

ISAKOV ERKIN
XO'JAYOROVICH

528
I-78



GEODEZIYA



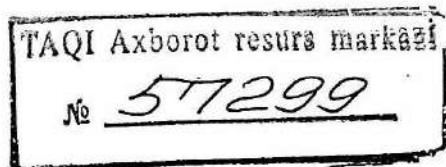
528
I-78

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

ISAKOV ERKIN XO'JAYOROVICH

GEODEZIYA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining
2020-yil 28-dekabrdagi 676-sonli buyrug'iga asosan
darslik sifatida chop etishga tavsiya etilgan*



O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi
«Fan» nashriyoti
Toshkent-2021

Taqrizchilar:

O'ltir Xatamovich Imomqulov

O'zbekiston Respublikasi Yer resurslari, geodeziya, kartografiya
va davlat kadastr davlat qo'mitasi huzuridagi davlat geodeziya
nazorat inspeksiyasi boshlig'i;

Kamola Hakimova

FarPI "Geodeziya, kartografiya va kadastr" kafedrasida dotsenti;

Nuriddin Xasanov

"Samarqand aerogeodeziya" davlat unitar korxonasi bosh
muhandisi.

Ushbu darslik 5311500 - "Geodeziya, kartografiya va
kadastr" (Bino va inshootlar kadastr) va 5311300 - Kadastr
(turlari bo'yicha) ta'lim yo'nalishlari talabalariga mo'ljallangan

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Mustaqilligining dastlabki yillaridanoq barcha sohalarida ilm-fan yutuqlaridan keng foydalanishga, zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqarishga tatbiq qilishga katta e'tibor qaratilmoqda. Respublikamiz mustaqil davlat sifatida dunyo hamjamiyatida o'zining munosib o'rniga ega bo'layotganligi, mamlakatda esa bozor munosabatlari qaror topayotganligi o'z navbatida geodeziya sohasiga oid ishlarga bo'lgan talabni keskin oshirmoqda. Shu sababdan ham ushbu sohada ilmiy-tadqiqot ishlari va amaliyot jarayonini yuksak darajada olib borish lozim [1,2].

Bugungi kunda amalga oshirilayotgan qurilish-bunyodkorlik ishlari, ulkan hajmdagi murakkab yechimga ega bo'lgan namunaviy turar joylar, avtomobil va temir yo'llarini loyihalash hamda qurish jarayoni yuqori aniqlikdagi geodezik ishlarni talab etadi. Bu borada mamlakatimizda sohaning mustahkam huquqiy poydevori yaratilgan.

Geodeziya fani qurilishda, tog' qidiruv ishlari hamda bino va inshootlarni geodezik kuzatishda yuzaga keladigan turli xil amaliy va ilmiy masalalarni yechishda topografik-geodezik ta'minlash usullarini o'rganadi. Qisqa ma'noda geodeziya topografik-geodezik qidiruv, bino va inshootlar loyihalarini tuzish va joyga ko'chirish, ularni qurish jarayonida geodezik o'lchashlar bilan ta'minlash, bino va inshootlar deformatsiyasini aniqlash va hokazo ishlar bilan shug'ullanadi [5].

O'lchash usullari va natijalarini matematik qayta ishlashda hamda geodezik tayanch tarmoqlarini barpo etish va rejalash ishlarini bajarishda turli xil asbob-uskunalar

qo'llaniladi. Hozirgi kunda injener geodezik ishlarni bajarish uchun zamonaviy hisoblash texnikasi, lazer qurilmalari, elektron asboblari hamda GRS- tizimlari keng qo'llanilmoqda.

Geodeziyaning tashkiliy qismlari quyidagilardan iborat:

1. Maydonlar va trassalarni topografik-geodezik qidiruv ishlari;

2. Bino va inshootlarni injener-geodezik loyihalash;

3. Geodezik rejalash ishlari;

4. Qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni geodezik usulda o'rnatish va tekshirish;

5. Bino va ularning poydevorlarini deformatsiyasini aniqlash.

Bu qismlarning har biri qurilish jarayonining ma'lum bosqichi bilan bog'liq bo'lib, yechiladigan masala, o'lchash usuli va aniqligi bilan bir-biridan farq qiladi.

Topografik-geodezik qidiruv ishlari. Joyda planli va balandlik tayanch tarmoqlarini hamda, maydonning yirik masshtabli topografik planini tuzish, chiziqli inshootlarni trassalash va boshqalar topografik-geodezik qidiruv ishlari tarkibiga kiradi. Topografik-geodezik qidiruv ishlari bino va inshootlarni loyihalash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Injener-geodezik loyihalash. Bino va inshootlar loyihasini tuzishga bog'liq bo'lgan geodezik ishlar, tegishli masshtablardagi topografik plan va profilari hamda binoning bosh planini tuzish, loyihani joyga ko'chirishdagi geodezik o'lchash va hisoblashlar, maydon va hajmlarni hisoblash va hokazolar injener-geodezik loyihalash ishlari tarkibiga kiradi.

Loyihani rejalash. Ishning bu turi yuqori aniqlikdagi o'lchash ishlarini talab qiladi. Rejalash ishlari tarkibiga triangulyatsiya, trilateratsiya, poligonometriya, qurilish to'ri ko'rinishdagi rejalash asosini tuzish, binoning bosh

o'qlarini joyga ko'chirish, yer osti kommunikatsiyalarini batafsil rejalash kiradi.

Konstruksiyalarni geodezik usulda o'rnatish va tekshirish. Bu bosqich injener geodezik ishlarning ancha aniq turi hisoblanib, qurilish konstruksiyalarini gorizontal, vertikal va qiya yo'nalishlar bo'yicha o'rnatish ishlari bajariladi.

Bino deformatsiyasini kuzatish. Bu bosqich poydevor cho'kishini kuzatish, binolarning gorizontal siljishini aniqlash, baland inshootlarning og'ishini kuzatish kabi ishlardan iborat bo'lib, yuqori aniqlikdagi geodezik usullar orqali bajariladi [5].

Hozirgi paytda xorijiy mamlakatlar firmalari tomonidan zamonaviy aniq va yuqori aniqlikdagi lazerli elektron geodezik asboblari ishlab chiqarilmoqda. Bu asboblarni qo'llash yuqorida bayon etilgan masalalarni yechishda juda qo'l keladi. Bularni qo'llash dala o'lchash va kameral hisoblash ishlari vaqtini tejaydi, ish unumdorligini, sifatini hamda o'lchov natijalari aniqligini oshiradi.

Hozirda mamlakatimizda kadastr tizimini rivojlantirishga ham alohida e'tibor berilmoqda. Chunonchi, sohani rivojlantirish maqsadida kadrlar tayyorlash, rivojlangan Shvetsiya, Rossiya, Germaniya kabi mamlakatlarning kadastr tizimi borasidagi tajribalarini o'rganish va yangi zamonaviy texnologiya yaratish ustida keng ko'lamli ish olib borilmoqda.

Kundan kunga bozor munosabatlari rivojlanayotgan bir paytda, ko'pdan-ko'p bozor iqtisodiyotiga oid masalalarni tez va samarali qilib hal qilish kadastr tuzuvchilardan chuqur bilim va mahorat talab qiladi.

Avvalambor, shuni ta'kidlash joizki, kadastrning barcha turlarini bajarish uchun Davlat Geodeziya tarmoqlari (DGT) barcha talablariga javob beradigan darajada barpo etilgan bo'lishi kerak. Bu borada

respublikamizda ilmiy va amaliy ishlar olib borilmoqda. Chunonchi, respublikamiz hududida Davlat Geodezik tarmog'ini Yer yo'ldoshi tizimi texnologiyasi bo'yicha takomillashtirish masalasiga ko'p miqdorda mablag' ajratilmoqda.

Belgilangan tartibga muvofiq, aniqlangan obyektlar va yer uchastkalarining huquqiy maqomi to'g'risidagi ma'lumotlar, topografiya-geodeziya materiallari va boshqalar Davlat kadastrlari yagona tizimining asosini tashkil etadi. Yer uchastkalarining chegaralarini belgilash geodezik usullar bilan yoki joyning o'zida chegaralarning burilish nuqtalarini zarur aniqlikda belgilash va ularni qoziqlar bilan mahkamlash yo'li bilan kartografik materiallardan foydalangan holda amalga oshiriladi. Yer uchastkalarining umumiy maydoni talab qilinadigan aniqlikda har xil usullar bilan aniqlanadi.

"Yer uchastkalarining umumiy maydonini hisobga olish, asosan, geodeziya usullari bilan, yuqori aniqlikda talab etiladigan hollarda esa kartometrik usullar bilan bajariladi" deb davlat huquqiy me'yoriy hujjatlarida qayd etilishi kadastr ishlarini amalga oshirishda topogeodezik ishlarining muhim o'rin egallashida ko'rinib turibdi.

Demak, bajariladigan topogeodezik ishlarining tarkibini aniqlash, ularga qo'yilgan talablarni tahlil qilish orqali kadastr syomkasini bajarish, rasmiylashtirish kabi ishlarni takomillashtirish ishlab chiqarish zaruriyatidir. Chunki har qanday bajariladigan ishning natijasi uning tannarxini, vaqt va xarajatlar sarfini kamaytirishga erishishga qaratilgan bo'ladi.

Kadastr tizimida topografik va geodezik ishlarni ahamiyati juda kattadir. Unda asosiy ishlardan biri kadastr syomkasi hisoblanib, barcha ishlarni asosini tashkil etadi va mutaxassis ushbu ishni bajarishda geodeziya fanini mukammal o'zlashtirgan bo'lishi shart. Aks holda

bajarilgan kadastr hujjati aniqligi va sifati bo'yicha talabga javob bermaydi.

Mazkur darslikni yozishda muallif Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti "Geodeziya va kartografiya" kafedrasi va shu soha bo'yicha nashr etilgan adabiyotlarga asoslandi.

1-BOB. GEODEZIYA FANINING SHAKLLANISHI VA RIVOJLANISH BOSQICHLARI

§ 1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari

Geodeziya – yerning shakli va kattaligini o‘rganishda yer yuzidagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan tutgan o‘rmini aniqlashda, yer yuzasining karta, plan va profilini tuzishda hamda barcha turdagi injenerlik inshootlarini barpo etishda bajariladigan o‘lchashlar nazariyasi va amaliyoti haqidagi fandir [3,4,8,9,10].

Yer yuzasida bajariladigan o‘lchashlar xilma-xil bo‘lib, bunda, asosan, 3 ta geodezik o‘lchash ishlari olib boriladi:

1. Yer yuzida chiziqlar uzunligini o‘lchash;
2. Yer yuzidagi chiziq (yo‘nalish)lar orasidagi gori-zontal va vertikal burchaklarni o‘lchash;
3. Yer yuzidagi nuqtalarning boshlang‘ich deb qabul qilingan sathiy yuzasiga yoki biron-bir nuqtasiga nisbatan balandligini o‘lchash.

Geodezik o‘lchashlar faqat yer yuzasida emas, balki yer osti va fazoda ham olib borilishi mumkin. Umuman olganda, geodezik o‘lchash ishlari qishloq va xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarida olib boriladi.

“Geodeziya” – grekcha so‘zdan olingan bo‘lib, “geo” – yer, “deziya” – bo‘lish, taqsimlash degan ma‘noni anglatadi. Bundan ko‘rinib turibdiki, geodeziya qadim zamonlarda kishilik jamiyatining yashash sharoitlari va hayotiy talablari, insonlar ongining rivojlanishi asosida vujudga kelgan.

Geodeziyaning asosiy vazifasi yerning shakli va kattaligini, hamda gravitatsion maydonini aniqlashdan iboratdir.

Geodeziyaning ilmiy vazifalari:

1. Yer yuzasining gorizontal va vertikal harakati, qit'alar siljishi, okean va dengiz suv sathining bir-biridan farqi, yer qutbining o'zgarishini aniqlash;

2. Quyosh tizimidagi planetalarning karta va planlarini tuzish va ular orasidagi qonuniyatlarni o'rganish;

3. Quyosh tizimidagi planetalarning shakli va kattaligini aniqlash;

4. Yer va quyosh tizimining boshqa tizimlardagi nuqtalarining yagona koordinatalarini aniqlash;

5. Tabiiy resurslarni o'zlashtirishda geodezik ishlarni bajarish;

6. Mamlakat mudofaa qobiliyatini oshirishda geodezik-kartografik ishlarni bajarish.

Geodezik ishlarda asosan geodezik o'lchashlar amalga oshiriladi. Bunda xilma-xil geodezik asboblarda ishlatiladi. Umuman, o'lchash ishlarini tashkil qilish, o'lchashlarda ishlatiladigan asboblarni o'rganish va ular bilan ishlash geodeziyaning asosiy vazifalariga kiradi. Hozirgi vaqtda geodezik o'lchashlarning yangidan-yangi usullari yaratilib geodeziya ko'p tarmoqli fanlarga bo'lindi, jumladan:

1. **Topografiya** – kichik territoriyalarda geodezik o'lchash ishlarini olib borish va bu hududlarni topografik o'rganish maqsadida plan yoki karta tuzish bilan shug'ullanadigan fan;

2. **Muhandislik (injenerlik) geodeziyasi** – katta qurilishlar olib borilayotganligi tufayli vujudga kelgan bo'lib, u barcha turdagi injenerlik qidiruv ishlarida, injenerlik inshootlarini loyihalash, qurish va ulardan foydalanishda geodezik ishlarni tashkil etish va bajarish ishlari bilan o'rganadigan fan;

3. **Oliy geodeziya** – yerning shakli va kattaligini aniqlash, geodezik tayanch shaxobchalarini barpo etish, juda aniq darajadagi geodezik o'lchash ishlarini olib borish,

yer yuzidagi nuqtalarining koordinatalarini juda aniqlik bilan topish hamda yer yuzasini tekislikda tasvirlash bilan o'rganadigan fan;

4. Fototopografiya – yer yuzasining topografik karta va planlarini tuzishda fototopografiya va aviatsiyadan foydalanish natijasida bu soha vujudga kelgan bo'lib, u o'z navbatida ikkiga bo'linadi:

a) **Fotogrammetriya** – joyni yerda turib fototeodolit yordamida olingan suratlaridan foydalanib topografik karta va planlar tuzish bilan shug'ullanadigan fan.

b) **Ayeroftotopografiya** – joyni uchish apparatlaridan turib maxsus aerofotoasboblardan olingan suratlaridan foydalanib karta va planlar tuzish bilan shug'ullanadigan fan.

5. Radiogeodeziya – radioelektronikaning yutuqlaridan foydalanib, geodeziyada olis masofalarni juda aniqlik bilan o'lchaydigan radiodalnomer va svetodalnomer asboblari yaratildi. Hozirgi vaqtda radiodalnomer va svetodalnomer asboblarining turli xildagi ishlashiga qulay hamda o'lchash masofalarini aniq o'lchaydigan turlari yaratilib, xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida qo'llanilmoqda;

6. Selenogeodeziya – oyning shakli, kattaligi va oy yuzasi kartasini tuzishni o'rganadigan fan;

7. Planegeodeziya – quyosh tizimidagi planetalarning shakli va kattaligini, hamda ular yuzasining kartasini tuzish bilan shug'ullanadigan fan;

8. Kartografiya – yer yuzasining kartalarini tuzish, o'rganish va foydalanish usullarini o'rganadigan fan;

9. Marksheyderiya – yer osti, ya'ni shaxta, tunnel, metro va har xil yer osti inshootlarini qurishda yer ostida bajariladigan geodezik o'lchash ishlari bilan shug'ullanadigan fan;

10. Kosmik geodeziya – yerning shaklini aniqlash, materiklardan dunyo okeanidagi orollarga nuqta

koordinatalarini uzatish, yer yuzasida o'tkazilgan asosiy geodezik ishlarni yagona tizimga birlashtirish, materiklardagi geodezik tayanch shaxobchalarini tekshirish bilan shug'ullanadigan fan;

11. *Dengiz geodeziyasi* – okean, dengiz va ko'llarning suv osti relyefi va shelfini kartalarini tuzish bilan shug'ullanadigan fan;

12. *Amaliy geodeziya* – xalq xo'jaligini turli tarmoqlarida geodezik ishlarni bajarish bilan shug'ullanadi. Amaliy geodeziya o'z navbatida yana tarmoqlarga bo'linadi.

Xulosa qilib aytganda, geodeziya fani yildan-yilga rivojlanib, uning yangidan-yangi metodlari xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida qo'llanilmoqda.

§ 1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog'liqligi

Geodeziyaning ilmiy va amaliy vazifalarini bajarish usullari matematika va fizika qonunlariga asoslanadi. Matematika yordamida geodezik o'lchashlarni tashkil qilish va bajarishning ilmiy asoslangan chizmasi ishlab chiqiladi va kerakli qiymatlar bilan o'lchash natijalari orasidagi bog'lanish belgilanadi. Matematika asosida natijalarni ishonchli qilib topish imkonini beruvchi o'lchamlar natijasini ishlab chiqish amalga oshiriladi. Shunday ekan yer yuzasida bajarilgan barcha geodezik o'lchash ishlari matematik yo'l bilan analiz qilinadi va qayta ishlab chiqiladi, ana shu sababli geodezik o'lchash ishlarida va ularni grafik jihatidan rasmiylashtirishda matematika faniga tayanadi.

Geodezik asboblarni yaratishda fizika, mexanika, elektronika va boshqa fanlarning yutuqlaridan keng foydalaniladi. Geodezik hisoblashlarda kompyuterlar va ular uchun belgilangan dasturlardan keng foydalaniladi.

Fizika ma'lumotlari, ayniqsa, uning optika, elektronika va radiotexnika bo'limlari geodezik o'lchash asboblarini ishlab chiqish va ulardan to'g'ri foydalanish uchun kerak bo'ladi.

Geodeziya fani yerning sun'iy yo'ldoshlarini geodezik maqsadlarda kuzatishda, geodezik tayanch shaxobchalarini barpo etishda, yer yuzidagi nuqtalarning geografik koordinatalarini aniqlashda astronomiya faniga tayanadi.

Yerning shakli va o'lchamlarini hamda uning gravitasiya maydonini o'rganish vazifasi mexanika qonunlari asosida yechiladi. Yer shakli va o'lchamlarini bilmay turib topografik kartalarni tuzish hamda bir qancha amaliy vazifalarini yechish imkoni bo'lmaydi. Topografik kartalarning xalq xo'jaligidagi o'rni benihoya kattadir. Ular bino va inshootlarni loyihalash, geologiya, geofizika, geomorfologiya va boshqalar bo'yicha bajarilgan ilmiy va amaliy ishlar natijalarini aks ettirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

O'z navbatida geodeziya fanining yutuqlaridan boshqa fanlar ham foydalanadi. Masalan, yerning shakli va kattaligi to'g'risidagi ma'lumotlar astronomiya, geografiya, geofizika va boshqa fanlari uchun juda muhimdir.

Plan va kartalarda landshaft elementlarini relyefning asosiy shakllarini va ularning o'zgarish qonuniyatlarini to'g'ri tasvirlash uchun geografiya, geologiya va geomorfologiyadan xabardor bo'lish kerak.

§1.3. Geodeziyaning ahamiyati

Yerni shakli va kattaligini o'rganish, yer yuzasining topografik karta, plan va profillarini tuzish ilmiy jihatdangina emas, balki amaliy jihatidan ham juda muhimdir.

Yerning shakli va kattaligi to'g'risidagi ma'lumotlar yer yuzida turli geometrik masalalarni yechish, yer yuzasini

globus va geografik kartalarda tasvirlash, shuningdek yerning sun'iy yo'ldoshlarini, raketa va kosmik kemalarni uchirish, aviatsiya, dengiz va okeanlarda kemalarni boshqarish, televedeniya va radioaloqalarni boshqarish uchun ham muhimdir.

Topografik karta va plan territoriyalarini o'rganish, yerlarni o'zlashtirish, injenerlik inshootlarini loyihalash va qurish bilan bog'liq bo'lgan barcha ilmiy tekshirish hamda xo'jalik ishlarida muhim ahamiyatga egadir.

Geologlar topografik kartadan foydalanib, geologik qidiruv ishlarini olib borish, yer osti qazilma boyliklarining o'rnini aniqlash, ularning zaxiralarini aniqlash tadbirlarini olib boradilar.

Xuddi shuningdek, topografik karta va planlardan foydalanib, aniq geodezik o'lchash natijalari yordamida yirik daryolar (Sirdaryo, Amudaryo, Zarafshon va shunga o'xshash daryo va yirik kanallar)da gidrotexnik inshootlar (to'g'on, shlyuz, gidroelektrostansiya)ning o'rnini aniqlash va qurish ishlari olib boriladi.

Yangi shahar va qishloqlarni barpo etish va obodonlashtirish, uy-joylarni gazlashtirish va suv bilan ta'minlash kabi muhim masalalarni geodezik o'lchash ishlarisiz va topografik kartalarsiz amalga oshirib bo'lmaydi.

Topografik karta va planlar mamlakatimizning mudofaa qobiliyatini oshirishda juda muhimdir.

Umuman, geodeziya mamlakatimiz qishloq va xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida olib boriladigan ilmiy ishlarni jadallashtirish, tannarxini kamaytirish hamda qurilish ishlarining sifatini oshirish uchun juda katta ahamiyatga egadir.

Kadastr tizimida geodeziyaning ahamiyati juda katta bo'lib, barcha ishlarining 60-70 foizini tashkil etadi. Kadastr

hujjatlarini tayyorlashda geodezik usullarning qo'llanilishi yakuniy mahsulotning sifat va samaradorligini oshiradi.

