

OLIY GEODEZIYA

Oliy o'quv yurtlari uchun

DARSLIK

Darslik



56.2
56.8

01 - 90 O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIVALAR VAZIRLIGI

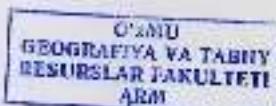
MIRZO ULLUG'BEK NOMIDACI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

H.MUBORAKOV

OLIY GEODEZIYA

DARSLIK

O'zMU Kengoshi tizomida
60722500 – Geodeziya, kartografiya va hadast
hakalavriat yo'nulishi tahabulari uchun darslik sifatida
tavsiya otligan



Toshkent
"Mir'sit"!
2023

UO'K: 528.2.3(075)

KBK: 26.1ya7

M 81

Mahoratov H. Oliy geodeziya. Darslik.

-T.: "Ma'trifat", 2023. 256 het.

Mashin daralidagi Yer ellipsoidi va uning siridagi chiziqlari uzuurlig'i va maydamlumi hisoblash, siridagi nishburchaklarni yezishish va Gauss-Kryuger proyeksiyasi ni gederiyada qollashga bug'liu hisobishshlar ko'rib chiqilgan. Davlat geodezik tarmoqsini ishlibi va qurish dashuri, tsanguliyatsiya tarmog'ini qurish tekni zamon yugeri aniq o'jechish asabslari, ularda o'chashlarni bajarish, tarmuqlami tengleshtiresh berilgan. Davlat poligonametriysi va I va II surʼi uveli yo'llori, ularni qurishda go'llanzidigan o'chash asabslari, o'chashlarni bajarish va ratijahorni ishlabsa qajish hayot etilgan. Sunʼiy yonetkechlarni kuzatishdan yec raqqtari kuzedikalarini usiqlash, GPS priyomniklari va ular bilan kuzatish usullari, sunʼiy yo'ash geodezik taʼmojlarini qurish nesalnlari yontilgan.

Oliy oʻquv yuztalarining 90722500-Geodeziya, kartografiya va kadastor yo'naliishi talabalari uchun mu'jalangan.

UO'K: 528.2.3(075)

KBK: 26.1ya7

M 81

Taqribchilar:

Egamherdlyev A. – DzMU Kartografiya kafedrasini professori, k.f.n.
Toshpubatov S.A. – TAQU Geodeziya va kadastor kafedrasini professori,
k.f.n.

Darslik Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti
Qo'shig'aliya va tehnika rektorlar fakulteti o'quv-metodik kengashining 2023
yil 27 yanvarning 5-savʼi majlisiga eʼmon bilan tasviyaz etilgan.

ISBN: 978-9943-9749-3-7
© "Ma'trifat" nashriyoti, Toshkent, 2023 y.

SO'Z BOSHI

Ushbu darslik Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi tomonidan tashdiqlangan 60722500 - Geodeziya, kartografiya va kadastro bekalavriat ta'lizi yu'naliishi uchun "Oliy geodeziya" fani o'quv dasturi asosida yozilgan.

Yerning fizik sifatlar ozijiplari, burchaklar va nisbiy halefdliklari o'chish, ular orqali arzaliy maqsadlar uchun xaruz bo'lgan yer siftdagi nuqtalar koordinatalari va halefdiklari hisoblanadi. Hisoblash ishlari to'g'ri va aniq bojarilishi uchun ularni ko'chirish sinning shakli va o'lehami ma'lum bo'lishi talab qilindi.

Yer tumanini mumkin qilar to'la o'ziga olevchi va uni matematik ilohasini tekoni be'lgan shakl - bu ellipsoiddir. Ushbu darslikning I-bobi yer ellipsoidi va uning sifatini yechildigan ayrim masalalarni talabalar mustaqil n'zgarib, hujazslari ochni imkon yaratadi.

Gesat-Kryugerni ellipsoididan tasallikkha pruveksiyasi va yassi to'g'liburchakli koordinatalari haqidagi ma'lumotlar II-bobda ko'rib chiqilgan.

Darslikni katta qismi (III-VII boblar) tayanch geodezik tarmoqlar; planli tarmoqlarni qurishda burchak ulchash asboblari, ularni tekshirishlari va sinoshlari; triangulyatsiya tarmog'ini loyihalash; gorizontal burchaklar (yu'naliishlari va axali misafalari o'lehasz nisohlari); burchak o'lehasu xatolari misallari; triangulyatsiyada tenglashtirish va yakuniy hisoblash shlarini yechishiga bag'ishlangan.

Axosiy geodezik tarmoqlarni poligonometriya usulida qurishi masalalari VIII-bobda berilgan.

Davlat I va II sinif niveleri yo'llari; yuqori uniq niveler va niveler oyakalari va ulani sinoshlari; nivelerlarning bojerish va ostijalarini ishlash chiqish be'yicha ma'lumotlar IX-bobda keltirilgan.

Planli geodezik tarmoqlarni qurishda zamonaviy GPS sistemalaridan foydalanan hisqidagi ma'lumotlar darslikning X-bobida ko'rib chiqilgan.

Darslikda keltirilgan misollar, ularni yechishda kam yuqt surʼlab ish xohiyoti va osullarini o'zlashtirishga irron yarmishini ko'zlab talangan.

Usbu dosyalar ilk ber yozilayerni sahhlı mərhm kürchiliklərdən
holi emas, shu həqiqət cəz fikr və müddəmələri yoxlagan oğrıcılara
muallif cəz minnədürücülüğünü bildirir.

Dəstəni mövcudlaşdırma har əməkdaşlığı yordanı və həm
gətəcəyi və genetik mərkəz həfədəsi cəqitavcısı A.S.Roziyev,
D.G.Yusupov və R.Sh.Təshunovlara müallif nəzər minnədürücülüğü
nəticətdə.

KIRISH. PANNING NAZARUY MAVZULARI MAZMUNI

Oly geodeziya funi ve uning vazifalari. Oly geodeziya funi geodeziyalaring bo'limalaridan biri bo'lib, u Yer shaxli va o'chamlarini o'ngurish, hamda yer sifridagi muqmalarni yapsa sistaxiedagi koordinatalari va balandliklarini aniqlash; nolcha surʼu bo'lgan yuqori aniq o'chashlarni bajarish va nafijalarini ishlah chiqish bilan shug'ullanadi.

Oly geodeziyning vazifalari ilmiy va ilmiy-tehnik vazifalarga bo'linadi.

Ilmiy vazifalariiga qaridugilar hikmati:

1. Matematik iloddalash tuzukin bo'lgan va Yerning haqiqiy shakliga eng yaqin bo'lgan shakl va uning o'chamlarini aniqlash.

2. Yer haqiqiy shaklini qabul qilingan matematik shaklidan (ellipsoiddan) cheklangishni n'rezgash (ellipsoid shaklini geod shaklidan cheklaishi).

