926535898$  -  $\pi$  ning aniq qiymati.



11-рasm. Орбита текислигини ориентирлаш.

### 3.3. Sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalar.

So'nggi yillar mobaynida topografik-geodezik ishlarni jadal rivojlanishi yo'lida, bu ishlarni bajarish uchun dolzarb bo'lgan ko'plab yangi yondashuvlar kelib chikdi, texnika va texnologiyalar ixtiro qilindi hamda rivojlantirildi. Bularning ichida sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalar faoliyati yo'lga ko'yilishi ko'plab kulayliklar tug'dirdi va topografik-geodezik, navigasion ishlarini bajarishdagi muammolarni hal qilishda o'zining beqiyos imkoniyatlarini namoyon qildi. Sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalar GPS (Global Position Sistem) va ГЛОУАСС (Globalnaya Navigasionnaya Sputnikovaya Sistema) navigasion va geodezik masalalarni yechishda, hamda ushbu sistemalar foydalanuvchilariga aniq vaqtni aniqlash uchun qo'llaniladi. GPS ni ishlab chiqarish 1970-yillarda boshlangan. Sun'iy yo'ldoshlarni birinchi blokini kosmosga yuborish 1973 yilda boshlangan. 1983 yilda sistema fuqarolar foydalanishi uchun olingan. GPS 3 ta segmentlardan iborat: kosmik apparatlar (KA), yer usti nazorati va boshqarish (YeUNB), foydalanuvchilar apparaturasi (FA). Bular haqida ushbu ma'ruzalar matniining keyingi mavzularida kengroq ma'lumot berib o'tiladi. Bu sistemalardan dunyoning ko'plab mamlakatlari keng va samarali foydalanib kelmoqdalar. Jumladan, bizning mamlakatimizda ham sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalardan unumli foydalanilib, ilmiy va amaliy ishlar bajarilmokda. Shu bilan birga, ishlab chiqarishda ham sun'iy yo'ldoshli navigasion sistemalardan foydalanib, bajarilayotgan topografik-geodezik ishlarning o'rni juda ham beqiyos hisoblanadi.

3.4. So'nggi o'n yillikda fan va texnikaning jadal rivojlanishi natijasida nuqtalarning fazoviy o'rnini yangi zamonaviy sun'iy yo'ldosh usulida aniqlash imkoniyati tug'ildi. Bu usulda yer sirtidagi nuqtalarning fazoviy o'rnini sun'iy yo'ldoshlar va ularning yerdagi priyomnik, hamda antennalari yordamida istalgan vaqtda va sharoitda aniqlash mumkin.

Hozirgi vaqtda nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash uchun amalda quyidagi sun'iy yo'ldosh navigasion sistemalari qo'llanilmoqda: Rossiyaning ГЛОУАСС sun'iy yo'ldosh global navigasion sistemasi (Globalnaya Navigasionnaya Sputnikovaya Sistema) va AQShning NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasi (Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System – masofa va vaqtni aniqlash navigasion sistemasi, nuqta o'rnini aniqlash global sistemasi).

Har ikkala sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasi harbiy masalalarni yechish uchun mo'ljallangan edi. So'nggi yillarda, bu sun'iy yo'ldosh navigasion sistemalari geodeziya sohasida ilmiy va amaliy masalalarni yuqori aniqlikda, ya'ni koordinata orttirmalarini  $5\text{mm} + D \cdot 10^{-6}$  o'rta kvadratik xatolik bilan aniqlash imkonini berdi. Hozirgi paytda mamlakatimizdagi Yer resurslari, geodeziya, kartografiya, kadastr, geologiya, ob-havoni kuzatish stansiyalari va boshqa korxonalar NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh navigasion tizimi antennalari va priyomniklari bilan to'liq ta'minlangan.

3.5. Sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasini uchta segmentga bo'lish qabul qilingan: kosmik boshqarish va kuzatish hamda foydalanuvchilar segmenti (sun'iy yo'ldosh signallarini qabul

kiluvchi priyomniklar). NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasida 24 ta va ГЛЮНACC sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasida 21 ta doimo ishlovchi va 3 ta zaxira sun'iy yo'ldoshlari mavjud. ГЛЮНACC sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasi sun'iy yo'ldoshlari 3 ta orbital tekislik bo'ylab aylana tarzida harakatlanadi. NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh sistemasidagi sun'iy yo'ldoshlar esa 6 ta orbital tekislik bo'yicha aylanadi.

Sun'iy yo'ldoshlar orbitasi amalda doiraviy bo'lib, ularning uchish balandliklari 20180 km geodezik balandlikni va yer markazidan 26600 km balandlikni tashkil etadi.

Sun'iy yo'ldoshlarni elektroenergiya bilan ta'minlash va akkumulyatorlarni zaryadlash uchun sun'iy yo'ldoshlarda har birining maydoni 7,2 kv. metr ga teng bo'lgan ikkita quyosh batereyalari o'rnatilgan. Akkumulyatorlar sun'iy yo'ldoshlarning yerning qorong'u tomonidan aylanib o'tishida energiya bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Har bir sun'iy yo'ldosh kvarts standart chastotamerlari (ikkita seziy va ikkita rubidiy standart chastotamerlar) bilan jihozlangan bo'lib, ular  $1 \cdot 10^{-12} \div 1 \cdot 10^{-13}$  chegarada sun'iy yo'ldosh soatlarini stabilashtiradilar.

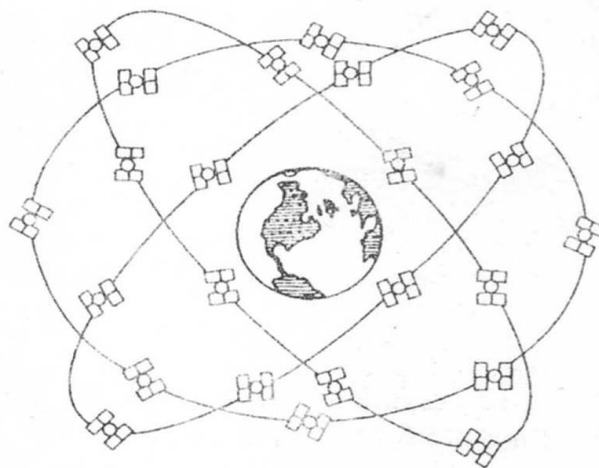
Seziy va rubidiy standart chastotamerlarini asosiy deb hisoblangan kvarts standart chastotameri boshqarib turadi. Asosiy kvarts standart chastotameri 10,23 MGS ga teng bo'lgan chastotani ishlab chiqadi. NAVSTAR GPS sistemasida barcha sun'iy yo'ldoshlar ikkita bir xil L - diapazon signal ( $L_1$  va  $L_2$ ) tarqatadi. Ammo, har bir sun'iy yo'ldosh o'zining shaxsiy kodi bo'yicha signal tarqatadi, bu esa sun'iy yo'ldoshlarni tartib raqamini aniqlash imkonini beradi. Asosiy chastotadan quyidagi 2 ta L-diapazonli chastotalar hosil qilinadi:  $L_1 = 10,23 \cdot 154 = 1575,42$  MGS (to'lqin uzunligi 19,05 sm);  $L_2 = 10,23 \cdot 120 = 1227,6$  MGS (to'lqin uzunligi – 24,45 sm). Bu chastotalar Modulyatorlar orqali antennaga kelib barcha ma'lumotlarni yerga uzatib beradi.

ГЛЮНACC sun'iy yo'ldosh sistemasida har bir sun'iy yo'ldosh o'zini chastotasi bo'yicha signal tarqatadi, kod esa hammasi uchun bir xil bo'ladi. ГЛЮНACC sun'iy yo'ldosh sistemasidagi sun'iy yo'ldoshlar ham ikkita chastota bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi, ya'ni:

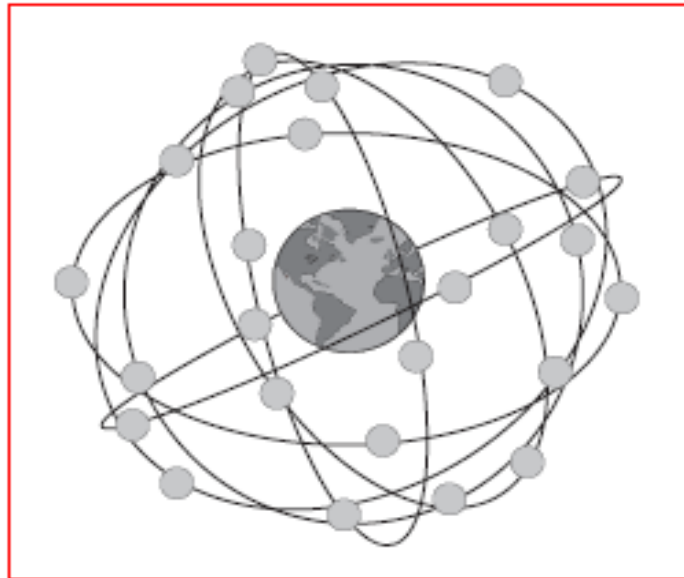
$$L_1 = f_{01} + k\Delta f_1 = 1602 \text{ MGS} + 0,4375 k \text{ (MGS)};$$

$$L_2 = f_{02} + k\Delta f_2 = 1246 \text{ MGS} + 0,5625 k \text{ (MGS)},$$

bu yerda,  $k = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  – sun'iy yo'ldoshlar tartib raqami.



12-rasm. ГЛЮНACC sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasini orbitada harakatlanishi.

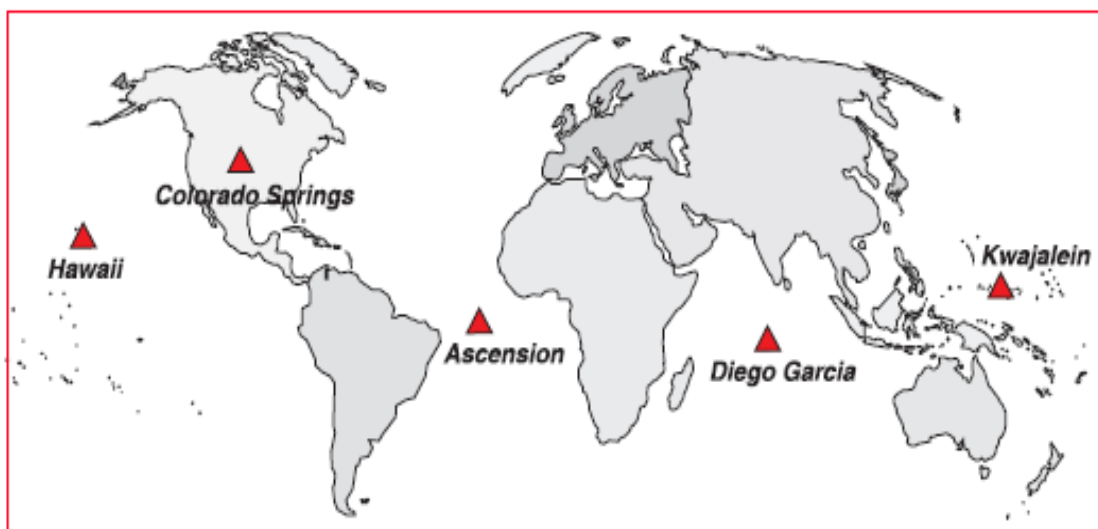


13-rasm. NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasini orbitada harakatlanishi.

Chastotalar nisbati  $L_1/L_2=9/7=1,286$  ga teng. NAVSTAR sistemasidagi nazorat va boshqaruv stansiyalari ekvatorga yaqin kilib joylashtirilgan (Kwaiatein, Hawaii, Colorado Spzings, Ascencton, Diego Garsia stansiyalari). Kuzatuv stansiyasi o'z ustidan o'tayotgan barcha sun'iy yo'ldoshlardan yuborilgan signallarni qabul kilib, sun'iy yo'ldoshlar orasidagi masofalarni hisoblaydi, mahalliy metereologik parametrlarni o'lchaydi va bosh stansiya uchun ma'lumotlarni tayyorlaydi.

Bosh nazorat stansiyasida barcha kelib tushayotgan ma'lumotlar qayta ishlanadi, sun'iy yo'ldosh efemeridlari hisoblanadi va bashorat qilinadi. Stansiyalar nomlari va joylashgan o'rinlari quyida keltirilgan: -kuzatuv stansiyasi (Kwaiatein, Colorado Spzings, Ascencton, Diego Garsia); - bosh kuzatuv stansiyasi (Colorado Spzings), -yer usti antennalari (Kwaiatein, Colorado Spzings, Ascencton)

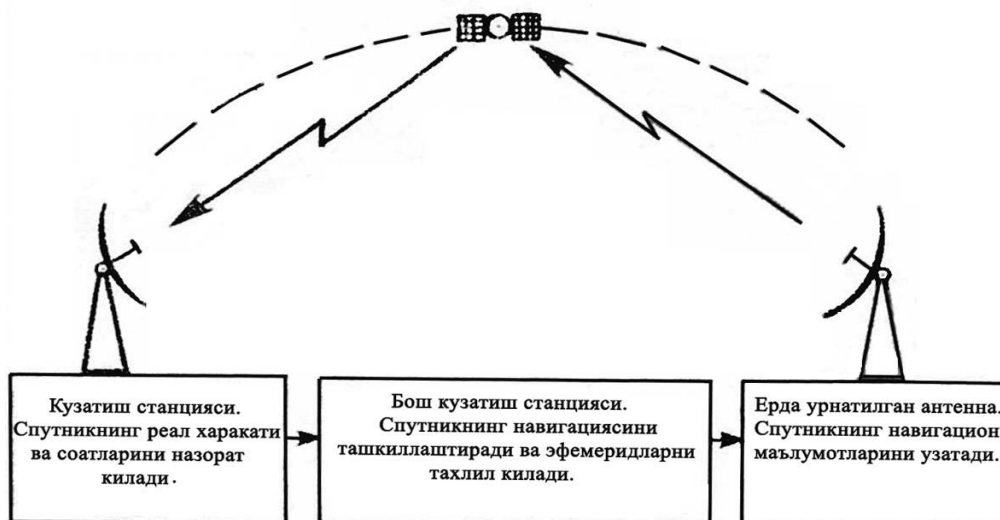
ГЛОБАСС sun'iy yo'ldosh sistemasida yer usti segmenti quyidagi stasionar elementlardan iborat: markaziy boshqaruv stansiyasi (MBS); nazorat stansiyasi (NS); kuzatuv komanda stansiyasi (KKS); Kvanto-optik stansiyalar (KOS); sun'iy yo'ldosh bort qurilmalari va elementlarini kuzatuvchi stansiya sun'iy yo'ldosh soatlariga tuzatmalar kiritadi va sun'iy yo'ldosh uchun navigasiion ma'lumotlarni tayyorlaydi. Stansiyalar quyidagi joylarda o'rnatilgan:



Расположение станций Сегмента Управления.

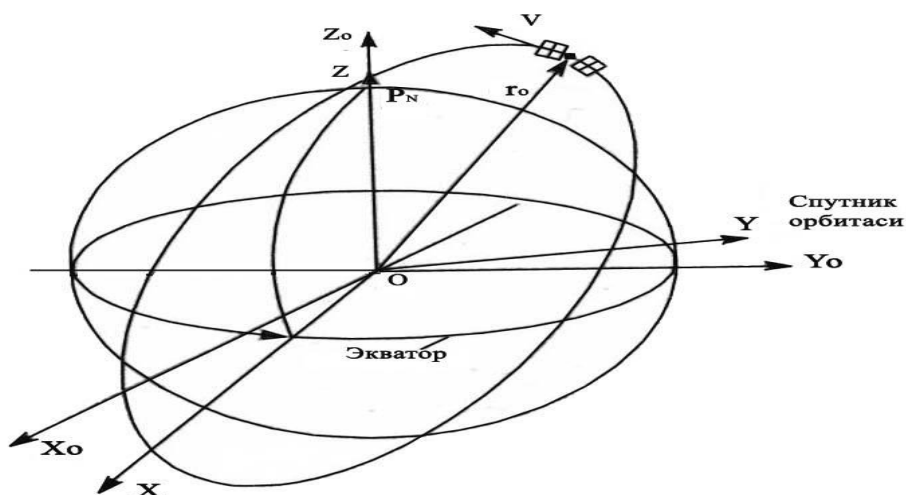
14-rasm. NAVSTAR GPS sun'iy yo'ldosh navigasion sistemasining nazorat va boshqaruv stansiyalari.

MBS –Moskvada, NS-Moskvada, KKS-Sank-Peterburgda, Vorko'tada, Yakutskda, Yeniseyskda, Ulan-Udeda, Ussuriyskda, Petrovlovsk-Kamchatskda, KOS-Ussuriyskda, boshqa stansiyalar-Ussuriysk va Moskvada joylashgan.



15-rasm. Sun'iy yo'ldosh efemeridlarini o'lchash, bashorat qilish va yangilash

Yer sun'iy yo'ldoshlari harakat trayektoriyasi osmon mexanikasi qonuniga binoan inersiya kuchi va Yerning tortishish kuchi ta'sirida aylanadi. Bu harakat trayektoriyasini taxlil etish uchun geosentrik inersial koordinata sistemasi  $X_0, U_0, Z_0$  qo'llaniladi. Koordinaata boshi Yer massasi markazida joylashgan bo'lib,  $X$  o'qi ekvator tekisligida bahorgi teng kunlik nuqtasiga.  $Z_0$  o'qi Yerning aylanish o'qi bo'ylab shimoliy kutbga,  $U_0$  o'qi esa ekvator tekisligida  $X$  o'qiga perpendikulyar ravishda yo'naltirilgan.



16-rasm. Geosentrik inersial koordinata sistemasi.

Bundan tashqari XUZ geosentrik qo'zgaluvchan koordinata sistemasi qo'llaniladi. ГЛОНАСС navigasion sistemasida uni PZ - 90, NAVSTAR GPSda esa WGS-84 deb yuritiladi. Bu sistemani markazi  $X_0, U_0, Z_0$  geosentrik inersial koordinata sistemasi markazi bilan,  $Z$  o'qi ham  $Z_0$  bilan to'g'ri keladi. Ammo,  $X$  o'qi ekvator tekisligida Grinвич meridiani bilan ekvator chizig'i kesishgan nuqtaga yunaltirilgan. Sun'iy yo'ldoshlar harakati haqidagi ma'lumotlar geosentrik ko'zgaluvchan koordinata sistemasida kuzatiladi va hisoblanadi.

## 4-Ma'ruza.

### Mavzu: Vaqt o'lchash tizimlarining tahlili

#### REJA:

- 4.1. Vaqt o'lchash tizimlari haqida tushuncha.
- 4.2. Yulduz vaqti.
- 4.3. Haqiqiy quyosh vaqti.
- 4.4. O'rta quyosh vaqti.
- 4.5. Sun'iy yo'ldoshlarning vaqt o'lchash tizimlari.

#### Tayanch iboralar:

Birinchi ekvatorial koordinata tizimi, ekliptika koordinatalari, vaqt o'lchash birligi va sanoq tizimi, vaqt o'lchash birligining etaloni, dunyo vaqti, tropik yil, yulduz yili yoki siderik yil, anomolistik yil, sinodik, siderik, tropik va anomolistik oy, Yulduz vaqti, haqiqiy Quyosh vaqti va o'rta Quyosh vaqti.

#### 4.1. Vaqt o'lchash tizimlari haqida tushuncha.

Vaqt o'lchash kosmik geodeziyaning asosiy masalalaridan biridir.

Osmon sferasining yordamchi nuqtasiga nisbatan Yerning o'z o'qi atrofida to'liq aylanib chiqish vaqti oralig'i asosiy vaqt o'lchovi birligi qilib olinadi. Yordamchi nuqtalar sifatida  $\gamma$  - bahorgi tengkunlik, Quyoshning ko'rinma diski markazi-haqiqiy Quyosh va o'rtacha ekvatorial Quyosh nuqtalari olinadi. Vaqt intervali o'lchovining boshlanishi qilib haqiqiy astronomik meridiandagi osmon sferasining yordamchi nuqtasining kul'minatsiya momenti olinadi. Vaqt intervali o'lchovi – bu osmon sferasining yordamchi nuqtasini soat burchagi  $t$  ni aniqlashdan iborat bo'lib, u haqiqiy meridian tekisligi va yordamchi nuqta og'ish aylanasi o'rtasidagi ikki qirrali burchakka teng.

Sferik koordinata tizimlarini o'rganishda yoritgich gorizontal koordinatalari ( $z$  va  $A$ ) va birinchi ekvatorial koordinata tizimidagi soat burchagi  $t$  vaqt funksiyalari bo'lib, osmon sferasining aylanma harakati natijasida uzlo'qsiz o'zgarishlarini ko'rdik. Shu sababdan yoritgichning holatini bildiruvchi koordinatalarni aniqlashda ushbu koordinatalarga taalluqli vaqt momentlarini ko'rsatish kerakdir.

$a$  va  $\delta$  ekvatorial koordinatalari hamda  $b$  va  $l$  ekliptika koordinatalari osmon sferasining sutkalik aylanishiga bog'liq emas, ammo, ular ham vaqt o'tishi bilan boshqa refraksiya, aberrasiya, parallaks kabi salbiy faktorlar ta'sirida o'zgaradi.

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

Istalgan davriy qaytariluvchi jarayon vaqt o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Ushbu jarayonning bir yoki bir nechta davrlarini davom etish oralig'i *vaqt o'lchash birligining etaloni* tarzida qabul qilinadi. Hozirgi kunda vaqt birligining etalonini olish uchun quyidagi doiraviy jarayonlar olinadi:

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

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

Yerni o'z o'qi atrofida bir marta aylanish davri *sutka* deyiladi. Sutka dunyo vaqtining o'lcham birligi bo'lib, uning qisqaroq oraliklarini o'lchash uchun sutka 24 soat(h)ga, bir soat 60 minut (m)ga, minut 60 sekund (s) ga, sekundlar esa sekundning undan bir, yuzdan bir, mingdan bir qismlariga bo'linadi. Uzoq vaqtgacha bu etalon vaqt o'lchash uchun doimiy qiymat deb hisoblab kelingan. XX asr o'rtasida olimlar yerning o'z o'qi atrofidagi harakati notekis ekanligini



isbotlaganlar, demak sutkalar vaqti doimiy emasdir. Ammo yerning o'z o'qi atrofida notekis aylanish jarayonidagi chetlashishlarni aliqlash va hisobga olish mumkin. Sutkalar nisbatan qisqa vaqt oralig'ini ifodalaydi. Katta vaqt oraligini o'lchash uchun Yerni Quyosh atrofida aylanib chiqish davri ishlatiladi. Yerning Quyosh atrofidagi harakatini Quyoshni ekliptika bo'yicha ko'rinuvchi harakatini aks ettiradi.

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

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

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

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

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

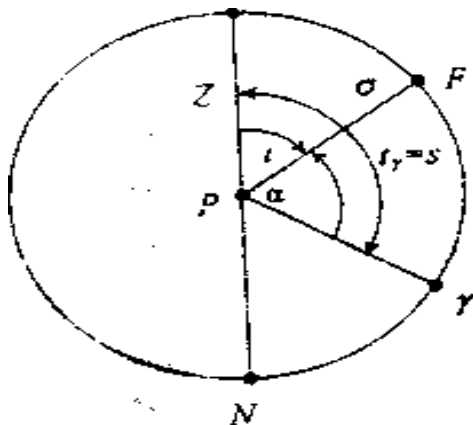
Har qanday harakat nisbiy bo'lgani uchun Yerning sutkalik yoki yillik harakatini ham Yerdan tashqarida uning harakatida ishtirok etmagan boshqa jism yoki nuqtaga nisbatan kuzatish mumkin. Bu maqsaddagi qo'zg'almas nuqta osmon sferasi bilan bog'liq bo'lishi kerak. Ammo, bunday nuqta osmon sferasida yo'q,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

#### 4.2. Yulduz vaqti.

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

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

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



17-rasm. Osmon sferasini ekvatorial tekislikdagi proeksiyasi.