Kadastr tizimida, asosan, quyidagi geodezik, kartografik va topografik ishlar bajariladi:

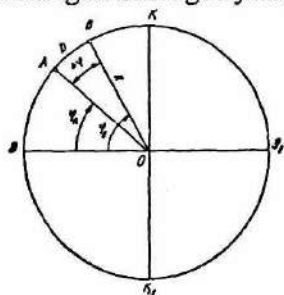
- mavjud davlat punktlarini rekognossirovka qilish;
- geodezik asboblarda chegara burilish nuqtalarining koordinatalarini aniqlash;
- planli – balandlik syomka shaxobchalarini tuzish;
- teodolit, taxeometr va nivelir yo'llarini joyda o'rnatish;
- geodezik asboblarda obyekt maydonidagi tafsilotlarni syomka qilish;
- olingan natijalarni matematik qayta ishlash va nuqtalarning koordinatalarini hisoblash;
- burilish nuqtalarining koordinatalari bo'yicha yer uchastkasining maydonini hisoblash;
- obyekt uchastkasining topografik planini tuzish;
- ma'lumotlar bazasini yaratish;
- topografik planlari talab qilingan masshtablarda maxsus kartografik dasturlar chizish, yer osti kommunikatsiyalarini syomka qilish;
- bino va inshootlarning o'lchamlarini geodezik usullarda aniqlash;
- raqamli va navbatchi xaritalarni tuzish, aero va kosmik suratlardan foydalanish.

§ 1.4. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi

Geodeziya eng qadimiy fanlardan hisoblanib, u kishilik jamiyatining hayotiy talablari asosida vujudga kelgan va ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiy etishi bilan rivojlana borgan.

Tarixiy yodgorliklardan ma'lum bo'lishicha, eramizdan bir necha asrlar oldin qadimgi Misrda Nil daryosi sohillarida

dehqonchilik juda rivojlangan, chunki o'sha davrlarda Nil daryosi har yili toshib, o'z qirg'oqlarida unumdor tuproq qoldiravergan. Suv toshqini sababli yer uchastkalarini belgilash, uni bo'lish va o'lchash ishlari bilan shug'ullanganlar. Dastlab geodeziya bilan geometriyaning maqsadi bir bo'lib, ular bir necha asrlar birgalikda rivojlangan. Keyinchalik inson ongining rivojlanishi bilan bir qatorda geodeziya joylarni o'lchash va Yerning kattaligini aniqlash, geometriya esa jismlarning fazoviy shakli va o'zaro munosabatini aniqlash bilan shug'ullanadigan fanlarga aylangan.



1.1-rasm

Qadimgi Gretsiya va Misr olimlari Yerning shakli va kattaligini aniqlash ustida ham ko'pgina ish olib borganlar. Masalan, Grek olimi Pifagor miloddan 6 asr ilgari (eramizdan oldingi 580-500 yillar) Yer sharsimon shaklda bo'lsa kerak, degan fikrni aytib o'tgan; 2,5 asr ilgari Eratosfen Yer radiusi qiyma-

tini aniqlash va shu orqali yer sirtida gradus o'lchashlarga asos soldi.

Masalan, faylasuf Aristotel (eramizdan oldingi 384–322 yillar) va boshqa grek olimlari yerning sharsimon ekanligini isbot etganlar va bitta meridianda joylashgan ikki nuqta (1.1.-rasm) A va B nuqtalari orasidagi masofa, ya'ni (D)ni geodezik usulda va bu nuqtalar orasidagi markaziy burchak ($\Delta\varphi$)ni astronomik usulda o'lchab, Yer meridianining 1^0 yoyi uzunligi (S)ni quyidagi formula yordamida aniqlagan:

$$S = \frac{D}{\Delta\varphi}; \quad (1.1)$$

Gradus o'lchash usuliga asos solinganidan so'ng Posiniy, Ptolemey, Braxmagupta kabi olimlar ham yer o'lchamlarini aniqladilar. Arabistondagi ilmiy markazda ishlagan o'rta osiyolik Xorazmiy, Marvozi, Farg'oniy, Marvarudiy kabi olimlar 827-yili, Xalifa Mamnun tomonidan yer o'lchamlarini aniqlash uchun tuzilgan ekspeditsiyaning geodezik o'lchash ishlarida arab olimlari bilan qatnashib, Yer shari meridianining 1^o yoyi uzunligi 52,286 arab mili ekanligi aniqlangan (1 arab mili=1973,2 metr) yoki hozirgi o'lchov birligida bu qiymat 101,8 km.ni tashkil etadi. Hozirgi o'lchov asboblari o'lchanganda, meridian 1^o yoyining o'rtacha uzunligi 101,2 km.ni tashkil etadi. Bundan ko'rinib turibdiki, yuqorida aytilgan gradus o'lchash ishlari o'z davri uchun aniq bajarilgan hisoblanadi.

Meridianning 1^o yoyi uzunligi ma'lum bo'lsa, Yer shari radiusini quyidagi formula yordamida hisoblab topish mumkin:

$$R = \frac{360^0}{2\pi} S; \quad (1.2.)$$

Qadimgi olimlar yer yuzasidagi olis masofalarni o'lchamasdan Yer shari kattaligini aniqlash ustida ish olib borganlar. Bunday ish olib borish usullaridan biri – balandligi ma'lum bo'lgan tepalik ustidan turib gori-zontning pasayish burchagini o'lchash yo'li bilan 1^o yoyi uzunligini aniqlashdir.

Xorazmlik ensiklopedist olim Abu Rayhon Beruniy (973–1048) o'z hayotida yozgan 150 nomdagi asaridan 40 tasi geodeziyaga oid, ular quyidagi mavzularni o'z ichiga oladi:

– Yer shari o'lchamlarini ufq pasayish burchagini o'lchash orqali aniqlash; geodeziyaning to'g'ri va teskari geodezik masalalarini yechish yo'llarini tatbiq etib, geografik koordinatalar yordamida yer yuzida ikki nuqta

orasidagi masofaning uzunligini va chiziq yo'nalishini, shaharlar geografik koordinatalarini aniqlash;

- geodezik asboblarni yasash va yangilarini ixtiro qilish;
- kundalik hayotda uchraydigan muhandislik geodeziyasiga oid masalalarni yechishning nazariy va amaliy yo'llarini belgilash va kartografik proyeksiyalar va usullar.

Yuqorida zikr etilgan fikrlar asosiy masalalardir, bulardan tashqari, joyda narsalarni kuzatishdagi qarash nurining havoda sinishi (refraksiya) va paralaks hodisalari (qaralgan narsaning siljib ko'inishi) haqida va o'lchash xatolarining asosiy xossalari, gorizont uzoqligini aniqlash kabi masalalar haqida ham o'z fikr va mulohazalarini bayon etgan.

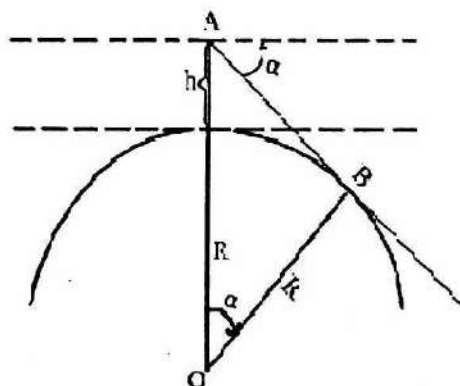
O'sha davrda geodeziyaga mustaqil fan deb qaramay, geodezik masalalarni matematika, astronomiya yoki geografiya fanlariga oid deb qaradilar. Lekin Beruniy birinchi bo'lib geodezik masalalarni boshqa fanlardan ajratib, geodeziyani mustaqil fan holiga keltirdi. Masalan, o'zining "Shaharlar orasidagi masofani aniqlash uchun joy chegarasini belgilash" (Geodeziya), "Tog' tepasidan gorizont (ufq) pasayish burchagini o'lchab, Yer o'lchamini aniqlash" va boshqa asarlarida geodeziyaning bir qancha muhim masalalarini yechishning nazariy va amaliy usullarini ko'rsatdi.

Beruniy ishlariga misol tariqasida uning yer shari o'lchamlarini aniqlashdagi hisoblash ishlari bilan tanishamiz. Beruniy Yer o'lchamlarining o'zidan ilgari o'tgan olimlar topgan qiymatlari turlicha ekani haqida gapirib shunday deydi: "Bu tafovut menda yer o'lchash ishlarini qayta olib borish va tekshirib ko'rish kerak, degan fikrni uyg'otdi"; keyin o'zi Jurjon yaqinidagi Dehiston yerida gradus o'lchash usulini tatbiq etib, yer o'lchamlarini aniqlamoqchi bo'ldi, lekin bu ishda unga hech kim yordam bermaganligidan boshqa usul ishlatdi; bu haqda o'zi: "Yer

aylanasining uzunligini sahroni kezib yurmay, quyidagicha aniqlash mumkin”, deb, ufqning pasayish burchagini o‘lchash usulining 3 ta variantini shakllar bilan, nazariy asoslagan holda tushuntirdi.

Beruniy Sulton Mahmud G‘aznaviyning Hindistonga qilgan safarida u bilan birga bo‘lib, u yerda 1021–1024-yillarda Multon yonidagi Nandna qo‘rg‘oni yaqinidagi keng sahroda ufqning pasayish burchagi – α ni o‘lchash usulini tatbiq etib, yer radiusi – R ni aniqladi. Bunda sahro yonidagi tepa balandligi – h ni o‘zi yaratgan balandlik o‘lchash asbobi bilan ikki marta o‘lchab, uni $h = 652,055$ zirog‘ yoki 321,659 metr, ufqning pasayish burchagi α ni yesa $\alpha = 0^{\circ}34'$ chiqardi (1.2.–rasm). Keyin yer radiusini quyidagi formulada aniqladi, ya’ni:

$$R = \frac{h \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}; \quad (1.3)$$



1.2-rasm

kerakli qiymatlarni (1.3) formulaga qo‘ysak, quyidagi ifodani olamiz:

$$R = \frac{652.055 * 0.9999492644033}{0.0000507355967} = 12851369.845 \text{zirog'}$$

yoki: $R=6339580,745 \text{ metr}=6339,58 \text{ km.}$

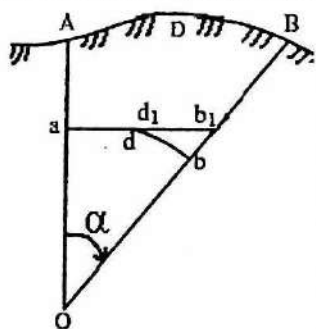
Beruniy birinchi bo'lib chiziqli triangulyatsiya va poligonometriyani tatbiq etib, shaharlarning geografik koordinatalarini hisobladi. Astrolobiyaning takomillashgan turlarini yaratdi va ulardan o'z geodezik ishlarida foydalandi. Kartografiyadan stereografik proyeksiya usulini tatbiq etib, yulduzlar joylashgan samo va yer yuzasi kartasini chizish yo'llarini ko'rsatdi. Birinchi bo'lib yer globusini yasadi, Beruniyning geodeziya sohasidagi ishlari hisobsiz bo'lib, olim geodeziya fanining asoschilaridan biri hisoblanadi.

Yerning shakli va kattaligi to'g'risidagi ma'lumotlar yer yuzida turli xildagi geometrik masalalarni yechish, yer yuzini globus va geografik kartalarda tasvirlash, Yerning sun'iy yo'ldoshlari, kosmik kemalar va raketalarni uchirish, aviatsiya, dengiz va okeanlarda kemalarni boshqarish, shuningdek, radioaloqalar va televideniye uchun kerak. Jumladan, topografik karta va plan territoriyani o'rganish, o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan barcha ilmiy tekshirish va xo'jalik ishlarida muhim o'rin egallaydi, ya'ni hududlarga bormasdan turib topografik karta yoki plan orqali geografik obyektlarning o'rni, soni va sifati, o'zaro aloqasi, bir-biriga bog'liqligini hamda tarqalish qonuniyatlarini bilib olishga imkon yaratadi.

Geodezik ishlar sug'orish va kollektor tarmoqlarini, sanoat va grajdan qurilishi, yo'l qurilishida, umuman olganda mamlakatimiz xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarini rivojlantirishda va mudofaa qobiliyatini oshirishda muhim ahamiyatga egadir.

§ 1.5. Yer egriligining gorizontal va vertikal masofalarga ta'siri

Yerning tabiiy yuzasi juda murakkab bo'lganligidan, geodezik o'lchash natijalarini matematik jihatdan qayta ishlashda ular ma'lum metodda ellipsoid yuzasiga proyeksiyalanadi. Masalan, yerning tabiiy yuzasida biror masofa (1.3.-rasmga qarang) AB chizig'ining uzunligi – “D” o'lchangan bo'lsa, turli geodezik masalalarni yechish uchun bu masofaga tuzatish kiritilib, referens-ellipsoid yuziga proyeksiyalanadi. Shunda yerning tabiiy yuzasidagi masofa – D ning ellipsoid yuzasidagi gorizontal proyeksiyasi – “d” hosil bo'ladi. Xuddi shuningdek, yer yuzasidagi A va B nuqtalarining ellipsoid yuzidagi planli o'rni “a” va “b” nuqtalari bo'ladi. Geodezik hisoblash ishlarida o'lchangan chiziqning haqiqiy uzunligi (D) dan emas, balki uning gorizontal proyeksiyasi uzunligi (d) dan foydalaniladi. Demak, yer yuzidagi biror nuqtaning planli koordinatasi deyilganda, bu nuqtaning yer yuzidagi o'rni emas, balki yer ellipsoidi yuzasidagi o'rni tushuniladi. Yerning tabiiy yuzasi kattaligiga qarab, ellipsoid yuziga yoki tekislikka proyeksiyalanadi.



1.3-rasm

Yer ellipsoidining ma'lum qismini yassi deb qabul qilinib, uning tekislik deb qabul qilinadigan qismi kattaligini aniqlash uchun yer sferikligi (dumaloqligi) ning gorizontal va vertikal masofalarga ta'sir etishini bilish kerak. Buning uchun Yer radiusi $R = 6371,11 \text{ km}$ teng bo'lgan shar deb olinib, har yuzidagi “a” va

“b” nuqtalari orasidagi masofa yoyning uzunligi d. “a” nuqtaga o‘rinma gorizontal tekislik o‘tkazilsa, bu-bb₁ to‘g‘ri chizig‘i “b₁” nuqtada kesib o‘tib d₁-o‘rinma uzunligini tashkil etadi.

Shunda yerning sferik yuzasi (ab)ni tekis yuza (ab₁) bilan almashtirgan bo‘lamiz. Yerning sferik yuzasini tekislik bilan almashtirganda (Δd) va balandlik (Δh) xatolari ro‘y beradi.

$$\Delta d = ab_1 - ab;$$

1.3-rasmdagi Oab₁ to‘g‘ri burchakli uchburchagidan foydalanib quyidagilarni aniqlaymiz, ya‘ni bu yerda: urinma uzunligi $ab_1 = d_1 = R \operatorname{tg} \alpha$; yoy uzunligi $ab = d = R\alpha$; bu formuladan $\alpha = \frac{d}{R}$; bo‘ladi.

U holda, $\Delta d = ab_1 - ab = R \operatorname{tg} \alpha - R\alpha = R (\operatorname{tg} \alpha - \alpha)$, ya‘ni $\Delta d = R (\operatorname{tg} \alpha - \alpha)$ bo‘ladi.

O‘rinma uzunligi (d₁) ning qiymati Yer radiusi (R) ga nisbatan juda kichik bo‘lganligidan “ α ” burchak ham juda kichik bo‘ladi, shunday ekan:

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3} + \dots +$$

$$\text{U holda, } \Delta d = R * \frac{d_1^3}{3} \approx R * \frac{d^3}{3R^3} = \frac{1}{3} * \frac{d^3}{R^2} \text{ bo‘ladi.}$$

Agar $R = 6371,11 \text{ km}$; $d_1 = 20 \text{ km}$ bo‘lsa, $\Delta d = 1,64 \text{ sm}$ ga teng bo‘ladi. Hozirgi vaqtda aniq geodezik

o‘lchashlarda ham 10-20 km masofa $\frac{1}{1000000}$ xatolik bilan

aniqlanadi. Shunga ko‘ra yer sferik yuzasining 20x20 km kattalikdagi qismini tekislik deb qabul qilish mumkin.

“a” va “b” nuqtalar orasidagi sferik yuza tekislik deb qabul qilinganda ro‘y beradigan balandlik xatosi (Δh) ni aOb_1 to‘g‘ri burchakli uchburchagidan quyidagicha aniqlanadi (1.3.–rasm):

$$\Delta h = Bb. Bb_1 ; Ob = R; Ob_1 = R \sec \alpha ; d^2 = ((R + \Delta h)^2 - R^2) - 2R\Delta h + \Delta h^2 ; \text{ bundan } \Delta h = \frac{d^2}{2R + \Delta h} ;$$

2-BOB. GEODEZIYADA QO‘LLANILADIGAN KOORDINATA SISTEMALARI

§2.1. Yerning shakli va kattaligi

Yer yuzidagi biror nuqtaning boshlang‘ich deb qabul qilingan nuqtaga nisbatan o‘rmini ifodalovchi miqdorga shu nuqtaning koordinatasi deyiladi. Fan texnikasining turli sohalarida xilma-xil koordinata sistemalari qo‘llaniladi, geodeziyada, asosan, geografik, to‘g‘ri burchakli va qutbli koordinata sistemalari qo‘llaniladi. Geodezik tayanch shaxobchalarini o‘tkazish natijalarini hisoblab chiqishda, yerning shakli va kattaligini aniqlashda geografik koordinata sistemasi qo‘llanilsa, yer sun‘iy yo‘ldoshlarini kuzatishda va maxsus masalalarni yechishda esa fazoviy to‘g‘ri burchakli koordinata sistemasi qo‘llaniladi.

Kichik hududlarda olib boriladigan geodezik o‘lchashlar vaqtida nuqtalarning bir-biriga nisbatan tutgan o‘rmini aniqlash uchun yassi to‘g‘ri burchakli va qutbiy koordinata sistemalari qo‘llaniladi.

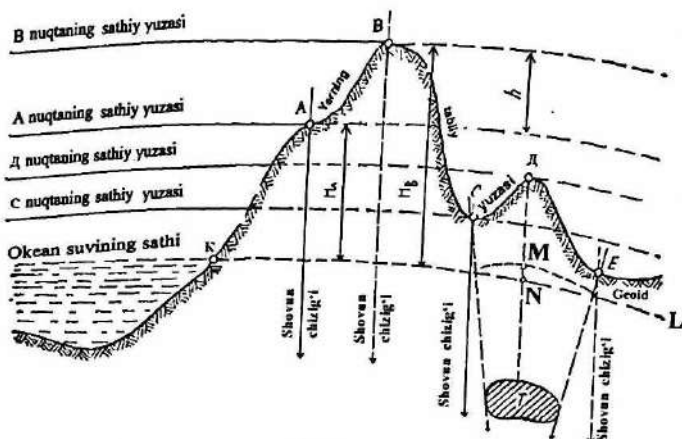
Yer yuzasidagi nuqtalarning koordinatalarini hisoblab chiqarishda yerning shakli va kattaligi asos qilib olinganligi sababli, avvalo, yerning shakli va kattaligi haqida qisqacha to‘xtalib o‘tamiz.

Yerning shakli juda murakkab va o‘ziga xos xususiyatga ega. Yerning tabiiy yuzasi balandlik va chuqurlik, tog‘lik va tekislik, tizma tog‘ va vodiylardan iborat. Yerning tabiiy shaklini aniqlash juda qiyin. Yerning shakli deganda uning tabiiy shakli e‘tiborga olinmaydi, faqat uni matematik shakli tushuniladi. Ana shu matematik shakllardan yerning tabiiy shakliga eng yaqini geoiddir.

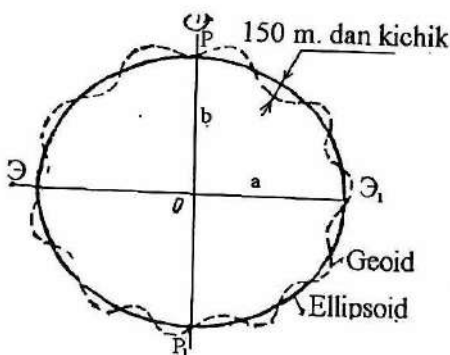
Geoid – okean suvi tinch turgan paytda sathi bo'yicha okeanni quruq ostidan sathiy yuza o'tkazilganda hosil bo'ladigan yumaloq shakldir. Yer yuzasidagi har bir nuqtadan sathiy yuza o'tkazish mumkin. Sathiy yuza o'ziga xos xususiyatga ega bo'lib, uning barcha nuqtalarida shovun chizig'i perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Bu shakl yer shakli deb qabul qilingan. Yerning shakli deyilganda quruqlikdagi past-balandliklar e'tiborga olinmaydi. Chunki yer yuzining ko'p qismini (71 %) okean va dengiz, oz qismini (29 %) quruqlik tashkil etadi. Yerning geoid shakli tortish kuchi ta'siriga, tortish kuchi esa yer bag'ridagi jinslarning joylanishi va zichligiga bog'liq. Yerning ichki tuzilishi bir xil bo'lsa, yer yuzasi silliq bo'lardi. Yerning ichki qismi har xil jinslardan tashkil topganligi uchun geoid yuzasi to'liqinsimon bo'ladi.

Yerning geoid shakli tortish kuchi ta'siriga, tortish kuchi esa yer bag'ridagi jinslarning joylashishi va zichligiga bog'liq. Tabiiyki, jinslarning joylashishi va zichligi yerning hamma qismida har xil bo'lganligidan geoid yuzasi ham murakkab, ya'ni «to'liqinsimon» bo'ladi. Masalan, yer bag'rining biror bir qismida yuqori zichlikdagi "T" massa joylashgan deylik. Bu massaning tortish kuchi atrofdagi jinslarning tortish kuchidan ortiq bo'lganligidan C va E nuqtalardagi shovun chiziqlari T massaga tomon og'ishadi. Natijada sathiy yuza KNL yoyi bo'yicha yemas, balki KML yoyi bo'yicha o'tadi (2.1.-rasm).

Olib borilgan geodezik o'lchashlar geoidning aylanma ellipsoidga yaqin ekanligini ko'rsatdi. Yer yuzining ba'zi nuqtalarida geoid bilan ellipsoidning farqi 150 metr dan oshmaydi, shuning uchun geodeziyada yer aylanma ellipsoid shaklida deb qabul qilinadi (2.2.-rasm).



2.1-rasm



2.2-rasm

Hozirgacha geoid shakli matematik formula bilan ifodalangan emas. Lekin olib borilgan geodezik ishlar geoidni aylanma ellipsoidga yaqinligini ko'rsatdi. Geoid bilan ellipsoidning bir-biridan farqi (yer yuzining ba'zi nuqtalarida) 150 metrdan oshmaydi. Bu farq yerning umumiy kattaligiga nisbatan juda kichikdir. Shuning uchun

geodeziyada yer shakli aylanma ellipsoid shaklida deb qabul qilingan. Yer ellipsoidini o'lchamlari 2.1-jadvalda keltirilgan.