3. Yer tanasiicha ro'y beradigan oyinbo hadisalarini — quruqliki davriy va axriy deformatsiyalarini, qit'alarni horizontal va vertikal siljishlari, yer qubbelari harakatini va bosqichlarni tudeq qilish.

Yuqondagi 1 va 2 vazifalar astronomiya va gravimetriya bilari, oxirgi vazifa esa — gravimetriy, geofizika, paleogeologiya va astroekoniya fiziari bilan bingslikda yechiladi.

Oly geodeziyanı ilmiy-tehnik vazifaları buhar bir davlat indevidida astronomie geodezik va niveleri tarmoqlarini qorib, ular punktlarining koordinatalari va balandliklarini yagona bir sistemda aniqlashtirish iborat. Bu geodezik tarmoqlar manzilarini boidizai kartalashirish ruyqsadida bajariladigan topografik sivomkalar ochan, hamda zinchish tarmoqlarini rivojlantirishga asos bo'lib siznat qilish kerak. Shu bilan hirqa bu geodezik tarmoqlar manzilat xalq xo'jaligini tarli maqsadlerda bajarilaligan genderik ishlanchi raynneh asos bo'lib vizual ciliadi.

Bunday tarmoqlarni qurish e'taz navbatida bir qator ilmiy-tehnik vazifalarni: surʼu aniqlikligi o'chashlarni ta'minlay oladigan geodezik asheblarni ishlah chiqish; yuqori aniq o'letashlarni bajarish va nafijalarini ishlah chiqish usullarini yartishni odinga qo'yadi.

Oly geodeziya manzilakai xalq xo'jaligini barcha sohalarda kaita shamiyntga ega; oly geodeziyanı asosly vazifalardan biri topografiya va

Kartografiya bilgi bingallikta nomlakta bududini topografik jihatdan o'rganish chiqishini ta'minlasdi.

Parqigiz yarli miillik, yagona koordinatalar va belgiliklar sistemining qurilgan geodesik havoqqa kotta maydeeli budodlarni e'fnli topografik sivonkalari bo'yash va aniq zarifalari tazish irakonini bomasdi.

Oly geodesiya va unga urdush lishler (gravitatsiya, kosmik geodesiya va astronomiya) asosiy ilmiy vazifasi Ya'x shaklining parametrlarini (uzung o'chishchilik, bushuj gravitatsiya maydonini va akademicheskiy o'rganishini urdushish iborat.

Hozirgi yurga oly genderzyade Ya'x shakli deganida, Yerning fizik yuzni bilan chegamlangan arakli tushumiladi, ya'ni uning qurugliagi qattiq qobigining yuzasi va n'zaro tutsa oengiz va akademik suv salini finch holatida yuzasi bilan chegaralangan shakli tushumiladi.

Yerning gravitatsiya maydoni deganida, Yerning surʼali sifatishi infyeli besil berigan markasdan qochma va toctishish kuchlariga teng, ta'sir suvchi ug'rik kuchlarining maydonini tushumiladi.

Yerning gravitatsiya maydonini va bosqiga fizik maydonlarini o'rganish asilida gravitatsiya muzmonligi hisoblanadi. Lakin Ya'x shaklining parametrlari va Ya'x gravitatsiya maydoni, Ya'x surʼiy ya'x shakli orqali astvomu-geodesik, gravimetrlik va bushuj o'chishlarni kompleks qayta shakli uslujasida aniqlaradi va bingallikda oly genderzyaming ko'plab masalarin yechishida foydalanzildi. Ya'x gravitatsiya maydonini o'rganish geodesiziyaning avto ilmiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Yer ustida va uning yuzesida soddor bo'ladigan fizik jarayonlar natijasida, Dostlar planilar sekin siljydi, yer qohlig'ida elastik suchlanish soʻz bo'tadi, yer silkinishi - yuzaga keladi, yer yuzasi sekin asta dozousatsiyalanaadi, shunisi e'tiborlikli, no joyayolzer turli bududlerda turishib bu'tadi. Yer qurblarinig boladi, gravitatsiya maydoni, aylanishining burchini teng, va h.k.lari o'zgaradi. Bulening harchasini geodesik turmoqlar qurblarining koordinatalini va belgiligini aniqlashga va ularning vaqt o'rishi devonida o'zgarishiga ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchen eng yopori aniqrotsiye geodesik o'chishlarini ta'minlasdi ulah chovchi turli suvlar usuluzlarini yechishda yani plancha kab'i o'rganish zarurat tag'iladi. Shu

munkosabat bilan olyy genderziyning eng zorlukta ilmiy vacitasiga yet yuzessining deformatsiyasining suudi karakteristikasini genderdeit usaldan aniqlash, yet qebig'i ulkan bloklarizing arsy ko'tarilishini va tushishini o'tganish hamda ittasfer plicelerini sijjish qanuniyatlari, Yet qolbieri hekkofisi aniqlash va hissobga etish va uning zyhanish banchak texligini o'qarishini aniqlash, soyusmeaktiv hadudlarda yet silkinishini oldindan boshura qilish mazgalida yet yuzasi va dengiz, oktaralr sochiy yozular furgularini va hiklemi aniqlash va o'rganishini kirdi.

Olyy genceriya va urga turinash bo'lgan tarmoqlarning asosiy ilmiy texnik vazifasi global (otton yer) va milliy (devlet taqiqosida) yuqori aniqlikdagi izyanch geodezik tarmoqlarni barpo etishdan iborat. Milliy tayanch tarmoqlarini quyidagilar tashkil etadi: Devlet geodezik xonasi, ka'chilik holda planli tarmog'i deb ataluvchi, davlat nizov'irlash tarmog'i (ba'sedlit) va davlat g'aniynerik tarmog'i.

Bu tarmoqlar bir-hiri bilan o'tsere juda yaxshi tug'liqlikka ega, ular biri-birini to'klasdi va ulardan borgallikda foydalantib bajariladigan kompleks astreonom-geodezik va gravimetrik o'tchash ishlari punktlarning aniq koordinatalarini va belgiliklarini aniqlash, horda manzilot huchdida gravitatsiya maydoni va Yerning shaklini xususiteraveli parametrlarini aniqlash imkanini beradi. Bu tarmoqlarda takroriy o'tchashlarni bajarib, punktlar koordinatalarini va belgiliklarini aniqlash, hunda bulardan foydalantib geodjazmatik hadisalarini o'rganish muunkin.

Arsaliyet shuni ko'rsatadi, vaqt o'tgan sari genderzik tayanch tarmoqlarini barpo etish aniqligiga bo'lgan talab oshmanqda. Ular hozir yetarli darajada yuqqori, yuqin kelajakda yana ben yuqori bo'lishi kerak. Shuning uchun boeingi vaquqa nayrob tayanch geodezik (global va mahalliy) tarmoqlarini barpo etish nazariyasi va usulerni yaniqlik zaruriyat tug'uzdi. Hunga borchha kompleks astreonom-geodezik, gravimetrik, gravimertsial va bestoga tuedagi o'tchastlardan foydalantib, horda Yerning son'iy yo'teoshlarni kosnik ochish apparatlarini, galitsirkasun tashvishi radio-nurlanish manzusalarini kuzavtirlarni kuzarish orqali, erishildi.