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

Yulduz sutkasini boshlanishidan to istalgan boshqa momentgacha o'tgan bahorgi tengkunlik holatini aniqlovchi hamda yulduz soati, minuti va sekundlarida ifodalangan vaqt *yulduz vaqti* deyiladi va  $s$  harfi bilan belgilanadi. Yulduz vaqti  $s$  son jihatdan bahorgi tengkunlik soat burchagini soat o'lchamida ifodalanganiga tengdir (12-rasm) ya'ni

$$s = t_\gamma \quad (4.2.1)$$

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

Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinata tizimlarini bog'liqligini ko'rganimizda bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi yoritgichning to'g'ri chiqishi  $\alpha$  va soat burchagi  $t$  larning yig'indisiga tengligini bilgan edik. 13-rasmda osmon sferasini ekvatorial tekislikdagi proyeksiyasi ko'rsatilgan.  $SF\gamma N$  - osmon ekvatori,  $SZN$  - osmon meridiani proyeksiyasi,  $P\sigma F$  - yoritgich og'ish doirasi proyeksiyasi va  $R\gamma$  - bahorgi tengkunlik nuqtasining og'ish doirasini proyeksiyasidir. Rasmdan ko'rinadiki

$$t_\gamma = \alpha + t \quad (4.2.2)$$

demak, (9) formuladagi  $t_\gamma = s$  ekanligi uchun

$$s = \alpha + t \quad (4.2.3)$$

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

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

$$s = \alpha \quad (4.2.4)$$

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

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

$$s = \alpha + 12^h \quad (4.2.5)$$

Ya'ni yoritgichning quyi kulminasiya momentida yulduz vaqti qiymatan ushbu yoritgichning to'g'ri chiqishiga  $12^h$  ni qo'shilganiga teng. Agar (13) formuladagi  $(\alpha + 12^h)$  yig'indi  $24^h$  dan oshib ketsa, ushbu formulaning o'ng qismidan  $24^h$  ni olish kerak.

Yulduz vaqti astronomik kuzatishlar va turli ilmiy masalalar yechish uchun qulay, ammo kundalik hayot va ba'zi ilmiy tadqiqotlarda noqulaydir. Inson hayotidagi kun tartibi asosan, osmon sferasidagi Quyoshning ko'rinishiga muvofiq keladi. Yulduz sutkasining boshi, ya'ni  $0^b$  yulduz vaqti Quyosh sutkasining turli momentlariga mos kelib, ba'zan kunga, ba'zan tunga to'g'ri keladi. Bu noqulaylik sababli kundalik hayotda Quyosh bo'yicha vaqt o'lchash asos hisoblanadi.

#### 4.3. Haqiqiy quyosh vaqti.

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

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

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

$$m_O = t_O + 12^h \quad (4.3.1)$$

Shunday qilib, istalgan momentdagi haqiqiy quyosh vaqtini aniqlash uchun ushbu momentdagi kuzatishlardan haqiqiy quyosh soat burchagini olish yetarlidir. Haqiqiy quyosh vaqti  $m_O$  amaliy maqsadga yaramaydi. Bunga ikkita sabab bor.

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

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

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

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

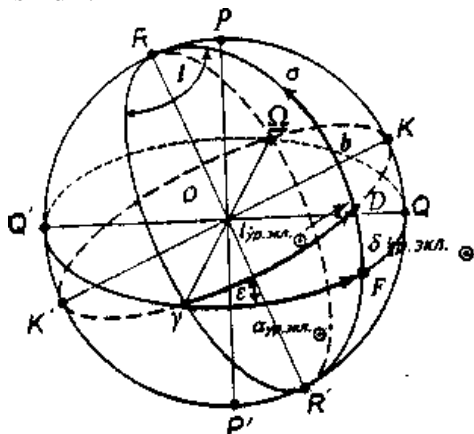
#### 4.4. O'rta quyosh vaqti.

Haqiqiy quyosh sutkasi doimiy bo'lmay, qishda (yanvarda) uzun, yozda (iyulda) qisqarok bo'lgani uchun vaqt o'lchash birligiga qo'yilgan talabini qoniqtirmaydi. Zamonaviy kundalik hayot uchun vaqtni aniqroq belgilovchi vaqt o'lchovi kerak.

Quyosh bo'yicha takomillashgan vaqt o'lchash tizimini yaratish uchun *o'rta ekvatorial quyoshga* mos vaqt o'lchash tizimi qo'llaniladi.

Yerning o'rtacha harakat tezligiga mos, haqiqiy Quyoshning o'rtacha tezligida ekliptika bo'yicha bir tekis harakat qiluvchi qalbaki nuqtani tasavvur qilamiz. Bu nuqta *o'rta ekliptik Quyosh* deb ataladi. O'rta ekliptik Quyosh haqiqiy Quyosh bilan birgalikda faqat perigey va apogeydan

o'tadi, boshqa vaqt momentlarida ular uchrashmaydi. Bunga sabab ularning turli xil tezlikda harakat qilishidir.



18-rasm. O'rta ekliptik quyosh koordinatalari:

$l_{\text{yrt.ekl}_O}$  – uzoqligi,

$\alpha_{\text{yrt.ekl}_O}$  – to'g'ri chiqishi,

$\delta_{\text{yrt.ekl}_O}$  – og'ishi.

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

$$l_{o'rt.ekl_O} = (l.O)_{o'rt} \quad (4.4.1)$$

Ammo, o'rtacha ekliptik quyoshni qo'llash bilan ham doimiy vaqt birligiga erishmaymiz. Bunga sabab haqiqiy quyoshga vaqtdan ma'lum bo'lgan ikkita salbiy faktorning faqat bittasini ya'ni – Quyosh notekis harakatini ta'siri yo'qoladi. Ikkinchi faktor ya'ni osmon ekvatorini ekliptikaga og'ishi o'rta ekliptik quyoshning to'g'ri chiqishi ( $\alpha_{o'rt.ekl_O}$ ) ni notekis o'sishiga, demak uning soat burchagi ( $t_{o'rt.ekl_O}$ ) ni notekis o'zgarishiga olib keladi (18-rasm).

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

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

- o'rta ekvatorial quyosh ekvator bo'ylab o'rta ekliptik quyoshni ekliptikadagi tezligiga teng tezlikda harakat qiladi;

- bahorgi va kuzgi tengkunlik nuqtalaridan ular bir vaqtda o'tai.

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

$$\alpha_{o'rt.ekl_O} = l_{o'rt.ekl_O} = (l.O)_{o'rt} \quad (4.4.1^*)$$

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

*O'rta quyosh sutkasi* deb o'rta ekvatorial quyoshni kuzatish nuqtasining meridianidagi ikkita ketma-ket keluvchi yuqori kulminasiya momentlari ya'ni *yarim tunlar oralig'idagi vaqtga aytiladi*. O'rta quyosh sutkasi 24 o'rta soatga, o'rta quyosh soati 60 o'rta minutga, o'rta quyosh minuti 60 quyosh sekundiga bo'linadi. O'rta ekvatorial quyoshning quyosh kulminasiyasi ya'ni yarim tunda o'rta quyosh vaqti  $0^h0^m0^s$ , o'rta ekvatorial quyoshning soat burchagi esa  $12^h$  ga teng bo'ladi. O'rta quyosh sutkasining boshidan to istalgan boshqacha momentgacha bo'lgan vaqt o'rta quyosh soat, minut, sekundlarida ifodalalanib, *o'rta quyosh vaqti deyiladi va m bilan belgilaniladi*.

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

$$m = t_{o'rt.ekl_O} + 12^h. \quad (4.4.2)$$

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

$$M = T_{o'rt.ekl_O} + 12^h \quad (4.4.3)$$

bo'ladi.

#### 4.5. Sun'iy yo'ldoshlarning vaqt o'lchash tizimlari.

Vaqtning o'lchashda asosiy astronomik birlik sifatida, Yer sharini biror bir osmon jismiga nisbatan, o'z o'qi atrofida to'liq aylanishiga ketgan vaqt, ya'ni sutka (86400 sek) qabul qilingan. Vaqtning aniq o'lchash uchun prossiya va no'tasiyani hisobga olish kerak. Bundan tashkari, Yer o'z o'qi atrofida bir xil tekis maromda aylanmaydi, shuning uchun ham sutka har xil vaqtga o'zgaradi. 1967 yilda og'irlik va o'lchov birliklari bo'yicha XIII Bosh konferensiya qarori bilan atom sekundi qabul qilindi. Atom sekundi – tashqi ta'sirlarsiz Seziy – 133 atomining 9192631770 marta tebranishiga sarflanadigan vaqt oralig'idir. Hozirda atom sekundi SI sistemasiga qabul qilingan.

Har bir sun'iy yo'ldosh o'z soati bilan ta'minlangan bo'lib, ularning vaqt o'lchash nisbiy xatoligi  $1 \cdot 10^{-13}$  ga teng, ya'ni bu sun'iy yo'ldoshlarga o'rnatilgan soatlar bir yilda 0,000003 sekundga oldinga yoki orqaga qoladi deganidir. Ammo xatolik juda katta hisoblanganligi uchun soatlar doimo nazorat kilib turiladi va Yerdagi etalon soatlar bilan tuzatiladi. Bu jarayonga sinxronizatsiyalash deyiladi. GPS vaqt sanog'i sistemasining boshlanishi 1980 yil 5 yanvar 0<sup>h</sup> dan belgilangan. Shuning uchun, GPS haftasining boshlanishi shanbadan yakshanbaga o'tar kechasi yarim tundan boshlangan. GPS sistemasi vaqti o'z shkalasiga ega va bosh nazorat stansiyasidagi soatlar bilan aniqlanadi.

GPS soatlarining sekundlari uzunligi UTS vaqt shkalasidan farq qiladi. Bu farq navigasion ma'lumotlar bilan kuzatiladi va to'g'rilanadi. 1992 yil 1 iyulda bu farq 7 sekundni tashkil etgan, ya'ni GPS vaqti UTS vaqtidan oldinga ketgan..

Geodeziya sohasida qo'llaniladigan priyomniklar yengil, arzon bo'lishi uchun ularga sun'iy yo'ldosh soatlariga nisbatan million marta kam stabillashgan soatlar o'rnatilgan. Shuning uchun, har bir seans o'lchash jarayonida priyomnik soatlari sun'iy yo'ldosh soatlari bilan sinxronizatsiya qilinadi. GPS priyomniklarning aniqlik darajasi geodezik asboblarning tanlangan usuli va parametrlariga bog'liq.

Standart ko'rsatkichlar quyidagi 1-jadvalda ko'rsatilgan.

## 5-Ma'ruza.

### Mavzu: Sun'iy yo'ldoshlarning orbital harakatini tahlil qilish

#### REJA:

- 5.1. YeSYlariga Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi harakati.
- 5.2. YeSYlariga Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi harakati.
- 5.3. Sun'iy yo'ldoshlarning orbital harakatini tahlil qilish.

#### Tayanch iboralar:

Differensial tenglamalar, sferik koordinatalar, Yuzalar integrallari, Laplas integrallari, chiquvchi tugun uzoqligi, perigey argumenti; orbitaning og'ish burchagi, katta yarim o'q, orbitaning eksentrisiteti.

#### 5.1. YeSYlariga Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi harakati.

Sun'iy yo'ldoshning Yerning atrofida qo'zg'almas koordinata sistemasida harakatlanishida dastlab, uning massasi markazida ikkinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasi aniqlanadi:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\mu \frac{x}{\rho^3}; \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -\mu \frac{y}{\rho^3}; \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -\mu \frac{z}{\rho^3}, \quad (5.1.1)$$

bu yerda 
$$\mu = f(M + m); \quad \rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}. \quad (5.1.2)$$

(5.1.1) tenglama Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi kepler harakati differensial tenglamasi deb nomlanadi. Bu tenglamalar silindrik koordinatalarda  $(r, \lambda, z)$  quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 = -\mu \frac{r}{\rho^3}; \quad \frac{d}{dt}\left(r \frac{d\lambda}{dt}\right) = 0; \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -\mu \frac{z}{\rho^3}, \quad (5.1.3)$$

bu yerda 
$$\rho = \sqrt{r^2 + z^2}.$$

Agar  $r, \varphi, \lambda$  – sferik koordinatalar, quyidagi tenglamalar bilan aniqlansa

$$x = \rho \cos \varphi \cos \lambda; \quad y = \rho \cos \varphi \sin \lambda; \quad z = \rho \sin \varphi, \quad (5.1.4)$$

unda Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi harakat differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\rho}{dt^2} - \rho\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \cos^2 \varphi &= -\frac{\mu}{\rho^2}; \\ \frac{d}{dt}\left(\rho^2 \frac{d\varphi}{dt}\right) + \rho^2\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 \sin \varphi \cos \varphi &= 0; \\ \frac{d}{dt}\left(\rho^2 \frac{d\lambda}{dt}\right) \cos^2 \varphi &= 0. \end{aligned} \quad (5.1.5)$$

Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmagandagi kepler harakati differensial tenglamasini integrallash birinchi integrallarni mustaqil jamlanmasiga olib keladi.

Yuzalar integrallari:

$$yz - zy = c_1; \quad zx - xz = c_2; \quad xy - yx = c_3. \quad (5.1.6)$$

(27) tenglamalardagi  $s_1, s_2, s_3$  – doimiy yuzalar.

Energiya integrali

$$x^2 + y^2 + z^2 = \frac{2\mu}{\rho} + h, \quad (5.1.7)$$

bu yerda  $h$  erkin doimiylik doimiy energiya deb nomlanadi.

Chunki

$$x^2 + y^2 + z^2 = V^2, \quad (5.1.8)$$

(5.1.8) ni o'rniga qo'yib quyidagini hosil qilamiz

$$V^2 = \frac{2\mu}{\rho} + h. \quad (5.1.9)$$

Laplas integrallari:

$$x\rho - \rho x = f_1; \quad y\rho - \rho y = f_2; \quad z\rho - \rho z = f_3, \quad (5.1.10)$$

bu yerda  $f_1, f_2, f_3$  – Laplas doimiylari.

Yettita topilgan integrallar orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$c_1 f_1 + c_2 f_2 + c_3 f_3 = 0; \quad (5.1.11)$$

$$f_1^2 + f_2^2 + f_3^2 = \mu^2 + h(c_1^2 + c_2^2 + c_3^2). \quad (5.1.12)$$

Shuningdek belgilaymiz,

$$c = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2}$$

moment vektori harakatlar sonidir

$$f_H = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2}$$

-Laplasning vektori.

$s$  va  $f_L$  vektorlar bir-biriga perpendikulyar va Laplas o'zgarmas tekisligini aniqlaydi. (5.1.6), (5.1.7) va (5.1.10) yettita integraldan faqat beshtasi mustaqil bo'ladi.

(5.1.2) sistemalarning umumiy integrallari bo'lib, quyidagi tenglamalar sistemasi hisoblanadi:

$$\begin{aligned} x &= x(t, h, g, /c/, /f/); \\ y &= y(t, h, g, /c/, /f/); \end{aligned} \quad (5.1.13)$$

$$\begin{aligned} z &= z(t, h, g, /c/, /f/); \\ x &= x(t, h, g, /c/, /f/); \\ y &= y(t, h, g, /c/, /f/); \\ z &= z(t, h, g, /c/, /f/). \end{aligned} \quad (5.1.14)$$

bu yerda  $F(t, h, g, c_1, c_2, c_3, f_1, f_2, f_3)$  - vaqt funksiyalari va oltita mustaqil erkin doimiyliklar.

Erkin doimiyliklar boshlang'ich shartlar deb nomlanadiganlar, ya'ni  $(x_0, y_0, z_0)$  koordinatalar va  $t_0$  momentdagi  $(x_0, y_0, z_0)$  sun'iy yo'ldosh tezligini tuzuvchilar orqali aniqlanishi mumkin. Ammo, amaliyot nuqtai-nazaridan qaraganda, ko'pchilik hollarda erkin doimiyliklarni orbita elementlari orqali ifodalash maqsadga muvofiqdir.

Sun'iy yo'ldosh orbitasining elementlari parametrlar jamlanmasi bo'lib, orbitaning fazodagi holatini, uning o'lchamlari va shakli hamda qaysidir vaqt momentida sun'iy yo'ldoshning orbitadagi holatini tavsiflaydi.

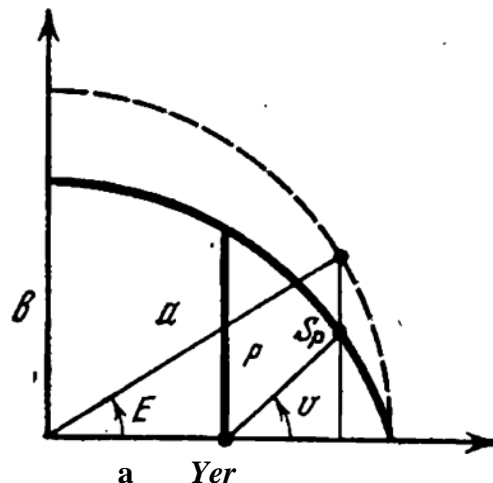
Orbitaning fazoda holati quyidagilar bilan tavsiflanadi:  $W$  – chiquvchi tugun uzoqligi;  $w$  – perigey argumenti;  $i$  – orbitaning og'ish burchagi. Orbitaning o'lchamlari va shaklini quyidagilar tavsiflaydi:  $a$  – katta yarim o'q;  $ye$  – orbitaning eksentrisiteti. Oltinchi element sifatida sun'iy yo'ldoshning perigey  $\tau$  orqali o'tish momenti bo'lishi mumkin.

Orbita elementlarining turli xil modifikatsiyalari bo'lishi mumkin (19-rasm).

$$\begin{aligned} p &= a(1 - e^2) \\ q &= a(1 - e) \\ a) \quad n &= \sqrt{\mu / a^3} \\ T &= 2\pi / n \\ ye) \quad \sin \varphi &= e \\ w) \quad \pi &= W - w \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_0 &= n(t - \tau) \\
\varepsilon &= \Omega + \omega + M_0 \\
\text{t) } M &= n(t - t_0) + M_0 \\
E &= M + e \sin E \\
\text{tg } \frac{v}{2} &= \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \text{tg } \frac{E}{2}.
\end{aligned}$$

Bu yerda  $r$  – fokal parametrlar;  $n$  – o'rtacha harakat;  $T$  – sun'iy yo'ldoshning aylanish davri;  $p$  – perigey uzoqligi;  $M$  – o'rtacha anomaliya;  $n$  – haqiqiy anomaliya;  $e$  – o'rtacha uzoqlik;  $m=fM_0$  – gravitasion parametrlar.



19-rasm. Orbitaning turli xil elementlari nisbatlari xulosalari.

Ekssentrik va o'rtacha anomaliya orasidagi bog'liqlik tenglama yordamida o'rnatiladi  $E - e \sin E = M$ , (5.1.13) bu Kepler tenglamasi deb nomlanadi.

## 5.2. YeSYlariga Yerning tortish kuchi ta'sir ko'rsatgandagi harakati.

Sun'iy yo'ldoshlarning harakatiga ta'sir ko'rsatuvchi kuchlarning tavsifiga bog'liq ravishda, ular gravitasion (Yerning anomal gravitasion maydonidan, Oyning va Quyoshning tortishidan) va konservativ bo'lmagan kuchlarga bo'linadi, ulardan asosiysi atmosferaning qarshiligi va quyosh nurlanishi bosimi hisoblanadi.

Ta'sir ko'rsatuvchi harakatni o'rganish uchun orbitalarni to'qnashadigan tushunchasidan foydalaniladi, u kepler o'rbitasidek aniqlanadi, elementar yoy har qanday momentda haqiqiy orbita elementar yoyi bilan mos keladi.

Ta'sir ko'rsatuvchi harakat Lagranjning differensial tenglamasi bilan ifodalanadi

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = \frac{\partial V}{\partial q_i} + Q_i \quad (i = 1, 2, 3) \quad (5.2.1)$$

bu yerda  $q_i$  - umumlashgan koordinata;  $T$  – sistemaning kinetik energiyasi;  $V$  – potensial funksiya;  $Q_i$  – konservativ bo'lmagan umumlashgan kuch.

Agar  $q_i$  - tug'ri burchakli koordinata absolyut sistemasidagi dekart koordinatalari  $(x, y, z)$  ning boshlanishi Yer massasi markazida bo'lsa, unda Lagranj tenglamasi sistemaga murojat qiladi:

$$\begin{aligned}
\frac{d^2 x}{dt^2} + \mu \frac{x}{\rho^3} &= \frac{\partial V}{\partial x} + Q_x; \\
\frac{d^2 y}{dt^2} + \mu \frac{y}{\rho^3} &= \frac{\partial V}{\partial y} + Q_y; \quad (5.2.2)
\end{aligned}$$



$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \mu \frac{z}{\rho^3} = \frac{\partial V}{\partial z} + Q_z;$$

(38) tenglamani integrallash uchun boshlang'ich shartlar ( $x_0, y_0, z_0$ ) koordinatalar va boshlang'ich momentdagi  $x_0, y_0, z_0$  tezlikni tuzuvchilar hisoblanadi.

Ta'sir ko'rsatuvchi harakat differensial tenglamasi komponentlar orqali taqdim etiladi:

$$\begin{aligned} \frac{d\Omega}{dt} &= W \frac{\rho}{\sqrt{\mu\rho}} \frac{\sin u}{\sin i}; \\ \frac{dp}{dt} &= 2\sqrt{\frac{\rho}{\mu}} \rho T; \\ \frac{di}{dt} &= \frac{\rho}{\sqrt{\mu\rho}} W \cos u; \\ \frac{de}{dt} &= \sqrt{\frac{p}{\mu}} [S \sin v + (1 + \frac{\rho}{p})T \cos v + e \frac{\rho}{p} T]; \\ \frac{d\omega}{dt} &= \sqrt{\frac{p}{\mu}} [-\frac{1}{e} S \cos v + \frac{1}{e} (1 + \frac{\rho}{p})T \sin v - \frac{\rho}{p} W \text{ctgi} \sin u]; \\ \frac{du}{dt} &= \frac{\sqrt{\mu p}}{\rho^2} [1 - \frac{\rho^3}{\mu p} W \text{ctgi} \sin u - \frac{\rho^2}{(\rho^2)} \sqrt{\frac{p}{\mu}}], \end{aligned} \quad (5.2.3)$$

bu yerda ( $u$ ), ( $p$ ) va ( $r$ ) –  $p$  fokal parametri va  $r$  radius-vektorining  $u$  kenglik argumentining ta'sir ko'rsatmagan qiymati;  $W, T, S$  – ta'sir ko'rsatuvchi komponentlar tezlanishi (27-rasm).

$de/dt$  va  $d\omega/dt$  sistemadagi tenglama uchun  $e$  eksentrisitetning kichik qiymatlarida (39) tenglama almashtiriladi

$$\frac{d\lambda_1}{dt} \sqrt{\frac{p}{\mu}} [-S \cos u + T(1 + \frac{\rho}{p}) \sin u + \frac{\rho}{p} (T\lambda_1 - W\lambda_2 \text{ctgi} \sin u)]; \quad (5.2.4)$$

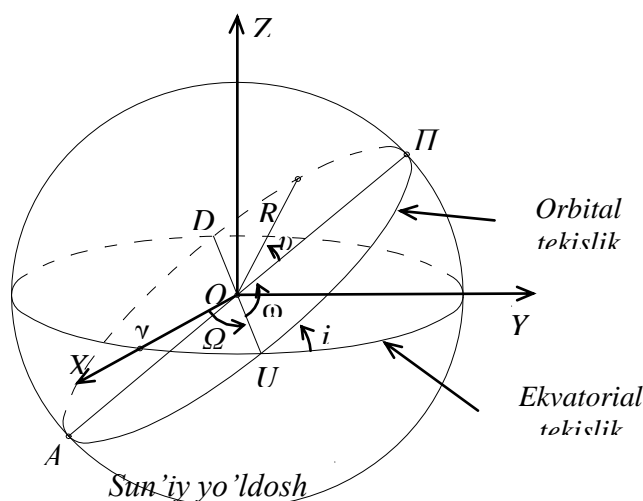
$$\frac{d\lambda_2}{dt} \sqrt{\frac{p}{\mu}} [-S \sin u + T(1 + \frac{\rho}{p}) \cos u + \frac{\rho}{p} (T\lambda_2 - W\lambda_1 \text{ctgi} \sin u)], \quad (5.2.5)$$

bu yerda  $\lambda_1 = e \sin \omega$ ;  $\lambda_2 = e \cos \omega$ ;  $e = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ ;  $\text{tg} \omega = \lambda_1 / \lambda_2$ .

Harakatlar sistemasi tenglamalari ma'lum boshlang'ich shartlarda o'zgarishi mumkin.

### 5.3. Sun'iy yo'ldoshlarning orbital harakatini tahlil qilish.

Geosentrik sistemada sun'iy yo'ldosh holatini hisoblash uchun oltita kepler orbitalari elementlari qo'llaniladi. Ulardan uchta orbitani fazodagi holatini, ikkita ularni o'lchamlarini, bittasi sun'iy yo'ldosh holatini tavsiflaydi (20-rasm).



20-rasm. Geosentrik sistemada sun'iy yo'ldosh holatini hisoblash.

Orbital tekislikning oriyentirlash  $XOY$  ekvatorial tekislikning holatiga nisbatan tavsiflanadi. Bu tekisliklarning kesishish chiziqlari  $DU$  chiziq tugunlari deb ataladi. Sun'iy yo'ldosh orbitalari tugunlari esa ekvatorial tekislik bilan orbitalarning kesishish nuqtalari hisoblanadi. Sun'iy yo'ldoshning janubiy osmon yarim sferasidan shimol tomonga harakatiga mos keluvchi,  $U$  tuguni – chiquvchi, aksincha, shimoliy osmon yarimsferasining janub tomoniga mos keluvchi  $D$  tuguni – botuvchi deb ataladi.