2.1-jadval

Olimlarning nomi	Yer ellipsoidining hisoblangan yili	Ellipsoid katta yarim o'qining uzunligi, m.	Qutblarining siqiqligi
Delamber	1800	6375653	1:334,00
Bessel	1841	6377397	1:299,15
Xeyford	1909	6378388	1:297,00
F.N.Krasovskiy	1940	6378245	1:298,30
WGS-84	1984	6378137	1:298,257223563

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \quad (2.1)$$

a – katta yoki ekvatorial yarim o'q (radius), b – kichik yoki qutbiy radius, α – qutblarning siqiqligi.

Yer ellipsoidi kichik va katta radiuslari bir-biridan farqi juda kichikdir. Shuning uchun katta aniqlik talab qilinmaydigan geodezik va kartografik ishlarda yer shar shaklida deb qabul qilingan. Yer ellipsoidi qutblari siqiqligi 1:298,3 ga uning o'rtacha radiusi 6371,11 kmga teng deb qabul qilingan.

Yer shari kattaligini aniqlashning geodezik uslubi gradus o'lchashlar uslubi deb yuritiladi:

$$R = \frac{360^\circ}{2\pi} \cdot S \quad (2.2)$$

$$S = \frac{D}{\Delta\varphi} \quad (2.3)$$

S – meridianni 1° yoyi uzunligi, R – meridian aylanmasining radiusi.

Gradus o'lchash uslubi ikki qismdan:

1) meridianda joylashgan 2 nuqtani oralig'idagi masofani geodezik usulda o'lchash;

2) shu nuqtalarni geografik kengligini o'lchash natijasida 2 nuqta orasidagi joyni grafik nuqtasini o'lchashdan iborat.

Yer ellipsoidining elementlari gradus o'lchash natijalariga asoslanib hisoblab chiqariladi. Fransuz olimi Delamber (1800) hisoblab chiqargan yer ellipsoidi hozir faqat tarixiy ahamiyatga ega.

MDHda 1946-yilgacha geodezik ishlarda nemis astronomi F.V.Bessel (1841) hisoblab chiqargan yer ellipsoidi elementlaridan foydalanilardi. Keyingi yillarda sobiq ittifoq olimlari Bessel ellipsoidi MDH territoriyasida geoid shakldan ancha farq qilishini aniqlashdi.

Amerikalik olim Keyford yer ellipsoidini elementlarini hisoblashda AQShda o'tkazilgan gradus o'lchash natijasiga asoslandi. 1924-yilda Xalqaro geodeziya va geofizika jamiyati bu ellipsoidni Xalqaro ellipsoid deb qabul qilishni taklif etdi.

1940-yilda Krasovskiy yer ellipsoidining elementlarini hisoblab chiqdi. Bu ellipsoidga Krasovskiy referens-ellipsoidi deb nom berildi. Krasovskiy ellipsoidi yerning haqiqiy shakli geoidga yaqin.

§2.2. Geografik koordinatalar

Yer yuzasini karta va planlarda tasvirlashda joydagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan joylashgan o'rni aniqlashga to'g'ri keladi, bunday aniqlash esa koordinatalar bilan ifodalanadi. Boshlang'ich deb qabul qilingan nuqtaga nisbatan boshqa biron bir nuqtaning o'rni ifodalovchi miqdorga shu nuqtaning koordinatasi deyiladi.

Fan va texnikaning turli sohalarida xilma-xil koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Geodeziyada esa bir nechta koordinata sistemalari qo'llaniladi.

Yer yuzasidagi har qanday nuqtaning geografik koordinatasini aniqlashda uning qaysi meridian va parallelda joylashganligini bilish talab etiladi. Ana shuning uchun geografik koordinatalarga to'xtalishdan avval ekvator, meridian va parallellar to'g'risida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Yer sharidagi istalgan nuqtadan Yerning aylanish o'qi orqali o'tkazilgan tekisligiga meridian tekisligi deyiladi, bu tekislikning yer yuzasi bilan kesishishidan hosil bo'lgan chizig'iga esa shu nuqtaning meridiani deyiladi. Meridianlar yer yuzasining ikki qutbini, ya'ni shimoliy va janubiy qutblarini o'zaro tutashtiradi va u qutblar orasidagi eng yaqin masofa hisoblanadi.

Yer sharidagi istalgan nuqtadan Yer o'qiga perpendikulyar ravishda o'tkazilgan tekislikka parallel tekislik deyiladi, bu tekislikning yer yuzasi bilan kesishishidan hosil bo'lgan chizig'iga parallel deyiladi.

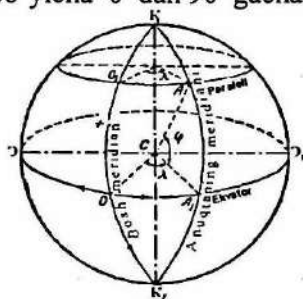
Yer shari markazidan o'tkazilgan parallel tekisligiga ekvator tekisligi deyiladi, uning yer yuzasi bilan kesishishidan hosil bo'lgan chizig'iga ekvator deyiladi. 2.3.-rasmda ekvator EE_1 bilan belgilangan.

Yer shari bo'yicha o'tkazilgan meridian va parallellar yig'indisiga geografik to'r deyiladi. Kartadagi geografik to'r yordamida nuqtalarning koordinatalarini aniqlash mumkin.

Yer sharidagi har qanday nuqtaning geografik koordinatalari shu nuqtalarning geografik kengligi va uzoqligi bilan ifodalanadi.

Yer yuzidagi biron bir nuqtadan yer markaziga tomon tushirilgan vertikal chiziq bilan ekvator tekisligi orasida hosil bo'lgan burchakka, shu nuqtaning geografik kengligi

deyilib, u φ harfi bilan belgilanadi. 2.3.-rasmda A nuqtaning geografik kengligi (φ), ya'ni ACA_1 burchagiga teng. Har qanday nuqtaning geografik kengligi (φ) ekvatorga nisbatan aniqlanadi. Geografik kenglik ekvatoridan ikkala qutb tomon, ya'ni shimoliy va janubiy qutb tomon meridian yoyi bo'yicha 0° dan 90° gacha o'lchanadi.



2.3-rasm

Agar geografik kengligi aniqlanayotgan nuqta ekvatorga nisbatan shimolda joylashgan bo'lsa, u shimoliy kenglik, janubda joylashgan bo'lsa, u janubiy kenglik deb ataladi.

Bosh meridian tekisligi bilan yer sharidagi biron bir nuqta meridiani tekisligi ora-

sida hosil bo'lgan burchakka shu nuqtaning geografik uzoqligi deyilib, u λ harfi bilan belgilanadi.

Geografik uzoqlik bosh meridian chizig'idan g'arbga va sharqqa tomon, ekvator va parallel yoyi uzunligi bo'yicha 0° dan 180° gacha o'lchanadi. Grinвич meridiani (London yaqinidagi Grinвич observatoriyasidagi zalning qoq o'rtasida simvolik tarzda chizilgan meridian) bosh meridian deb qabul qilingan. Bosh meridiandan g'arbda joylashgan nuqtalarning geografik uzoqligiga g'arbiy, sharqda joylashganlariga esa sharqiy uzoqlik deyiladi.

§2.3. Gauss-Kryugerning to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi

Yer sirtining katta bo'laklarini tekislikda tasvirlashda yerdagi nuqtalarni matematik qonunlarga asoslanib tekislikka tushirishda maxsus proyeksiya qo'llanadi. Bunda nuqtalar o'rmini soddaroq bo'lgan yassi to'g'ri burchakli

koordinatalar sistemasi (X, Y) ni aniqlashga imkon bo'ladi. Geodezik maqsadlarda ellipsoid sirtini tekislikdagi burchaklarini xatosiz tasvirlashni ta'minlovchi proyeksiya'sini qo'llash maqsadga muvofiq. Bunday proyeksiya *teng burchakli* yoki *konforli proyeksiya* deyiladi. Konforli proyeksiyalardagi xatoliklarni hisobga olishda faqatgina chiziqlar uzunligiga tuzatma kiritisa yetarli.

Konforli proyeksiyalar turi kup bo'lib, O'zbekiston va MDH davlatlarida ellipsoidning tekislikdagi konforli proyeksiyasi va unga tegishli Gaus Kryugerning yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qabul qilingan. Bu yerda katta territoriyadagi geodezik ishlarni olib borish uchun zonal to'g'ri burchakli koordinata sistemasidan foydalaniladi. Bunda yer shari Grinвич meridianidan boshlab 6° li 60 ta meridional zonalarga bo'linadi (2.4.-rasm).

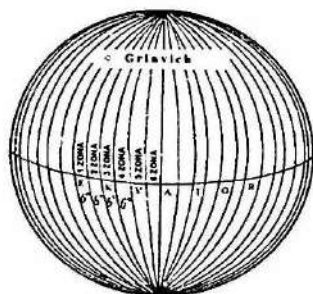
Har bir zona o'rtasida o'sha zonaning o'q meridiani bo'lib, sharqiy yarim shardagi har bir zona o'q meridianining geografik uzunligi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$L = 6^{\circ}n - 3^{\circ}, \quad (2.4)$$

bu yerda: n – zona nomeri.

Zonalar nomeri Grinвич meridianidan boshlab sharqqa tomon hisoblanadi.

Har bir zonadagi meridian va parallellar silindrning ichki yuzasiga proyeksiyalanadi, so'ngra silindrni biron bir yasovchi bo'yicha qirqib yoyib chiqilsa, har bir zonaning o'q meridiani va ekvator bo'lagi to'g'ri chiziq tarzida, boshqa barcha meridian va parallellar egri chiziq tarzida tasvirlanadi (2.5.-rasm). Bunda har bir zonaning o'q meridiani ekvator bo'lagining hamma qismida masshtab bir

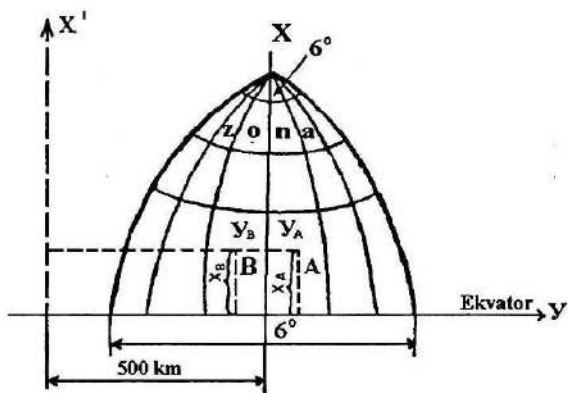


2.4-rasm

xil bo'ladi. Boshqa meridian va parallelar o'z uzunligiga nisbatan uzunroq bo'lib tasvirlanadi.

Masalan, o'q meridianda masshtab bo'yicha 1 sm da 500 metrga teng bo'lsa, uning eng chetki meridianida 1 sm da 499,5 metr bo'ladi. Ammo bu farq juda kichik bo'lganligi sababli karta tuzishda hisobga olinmaydi.

Yuqorida bayon etilgan proyeksiyaga, ko'ndalang silindirik proyeksiya deyiladi.



2.5-rasm

Uni nemis olimi Gauss taklif etganligi uchun Gauss proyeksiyasi deb yuritiladi. Nemis geodezisti Kryuger, Gauss proyeksiyasining to'g'ri burchakli koordinata sistemasida qo'llanishini ishlab chiqqan. Shuning uchun ham bu proyeksiya ikkala olimlarning nomi bilan, ya'ni Gauss-Kryuger deb yuritiladi.

Shimoliy yarim sharda joylashgan nuqtalarning absissa qiymatlari musbat, ordinata qiymatlari esa musbat yoki manfiy ishoraga ega bo'lishi mumkin, shu sababli ordinalarning turli xildagi ishoralariga ega bo'lishi hisob-kitob ishlarini qiyinlashtiradi, ba'zi hollarda yanglishishga

olib keladi, shu sababli bu kamchilikni yo'qotish uchun har bir zonaning o'q meridiani shartli ravishda 500 km g'arbga suriladi, u holda ordinatalar musbat (+) ishoraga ega bo'ladi.

Masalan, A va B nuqtalarining koordinatalari $X_A=+5550$ km; $Y_A=+150$ km va $X_B=5550$ km; $Y_B=-150$ km. Ordinatalarga 500 km qo'shilgandan so'ng $Y_A=+650$ km; $Y_B=+350$ km ga teng bo'ladi.

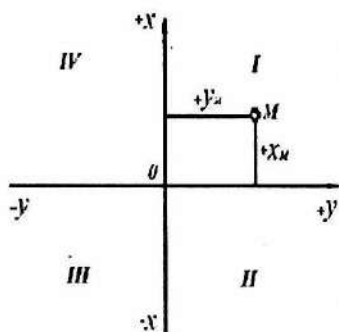
Nuqtaning qaysi zonadaligini belgilash uchun, ordinata qiymati oldiga o'sha zonaning nomeri qo'yiladi. Masalan, A va B nuqtalar 12-chi zonada joylashgan bo'lsa ularning koordinatalari $Y_A=12650$ km va $Y_B=12350$ km bo'ladi.

§ 2.4. Yassi to'g'ri burchakli va qutbiy koordinatalar sistemasi

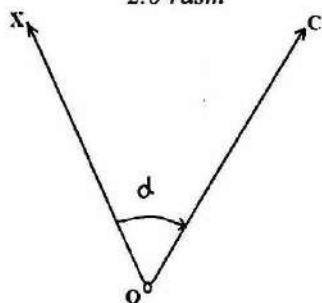
Yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida nuqtalarning bir-biriga nisbatan joylashgan o'rni o'zaro perpendikulyar ikkita chiziqqa nisbatan aniqlanadi.

O'zaro perpendikulyar chiziqlarga koordinata o'qlari, ularning kesishgan nuqtasisiga esa koordinata boshi deyiladi.

Geometriyada qo'llaniladigan to'g'ri burchakli koordinata sistemasida vertikal chiziq-ordinata (Y), gorizontaal chiziq-absissa (X) o'qi deb qabul qilingan bo'lsa, geodeziyada esa, aksincha, ya'ni vertikal chiziq-absissa (X), gorizontaal chiziq ordinata (Y) deb yuritiladi (2.6.-rasm). Chunki, geodeziyada asosiy yo'nalish deb qabul qilingan meridian chizig'i to'g'ri burchakli koordinatasining vertikal chizig'iga to'g'ri keladi, chunki bu yerning aylanish o'qidir, shuning uchun ham u absissa o'qi deb qabul qilingan. Demak, to'g'ri burchakli koordinatasining X o'qi meridian yo'nalishiga, ordinata (Y) o'qi esa parallel yo'nalishiga to'g'ri keladi.



2.6-rasm



2.7-rasm

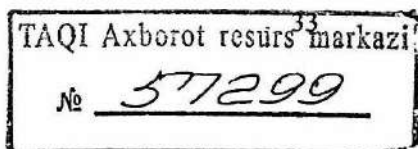
Yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida biron-ta nuqtaning koordinatasini aniqlash uchun, bu nuqtadan koordinata o'qlariga perpendikulyar tushiriladi. Koordinatasi aniqlanayotgan nuqta ordinata (Y) o'qidan yuqorida joylashgan bo'lsa, uning absissasi qiymatining ishorasi musbat (+), pastda joylashgan bo'lsa manfiy (-) ishoraga ega bo'ladi, shuningdek koordinatasi aniqlanayotgan nuqta absissa (X) o'qiga nisbatan o'ng tomonda joylashgan bo'lsa, uning absissasi qiymatining ishorasi musbat (+), chap tomonda joylashgan bo'lsa manfiy (-) ishoraga ega bo'ladi.

Qutbiy koordinatada yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasidagi o'zaro perpendikulyar X va Y o'qlari o'rniga faqat X o'qi va koordinata boshlanishi O nuqta olinadi. Qutbiy koordinatada vertikal chiziq qutbiy o'q, koordinata boshlanishi-O, qutbiy nuqta deb yuritiladi (2.7.-rasm).

Bu sistemada qutbiy nuqtadan berilgan nuqttagacha bo'lgan masofa doc va qutbiy o'q bilan berilgan chiziq orasidagi burchak "α" o'lchanadi.

§ 2.5. To'g'ri va teskari geodezik masalalar

To'g'ri geodezik masala. Bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga koordinatalarni uzatish geodezik ishlarda tez-tez



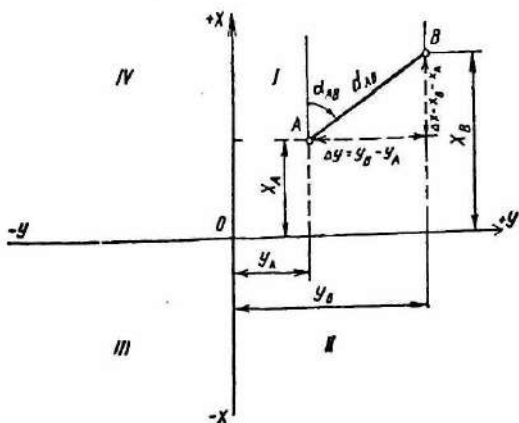
uchrab turadi, shu sababli to'g'ri geodezik masala nima ekanligini bilishimiz kerak. Chiziqli uchlarining birining koordinatalari, chiziqli uzunligi va yo'nalishi bo'yicha, ikkinchi uchining koordinatalarini topishga to'g'ri geodezik masala deyiladi.

Masalan, nuqtalar orasidagi masofa- d , direksion burchak- α va A nuqtaning koordinatalari (X_1 va Y_1) ma'lum bo'lsin (2.8.-rasm), shunga ko'ra B nuqtaning koordinatalari (X_2 va Y_2) aniqlanishi kerak deylik, u holda uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} X_2 - X_1 &= \Delta X \\ Y_2 - Y_1 &= \Delta Y \end{aligned} \right\} \quad (2.5.)$$

ΔX va ΔY - koordinata orttirmalari. 2.8-rasmdagi to'g'ri burchakli uchburchak ABC dan

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d \cos \alpha \\ \Delta Y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$



2.8-rasm.

Masofa d , har doim musbat ishorali bo'ladi, undagi orttirmalar ΔX va ΔY ning ishorasi $\cos \alpha$ yoki $\sin \alpha$ larning

isholariga bog'liq bo'lib, uning qaysi chorakda yotganligiga qarab aniqlanadi (2.2-jadval).

2.2-jadval

Koordinata orttirmalari	Choraklar			
	I	II	III	IV
	Sh.Shq	J.Shq	J.G'	Sh.G'
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Rumb yordamida koordinata orttirmalari quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d \cos r \\ \Delta Y &= d \sin r \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

2.5- formula bilan koordinata orttirmalari, ya'ni ΔX va ΔY lar aniqlanib, so'ngra boshqa nuqtaning masalan, B nuqtaning (2.8.-rasm) koordinatalari quyidagi formulada aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} X_2 &= X_1 + \Delta X \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

Teskari geodezik masala. A va B nuqtalarining ma'lum koordinatalari orqali A nuqtadan B nuqttagacha bo'lgan uzunlik va yo'nalish burchagi (rumbni) aniqlash kerak deylik.

Masalan, A va B yo'nalishida tog' yoki o'rmondan yo'l o'tkazish kerak bo'lsin, A nuqtadan B nuqttagacha bo'lgan uzunlik va yo'nalishini uning koordinatalari orqali aniqlab va o'sha yo'nalishda yo'lni o'tkazish mumkin.

Shuning uchun A nuqtaning koordinatasi (X_1, Y_1) va B nuqtaning koordinata (X_2, Y_2) lari orqali uning koordinata orttirmalari ΔX va ΔY lar aniqlanadi va bunga nisbatan *direksion burchak* " α " yoki *rumb* " r " aniqlanadi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad \text{yoki} \quad \operatorname{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X};$$

Masofa d quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$d = \frac{\Delta X}{\cos \alpha} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha}; \text{ yoki } d = \frac{\Delta X}{\cos r} = \frac{\Delta Y}{\sin r};$$

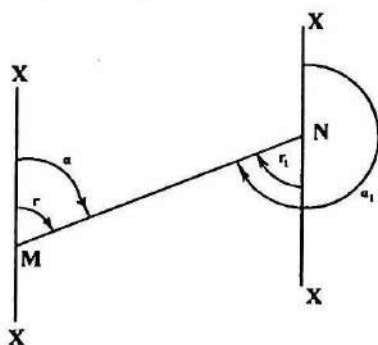
Shunga o'xshash

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}.$$

boshlang'ich yo'nalish deb qabul qilingan chiziq orasida hosil bo'lgan burchak yordamida aniqlanadi. Bu burchak oriyentirlash burchagi deyiladi.

Chiziqlar yo'nalishi azimut, direksion burchak va rumb deb yuritiladigan burchaklar bilan aniqlanadi.

Azimut. O'q meridianning shimoliy yo'nalishidan soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan burchakka aytiladi va "A" harfi bilan belgilanadi. Joyda biror chiziq yo'nalishini aniqlashda boshlang'ich yo'nalish qilib geografik meridian qabul qilinsa, ular orasidagi oriyentirlash burchagiga haqiqiy azimut, magnit meridiani qabul qilinsa-magnit azimut deyiladi.



3.2-rasm

Azimutlar to'g'ri va teskari bo'ladi. Agarda azimutlar MN yo'nalishida o'lchanayotgan bo'lsa to'g'ri azimut, agarda azimutlar NM yo'nalishida (3.2.-rasm) o'lchanayotgan bo'lsa teskari azimut bo'ladi. Teskari azimut, to'g'ri azimutdan 180^0 ga farq qiladi, ya'ni $A_{tes} = A_{to'g'} + 180^0$ bo'ladi.