Olyy geodeziyining ilmiy va jumly-teknik masalalari bir-biri bilan shanbehchis bog'angan. Yet gravitatsiya maydonini va shekli parametrlarini bilmasdan, tayanch genderzik tarmoqlarini barpo etishda bajarilaligun

harciň turli heman kompleks o'chashilarini matematik jihotden mekanizmisi qayta ishlash, hamda punktler koordinatlarini va balandliklerini yagona tiňinda yaponi te o'tkozi antipletoning insoni berlreydi va aksincha Yer gravitatsiya međumunu va shaklizi o'qanish uchun yagona tiziroda antipleye bozacci geodezik tarzoqlarining koordinatasi lei va halandlikleri sunadir. Bondañ kelib daňçaliki, oly geodezysyning ilmiy va ilmiy-teknik mənalariň bılgalikla schimz-ka yaqinlashish usul bilan yechilishi kozim, hajipreni tam bunga arzilmeçla.

Oly geodeziya fuksmasdan rivojlanmaňda va takomullashmoqja. U Yer shirkili manaryasi, gravimetriya, gendeviyy, astronomiya, kusnuk gendeviyy kabi ilmiy fanler bilen bılgalikda uzyvi bog'liq hoda rivojlanmađ. Oly geodeziya kursi ucta asosiy bir-biriň ta'ldirivchi bolumas ishlilik menjan "Asosiy geodezik ishlar", "Sferoidik geodeziya" va "Nazarly gendeviyy".

"Asosiy geodezik ishlar" boliminde bir xildə botimanagan Yer gravitatsiya menyeniň tyncheň geodezik tarzoqlarını berpa etish, harpu olaň usullarını shishab chiqish, temoqlarını koyitalash va joylarda mahsulish üçli terkiňdegi yuqori tazqlikdegi geodezik o'chash osullarını va zhchislari ýaratish, a'lefasidagi xetaličdar manbasını va ulanri ta'sir etisini hissegi olish usulcerini, Yer gravitatsiya maydonning bir xil eserligini va Yer yuzzesining egriligini hisebga algan hulde o'chash osullarını matematik qayta ishlish usullarını yanish masalaları ke'riladi.

"Sferoidik geodeziya" Yer ellipsoidining geometriyasi, unig yessudsu va uch o'lbhamli fizoda geodezik masalalari yechish usullarını hamda e'ysoldi ýerisini shueda va tekislikde tazvirkash manaryasını o'qaradi. "Nazarly geodeziya" oly gendeviyyening asosiy ilmiy mənasunu ve usullarını yechish tazmiliyesini va usullarını ishlash chiqish bilan shug'unanadi, bu məqsedlär uchun tyanach geodezik tarzoqlarida bejnaliadigan, karak boliganda tazkary u yoki no bojinda unig bir vacf neçlig'da yecilmesi va boshqa masulularni yechish surʼutti nü'ulganda kompleks zorunlivliyyetlerine-geodezik, gravimetrik, su'imiý yo'ldoshli va hostap hediği yuquei tazqlikdegi o'chashlardan faydalaniлади.

Oly geodeziyuning ilmiy va ilmiy-teknik mənalariň muveffaqiyatlı yechish menjan i klass davlat gendeviçik tarzoqlaridagi borchu e'chashlarnı,

yangi o'lehash teknikalaridan foydalanzigun holda, barcha o'lehashlar (ko'p uslata) yuqori sualqil ollan bojardishi lozim. Hozirgi vaqtga q'sassiz geosetzik farmonqasida gorizontol huchaklar 0,5-0,7° orta kvadratik xatolik bilan o'chaniladi (uchberdaklarning nisobaligiga bog'ishmasliklari bo'yida), sonmalar xatoligi - 2-10 nishiy xatolik bilan, niveliirlashda nishiy holodellilar 0,5mm/km tasodiligi xatolik bilan, astronomik kenglik, uzunlik va ozimutler 0,3, 0,03 va 0,5 tasodiligi xatolik bilan (puycosalardagi o'lehash nijalarining o'zgurishi ha'yicha hisoblanilgan), eg'izlik kuzinining tezloshti - $3 \cdot 10^{-4}$ nishiy xatolik bilan o'chaniladi. Marakkab tizik-geografsk va iqlimi sharttlarda bajariladigan o'lehashlarning yuqori sualqigiga g'edeziz olimlarning, gendexik nisobalarni yamayebilarning va bushus mutaxassislarning ulkan mehnatlari evozga erishildi.

Oly geodeziya o'rzingi tuldijotlarida fundamental zimlarning (fizika, matematika, oshonomiya va bushqa), yuqori sualqidagi o'lehash xossalishini ishlab chiqishda amaliy upoqa uraq ashubboslik, radiotekhnika, laserli texnika va h.k.larning yangi yutuqlaridan foydalananadi. O'lehash nijalarini qayta ishlashcha etrimolliklar namriyasi, matematika, statistika, eng kichik kvadratlar nati va h.k.lardan ko'p foydalaniлади. Barcha hisoblashtilar zamonaviy doktron hisoblash texnikalaridan foydalantib bajariladi. Yani Planckadek o'rganish bilan bog'liq ilmiy mazslani yechish uchun, oly geodeziya Yer to'g'risidagi funlar geologiya, genetizika, tektonika va heshqular bilan o'zaro mustahkam bog'langan be'tshi kerak. Oly geodeziya tuldijotlarining nijalarini ilm fonda va xalq xo'jaligida muhim shamiyarga ega. Massala, davlat geodezik tarmoqlari ko'nik ozon organisma, manzust hododini terli massalabtlarda xaritalarini tuzishcha, yurik maydonchalari qidisoq xo'jaligi va samoy ishlab obiqarish maqpaldarida o'zlashtirishlarda qo'llaniladi. Nivelir tarmoqlarida bajarilgan tizroviy o'lehashlar asosida Yer to'g'risidagi fun tarixida birinchis marta Sharqiy Evropada, yer qobig'ini vertikal hukakning zamonaviy xaritasini razildi va nazor qilindil, u ilmoy va amaliy jihatdan mulim shamiystiga ega. Hozir bunday xaritalar ko'plab umumlikda tuzilmoqda.

1.1. Yer shakdi haqida usulimnot

Yer sirdida hajmildigani har qanday geodezik o'lehashlar ni'zining mahiyati, bu yida shovun chiziqlari yo'nalishi bilan bog'liq. Shovun chiziqlarini qayd etadigan o'lehash asubularini (rendolitlar va qulvelirler) vertikal o'eleri asilas yordamida ishlchi boltaga keliriladi. Shu sababli so'aliy yuz uzan bug'lansiga in'g'ri keladi.