Ekvatorialga nisbatan orbital tekislikning holati ikkita orbital element, ya'ni  $\Omega$  chiquvchi burchakning uzoqligi va  $i$  orbitaning og'ishi bilan tavsiflanadi.  $\Omega$  burchak ekvatorial tekislikda bahorgi teng kunlik nuqtasidan ( $OX$  o'qi) chiziq tugunlarigacha 0 dan  $360^\circ$  gacha oraliqlarda hisoblanadi.  $i$  burchak ekvatorial va orbital tekisliklar orasidagi burchakdek aniqlanadi va 0 dan  $180^\circ$  gacha oraliqlarda o'zgaradi:

- $i = 0^\circ$  bo'lganida – ekvatorial orbita,
- $0 < i < 90^\circ$  bo'lganida – og'ma,
- $i = 90^\circ$  bo'lganida - qutbiy.

Orbital tekislikda orbitalarni oriyentirlash YeSY harakat yo'nalishi bo'yicha hisoblangan  $U$  dan, perigey  $P$  va  $U$  tugunga chiquvchi yo'nalish orasidagi perigey burchagi  $\omega$  (perisentr argumenti) bilan tavsiflanadi.

Orbitalarning o'lchamlari katta yarim o'q  $a$  va  $e$  eksentrisitet bilan beriladi.

Orbital tekislikdagi  $P$  perigeydan sun'iy yo'ldoshning  $\nu$  burchakga og'ishiga, YeSY harakat yo'nalishi bo'yicha hisoblanadigan, haqiqiy anomaliya deyiladi (ya'ni bu burchak sun'iy yo'ldosh radius-vektori va perigeyga yo'nalishi orasidagi). U sun'iy yo'ldoshning orbitadagi holatini tavsiflaydi. Odatda haqiqiy anomaliyaning o'rniga orbitaning oltinchi elementi sifatida sun'iy yo'ldoshning perigey orqali o'tish momenti  $\tau$  hamda eksentrik anomaliya  $Ye$  va o'rtacha anomaliya  $M$  qo'llaniladi.

## 6-Ma'ruza.

**Mavzu: Sun'iy yo'ldoshlar harakati haqida  
ma'lumotlarni tahlili**

## REJA:

- 6.1. YeSY lari orbitalarini aniqlash.
- 6.2. Yerning aylanishiga nisbatan sun'iy yo'ldoshning harakati.
- 6.3. Sun'iy yo'ldoshning harakati to'g'risidagi ma'lumotlar.

### Tayanch iboralar:

Sun'iy yo'ldosh koordinatalari, Yer sirti (uchish trassasi), Yerning aylanish burchak tezligi, navigasion xabarlar, SRNS vaqt shkalalari, efemerida ma'lumotlarining "yoshi", efemerida boshlang'ich davri, boshlang'ich davrga orbitalarning olti parametrlari, orbita og'ish burchagi o'zgarish tezligi va tugunning to'g'ri chiqishi o'zgarishi, turli xil tuzatma koeffitsiyentlari, Efemeridalar (GPS da – keng qamrovli efemeridalar, Broadcast ephemeris), Aniq efemerid fayllarini nomlanish misollari - IGS10403.SP3, bu yerda S so'nggi qarorni bildiradi (P – dastlabki, R – tezkor), 1040 –GPS-haftasi raqami, 3 –GPS-haftasida kun raqami.

### 6.1. YeSY lari orbitalarini aniqlash.

YeSY larini orbitalarini aniqlash, stansiyalarda bajarilgan  $t - t_0$  vaqt oralig'ida bir qator kuzatishlardan bajarilgan, orbital o'lchashlar jamlanmasi bo'yicha harakat differensial tenglamalarini yaqinlashgan boshlang'ich shartlarga tuzatmalarni topish bilan yakunlanadi.

Oldindan bashorat qilingan boshlang'ich shartlar odatda, YeSY ini orbitaga chiqarish momenti uchun ma'lumdur. Orbitaning elementlari har qanday  $t$  momentdagi boshlang'ich shartlar va vaqt funksiyasidir. Agar boshlang'ich shartlar kepler elementlari hisoblansa, unda

$$\begin{aligned}a &= a(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t); \\e &= e(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t); \\i &= i(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t); \quad (6.1.1) \\ \omega &= \omega(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t); \\ \Omega &= \Omega(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t); \\ M &= M(a_0, e_0, i_0, \omega_0, \Omega_0, M_0, t);\end{aligned}$$

Boshqa tomondan, har qanday  $U_{jk}$  o'lchangan kattalik, YeSY holati  $k$  va kuzatishlar stansiyasini  $j$  bog'lovchi, joriy koordinata funksiyalaridir, YeSY lari tezligi va  $t$  vaqtidir:

$$U_{jk} = U_{jk}(x_k, y_k, z_k, x_k, y_k, z_k). \quad (6.1.2)$$

(6.1.2) Teylor qatoriga taqsimlab va tuzatmalar tenglamalariga o'tamiz, (6.1.1) hisobga olib quyidagini hosil qilamiz:

$$\sqrt{PU_{jk}} \sum_{i=1}^6 \frac{\partial U_{jk}}{\partial \mathcal{E}_i^0} \Delta \mathcal{E}_i^0 + (U_{jk}^0 - U_{jk}^{o'ch}) = \nu_{jk} \sqrt{PU_{jk}}, \quad (6.1.3)$$

bu yerda  $\mathcal{E}_i$  - oltita elementdan har qaysisi;  $\Delta \mathcal{E}_i^0$  -orbitalarning  $i$  elementiga tuzatma;  $\nu_{jk}$  -  $U_{jk}$  o'lchangan qiymatiga tuzatma;  $U_{jk}^0 - U_{jk}$  oldindan bashorat qilingan qiymati;  $U_{jk}^{o'ch}$  -  $U_{jk}$  o'lchangan qiymati;  $PU_{jk} - U_{jk}$  vazn.

Orbitalar elementlariga tuzatmalar barcha hisoblashlar natijasida olinadi

$$\mathcal{E}_i = \bar{\mathcal{E}}_i + \sum_1^N \Delta \mathcal{E}_i^0. \quad (6.1.4)$$

### 6.2. Yerning aylanishiga nisbatan sun'iy yo'ldoshning harakati.

Yerning aylanishiga nisbatan sun'iy yo'ldoshning harakati. Sun'iy yo'ldosh koordinatalari nuqtalarini hisoblash uchun formulalar quyidagilardir:

$$\begin{aligned}\varphi &= \arcsin(\sin u \sin i); \\ \lambda &= \Omega_0 + \arctg(tg u \cos i) - S + \Delta \Omega \frac{t}{T}; \quad (6.2.1)\end{aligned}$$

$$S = S_0 + \omega_{\oplus}(t - t_{s_0}),$$

bu yerda  $\Omega$  -chiquvchi tugun uzoqligining boshlang'ich qiymati;  $S$  -grinvich yulduz vaqti;  $\omega_{\oplus} -7,2911 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  – Yerning aylanish burchak tezligi;  $\Delta\Omega$  -orbitalarning bir aylanishi uchun precessiya;  $t - \Omega_0$  uchun qiymati berilgan, qaysidir boshlang'ich momentdan o'tuvchi vaqt.

(6.2.1) formula bo'yicha koordinatalari aniqlanadigan nuqtalar jamlanmasi, Yer sirti (uchish trassasi) da sun'iy yo'ldosh proyeksiyasini hosil qiladi. (6.2.1) formulaga kiruvchi kattaliklar quyida berilgan formulalar bo'yicha hisoblanadi:

*Doiraviy orbita,  $e = 0$*

$$u = 2\pi \frac{t - t_{\Omega}}{T}$$

$$\Delta\Omega = -\frac{2\pi}{\rho^2} \frac{\varepsilon}{\mu} \cos i = -A \frac{\cos i}{\rho^2}$$

$$\rho = \sqrt[3]{\mu \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2}$$

$$\varepsilon = 2,634 \cdot 10^{10} \text{ km}^5 / \text{c}^2$$

$$\mu = 3,986000 \cdot 10^5 \text{ km}^3 / \text{c}^2$$

$$A = 4,15196 \cdot 10^5 \text{ km}^2$$

*Elliptik orbita,  $0 < e < 1$*

$$u = \omega + v$$

$$\omega = \omega_0 + \Delta\omega \frac{t - t_{\omega_0}}{T}$$

$$\Delta\omega = \frac{\pi}{\rho^2} \cdot \frac{\varepsilon}{\mu} (5 \cos^2 i - 1)$$

$$t = t_0 + \frac{E - e \sin E}{n}$$

$$n = \frac{\sqrt{\mu}}{a^{3/2}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{E}{2} = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \operatorname{tg} \frac{v}{2}$$

$$e = \frac{r_a - r_{\pi}}{r_a + r_{\pi}}$$

$$\Delta\Omega = -\frac{2\pi}{\rho^2} \cdot \frac{\varepsilon}{\mu} \cos i = -A \frac{\cos i}{\rho^2}$$

$$\rho = a(1 - e^2) = \rho(1 + \cos v)$$

$$\rho = \frac{\rho}{1 + e \cos v} = a(1 - e \cos E)$$

(6.2.1) formula bo'yicha  $\lambda_1$  ning qiymati hisoblangandan keyin, har qaysi  $n$  ta tarmoq uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\lambda_n = \lambda_1 - (n-1)(qT - d \frac{\cos i}{a^2}), \quad (6.2.2)$$

bu yerda  $q=15,0411$  gradus/s,  $d=-2,378 \cdot 10^7$  gradus·km<sup>2</sup>.

### 6.3. Sun'iy yo'ldoshning harakati to'g'risidagi ma'lumotlar.

Sun'iy yo'ldoshning harakati to'g'risidagi ma'lumotlar. Shuni qayd etish kerakki, priyomnikni joylashgan o'rnining fazoviy koordinatalari sun'iy yo'ldosh koordinatalari orqali aniqlanadi. Sun'iy yo'ldoshning orbitadagi holati to'g'risidagi ma'lumotlar navigasion xabarlar tarkibiga uzatiladi. Navigasion xabarlar sun'iy yo'ldosh o'lchash seanslarini planlashtirish va o'tkazish uchun mo'ljallangan. Ular har qaysi sun'iy yo'ldoshdan uzatiladigan radiosignallarga qo'shiladi.

Navigasion xabarlar operativ va operativ bo'lmagan navigasion ma'lumotlardan iborat.

Operativ ma'lumot sun'iy yo'ldoshning qay biridan ushbu radiosignal uzatilgan bo'lsa, shunga tegishli bo'ladi, ular quyidagilardan tarkib topgan:

- sun'iy yo'ldosh efemeridlari – taxmin qilingan koordinatalar va qayd qilingan vaqt momentida sun'iy yo'ldosh harakati parametrlari;
- SRNS vaqt shkalalariga nisbatan sun'iy yo'ldosh vaqt shkalalarining siljishi;
- nominal qiymatdan nurlanayotgan radiosignallar chastotalarini tashuvchi nisbiy farqlar;
- foydalaniladigan priyomnikdagi navigasion ma'lumotlarni olish jarayonini sinxronizatsiyalash uchun vaqt belgisi kodi.

Efemeridalar quyidagi asosiy ma'lumotlarni o'z ichiga oladi: efemerida ma'lumotlarining "yoshi", efemerida boshlang'ich davri, boshlang'ich davrga orbitalarning olti parametrlari, orbita og'ish burchagi o'zgarish tezligi va tugunning to'g'ri chiqishi o'zgarishi, turli xil tuzatma koeffitsiyentlari.

Operativ bo'lmagan ma'lumotlar almanax sistemalaridan iborat. Almanax – sun'iy yo'ldoshlarning joylashgan o'rnini, gorizontda uning ko'rinish vaqti, ko'tarilishi va azimutlarini taxminiy hisoblashlar uchun foydalaniladigan sun'iy yo'ldosh taxminiy to'plam ma'lumotlaridir.

Almanax priyomnik bilan sun'iy yo'ldoshni tutish hamda kuzatish seanslarini planlashtirish jarayonida qo'llaniladi. Almanax quyidagi asosiy ma'lumotlarni o'z ichiga oladi: sistemadagi barcha sun'iy yo'ldoshlarning holati to'g'risidagi ma'lumotlar (holatning almanaxi), vaqt sistemasi shkalasiga nisbatan har qaysi sun'iy yo'ldoshlarning vaqt shkalalarini siljishi (faza almanaxi), sistemadagi barcha sun'iy yo'ldoshlarning taxminiy orbita parametrlari (orbita almanaxi) va boshqalar.

SRNS ni qo'llash sun'iy yo'ldosh orbitalarining qanchalik yaxshi bilish bilan bog'liqdir. Masalan, absolyut pozisionirlash xatoligi orbitalarni aniqlash xatoligiga bog'liq. Efemerida xatoligi – sun'iy yo'ldoshning haqiqiy joylashgan o'rni bilan sun'iy yo'ldoshlar efemeridalarini uzatganlar asosida taxmin qilingan o'rni orasidagi farqdir. GPS da SA rejimini qo'llash boshqalar qatori sun'iy ravishda aynan efemeridalarini qo'llashtiradi.

Efemeridalar (GPS da – keng qamrovli efemeridalar, Broadcast ephemeris) sun'iy yo'ldoshlarni kuzatish natijalaridan shakllanadi va sun'iy yo'ldosh bortidagi kompyuterlarga sutkada ikki marotaba yuklanadi. Shunday qilib, sun'iy yo'ldoshlar bilan uzatiladigan efemeridalar, orbitalar to'g'risidagi eng yangi ma'lumotlar ekstrapolatsiyasi hisoblanadi. Ularning aniqligi taxminan 50 m.

Keng qamrovli efemeridalaridan farqli ravishda, ko'plab kuzatish stansiyalarida bajarilgan, aniq efemeridalar o'zgarishlarning qayta ishlashlari bo'lib hisoblanadi. Ular o'zaro sun'iy yo'ldosh koordinatalari to'plami va ularning teng vaqtlar oralig'idagi tezliklarini taqdim etadi. Hozirgi vaqtda aniq efemeridalar bir qancha ilmiy tashkilotlar va maxsus xizmatlar yordamida Internet to'ri orqali SP3 maxsus formatida tarqatilmogda va ma'lumotlar to'plangandan keyin bir necha haftadan keyin olish imkoniyati mavjud. Masalan, Xalqaro GPS – xizmati IGS uch turdagi GPS sun'iy yo'ldoshlari aniq efemeridalarini tarqatadi:

- dastlabki (predicted) – birdaniga, aniqlik 50 sm;
- tezkor (rapid) –1-2 kundan keyin, aniqlik 10 sm;
- so'nggi (final) –10-12 kundan keyin, aniqlik 5 sm.

Aniq efemerid fayllarini nomlanish misollari - IGS10403.SP3, bu yerda S so'nggi qarorni bildiradi (P – dastlabki, R – tezkor), 1040 –GPS-haftasi raqami, 3 –GPS-haftasida kun raqami.

Aniq efemeridalar katta aniqlik talab etiladigan geodezik ishlarda hamda 20 km dan uzun vektorlarni hisoblashlarda qo'llaniladi.

## 7-Ma'ruza.

### Mavzu: Sun'iy yo'ldosh yordamida o'lchash nazariyasi

#### REJA:

7.1. Pozisionirlash umumiy prinsipi.

7.2. Fizik asoslar.

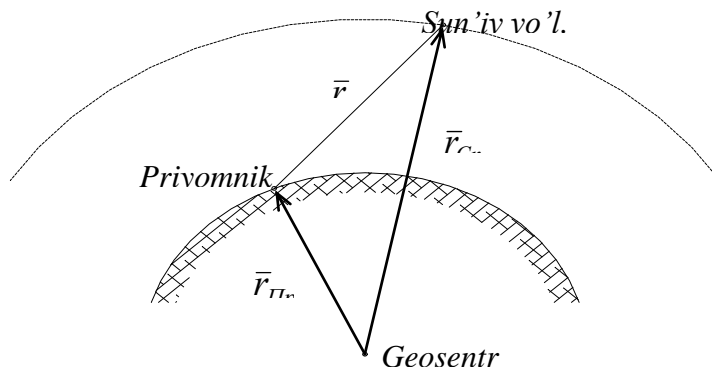
#### Tayanch iboralar:

Pozisionirlash umumiy prinsipi, teskari fazoviy chiziqli kesishtirish uslubi, sinxronizasiyalash, psevdouzoqliklar, fizik asoslar, garmonik (sinusoidal) tebranish, tebranishlar chastotasi, garmonik tebranishlar tekis to'lqinlari tenglamasi.

#### 7.1. Pozisionirlash umumiy prinsipi.

Pozisionirlash umumiy prinsipi. SRNS da foydalanuvchilarning koordinatalari teskari fazoviy chiziqli kesishtirish uslubi bilan aniqlanadi, bu yerda priyomnikdan sun'iy yo'ldoshgacha uzoqlik xatoliklari o'lchanadi. Bunda sun'iy yo'ldoshlar ma'lum koordinatali yer usti geodezik punktlari funksiyalarini bajaradi.

Faraz qilamiz, aniq vaqt oraliqlarida sun'iy yo'ldosh fazoda qotib qolgan (29-rasm). Har qaysi sun'iy yo'ldoshning fazoviy koordinatalarini Yerning massasi markaziga nisbatan, sun'iy yo'ldosh bilan uzatiladigan, efemeridani bilgan holda, hisoblash mumkin. Agar priyomnikda, uning joylashgan o'rnini (ya'ni joylashgan o'rnining geosentrik vektorini aniqlash  $\vec{r}_{Ip}$ ) kerak bo'lsa, unda SRNS vaqti bo'yicha absolyut aniq o'rnatilgan, soatlardan foydalaniladi, ular sun'iy yo'ldoshdan priyomnikgacha kerakli bo'lgan kodli signallarni o'tishi uchun, vaqtlarni qayd qiladi va haqiqiy masofani (yoki uzoqlikni  $\bar{r}$ ) aniqlash mumkin.



21-rasm. Sun'iy yo'ldosh fazoviy koordinatasini aniqlash.

Geometrik ma'noda har qaysi uzoqlik priyomnikni sferada joylashgan o'rnini beradi, uning markazi sun'iy yo'ldosh bilan mos keladi. Shuningdek, ushbu uslubni qo'llab, uchtagacha sun'iy yo'ldoshning uzoqligini o'lchash kerak bo'ladi, uchta sferani kesishuvidan uchta noma'lum koordinatalarni (masalan, X, Y i Z) olish imkonini beradi. Yechim har qaysi sun'iy yo'ldoshning uzoqliklari uchta tenglamalaridan olinishi mumkin:

$$\bar{r} = \left\| \bar{r}_{Cn} - \bar{r}_{Ip} \right\| \quad (71.1)$$

Vaqtning ( $10^{-12}$  s) sinxronizasiyalashni talab etilgan yuqori aniqlikda ta'minlovchi, soatlar bilan jihozlangan priyomniklar, ularning narhini sezilarli darajada qimmatlashishiga olib keladi, o'lchamlarning kattalashishi va tashkilotning ular bilan ishlashini murakkablashtiradi. Shuning uchun zamonaviy priyomniklarda boshqa uslub qo'llaniladi: ularga qimmat bo'lmagan kvartslar soatlari o'rnatiladi, ulardan qaysi birlari SRNS vaqti bo'yicha taxminan o'rnatiladi.

Priyomnik va sun'iy yo'ldosh vaqtlari farqlari uchun va sun'iy yo'ldoshgacha masofa haqiqiysidan kichik yoki katta bo'lishi mumkin. Bu muammo to'rtta uzoqlikni to'rtta sun'iy yo'ldoshgacha birdaniga o'lchash yo'li bilan yechiladi. Bunday masofalar psevdouzoqliklar deb ataladi, ular haqiqiy uzoqliklarga tengdir, qaysidir masofaga  $\Delta r$  oshishi yoki kamayishi priyomnikning soatidagi xatolikdan paydo bo'ladi.

Punktning joylashgan o'rnini, oldingidek, chiziqli kesishtirish bilan aniqlash mumkin, ammo endi to'rtta noma'lumni (priyomnikning uchta koordinatasi va soatlarga tuzatmani) topish uchun to'rtta psevdouzoqlikni o'lchash kerak bo'ladi. Psevdouzoqliklar farqlarini shakllantirish, ya'ni bitta

punktdan ikkita sun'iy yo'ldoshgacha yoki ikkita har xil punktdan bitta sun'iy yo'ldoshgacha psevdouzoqliklarni o'lchash yo'li bilan  $\Delta r$  kattalikni o'chirish mumkin.

SRNS sun'iy yo'ldoshlari konfiguratsiyalari shunday loyihalashtirilganki, kuzatishlarning normal sharoitlarida o'zining joylashgan o'rnini aniqlash uchun turli vaqtlarda turli nuqtalarda kamida 4 ta sun'iy yo'ldoshlar bilan foydalanuvchilarning radiobog'lanishini ta'minlanishi ko'zda tutilgan.

## 7.2. Fizik asoslar.

Fizik asoslar. SRNS dan foydalanish elektromagnit to'lqinlari yordamida sun'iy yo'ldoshdan o'lchash ma'lumotlarini uzatishga asoslangan. Elektromagnit to'lqin fazoda tebranishlarning tarqalishini tavsiflaydi.

Garmonik (sinusoidal) tebranish oddiy bo'lib hisoblanadi va quyidagi tenglama bilan yoziladi

$$U = U_m \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (7.2.1)$$

bu yerda  $U$  – tebranishlarning joriy qiymatlari,  $U_m$  – maksimal amplituda tebranishi,  $\omega$  – doiraviy (siklik) chastota,  $t$  – joriy vaqt (ya'ni qaysidir vaqt momentining  $t_0 = 0$  vaqt oralig'i),  $\varphi_0$  – tebranishlar boshlang'ich fazasi.

Vaqt oralig'i  $T$ , bu vaqt mobaynida to'liq tebranish bo'lib o'tadi va bu tebranishlar davri deb ataladi.

$f$  kattalik, tebranish davriga teskari, tebranishlar chastotasi deb ataladi:

$$f = \frac{1}{T} \quad (7.2.2)$$

Chastota vaqt birligi ichida sodir bo'ladigan to'liq tebranishlar soniga teng va gerslarda o'lchanadi (1 Gs – sekundiga 1 tebranish).

$f$  chastota  $\omega$  doiraviy chastota bilan quyidagi nisbat bilan bog'langan

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ yoki } \omega = 2\pi f \quad (7.2.3)$$

Formuladagi doiraviy chastotani  $\omega$  tebranishlar chastotasiga  $f$  almashtirsak, quyidagini formulani hosil qilamiz

$$U = U_m \sin(2\pi f t + \varphi_0) \quad (7.2.4)$$

$2\pi f + \varphi_0$  kattalik lahzalik yoki tebranishlar joriy fazasi ham deb ataladi.

Agar tebranish qaysidir to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalsa, unda uning har qanday nuqtasida tarqalish tezligidan  $c$  va ushbu nuqtaning tebranishlar manbaidan  $d$  uzoqlashishi bilan bog'liq bo'lgan, ammo bir oz kechikish  $\tau$  bilan, shunday chastotali tebranishlar paydo bo'ladi. Kechikish vaqti  $\tau$  ushbu nuqtagacha masofani o'tishi uchun tebranishlarga sarflanadigan vaqtga teng bo'ladi:

$$\tau = \frac{d}{c} \quad (7.2.5)$$

Shunday qilib, to'g'ri chiziqdagi har qanday nuqta uchun quyidagini yozish mumkin

$$U = U_m \sin(2\pi f(t - \tau) + \varphi_0) \quad (7.2.6)$$

yoki

$$U = U_m \sin(2\pi f(t - \frac{d}{c}) + \varphi_0) \quad (7.2.7)$$

Bu ifoda garmonik tebranishlar tekis to'lqinlari tenglamasi deb ataladi.

Bitta davr  $T$  ga teng bo'lgan, vaqt oralig'ida, tebranish  $\lambda = Ts$  masofaga tarqaladi, yoki

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (7.2.8)$$

$\lambda$  masofa  $f$  chastotaga mos keluvchi to'lqin uzunligi deb ataladi.

## 8-Ma'ruza.

### Mavzu: Sun'iy yo'ldosh yordamida o'lchash usullarining tahlili

#### REJA:

8.1. Statika usulida o'lchash aniqligini vaqtga bog'likligi va o'lchangan chiziqli vektorlar nuqsonlarini aniqlash.

8.2. Psevdokinematik usulida o'lchash aniqligini vaqtga bog'liqligi va o'lchangan chiziqli vektorlar nuqsonlarini aniqlash.