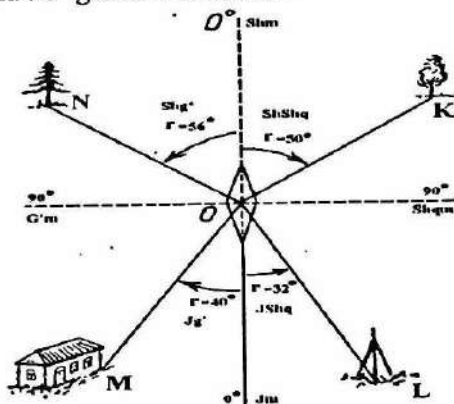
Direksion burchak. Bir to'g'ri chiziqda yotgan ikki nuqtadan o'tgan meridianlar bir-biriga parallel bo'lma-ganligi sababli, bu nuqtalardagi azimutlari bir-biriga teng

bo'lmaydi, ya'ni $A_1 \neq A_2$. Ana shu sababli 2-nuqtadagi azimutni aniqlash qiyin bo'ladi. Shuning uchun ham bu yerda azimut o'rniiga direksion burchakdan foydalaniladi va u " α " harfi bilan belgilanadi.

Direksion burchak deb, zonaning o'q meridiani yoki unga parallel bo'lgan chiziqlarning shimoliy uchidan, soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha chiziqqacha o'lchanadigan burchakka aytiladi hamda uning qiymati 0^0 dan 360^0 gacha bo'ladi.

Direksion burchak ham azimut singari to'g'ri va teskari bo'ladi. Teskari direksion burchak to'g'ri direksion burchakdan 180^0 ga farq qiladi, ya'ni $\alpha_1 = \alpha + 180^0$. Haqiqiy azimut, magnit azimuti va direksion burchaklar boshlang'ich yo'nalishning shimoliy tomonidan boshlab soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha 0^0 dan 360^0 gacha o'lchanadi.

Rumb. Berilgan chiziq o'tgan o'q meridianining shimol yoki janub uchidan chiziq yo'nalishigacha bo'lgan o'tkir burchakka rumb deyiladi va u " r " harfi bilan belgilanadi, hamda 0^0 da 90^0 gacha o'lchanadi.



3.3-rasm

Rumb magnit meridianidan boshlanib hisoblansa magnit rumbi, geografik meridianidan hisoblansa-haqiqiy rumb deyiladi.

Chiziq yo'nalishini rumb bilan aniqlashda rumbning son qiymatidan tashqari chiziq joylashgan chorak nomi ham ko'rsatiladi. Masalan (3.3-rasm): OK chizig'ining rumbi *Sh.shq*: $r_1 = 30^\circ$ yoki OM chizig'ining rumbi *JG'*: $r_1 = 30^\circ$ deb o'qiladi.

§3.2. Meridianlar yaqinlashish burchagi

Bizga ma'lumki to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida absissa o'qlari har bir zonaning o'q meridianiga parallel qilib o'tkazilgan chiziqlardan iborat (3.4.-rasm). Geografik meridianlar ikki nuqtada, ya'ni geografik qutblarda birlashadi. Shuning uchun geografik meridiani yo'nalishi bilan absissa o'qi meridianidagina bir-biriga to'g'ri keladi. Agar A va B nuqtalaridan o'q meridianiga parallel chiziqlar o'tkazsak $+\gamma$ va $-\gamma$ burchaklar hosil bo'ladi. Bu burchaklar meridianlar yaqinlashish burchaklari bo'ladi.

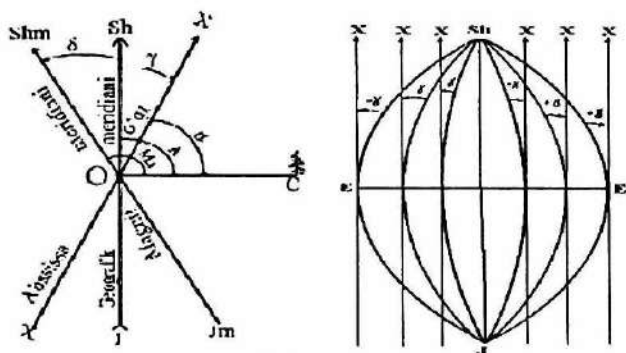
Geografik meridian bilan o'q meridianiga parallel bo'lgan chiziq orasidagi burchakka meridianlar yaqinlashish burchagi deyiladi va u " γ " harfi bilan belgilanadi.

$$\gamma = \Delta\lambda \times \sin \varphi,$$

bu yerda, γ -meridianlar yaqinlashish burchagi; $\Delta\lambda$ -o'q meridian bilan berilgan nuqta meridiani geografik uzunliklarining ayirmasi; φ -berilgan nuqtaning geografik kengligi.

Abssissa o'qi meridianning sharq tomonida yotsa, meridianlarning yaqinlashish burchagi *sharqiy* hisoblanib, ishorasi musbat (+) bo'lib, azimut $A = \alpha - \gamma$ bo'ladi. Abssisa o'qi meridianning g'arb tomonida yotsa, meridianlarning

yaqinlashish burchagi g' arbiy hisoblanib, ishorasi manfiy (-) bo'lib, azimut $A = \alpha - \gamma$ bo'ladi.



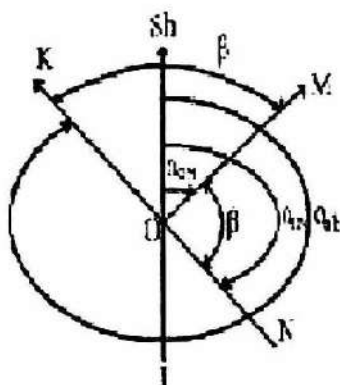
3.4-rasm

§3.3. Haqiqiy azimut bilan direksion burchak o'rtasidagi munosabat

Yer yuzasida berilgan har qanday chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti, shu chiziqning boshlang'ich nuqtasidan o'tkazilgan geografik meridianning shimoliy tomonidan, direksion burchagi esa absissa o'qi deb qabul qilingan har bir zonaning o'q meridiani yoki unga parallel qilib o'tkazilgan chiziq (absissa o'qi) ning shimoliy tomonidan boshlab, soat strelkasining aylanishi bo'yicha hisoblanadi.

Joyda yoki topografik kartada berilgan chiziq yo'nalishlarining haqiqiy azimuti va direksion burchagi qiymatlari 0^0 dan 360^0 gacha o'zgaradi.

Berilgan yo'nalishning haqiqiy azimuti va o'sha joydagi meridianlar yaqinlashish burchagi ma'lum bo'lgandagina uning direksion burchagini yoki direksion burchagi va meridianlar yaqinlashish burchagi ma'lum bo'lganda haqiqiy azimutini topish mumkin.



3.5-rasm

3.5.-rasmda meridianlar yaqinlashish burchagi sharqiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimut bilan direksion burchagi o'rtasidagi munosabat berilgan.

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{OC} &= A_{OC} - \gamma \\ A_{OC} &= \alpha_{OC} + \gamma \end{aligned} \right\}$$

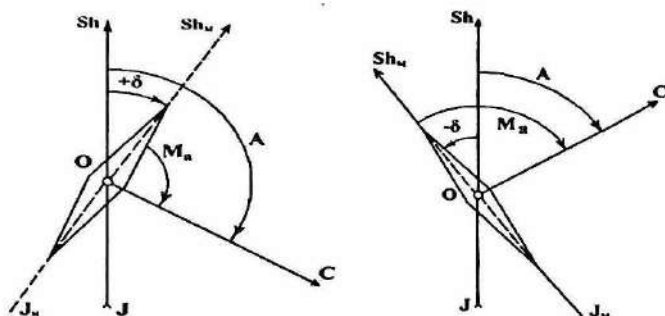
Xuddi shuningdek, 3.5.-rasmda meridianlar yaqinlashish burchagi g'arbiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti bilan direksion burchagi o'rtasidagi munosabat berilgan. ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{OC} &= A_{OC} + \gamma \\ A_{OC} &= \alpha_{OC} - \gamma \end{aligned} \right\}$$

§3.4 Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti o'rtasidagi munosabat

Geografik meridian bilan magnit meridian orasidagi burchak magnit strelkasining og'ish burchagi deyiladi (3.6-

rasm) Magnit meridian geografik meridiandan g'arbg'a og'sa g'arbiy deyiladi va ishorasi manfiy (-), sharqqa og'sa sharqiy deyiladi va ishorasi (+) bo'ladi.



3.6-rasm

Magnit strelkasining og'ish burchagi sharqiy bo'lganda, yo'nalishning haqiqiy azimuti yoki magnit azimutini quyidagi formulada aniqlanadi:

$$\begin{aligned} A &= M_a + \delta_{ShQ} \\ M_a &= A - \delta_{ShQ} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Magnit strelkasining og'ish burchagi g'arbiy bo'lganda, yo'nalishning azimuti yoki magnit azimutini quyidagi formulada aniqlanadi:

$$\begin{aligned} A &= M_a - \delta_G \\ M_a &= A + \delta_G \end{aligned} \quad (3.2)$$

Misol. Magnit strelkasining og'ish burchagi sharqiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti va magnit azimutlarni (3.1) formulaga asosan aniqlaymiz:

$M_a = 37^{\circ}07'00''$, $\delta_{ShQ} = 2^{\circ}30'00''$ bo'lsa $A = 37^{\circ}07'00'' + 2^{\circ}30'00'' = 39^{\circ}37'00''$;

$A = 46^{\circ}00'30''$, $\delta_{ShQ} = 2^{\circ}30'00''$ bo'lsa $M_a = 46^{\circ}00'30'' + 2^{\circ}30'00'' = 48^{\circ}30'30''$;

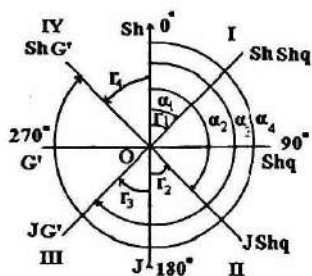
Misol. Magnit strelkasining og'ish burchagi sharqiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti va magnit azimutlarni (3.2) formulaga asosan aniqlaymiz:

$M_a = 65^{\circ}12'30''$, $\delta_{G'} = 3^{\circ}30'00''$ bo'lsa $A = 65^{\circ}12'30'' - +3^{\circ}30'00'' = 61^{\circ}42'30''$;

$A = 78^{\circ}30'30''$, $\delta_{G'} = 4^{\circ}00'00''$ bo'lsa $M_a = 78^{\circ}30'30'' + +4^{\circ}00'00'' = 82^{\circ}30'00''$.

§3.5. Direksion burchak bilan rumb o'rtasidagi munosabat

Yer yuzasida yoki topografik va planda berilgan biron bir chiziq yo'nalishining direksion burchagi – α ma'lum bo'lganda, uning rumbi – r ni, aksincha, rumbi ma'lum bo'lganda uning direksion burchagini aniqlash mumkin (3.6.-rasm).



3.6-rasm

Choraklar bo'yicha berilgan chiziq yo'nalishining direksion burchagi α ma'lum bo'lganda shu yo'nalishning rumb burchagini quyidagicha aniqlash mumkin:

<i>I – chorakda</i>	<i>sh.shq:</i>	$r_1 = \alpha_1$;
<i>II – chorakda</i>	<i>j.shq:</i>	$r_2 = 180^{\circ} - \alpha_2$;
<i>III – chorakda</i>	<i>j.g':</i>	$r_3 = \alpha_3 - 180^{\circ}$;
<i>IV – chorakda</i>	<i>sh.g':</i>	$r_4 = 360^{\circ} - \alpha_4$;

yoki, berilgan chiziq yo'nalishining rumbi ma'lum bo'lganda shu chiziqning direksion burchagini quyidagicha aniqlash mumkin:

<i>I – chorakda</i>	<i>sh.shq:</i>	$\alpha_1 = r_1;$
<i>II – chorakda</i>	<i>j.shq:</i>	$\alpha_2 = 180^\circ - r_2;$
<i>III – chorakda</i>	<i>j.g':</i>	$\alpha_3 = 180^\circ + r_3;$
<i>IV – chorakda</i>	<i>sh.g':</i>	$\alpha_4 = 360^\circ - r_4.$

Misol. Chiziq yo'nalishining direksion burchak qiymati berilganda uning rumb qiymati quyidagicha aniqlanadi:

I – chorakda $\alpha_1 = 45^\circ 15' 00'' \rightarrow sh.shq: r_1 = 45^\circ 15' 00'';$
II – chorakda $\alpha_2 = 103^\circ 20' 30'' \rightarrow j.shq: r_2 = 180^\circ - 103^\circ 20' 30'' = 76^\circ 20' 30'';$
III – chorakda $\alpha_3 = 197^\circ 00' 45'' \rightarrow j.g': r_3 = 197^\circ 00' 45'' - 180^\circ 00' 00'' = 17^\circ 00' 45'';$
IV – chorakda $\alpha_4 = 296^\circ 13' 00'' \rightarrow sh.g': r_4 = 360^\circ - 296^\circ 13' 00'' = 63^\circ 47' 00''.$

Misol. Chiziq yo'nalishining rumbi ma'lum bo'lganda shu chiziq yo'nalishining direksion burchagini quyidagicha aniqlash mumkin:

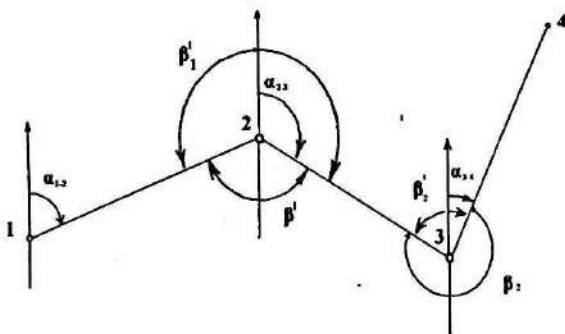
I – chorakda $sh.shq: r_1 = 15^\circ 00' 00'' \rightarrow \alpha_1 = 15^\circ 00' 00'';$
II – chorakda $j.shq: r_2 = 3^\circ 10' 00'' \rightarrow \alpha_2 = 180^\circ - 3^\circ 10' 00'' = 176^\circ 50' 00'';$
III – chorakda $j.g': r_3 = 67^\circ 00' 30'' \rightarrow \alpha_3 = 180 + 67^\circ 00' 30'' = 247^\circ 00' 30'';$
IV – chorakda $sh.g': r_4 = 46^\circ 35' 30'' \rightarrow \alpha_4 = 360^\circ - 46^\circ 35' 30'' = 313^\circ 24' 30''.$

§3.6. Direksion burchak bilan gorizontal burchak orasidagi munosabat

Bir nuqtada tutashgan chiziqlarning direksion burchaklari ma'lum bo'lsa, bu chiziqlar orasidagi gorizontal burchaklarni quyidagicha aniqlash mumkin.

Bir-biriga tutashgan bir necha chiziq orasidagi o'ng gorizontal burchak (β_i)lar hamda boshlang'ich direksion burchagi ($\alpha_{1,2}$) ma'lum bo'lsa, qolgan chiziqlarning direksion burchaklari quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin (3.7.-rasm).

$$\alpha_{n+1} = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{n-1}; \quad (3.3)$$



3.7-rasm

Bir-biriga tutashgan bir necha chiziq orasidagi chap gorizontal burchaklar (β_i') va boshlang'ich direksion burchagi ($\alpha_{1,2}$) ma'lum bo'lsa, qolgan chiziqlarning direksion burchaklari quyidagicha aniqlash mumkin.

$$\alpha_{n+1n} = \alpha_{n-1} + \beta_{n-1}' - 180^\circ; \quad (3.4)$$

Eslatma. Hisoblab chiqilgan direksion burchak manfiy qiymatga ega bo'lsa, unga 360° qo'shiladi, direksion burchak 360° dan katta bo'lsa, undan 360° ayiriladi.

Misol. 3.7-rasmda berilgan chiziqlarning direksion burchaklarini quyidagi berilganlar asosida hisoblaymiz: $\alpha_{0,1} = 45^\circ 10' 00''$; $\alpha_{0,2} = 163^\circ 18' 30''$; $\alpha_{0,3} = 322^\circ 00' 00''$;

Chiziqlar orasidagi gorizontal burchaklar 3 quyidagicha bo'ladi:

$$\beta_{1,2} = 163^{\circ}18'30'' - 45^{\circ}10'00'' = 118^{\circ}08'30'';$$

$$\beta_{2,3} = 322^{\circ}00'00'' - 163^{\circ}18'30'' = 158^{\circ}41'30'';$$

$$\beta_{3,1} = 45^{\circ}10'00'' + 360^{\circ}00'00'' - 322^{\circ}00'00'' = 85^{\circ}10'00'';$$

Misol. 3.7-rasmdagi boshlang'ich chiziq yo'nalishining direksion burchagi- $\alpha_{1,2} = 80^{\circ}12'00''$ chiziq yo'nalishlarining o'ng tomonidagi gorizontal burchaklari $\beta_2 = 145^{\circ}10'00''$ va $\beta_3 = 242^{\circ}00'00''$ bo'lsa, u holda (3.3) formulaga muvofiq chiziqlarning direksion burchaklari quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_{2,3} = 80^{\circ}12'00'' + 180^{\circ}00'00'' - 145^{\circ}10'00'' = 115^{\circ}02'00'';$$

$$\alpha_{3,4} = 115^{\circ}02'00'' + 180^{\circ}00'00'' - 242^{\circ}00'00'' = 53^{\circ}02'00'';$$

Misol. 3.7-rasmdagi boshlang'ich chiziq yo'nalishining direksion burchagi $\alpha_{1,2} = 80^{\circ}12'00''$; chiziq yo'nalishlarining chap tomonidagi gorizontal burchaklari $\beta'_2 = 214^{\circ}50'00''$ va $\beta'_3 = 118^{\circ}00'00''$ bo'lsa, u holda (3.4) formulaga muvofiq bu chiziqlarning direksion burchaklari quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_{2,3} = 80^{\circ}12'00'' + 214^{\circ}50'00'' - 180^{\circ}00'00'' = 115^{\circ}02'00'';$$

$$\alpha_{3,4} = 115^{\circ}02'00'' + 118^{\circ}00'00'' - 180^{\circ}00'00'' = 53^{\circ}02'00''.$$

Yuqoridagi misollardan ko'rinib turibdiki, chiziq yo'nalishlarining o'ng yoki chap tomondagi gorizontal burchaklar ma'lum bo'lganda chiziq yo'nalishlarining direksion burchaklari qiymati bir xil kelib chiqadi.

4-BOB. TOPOGRAFIK PLAN VA KARTA

§4.1. Topografik plan, karta va profil to'g'risida tushuncha.

Qurilish-muhandislik ishlarida, xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida, shuningdek qishloq xo'jaligida har xil masshtabli topografik plan va kartalardan foydalaniladi.

Agar yer yuzasining uzunligi 20 kmdan oshmasa, bunday joyni tekis deb qabul kartalarni ortografik proyeksiyani qo'llab tuzish mumkin, chunki bunday masofagacha yerning egriligi uncha sezilarli bo'lmaydi. Butun yer yuzasini yoki uning ayrim katta bo'laklarini qog'ozda tasvirlashda yerning sharsimon ekanligi hisobga olinadi.

Plan deb – kichkina maydonning tekislikka (qog'ozga) kichraytirilgan holda, yer egriligini hisobga olmasdan tushirilgan gorizonttal proyeksiyasiga aytiladi.

Yer yuzidagi geografik obyektlarning kontur va chiziqlari ellipsoid yoki shar sirtiga tushiriladi, ya'ni yer yuzaning gorizonttal proyeksiyasi hosil qilinadi, bu proyeksiya ma'lum matematik qonun asosida tekislikka tushiriladi. Bunda dastlab, meridian va parallellar to'ri, ya'ni kartografik to'r chiziladi. So'ngra kartografik to'r ma'lum darajada kichraytirilgan geografik obyektlar bilan to'ldiriladi. Karta deb, butun yer shari yoki uning ayrim katta bo'lagining (bir tomoni 20 kmdan katta bo'lsa) kichraytirilgan holda tekislikka (qog'ozga) yer egriligini hisobga olgan tushirilgan gorizonttal proyeksiyasiga aytiladi.

Plan bilan karta o'rtasida asosan quyidagi farqlar bor:

1. Karta yer yuzasi yoki uning katta qismining sferik yuzaga tushirilgan proyeksiyasining qog'ozdagi kichraytirilgan tasviridir; plan esa yer yuzasi kichik qismining tekislikdagi gorizontal proyeksiyasining qog'ozdagi kichraytirilgan tasviri;

2. Planda joydagi chiziqlarning uzunligi, obyektlar konturlarining maydoni va yo'nalishlari orasidagi burchaklar to'g'ri tasvirlanadi; kartada esa ularning tasvirida ma'lum xatoliklarga yo'l qo'yiladi;

3. Planning masshtabi uning hamma qismida bir xil bo'ladi, ya'ni: planda masshtab o'zgarmaydi; kartada esa masshtab kartaning turli qismlaridagina emas, hatto bir nuqtadan chiqadigan turli yo'nalishlari bo'yicha ham o'zgarib boradi;

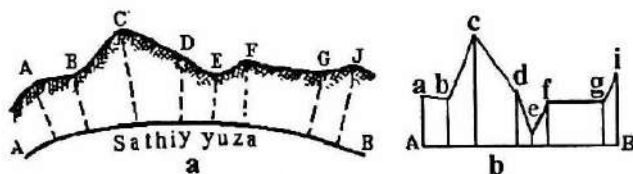
4. Karta ma'lum kartografik proyeksiya yoki zonalar sistemasidagi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida tuziladi; plan esa ko'pincha shartli yoki mahalliy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida tuziladi;

5. Planning kartadan farqi shundan iboratki, kartada meridian va parallellar bo'ladi, planda esa bo'lmaydi. Bundan tashqari, plan va kartalar masshtabi bilan bir-biridan farq qiladi.

Plan va kartada faqat joydagi barcha tafsilotlarning chegaralari aniq tasvirlangan bo'lsa, bunga gorizontal (konturli) plan yoki karta deyiladi. Agar joyning relyefi gorizontallar bilan tasvirlangan bo'lsa, unga topografik plan yoki topografik karta deyiladi.

Joyda avtomobil yoki temir yo'l, kanal yoki kollektot, elektr tarmoqlari, gaz yoki suv quvurlari va shunga o'xshash har xil chiziqli inshootlarni loyihalash uchun o'sha joining profilini tuzish kerak. Shuning uchun ham profil nima ekanligini bilishimiz zarur.