Sohib yuzasi tinch boladagi oksan suvi yuzasini uni har bir nuzasida shovun eslig'i yo'nalishiga to'g'ri burchak ustida o'tedigan qilib fikra davom ettirishidan hasil bo'ledigan yuz.

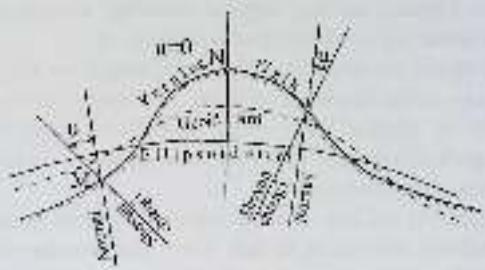
Yemi nurli behazliklarda zylanish o'tuvchi ko'pgina satiy yuzasini meo'yur ushi mumkin. Geodeziysal ulardan biri – asosiy satiy yuzasi den qophsi cilingan. Asosiy satiy yuzasi oksan va echiq daengizlar suvining tinch bolentagi o'rtacha yuzaliga to'g'ri keladi.

Asosiy satiy yuzasi hilan chegarsangsan tano geoid deh ataladi. Geoid yuzasi shovun chiziqlari yu'nusishlari bilan aniqlanadi, shovun chiziqlari yo'nalishlari esa Yer ichida massalarin iqtisodishiga bog'liq. Shovun chiziqlari xelqroq massalar kamoniga qarab eg'anadi.

Geodezik o'lehashlari matematik ishlab chiqishi ochen ushbu o'lehashlar bojarilgan burcha Yer shakdi sirdining nuqtalari referens-ellipsoidi sirtiga proyektsiyansidi.

Yer shakdi sirdining M, N, K nuqtalari, 1.1-shakl, referens-ellipsoidi sirtiga normal chiziqlar bilan proyektsiyansidi. Geodezik o'lehashlarni ishlab chiqishda bu shakldan yu'nusishlar bo'lib ellipsoid sirtiga normal chiziqlar xizmat qildi. Geodezik va astronomik o'lehashlarda bu shakldan bo'lib geodezik sebublarin vertikal o'eleri tutashiriladigan shovun chiziqlarining yu'nusishlari xizmat qildi.

Geoid va ellipsoid sirlari nafisat bir-biriga ustma-ust tushmaydi, buki ular parallel ham emas. Har qanday nuqta shovun chiziq'i yo'nalishi ellipsoid sirtiga normal chiziq bilan to'g'ri kelmezdi. Herilagan nuqta shovun chiziq'i yo'nalishi bilan ellipsoidga normal chiziq orasidagi u'zunligi (1.1-shakl) shovun chiziq'ining og'ishi deviladi.



L. I.-shah

Shovun chiziqning og'ishi u huričagi umumiy yet ellipsoidining osonaliga nisbatan aniqlansa, unga munqoq og'ish, referens-ellipsoid osonaliga nisbatan aniqlas, nisbiy og'ish deb aytiladi. Umumiy yet ellipsoidi huzirgacha aniqlasmaganiligi sababli shovun chiziqlari og'ishi nisbiy hisoblanadi. Shovun chiziqlarini nisbiy og'ishi yet ichidin massalarni bir xil taqimlanmaganaligiga borchu referens-ellipsoid o'lehamlarini aniqlash va uni orientirlash xatoligiga bog'liq. Okeanlar botiqlari va kontinentalliklar mavjudligi sababli shovun chiziqlarining og'ish qiyomi o'stache 3-4° ni tashkil qildi. Tog' tizmalari va chuqur bo'lg'liliklar mavjud huquqlarda esa shovun chiziqlarining og'ishi 1° gacha yecadi.

1.2. Yer ellipsoidi va uning parametrlari

Barcha geodezik o'lehamshular yarining fixik sirtida boyarilishi sababli, ularning natijalarini dastlab ellipsoid sirtiga reduksiyalanishi (ko'chirilishi) kerak. Ellipsoid sirtiga reduksiyalash usullari nazoriy genderziyada ka'rib chiqadi.

Qo'shasiyada bunday ellipsoid sirtiga ko'chirish surʼi deyiladi. Qabul qilingan va umumiy yet ellipsoidi deb ataladigan ellipsoid Yer shaksliga eng yaxin bo'lishi va quyidagi shartlarni qanozlantrishi kerak:

1. Ellipsoidning markazi Yemning eg'lilik markazi bilan to'g'ri kelishi kerak;
2. Ellipsoidning ekvator tekisligi Yemning ekvator tekisligi bilan usuma-ust hisobishi kerak;
3. Ellipsoidning hujimi genichning hujimiga teng bo'lishi kerak;

4. Ellipsoid sistidagi nesnelerin bolandligi vechining geoid sistidagi bolandlijedine qanu qiyimsegi farz qilishi kerak.

Umumiy yesellipsoit o'chamlarini aniqlash va geoid istaklini ta'iz u'sqanish uchun bir-biriga zendeniz bog'langan gredus o'chamshromi bojarish va Yeming bullo sirida (quruqlikda, dengiz va okeaniarda) gravimetrlik sifomalarini bojerishni tilah qildi. Bu esa hozirda yechish imkonii bo'lougan masladir.

Ellipsoid siridagi nesneleri raqamida yechish uchun ellipsoidning o'chamlarini biliш kerak bo'ladi. Ellipsoid o'chamlari deganda bunnidan kuyin ellipsoidning ekvatorial yekti katta yarimi v'qi va qubiy siqlishi qiyimatlar ko'zida tulisdi. Ellipsoid o'chamlari astronomico-goodezik va gravimetrlik sifotlari asosida hez xil olmaslar turmudidan hisoblab chiqarilgan, shuning nesneleri quyidagi 1-jadvalda berilgan.

Jadval

Olim nomi	Davlat nomi	Yil	a, m	α
Diderot	Fransiya	1800	6375653	1:334,0
Bessel	Germaniya	1841	6377397	1:299,2
Klek	Amerika	1866	6378206	1:294,98
Xayyord	AQSh	1910	6378388	1:297
Krasovskiy	Rossiya	1940	6378245	1:298,3

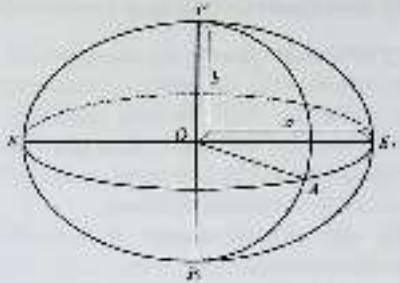
Turi davlatlarda o'z trisegulyatsiyalarini hisoblash uchun turli ellipsoidlarning foydalaniladi. Misalan, axrim Yevropa davlatlarida Klarkning 1885-yil ellipsidagi o'chamlari, AQShda Xeytordining 1910-yil ellipsoit o'chamlari qo'llanadi.