8.3. Statika usulidan foydalanib yopiq poligonda o'lchangan koordinata orttirmalari nuqsonlarini aniqlash.

#### Tayanch iboralar:

Etalon bazis punktlar, antenna balandligi, seans davomiyligi, seansning minimal vaqti, statika usuli, psevdokinematik usul, etalon bazis, GPS priyomniklarning aniqlik darajasi, kartografik (topografik) kartalar.

#### 8.1. Statika usulida o'lchash aniqligini vaqtga bog'likligi va o'lchangan chiziqli vektorlar nuqsonlarini aniqlash.

Tekshirishni amalga oshirish uchun quyidagi tartibdagi ishlar bajariladi:

Etalon bazis punktlarining boshlang'ich va oxirgi nuqtalariga priyomnik antennalari o'rnatiladi, antenna korpusida belgi bo'lsa, shimolga oriyentirlanadi. Ruletka yoki maxsus moslama yordamida antenna balandligi o'lchanadi.

Priyomnik ishga tushiriladi va uning ishchi dasturlari tekshiriladi. Sun'iy yo'ldoshdan priyomnik radiosignal qabul qilayotganligi tekshiriladi.

Seans davomiyligi 60, 30, 15, 8, 4, 2 minut o'rnatiladi, o'lchov ishlari boshlanishidan oldin meteoparametrlar (harorat, bosim, namlik) o'lchanib jurnalga yoziladi. Priyomnik o'chiriladi.

Olingan natijalarni o'rnatilgan dastur yordamida qayta ishlab tenglashtirishga sifatli o'lchov ishlarini olish kerak.

$\tau$  min – seansning minimal vaqtini aniqlash zarur, shunda aniq va ishonchli natijaga erishiladi. Bir seans davomiyligini 60 minut o'rnatish zarur bo'lsa, agar  $\tau_{min} < 8$  min. va 90 min., agar  $\tau_{min} > 8$  min.

O'lchov ishlarini aniqlangan seansda 6 marta takrorlash va seans vaqtini nazorat qilish kerak. O'lchovlarni yarmini boshqa kun va sun'iy yuldoshlarning boshqa geometrik joylashuvida o'lchash kerak.

Priyomnikni o'chirish kerak.

O'lchangan natijalarni qayta ishlash va tenglashtirish kerak.

Asbobdan olingan natija etalon bazis qiymatning belgilangan chegarasidan oshmasa, ishlatish uchun yaroqli va absolyut xatolik quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$\Delta_{max} = 2 \times (a + b \times 10^{-6} D), \quad (8.1.1)$$

bu yerda  $a$  va  $b$  – sonli qiymat mm, ko'rsatilgan hujjatlar bo'yicha;

$D$  – bazis uzunligi, mm.

#### 8.2. Psevdokinematik usulida o'lchash aniqligini vaqtga bog'liqligi va o'lchangan chiziqli vektorlar nuqsonlarini aniqlash.

Tekshirishni amalga oshirish uchun quyidagi tartibdagi ishlar bajariladi:

Statika usulida ko'rsatilgan 1) va 2) punktlarda ko'rsatilgan ishlar bajariladi.

Seans davomiyligi psevdokinematik usul uchun ishlab chiqaruvchi tavsiyasiga asosan o'rnatiladi. O'lchov ishlari bajariladi va priyomnik o'chiriladi.



Bitta priyomnik bazisning oxirgi nuqtasidan oraliq nuqtaga o'rnatiladi 1) va 2) harakatlar amalga oshiriladi.

O'lchov ishlarini 3) harakat orqali yana to'rtta oraliq nuqtalarda amalga oshirish kerak.

O'lchov ishlarini yana o'sha punktlarda 1 soatdan so'ng takrorlash kerak.

Priyomnikni o'chirish kerak.

O'lchangan natijalarni qayta ishlash va tenglashtirish kerak.

Asbobdan olingan natija, etalon bazis qiymatning belgilangan chegarasidan oshmasa, ishlatish uchun yaroqli hisoblanadi.

### 8.3. Statika usulidan foydalanib yopiq poligonda o'lchangan koordinata orttirmalari nuqsonlarini aniqlash.

Tekshirishni amalga oshirish uchun quyidagi tartibdagi ishlar bajariladi:

Priyomniklar tanlangan etalon bazisdagi uchburchak uchlariga ketma – ket o'rnatiladi.

Statika usulida 1) va 2) punktlarda ko'rsatilgan ishlar bajariladi.

Seans davomiyligi 60, 30, 15, 8, 4, 2 minut o'rnatiladi, o'lchov ishlari boshlanishidan oldin, meteoparametrlar (harorat, bosim, namlik) o'lchanib, jurnalga yoziladi.

Priyomnik o'chiriladi.

O'lchangan natijalarni qayta ishlash va tenglashtirish kerak.

Uchburchak koordinatalar orttirmasidagi xatoliklar hisoblanadi.

Asbobdan olingan natija, etalon bazis qiymatning belgilangan chegarasidan oshmasa, ishlatish uchun yaroqli va absolyut xatolik quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$W_{\text{pyx.эмул.}} = \sqrt{(\Delta^{P.э.}_1)^2 + (\Delta^{P.э.})^2 + (\Delta^{P.э.})^2}, \quad (8.3.1)$$

bu yerda  $\Delta^{\delta.y.}_i$  – uchburchakning  $i$  tomoni bo'ylab ruxsat etilgan absolyut xatolik qiymati.

GPS priyomniklarning aniqlik darajasi geodezik asboblarning tanlangan usuli va parametrlariga bog'liq.

Standart ko'rsatkichlar quyidagi 4- jadvalda ko'rsatilgan.

4-jadval

Usul	Punktlar orasidagi o'rtacha masofa	Seans davomiy-ligi	Masafa o'lchashda absolyut va nisbiy xatolik	Izoh
Statika	20 km.-gacha	40–min.kam bo'lmagan	$5_{MM} + 1 \times 10^{-6} D_{MM}$ 1:100000-1:5000000	2-chastotali priyomnik
Tezlash. statika	10 km.- gacha	5-10 min.	$5 - 10_{MM} + 1 \times 10^{-6} D_{MM}$ 1:100000-1:5000000	2-chastotali priyomnik
Kine-matika	5 km. - gacha	4 min.gacha	$10 - 20_{MM} + 1 \times 10^{-6} D_{MM}$ 1:100000-1:5000000	2-chastotali priyomnik

Kerakli masshtabdagi kartografik (topografik ) kartalar yig'iladi. Kartalarda punktlarning joylashgan o'rni va loyihalashtirilayotgan tarmoqqa bog'lanish yo'llari ko'rsatiladi. Ushbu punktlarning sun'iy yo'ldoshdan radioto'lqinlarni to'siqlarsiz qabul qilinishini baholash kerak.

## 9-Ma'ruza.

### Mavzu: GPS – o'lchash to'g'risidagi ma'lumotlarni tahlili

#### REJA:

- 9.1. GPS ning asosiy vazifalaridan biri.
- 9.2. Signallarni demodulyasiya qilish.
- 9.3. Sun'iy yo'ldosh priyomniklari yordamida o'lchashlar.

#### Tayanch iboralar:

Sun'iy yo'ldosh efemeridlari, Selective Availabing (SA) rejimi, ГЛЮНACC sistemasi, priyomnik mikroprosessori, Demodulyasiya, Modulyasiyadan tozalash, geterodinirlash.

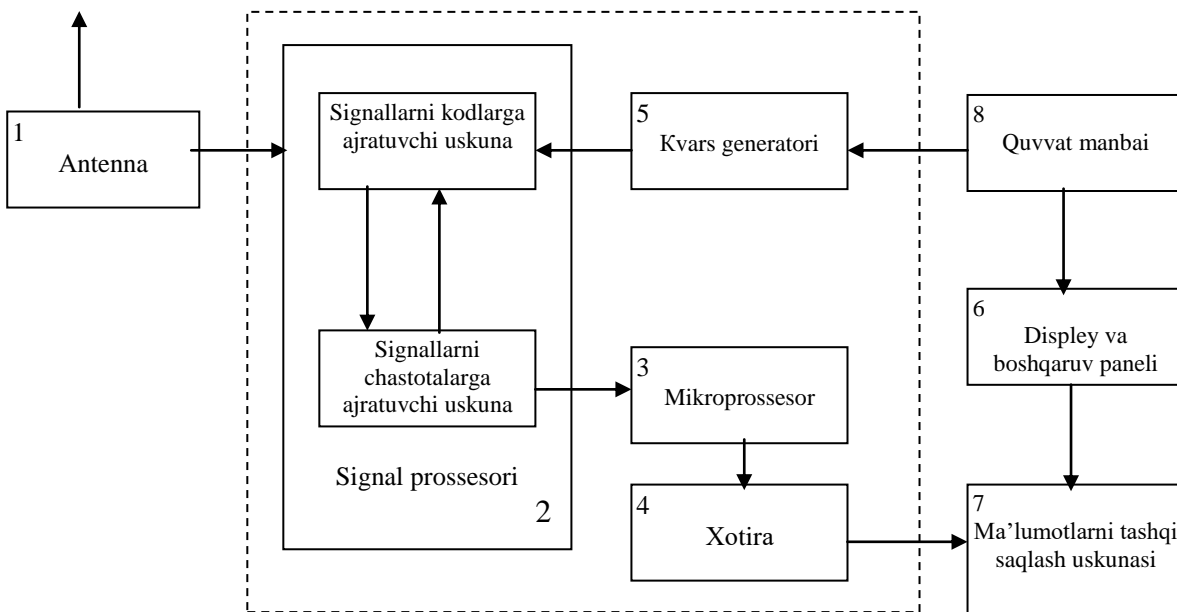
#### 9.1. GPS ning asosiy vazifalaridan biri.

GPS ning yana bir asosiy vazifalaridan biri bu harbiy masalalarni yechishdir. Shuning uchun, sun'iy yo'ldosh efemeridlariga rasman o'zgartirishlar kiritiladi. Jumladan, Selective Availabing (SA) rejimi chastotameri va sun'iy yo'ldosh soatlari o'zgartirib qo'yiladi. Bu o'zgartirishlarni faqatgina R kodga kiruvchi harbiy sun'iy yo'ldosh priyomniklari (SP) o'zgartira oladi.

ГЛЮНACC sistemasida esa xech qanday o'zgartirishlar kiritilmaydi. Hohlagan foydalanuvchilar o'z o'zni koordinatalarini maksimum 20 metrgacha xatolik bilan aniqlashlari mumkin. Priyomniklar o'lchash va signalni qabul qilish sifatleri bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadilar: S/A kod; S/A kod + L<sub>1</sub> chastotada o'lchaydigan; S/A kod + L<sub>1</sub> va L<sub>2</sub> chastotada o'lchaydigan; S/A kod + R kod + L<sub>1</sub> va L<sub>2</sub> chastotada o'lchaydigan.

Qo'llanilish sohasi bo'yicha ham priyomniklar 4 guruxga bo'linadi; geodezik SP; navigasion SP; vaqt SP; harbiy SP. Geodezik ishlarni bajarishda L<sub>1</sub> yoki ikki L<sub>1</sub> va L<sub>2</sub> chastotalarda o'lchash imkoniyatiga ega bo'lgan sun'iy yo'ldosh priyomniklari qo'llaniladi. Ammo, priyomnikdagi soatlar uchun tuzatmalarni aniqlash va bir necha ishlab turgan priyomniklarni sinxronligini ta'minlash maqsadida, fazaviy o'lchashlardan tashkari S/A kod rejimi foydalangan holda, kodli o'lchashlar bajariladi.

Kodli o'lchashlar natijasida priyomnik mikroprosessori avtomatik ravishda priyomnik soati uchun tuzatmani 1ms = 0,001 cek aniqlik bilan hisoblaydi va tuzatmani kiritadi.



22-rasm. GPS priyomnigining ishlash prinsipi va asosiy bloklari.

Asosiy chastota o'lchashlarni amalga oshirish uchun signallarni demodulyasiya qilish talab etiladi. Demodulyasiya - bu signallarni Modulyasiyadan tozalash. Modulyasiya qilingan signal ko'rinishi quyidagicha bo'lsin:

$$x = R(t)\sin \omega t, \quad (9.1.1).$$

bu yerda  $R(t)$  – signal amplitudasi (ma’lum bir vaqtda +1 yoki -1 qiymatga ega bo’ladi). Signal amplitudasini kvadratga ko’targandan so’ng u o’zgarmay, balki chastota ma’lum barobarga oshadi, ya’ni

$$x^2 = R^2(t) \sin^2 \omega t = \frac{P^2}{2} (1 - \cos 2\omega t) \quad (9.1.2)$$

### 9.2. Signallarni demodulyasiya qilish.

Signallarni demodulyasiya qilishning ikkinchi usulida signal ikkiga ajratiladi. Hamda signallardan birining fazasi  $\frac{\pi}{2}$  qiymatga o’zgartiriladi va signallar yana birlashtiriladi. Natijada garmonik sinusoidal signal paydo bo’ladi.

Hozirda bir chastotali 12 kanalli va ikki chastotali har biri 12 kanaldan iborat 24 kanalli priyomniklar keng qo’llanilmoqda. Priyomnik qabul qilgan signal juda yuqori hisoblanganligi uchun, yuqori aniqlikdagi o’lchash ishlarni bajarish uchun uni chastota generatori yordamida kamaytiriladi. Bu jarayon *geterodinirlash* deb ataladi.

### 9.3. Sun’iy yo’ldosh priyomniklari yordamida o’lchashlar.

Sun’iy yo’ldoshlar yordamida nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash natijasida kelib chiqadigan xatoliklar xillari va sabablari navbatdagi jadvalda keltirilgan. Ushbu jadvalda 1991 yilning noyabridan standart deb qabul qilingan signal shovqini rejimi qo’shilgan holda GPS ga tegishli xatolarning kelib chiqish sabablari keltirilgan. R - koddagi xatolar kelib chiqish sabablari keltirilmagan, chunki bu kod maxfiy hisoblanib harbiy masalalarni yechishga mo’ljallangan.

Priyomnik bir necha sun’iy yo’ldoshdan signallarni qabul qiladi (kamida 4 ta) va bir vaqtda kanallar yordamida fazaviy o’lchashlar amalga oshiriladi. Bitta sun’iy yo’ldoshdan kelayotgan signallarni bir necha nuqtaga o’rnatilgan priyomniklar S/A kod yordamida o’lchaganda koordinatalar farqi kvadratik xatosi  $(0,5 + D \cdot 10^{-6})$  smni tashkil etadi. Bu yerda D – priyomniklar orasidagi masofa.

5-jadval

Gurux	Xatolar kelib chiqish sabablari	S/A kod signal (shovqin rejimi qo’shilgan)	Xatolar turlari
I	Sun’iy yo’ldosh efemeridlari. Sun’iy yo’ldosh soatlari	20 - 50 m 10 - 50 m	Sun’iy yo’ldoshdagi xatolar
II	Ionosferaning ta’siri a) bir chastotali priyomniklar uchun b) ikki chastotali priyomniklar uchun Troposfera ta’siri Signallarni to’siqlar orqali qaytishi ta’sirida	2 – 100 m desimetr desimetr  5 m	Signal tarqatilgandan so’ng uning yo’lida paydo bo’ladigan xatolar
III	O’lchash jarayonida signallarning shovqini ta’sirida Signalni uskunalarda ushlanib qolishi natijasida Antenna fazaviy markazining siljishi	1 – 10 m millimetr  santimetr	Priyomnik xatoliklari

Sun’iy yo’ldoshdan tarqatilgan signal  $T_s$  va ushbu signalni priyomnik qabul qilgan  $T_p$  oralig’idagi vaqtni elektromagnit to’lqinlar tarqalish tezligi ko’paytmasiga psevdouzoqlik deyiladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$D = (T_p - T_s) \cdot v \quad \text{yoki} \quad D + v + v = (T_{II} - T_C) \cdot V \quad (9.3.1)$$

bundan

$$\sqrt{(x_s - x_p)^2 + (u_s - u_p)^2 + (Z_s - Z_p)^2} + btv = (T_p - T_s) \cdot v \quad (9.3.2)$$

bunday o’lchashlar 4 martadan kam bo’lmasligi shart.

## 10-Ma'ruza.

### Mavzu:GPS yordamida o'lchash usullarining ilmiy-amaliy ahamiyati

#### REJA:

- 10.1. Yer aylanishi uchun tuzatma.
- 10.2. Relyativistik effektlar uchun tuzatma.
- 10.3. Ionosfera va troposferani ta'siri uchun tuzatma.

#### Nazorat savollari:

Geosentrik koordinata sistemasi, Yer aylanishi uchun tuzatma, gravitasion doimiylik, soatlarning siljishi, atmosfera qatlami, troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, neyrosfera, ionosfera, protosfera, dinamosfera va magnitosfera.

#### 10.1. Yer aylanishi uchun tuzatma.

Sun'iy yo'ldoshlar koordinatalari ma'lum vaqtda geosentrik koordinata sistemasiga nisbatan aniqlanadi. Sun'iy yo'ldoshdan yuborilgan  $\tau$  signal priyomnikga taxminan  $0,07 \div 0,08$  sekundda yetib keladi. Bu vaqt oralig'ida Yer shari  $1,5$  sekundga teng bo'lgan burchakka aylanadi. Priyomnik o'rnatilgan nuqta Yerning aylanishi ta'sirida  $40-50$  metr ga siljiydi.

Shuning uchun sun'iy yo'ldosh va priyomnik koordinatalarini bir xil vaqtda hisoblashga Yer aylanishi uchun tuzatmasini kiritish talab etiladi. Agar priyomnik koordinatasi sun'iy yo'ldoshdan yuborilgan vaqtda  $X, U, Z$  bo'lsa priyomnik signalni qabul qilgan paytda esa  $X', U', Z'$  bo'ladi. U holda

$$\begin{aligned} X' &= X \cos \alpha + Y \sin \alpha, \\ Y' &= Y \cos \alpha - X \sin \alpha, & Z' &= Z. \end{aligned} \quad (93)$$

Bu yerda  $\alpha = \omega_{ye} \tau$  - yerning o'z o'qi atrofida  $\tau$  signalni yetib kelgan vaqt oralig'ida burialish burchagi.

#### 10.2. Relyativistik effektlar uchun tuzatma.

GPS sistemasida vaqtni aniqlovchi asosiy soatlar va sun'iy yo'ldoshlar har xil gravitasion doimiylik bo'lgan joylarda joylashgan. Soatlar har xil tezlikda harakatlanadi. Relyativistik effektlar sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan generatorlardagi chastotalarni siljishiga aytiladi (sun'iy yo'ldosh generatorining asosiy chastotasi  $0,0045$  Gs ga siljiydi).

Soatlarning siljishi doimiy qismi sun'iy yo'ldosh soatlaridagi  $a_{2tx}$  tuzatma koeffitsiyenti bilan tuzatiladi. Soatlarning siljishi davriy qismi quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:  $\Delta t_x = -4/43 \cdot 10^{-10} e(A)^{1/2} \sin E$ . Dreyf sun'iy yo'ldosh soatlari uchun  $\Delta t_x = -4/43 \cdot 10^{-10} e(A)^{1/2} \cos E (dE / dt)$ . Sun'iy yo'ldosh soatlariga kiritiladigan maksimal tuzatmalar  $70$  nanosekundni, dreyf soatlar uchun esa  $0,01$  nanosekundni tashkil etadi.

#### 10.3. Ionosfera va troposferani ta'siri uchun tuzatma.

Atmosfera qatlami shartli ravishda bir necha qatlamlarga va nomlarga bo'linadi. Harorati bo'yicha troposfera (0-8km), stratosfera (8-80km), mezosfera (80-150 km), termosfera (150 km dan ziyod) kabi qatlamlardan iborat.

Ionlanishi bo'yicha neyrosfera (0-150 km), ionosfera (150-25000 km) va protosfera (25000 km dan balandda) qatlamlari mavjud.

Magnit maydoni bo'yicha esa dinamosfera va magnitosfera qatlamlariga bo'linadi.

Elektromagnit to'lqinlarni tarqalish muhiti bo'yicha troposfera (0-80 km) va ionosfera (80 km dan balandda) qatlamlariga bo'linadi.

Elektromagnit to'lqinlar kosmik muhitda ikki xil tarqalish tezligiga ega: fazoviy tezlik, signalning guruh tezligi.

Elektromagnit to'lqinlarni guruh va fazoviy  $r$  tarqalish tezliklari orasidagi munosabat Releya tenglamasi orqali quyidagi ko'rinishga ega:

$$V_g V_p - \lambda \frac{dvp}{d\lambda} \quad (10.3.1)$$

Elektromagnit to'liqlarni mos ravishda sinish (prelomleniya) ko'rsatkichlari orasidagi munosabat quyidagi ifoda bilan bog'langan.

$$h = h_p + \frac{fdn}{df} \quad (10.3.2)$$

Ionosfera qatlami elektromagnit to'liqlar uchun dispersiya (sochish) xususiyatiga ega, shuning uchun fazaviy o'lchashlarda ionosfera ta'siri uchun tuzatmani hisoblashda fazaviy sinish ko'rsatkichi  $h_p$ , kodli o'lchashlarda guruh sinish ko'rsatkichi  $h_r$  foydalaniladi.

Troposfera qatlami esa elektromagnit to'liqlar uchun sezilmas darajada dispersion xususiyatga ega, shuning uchun

$$\frac{dn}{df} = 0 \quad \text{va} \quad n_g = n_\phi \quad (10.3.3)$$

Odatda sinish ko'rsatkichini quyidagicha yozish qabul qilingan:

$$N = I + N \quad (10.3.4)$$

bu yerda  $N$  – sinishni indeksi.

Troposfera qatlami uchun sinish indeksi har xil chastotali diapazonda ikki quruq va nam komponentlar yordamida aniqlanadi:

$$N_m = N_d + N_w = c_1 \frac{P}{T^2} \quad (10.3.5)$$

bu yerda  $S=77,6$ ;  $S+3,73 \cdot 10^5 + 373000$ ;

$$N_d = 77,6 \frac{P}{T} \quad \text{sinish indeksining quruq komponentlari};$$

$$N_w = 3,73 \cdot 10^5 \frac{e}{T^2} \quad \text{sinish indeksining nam komponenti};$$

$T$  – Kelvin harorati.

Troposferaning sinish indeksi balandlik bilan bog'lanishi sun'iy yo'ldosh o'lchamlarida tuzatmalarni hisoblash uchun  $N_d$  va  $N_w$  effekt balandliklar orqali aniqlanadi (Xopfield modeli):

$$N = 40,136 + 148,72 (T - 273,16) \quad (\text{m})$$

$$N = 11000 \text{m}$$

Yer yuzidagi balandlikni o'zgarishi bilan sinish indeksini kamayishi quyidagi ifodalar orqali hisoblanadi.

$$H_{w(h)} = H_{wo} \left( \frac{H_w - h}{H_w} \right)^4 \quad (10.3.6)$$

$$N_{d(h)} = H_{do} \left( \frac{H_d - h}{H_d} \right)^4 \quad (10.3.7)$$

bu yerda,  $H_{do}$  va  $H_{wo}$  - priyomnik o'rnatilgan joyi sinish indeksini quruq va nam komponentlari.

Troposferada signal tarqalish vaqtidagi tuzatma integrallash usulida hisoblanadi:

$$\delta T_m = \delta T_e + \delta T_w = \frac{10^{-6}}{c} \int_0^{H_d} N_d \cdot dS + \frac{10^{-6}}{c} \int_0^{H_w} N_w dS \quad (10.3.8)$$

bu yerda  $S$  – yorug'lik tezligi,  $S = 299792458$  m/sek.

Elektromagnit to'liqlarni tarqalishi yo'li bo'yicha integrallash o'ta qiyin masala, shuning uchun tuzatmalarni hisoblashda quyidagi ifodalardan foydalaniladi:

$$\delta T_m = \frac{K_d}{C \cdot \sin \sqrt{E^2 + 6,25}} + \frac{K_w}{c \cdot \sin \sqrt{E^2 + 6,25}} \quad (10.3.9)$$

bu yerda  $Y_e$  – priyomnik o'rnatilgan joy uchun sun'iy yo'ldoshni gorizontdan balandligi (gradusda):

$$K_w = 155,2 \cdot 10^{-7} \frac{4810 \cdot e}{T^2} H_w \quad (10.3.10)$$

bu yerda  $T$ ,  $R$  va  $ye$  – mos ravishda havo harorati (Kelvinda), havo bosimi va suv bug'ining bosimi (gektopaskalda).

Ionosfera qatlami tuzilishi o'ziga xos bo'lganligi uchun, u sun'iy yo'ldosh o'lchash natijalariga sezilarli darajada ta'sir qiladi va uni hisobga olish mumkin.

Ionosferaning elektron zichligi har sutkada o'zgaradi. Bu o'zgarishga quyosh radiyasi miqdori, quyoshdagi dog'lar, kosmik nurlar va boshqa bir nechta faktorlar ta'sir qiladi.