Profil' deb-chiziqli inshoot o'tkaziladigan joyning vertikal kesimini ma'lum masshtabda kichraytirilgan ko'rinishida qog'ozda tasvirlashga aytiladi.



4.1-rasm

Yerning tabiiy yuzasi har xil ko'rinishda bo'lganligi sababli, profil chizishda ham joyning balandligiga qarab har xil siniq chiziqlarda yerning sirtqi ko'rinishi hosil qilinadi. 4.1.a - rasmda joyning sathiy yuzaga nisbatan, joyning tabiiy yuzasining tutgan o'rni, 4.1.b - rasmda yesa uning profili aks ettirilgan.

§4.2. Kartalar klassifikatsiyasi

Plan va kartalar mazmuni, masshtabi va boshqa xususiyatlariga qarab har xil guruhlarga bo'linishi mumkin. Yer yuzasi va uning ayrim qismlarining landshafti bir xil aniqlik va to'liqlikda tasvirlanadigan plan va kartalar masshtabiga ko'ra uchta asosiy guruhga bo'linadi:

1.Masshtabi $1:5000$ va undan yirik bo'lsa-bunga topografik plan deyiladi.

2.Masshtabi $1:10000$ dan $1:500000$ gacha bo'lsa-bunga topografik karta deyiladi.

3.Masshtabi $1:1000000$ va undan kichik bo'lsa-bunga geografik karta deyiladi.

MDH davlatlarida topografik plan tuzish uchun asosan $1: 500$, $1: 1000$, $1: 2000$ va $1: 5000$ masshtablari qabul qilingan. Topografik kartalarni tuzish uchun esa $1: 10000$,

1: 25000, 1: 50000, 1: 100000, 1: 200000, 1: 300000 va 1: 500000 masshtablari qabul qilingan.

Topografik karta va planlar asosan joyda plan olish yoki ayerofotosyomka yo'li bilan tuziladi va barcha boshqa kartalarni tuzishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Masshtabi *1: 200000* dan *1: 500000* gacha bo'lgan kartalarni *obzor-topografik kartalar* deb yuritiladi. Chunki bu kartalarda yer yuzasidagi obyektlar yirik masshtabli topografik kartalariga nisbatan umumlashtirib ko'rsatiladi. Masalan, topografik kartalarda ayrim bino, ko'cha, maydon, park va boshqalar batafsil ko'rsatilsa, obzor-topografik kartalarda esa aholi yashaydigan punktlar kvartallar tarzida tasvirlanadi.

Yer yuzidagi obyektlardan tashqari turli tabiiy va ijtimoiy hodisalar ham tasvirlangan geografik kartalariga maxsus kartalar deyiladi. *Maxsus kartalar* ikki xil bo'lib, maxsus tabiiy va maxsus sotsial-iqtisodiy kartalariga bo'linadi.

Maxsus tabiiy kartalariga-geologik, gidrologik, geofizik, botanik, iqlimiy va boshqa shunga o'xshash kartalari kiradi.

Maxsus sotsial-iqtisodiy kartalariga tarixiy-iqtisodiy va ma'muriy-siyosiy kartalari kiradi.

§4.3. Masshtablar

Plan, karta va profil ma'lum masshtabda chiziladi. Tafsilotlar va relyef ma'lum shartli belgilar bilan ifodalanadi.

Masshtab—yer yuzidagi masofalar gorizontal proyeksiyalarining kichraytirilgan darajasidir. Masshtablar sonli, natural va grafik masshtablar ko'rinishida bo'ladi. Raqamlar bilan ifodalangan masshtab sonli masshtab deyilib, u kasr ($1/M$) ko'rinishida yoziladi. Kasrning

maxrajidagi-M masshtabning kichraytirilish darajasi deyiladi.

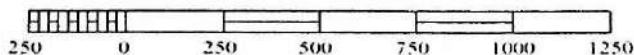
Agarda sonli masshtab soʻz bilan ifodalansa bunga natural masshtab deyiladi. Masalan, sonli masshtab 1: 5000 boʻlsa, natural masshtabda plan yoki kartadagi 1 sm joyga 50 m toʻgʻri keladi.

Grafik masshtab chiziqli va koʻndalang chiziqli koʻrinishda boʻladi.

Chiziqli masshtab deb, sonli masshtabning grafik koʻrinishda chizilishiga aytiladi.

Sonli masshtab ishlatish bilan bogʻliq boʻlgan hisoblashlarni qilmaslik uchun sonli masshtabning grafikaviy ifodasi boʻlmish chiziqli masshtabdan foydalaniladi. Santimetr va millimetrlarga boʻlingan chizgʻich (leniyka) chiziqli masshtab vazifasini bajaradi.

Chiziqli masshtab yasash. 1/5000 sonli masshtab berilgan deylik, chiziqli masshtab yasash uchun toʻgʻri chiziq oʻtkazilib, uni 1 yoki 2sm dan iborat boʻlgan bir nechta boʻlaklarga boʻlib chiqiladi. 1sm yoki 2 sm lik har bir boʻlakka masshtab asosi deyiladi. Chap tomondagi birinchi boʻlak, yana 10 ta boʻlakka boʻlinadi, bunda masshtabning grafik aniqligi $\pm 0,5$ mm ga teng boʻladi (4.2.-rasm).

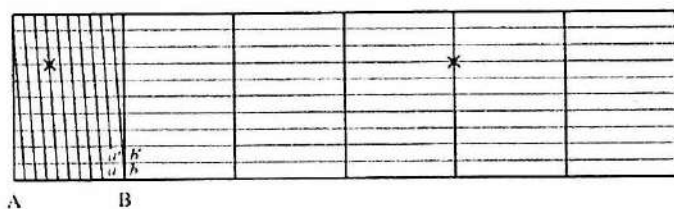


4.2-rasm. Chiziqli masshtab

Grafikaviy ishlarning aniqligini oshirish maqsadida boʻlakni 0.01 aniqlikda oʻlchashga imkon beradigan koʻndalang masshtab chizgʻichidan foydalaniladi.

Koʻndalang masshtab burchak tomonlarini kesib oʻtadigan parallel chiziqlar boʻlaklarining proporsional-ligiga asoslangan. Toʻgʻri chiziqqa 2 smli boʻlak (masshtab

asosi) bir necha marta (odatda 5 marta) o'lchab qo'yiladi. Chetdagi perpindikulyarlarda ixtiyoriy, ammo bir-biriga teng 10 ta bo'lak ajratiladi (4.3.-rasm). Bo'lish nuqtalari orqali dastlabki chiziqqa parallel qilib to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi. Keyin masshtabning chetki chap asosining ustki va ostki chiziqlarini teng 10 bo'lakka bo'lib, 4.3.-rasmda ko'rsatilganidek ustki chiziqning bosh, ostki chiziqning 1-bo'lagi bilan, 1-bo'lak ostki 2- bo'lagi bilan va hokazo birlashtiriladi. Shunday qilib, chetki chap asos 2 mmli bo'laklarga bo'linadi. Undan ham maydaroq bo'laklar olish uchun gorizontaal chiziqlarning eng birinchi qiya chizig'i bilan uning yonida turgan vertikal chiziq orasida hosil bo'lgan bo'laklardan, ya'ni: ustki bo'lagidan pastga qarab ketma-ket 0,2 mm dan kamayib boradigan bo'laklardan foydalaniladi. Pastdan yuqoriga qarab 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; va 2 mm ga teng bo'laklar hosil bo'ladi. Bunday masshtab normal ko'ndalang masshtab deyiladi.



4.3-rasm. Ko'ndalang masshtab

O'lchagichning ignalarini yo'llar o'rtasiga o'rnatib, bu eng kichik bo'linmani ko'z bilan chamalab keyin ikki bo'lakka bo'lish mumkin. Bu yerda hosil qilinadigan 0,1 mmli bu bo'lak ko'ndalang masshtabda o'lchab bo'lina-digan eng kichik bo'lak bo'ladi. U masshtabning grafikaviy aniqligi deyiladi.

Turli sonli masshtablar uchun masshtab grafikaviy aniqligining kattaligi (0,1 mm) joyda quyidagi bo'laklarga to'g'ri keladi: 1:200 masshtabida – 2 sm, 1:500 masshtabida – 5 sm, 1:1000 masshtabida – 10 sm, 1:2000 masshtabida – 20 sm, 1:5000 masshtabida – 50 sm, 1:10000 masshtabida – 1 m.

Demak joydagi bo'yi 20 sm bo'lgan predmetlarni 1:5000 masshtabda chizilgan chizmada tasvirlab bo'lmaydi, chunki bu masshtabda joydagi bo'yi 50 sm bo'lgan bo'laklar chizmaga 0,1 mm kattalikda tushadi, ya'ni nuqta shakliga ega bo'ladi degan xulosa chiqarish mumkin. Xulosa qilib aytganda chizma masshtabida 0,1 mm ga to'g'ri keladigan chiziqli kesma uzunligi masshtabning grafikaviy aniqligi ekan. Normal ko'ndalang masshtabdan foydalanib, teskari masala yechish ham, ya'ni chizmadan olingan bo'laklarni masshtabga qo'yib chiziqlarning joydagi uzunligini aniqlash ham mumkin.

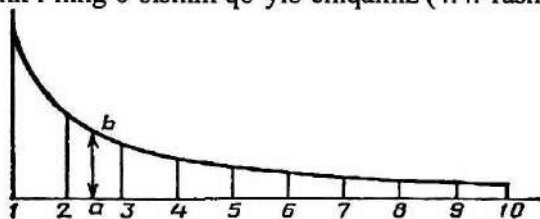
Buning uchun sirkul oyoqlarini biron bir chizmada aniqlanadigan oraliqqa mos qilib ochib masshtab bo'yicha qo'yiladi va uning chap ignasini masshtabning chetki chap asosida bo'lishi uchun o'ng ignasini qaysi vertikal chiziq bo'ylab siljitish lozimligi aniqlanadi. Bu chiziq topilgach, sirkul bilan masshtab asosidan birin-ketin yuqoriga qarab bir paralleldan keyingisiga ko'chirib boriladi. Bunda chap igna chetki chap asosning ko'ndalang chiziqlaridan biriga tushmaguncha o'ng igna o'sha vertikalda turishi kerak. Sirkulning o'ng ignasiga qarab masshtab asosidan butun sm lar chap ignasiga qarab sm ning o'ndan bir va yuzdan bir ulushlari hisoblab chiqiladi. Buning uchun masshtab asosini bilish lozim.

Masalan 4.3.-*rasmda 1:10000* sonly masshtabi uchun o'lchab qo'yilgan 73.4 metrli bo'lak ko'rsatilgan.

Qo'yilish masshtabi. Qo'yilish masshtabini tuzish uchun yuqorida ko'rib o'tilgan formulalardan foydalanib, quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$a = \frac{h}{i} \text{ yoki } a = hctg\alpha; \quad (4.1)$$

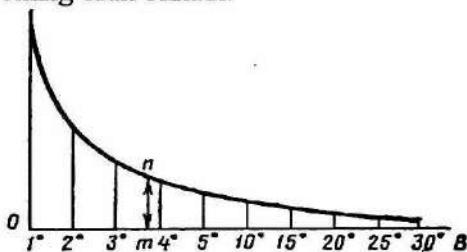
ab-to'g'ri chizig'ini olamiz va unga taxminiy bo'laklar qo'yib chiqamiz va bu bo'laklarga kartada ma'lum bo'lgan nishablik i-ning o'sishini qo'yib chiqamiz (4.4.-rasm).



4.4-rasm

Har bir aniqlangan nuqtadan perpendikulyar chiziq chiqarib, ma'lum masshtabli kartada gorizontall uzunlikning oralig'i ab-chiziqning uzunligini qo'yamiz, ya'ni: gorizontall oraliqning uzunligi (4.1) formulasi yordamida aniqlanadi. So'ngra perpendikulyar chiziqning oxirini egri chiziq bilan birlashtirib chiqamiz.

Hosil bo'lgan grafikdan shunday foydalaniladi: sirkul yordamida plandan ikkita gorizontallar orasidagi masofa o'lchanib, grafikdan shu bo'lakka to'g'ri keladigan qismi topiladi, bu kesim nishablik bo'ladi (4.5.-rasm). Nishablik mn to'g'ri chizig'idan olinadi.



4.5-rasm

Bundan tashqari qiyalik burchagi va gorizontalar oralig'i nuqtadan foydalanib, qiyalik burchagi uchun qo'yilish masshtabi tuziladi va bu grafikdan ham yuqoridagidek foydalanib, berilgan yo'nalishning qiyalik burchagi aniqlanadi.

§4.4. Topografik kartalarning shartli belgilari va ularning asosiy turlari

Topografik kartalarda yer yuzasi tafsilotlari maxsus shartli belgilar va yozuvlar yordamida tasvirlanadi. Shartli belgilar o'z xususiyati va vazifalariga qarab: konturli, chiziqli, masshtabsiz va tushuntirish shartli belgilariga bo'linadi.

1. *Konturli shartli belgilar* karta masshtabida konturlarni ko'rsatish mumkin bo'lgan obyektlar tasvirlanadi. Masalan: o'rmon, botqoqlik, o'tloq, bog', ko'l va boshqalar. Har bir kontur ichida o'sha obyektning shartli belgisi beriladi. Masalan: bog' -

2. *Chiziqli shartli belgilar* uzunasiga davom etgan obyektlar, masalan, daryo, ko'l, yo'llar, telefon liniyalari va boshqalar.

3. *Masshtabsiz shartli belgilar* bilan konturlarni karta masshtabida ko'rsatish mumkin bo'lmagan obyektlar, ya'ni yakka o'sgan daraxt, kilometr va yo'l ko'rsatkichlari, buloq, quduq va hokazolar.

4. *Tushuntirish shartli belgilari* konturli, chiziqli va masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlangan obyektlarni qo'shimcha ravishda xarakterlash uchun ishlatiladi. Daryo oqimi yo'nalishlarini ko'rsatuvchi strelka, o'rmon xillarini ko'rsatish uchun qo'yilgan shartli belgi, bulardan tashqari topografik kartadagi barcha raqam, harflar, to'la va qisqartma yozuvlar ham tushuntirish shartli belgilariga kiradi.

5. *Rangli shartli belgilar* topografik kartada geografik obyektlarni xususiyatlarini turli xil ranglar bilan tasvirlaydi. Kartada berilgan ranglar obyektlarni bir-biridan ajratishga imkon beradi va shu bilan birgalikda berilgan rang karta mazmunini boyitadi va uni o'qishni osonlashtiradi.

Shartli belgilar obyektни yaqqol ifodalay oladigan, oson chiziladigan va esda yaxshi saqlanadigan bo'lishi kerak.

§4.5. Topografik kartalarda relyefning shakllari

Relyef va uning asosiy shakllari –Yer yuzadagi notekisliklar, ya'ni balandlik, pastlik, tog'lik va pasttekisliklar yig'indisiga relyef deyiladi. Har qanday qurilish ishlarida (transport, gidrotexnika, qurilish va h.k.) joy relyefini bilish kerak bo'ladi, bunday ishlarda topografik kartalardan keng foydalaniladi.

Pel'yef shakllari katta-kichikligiga ko'ra, makrorelyef, mezorelyef va mikrorelyeflariga bo'linadi.

1. *Makrorelyef*-yer yuzining yirik relyefli shakllaridan biri bo'lib, unga tog' tizmalari, yirik vodiylar va boshqalar kiradi.

2. *Mezorelyef*-o'rtacha kattalikdagi relyef, unga tog', tepaliklar, kichik vodiylar va hokazolar kiradi.

3. *Mikrorelyef*-relyefning mayda shakllarini, masalan: do'ngliklarni, qo'rg'ontepa va jilg'alarni o'z ichiga oladi.

Relyef shakllarining xarakteri va dengiz yuzasidan past-balandligiga ko'ra, pasttekislik, tekislik, qir-adir, yassi tog'lik tog'lik relyeflariga bo'lish mumkin.

Relyef shakllari tashqi ko'rinishi bo'yicha bo'rtib chiqqan (qavariq) va botiq bo'ladi. Relyefning *qavariq* shakllariga – qo'rg'ontepa, tog', do'nglik va h. k.lar kiradi.

Relyefning *botiq* shakllariga – vodiylar, jarlik, soy va h.k. lar kiradi.

Relyefni balandlik usuli bilan tasvirlash – balandlik deb, nuqtaning absolyut balandligini ifodalovchi raqamlarga aytiladi.

Balandlik usulida biron bir joyning relyefini qog'ozda tasvirlash uchun, masalan; tepalikning eng baland nuqtasi, etagi, yon bag'irlarining bukilgan joyi va boshqa shunga o'xshash nuqtalarining absolyut balandligi aniqlanadi. So'ngra bu nuqtalar qog'ozga tushirilib uning yoniga balandlik qiymatlari yozib quyiladi. Relyefning bu usulda tasvirlanishi, kartadagi nuqtalarning baland-pastligini tez va oson aniqlashga imkon yaratadi, ammo relyefning bu usulda tasvirlanishida kartada yon bag'irlarining yo'nalishi, qiyaligi va shaklini aniqlash ancha qiyin bo'ladi. Shuning uchun bu usuldan faqat dengiz kartalarini tuzishda va dengiz chuqurliklarini aniqlashda foydalaniladi. Topografik kartada bu usuldan foydalanishda gorizontallar usuli bilan birgalikda olib boriladi.

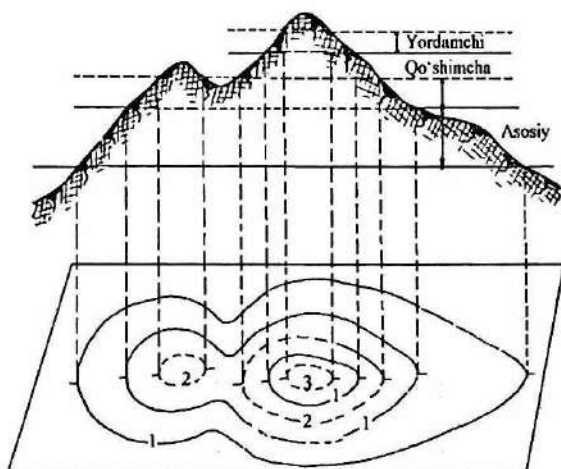
Relyefni gorizontallar bilan tasvirlash – topografik kartada relyef asosan gorizontallar bilan tasvirlanadi.

Gorizantal deb, bir xil balandlikka (otmetkaga) ega bo'lgan nuqtalarni tutashtiruvchi egri chiziqqa aytiladi.

Gorizontallarni hosil qilish quyidagicha bajarilishi mumkin. Faraz qilaylikki, bironta ko'l bo'lsin va uning o'rtasida konussimon quruqlik (balandlik) bo'lsin. Har safar ko'ldagi suv sathini pasaytirib, P-tekislikka uning gorizantal proyeksiyasini tushirib boramiz (4.6.–rasm), u holda P-tekisligida egri chiziqlar hosil bo'ladi, bu hosil bo'lgan egri chiziqlarga gorizontallar deyiladi.

Gorizontallarni qurishda quyidagi shartlarga rioya qilinadi:

1. Gorizontallar – yopiq yoki ochiq egri chiziqlardan iborat bo'lib, ular hech qachon bir-biri bilan kesishmaydi.



4.6-rasm

2. Gorizontallar oralig'ining katta yoki kichik bo'lishi yon bag'irlarning qiyaligini ko'rsatadi, masalan: gorizontallar zich joylashgan bo'lsa, qiyalikning tikligini, aksincha, qiyalik darajasining pastligini ko'rsatadi.

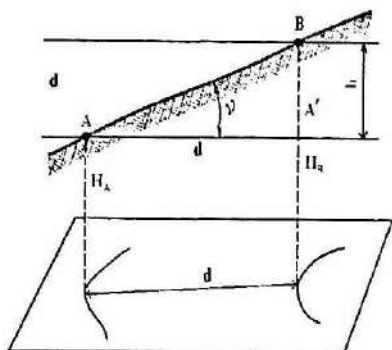
3. Gorizontallar oralig'i bilan qiyalikning bir-biriga bog'liq ekanligi.

Ikki gorizont tekislik orasidagi vertikal masofa *kesim balandligi* – h ; ikki nuqta orasidagi masofa, ya'ni: AA_1 ning gorizontaal proyeksiyasi esa, ya'ni – d , *gorizontallar oralig'i* deyiladi.

Yonbag'ir (AB) orasidagi burchakka, ya'ni: γ – *qiyalik burchagi* deyiladi (4.7.-rasm).

Bularning bir-biriga nisbatan munosabati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$h = tgv \text{ yoki } tgv = i = \frac{h}{a}. \quad (4.2)$$



4.7-rasm. bu yerda: d – gorizontallar oralig'i (m), h – kesim balandligi (m), v – qiyalik burchai (gradus)

Topografik kartalarning masshtabiga hamda relyefning murakkabligiga qarab, topografik kartalar uchun turli xil kesim balandliklari qabul qilingan.

Kesim balandligi-1, 2, 5 va 10 metr bo'ladi. Ayrim joylarning relyefini gorizon-tallar bilan to'liq ravishda ko'rsatish mumkin bo'lmasa, yordamchi gorizontalar o'tkaziladi va ular uzuq (punktir) chiziqlar bilan belgilanadi, ya'ni ular 0,25 va 0,50 m va hokazo bo'ladi.

Relyefni o'qish oson bo'lishi uchun har beshinchi gorizontali yo'g'on chiziq qilib chiziladi va gorizontallarga qiyalik yo'nalishini aniqlash uchun (qisqa chiziqlar) qo'yiladi. Bu qisqa chiziqlar qaysi tomonga yo'naltirilgan bo'lsa, qiyalik nishabligi o'sha tomonga yo'nalgan bo'ladi.

§4.6. Topografik karta va planlarning nomenklaturasi

Kartalarning masshtabi 1:1000000 dan mayda sharxli va 1:1000000 dan yirik-topografik turlarga bo'linadi. Masshtablari 1:1000000, 1:500000, 1:300000, 1:200000

bo'lgan kartalar sharxli-topografik kartalar deyilib, yirik masshtabli kartalar bo'yicha tuziladi.