1940 yillik Goodziya, zoosiyumka va kartografiya markaziy ilmiy shöbinqiz institutida (USSR ATK, Moskva shahri) ellipsoidning o'chamlari qiyimatleri qaydalanish etilishni shiquetdi. Bu qiyimatlar 1946 yilda tasdiqlanib goodezik ishlari uchun qabul qilingan va bu ellipsoidga Krasovskiy referensiali nomi berilgan.

Krasovskiy referensial-ellipsoidning o'chamlari quyidagilar:

$$a = 6378245 \text{ m}; \quad b = 6378206 \text{ m}; \quad \alpha = 1:298,3.$$

Kelingilan 1:2-sizoda markazi θ nesnasida, yylanish o'qj PP₁ va akster teisligi DA-K6 aylanan ellipsoid tushvirlangan.



1.2 shəkər

Qeydənək belgiləri kiniyəmiz:

a – ellipsoidunuz səs və toridən yoki kətən yarımları qı $a = OR = OR_1 = OA$,

b – ellipsoidunuz qutbu yoki kiçik yarımları qı $b = OR = OR_2$,

c – ellipsoidunuz qutbuq sıqılıqlı

$$\alpha = \frac{a - b}{a},$$

e^2 – meridian ellipsinin hirinchi eksentrisiteti $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$.

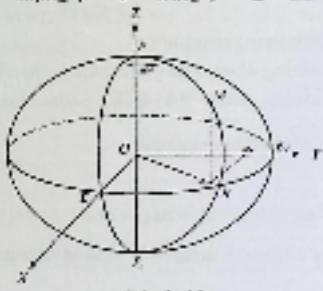
Krasovskiy ellipsoidi üçün $e^2 = 0,00669342$ ga teng.

1.3. Oly geodesiyada qo'llumadigun koordinatatur sistemleri

1. To'g'riburchakli fozony koordinatatur (X, Y, Z) sistemi.
Koordinatalar bosh nuzasiga 1.3-shakldagi O nuzta qabul qilindi. OZ o'qi ellipsoidning qutbiy n'qi POP ; bu'yicha joylashadi; OX o'qi elevstor tekisligida bosh meridiana deh qabul qilinadigan PEP ; meridianda; OY elevstor tekisligida, lekin tekislik bosh meridian tekisligi bilan 90° burchakni tasakkil qiluvchi PEP' meridianda joylashadi.

Shunday qilib ellipsoid sirlidagi M nuztasining o'sil quydigi koordinatatur bilan aniqlansadi:

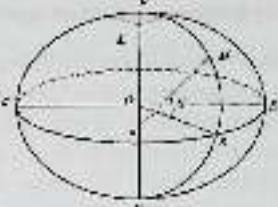
$$X = M_1 M_2 ; \quad Y = OM_2 ; \quad Z = MM_1 .$$



1.3-shaki

Kosmik tizipotlari nisb bosish bilan bog'liq Yer tashqi fazesidagi nuzalar koordinatlarini aniqlashga doir geodesik masalalarni yechishga to'g'ri keladi. Bunday nuzalar o'mini yer ellipsoidi sirtiga bog'hmasdan aniqlashda to'g'riburchakli koordinatatur sistemi qo'll keladi. Shu sababli X, Y, Z koordinatatur sistemasi hozirgi kunda muhim nazariv va umsliy shamiystiga egn.

2. Giovfetlit koordinatatur sistemi. Quyidagi, 1.4-shaklda PEP, E_0 - uzoqligini o'tkazish boshlang'ich nuzasidan o'tuvchi meridian ellipsi va $PMMP'$ - berilgan M nuztasidan o'tuvchi meridian bo'lgin. M nuztasining geodesik tengligi D deh ushu nuztadan ellips sirtiga normal chiziq dn va elevstor tekisligi EAE , orasidagi o'tkir burchakka aytiladi; M nuztasining geodesik uzoqligi L deb bosh meridian PEP tekisligi bilan ushu nuzta me'nali tekisligi $PMMP'$ orasidisa hech bo'lgen ikki yoqli burchakka aytiladi.



1.4 shah

Geodezik koagliq okystordan shimaliga qarab 0° dan 90° gacha eshib beradi, unga shimaliy kenglik; janubiga qarab ham 90° gacha ushib beredi va unga janubiy kenglik deyiladi. Bosh meridiandan sharqda joylashgan nüqtalar uzoqligi shorqda deb amlib 0° dan 180° gacha o'zgaradi; bosh meridiandan g'arbda joylashgan nüqtalar uzoqligi g'arbda deb amlib 0° dan 180° gacha o'zgaradi.

Bosh meridiyan sifatida Grünewich obseyntoriyasidan o'tuvchi meridiyan qabul qilingan. Genderzik koordinatalar sistemi esa ham nazariy, ham amaliy maqsadlarda keng qo'llariildi. Bu sistema ayrim aksiliklarga ega:

a) ellipsoid sifati ochma u yag'era bo'lib, butun yu sirti bo'yicha umumiyy koordinatalar sistemasi geodezik xarakter va kartografiya materiallarini korlashtirdi;

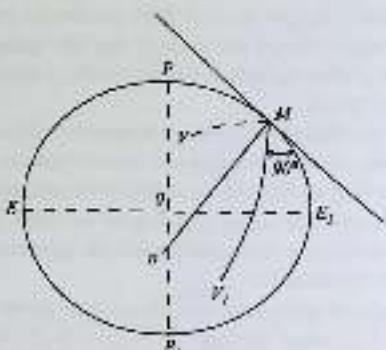
b) qandaydir qo'shimcha va yordamchi tuzilishlarni talab qilmaydi; bu sistemada koordinatalar chiziqlari he'lib hevostta ellipsoid sirtiga tegishli meridian va paralel chiziqlari xizmet qildi, ular orqali barcha kartografiya va sioniklar materiallarini bielasshtirish qulay.

3. Yassi w'g'ri burchakli koordinatalar sistemi. Turli viloyihalash ishlarini hisorishda geodezik qiymatlardan joydalanzishni o'soblashtirish maqsadida geodezik tarmoq punktlari o'mini yassi w'g'riburchakli koordinatalar (x va y) sistemasiidan miqosh zaruriyari rag'iladi. Bu esa ellipsoid sirlini tekislikka pruyeksiyalash zaruriyatini taqozo etadi.

Hozirgi vaqida bu maqsadida Gauss-Kryugerning tekislikdag'i konform pruyeksiyasi qabul qilingan ha'lib, unda barcha genderzik planli tarmoqlar punktlarining koordinatalari hisoblantdi. Bu sistema haqida kengreq ma'lumot 2.1 da borchadi.