Ionosfera  $D$ ,  $Y_e$ ,  $F_1$  va  $F_2$  asosiy qatlamlariga bo'linadi. Ushbu qatlamning taxminiy xarakteristikalarini quyidagi 3-jadvalda keltirilgan.

6-jadval

1	Qatlamlar		$Y_e$	F	F
2	Qatlam balandligi (km)	60-90	90-150	150-200	200-1000
3	Elektron zichligi kunduzgi $n_e$ (el/m <sup>2</sup> ) kechasi	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup> -	10 <sup>5</sup> 210 <sup>5</sup>	510 <sup>5</sup> 110 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup> 310 <sup>5</sup>

Ionosferaning asosiy xarakteristikalaridan biri ionosferada elektronlari miqdori bilan izohlanadi.

$$I = \int_S^R n_{e(s)} \cdot ds \quad (10.3.11)$$

Integral o'z ichiga 1m<sup>2</sup> maydonda priyomnikdan sun'iy yo'ldoshgacha bo'lgan balandlikdagi elektronlarning umumiy sonini oladi. Elektronlar soni birligi sifatida TECU (Tofal Electzjn Cohtent unit) qabul qilingan:

$$1 \text{ TECU} = 1 \cdot 10^{16} \text{ el/m}^2$$

Ionosferaning fazoviy sinish ko'rsatkichi quyidagicha aniqlanadi.

$$n^2 = 1 - n_e \frac{C^2 l^2}{\pi f^2 m_e} \quad (10.3.12)$$

bu yerda,  $ye$  - elektron zaryadi;  $m_e$  - elektron massasi.

Amaliy hisoblashlar uchun quyidagi ifoda qo'llaniladi:

$$n^2 = 1 - \frac{40,3ne}{f^2} \quad (10.3.13)$$

Ionosferaning fazoviy sinish ko'rsatkichini aniq hisoblashda quyidagi sun'iy yo'ldosh ko'rinishidan foydalaniladi.

$$n_p = 1 + \frac{C_2}{f^2} + \frac{C_3}{f_2} + \frac{C_4}{f^2} + \dots \quad (10.3.14)$$

bu yerda  $S_2 = 40,3$ .

Guruhiy sinish ko'rsatkichini hisoblash uchun dispersiya qiymatini aniqlash kerak bo'ladi:

$$\frac{dn}{df} = -\frac{2C_2}{f^3} - \frac{3C_3}{f^4} - \frac{4C_4}{f^5} \quad (10.3.15)$$

Amaliy hisoblashlarda:

$$n_n = 1 + \frac{40,3n_e}{f^2} \quad (10.3.16)$$

Sun'iy yo'ldosh va priyomnik orasida ionosferaning maksimal ta'siri quyidagi 4-jadvalda keltirilgan:

7-jadval

Chastota	Xatolar (m)		
	Birinchi daraja $f^{-2}$	Ikkinchi daraja $f^{-3}$	Uchinchi daraja $f^{-4}$
$L_1$	32,5	0,036	0,002
$L_2$	53,5	0,076	0,007
$L_1 + L_2$	0	0,026	0,006

#### Nazorat savollari:

1. Sun'iy yo'ldoshdan yuborilgan signal priyomnikga necha sekundda yetib keladi?
2. Sun'iy yo'ldoshdan yuborilgan signalni priyomnik qabul qilganida Yer shari necha metr ga siljydi?
3. Atmosfera qatlami shartli ravishda bir necha qatlamlarga va nomlarga bo'linishini izohlab bering?
4. Atmosfera qatlamlarini nomlarini ayting?
5. Releya tenglamasini yozing?
6. Ionosferaning asosiy xarakteristikalaridan birini izohlang?
7. Ionosferaning fazoviy sinish ko'rsatkichi formulasini yozing?
8. Sun'iy yo'ldosh va priyomnik orasida ionosferaning maksimal ta'sirini izohlab bering?

#### Adabiyotlar:

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии. / М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г. 4-12.
2. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. / М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г. 4-12.
3. Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия. / М.:Недра. 1986г. 4-12.
4. Соловьев А.Ф. и др. Основы космической геодезии. / Конспект лекций.

## 11-ma'ruza.

### Mavzu: Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik to'rlarni barpo etish usullari

#### Reja:

- 11.1. Sun'iy yo'ldoshli texnologiyalardan foydalanib, davlat geodezik to'ri (DGT) ning rivojlanishi uchun rejali va geodezik balandlik asosi.
- 11.2. Geodezik to'rlarni tuzish va sun'iy yo'ldosh yordamida o'lchov uslublari.
- 11.3. Sun'iy yo'ldoshli o'lchov ishlarini bajarishda qo'llaniladigan uslublar.

#### Tayanch iboralar:

Rejali-balandlik asoslari, kvazigeoid, geoid to'lqini, triangulyasiya, trilaterasiya, poligonometriya, yopiq geometrik shakl, radial usul, statik, tez statik, psevdokinemati, kinematik.

#### 11.1. Sun'iy yo'ldoshli texnologiyalardan foydalanib, davlat geodezik to'ri (DGT) ning rivojlanishi uchun rejali va geodezik balandlik asosi.

Koordinatalarni aniqlashda nisbiy uslubni qo'llash mm. li aniq diapazonli punktlar orasidagi vektorli o'lchashga yordam beradi. Shuning uchun rejali-balandlik asoslarining aniqligi talab etiladi. DGT va maxsus tarmoqlarni rivojlantirish uchun o'rta kvadratik xatolarning o'rtacha joylashuvi va geodezik balandliklar uchun  $7\text{mm} + 3 \times 10^7 \text{DMM}$ . Bu talablarni kelajakda yaratilgan SGS -1 qondiradi. AGS ishlatilishi ruxsat etilgan.

100 km<sup>2</sup> bo'lgan maydonda 3 tadan kam bo'lmagan tarmoq punktlari bo'lishi kerak. Chiqish punktlari obyektlarning chegaralari bo'ylab bir tekisda tarqalishi kerak. Ularning orasidagi masofa 60 km dan uzoq bo'lmasligi kerak. Obyektning chegarasi eng maksimal uzoqligi punktlar ish obyekti ichida joylashishi mumkin. Obyektning katta maydonida esa punktlar miqdori proporsional ravishda kengaytiriladi.

Chizilgan shakldagi tarmoqlarda boshlang'ich punktlar boshida, o'rtasida yoki oxirida joylanishi kerak. Ularning orasidagi masofa 60 km dan oshmasligi kerak.

Sun'iy yo'ldoshlarning o'lchov natijasida geodezik punktlarning balandligi aniqlanadi. Geodezik balandliklardan normal balandliklarga o'tishi uchun ellips ustidagi kvazigeoidning (geoid) balandligini bo'lishi kerak, chunki, u geoidning sirti to'lqinsiman bo'lganligi sababli, muntazam kattalik deb hisoblaydi. Ellips ustidagi geoidning balandligini sun'iy yo'ldosh o'lchamlarni bajarish yo'li bilan olish mumkin. 100 km<sup>2</sup> dagi maydonda reperlarning soni balandliklarga nisbatan 4 tadan oshmasligi kerak va ular obyekt ichida bir xil tekislikda o'rnatilishi kerak. Obyektlarning katta maydonida reperlarning balandlik tarmog'i proporsional ravishda ko'payadi.

Geoid to'lqini juda katta farq qiladigan tog'li xududlarda reperlar miqdori 1,5 – 2 martaga ko'paytirilishi kerak.

Chizilgan rasmga ega bo'lgan obyektlarda balandlik reperlari orasidagi masofa 5 km dan oshmasligi kerak, agar obyektning kengligi 5 km dan oshmasa. Katta masofali kengliklarda nivelirlashning qo'shimcha reperlari bo'lishi kerak va obyektning har tomonlariga joylashtirilishi kerak.

#### 11.2. Geodezik to'rlarni tuzish va sun'iy yo'ldosh yordamida o'lchov uslublari.

Sun'iy yo'ldoshli o'lchov ishlarini bajarishda qo'llaniladigan uslublar.

Sun'iy yo'ldoshli texnologiyalar yordamida geodezik to'rlarni qurishda va rekonstruksiya qilishda, koordinatalarni to'g'ri aniqlashda geometrik rasmlar to'ri ta'sir etmaydi. An'anaviy qurilmalarda (triangulyasiya, trilaterasiya, poligonometriya) geometrik elementlarni (chiziqlar uzunligi va burchaklar) aniqlashda, sun'iy yo'ldosh o'lchovlarining natijalaridan foydalanish shart.

An'anaviy geodezik uslublarda ishlatiladigan bunday turlarga oddiy dasturlar bo'yicha to'g'ri hisob-kitob qilinadi.

Sun'iy yo'ldoshli texnologiyalarni ishlatishda, quyidagi ikkita asosiy to'r qurish sxemasi taklif etiladi:



- yopiq geometrik shakl (poligonlar);
- radial usul.

Yopiq geometrik shakllarni qurishda vektorlarni aniqlashda punk sistemalari shunday ko'rinishga ega, ular yopiq geometrik shakllar hosil qilishi kerak (poligonlar).

### **11.3. Sun'iy yo'ldoshli o'lchov ishlarini bajarishda qo'llaniladigan uslublar.**

Sun'iy yo'ldoshli o'lchov ishlarini bajarishda quyidagi uslublar qo'llaniladi:

- statik (Static);
- tez statik (Fast Static, Rapid Static);
- psevdokinematik (pseudostatik, reokkupasiya);
- kinematik.

Statik uslubda uzoq vaqt davomida ikkita (va ko'p) qo'zg'almas priyomniklar orasida o'lchov olib boriladi.

Tez statik uslubdan optimal foydalanish kuzatishda vaqtni kamaytirish maqsadida (5-10min) ikki chastotali sifatli o'lchovlardan foydalaniladi. Shartli belgi sifatida ikki chastotali priyomniklar ishlatilishi shart.

Psevdokinematik uslubda bir vaqtning o'zida kuzatuv qo'zg'almas (referens) va mobil priyomniklar orasida o'tkaziladi. Bu uslubni bajarishda 1 punktda inisializasiya bajarilishi kerak bo'ladi va mobil priyomniklarni kuzatayotganda 4-5 sun'iy yo'ldoshlar bilan aloqa qilish kerak. Aloqa yo'qolganda, inisializasiya qayta takrorlanadi. Bu uslub ikki ko'rinishga ega: Stop CO («to'xta-yur») kinematikasi va kinematika real rejimdagi vaqt (Real – Time Kinematic-RTK) Stop and GO kinematikasi 1 minut davomida o'lchov ishlarini olib borishda mobil priyomniklarning antennalari aniqlovchi punktlarda qayd qilinadi.

RTK DME ishlarini bajarish texnologiyasi yuqorida keltirilgan usullardan farq qiladi. RTK psevdouzellar, referens priyomnikdan aloqa uskunasi orqali mobilga o'lchovda to'g'rilab yetkazishga asoslangandir (radiomodem).

Mobil priyomnik o'rnatilgan referens va mobil priyomniklarning birgalikdagi o'lchov ishlarini punkt koordinatalari aniqlaydi. Natijalar boshqalarga nisbatan o'lchov ishlarini olib borilganda keyin tezda beriladi.

Geodezik balandliklarning aniq topilishi qoida bo'yicha vektorlarning aniq topilishiga qaraganda 1,5 marta past. Sun'iy yo'ldosh o'lchovlarining aniqligiga normal kuzatuvlar orqali erishiladi, ular quyidagi talablarga javob berish kerak:

1. Kuzatilayotgan sun'iy yo'ldoshlarning minimal miqdori 4-5 dan kam bo'lmaydi;
2. DOR ahamiyati (Dilutoh Ol Pzecisioh) butun o'lchov davomida 4 dan yuqori bo'lmasligi talab etiladi (yoki boshqa pasport belgisi bo'lgan);
3. Gorizontda kuzatuv sun'iy yo'ldoshlarining minimal balandlik burchagi  $-15^0$  dan kam bo'lmagan;
4. Signalni qabul qilishda to'suvchi omillar yoki aks signal (ko'p yillik);
5. Butun o'lchov davrida sun'iy yo'ldosh signallari qabul qilishda va buzilishda qayta tuzatilmaydigan (sikl o'tkazish – Cycle Slip);
6. Normal atmosferaning ta'sir sharoiti minimal bo'lgan.

Zamonaviy geodezik sun'iy yo'ldosh priyomniklarning aniq ko'rsatkichlari priyomnikning ikki va o'lchov uslubiga bog'liq. Ular bir vaqtning o'zida bir necha sun'iy yo'ldoshlarning ishlatish o'lchov hajmini oshiradi va bu aniqlik va vektorlarni aniqlashga yordam beradi.

DORning ahamiyati shundan iboratki, o'lchov vaqtida o'rnatilgan antenaning joyi va sun'iy yo'ldoshlarning o'zaro geometrik joylashuvini hisobga oladi. Ham ko'rsatkich yaxshi geometriyani ko'rsatadi va bu o'lchovda yaxshi sharoiti bo'lganligini ko'rsatadi. Aniqlik standart ko'rsatkichlari quyidagi 5- jadvalda berilgan.

Sikllarning o'tkazib yuborishi to'lqin uzunligini o'lchashda sun'iy yo'ldoshlarning vaqtincha to'lqin o'tkazib yuborishi yoki yo'qotishi natijasidir. Sun'iy yo'ldoshli o'lchovlarning ishi o'tkazib yuborilganlarni topish va ularni to'g'rilashdan iboratdir. Ko'p miqdordagi o'tkazib

yuborilgan buzuq chiziqlar vektorlari  $15^0$  kam bo'lgan gorizont ustida sun'iy yo'ldosh signallari, troposferaning ta'siri ostida noto'g'ri inisializatsiyani beradi. Ko'p yillik fazali va kodli o'lchovlarga ta'sir qiladi va vektorlarni aniqlashda xato qiladi.

To'rtli qurish sxemasini tanlash, priyomnik qurilmasi va tipiga qurilmaning o'lchovlarga ishlov berish dastur ta'minotiga bog'liq.

8-jadval

Uslub	Punktlar orasidagi o'rtacha masofa, km	Davomiy- ligi	Absolyut va nisbiy masofa o'lchov birligi	Ilova
Statik	2,0 gacha	1 soatlar jami	5mm +1x10-6Dmm 1:100000-1:5000000	Ikki chastotali priyomnik uchun
Tez statik	10 gacha	5-10 min	5-10mm+1x10-6Dmm 1:100000-1:1000000	Ikki chastotali priyomnik uchun
Psevdo-kinematik	10 gacha	20min (2 marta 10 minutdan)	10mm+1x10-6Dmm 1:50000-1:50000	Bir chastotali priyomnik
Stopf Co	5 gacha	2 min	10-20mm+1x10-6Dmm 1:100000-1:1000000	
R T K	5-10 gacha (radiomedemga bog'liq)	1 min	10-20 mm	Aloqa uskunasi bo'lganda (radiomo dem)

#### Nazorat savollari:

- 100 km<sup>2</sup> bo'lgan maydonda nechta tarmoq bo'lishi kerak?
- Geodezik balandliklardan normal balandliklarga qanday o'tiladi?
- Sun'iy yo'ldoshli o'lchov ishlarini bajarishda qaysi uslublar qo'llaniladi?
- Kuzatilayotgan sun'iy yo'ldoshlarning minimal mikdori nechtadan kam bo'lmasligi kerak?
- DOR ahamiyati (Dilutoh Ol Pzecisioh) butun o'lchov davomida nechtadan yuqori bo'lmasligi talab etiladi?
- Gorizontda kuzatuv sun'iy yo'ldoshlarining minimal balandlik burchagi necha gradusdan kam bo'lmasligi kerak?
- Statik uslubda punktlar orasidagi masofa qancha bo'lishi kerak?
- Tez statik uslubda punktlar orasidagi masofa qancha bo'lishi kerak?

#### Adabiyotlar:

- 1.Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г. 4-12.
- 2.Савиных В.П, Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г. 4-12.
- 3.Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия./М.:Недра.1986г. 4-12.
- 4.Соловьев А.Ф. и др. Основы космическая геодезии. /Конспект лекций.

## 12-ma'ruza. Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik ishlarni loyihalash va rejalashtirishning ilmiy-amaliy ahamiyati

### Reja:

- 12.1. Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik ishlarni loyihalash va rejalashtirish.
- 12.2. Punktlar rekognosirovkasi va markazlarni joylashtirish.
- 12.3. Ishchi loyiha tuzish.

### Tayanch iboralar:

Texnik loyiha, texnik topshiriq, koordinata va punktlar balandliklari katalogi, kartografik (topografik) sistematisiyalash, rekognosirovka.

### 12.1. Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik ishlarni loyihalash va rejalashtirish.

Texnik loyiha texnik topshiriqga asosan tuziladi. Texnik loyiha ustida ishlash geodezik ishlarning obyektida, oldindan qilingan ishlar bo'yicha ma'lumotlarini yig'ishdan boshlanadi. Geodezik tadqiqotlarda materiallarni yig'ishda quyidagi ma'lumotlarni olish mumkin:

- mavjud bo'lgan geodezik to'rlarning punktlarining tadqiqot materiallarini tiklash;
- koordinata va punktlar balandliklari katalogidan ko'chirmasi;
- mavjud punktlarning kartochkalari va asboblarning qo'yilishlari;
- oldin qilingan ishlarning ko'chirmalari, ayniqsa, aniqlik bahosiga tegishli ko'chirmalar;
- obyektida qabul qilingan sistema koordinatalari va balandliklari haqida ma'lumotlar.

Kerakli masshtablardagi materallarni yig'ish va kartografik (topografik) sistematisiyalash, kartaga barcha mavjud bo'lgan punktlarning joylashuvi tushiriladi, ular esa loyihalalanayotgan tarmoqqa kiritiladi va birlashtiriladi. Shu bilan bir sun'iy yo'ldoshda sun'iy yo'ldosh o'lchamlarining bir sharoitida kuzatuvini ta'minlashda baholash lozim.

Loyihalalanayotgan tarmoq va sun'iy yo'ldoshli o'lchov maydonlarini qurish sxemasi tarmoqqa va uning aniqligiga bog'liq. Tanlash 6 – bo'lim asosida olib boriladi va yana texnik topshiriq va geodezik o'rganilgan materiallar hisobga olinadi. To'rlarni qurishda navbatdagi 6-jadvaldan foydalanish tavsiya etiladi.

9-jadval

Parametrlar	To'ring joylashish sxemasi	
	Yopiq geometrik shakllar	Radial
Tuziladigan tarmoqning sinfi	3 va 4 sinfli DGT, shahar karkasli, maxsus to'r, 1 - razryadli	1, 2 – razryadli, osma to'rlar
Punktlar orasidagi masofa	20 km gacha	10 km gacha va har xil vektorlar uzunligi

Qurilayotgan tarmoqlarning punktlari hozirgi ishlayotgan ko'rsatmalar asosida o'rnatiladi. Sun'iy yo'ldoshli o'lchovlar uchun loyihalalanayotgan punktlarning joylashishini tanlashda quyidagi talablarga e'tibor berish kerak:

1. Kuzatuv ishlarini olib borishda normal sharoitni ta'minlash;
2. Punktlarning yonida (1-2 km) gacha katta nurlanish o'chog'i bo'lmasligi kerak (radiouzatgichlar va boshqalar);
3. Punkt atrofi gorizontning katta qismida 15° balandlikdan to'siq bo'lmasligi kerak;
4. Markazning uzoq vaqtgacha saqlanib qolinishini ta'minlash;
5. Tabiiy sharoitlarga qaramasdan punktlarga kelish qulayligini ta'minlash.

Talablarga asosan shahar xududida baland binolarda punktlarni loyihalash taklif etiladi.

Punktlar orasidagi geometrik bog'liqliklarni loyihalash uchun sxema qurish ishlari olib boriladi. Yopiq geometrik shakllarni qurishda har kaysi punkt eng kamida 2 ta mustaqil o'lchangan vektorlar bo'yicha aniqlanadi.

Boshqarish uchun punktlar orasining vektorlarini qo'shimcha loyihalash taklif etiladi va bu uzun vektorlarni (20km) aniqlashda meteorologik parametrlarning o'lchovlariga qarash kerak.

Texnik loyihalashning oxirgi bosqichi tushuntirish xati hisoblanadi va ular quyidagi ma'lumotlarni o'z ichiga oladi:

- texnik loyihalash asosi, me'yoriy hujjatlar, geodezik o'lchovlar, ish obyektlarining fizik-geografik xarakteristikasi, loyihalananayotgan ishlar koordinata sistemasi va balandligi;
- oldin bajarilgan ishlar geodezik asoslari punktlarining nomlanishi, ishlarning nomlanishi, korxonalar nomlari, bajarilgan yili, aniqlik bahosi, koordinata sistemasi va balandliklar;
- o'lchovda tanlangan sxemalar va uslublar asosida bajarilgan ishlar dasturi;
- ishlarning bajarilishi texnologiyalari tartibi va bajarish vaqti va tayyor maxsulotni topshirish;
- loyihalananayotgan ishlarning harajat smetasi.

## 12.2. Punktlar rekognosirovkasi va markazlarni joylashtirish.

Alohida texnik loyihaning joylashishini aniqlash maqsadida, dala ishlarini boshlashdan oldin dala rekognosirovkasi o'tkaziladi.

Rekognosirovkaning yakuniy natijasida punktlarning joylashuvi tanlanadi, to'r sxemalari aniqlanadi va texnik tashkiliy muammolar yechiladi.

Sun'iy yo'ldosh o'lchovlarida olib borilgan ishlar punkti talabga javob berishi kerak va bu yerda ham, rekognosirovkaning yakuniy natijasida punktlarning joylashuvi tanlanadi, to'r sxemalari aniqlanadi va tashkiliy muammolar yechiladi.

Sun'iy yo'ldosh o'lchovlarida olib boriladigan ishlar punkti talabga javob berishi kerak. Rekognosirovka punktlarning joylashish joylarida quyidagilarni hisobga olish kerak:

- punkt yaqinida akslantiruvchi yuzalar bo'lmasligi kerak (daraxtlar, metall tomalar, transportning intensiv harakati, akslantiruvchi suv yuzalar va boshqalar);
- shtativning joylashishi uning uzoq vaqt davomida o'lchov ishlarini olib borishga barqarorligini ta'minlash (ayniqsa, referens stansiyalar uchun);
- kinematik o'lchov uslublarini ishlatishda 4 ta sun'iy yo'ldoshning muntazam ishlashi va to'siqlarning yo'qligi, marshrutlarning orasida, ular to'siqsiz ko'chishi ta'minlanadi va ular obdon ko'zdan kechirilishi kerak.

Punktida priyomniklarni o'rnatishning iloji bo'lmaganda, kuzatishning normal sharoiti bo'lgan bir nechta nuqtalarni tanlash kerak. Bu usulni qo'llash qurilayotgan to'rning aniqlik markazini ta'minlashi kerak.

Har bir loyihalananayotgan to'rga individual raqam (nom) va kod beriladi. Har bir punkt uchun uning mahalliy punktlarga bog'liqligi va joylashishi tuziladi. Agar punktlarda o'lchov to'siqlari bo'lsa, ular s'yomka qilinib, sxemalarda ko'rsatiladi. Bu ma'lumotlar ishchi sxemalarida qo'llaniladi.

Vektor (punktlar) belgilanadi va ular qayta aniqlash uchun kerak bo'ladi. Rekognosirovka vaqtida vaqtning shartli davomiyligida punktlar orasidagi marshrut aniqlanadi.

## 12.3. Ishchi loyiha tuzish.

Texnik topshiriq texnik loyihalash asosida tuziladi. Dala ishlari va tashkiliy ishlar texnik loyiha materallarini rekognosirovka qilish va bu dala ishlarida operativ ishlarni ishlab chiqarish maqsadida ishlab chiqiladi.

Ishchi loyiha dala ishlariga chiqishdan oldin tuziladi va ekspeditsiyaning bosh muhandisi tomonidan tasdiklanadi.

Ishchi loyiha bor priyomniklarning miqdorini va ishini hisobga olishi kerak va shu bilan birga, o'lchovlarni ishlab chiqarish uchun muhim dasturiy ta'minotga ega bo'lishi kerak.

Ishchi loyiha tarkibiga quyidagilar kiradi:

- oraliq seanslarda umumiy punktdan biri seans davomida priyomniklarni qo'yib chiqish sxemasi chiziladi. Statik uslubda seanslarning eng kam miqdori koordinata punktlari hisob-kitob uchun quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{P - O}{N - O} \quad (12.3.1)$$

bu yerda S – seanslar soni, O – seansdagi punktlarning umumiy miqdori,

P - punktlarning tarmoqdagi umumiy soni, N – priyomniklar mikdori.