Topografik kartalarni varag'larga ajratishga grafalash deyiladi va uni amalga oshirishga asos qilib 1:1000000 masshtabli karta varag'i qabul qilingan. Nomenklatura deb topografik kartalar ayrim varag'larini belgilash sistemasiga aytiladi. 1:1000000 masshtabli kartani tuzish uchun yer sirtining tasviri Grinvich meridianidan boshlab uzoqlik bo'yicha har 6^0 dan 60 ta ikki burchak (ustun)larga bo'linadi, ular arab raqamlari bilan 180^0 meridiandan boshlab sharqqa tomon belgilanadi (raqamlanadi). Agar raqamlash 0^0 dan boshlansa bunday ikki burchakliklar - zonalar deyiladi. Zonalar hisobi ustunlarnikidan 30 ga farq qiladi, masalan 34 ustun 14 zona. Yer sirti tasviri kenglik bo'yicha har 4^0 dan parallellar bilan ekvator dan shimolga va janubga lotin alifbosi bosh harflari bilan belgilanadigan qatorlarga bo'linadi (4.8.-rasm).



4.8-rasm. Yer sharining 6^0 dan 60 ta ikki burchak (ustun)larga bo'linishi

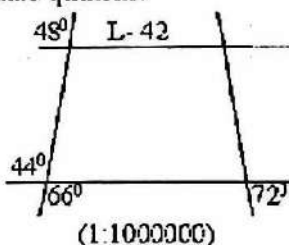
Bu kartaning varaqlari ekvator dan shimolga va janubga qarab 4^0 li o'tkazilgan parallel bilan hamda, Grinvich (bosh) meridianidan boshlab, har 6^0 dan o'tkazilgan meridianlar bilan chegaralangan bo'lib, 60 ta kolonnaga bo'linadi va arab raqamlari bilan 1 dan 60 gacha belgilanadi.

Yer yuzasini parallellar bilan bo'lish natijasida poyas (qator) lar hosil qilinadi va ular har bir yarim sharda 22 tadan

to'liq, 1 tadan yarim sharda qatorlar bo'yicha ekvatoridan shimol va janubga qarab lotin alifbosining bosh harflari bilan belgilanadi. Masalan: *A, B, C, ... U va V*. Yer yuzini meridianlar bilan bo'lish natijasida 60 ta kolonna (ustun) hosil bo'ladi. Ustunlar uzoqligi 180^0 bo'lgan meridiandan g'arbdan sharqqa qarab nomerlanadi (4.8.-rasm).

Shunday qilib *1: 1000000* masshtabdagi karta varag'ining nomenklaturasi shu varaq joylashgan qator belgisi va ustun nomeri yig'indisidan iboratdir.

Misol uchun, $B = 44^016'28''$; $L = 68^010'36''$; bo'lganda, turli masshtabdagi kartalarining nomenklaturasini aniqlash talab qilinsin?

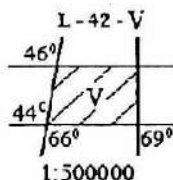
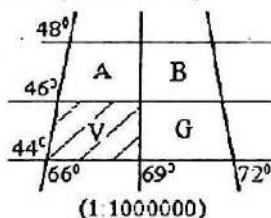


4.9-rasm

Qator va ustunlarning belgisi, hamda trapetsiya ramkasi burchaklarining geodezik koordinatalarini aniqlashda quyidagi 4.8-rasmdan foydalanamiz.

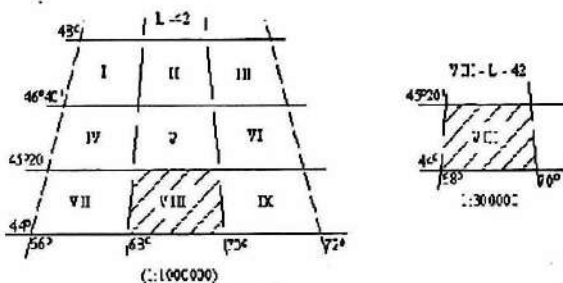
4.9.-rasmda *1:1000000* masshtabli kartaning varag'i ko'rsatilgan.

1:1000000 masshtabli kartaning bir varag'iga *1: 500000* masshtabli kartaning 4 ta varag'iga to'g'ri keladi, bu varaqalar rus alifbosining bosh *A, B, V va G* harflari bilan belgilanadi (4.10.-rasm).



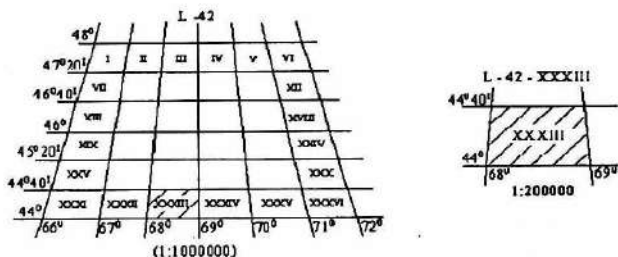
4.10-rasm.

1:1000000 masshtabli kartaning bir varag'iga rim raqamlari (I-IX) bilan belgila-nadigan va millionli varaqning nomenklaturasi oldiga yoziladigan 1:300000 masshtabli kartasining 9 ta varag'i to'g'ri keladi (4.11.-rasm).



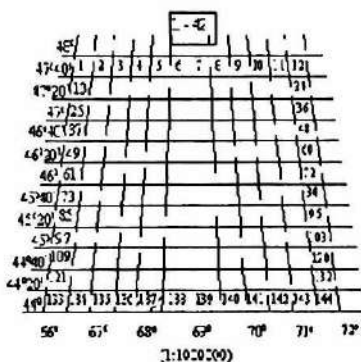
4.11-rasm

1:1000000 masshtabli kartani bir varag'iga rim raqamlari bilan belgilanadigan 1:200000 masshtabli kartasining 36 ta varag'i to'g'ri keladi (4.12.-rasm).



4.12-rasm

1:1000000 masshtabli kartaning bir varag'iga arab raqamlari bilan belgilanadigan 1:100000 masshtabli kartasining 144 varag'i to'g'ri keladi (4.13.-rasm).



4.13-rasm

1: 100000 masshtabli karta boshqa yirik masshtabli kartalar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Yuz mingli kartaning bir varag'i to'rtga bo'linsa, 1:50000 masshtabli karta hosil bo'ladi, ular rus alifbosining bosh harflari, ya'ni A, B, V, G lar bilan harflari belgilanadi.

1: 50000 masshtabli kartaning bir varag'i to'rtga bo'linsa, 1:25000 masshtabli karta hosil bo'ladi va ular a, b, v, g-harflari

1: 25000 masshtabli kartaning bir varag'i to'rtga bo'linsa, 1:10000 masshtabli karta hosil bo'ladi va ular 1, 2, 3, 4 sonlari bilan belgilanadi.

1:100000 masshtabli kartaning bir varag'i 256 ta bo'lakka bo'linsa, 1:5000 masshtabli plan hosil bo'ladi va ular 1 dan 256 gacha arab raqamlari bilan belgilanadi.

4.1-jadvalida 1: 1000000 dan 1: 10000 masshtabigacha bo'lgan karta varaqla-rining nomenklaturasi va o'lchamlari keltirilgan.

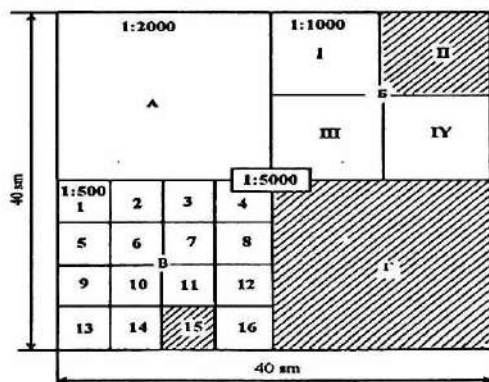
4.1-jadval.

Masshtablari	Varaq nomenklaturasi	O'lchamlari	
		kenglik bo'yicha	uzoqlik bo'yicha
1: 1000000	M-38	4°	6°

1: 500000	M-38-V	2°	3°
1: 200000	M-38-XXXI	40'	60'
1: 100000	M-38-73	20'	30'
1: 50000	M-38-113-B	10'	15'
1: 25000	M-38-113-B-b	5'	7'30"
1: 10000	M-38-113-B-b-2	2'30"	3'45"

1:2000 masshtabli planni hosil qilish uchun 1:5000 masshtabli planning bir varag'i 9 ta bo'lakka bo'linadi va ular rus alifbosining a, b, v, g, d, ye, j, z, i harflari bilan belgilanadi. 1:2000 masshtabli planning bir varag'i 4 ta, 1:1000 masshtabli plan to'g'ri keladi va ular Rim raqamlari, yani: I, II, III, IV bilan belgilanadi, yoki 16 ta 1:500 masshtabli plan to'g'ri keladi, ular 1, 2, 3, 4, ...16 gacha bo'lgan arab raqamlari bilan belgilanadi (4.14.-rasm).

Ushbu qo'llanmaga muvofiq 20 km² dan kichik maydonli uchastkalarining topografik planlarini hosil qilish uchun to'g'ri burchakli bo'lish qabul qilingan. Bunday bo'lishning asosi qilib masshtabi 1:5000 o'lchamli 40x40 sm bo'lgan ramkali planshet qabul qilingan, ular arab raqamlari bilan belgilanadi. Bu planshetga 4 ta varaq 1:2000 masshtabli plan joylashadi va ular rus alifbosi bilan, ya'ni: A, B, B, Γ deb belgilanadi (4.14.-rasm).



4.14-rasm

1:2000 masshtabli planning bir varag'iga 4 ta varaq 1: 1000 masshtabli topografik plan to'g'ri keladi, ular I, II, III, IV deb rim raqamlari bilan belgilanadi va 16 ta varaq 1: 500 masshtabli topografik plan to'g'ri keladi, ular 1, 2, 3, 4,...16 deb, arab raqamlari bilan belgilanadi (4.14.-rasm).

1:5000 dan 1:500 masshtabli topografik planlarning nomenklaturasi va o'lcham-lari 4.2-jadvalda keltirilgan.

IV.2-jadval.

Masshtabi	Planshet nomenklaturasi	Ramka o'lchami, (sm)
1: 5000	4	40 x 40
1: 2000	4-B	50 x 50
1: 1000	4-B-II	50 x 50
1: 500	4-B-15	50 x 50

§4.7. Topografik karta va planlarda maydon yuzasini o'lchash

Topografik karta va planlarda maydonlarning yuzasi analitik, geometrik va mexanik usullarida aniqlanadi.

1. Analitik usul. 4.15.-rasmda berilgan yopiq poligon ABCD, ya'ni to'rtburchak uchlarining to'g'ri burchakli koordinatalari bo'yicha, yopiq poligon yuzasini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$S_{ABCD} = S_{ABba} + S_{BCdb} - S_{CdcD} - S_{DcaA} \quad (4.3)$$

(4.3) formulani n ta burchakli poligon uchun qo'llasak, u holda bu formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

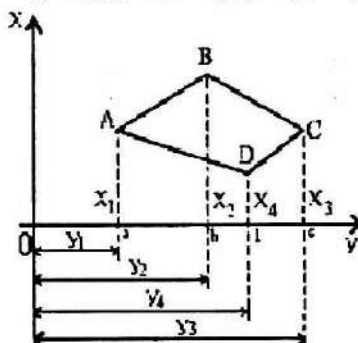
Bundan
$$2S = \sum_{i=1}^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}), \quad (4.6)$$

$$2S = \sum_{i=1}^n Y_i(X_{i+1} - X_{i-1}). \quad (4.7)$$

$$2S = (X_1 - X_2)(Y_2 - Y_1) + (X_2 + X_3)(Y_3 - Y_2) - (X_3 + X_4)(Y_4 - Y_3) - (X_4 + X_1)(Y_1 - Y_4). \quad (4.4)$$

(4.3) formulani ochib chiqilsa, quyidagi ifodani olamiz:

$$2S = X_1(Y_2 - Y_4) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_4 - Y_2) + X_4(Y_1 - Y_3); \quad (4.5)$$

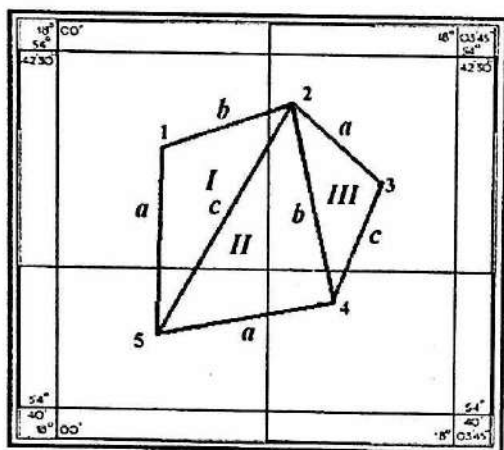


4.15-rasm

Bunday usul bilan maydon yuzasini topish aniqligi koordinatalarni topish aniqligiga bog'liqdir. Agar burchaklarni o'lchash aniqligi $\pm 1''$ va masofa 1: 2000 masshtabda aniqlangan bo'lsa, maydon yuzasini aniqlash xatosi 1:500 ga yaqin bo'ladi.

2. Geometrik usul. Bu usulda maydoni aniqlanayotgan shakl oddiy geometrik shakllarga bo'linadi, ko'pchilik holda uchburchaklarga. Uchburchak yuzasini ikki martadan hisoblab topish mumkin. Bu bilan maydon to'g'ri hisoblanganligi tekshiriladi. Uchburchakni kerakli tomonlari

xaritada (planda) o'lchanib, geometrik formulalardan foydalanib shakl maydoni aniqlanadi (4.16.-rasm).



4.16-rasm

Geron formulasi orqali uchburchaklarni yuzini hisoblash:

$$p = \frac{a+b+c}{2},$$

$$S_{1,2,3} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3.$$

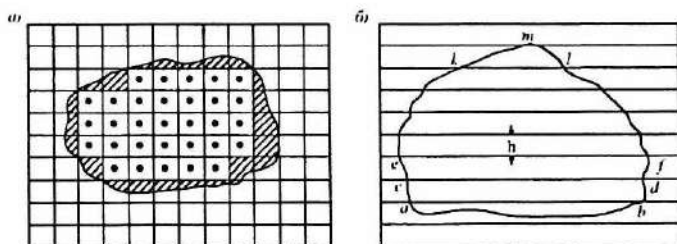
Hisoblab topilgan maydonlar farqi quyidagidan oshmasligi kerak:

$$[S_1 - S_1'] \leq \Delta S_{\text{чекну}} = 0.04 \sqrt{S} \frac{M}{10000},$$

bunda S- hisoblab topilgan maydonini o'rtacha qiymati geklarda; M - masshtab maxraji.

3. Grafik-paletka usuli. Paletka shaffof (qog'oz, oyna, plastik) materialga chizilgan kvadrat to'ridan yoki oralarining kengligi bir xil bo'lgan parallel chiziqlar sistemasidan iborat bo'ladi (4.17.-rasm).

Maydon o'lchashda paletka maydoni o'lchanayotgan shakl (kontur) ustiga qo'yiladi va kontur ichiga to'g'ri kelgan kataklar sanaladi, to'liq bo'lmagan kataklar esa ko'z bilan chamalab bir biriga qo'shib to'liq kvadratlarga aylantiriladi (4.17.a-rasm).



4.17-rasm

Yuzani aniqlash uchun 1 ta katakni maydoni S_m masshtabga muvofiq aniqlanib, kataklarning umumiy soni n ga ko'paytiriladi:

$$S = S_m n \quad (4.8)$$

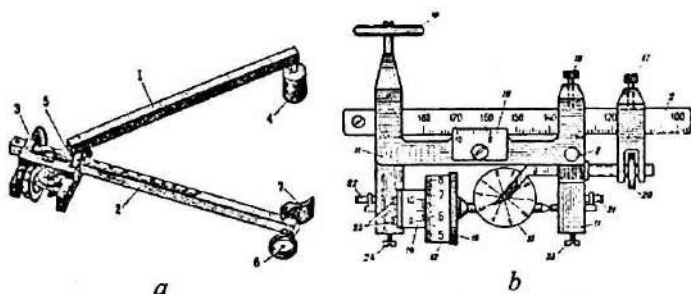
Parallel chiziqli paletkadan foydalanilganda shaklni kesib o'tgan parallel chiziqlar uzunligi shakl ichki chegarasida o'lchanadi va parallel chiziqlar oralig'iga ko'paytiriladi (4.17.b-rasm)

$$S = h(ab + cd + ef + \dots + kl).$$

4. Mexanik usul. Mexanik usulda karta yoki planda yer maydonlarining yuzalari ko'pincha planimetr yordamida aniqlanadi.

Planimetr chiziqli va qutbli bo'ladi. Qutbli planimetrlar ko'proq qo'llaniladi. U ikki richagdan-qutb richagi (1),

aylantirish richagi (2) va karetk (sanoq olish mexanizimi) (3) dan tashkil topgan (4.16.-rasm).



4.18-rasm. Qutbli planimetr III-M ning tuzilishi:

1—qutb richagi; 2—aylantirish richagi; 3—karetk; 4—yuk; 5—shtift; 6—aylantirish indeksi (nuqtasi); 7—dastasi; 8—teshikcha; 9—ko'rsatkich; 10—sterjen; 11—aylantirish richagidagi karetk; 12—hisoblash g'ildiragi; 13—sanoq olish barabani; 14—vernier; 15, 16—g'ildirak; 17, 18—vintlar; 19—aylantirish richagidagi vernier; 20—mikrometr vint; 21, 22—tuzatgich vintlar; 23, 24—mahkamlash vintlari; 25—vintlar.

Qutb richagining bir uchida ignali yukcha (4) mahkamlangan bo'lib, igna qutb xizmatini bajaradi va o'lchash oldidan qog'ozga qadaladi. Ikkinchi uchida sharsimon boshli shtift (5) joylashgan bo'lib, u aylantirish richagidagi karetkaning teshikchasi (8) ga kirgizilib qo'yiladi (4.18.a.-rasm). Aylantirish richagining bir uchiga ayla-nuvchi indeks (6), va dasta (7) ishlangan. Aylantirish indeksi (nuqtasi) planimetrning tayanch nuqtasi bo'lib, aylantirish nuqtasi aniqlanadigan kontur chegarasi bo'yicha yurg'iziladi.

Hisoblash mexanizmi (4.18.b.-rasm) hisoblash g'ildiragi (12), hisoblash g'ildi-ragining to'la aylanishini sanoq olish barabani (13) dan iborat. Hisoblash g'ildira-gidan sanoq verner (14) yordamida olinadi. Kontur

chegarasi bo'yicha yuritilganda hisoblash g'ildiragining tayanch g'ildiragi (15), g'ildirak (16) aylanadilar yoki surila-dilar. Ular aylantirish indeksi (nuqtasi) (6) bilan planimetrning uchta tayanch nuqta-sini tashkil etadilar.

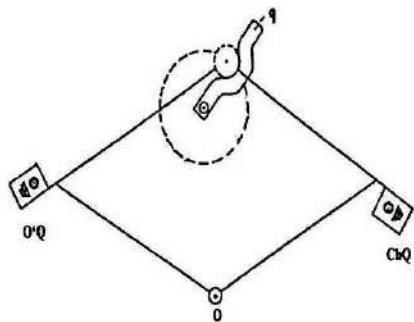
Hisoblash g'ildiragi (12) ning aylanasi (4.18.b-rasm) 100 ta teng bo'lakka bo'lingan. Ularning har bir bo'lagi planimetrning 10 bo'lagini o'z ichiga oladi. Hisoblash g'ildiragining har o'ninchi shtrixiga bo'lak qiymatini ko'rsatuvchi 1, 2, ..., 9 sonlari yozilgan. Planimetrdan olinadigan sanoq hamisha to'rtta raqamdan iborat bo'ladi. Birinchi raqam sanoq olish barabani (13) ni ko'rsatkichga nisbatan joylashgan kichik raqam, ikkinchi va uchinchi raqamlar verner (14) ko'rsatkichi (vernerning nol shtrixi)ga nisbatan hisoblash g'ildiragidan olinadigan raqamlar (yuzli va o'nli bo'laklar), to'rtinchi raqam esa verner tutashgan shtrixning nomeri. 4.18.b-rasmda hisoblash mexanizmidagi sanoq-3584.

Planimetrni tekshirish va tuzatish. Ish boshlashdan oldin hamma geodezik asboblarning singari planimetr ham tekshirilib, zarur hollarda tuzatilib olinadi. Buning uchun:

1. *Hisoblash g'ildiragi o'z o'qida erkin va tebranmay aylanishi kerak.* Bu shartni tekshirish uchun barmoq bilan g'ildirakni aylantiriladi: inersiya tufayli u bir necha sekund aylanishi kerak. Agar shart bajarilmasa, bunga erishish uchun (23) va (24) vintlarni bo'shatib, (21) va (22) vintlar (4.18.b-rasm) orqali to'g'rilanadi, tekshirish takrorlanadi;

2. *Hisob g'ildiragining gardishiga tushirilgan rifelli shtrixlar yo'nalishi aylantirish richagining o'qiga parallel bo'lishi kerak.*

Tekshirish uchun qutb nuqtasi o'zgartirilmasdan biron shakl, masalan doira chegarasi ikki qutb holatida: o'ng qutb ($O'Q$) va chap qutb (ChQ) da aylantirilib chiqiladi (4.19.-rasm).



4.19-rasm

Aylantirish xatosining ta'sirini kamaytirish uchun ma'lum radiusli maxsus ignali chizg'ichdan foydalaniladi. Aylantirishda planimetrning shkala richagi orasidagi burchak o'tkir (90^0 dan kichik) bo'lishi kerak. Qutbning o'ng va chap holatida olingan sanoqlar ayirmalari $\Delta U_{o'ng}$ va ΔU_{chap} bir-biridan uch bo'lakdan ortiq farq qilinmasligi kerak.

Agar bu shart bajrilmasa, hisob g'ildiragi gardishidagi rifelli shtrixlar yo'nalishining holati tuzatgich vint yordamida to'g'rilanadi. Shundan keyin tekshirish yana takrorlanishi kerak.

3. Planimetrning bo'lak qiymatini aniqlash va qulay songa keltirish.

Planimetrning bo'lak qiymati deb, planimetrning kichik bir bo'lagiga (verner bo'lagiga) planda yoki joyda to'g'ri keladigan "S" yuzaga aytiladi.