1.4. Ellipsoidning berilgen nuqtasidagi ogrenci hush radiuslari

Ellipsoid sylanish o'qil orqali o'tgan tekisliklarga meridian tekisliklari, ulazni ellips sirtini bilan kesishishidan hosh ho'lgan chiziqlunga - meridiandalar deyildi. Burcha meridian tekisliklari ekvator tekisligiga perpendikulyar ekran uzoq va bar qonchay meridian ellips ho'lib, o'z aylanishidan ellipsoidni hosh qilaadi. Agar ellipsoid sirtining bar qonday nuqtasiga, masalan, M nuqtasiga (1.5-shakl), uningiz tekislik o'tkazilsa, shunda uningan nuqtadagi perpendikulyar chiziq MN ellips sirtiga M nuqtasidagi normal duylabdi. Ellipse sirtiga uenoq chiziq her daim ushbu nuqtadan o'tuvchi meridiandekisligini yoldi.



1.5-shakl

Ellipsoidning shimaliy yarmida yotgan nuqtalar normallari uning o'yinsh o'qini markazidan janabegida, janubiy yarmidagi nuqtalar normallari esa markazim shimalroqda kesib o'tadi. Ellips sirtida nuqta qonchilik quolibqa yaqin yoste, ushbu nuqta normali ellips aylanish o'qini markazdan almasa unengacha kesib o'tadi.

Berilgan nuqtan o'nomalidan o'tuvchi barcha tekisliklar normal tekisliklari, ellipsoid sirtini ushbu normal tekisliklar bilan kesishish chiziqlariga - normal qirginlar deyildi. Demak, meridiandalar va ekvator chiziqlari normal qirginlardir.

Meridiyan tekeşligiga perpendikulyar bo'lgan normal tekeşlik (M nusgasi meridiyan tekeşligi) birlinchi vertikal tekeşligi deyilindi (1.5-shakldagi MdV tekeşligi).

Birlinchi vertikal tekeşligi bilan ellipsoid sirtini kesishishi birlinchi vertikal deyiledi. Meridiyan va birlinchi vertikal bosz normal qırqımlardır. Uz bir nusgada ikkila o'zaro perpendikulyar normal qırqımlar mavjud bo'lib, ularni egriligi maksimal va minimal qiymatlarga ega bo'ladi. Meridiyan va birlinchi vertikal egrilik radiussatini tekeşlikta M va N bilan belgilab, ular qiymetlarini hisoblash ischchi formulalarini kelluramiz.

$$M = a \left(1 - e^2 \right)^{1 + 0,25e^2 \sin^2 B} / \left(1 - 1,25e^2 \sin^2 B \right), \quad (1.1)$$

$$N = a \frac{1 - 0,25e^2 \sin^2 B}{1 - 0,75e^2 \sin^2 B}, \quad (1.2)$$

nashbu formulalarda: a – ellipsoid latit yarim a'qi; B – ellips sirtida olingan nusqanining geodezik kengligi; e^2 – meridiyan ellipsoidining birlinchi eksentrisitesi.

Meridiyan egrilik radiusi M (1.1) formula bo'yicha topilib meridiyanlarning yoylari uzunligini va kengliklar farqini hisoblashda, birlinchi vertikal egrilik radiusi N (1.2) formuladan topilib paralellar yoyleri uzunligini, uzoqliklar farqini va azimutlarni hisoblashdan xizmat qiladi.

Ellipsoid sirtidagi nusqalening o'rtocha egrilik radiusi R quyidagi formulalardan topilishi mumkin:

$$R = \sqrt{MN}, \quad (1.3)$$

yoki

$$R = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 B} \quad (1.4)$$

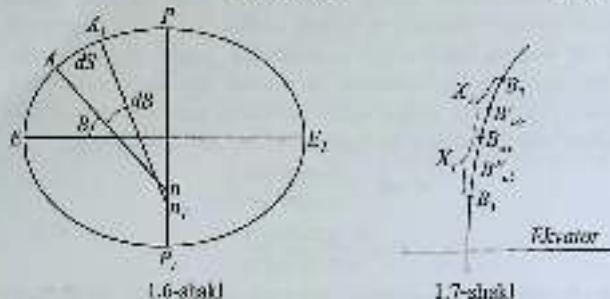
O'rtocha egrilik radiusi ellipsoid sirti qismalarni sharo'da tasvirlashda, uchiburchaklar sferik omiqchalarini hisoblashda va busuqalarda foydalananadi.

1.5. Meridiyan va parallel yoylari uzunligini hisoblash

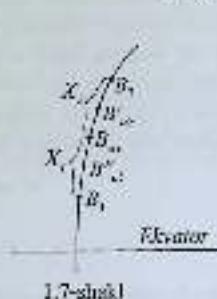
1. Meridiyan yoyi nusqaligini hisoblash. Meridiyan ellipsoidagi A nusqasining kengligi B bo'tsin (1.6-shakl). A nusqasidan cheksiz kichik masafa ds da $B - dB$ kenglikka oga A_1 nusqasini olamiz. Shunda da meridiyan

yoyga to'g'ri keluvchä A va X₁ nöqteleri kengliklaričang tarqı dR bo'lindi.
Elementte yoy dR ni M radiusiga ega doimining yoyi deb qabul qili b,
quyidagi ýoish menkin.

$$d\sigma = M dR \quad (1.5)$$



1.6-shakl



1.7-shakl

1.6-shakligi A va X₁ nöqteleri orossagi meridian yoyi uzunligi S_M ni olar kengliklari B₁ va B₂ nöqali quyidagi elliptik integralde yechib topish mumkin

$$S_M = \int_{B_1}^{B_2} M dR \quad (1.6)$$

Uslu integral raqamli integrallash usulida aniqroq va esanroe yechiladi. Buning uchun Simpsonni quyidagi rüqarli integralash formulasidan foydalananish mumkin

$$S_M = \frac{1}{6} [M_0 R + \frac{(B_0 - B_1)^2}{\sin^2 \theta_1} (M_1 + 4M_{\frac{B_0+B_1}{2}} + M_2)] \quad (1.7)$$

bu yerda,

$$M_0 = a(1-z^2) \frac{1+0,25c^2 \sin^2 \theta_1}{1-1,25c^2 \sin^2 \theta_1} \quad (1.8)$$

B₁ va B₂ – meridian yoyi uchunlining kengliklari; M₀, M₁ va M₂ – B₁, B₂ va B₀= (B₁+B₂)/2 kenglikka ega nöqmalarda meridian egrilik radiusi qiymatları.