Loyihalana yotgan tarmoqda to'rtburchakli shinali shakllar qabul qilinadi:

- loyihalana yotgan to'ring geometrik sxemasi aniqlanadi;
- referens vektorlar uchun punktlarni joylashtirish yakunlanadi;
- to'rlardagi vektorlar tanlanadi va ular qayta aniqlanadi. Priyomniklar va antennalarning kamchiliklari bo'lishi mumkin, bunday hollarda, ulardan kamroq foydalanishi tavsiya etiladi;
- dala ishlari davomida sun'iy yo'ldoshlar almanaxlar bo'yicha dastur ta'minotida sun'iy yo'ldoshlarning butun ish vaqti davomida DOR ning grafik belgilari tuziladi;
- har bir punktda to'siqlar bo'lgan paytda, dastur yordamida to'siq diagrammasi tuziladi;
- kerakli sun'iy yo'ldoshlar miqdorida DOR ning dastur loyihalash tomonidan yaxshi ko'rsatkichlar olinadi.

Ishchi loyiha kuzatuv tashkilotining strukturasi ishlab chiqish bilan yakunlanadi (kuzatuv dasturi), quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- formula bo'yicha seanslar uzunligi punktlar orasidagi masofa aniqlanadi (5 ta sun'iy yo'ldoshlar va normal DOR);

- punktlar orasidagi marshurutlar harakatini tasdiqlash;

- barcha sun'iy yo'ldoshlar o'lchovi uchun bajarish jadvali tuziladi.

Ishchi loyihani tushuntirish xatida quyidagilar bo'lishi kerak:

- barcha ishchi loyihada punktlar to'ri va ularning bog'lanishi ko'rsatilgan bo'lishi kerak;
- obyektidagi ishlar dasturi;
- grafikda DOR mazmuni va butun dala ishlari mobaynida sun'iy yo'ldoshlarning ko'rinishi;
- barcha punktlar uchun grafik oynalarning kuzatuv, to'siqlarining mavjudligi;
- tashkillashtirish va texnologiya ishlarini bajarishda o'lchov uslubini tanlash va punktda ishlash vaqti.

#### **Nazorat savollari:**

1. Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik ishlarni loyihalash va rejalashtirish qanday amalga oshiriladi?
2. Punktlar rekognosirovkasi va markazlarni joylashtirish qaysi tartibda bajariladi?
3. Ishchi loyiha tuzish jarayonini tushuntirib bering?
4. Loyihalana yotgan tarmoqda qanday shakllar qabul qilinadi?
5. Sun'iy yo'ldoshli o'lchovlar uchun loyihalana yotgan punktlarning joylashishini tanlashda nimalarga e'tibor berish kerak?
6. Ishchi loyiha kuzatuv tashkilotining strukturasi ishlab chiqish qanday bajariladi?
7. Ishchi loyiha tarkibiga nimalar kiradi?
8. Ishchi loyiha dala ishlariga chiqishdan oldin tuziladi va kim tomonidan tasdiqlanadi?

#### **Adabiyotlar:**

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии. / М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г. 4-12.
2. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. / М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г. 4-12.
3. Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия. / М.:Недра. 1986г. 4-12.
4. Соловьев А.Ф. и др. Основы космической геодезии. / Конспект лекций.

## 13-MA'RUZA.

### Mavzu;Sun'iy yo'ldosh yordamida geodezik tekshirish va sozlash

#### Reja:

- 13.1.Davlat geodezik to'rlari tarkibida sun'iy yo'ldosh priyomniklar yordamida aralash to'rlarni yaratish.
- 13.2. Priyomniklarni ishlatishdan oldin bu uskunalarning ishlatish qoidalari.
- 13.3. Tashqi ko'rik va aprobirovka (tekshirish).

#### Tayanch iboralar:

Priyomniklar tipi, 1 chastotali priyomniklar, antenna kabeli, akkumlyator va uni zaryad qiladigan moslama, o'tkazgich, shtativ, podstavka, vintlar.

### 13.1.Davlat geodezik to'rlari tarkibida sun'iy yo'ldosh priyomniklar yordamida aralash to'rlarni yaratish.

Priyomniklar tipini tanlash aniq loyihaga bog'liq. Ularga qo'yiladigan asosiy talab priyomniklarga topografik – geodeziyada qo'llanadigan kod va faza o'lchovlarini ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Qisqa masofalarda (15 km gacha) 1 chastotali priyomniklar ishlatilishi mumkin, ionosfera ta'sir vektori oxirida bir xil va ishlash davomida yuqoridagi talablardan mustasno.

Erkin qabul qilinadigan priyomniklar soni to'rttadan kam bo'lmasligi kerak, xotira hajmi sun'iy yo'ldoshlar o'lchovini zaxiralashda tanlab olingan uslubga mos kelishi kerak.

Dala ishlariga oldin stansiyalar komplektini va alohida tushunchalarning ishlanishini tekshirish zarur. Stansiyalar komplektiga quyidagilar kiradi:

- Priyomnik;
- Antenna;
- Antenna kabeli;
- Akkumlyator va uni zaryad qiladigan moslama;
- O'tkazgich;
- Shtativ;
- Podstavka;
- Vintlar;
- Metr va reyka;
- Metereologik parametrlarni o'lchash uchun komplekt: termometr, barometr, psixrometr (zarur bo'lganda);
- Radiostansiya (bor bo'lganda);
- kartalar, abrislar, marshurt sxemalari;
- kuzatuv jadvali va punkt orasidagi marshrut siljishi;
- dala jurnallari;
- qalam, ruchka qog'oz;
- bayroqcha, buyoq, qoziq, bolg'a, signal va murasmar (kechkurun uchun zarur).

Barcha stansiyadagi mexaniq tugunlar to'g'ri ishlashi lozim.

Shtativlar mexaniq nosoz bo'lmasligi kerak. Optik sistemalari tekshirilgan bo'lishi zarur.

Geodezik ishlab chiqarishda ishlatiladigan sun'iy yo'ldosh priyomniklari davlat attestasiyasi va tekshiruvdan o'tishi lozim, ularning ishga yaroqliligini aniqlash maqsadida, tekshiruv aniq bir priyomnik komplektini aniqlashdan, komplekt ikki va undan ortik priyomniklar, dastur ta'minoti bilan boshlanadi.

Tekshirish uslubi - etalon bazasi aprobirovkasi.

Tekshiruv vaqti - bir yilda bir marta.

Tekshiruv davomida quyidagi 7-jadvaldagi ishlar bajarilganligi bo'lishi kerak:

№	OPERASIYA NOMI
1	Tashqi tekshiruv va aprobirovka
2	Statik uslubda kuzatuv davomiyligiga qarashli chiziqli bazislarning xatolarini aniqlash.
3	Psevdokinematik uslubda chiziqli xatolarni aniqlash.
4.	Yopiq rasmlarda statik uslubda koordinatalar aniqligini oshirish bo'yicha chiziqli xatolarni aniqlash.
5	Real vaqt rejimidagi koordinata o'lchamlari xatolarini aniqlash.

O'lchash asboblari to'g'riligini tekshirish quyidagi 8-jadvaldan tekshiriladi

№	Tekshirilganda ishlatiladigan o'lchov vositalarini nomlanishi	№ bo'limlar
1.	Uzunlik bazisi etaloni	10,3-10,6
2.	Yuqori aniqlikdagi svetodolnomer	10,4.
3.	Ruletka	10,3-10,6
4.	Metereologik barometr - aneroid	10,3-10,5.
5.	Aspirasion psixrometr	10,310,5.

### 13.2. Priyomniklarni ishlatishdan oldin bu uskunalarning ishlatish qoidalari.

Priyomniklarni ishlatishdan oldin, bu uskunalarning ishlatish qoidalarini (ekspluatatsiya qilish qonun qoidalari, geodezik ishlarni bajarish texnologiyalari va firma maxsulotining takliflari) yaxshilab o'rganib chiqish kerak. Normal sharoitidagi kuzatuvlarni ta'minlash uchun tekshiruv bajariladigan vaqt oldindan belgilanishi kerak.

Priyomnik komplektlarini tekshirgandan keyin, geodezik ishlab chiqarishda foydalanish mumkin ekanligi haqidagi guvohnoma beriladi.

### 13.3. Tashqi ko'rik va aprobirovka (tekshirish).

Tashqi ko'rik va aprobirovka (tekshirish). Biriktirilgan hujjatlar asosida asbob-uskunalarning komplektini tekshirish. Apparaturani tashqi tomondan kuzatilganda pereklyuchatellar va knopkalar, yozuvlarning saqlanganligi, kabellarning yuzasi butun ekanligi, bo'limlarda kontaktlarning tozaliklariga e'tibor berish kerak.

Akkumlyator va zaryad qurilmalarini tekshirish. Biriktirilgan hujjatlar bo'yicha apparatlarning ishlanishini tekshirish. Apparatlarda xato-kamchiliklar va nosozliklar topilganida keyingi sinovga qo'yilmaydi.

### Nazorat savollari:

1. Davlat geodezik to'rlari tarkibida sun'iy yo'ldosh priyomniklar yordamida aralash to'rlarni yaratish qaysi tartibda bajariladi.?

2. Priyomniklarni ishlatishdan oldin bu uskunalarning ishlatish qoidalarini tushuntirib bering?

3. Tashqi ko'rik va aprobirovka (tekshirish) qanday bajariladi?

4. Stansiyalar komplektiga nimalar kiradi?

5. Statik uslubda kuzatuvning davomiyligiga bog'liq bo'lgan chiziqli bazisning o'lchovdagi xatolari qanday tekshiriladi?

6. Geodezik ishlab chiqarishda ishlatiladigan sun'iy yo'ldosh priyomniklari davlat attestatsiyasi va tekshiruvdan qanday tartibda o'tkaziladi?

7. Metereologik parametrlarni o'lchash deganda nimani tushunasiz?

8. Apparaturalar tashqi tomondan qanday tekshiriladi?

## 14-MA'RUZA.

### Mavzu; Sun'iy yo'ldosh yordamida o'lchashlarni qayta ishlash formulalari

#### Reja:

- 14.1. Statik, psevdokinematik va yopiq shakllardagi statik uslublarda kuzatuvning davomiyligiga bog'liq bo'lgan chiziqli bazisning o'lchovdagi xatolarini tekshirish.
- 14.2. Statik uslubning mohiyati.
- 14.3. Sun'iy yo'ldosh o'lchovlari natijalariga ishlov berish.

#### Nazorat savollari:

Statik uslub, meteoparametrlar (temperatura, bosim va namlik), referens, antennalarni niverlash va markazlash, Leica firmasining maxsuloti va dasturi haqida ma'lumotlar, Transfer – dasturi.

#### 14.1. Statik, psevdokinematik va yopiq shakllardagi statik uslublarda kuzatuvning davomiyligiga bog'liq bo'lgan chiziqli bazisning o'lchovdagi xatolarini tekshirish.

Statik uslubda kuzatuvning davomiyligiga bog'liq bo'lgan chiziqli bazisning o'lchovdagi xatolarini tekshirishda quyidagi ish tartibi o'rnatiladi:

1. Punkt markazlari ustida juft antennalarni o'rnatish, antenna korpuslaridagi belgiga asosan, ularni shimolga yo'naltirish. Ruletka yordamida punkt markazi ustiga o'rnatilayotgan antenning balandligini aniqlash.
2. Priyomniklarni ishga kiritish. Priyomniklarning ishchi ko'rsatkichlarini tekshirish. Priyomniklarning sun'iy yo'ldoshdan signal qabul qilayotganligini tekshirish.
3. 60, 30, 15, 8, 4, 2 minut o'lchamlari bo'yicha seans o'lchovlarining davomiyligi ketma-ketligini aniqlash. Har bir seansning boshlanishida meteoparametrlar (temperatura, bosim va namlik) aniqlanishi kerak, ular jurnalga yozilishi kerak.
4. Biriktirilgan dastur ta'minoti yordamida o'lchov natijalarining ishlanishini bajarish. Ishlash jarayonida sifatli o'lchovlar qabul qilinishi kerak.
5. Aniq va ishonchli o'lchov natijalarini seansning minimal vaqtini aniqlash.
6. Tanlangan seansning davomiyligini 6 – marta o'lchovlari qayta bajariladi, qolgan o'lchovlarning yarmi kuzatish oynasida boshqa kuni bajariladi.
7. Apparaturani o'chirish.
8. Kuzatuvlarni ishlab chiqish.

Quyidagi formula bo'yicha o'lchovlarning natijalariga qarab apparaturaning ekspluatasiyaga yaroqliligi aniqlanadi.

$$\Delta_{dji} = 2x(a + bx10^{-6} D) \quad (11.14.1)$$

bu yerda a va b –sonli belgilar, D-bazis uzunligi mm da.

b) Psevdokinematik uslubda chiziqli bazislarning xatolarini tekshirishda quyidagi ish tartiblari o'rnatiladi.

1. Punkt markazlari ustida juft antennalarni o'rnatish. Antenna korpuslaridagi belgiga asosan shimolga yo'naltirish. Ruletka yordamida punkt markazi ustiga o'rnatilayotgan antenning balandligini aniqlash.
2. Priyomniklarni ishga kirishi. Priyomniklarning ishchi ko'rsatkichlarini tekshirish. Priyomniklar sun'iy yo'ldoshdan signal qabul qilayotganligini tekshirish.
3. 60, 30, 15, 8, 4, 2 min o'lchamlar bo'yicha seans o'lchovlarining davomiyligini ketma – ketligini aniqlash. Har bir seansning boshlanishida meteoparametrlar (temperatura, bosim va namlik) aniqlanishi kerak. Ular jurnalga yozilishi kerak.
4. Biriktirilgan dastur ta'minoti yordamida o'lchov natijalarining ishlanishini bajarish. Ishlovda sifatli o'lchovlar qabul qilinishi kerak.
5. Aniq va ishonchli o'lchov natijalarini minimal vaqtini aniqlash.
6. Tanlangan seansning davomiyligini 6 –marta o'lchovlarni qaytarish. Qolgan o'lchovlarning yarmi kuzatish oynasida boshqa kuni bajariladi.



7. Apparaturni o'chirish.

8. Kuzatuvlarni ishlab chiqish.

v) Yopiq shakllardagi statik uslubda koordinatalarning orttirmadagi o'lchamlar xatolarini tekshirishda quyidagi ish tartiblari bajariladi:

1. Etalonli koordinatali punktlarda 2 ta priyomnik o'rnatish.

2. Foydalanuvchilar uchun yo'l - yo'riq ko'rsatma qoidasi bo'yicha priyomniklarni ish holatiga keltirish. Referens bo'yicha qabul qilingan koordinata ko'rsatkichlarini priyomnikga kiritish.

3. Etalonli koordinatalarda 4 -5 punktdagi priyomniklarni koordinatalarini ikkinchi o'rinda aniqlash. Agar etalonli koordinatalarda faqat 2 ta punkt bo'lsa, mobil priyomniklar punktlardan olinishi ruxsat etiladi, ularni o'chirmasdan antenasi bilan birga punkt atrofidan 100 -200 m o'tib, antenna qaytib punktga o'rnatiladi va bu ishlar 5 marta qaytariladi.

4. Olingan koordinatalarning raqamlari bilan mobil priyomniklarning o'rnatilishi solishtiriladi. Apparaturni ekspluatatsiyaga yaroqliligini, agar koordinatalarning etalon qiymatlari va o'lchovlarning o'rtasida farqlari koordinatalarini aniqlashda o'rta kvadratik xatolar birlashtirilgan hujjatlarda ko'rsatilgandan farq qilmasa ishga yaroqli deb hisoblanadi.

Koordinatalar orttirmalari quyidagi formula yordamida aniqlanib, apparaturaning ishga yaroqliligi aniqlanadi:

$$W_{doh} = \sqrt{(\Delta_1^{doh})^2 + (\Delta_2^{doh})^2 + (\Delta_3^{doh})^2} \quad (11.14.2)$$

bu yerda  $\Delta_1^{doh}$  – koordinata o'lchovlarida «real vaqt rejimidagi kinematika» uslubi bo'yicha xatoliklarni aniqlash.

Sun'iy yo'ldosh o'lchovlarini ishlab chiqarish 6 – bo'lim uslublari bo'yicha qabul qilinadi. Uslublarning bajarish texnologiyasi priyomnikning Moduli o'lchov ishlari uchun dastur ta'minotiga bog'liqdir.

Sun'iy yo'ldoshli priyomniklarni birlashtirish tegishli hujjatlar bo'yicha bajarilishi kerak.

#### **14.2. Statik uslubning mohiyati.**

Sun'iy yo'ldosh o'lchovidagi statik uslub - klassik uslub hisoblanadi. Bir vaqtning o'zida ikki va undan ortiq priyomniklarning uzoq vaqt davomidagi o'lchovlarni statik uslub qabul kiladi. O'lchov vaqtlarida sun'iy yo'ldoshlarning joylashuvi jarayonida geometrik geoo'lchov vaqti o'zgaradi va bir xil bo'lmasligi muammosini yechadi. Katta hajmdagi o'lchovlar sikllarini o'tkazib yuborilishini qayd qiladi va ularni to'g'ri modellashtiradi. Statik uslub 15-20 km dan ortiq bo'lgan vektorlarni o'lchashda va minimal sun'iy yo'ldoshlar yordamida kuzatilgan statik uslub yuqori ko'rsatkichli ishlarni bajarishda ishlatiladi.

Seansning davomiyligi, o'lchanayotgan seans chiziqlarining uzunligiga, bir vaqtni o'zida kuzatilayotgan sun'iy yo'ldoshlar miqdori, priyomnik minuti va aniqligiga bog'liq. 90 % kuzatuv vaqti davomida 4 ta sun'iy yo'ldoshdan kam bo'lmagan signallarni qabul qilishi kerak.

Statik uslubdagi asosiy talablar.

1. 4 ta sun'iy yo'ldoshdan kam bo'lmagan punktlardagi kuzatuv.

2. Yozuv intervali -20 minut

Stansiyadagi ish antenna o'rnatishidan boshlanadi, o'lchov davrida antennalar mustahkam qilib o'rnatilishi kerak.

Antennalarni niverlash va markazlash aniqligi 2 mm dan kam bo'lmagan aniqlikdagi optik markazlashtirgich orqali bajariladi.

Sun'iy yo'ldoshlarning barcha o'lchovlari antenaning fazali markaziga tegishli bo'ladi, shuning uchun antenaning balandligi obdon o'lchanadi. Antenaning balandligini o'lchashdagi xato 3 ta koordinata punktlarining aniqlanishiga ta'sir etadi.

Priyomniklarni ishga tushirish va o'chirish tartibiga to'liq rioya qilish kerak. Priyomnikni ishga tushirishga, o'lchashdan 5 minut oldin ruxsat etiladi, kechiktirish ruxsat etilmaydi, chunki u, seansda priyomniklarning birga ishlashida yomon natija ko'rsatishi mumkin. Buni oldini olish

uchun ishni aniq vaqtda bajarish uchun bajaruvchilarning qo'lida radio yoki modem aloqa bo'lishi kerak.

O'lchasdan oldin priyomnikning standart ishchi holati tekshiriladi. Barcha birga ishlayotgan priyomniklarning yozish intervali bir xil bo'lishi kerak. Priyomnikni ishga tushirgandan keyin, uni kerakli miqdordagi sun'iy yo'ldoshlar bilan ulanganligi va ularning joylashgan joyini ko'rsatayotganligi tekshirilishi kerak. Kuzatuv seansini boshlanishidan oldin priyomnikga punkt nomi, antenna balandligi, operator kodi va boshqa ma'lumotlar kiritilishi kerak. Paralell ravishda xuddi shu ko'rinishda dala jurnaliga yozuvlar kiritiladi. Kuzatuv davrida priyomnikning ishlashi har 15 minutda tekshirilishi kerak.

Tekshirishda: elektr ta'minoti, sun'iy yo'ldosh signallarining qabul qilishdagi xatolar, DOR mazmunlariga e'tibor berilishi kerak. Natijalar dala jurnaliga kiritiladi.

Seans davomida meteoparametrlarni ham hisobga olish kerak: havo temperaturasi, bosim, namlik. Natijalar dala jurnaliga kiritiladi, priyomnikning barqaror ishlashi uchun elektr manbaini yetkazish sharoiti ta'minlanishi kerak. Stansiyada priyomnikning komplektida zaxiradagi batareyalar (akkumlyatorlar) bo'lishi kerak. Sun'iy yo'ldoshli priyomniklar temperatura diapazonida ishlaydi.

Yog'ingarchiliklar, tuman va boshqalar priyomnikning ishlashiga halaqit bermaydi. Sovuq havoda batareyalarning ishlash vaqti kamayadi. Dala yozuvlari jurnallarga kiritiladi (har bir seansda, har bir stansiyada).

Radial PKM mobil priyomniklarining punkt koordinatalari (1 va undan ortik) referens stansiyalar aniqlanadi.

Referens (referens stansiya) sifatida 1 ta priyomnik punktda joylashtiriladi. Mobil priyomnik uslubi bo'yicha muntazam ravishda punktdan - punktga (1 dan 4 gacha) ko'chiriladi. Har bir punktdagi o'lchov ishlari 10 min davomida bajariladi. Traversli PKM («qurbaqa sakrash») o'lchovida qatnashayotgan barcha priyomniklar – mobil va ularning referens stansiyasida bulmaydi.

O'lchovlarning bajarishi tartibi quyidagicha:

- ikkala mobil priyomniklar 1 va 2 punktlarda joylashtiriladi, 1 -2 vektorni aniqlash 10 minut davomida bajariladi;

- 1 punktdan 3 punktga priyomnikni ko'chirish, 2 -3 vektorni aniqlash bajariladi;

- 2 punktdan 3 punktga priyomnikni ko'chirish, 3 -4 vektorni aniqlash bajariladi;

- 3 punktdan 5 punktga priyomnikni ko'chirish, 4 -5 vektorni aniqlash bajariladi;

-barcha punktlardagi o'lchovlar nazorat qilinadi.

Bu usulda radial va PKM traversli kombinasiya ishlanishi mumkin.

1 ta priyomnik referens (referens stansiya) sifatida punktda joylashtiriladi. Mobil priyomniklar esa punktdan punktga siljimaydi. PKM traversdan bu vaqtda o'lchovlar 3 ta priyomnik orqali bir vaqtning o'zida bajariladi.

PKM traversli varianti 3 ta mobil priyomnikning ishlanishi statik uslubga o'xshash va u punktlarga 2 marta qatnaydi.

12-jadval

#### 1. Priyomniklarning 1-chi joylashishi

Vektor	Priyomnikdan	Priyomnikka	Seans raqami	Seans davomiyligi
1 - 2	1	2	1-chi seans	10 min
1 - 3	1	3	1-chi seans	10min
2 -3	2	3	1-chi seans	10 min

#### 2. Priyomniklarning 2 –chi joylashishi

Vektor	Priyomnikdan	Priyomnikga	Seans raqami	Seans davomiyligi
3 - 4	3	1	2-chi seans	10 min
3 - 5	3	2	2-chi seans	10min
4 -5	1	2	2-chi seans	10 min

### 3. Priyomniklarning 3 -chi joylashishi

Vektor	Priyomnikdan	Priyomnikga	Seans raqami	Seans davomiyligi
5 – 6	2	1	3-chi seans	10 min
5 – 7	3	2	3-chi seans	10min
6 -7	1	2	3-chi seans	10 min

Xuddi, shu ravishda, o'lchovlar punktlarda qaytariladi. Stansiyada ishlash tartibi va talablari statik uslubga o'xshashdir.

Dala materiallarini topshirishga quyidagilar kiritiladi:

1. Disketlar (bularda dala o'lchovlari ma'lumotlari kiritiladi), o'lchov natijalarining 1- chi bosqichiga ishlov berishi va katalog bo'yicha sistemizatsiya qilish.

2. Dala jurnallari.

3. Referens va mobil stansiyalar aloqalarining bajarilgan ish sxemalarining joyi ko'rsatiladi (o'lchov davrida olingan natijalar).

4. Tushuntirish xati.

#### 14.3. Sun'iy yo'ldosh o'lchovlari natijalariga ishlov berish.

Sun'iy yo'ldosh o'lchovlari natijalariga ishlov berish. Sun'iy yo'ldoshli priyomniklarning asosiy loyihalashda, boshqarishda sun'iy yo'ldoshli o'lchovlarning berilganlarini boshqarish va yakuniy hisobotini tayyorlashda, dastur ta'minoti katta rol o'ynaydi. Bu ma'ruzada Leica firmasining maxsuloti va dasturi haqida ma'lumotlar kiritilgan, ular boshqa firmalarning dastur ta'minotiga o'xshashdir. Transfer – dasturi priyomnikdan kompyuterga keyingi ishlov berish uchun ishga tushirishga xizmat qiladi.

Planning dasturi DOR bo'yicha sun'iy yo'ldoshlarning mikdori yordamida tuzatuv ishlarini normal holatda olib borish uchun ma'lumot bo'yicha sun'iy yo'ldoshlarga yordam berib, punktdagi to'siqlarni hisobga oladi.