Planimetrning bo'lak qiymati C ma'lum bo'lsa, shakl yuzasi P quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$P = C \cdot \Delta U,$$

bu yerda, ΔU —planimetrdan aylantirish boshidan va oxirida olingan sanoqlar ayirmasi; C —planimetr bo'lagining qiymati.

Planimetr bo'lagining qiymati C quyidagi ifodadan topiladi:

$$C = \frac{R_H}{\Delta U}, \quad (4.9)$$

bu yerda, R_H planda tanlab olingan geometrik shakl (kvadrat, doira va x.k.)ning ma'lum yuzasi.

Amalda planimetr bo'lagining qiymati C ni topish uchun planda yuzasi ma'lum bo'lgan shakl, masalan, kvadrat tanlab olinib, uning chegarasi bo'yicha aylantirish nuqtasi qutbning $O'Q$ va ChQ holatlarida ikki martadan aylantirilib chiqiladi. Bunda aylantirish richagining uzunligi aniqlangan bo'lib, o'zgarmay turishi kerak. Sanoqlar va hisoblashlar maxsus jadvalda bajariladi (4.3-jadval).

Plandagi shakllar yuzasini hisoblash qulay bo'lishi uchun planimetr bo'lagining qiymatini yaxlit songa keltirib olish kerak. Agar misoldagi planimetr bo'lagining qiymatini $C_1 = 0,09522$ ga va unga mos richag uzunligini $R_1 = 163,5$ deb olsak, planimetr bo'lagining qiymati yaxlit son $C_2 = 0,1$ bo'lishi uchun richagi uzunligi R_2 ning qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_2 = \frac{C_2}{C_1} \cdot R_1 = \frac{0,1}{0,09522} \cdot 163,5 = 171,7,;$$

Endi aylantirish richagining uzunligini R_2 qiymatiga keltirilib, planimetrning bo'lak qiymatini yana qaytadan aniqlab ko'riladi.

4.3-jadval.

Planimetr bo'lak qiymatini aniqlash. Planimetr IIII-M №1410; $R = 163,5$, $P_N = 300$ ga.

Sanoqlar r	Sanoqlar ayirmas	Sanoqlar ayirmasining o'rtachasi, ΔU_{sp}	Bo'laklar soni, ΔU	Planimetr bo'lagining qiymati, $C = \frac{P_H}{\Delta U}$
U_1	i			
U_2	$U_2 - U_1$			
U_3	$U_3 - U_2$			

2516				
5668	3152	O'ng qutb		
8818	3150	(O'Q)		
		3151	3150,5	$C = \frac{300}{3150.5} =$
8411				$= 0.09522 \text{ ga}$
5260	3151			
2111	3149	Chap qutb		
		(ChQ)		
		3150		

4. *Planimetr bilan ishlash tartibi.* Planimetr yordamida yuzalarni hisoblashda yaxshi natijalarga erishish uchun quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Ishlatiladigan stol yoki taxtani sirti tekis bo'lishi kerak. Agar ikki qattiq asosga (alyuminiy, fanera) kleylanmagan bo'lsa, unda uni tekis yoyib knopkalar bilan stolga mahkamlash kerak;

2. Planimetrning qutbini shunday joylashtirish kerakki, shakllar aylantirib chiqilayotganda richaglar orasidagi burchak 30^0 kichik, 150^0 dan katta bo'lmashligi va sanoq olish mexanizmi plandan tashqariga chiqmasligi kerak;

3. Planimetrning aylana indeksini shakllarning chegarasi bo'yicha bir xil tezlikda asta-sekin yurg'izish kerak. To'g'ri chiziqli chegaralarni aylantirishda chizg'ich qo'llanmasligi kerak, chunki u sistematik xatoliklarga, yo'l qo'yishga olib keladi;

4. Shakl chegarasida boshlang'ich nuqta belgilab olinib, aylantirish indeksi shu nuqtaga qo'yiladi va sanoq U_1 olinadi. Keyin shakl chegarasi bo'ylab aylantirish indeksi tekis, bir tezlikda soat mili yo'nalishi bo'yicha yurg'izilib, boshlang'ich nuqtaga qaytib kelinganda, U_2 sanog'i olinadi. Keyin yana ikkinchi marta aylantirilib, boshlang'ich nuqtaga kelganda, U_3 sanog'i olinadi. Sanoqlar ayirmasi $U_2 - U_1$, $U_3 - U_2$ teng yoki farqi:

- shakl yuzasi 200 bo'lakkacha bo'lganda 2 dan;
- shakl yuzasi 200 bo'lakdan 2000 bo'lakkacha bo'lganda 3 dan;
- shakl yuzasi 2000 bo'lakdan ortiq bo'lganda 4 dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Sanoqlar ayirmalari ushbu shartni qanoatlantirsa, ayirmalarning o'rtacha qiymati hisoblanadi. Aks holda hisoblash qayta bajariladi.

5. *Planimetr bilan yuza hisoblash aniqligi.* Planimetr bilan yuza hisoblashga planimetr o'zgarmas miqdorlarini aniqlash, hisoblash g'ildiragidan sanoq olish, aylanuvchi shpilni konturdagi tanlangan nuqta bilan o'lchash boshida va oxirida tutashtirishdagi xatolar ta'sir etadi.

Yuza hisoblash aniqligi o'lchanadigan yuzaning kattaligiga, uchastka shakliga, planimetrni uchastkaga nisbatan o'rnatilishiga, plan masshtabi va qog'oz sifatiga bog'liq.

Planimetr bilan o'lchangan n ta uchastka yuzasining yig'indisidagi yo'l qo'yarli xato lim f_p , agar ularning umumiy yuzasi P ga teng uchastka ichida joylashgan bo'lsa, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lim f_p \leq \pm \left(0.7C\sqrt{n} + 0.05 \frac{M}{10000} \sqrt{P} \right);$$

bu yerda: C -planimetr bo'lagining nisbiy qiymati; n -konturlar soni; M -plan sonly masshtabining maxraji; P -gektar hisobidagi uchastka yuzasi.

Qulay sharoitda, chekli nisbiy xato $\frac{1}{300}$ ga yaqin bo'ladi. Umuman planimetr bilan yuza aniqlash nisbiy xatosi har qanday sharoitda ham o'lchangan biron-bir yuzaning 1: 200 dan oshmasligi kerak.

Maydon yuzasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S = C' (n - n_0); \quad (4.10) \text{ yoki}$$

$$S = C^*(n - n_0) + Q; \quad (4.11)$$

bu yerda: Q -planimetrning doimiy qiymati.

Agar planimetrning qutbi aylantirilayotgan uchastka-ni tashqarisida joylashgan bo'lsa, 4.10-formula, qutb uchastka ichida joylashgan bo'lsa, 4.11-formula ishlatiladi.

Planimetrning doimiyligi- Q quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = \frac{S}{C} - n'; \quad (4.12)$$

bu yerda: S -uchastkaning o'zgarmas maydoni;

C -planimetr bir bo'lagining qiymati, $n' = n - n_0$ ma'lum bo'lishi kerak.

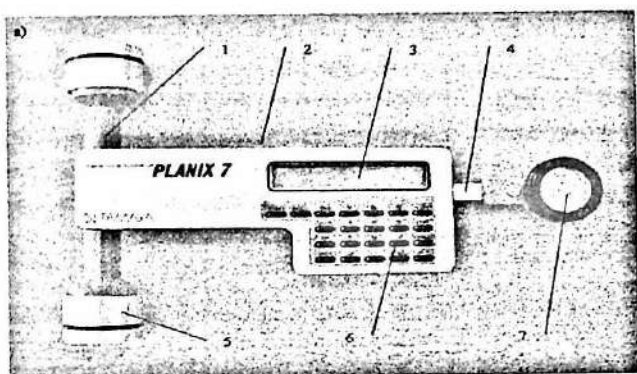
Aylantirish richagi bo'ylab sanoq olish mexanizmini surish yo'li bilan planimetr bir bo'lagining qiymati C ni o'zgartirish mumkin. Misol uchun, planimetr bir bo'lagining qiymati qandaydir C_0 qiymatiga teng bo'lsa, u holda bunga richag uzunligi R_0 to'g'ri kelsin, shunda:

$$R_0 = \frac{C_0}{C} R; \quad (4.13)$$

Planimetr bilan maydon yuzasini topish aniqligi $1:300$ nisbiy xato atrofida bo'ladi.

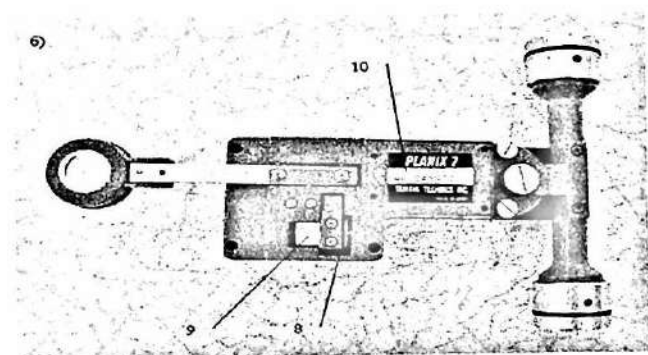
Elektron planimetr. Elektron qutbiy planimetri elektron hisoblash tuzilma va suyuq kristall displeyga ega bo'lib, uning g'ildirakchasi ikkita yuqori firiksion parrakchalar orqali harakatlanadi, yumalash yo'nalishida siljish o'lchanadi.

Elektron g'ildirakchali planimetr-digitayzer yordamida, yuzani o'lchashdan tashqari, nuqta koordinatalarini olish va bir qancha masalalar yechiladi: aylana radiusini yoy uzunligi, segment yuzasi va boshqalarni aniqlash ishlari bajariladi. Standart interfrete orqali kompyuter bilan aloqada bo'lishi mumkin.



4.19-rasm. Planix 7 elektron planimetrining oldi tomonidan ko'rinishi.

Kursorni burilish shtangasi, maydon konturi bo'ylab siljiydi, siljish ko'ndalang yo'nalishda o'lchanadi. Hisoblash qurilmasi o'lchanayotgan yuzani hisoblab chiqadi va displeyda uning qiymati paydo bo'ladi.



4.20-rasm. Planix 7 elektron planimetrining orqa tomonidan ko'rinishi. G'ildirakli mexanizm; 2-raz'yom; 3-ekran; 4-trasser dastasi; 5-roluk; 6-tugmalar; 7-trasser linzasi; 8-g'ildirak; 9-bosh qism; 10-batareyka.

Qutbli planimetr yordamida masshtabi. 1:10000 bo'lgan kartadagi maydon yuzasini aniqlash.

Berilgan maydon yuzasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S = P_{pl} (n_{i+1} - n_i)_{o'rt} \quad (4.14)$$

bu yerda: P_{pl} -planimetr bir bo'lagining qiymati, u quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{pl} = S_{\square} / n'_i \text{ o'rt.} \quad (4.15)$$

bu yerda: n'_2 va n'_1 lar planimetrni aylantirishdan oldingi va keyingi sanoqlar.

$S_{\square}$ -ma'lum masshtabli kartadagi kontur yuzasi.

Maydon yuzasini o'lchash aniqligini oshirish maqsadida planimetrdan kamida olti martadan sanoq olinishi kerak (topokartadagi berilgan topshiriqqa asosan).

<i>T/r</i>	<i>Maydoni ma'lum bo'lgan kvadratda n olingan sanoqlar, n'_i</i>	<i>Sanoqla r farqi, ($n'_{i+1} - n'_i$)</i>	<i>Aniqlanishi lozim maydondan olingan sanoqlar, n_i</i>	<i>Sanoqla r farqi, ($n_{i+1} - n_i$)</i>	
¹	$n'_0 = 0000$		$n_0 = 1730$		
		1432		343	
²	$n'_1 = 1432$		$n_1 = 2073$		
		1428		372	
³	$n'_2 = 2860$		$n_2 = 2445$		
		1434		373	
⁴	$n'_3 = 4294$		$n_3 = 2818$		
		1426		374	
⁵	$n'_4 = 5720$		$n_4 = 3196$		
		1438		329	
⁶	$n'_5 = 7158$		$n_5 = 3521$		
		1422		359	
⁷	$n'_6 = 8580$		$n_6 = 3875$		
		$n'_{i \circ r} = 1430$		$(n_{i+1} - n_i)_{o'rt} = 357$	

Maydoni ma'lum bo'lgan kvadrat sifatida masshtabi 1:10 000 bo'lgan kartaning kilometrlar to'rini olamiz. Karta masshtabi. 1:10000 bo'lsa kilometrlar to'rini kartadagi o'lchami 10x10 sm? joydagi yuzasi esa $S_{\square} = 1000m \times 1000m = 1000000 m^2$ bo'ladi.

Planimetrning bir bo'lak qiymatini hisoblaymiz

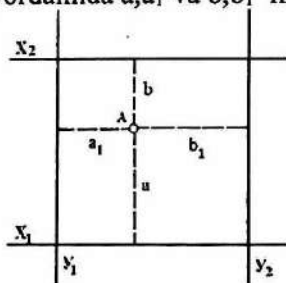
$$P_{pl} = S_{\square} / n'_{i \circ r} = 1000000 / 1430 = 699,3 m^2.$$

Berilgan maydon yuzasini aniqlash uchun aniqlanishi lozim maydondan olingan o'rtacha sanoq planimetrning bir bo'lak qiymatiga ko'paytiramiz

$$S = P_{pl} (n_{i+1} - n_i)_{ort} = 699,3 \times 357 = 2496502,34 \text{ m}^2 = 24,97 \text{ ga.}$$

§4.8. Topografik karta va planlarda masalalar yechish

1. Nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalarini aniqlash. Aytaylik, A nuqta (4.21-rasm) absissa va ordinatalari x_1, x_2 va y_1, y_2 bo'lgan kvadratda joylashgan bo'lsin. Koordinata o'qlariga A nuqtadan parallel chiziqlar o'tkazib, o'lchagich sirkuli va masshtab chizg'ichi yordamida a, a_1 va b, b_1 ni o'lchab topamiz.



4.21-rasm

$$X_A = x_1 + \frac{\Delta x}{a + b} a = x_2 - \frac{\Delta x}{a + b} b ;$$

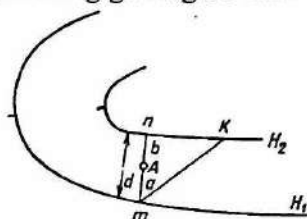
(4.16)

$$Y_A = y_1 + \frac{\Delta y}{a_1 + b_1} a_1 = y_2 - \frac{\Delta y}{a_1 + b_1} b_1$$

; (4.17)

bu yerda: $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$

2. Nuqta balandligini aniqlash. Agar nuqta gorizontall ustida yotgan bo'lsa, uning balandligi shu gorizontalning balandligiga teng bo'ladi.



4.22-rasm.

Misol uchun, nuqta balandliklari H_1 va H_2 gorizontallar oralig'ida yotgan bo'lsin (4.22.-rasm), u holda $H_1 < H_2$.

A nuqta ustidan gorizontallar oralig'ida qisqa masofa (kesma) o'tkaziladi va

o'lhagich sirkul va masshtab chizg'ichi yordamida, a va b masofalar o'lchanib topiladi:

$$H_A = H_1 + \frac{h}{d}a = H_2 - \frac{h}{d}b; \quad (4.18)$$

3. Chiziq nishabligini aniqlash. Ikki A va B nuqtalar oralig'idagi gorizontaal masofa d hamda ularning balandliklari H_A va H_B ma'lum bo'lsin (4.23.-rasm). Shunda A va B nuqtalarini tutashtiruvchi chiziqning nishabligini quyidagi-cha aniqlash mumkin:

$$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{d}; \quad (4.19)$$

BA chizig'ining nishabligi quyidagicha aniqlanadi.

$$i_{BA} = \frac{H_A - H_B}{d}; \quad (4.20)$$

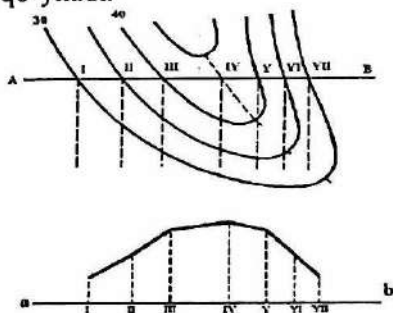
Eslatma. Chiziq nishabliklarining i_{AB} va i_{BA} absolyut qiymatlari teskari ishora bilan bir-biriga teng bo'ladi.

4. Gorizontaal (qo'yilish) masofasini aniqlash. Karta yoki planda oraliq masofasi no'malum bo'lgan A va B nuqtalari berilgan bo'lsin. Karta yoki planning masshtabini bilgan holda A va B nuqtalar orasidagi masofani o'lhagich sirkul va masshtab chizg'ichi yordamida aniqlash mumkin. A va B nuqtalar orasidagi masofani yuqori aniqlik bilan topish uchun yesa nuqtalarning koordinatalari orqali teskari geodezik masalani yechish orqali aniqlanadi. Buning uchun A va B nuqtalarining koordinatalarini hamda AB yo'nalishining direksion burchaklari aniqlanadi. So'ngra A va B nuqtalar orasidagi gorizontaal masofa quyidagi yordamida topiladi:

$$d_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y_{AB}}{\sin \alpha_{AB}}, \quad (4.21)$$

bu yerda Δx_{AB} va Δy_{AB} - A va B nuqtalarining abscissa va ordinata qiymatlarining ayirmasi; α_{AB} - A va B nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqlarning direksion burchagi.

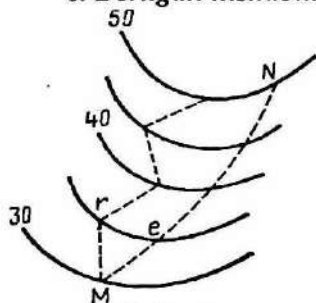
5. Gorizontallar orqali joyning profilini tuzish. Misol uchun, AB yo'nalishning profilini tuzish kerak bo'lsin (4.23.-rasm). Buning uchun qog'oz varag'ida ab to'g'ri chizig'i o'tkaziladi va bu chiziqda AB yo'nalishdagi gorizontallar oralig'idagi maso-falar I-II, II-III, ... va hokazolar belgila-nadi. To'g'ri chiziq- ab da belgilangan nuqtalardan perpendikulyar chiziqlar o'tkaziladi va taqribiy masshtabda I, II, ..., VII nuqtalarning balandliklari qo'yiladi.



4.23-rasm

Perpendikulyar uchi to'g'ri chiziq bilan tutashtirilsa, joydagi AB yo'nalishning profili hosil bo'ladi. Profilni tuzish uchun gorizontalar masshtabga nisbatan vertikal masshtab o'n barobar yirik olinadi.

6. Berilgan nishablik bo'yicha chiziq o'tkazish.



4.24-rasm

Aytaylik, M va N nuqtalarining oralig'ida qisqa masofani shunday o'tkazish kerak bo'lsinki, uning nishabligi uchastkalarda berilgan nishablik i_0 dan katta bo'lmasin (4.24.-rasm).

Buning uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$d = \frac{h}{i}; \quad (4.22)$$

(4.22) formuladagi h ning o'rniga berilgan karta yoki plandagi relyef kesim balandligi h , nishabligi i ning o'rniga i_0 qo'yilsa, gorizontallar orasidagi eng qisqa masofa- d topiladi, bu masofa nishablik i_0 ga mos tushadi.

O'lgach sirkul bilan karta yoki plan masshtabi asosida masofa - d olinadi, bu radius bilan M nuqtadan turib keyingi gorizontallardagi " r " va " e " nuqtalari belgilanadi. Topilgan bu nuqtalardan o'sha radius bilan keyingi gorizontaldagi nuqtalar aniqlanadi va hokazo. Demak, masalani yechishda ikkita variant olinadi. Yo'nalish bo'yicha M , e va N nuqtalari oralig'i qisqa bo'lganligi uchun izlanayotgan masofa deb qabul qilinadi (4.24.-rasm).

5-BOB. O'LCHASH XATOLARI

§5.1. O'lchashlar va o'lchash xatolarining turlari

Geodezik ishlarni bajarishning asosiy qismi o'lchashlardan iboratdir. O'lchashlar asosan bevosita va bilvosita o'lchashlariga bo'linadi.

Bevosita o'lchashda o'lchov birligi hisoblanuvchi asbob o'lchanayotgan obyektga taqqoslanadi. Masalan, joyda masofani po'lat lenta bilan o'lchash, gorizontaal burchakni teodolit bilan o'lchash, karta yoki planda ikki nuqta orasidagi masofani chizg'ich bilan, qog'ozda tutash chiziqlar orasidagi gorizontaal burchakni transportir bilan o'lchash bevosita o'lchash bo'lib hisoblanadi [5].

Bilvosita o'lchashda obyekt bevosita o'lchanmasdan balki uning kattaligi boshqa o'lchash natijalaridan foydalanib aniqlanadi. Masalan, aylananing radiusi ma'lum bo'lganda, aylananing uzunligini $L=2\pi R$ formulasidan foydalanib aniqlash mumkin.

Har qanday o'lchashlar 5 ta faktor asosida bajariladi, jumladan:

1. O'lchanadigan obyekt;
2. Kuzatuvchi;
3. O'lchash asbobi;
4. O'lchash metodi-o'lchash paytida qo'llaniladigan asosiy qoidalar majmuasi;
5. O'lchash paytidagi tashqi muhit.

Agar o'lchash paytida 5 ta faktorga ham amal qilinsa, ya'ni bir xil malakali ishchilarning bir xil sharoitda, bir xildagi aniq asbob bilan teng marta o'lchanishi, teng aniqlik o'lchash deyiladi.

O'lchash jarayonida bir xil sharoit bo'lmasdan o'lchansa, ya'ni 5 ta faktordan birontasi o'zgarsa, masalan, kuzatuvchilar har xil malakali bo'lsa, bunday o'lchashga teng aniqsiz o'lchash deyiladi.

Keltirilgan faktorlarning har qaysisi o'lchash paytida bir qator elementar xatoliklarini keltirib chiqaradi. Elementar xatoliklarning yig'indisi o'lchash natijalarining xatosini tashkil qiladi, shuning uchun o'lchash natijalari hech qachon o'lchanayotgan obyektning haqiqiy qiymatiga to'g'ri kelmaydi. Shunday ekan, o'lchash xatolari kelib chiqish sabablariga ko'ra, qo'pol, sistematik va tasodifiy xatoliklariga bo'linadi.