Yukericagi (1.7) va (1.8) formulaslar bo'yicha hisoblangan S_M qiymati kenglikki B₁ bo'lgan nöqmdan toki B₁ va B₂ kenglikdagi nöqtalarga cha bo'lgan X₁ va X₂ yoylar yig'izilsi topilib, S_M qiymati bilan so'ishtirilib

nezaret qilgendi. Keltirilgan (1.7) formula ssasida quyidagierni yozish mu'mkin (1.7-shakligi qismanin):

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{(B_0 - B)^r}{2\sigma^r} (M_x + 4M'_x + M_z); \\ X_2 &= \frac{(B_0 - B)^r}{2\sigma^r} (M_z + 4M'_z + M_y). \end{aligned} \right\} \quad (1.9)$$

bu yerda: M'_{xx} , va M'_{yy} , – kengliklari $B' = (B_x - B_{y,x})/2$ ve $B'' = (B_{y,x} + B_z)/2$ bo'yigan nuqzalardan meridian egrisi radiusi qiyimatlari, ular (1.8) formuladesi topiladi.

Ritka meridienda atilgan nuqtalar orasidagi yoy uzunligi 500 km gache bo'yiganda (1.7) bo'yicha hisoblash aniqligi 1 – 2 mm ni tashkil qildi.

Meridian yoyi uzunligi 45 km dan kam bo'lganda (1.7) formulani birinchli hadi bo'yicha hisoblasib yetarli, ya'ni

$$S_\mu = \frac{(B_0 - B)^r}{\rho^r} \cdot M_x. \quad (1.10)$$

Misol: kengliklar: $B_x = 45^{\circ}30'17,22''$ va $B_z = 17^{\circ}30'08,00''$ bo'lgan nuqzalardan meridian yoyi uzunligi (1.7) formuladan foydalashib hisoblanish. Hisoblab topilgan natija (1.9) formulalar bo'yicha nisbat qilinsin.

Hisoblastilar tartibi va olinagan natijalar quyicagi 2-jadvalda keltiriladi.

Formulalar	Natijalar	Formulalar	Natijalar
σ	6378245	$0,25e^2 \sin^2 B_1$	0,00085142
e^2	0,00569342	$0,75e^2 \sin^2 B_2$	0,00090966
$a(I-e^2)$	6335532,71170	$0,25e^2 \sin^2 R_{\text{km}}$	0,00088057
b_{cr}	1237590	$1,25e^2 \sin^2 B_1$	0,00125710
B_1	45° 30' 17,22"	$1,25e^2 \sin^2 B_2$	0,000454832
B_2	47° 20' (6,08")	$1,25e^2 \sin^2 R_{\text{km}}$	0,00440284
		$I + 0,25e$	
R_{km}	46° 30' 12,65"	$^2 \sin^2 B_1$	1,00085142
		$I + 0,25e$	
$\sin B_1$	0,71330896	$^2 \sin^2 B_2$	1,00090966
		$I + 0,75e$	
$\sin B_2$	0,73730380	$^2 \sin^2 R_{\text{km}}$	1,00088057
$\sin B_{\text{km}}$	0,72541659	$I - 1,25e^2 \sin^2 B_1$	0,99574290
$0,25e^2$	0,00167336	$I - 1,25e^2 \sin^2 B_2$	0,99545168
		$I - 0,25e$	
$1,25e^2$	0,00836678	$^2 \sin^2 R_{\text{km}}$	0,99559516
$\sin^2 B_1$	0,50880668	M_2	6368056,361
$\sin^2 B_2$	0,54361689	M_{km}	6370299,069
$\sin^2 R_{\text{km}}$	0,52622922	$(B_1 - B_2)^{\circ}$	6369174,076
		$(B_1 - B_2)^{\circ}$	7190,86
		$(B_1 - B_2)^{\circ} \sin^2 B_{\text{cr}}$	0,00581037
		S_{cr}	222043,667

Meridian joyi xunligini nazorat hisoblash taribi quyicagi 3-jadvalda belgilitsil.

Formulasar	Natijalar	Formulasar	Natijalar
α	0,073242	$0,25e^2m^2B_1$	0,000851419
e^2	0,0066973421823	$0,25e^2m^2B_2$	0,000909564
$\alpha T \times 10^3$	6333532,3130	$0,25e^2m^2B_{3W}$	0,000880569
θ_{eff}	1237998	$0,25e^2m^2B_{3W}$	0,000886598
θ_1	42° 30' 17,22"	$0,25e^2m^2B_{4W}$	0,000893123
θ_2	47° 30' 08,08"	$1,25e^2m^2B_1$	0,004257097
$B_{0,1}$	46° 30' 12,63"	$1,25e^2m^2B_2$	0,004548321
$B_{0,2W}$	46° 30' 14,94"	$1,25e^2m^2B_{3W}$	0,004402843
$B_{0,4W}$	47° 30' 10,36"	$1,25e^2m^2B_{4W}$	0,004529992
$\sin\theta_1$	0,713308062	$1,25e^2m^2B_{5W}$	0,004475526
$\sin\theta_2$	0,737303801	$J - 0,25e^2m^2B_1$	1,000821419
$\sin B_{0,1}$	0,7254115385	$J + 0,25e^2m^2B_2$	1,000909564
$\sin B_{0,2W}$	0,719990113	$J + 0,25e^2m^2B_{3W}$	1,000880569
$\sin B_{0,4W}$	0,731367955	$J + 0,25e^2m^2B_{4W}$	1,000869798
$0,25e^2$	0,001673353	$J + 0,25e^2m^2B_{5W}$	1,000895123
$1,25e^2$	0,008366777	$J - 1,25e^2m^2B_1$	0,995742801
$\sin B_1$	0,5038295873	$J - 1,25e^2m^2B_2$	0,995431679
$\sin^2\theta_1$	0,543616895	$J - 1,25e^2m^2B_{3W}$	0,995297150
$\sin^2 B_{0,1}$	0,566223212	$J - 1,25e^2m^2B_{4W}$	0,995670008
$\sin^2 B_{0,2W}$	0,517522115	$J - 1,25e^2m^2B_{5W}$	0,995224374
$\sin^2 B_{0,4W}$	0,5349928341	M_1	6370280,069
		M_{1W}	6369174,070
		M_{2W}	6368615,351
		M_{3W}	6369732,371
		$(B_{0,1} - B_1)^2$	3595,41
		$(B_1 - B_{0,2W})^2$	3595,41
		$(B_{0,1} - B_2)^2 B_{0,1}$	0,002925187
		$(B_1 - B_{0,2W})^2 B_{0,1}$	0,002905187
		$\#J$	111025,079
		$\#B$	111018,588
		R_{st}	222043,567

2. Parallel yeri uzunligini hisoblash. Aksanma ellipsoidni paralelli yylanani tashkil qilin unde yey uzunligini hisoblash yoy uchlarini nusqatining uzunligini ayirttashiga teng mekkazy vurchak oysali yylan yoyini hisoblaslige o'txshash bojariladi. Parallel radiusi r quyidagi teng $r = R \cos \delta$, shunda parallel yeri uzunligini S_0 milga beldilab uni hisoblash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

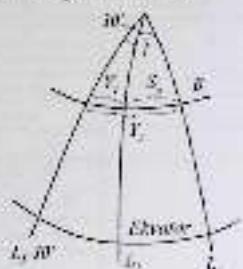
$$S_0 = \frac{r^*}{\rho^*} \cdot \pi \cos B, \quad (1.11)$$

bu yerda: $r^* = L_0$; B parallel yeri koqligi; (1.11) formulaida birinchisi vertikal egrligi radiusi R (1.2) formulasini hisoblanadi.