13-jadval

№	Nomlanishi	Dasturning maqsadi
1	Import Data	Priyomnikdan kompyuterga fayllarni kiritish.
2	Planning	Kuzatuvlarni rejalashtirishi.
3	Process	Fayllarga ishlov berish.
4	Adjustment	Tenglashtirishi.
5		Ish natijalarini grafikada ko'rsatish.
6	Database	Ma'lumotlar va o'lchovlar bilan ishlash.
7	Setup	Dastur parametrlarini o'rnatish va o'zgartirish.
8	Tools	Yordamchi xizmatlar.

Kuzatuvlar quyidagi parametrlar orqali bajariladi.

Punktning joylashgan o'ri, o'lchovning sa'nasi va vaqti, sun'iy yo'ldosh raqamlari, punktdagi to'siqlar, ma'lumotlar Moduli (ma'lumotlar bazasi) ga yoziladi. Kuzatuv seansining boshlanishi va tugatish quyidagi faktorlar orqali aniqlanadi:

- ko'rinayotgan sun'iy yo'ldosh mikdori;
- kuzatuv punktlarida sun'iy yo'ldosh signallarining yo'lidagi to'siqlarning borligi;
- kuzatuv punktining geografik koordinatasi;
- kuzatuv sa'nasi;
- mahalliy vaqt asosida ish vaqtining intervali.

Rejalashtirish dasturi quyidagi masalalarni yechishga yordam beradi:

- punktdagi to'siqning sxemasini rekognossirovka asosida tayyorlab, ma'lumotlar bazasida saqlash;

- ko'rsatilgan raqamli sun'iy yo'ldoshlarning berilgan punktlar bilan o'tgan sun'iy yo'ldoshlarning grafigi aniqlanadi va ko'rsatiladi;

- berilgan vaqt intervalida sun'iy yo'ldosh uchun quriladigan miqdorlar grafigini aniqlash va ko'rsatish;

- DOR grafigi ko'rsatkichini aniqlash va ko'rsatish;

- vektor fazasi va aniqlik bahosini aniqlash;

- dastur orqali to'rlarni to'g'rilash;

-Modulda tayyorlangan yoki ma'lumotlar bazasida saqlanayotgan vektorlar to'g'risida ma'lumotlarni kiritish;

-Modulga kirish va ikkita erkin va erkinmas tenglik varianti ishlab chiqish;

Adjustment - dasturi orqali so'nggi hisobga kiritish uchun grafik formulani tahlili va natijalarini tenglashtirish;

Planning - dasturi yordamida vektorlar va stansiyalar haqida ma'lumotlarni kiritish;

Setup - qurilmalar (kompyuterlar) ning parametrlarini o'rnatish;

Database - dasturi yordamida koordinatani foydalanuvchilar sistemasiga o'zgartirib, sun'iy yo'ldoshli o'lchovlarning rasmini o'zgartirish va DGT punktlarining ma'lumotlarini o'z ichiga olish, punktlar haqidagi ma'lumotni grafik usulda ko'rsatish.

Hisobotni bajarish ishlari 2 bosqichga bo'linadi:

1- bosqichda boshqaruvchi brigadir sun'iy yo'ldosh o'lchovlarining natijalari bo'yicha hisobot tayyorlaydi;

2- bosqichda texnik hisobot tuziladi.

Brigada boshqaruvchisining hisoboti quyidagicha bo'lishi kerak:

- to'r sxemasi;

- punktlar ro'yxati;

- boshlang'ich vektorlarda paydo bo'lgan yopiq shakllar ro'yxati;

- umumiy tenglashtirish natijalari;

- dasturning ishlov berish va tenglashtirish nomi, versiya nomi.

To'rlarni tenglashtirishdagi qog'ozga tushirishlar quyidagi ma'lumotlarni o'z ichiga oladi:

- fayl nomi, to'r markazining geodezik koordinatalari;

- ellipsoid parametrlari;

- WGS-84 sistemasida geodezik koordinatalarning punktlari;

- nomlari ko'rsatilgan punktlarining boshlang'ich vektori;

- tenglikdagi koordinatalarning to'g'rilanishi;

-vektorlar xatolari to'g'rilangandan keyingi tengligi;

- o'lchov birlikning standart xatosi.

Xulosaviy texnik hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

- umumiy ma'lumotlar (tashkilot nomi, ish bajarilgan yili, joyi uning mazmuni, hajmi va sababli instruqsiya va maslaxat ishlab chiqarishda bajarilgan ishlar);

- chiqish ma'lumotlari (geodezik asoslash punktining chiqimi, ma'lumotlari, ish bajarilgan yili, ishni bajargan tashkilotning nomi, boshlang'ich sxema asosi);

-oldingi yillarda bajarilgan ishlar va ular orasidagi bog'liqliklar (umumiy punktlarining ro'yxati, bajargan tashkilotning nomi, ish bajarilgan yili, oldingi bajarilgan ishlarning qayta qurilgan to'rlar bilan bog'liqligi);

- punktlarning (aniqlash, ishchi loyihaning materiallari) rekognossirovkasi va ishni rejalashtirish (rekognossirovka natijalari, qayta qo'yiladigan markazlar, to'siqlarni aniqlash, ishchi loyihaning materiallari);

- asbob-uskunalarining qisqacha xarakteristikasi (asbob-uskunalarining tipi, barcha ishlatilgan uskunalarining natijalari) o'lchov (kuzatuv) uslubi (sun'iy yo'ldosh o'lchov geometrik kuzatuvlarining qisqacha xarakteristikasi);

- olingan natijalarning aniqligining bahosi;

- xulosa;

- har-xil sxema va jadvallar kiritilgan ilovalar.

Geodezik to'rdagi sun'iy yo'ldoshli punktlarning quyidagi shartli belgilari bo'lishi kerak:

- aniq koordinatali to'ring boshlang'ich nuqtasi;

- to'rdagi referens stansiya;
- to'rdagi mobil stansiya;
- foydalanilayotgan sun'iy yo'ldoshning boshlang'ich punktida poligonometriya nivelir, referens stansiya sifatida ishlatiladi;
- Mobil stansiya orqali triangulyasiya punktini aniqlash.

### 14.3.1. GPS o'lchov ishlarini qayta ishlash.

O'lchash ishlari 4 ta ikki chastotali Leica GPS 1200 – GNSS sun'iy yo'ldosh priyomniklari yordamida statik rejimda bajariladi.

Ma'lumki, o'lchash ishlarida antennalar to'siqsiz joylarda o'rnatilishi kerak. Shuning uchun, antennalar triangulyasiya punktlaridan ko'chirib o'rnatilgan maxsus punktlarga o'rnatiladi.

SGS punktlaridagi o'lchash ishlari optimal sun'iy yo'ldosh geometriyasini tashkil etish uchun o'lchashlar vaqt bo'yicha to'g'ri taqsimlanib rejalashtiriladi.

Kuzatish ishlarida quyidagi parametrlarga alohida e'tibor qilinadi:

1. Ma'lumotlarni yozish intervali – 15 sekund.
2. Ma'lumot yig'ish uchun kamida 4 ta sun'iy yo'ldoshdan foydalaniladi.
3. Sun'iy yo'ldoshlarning gorizontdan ko'tarilish minimal balandligi – 15°.

Kuzatishlar 2 bosqichda bajariladi, shuning uchun, har bir triangulyasiya punktida 2 kuzatish sessiyalari bajariladi.

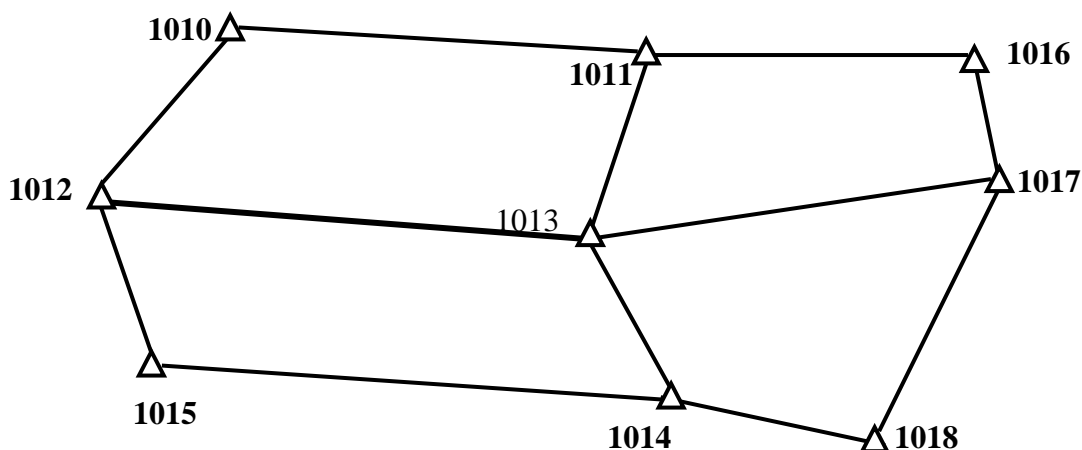
Priyomniklardagi xatoliklarni cheklash uchun sessiyalar oralig'ida priyomniklarning joyi almashtirilib turiladi.

Quyidagi 11-jadvalda to'rdagi tashkil etilgan kuzatishlar strukturasi keltirilgan:

14-jadval

T/r	seksiyalar	Priyomniklar			
		1	2	3	4
1	a	1010	1011	1012	1013
2	b	1012	1013	1014	1015
3	c	1011	1013	1016	1017
4	d	1017	1018	1014	1013
ko'chishlar soni		4	4	4	4
seksiyalar soni		3	3	3	3

Quyidagi sxemada seksiyalar bo'yicha o'rnatilgan GPS-priyomniklarning joylashuvi ko'rsatilgan.



22-rasm. GPS-priyomniklarning joylashuvi ko'rsatilgan.

Almanax ma'lumotlariga tayangan holda, sun'iy yo'ldoshlarning geometrik holatini e'tiborga olib, ko'rinish oynalarining optimal varianti tanlanadi. Almanaxdan foydalanib ikki

soatlik ma'lumot yozish intervali tanlanadi va bu yerda GDOP 4 dan oshmaydi. Kuzatish davri, ya'ni o'lchov o'tkazilgan sessiyalar vaqti 2 soatni tashkil etadi.

Barcha kuzatishda qatnashayotgan priyomniklar bir xil intervalda ma'lumot yig'ishadi va bir vaqtning o'zida bir xil sun'iy yo'ldoshlar bilan aloqa qilinadi.

Kuzatish ishlari davomida har bir triangulyasiya punktida havo harorati, nisbiy namlik va havo bosimi qayd etib turiladi.

Antennalar shtativga o'rnatilib, punkt ustida 1 mm aniqlikda qo'yiladi. Punktdan antennagacha bo'lgan oraliq kuzatish boshi va oxirida o'lchanadi.

Priyomnikdagi ma'lumotlar kompyuter vinchesteriga ishlab chikaruvchi tomonidan ta'minlangan SKI dasturiy ta'minotidan foydalanilgan holda o'tkaziladi. Ma'lumotlarni priyomnikdan kompyuterga o'tkazish jarayonida triangulyasiya punktlarining nomlari, antenna balandliklari nazorat qilinadi. Vektorlarni boshlang'ich hisoblash orqali kuzatish ishlarining shtati tekshiriladi. Alohida vektorlarni qayta ishlashda kunlik o'lchov ishlari natijalariga asoslanadi.

Vektor uzunliklarining har xil seanslardagi xatolar cheki  $2 \times (3^m + 1 \times 10^{-7} D)$  dan oshmaydi, bu yerda D – vektor uzunligi.

Triangulyasiya punktlarini bog'lash ishlari asosan yordamchi ko'chma punktlarda olib boriladi.

GPS o'lchov ishlarining ko'chma punktlardagi shtatini baholash maqsadida, har bir uchburchakda chiziqli burchak o'lchov ishlari yuqori aniqlikdagi SOKKIA SET 3000 taxometrlarida bajariladi.

GPS o'lchov ishlarini qayta ishlash. GPS o'lchov ishlari natijasida lokal geodezik to'r hosil qilinadi. Bu o'lchov natijalari GPS apparaturasi bilan birga takdim etilgan dastur yordamida, boshlang'ich tenglashtirish ishlari amalga oshiriladi va dastlabki  $d_x$ ,  $d_y$ ,  $d_z$  kabi koordinata orttirmalari va vektor uzunliklariga ega bo'linadi. Koordinata orttirmalaridan foydalanib, quyidagi formula yordamida geodezik azimut aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} A = \frac{-d_x \sin L + d_y \cos L}{-d_x \sin B \cdot \cos L - d_y \sin B \cdot \sin L + d_z \cos B} \quad (14.3.1)$$

bu yerda A – geodezik azimut;

V, L – punktdagi o'lchangan geodezik koordinatalar;

$d_x$ ,  $d_y$ ,  $d_z$  – koordinata orttirmalari.

Azimut qiymatini hisoblashda kuzatilayotgan punkt balandligi va normal kesishuvdan geodezik chiziqqa o'tish uchun tuzatmalar kiritiladi.

Gorizont masofalar punktdagi azimutlar yordamida hisoblanadi. Gorizont masofalarga Gauss proyeksiyasidagi geodezik chiziqning egriligi ifodasi tuzatmasi kiritildi.

O'lchangan vektor uzunligiga quyidagi tuzatmalar kiritildi:

1) vektor burilishi uchun;

2) ellipsoid yuzasiga o'tish uchun.

#### 14.3.2. Mahalliy koordinatalar sistemasida tenglashtirish ishlari.

Mahalliy koordinatalar sistemasida tenglashtirish ishlari. Mahalliy koordinatalar sistemada hisoblash va tenglashtirish ishlarini bajarish uchun boshlang'ich koordinata sifatida quyidagilar qabul qilingan:

$$X = 0,00$$

$$U = 0,00$$

To'rni oriyentirlash esa 1010 hamda 1012 punktlar tomonining direksion burchagi yordamida bajarilgan. Bu direksion burchak qiymati quyidagiga teng:

$$a = 120^\circ 01' 25''$$

Mahalliy sistemadagi chiziqli-burchak to'rlarida GPS o'lchov ishlari parametrlarini e'tiborga olgan holda bajarilgan.

Boshlang'ich punkt sifatida 1010 raqamli punkt qabul qilingan va koordinatalarning maksimal farqi quyidagi jadvaldagi keltirilgan ko'rinishni olgan:

T/r	punkt nomi	farqlari	
		dx	dy
1	1010	+0.102	-0.021

To'rdagi tenglashtirilgan tomonlarning umumiy nisbiy xatoligi

1 : 314 760 ni tashkil etadi.

Burchaklar bo'yicha aniqlikni baholash ishlari burchaklarning kamligi tufayli amalga oshirilmagan.

Tenglashtirish natijalaridan olingan o'rta kvadratik xatolik 1,02 sekundni tashkil qilgan. Bu natija GPS o'lchov uslubida o'lchangan juda yaxshi geometrik to'ring tashkil topganini ko'rsatadi.

Quyidagi jadvallarda o'lchov natijalarining mahalliy sistemasi va GPS o'lchov natijalarining taqqoslangan qiymatlari keltirilgan:

T/r.	Punkt nomi	Mahalliy sistemada		tenglashtirilgani		farqi	
		X	U	X	U	dx	dy
1	1010	689,654	844,879	689,650	844,885	-0,004	-0,006
2	1011	925,014	522,211	925,014	522,208	0,000	+0,003
3	1012	238,300	255,365	238,310	255,365	-0,010	0,000
4	1013	358,256	801,145	358,244	801,140	+0,012	+0,005
5	1014	325,255	333,000	325,250	333,010	+0,005	-0,010
6	1015	254,684	546,125	254,683	546,120	+0,001	+0,005
7	1016	985,258	548,940	985,258	548,943	0,000	-0,003
8	1017	546,254	254,215	546,254	254,215	0,000	0,000
9	1018	584,251	554,241	584,259	554,240	-0,008	+0,001
T/r.	Punkt nomi	GPS o'lchovlari		tenglashtirilgani		farqi	
		X	U	X	U	dx	dy
1	2	3	4	5	6	7	8
	1010	394,251	321,110	394,251	321,104	-0,000	+0,006
2	1011	381,254	318,561	381,250	318,566	+0,004	-0,005
3	1012	401,214	297,305	401,218	297,305	-0,004	0,000
4	1013	358,217	301,144	358,217	301,141	+0,000	+0,003
5	1014	325,610	330,287	325,611	330,289	-0,001	-0,002
6	1015	354,284	296,120	354,283	296,120	+0,001	+0,000
7	1016	385,058	337,001	385,052	337,000	0,006	+0,001
8	1017	405,110	299,114	405,115	299,115	-0,005	-0,001
9	1018	390,015	334,548	390,010	334,545	+0,005	+0,003

Yuqorida keltirilgan jadvaldagi natijalardan ko'rinib turibdiki, GPS o'lchov ishlari bilan barpo etilishi taklif etiladigan davlat geodezik to'rlarining aniqlik darajasi juda yuqori va talabga to'liq javob beradi.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**  
**M.ULUGBEK NOMLI SAMARKAND DAVLAT ME'MORCHILIK**  
**QURILISH INSTITUTI**

**«GEODEZIYA va KARTOGRAFIYA» KAFEDRASI**

**A.A. MIRZAEV, SH.XUDOYQULOV**

**«KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL NAVIGATSIYA SUN'IY**  
**YO'LDOSHLI TIZIMLAR»**

**AMALIY MASHG'ULOTLAR**

**SAMARKAND – 2021 Y.**



## KEYSLAR BANKI

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

Buyuk Britaniya, AKSH, Avstraliya

#### I. Pedagogik annotatsiyaУкув фани: “Глобал навигацион сунъий йулдошли тизимлар(ГНСЙТ)”

Mavzu: Modul` maksadi va vazifalari. Nazariya ta'riflari. Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar nazariyalari: Buyuk Britaniya, AKSH, Avstraliya.

Berilgan case study maksadi: “Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar(GNSYT)”ga umumiy tavsif beradi, talabalarga baxo berish mezonlari tushuntiriladi, guruxchalar tashkil qiladi, keys stadining individual boskichida bajarish uchun mavzu beriladi. Talabalarga keys daftarchalari tarkatadiladi. Mavjud adabiyot bilan tanishtiriladi.

Kutilayotgan natijalar: Talabalar ushbu mavzuni urganish jarayoni orkali “Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar” fanining asosiy vazifalari, yutuklari, boshka fanlar bilan boglanish darajalari, jamiyatdagi auamiyati uamda bugungi Uzbekistandagi tarakkiyot darajalari haqida tushunchalarga ega buladilar.

Case study-ni muvaffakiyatli bajarish uchun ukuvchi kuyidagi bilimlarga ega bulishi lozim:

O`quvchi bilishi kerak:

Modul` maksadi va vazifalarini. Nazariya ta'riflarini. Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar: Buyuk Britaniyada, AKDTda, Avstraliyada.

O`quvchi amalga oshirishi kerak: mavzuni mustakil urganadi, muammoning mouiyatini aniqlashtiradi; goyalarni ilgari suradi, mustakil karor kabul kilishni urganadi, uz nuqtai nazariga ega bulib, mantikiy xulosa chakaradi, ma'lumotlarni takkoslaydi, tankidiy xulosa chiqaradi, taxlil kiladi va umumlashtiradi.

Case study-ning ob'ekti: Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar ta'riflari, vazifalari.

Case study-da ishlatilgan ma'lumotlar manbai:

“Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar” fani buyicha adabiyotlar.

Case study-ning tipologik xususiyatlarga kura xarakteristikasi:

Case study kabinetli toifaga kirib syujetsiz xisoblanadi, sase study ma'lumotlarni taqdim qilishga, ularni ual etishga, xamda taulil qilishga qaratilgan.

## Birinchi ma'ruzani taxlil qilish uchun savollar

1. Inertsial koordinata tizimi nimani anglatadi?
2. Astronomik va geodezik koordinatalar orasidagi farq nimalardan iborat?
3. Topotsentrik koordinata tizimining markazi kaerda joylashgan?
4. Orbital koordinata tizimining markazi kaerda joylashgan?
5. Sun'iyyuldotslarning orbitasida asosiy elementlar nimalardan iborat?
6. WGS-84 tizimi kachon ishlab chikilgan?
7. WGS-84 tizimining parametrlarini aytib bering.
8. PZ-90 tizimikachon ishlab chikilgan?
9. PZ-90 tizimining parametrlarini aytib bering.
10. SK-42 tizimikachon va kim tomonidan ishlab chikilgan?
11. Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi utish parametrlari nomlarini aytib bering.
12. Eyler burchaklarini chizib kursating.
13. Kardano burchaklarini chizib kursating.
14. Masshtab koeffitsienti deb nimaga aytiladi?

## 2.Keys Sun'iy yuldoshli kuzatish usullari

### I. Pedagogik annotatsiya

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

Mavzu: Sun'iy yuldoshli kuzatish usullari

Berilgan case study maksadi: "Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar"ga umumiy tavsif beradi, talabalarga baho berish mezonlari tushuntiriladi, guruuchalar tashkil kiladi, keys stadining individual boskichida bajarish uchun mavzu beriladi. Talabalarga keys daftarchalari tarkatadiladi. Mavjud adabiyot bilan tanishtiriladi.

Kutilayotgan natijalar: Talabalar ushbu mavzuni urganish jarayoni orkali "Sun'iy yuldoshli kuzatish usullari" fanining asosiy vazifalari, yutuklari, boshka fanlar bilan boglanish darajalari, jamiyatdagi ahamiyati uamda bugungi O'zbekistandagi tarakkiyot darajalari hakida tushunchalarga ega buladilar.

Case study-ni muvaffakiyatli bajarish uchun ukuvchi kuyidagi bilimlarga ega bulishi lozim:

O'quvchi bilishi kerak:

Sun'iy yuldoshli kuzatish usullari.

O'quvchi amalga oshirishi kerak: mavzuni mustakil urganadi, muammoning mouiyatini aniklashtiradi; goyalarni ilgari suradi, mustakil karor kabul kilishni urganadi, uz nuktai nazariga ega bulib, mantikiy xulosa chakaradi, ma'lumotlarni takkoslaydi, tankidiy xulosa chiqaradi, taxlil kiladi va umumlashtiradi.

Case study-ning ob'ekti:

Sun'iy yuldoshli kuzatish usullari Case study-da ishlatilgan ma'lumotlar manbai: "Global navigatsion sun'iy yuldoshli tizimlar(GNSYT)" fani buyicha adabiyotlar.

Case study-ning tipologik xususiyatlarga kura xarakteristikasi:

Case study kabinetli toifaga kirib syujetsiz xisoblanadi, sase study ma'lumotlarni taqdim qilishga, ularni xal etishga, xamda taxlil kilittga qaratilgan.

### Ikkinchi ma'ruzani taxlil kilish uchun savollar

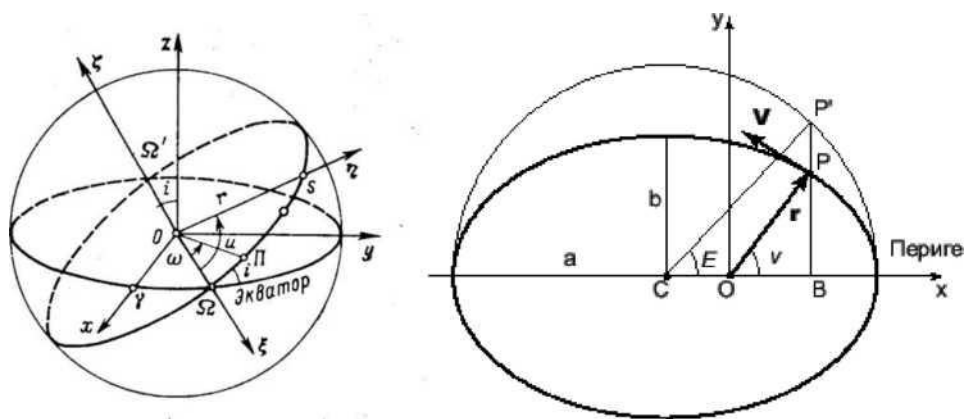
1. Sun'iy yuldoshlarni kuzatish usullarini ta'riflang.
2. YESY optik usullarida kuzatishda kandy asboblardan foydalaniladi?
3. Optik usullari anikligi nimalarga teng?
4. Radiometrik usullar kandy asboblarda yordamida bajariladi?

1- Amaliy mashg'ulot. Yer sun'iy yuldoshining asosiy elementlarini urganish.

Topshiritsdan maksad: Yer sun'iy yuldoshining asosiy elementlarini grafik shaklda chizib berish va tassavur kilish.

*Topshiritsni bajarish tartibi:*

1. Yer sun'iy yuldoshini orbitasini, a katta yarim ukini va ye ekstsentrismetini tekislikda chizib bering.
2. Bahorgi tengkunlik nuqtasi yunalishi  $Q$  va orbitaning kiyaligi  $i$  nichizib bering.
3. Perigey argumenti shva kenglik argumenti  $i$  ni chizib bering.



Topshirikni bajarish uchun variantlar

Вариант №	a	e	$Q^0$	$\omega^0$	$i^0$	$u^0$
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

### **Adabiyotlar:**

- 1.Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г. 4-12.
- 2.Савиных В.П, Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования./ М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г. 4-12.
- 3.Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия./М.:Недра.1986г. 4-12.
- 4.Соловьев А.Ф. и др. Основы космическая геодезии. /Конспект лекций.

### **Asosiy adabiyotlar**

- 1.Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии. М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999г.
- 2.Савиных В.П, Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001г.
- 3.Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия. М.:Недра.1986г.
- 4.Соловьев А.Ф. и др. Основы космическая геодезии. Конспект лекций.

### **Qo'shimcha adabiyotlar**

1. Бойко Е.Г., Кленицкий Б.М. и др. Использование искусственных спутников Земли для построения геодезических сетей. М. Недра. 1977г.
- 2.Краснорылов И.И., Плахов Ю.В. Основы космической геодезии. М., Недра. 1976г.
- 3.Изотов а.А., Зубинский В.И. и др. Основы спутниковой геодезии. М., Недра. 1974г.

### **Интернет сайтлари**

- 1.<http://www.spbtgik.ru/book/6301.htm>
- 2.<http://topomaps.ru/2012-04-08-15-17-43/712-kosmicheskaya-sputnikovaya-geodeziya.html>
- 3.<http://www.twirpx.com/file/837124/>
- 4.<http://www.domzem.su/kosmicheskaya-geodeziya.html>
- 5.[http://enc-dic.com/enc\\_sovet/Kosmicheskaja-geodezija-28492.html](http://enc-dic.com/enc_sovet/Kosmicheskaja-geodezija-28492.html)

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**  
**M.ULUGBEK NOMLI SAMARKAND DAVLAT ME'MORCHILIK**  
**QURILISH INSTITUTI**

**«GEODEZIYA va KARTOGRAFIYA» KAFEDRASI**

**A.A. MIRZAEV, SH.XUDOYQULOV**

**«KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL NAVIGATSIYA SUN'IY**  
**YO'LDOSHLI TIZIMLAR»**

**NAZORAT SAVOLLARI**

**SAMARKAND – 2021 Y.**

## NAZORAT SAVOLLARI

1. Inertsial koordinata tizimi nimani anglatadi?
2. Astronomik va geodezik koordinatalar orasidagi fark nimalardan iborat?
3. Topotsentrik koordinata tizimining markazi kaerda joylashgan?
4. Orbital koordinata tizimining markazi kaerda joylashgan?
4. Sun'iy yulduzlarning orbitasida asosiy elementlar nimalardan iborat?
5. WGS-84 tizimikachon ishlab chikilgan?
6. WGS-84 tizimining parametrlarini aytib bering.
7. PZ-90 tizimikachon ishlab chikilgan?
8. PZ-90 tizimining parametrlarini aytib bering.
9. SK-42 tizimikachon va kim tomonidan ishlab chikilgan?
10. Ba'zi koordinata tizimlari orasidagi utish parametrlari nomlarini aytib bering.
11. Eyler burchaklarini chizib kursating.
12. Kardano burchaklarini chizib kursating.
13. Masshtab koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
14. YESY yunalishlaridan kaysi biri geodezik ishlarda kullanadi?
15. YESY yordamida yaratilgan geodezik tarmokni chizib bering.
16. GNSYTning asosiy tenglamasini keltiring.
17. Kosmik va yuldush triangulyatsiyalari orasida kandy fark bor?
18. Kesishtirish usulini kandy tushunasiz?
19. Yassi va xorda usullari nima?
20. Uchta vektorni komplanar shartligiga izox bering.
21. Yuldush geodezik tarmogini tenglashtirish xakida tushuncha bering.
22. Geodezik tarmokni optimal variantini kandy tushunasiz?

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**  
**M.ULUGBEK NOMLI SAMARKAND DAVLAT ME'MORCHILIK**  
**QURILISH INSTITUTI**

**«GEODEZIYA va KARTOGRAFIYA» KAFEDRASI**

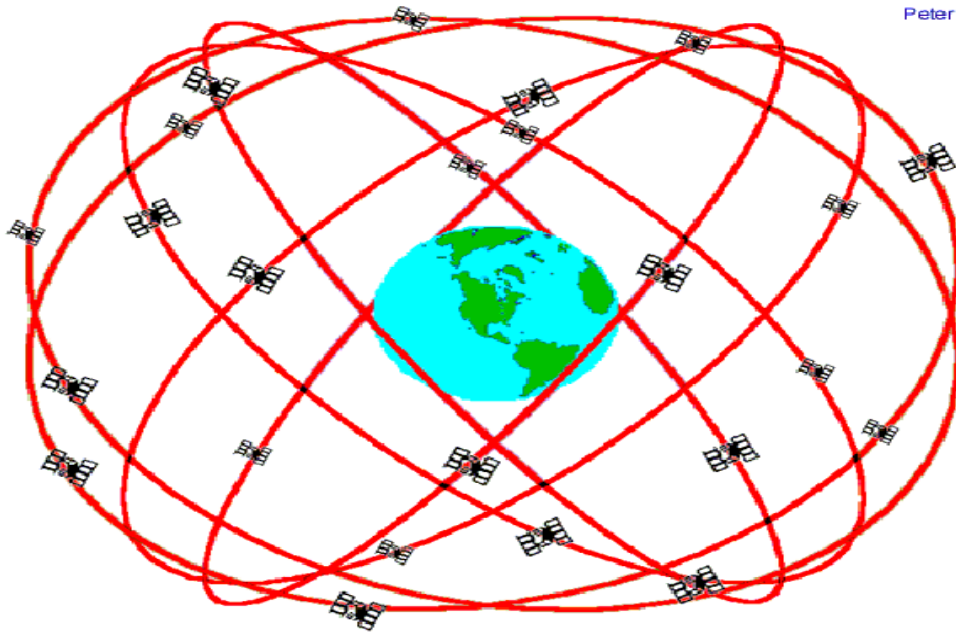
**A.A. MIRZAEV, SH.XUDOYQULOV**

**«KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL NAVIGATSIYA SUN'IY**  
**YO'LDOSHLI TIZIMLAR»**

**TARQATMA MATERIALLAR**

**SAMARKAND – 2021 Y.**

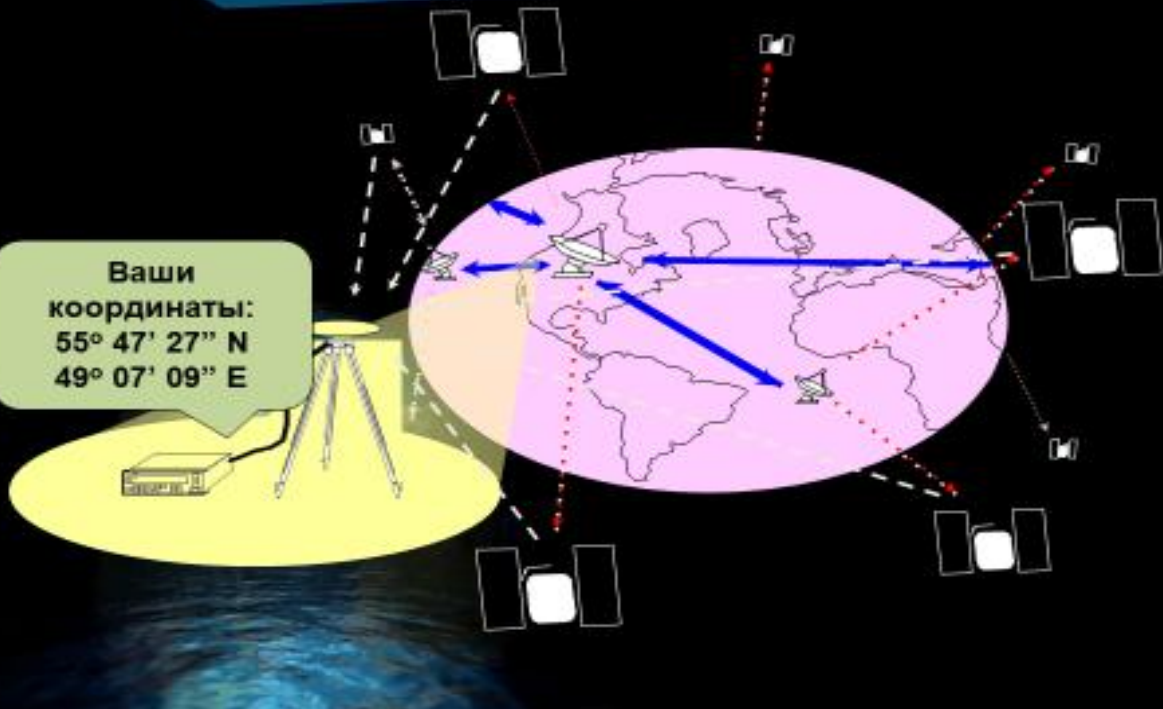




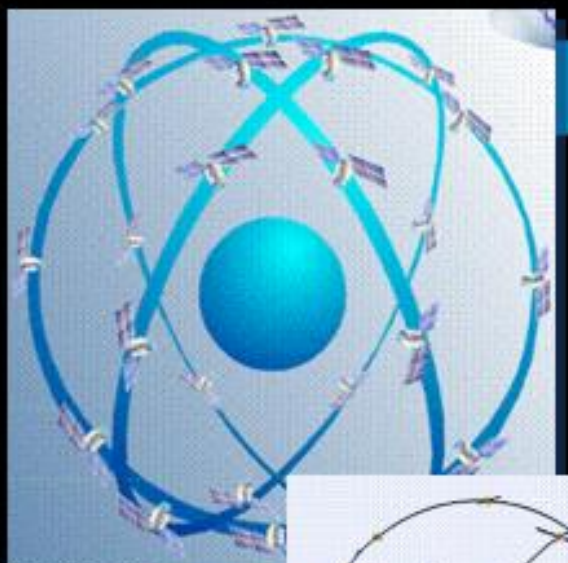
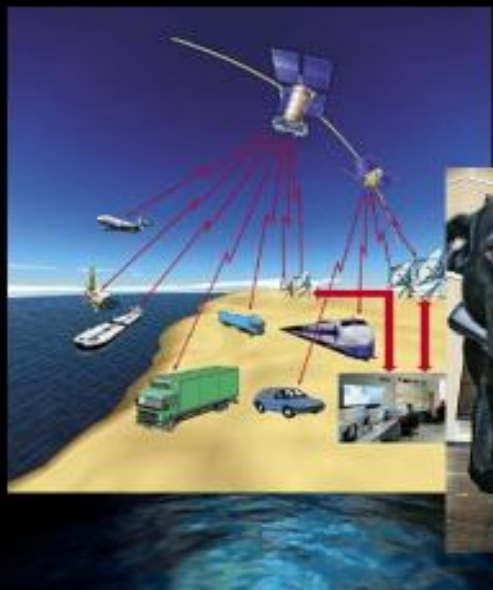
**GPS Nominal Constellation**  
**24 Satellites in 6 Orbital Planes**  
**4 Satellites in each Plane**  
**20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination**

## Глобальная навигационная спутниковая система

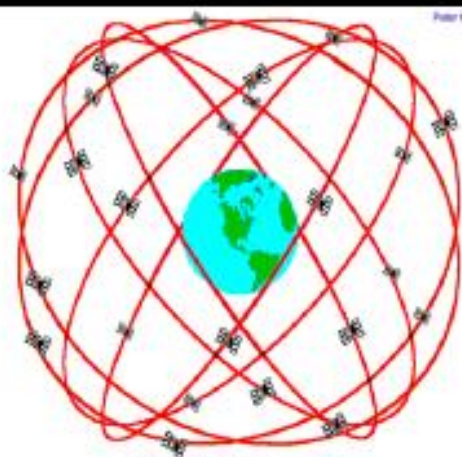
Ваши  
координаты:  
55° 47' 27" N  
49° 07' 09" E



# Сегмент пользователей



ГЛОНАСС

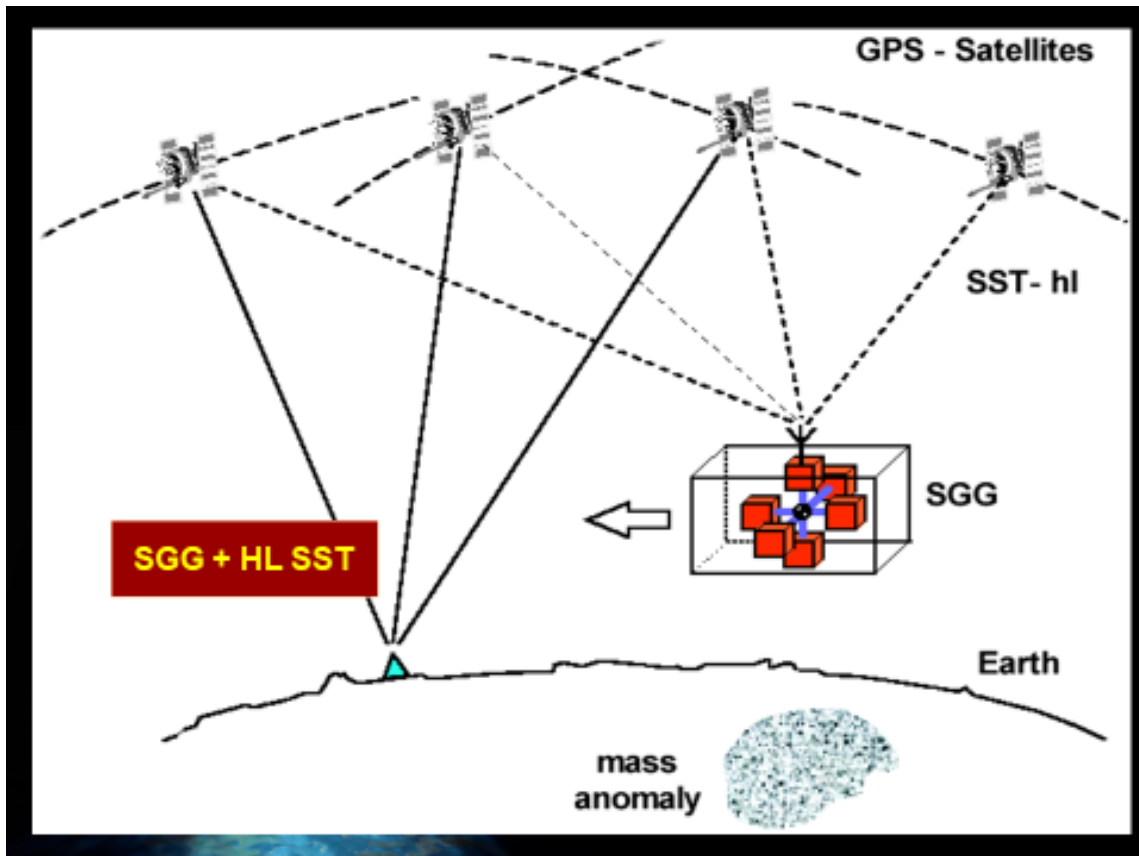


GPS Nominal Constellation  
24 Satellites in 6 Orbital Planes  
4 Satellites in each Plane  
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

GPS



Galileo



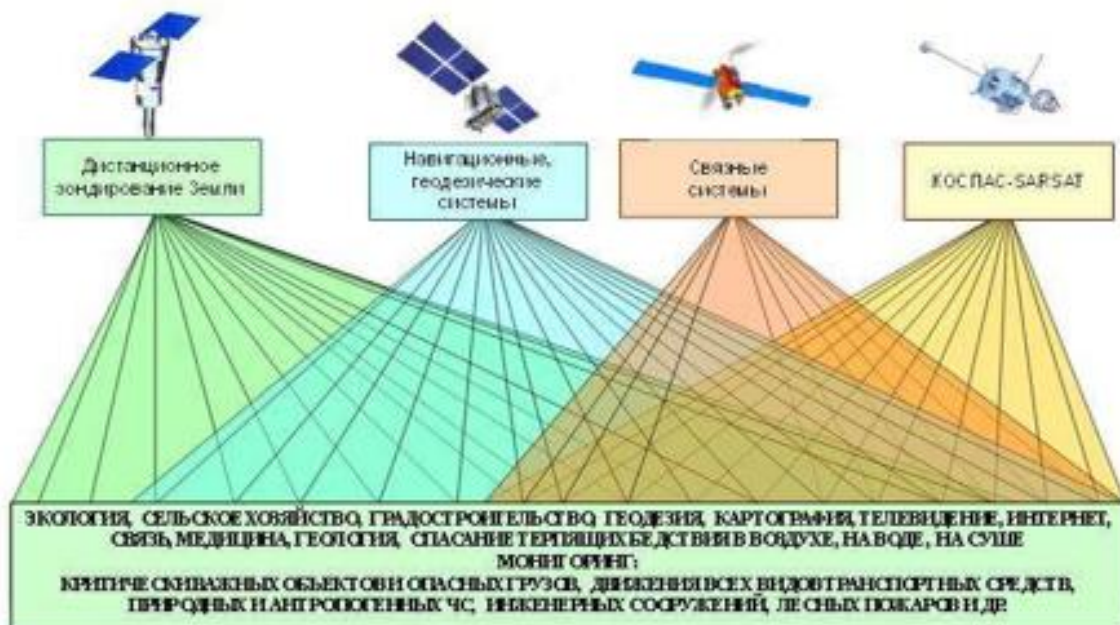


# Структура GNSS

• GNSS состоит из **трех** основных частей - **сегментов**



## БАЗОВОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ГЛОБАЛЬНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ И ЕГО ПОТРЕБИТЕЛИ



## Наземный (контрольный) сегмент GPS



## Контрольный сегмент ГЛОНАСС



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**  
**M.ULUGBEK NOMLI SAMARKAND DAVLAT ME'MORCHILIK**  
**QURILISH INSTITUTI**

**«GEODEZIYA va KARTOGRAFIYA» KAFEDRASI**

**A.A. MIRZAEV, SH.XUDOYQULOV**

**«KOSMIK GEODEZIYA VA GLOBAL NAVIGATSIYA SUN'IY**  
**YO'LDOSHLI TIZIMLAR»**

**GLOSSARIY**

**SAMARKAND – 2021 Y.**

## Kosmik geodeziya va global navigatsiya sun'iy yo'ldoshli tizimlar faniga oid glossariy

**Abu Rayxon Beruniy** O'rta Osiyo va Xurosandagi ilm – fanni XI – XII asrlarda **Abu Rayxon Beruniy** asarlarisiz tasavvur qilib bo'lmaydi. U 973 yili 4-sentyabrda Xorazmda Kot shahrida tug'ilgan (hozirgi Beruniy shahri o'rnida bo'lgan). Ma'lumotlarga qaraganda uning 113 asari bo'lgan shulardan: 70 tasi astronomiyaga, 20 tasi matematikaga, 12 tasi geografiya va geodeziyaga, 4 tasi kartografiyaga, 3 tasi iqlimga va hokozolarga tegishlidir. Olimning eng yirik asarlaridan “Qonuni Mas'udiy” ni 1037 yillarda ya'ni umrining so'ngi yillarida yozib tamomlagan, uni o'sha davrning podshosi Sulton Ma'sudga bag'ishlangan.

**Xoji Yusuf** – 1842 yilda Xo'jandda tug'ilgan va diniy maktabda o'qib, 13 yoshida Arabistonga borib 7 yil yashab arab va yunon tillarini o'rgangan. 1929 yilda **Xoji Yusuf** Xo'jand shahrida vafot etgan. Samarqanddagi O'zbekiston xalqlari tarixi va madaniyati muzeyida **Xoji Yusuf Mirfayozov** tomonidan yasalgan globus bor. Uning bo'yi 117 sm, Yer shari aylanasi uzunligi esa 160 sm. Masshtabi 1: 25 000 000 bo'lib, 1 sm. da 250 km. ga to'g'ri keladi.

**Eratosfen** – “Geografiya” nomli dastlabki asar yunon geogrifi, kortografi, astronomiya va matematigi **Eratosfen** tomonidan yozilgan. Uning dunyo kartografiya faniga ko'shgan xissasi juda kattadir. Uning rahbarligida Yer yuzidagi joylarning o'rinlari, kenglik va uzoqliklar oralig'ini aniqlash va gradus o'lchash yo'li bilan aniq o'lchash usullari ishlab chiqilgan.

**Meridian** – Shimoliy hamda janubiy geografik qutblarni birlashtiradigan va muayyan nuqtadan o'tgan, paralellar bilan tutashib  $90^0$  li burchak hosil qiladigan chiziqlar meridian deyiladi.

**Geoid**- Asosiy sathiy yuza fikran quruqliklar tagi bo'yicha davom ettirilsa, sathiy yuza bilan chegaralangan dumaloq shakl hosil bo'ladi.

**Parallel** – Ekvatordan bir xil uzoqlikda joylashgan nuqtalarni birlashtiruvchi chiziq'larga paralellar deyiladi. Eng katta parallel ekvator, u yer sharini teng ikkiga, ya'ni shimoliy va janubiy yarim sharlarga bo'lib turadi.

**Geografik o'rin** - tarixiy kategoriya bo'lib, u bilan obyektning boshqa obyektga nisbatan qanday joylashganligi, uning sabablari va omillari to'g'risidagi ma'lumotlarga asoslangan.

**Tekislik** – Yer yuzining mutloq balandligi 400 metrgacha bo'lgan tekis qismi

**Bosh masshtab** – Ekvatorda uzunlik masshtabi bir xil bo'ladi.

**Xususiy masshtab** – xatolik bilan tasvirlangan maydonlarda, masshtablar o'zgaruvchanligidir.

**Gipsometrik nivlirlash** – balandlik havo bosimining o'zgarishi bilan suvning qaynash temperaturasining o'zgarishi orqali aniqlanadi.

**Barometrik nivlirlash** – nisbiy balandlik havo bosimining o'zgarishi orqali aniqlanadi.

**Piket** – Atrofdagi joyning relyef va situatsiyani to'la tasvirlash yordam beradigan harakterli nuqtalar.

**Yustirovka** – matematikaviy shartlar bajarilmay, uni vintlar orqali tuzatishdir.

**Nivelir** – ikki nuqta orasidagi nisbiy balandlikni shu nuqtalarda vertikal qo'yilgan reykalardan gorizontal ko'rish nuri orqali olingan sanoqlar yordamida aniqlashdagi geodezik asbobdir.

**Vazn** – bir o'lchash o'rta kvadratik xatosining kvadratiga teskari proporsanal bo'lgan qiymatidir.

**Rekognossirovka** – topografik plan olishda asoslanadigan geodezik tayanch punktlarning o'rnini tanlash maqsadida joy ko'zdan kechirilishi va tekshirilishidir.

**Re'lef** – Yer yuzidagi baland va patliklar tasvirlanishi.

**Oriyentirlash** – joydagi biror chiziqning boshlang'ich deb qabul qilingan chiziqqa nisbatan yo'nalishni aniqlash.

**Karta** – Yer yuzining va uning ayrim katta qismining sferik yuzaga tushirilgan proyeksiyasining qog'ozdagi kichraytirilgan tasviri.

1957 yil 4 oktyabr Yerning birinchi sun'iy yo'ldoshi orbitaga chiqarildi (YeSY “Sputnik-1” sobiq SSSR). Kosmik eraning boshlanishi.

1958 yil 15 may kompleks tadqiqotlar o'tkazish maqsadida birinchi ilmiy laboratoriyani orbitaga chiqarilishi ("Sputnik-3" sobiq SSSR).

1959 yil 4- yanvar Kosmik apparat birinchi marta ikkinchi kosmik tezlikka erishib, Quyoshning birinchi yo'ldoshi bo'lib qoldi ("Luna-1", sobiq SSSR).

1959 yil 14 sentyabr Birinchi marta kosmik apparat Oy sirtiga yetib bordi ("Luna-2", sobiq SSSR).

1959 yil 7 oktyabr Birinchi marta kosmik apparat Oy atrofini aylanib o'tdi va uning orqa tomonini fotosuratga oldi ("Luna-2", sobiq SSSR).

1960 yil 20 avgust ichiga jonivor solingan birinchi YeSY uchirildi va uning qo'ndiriladigan kapsulasi Yerga qaytib tushdi ("Korabl-sputnik-2", sobiq SSSR).

1966 yil 3 aprel Oyning birinchi sun'iy yo'ldoshi ("Luna-10", sobiq SSSR).

1967 yil 30 sentyabr Ikkita YeSY ni birinchi marta avtomatik ravishda tutashtirish ("Kosmos-186" va "Kosmos-188", sobiq SSSR).