Parallel yeri uzunligini hisoblashda o'sezdi uchun $L_0 \cdot 30'$ uzeqligiga ega meridiandan hisoblanadigan yollar T_2 va T_3 uzeqlikleri (1.8-she'li) ayirmasi $\Delta = T_3 - T_2$ hisoblanadi. T_2 va T_3 qiyametsiz indeksi (1.11) formulaidan myoshalab yuzemiz:

$$\left. \begin{aligned} T_2 &= \frac{(2+1400')}{\rho^*} N_{\text{cos} \delta}; \\ T_3 &= \frac{180'}{\rho^*} N_{\text{cos} \delta}. \end{aligned} \right\} \quad (1.12)$$

Yay uzunligini (1.11) formula egalii hisoblash aniqligi uzeqliklar ayinnesi Δ qiyamfiga bog'liq. Agar $\Delta < 10'$ bo'lsa, e'tta kengliklarda S_0 qiyamti $\pm 0,001$ m daqilishi mumkin.



1.8-she'l

Misol: Birha paralleldan yangan ikkita nusqalar orasidagi yay uzunligi S_0 nusqalar uzeqliklari farqi $\Delta = 0^{\circ}45'45,88''$ va parallel kengligi $B =$

$54^{\circ}32'18,33''$ dan foydalani b hisoblab topitsin. Builgan natija (1.12) formula bo'yicha tekshirilsin.

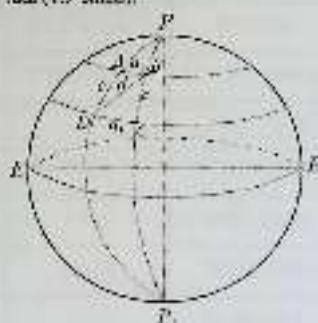
Patalik yoki uzoqligini hisoblash tarifi quyidagi 4-jadvalda keltiriladi.

4-jadval

Formulalar	Natijalari	Formulalar	Natijalari
A	6378245	$I = 0,25e^2 \sin^2 B$	0,99888993
e^2	0,005695421623	$I = 0,75e^2 \sin^2 B$	0,99666978
β	$0^{\circ} 45^{\prime} 45,38''$	N	6392452,948
R	$54^{\circ} 22' 18,33''$	$\cos B$	0,58018843
$0,25e^2$	0,00167336	I^a	2745,88
$0,75e^2$	0,00502607	$N \cos B$	3708827,266
$\sin B$	0,81448228	$I^a \rho$	0,01331239
$\sin^2 B$	0,66338128	S_1	49373,353
$0,25e^2 \sin^2 B$	0,00111007		
$0,75e^2 \sin^2 B$	0,00334022		
Nezamet hisoblash			
$N \cos B$	3708827,266	χ_1	81138,946
$\rho + 1809,97\rho$	0,02203903	χ_2	32365,593
$1809,97\rho$	0,00872664	S_2	49373,353

1.6. Sıymalı trapetsiyasi tomonlari uzunliklari va maydonini hisoblash

1. Trapetsiya tomonlari uzunliklарını hisoblash. Syrengi trapetsiyasının ellipsoid aksisiga hir qismi bu 'do, o meridiansal yoyular va parallelar yoyular bilan chegaralarla qonuñladi (1.9-shencl).



1.9-ebokt

Bundu shimaliy va jasubiy esekalde parallelar yoyular α_1 va α_2 , sharygylar va g'arbiy meridiandar esen - meridiansal yoyular c hisoblanadi. Trapetsiya diagonalları a . Trapetsiyanıning alıngan massihahdagı o'lchamlarini topishi uchun kar hir yanı uzunligini 100 ga ke'paytirib sovali massihab maxraji m ga bo'linsa, tomonlari uzunligi sentimetreda chiqadi. Shu endey qilib (1.7) va (1.11) formulalarnı hisabga olin ishlubi formulası quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{100}{m} \cdot \frac{N_1}{\rho^2} \cos B_1 \rho^2, \\ a_2 &= \frac{100}{m} \cdot \frac{N_2}{\rho^2} \cos B_2 \rho^2, \\ c &= \frac{100}{m} \cdot \frac{M_{\rho}}{\rho^2} \Delta B^2, \\ d &= \sqrt{a_1 \cdot a_2 + c^2}, \end{aligned} \right\} \quad (1.13)$$

bu yerde: m – sferika mashtabining maxrajı; N_1 va N_2 – R_1 va R_2 kengligi ega nuqtalarda birinchı vertikal egrilik radiusları; M_{av} – kengligi $B_{17} = B_1 + B_2/2$ nuqjadagi meridian egrilik radiusu; $\Delta B = B_2 - B_1$.

Mashhabi 1:100 000 va undan yirikre sferika trapetsiyalarining renkleri anasida te'g'i chiziq bo'lib tasvirlanadi. Shunda 1,8-shaktdagi α yoz nuzonligi bilan uning vatazi o'smaligi $DC-S$ orasidagi fay hisobiga olmasa ham bo'indigan kichik qiyosatga ega bo'ladi.

Agorda bu farqni ($\alpha - S$) hisobaga olish zaruriyat tug'ilma u qo'shibi formuladan ishladi:

$$(\alpha - S) = \frac{3}{2} \left(\frac{h^2}{r^2} \right); \quad (1.14)$$

bu yerda

$$h = \frac{r^2 \sin 2B_{17} N_{\text{av}}}{16\sigma^2}, \quad (1.15)$$

r – esillik strukasi; $l - C$ va D nuqulari uzoqliklarining farqi, $l - L_1 - l_2$; N_{av} – kengligi $R_{\text{av}} = (R_1 + R_2)/2$ bo'lgan nuqtadagi kizikni vertikal egrilik radiusi.

Agorda sferika trapetsiyasi tekislikda xatnizsiz tasvirlansa (1.13) formulalar te'g'i nuqjalarni beradi. Mashhabi 1:10 000 va undan yirik sferika trapetsiyalar 5° li zona chegarasida joyleshsa Gauss-Kryuger proyeksiyassida ramkalar hisobga olmasa bo'indigan kichik xato bilan tasvirlanadi.

Misol: 1:50 000 mashhabin trapetsiya u'chunlari hisoblanma, agarda uni chegaralovchi parallelur kengliklari $B_1 = 50^{\circ}10'$ va $B_2 = 50^{\circ}20'$ hunduzlikki inapsiyani uzoqlig bo'yicha qiyosai $l = 15^{\circ} - 900'$ bo'lisa.

Sferika trapetsiyasi inammlari uzoqliklarini hisoblash tartibi quyidagi 5-jedvalda keltiriladi.