Qo'pol xato asosan o'lchash asbobidan sanoqni noto'g'ri olish, o'lchash ishini bajarayotgan kishining parisonxotirligidan yoki noto'g'ri sanoq olishidan, charchaganlik hamda ishga beparvolik bilan yondashishidan kelib chiqadi. Masalan, bir obyekt o'rniga boshqasini o'lchab qo'yish, noto'g'ri yozish, hisoblash ishlarida yanglishishlar qo'pol xatoga misol bo'la oladi. Qo'pol xatoga yo'l qo'ymaslik uchun, odatda o'lchash va hisoblash ishlar qayta bajariladi.

Sistematik xato biror obyektни bir necha marta o'lchashda doimo bir xil ishora va bir xil qiymatda takrorlanadigan xatodir. Sistematik xatoning kelib chiqishiga o'lchash asbobi uzunligining xatosi, nivelir vizir o'qining gorizontal bo'lmasligi, kuzatuvchining shaxsiy xatosi va boshqalar misol bo'lishi mumkin. Bunday xatolar aniqlanishi, o'rganilishi va olingan natijalarga tegishli tuzatish kiritish yo'li bilan o'lchash natijalarini sistematik xatodan, iloji boricha holi bo'lishi zarur.

Tasodifiy xato bu o'lchash natijalaridagi qo'pol va sistematik xatolarning yo'qotilishidan keyingi xatodir. O'lchash paytida tasodifiy xatolar bo'lishi muqarrar bo'lib, o'lchash paytida uni e'tiborga olib bo'lmaydi. O'lchash

xatolari nazariyasi-ning asosiy vazifalaridan biri tasodifiy xatolarning kelib chiqish qonunini o'rganib chiqib, uning o'lchash natijalariga bo'lgan ta'sirini kamaytirishdan iboratdir.

O'lchash xatolarini hisoblash xarakteriga qarab chiqadigan xatolar *haqiqiy* va *ehtimoliy* xatoliklariga bo'linadi.

O'lchanadigan obyektning o'lchab topilgan qiymati bilan haqiqiy qiymati orasidagi farq o'lchash xatosi bo'lib, unga *haqiqiy xato* deyiladi.

Yopiq teodolit va nivelir yo'lidagi burchak, masofa va balandlik xatoliklari haqiqiy xatolarga kiradi. Bunga yopiq teodolit yo'lidagi burchak o'lchash xatosi, yopiq nivelir yoki taxeometr yo'lidagi nisbiy balandlikni aniqlash xatolari kiradi.

Triangulyasiya shaxobchasida esa uchburchakga qo'yilgan burchak xatosi haqiqiy xatoga kiradi. Haqiqiy xato quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta = l-x; \quad (5.1)$$

bu yerda: l – o'lchangan qiymatlar, x – obyektning haqiqiy qiymati.

Ehtimoliy xato deb o'lchash natijalari bilan ularning arifmetik o'rta miqdori orasidagi farqqa aytiladi.

Har qanday o'lchashning, ya'ni: burchak, masofa yoki nisbiy balandlik o'lchami bo'lsin, agar ularning har qaysisi ko'p marotaba o'lchangan bo'lsa, uning ehtimoliy xatosi quyidagi formula yordamida aniqlanadi, ya'ni:

$$v = l_t - L \quad (5.2)$$

bu yerda L o'lchanga natijalarning arifmetik o'rta miqdori.

Haqiqiy va ehtimoliy xatolar asosan sistematik va tasodifiy xatolardan tashkil topadi. Ba'zi hollarda bunda qo'pol xatolar ham bo'lishi mumkin. Amalda qo'pol xatolari bo'lgan haqiqiy va ehtimoliy xatolar hisobga olinmaydi. O'lchashlar o'rta va kam aniqlikda bajarilgan

bo'lsa, o'lchash natijalarini hisoblashda sistematik xato chiqarib tashlanadi yoki juda kichik bo'lganligi uchun tasodifiy xatodan kelib chiqqan deb hisoblanadi. Bundan tashqari o'rta va kam aniqlikda o'lchash jarayonida kelib chiqqan haqiqiy xatosini tasodifiy xato deb qabul qilish mumkin.

§5.2. Tasodifiy xatolarning xossalari

O'lchash xatolari qatorining xossalarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, tasodifiy xatolari statistika qonuniyati (ko'p hodisalar qonuniyati) bo'yicha o'zgaradi. Bu qonuniyatni o'rganish natijalarining ishonchli va aniq bo'lishiga imkon beradi. Shunga muvofiq tasodifiy xatolar quyidagi xossalarga egadir:

1. Teng aniqlikda o'lchash ishlari bajarilganda tasodifiy xato absolyut qiymati bo'yicha ma'lum chekdan oshmaydi.

2. Absolyut qiymati kichik bo'lgan xatolar absolyut qiymati katta bo'lgan xatolariga nisbatan ko'proq o'chraydi.

3. Musbat ishorali xatolar qancha ko'p uchrasa, manfiy ishorali xatolar ham shuncha uchraydi.

4. Tasodifiy xatolarning arifmetik o'rta miqdori o'lchashlar soni ortgan sari nolga yaqinlasha boradi, ya'ni bu xossani quyidagi matematik ifoda ko'rinishida yozish mumkin:

$$\lim_{n} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = 0; \quad (5.3)$$

bu yerda: $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – tasodifiy xatolar; n – o'lchashlar soni.

Keltirilgan 5.3-formulaga tasodifiy xatoning kompensatsiya (o'zaro yeyilish) xossasi deyiladi.

§5.3. O'rta kvadratik xato va chekli xato

O'lchash xatolari nazariyasining oldida turgan asosiy vazifasi har bir o'lchashning ikki yoki ko'p marta o'lchashning hamda o'lchashlar yig'indisi o'rta arifmetik miqdorining yo'l qo'yarlik xatosini aniqlashdan iborat. Geodezik o'lchashlarning tarixi davomida bu masala turli yo'llar bilan yechilgan edi. Dastlab aniqlik kriteriyasi qilib o'rtacha xato olingan edi, ya'ni:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{\sum l}{n}; \quad (5.4)$$

Ammo bu kriteriya haddan tashqari ko'p nazorat qilishni taqozo qilganligi sababli, geodezik o'lchashlarni sanoqsiz ravishda katta tuzatishlarga to'g'ri kelar edi. Shuning uchun ham o'lchashlarni tejash juda kam edi. Keyinchalik tezlik bilan nemis olimi Gauss tomonidan taklif qilingan aniqlik kriteriyasi sifatida o'rta kvadratik xato qabul qilindi.

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = +\sqrt{\frac{[\Delta]^2}{n}}; \quad (5.5)$$

O'rta xatoga nisbatan o'rta kvadratik xato o'lchashlar aniqligini yaxshi baholaydi. Bundan tashqari u yuqori turg'unlikka ega: ko'p bo'lmagan o'lchashlar soniga o'rta kvadratik xatoni qo'llash bilan, ma'lum o'lchashning aniqligini yetarli darajada toppish mumkin, o'rta xato uchun juda ko'p o'lchashlar soni kerak bo'ladi. Berilgan qatordagi xatolarning chekli xatosi qilib, o'rta kvadratik xatoning o'lchangan qiymati qabul qilinadi, ya'ni:

$$\Delta_{chekli} = 3m; \quad (5.6)$$

Geodezik o'lchash ishlarida ayrim hollarda o'lchashlarning aniqligini oshirish maqsadida o'rta kvadratik xatoning ikkilangan qiymati qabul qilinadi $\Delta_{chekli} = 2m$.

§5.4. Nisbiy xato

O'lchash aniqligi obyekt qiymatiga bog'liq bo'lsa, uning to'g'ri yoki noto'g'ri o'lchanganligi va o'lchash qay darajada aniq olib borilganligi nisbiy xato bilan belgilanadi. Nisbiy xato o'rta kvadratik xato bilan belgilanadi. Nisbiy xato o'rta kvadratik xato absolyut qiymatining o'lchash natijasiga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi va bu miqdor qisqartirilib, surati birga teng bo'lgan kasr songa aylantiriladi.

Shu sababli har bir o'lchashning nisbiy xatosi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\frac{m}{l} = \frac{m : m}{l : m} = \frac{1}{N}; \text{ ya'ni: } \frac{m}{l} = \frac{1}{N}; \quad (5.9)$$

bu yerda m – o'rta kvadratik xato; l – o'lchash natijalari.

O'lchash natijalari arifmetik o'rta miqdorning nisbiy xatosi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{m}{L} = \frac{1}{N}; \quad (5.10)$$

bu yerda: L – o'lchash natijalarining arifmetik o'rta miqdoridir.

Masalan, joyda o'lchangan masofa $167,6 \text{ metr}$ va o'lchashning o'rta kvadratik xatosi $7,2 \text{ sm}$ bo'lsa, u holda o'lchashning nisbiy xatosi quyidagicha bo'ladi, ya'ni:

$$\frac{m}{L} = \frac{7,2}{167,6} = \frac{72}{167600} = \frac{1}{2328};$$

§5.5. Vositali o'lchash natijasining o'rta kvadratik xatosi

Vositali o'lchash bu biron bir obyekt miqdori bevosita aniqlanmasdan boshqa biron usul yordamida aniqlanganda ro'y beradigan xato, yakuniy xato deyiladi. Biz quyida yakuniy xatoning ba'zi birlari bilan tanishib chiqamiz:

1. Vositali o'lchash yakuni boshqa biron o'lchash natijasining ma'lum o'zgarmas miqdori ko'paytmasiga teng bo'lsa, uning xatosi ham o'sha o'zgarmas miqdor ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Masalan, obyektning vositali o'lchash yakuni A , biron o'lchash natijasi (a) ning o'zgarmas miqdori (s) ga ko'paytirilganiga teng, ya'ni: $A=sa$. desak, uning o'rta kvadratik xatosi $m=sm_a$ bo'ladi.

2. Vositali o'lchash yakuni alohida o'lchashlar natijasi yig'indisidan iborat bo'lsa, uning o'rta kvadratik xatosi ayrim-ayrim o'lchangandan keyin kelib chiqqan o'rta kvadratik xatolar kvadratlari yig'indisining kvadrat ildizdan chiqarilgandagi miqdoriga tengdir. Masalan, bir or obyektning vositali o'lchash yakuni- A , ayrim-ayrim o'lchashlar yig'indisidan, ya'ni: $A = a+v+s+...+k$ dan iborat bo'lsa, uning o'rta kvadratik xatosi quyidagicha aniqlanadi.

$$m_0 = \sqrt{m_a^2 + m_b^2 + m_c^2 + ... + m_k^2} ; \quad (5.11)$$

Agar ayrim-ayrim o'lchashlar natijalarining o'rta kvadratik xatolari bir-biriga teng, ya'ni $m_a=m_b=m_c=...=m_k=m$ bo'lsa, o'rta kvadratik xato formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_0 = \pm m\sqrt{n} ; \quad (5.12)$$

Misol uchun 6 tomonli poligonning ichki burchaklari $\pm 0,5'$ o'rta kvadratik xato bilan o'lchangan deylik. U holda bu

polygon ichki burchaklari yig'indisining o'rta kvadratik xatosi quyidagicha bo'ladi:

$$m_0 = \pm m \sqrt{n} = \pm 0,5' \sqrt{6} = \pm 1'22 ;$$

2. Vositali o'lchash yakuni ikkita o'lchash natijasining ko'paytmasidan iboratdir, ya'ni: $A=av$ bo'ladi, u holda o'rta kvadratik xato quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_0 = \pm \sqrt{b^2 m_a^2 + a^2 m_b^2} ; \quad (5.13)$$

Masalan, joyda to'g'ri to'rtburchak o'lchangan bo'lsin deylik, uning bir tomoni uzunligi 8,25 metr bo'lib, 1sm aniqlikda o'lchangan, ya'ni: $8,25 \pm 0,01$ m. Ikkinchi tomoni uzunligi esa $12,62 \pm 0,02$ metr ga teng bo'lgan deb olsak, u holda, bu to'rtburchakning yuzasi quyidagicha bo'ladi, ya'ni:

$$S = 8,25 \cdot 12,62 = 104,11 \text{ m}^2.$$

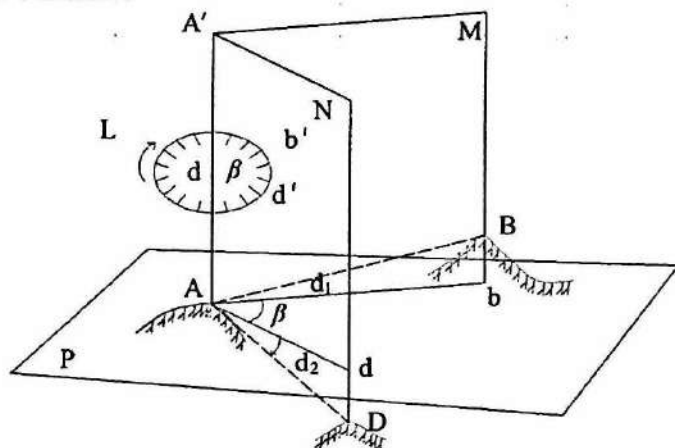
Uning o'rta kvadratik xatosi quyidagicha bo'ladi:

$$m_0 = \pm \sqrt{8,25^2 \cdot 0,01^2 + 12,62^2 \cdot 0,02^2} = \pm \sqrt{0,0068 + 0,0637} = \pm \sqrt{0,0705} = \pm 0,26 \text{ m}^2$$

6-BOB. JOYDA BURCHAK O'LGHASHLAR. TEODOLITNI TUZILISHI VA UNING QISMLARI

6.1. Joyda burchak o'lchash sxemasi

Biror joyda A, B va D nuqtalar berilgan bo'lsa deylik, A nuqtaga urinma gorizonttal P tekislik va A nuqtadan P tekislikka perpendikulyar bo'lgan AA' tik chiziq o'tkazamiz, AA' chiziq bilan B nuqtadan M vertikal tekislik va AA' bilan D nuqtadan o'tuvchi N vertikal tekislik o'tkazamiz.



6.1-rasm. Gorizonttal burchak o'lchash sxemasi

AA'B va AA'D vertikal tekisliklar P tekislikni kesishi natijasida hosil bo'lgan bAd burchak fazoviy BAD burchakni gorizonttal proyeksiyasi bo'ladi. Fazoviy burchakni gorizonttal tekislikdagi proyeksiyasiga gorizonttal burchak deyiladi. Bu burchak M va N tekisliklar orasida

hosil bo'lgan bAd ikki yoqli burchakka teng bo'ladi. bAd burchakni β bilan belgilaymiz. A nuqtadan o'tgan tik chiziq AA' ga gradus va minutlarga bo'lingan L doira P gorizontal tekislikka parallel qilib o'rnatilgan bo'lsin. P tekislikni M va N vertikal tekisliklar qanday kesib o'tgan bo'lsa, L tekislikni ham xuddi shunday kesib o'tadi va bu doirada β burchakka teng bo'lgan $b'ad' = \beta$ burchak hosil bo'ladi.

L – doira gradus bo'laklarining boshi o bo'lsa va soat strelkasi yo'nalishida bo'lingan bo'lsa, β burchak ob' va oa' yoy burchaklari farqi $b'a'$ yoyga teng bo'ladi. Sxemadagi M va N vertikal tekislikni burchak o'lchash asbobida vizirlash tekisligi hosil qiladi. Vizirlash tekisligi L doirani qayeridan kesib o'tayotganini L – limb doirasi ustida joylashgan alidada doirasining sanoq olish qurilmasi ko'rsatadi.

Joyda gorizontal burchak o'lchash asbobiga teodolit deb ataladi. Teodolit asosiy qismlarini sxema bilan solishtiramiz: teodolit asbobida gorizontal burchak proyeksiyasi tushiriladigan doira L – limb, burchak yo'nalishlarini belgilash uchun xizmat qiladigan qarash trubasi, hamda limb markazidan o'tgan o'qda aylanadigan alidada doirasi o'rnatilgan. Alidada burchak o'lchash jarayonida qarash trubasi bilan aylanadi. Qarash trubasi gorizontal o'qida aylanishi natijasida M va N tekisliklarini hosil qiladi, bu tekislik vizir tekisligi (kollimatsion tekislik) deb ataladi.

Alidada doirasida joylashgan sanoq olish moslamasi yordamida vizir tekisligini limb doirasidagi holati sanoq olish yo'li bilan aniqlanadi, sanoqlar farqi gorizontal burchak β qiymatini beradi.

$$d' - b' = \beta' = \beta. \quad (6.1)$$

Teodolit burchak uchiga shtativ va shovun yordamida o'rnatiladi. Teodolit qismlarini bir-biriga nisbatan to'g'ri

o'rnatilganligini tekshirish va limb doirasini gorizontal holatga keltirish adilak yordamida bajariladi.

Berilgan nuqtani yerning tabiiy yuzasidagi o'rnini topish uchun ko'pincha vertikal burchakni o'lchashga to'g'ri keladi. Vertikal burchak qiyalik burchagi deb ham yuritiladi.

Gorizontal R tekislikdan yuqorida bo'lgan qiyalik burchak ishorasi musbat (ko'tarilish) bo'ladi. 6.1-shaklda $BAB=\alpha_1$ burchak. Qiyalik burchagi R tekislikdan pastda joylashgan bo'lsa, $dAD=\alpha_2$ ishorasi manfiy bo'ladi.

Vertikal burchak o'lchash uchun teodolitning qarash trubasi yoniga vertikal doira o'rnatiladi. Vertikal doira, dalnomer va bussol bilan ta'minlangan teodolitlar teodolit - taxeometr deb yuritiladi.

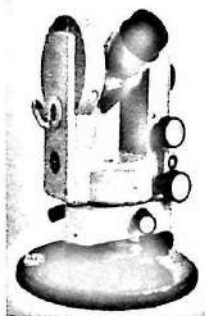
Teodolitlar burchak o'lchash aniqligiga qarab uch turga bo'linadi:

1. Yuqori aniqlikdagi
2. Aniq
3. Texnikaviy teodolitlar

Teodolit markasi oldidagi son uning modifikasiya tartib raqamini, ortidagilari esa uning sekundlarda ifodalangan aniqligini, II – to'g'ri tasvirli Θ -elektronli ekanligini bildiradi. Injenerlik ishlarida asosan texnik teodolitlar qo'llaniladi. 3T seriyadagi teodolitlar : 3T2KII tryangulyatsiya, poligonometriya, geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada, astronomik geodezik o'lchashlarda; 3T2K – mashina va mexanizmlar konstruksiyalarini montajida, sanoat va boshqa inshootlarni qurilishida qo'llaniladi, 3T5K II – geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada qidiruv ishlarida teodolitli syomkalarida va h.k. qo'llaniladi.

Teodolitlar

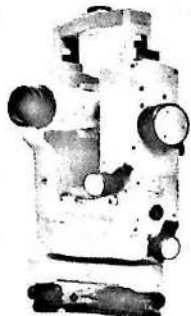
T/r	Marka-lari	Ishlab chiqarilgan mamlakat va firma nomi	Burchak o'lchash aniqligi	Turlari
1	T15	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 15''$	optik
2	T30	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Ekaterinburg sh.	$\pm 30''$	optik
3	T2	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 2''$	optik
4	T5	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 7''$	optik
5	T2KA	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 2''$	Kompensator
6	T5E	Rossiya (OAO"ПО"YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 5''$	elektron
7	VEG A TEO-20	Xumou "TIANJIN MACHINERY ELECTRIC EQUIPMENT"	$\pm 20''$	elektron
8	ADA Digi Teo 2	Rossiya ПО (Геонмук)	$\pm 2''$	elektron



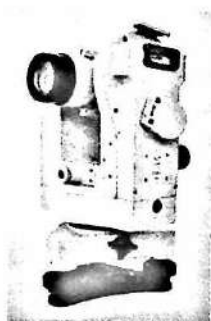
T2



T15



T30



T5



VEGO TEO-20



ADA DigiTeo 2

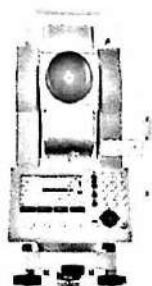
Hozirgi vaqtda geodezik asboblarni bozorida elektron taxometrlar keng miqiyosda taqdim etilmoqda. Eng mashhur ishlab chiqaruvchi firmalar: Ural optiko-mexanika zavodi (FGUPPOUMZ), Leica Geosystems AG, Sokkia, Topcon, Nikon Trimble (Trimble 2001 yil fevralda Carl Zeiss va Spectra Precision firmalarini birlashtirdi) – texnik va ekspluatatsion xarakteristikalarini bilan bir-bir idan farq qiluvchi turli turdagi geodezik asboblarni taklif qilishmoqda. Vaqt o'tgan sari elektron taxometrlarning funksional imkoniyatlari

o'zgarishi va takomillashib borish tarixini ko'rishimiz mumkin.

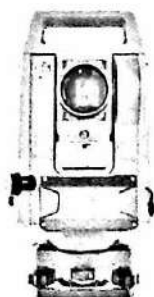
Birinchi avlod taxeometrilarida 70-80 yillarda masofa o'lchash, yo'nalish va burchaklardan sanoq olish jarayoni avtomatlashtirildi. O'lchash natijalari elektron tabloga chiqarildi, lekin ularni asbobning xotirasida saqlash mumkin emas edi. Taxeometrning 1-avlodiga *TaZM (POUOMZ)* kiradi. *TaZM* o'rnatilgan mikroprotessor boshkarish, tekshirish vazifasini va oddiy hisoblash operatsiyalarini amalga oshiradi: sharqiy masofa gorizontaal qo'yilishi, nisbiy balandlik va koordinatalarni aniqlash.

Elektron taxeometrilar

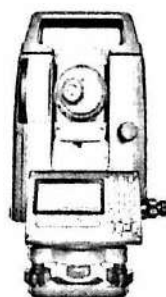
<i>T/r</i>	<i>Markalari</i>	<i>Ishlab chiqarilgan mamlakat va firma nomi</i>	<i>Burchak o'lchash aniqligi</i>	<i>Tur- lari</i>
1	LEICA TS06	Shvetsariya Leica firmasi	$\pm 5''$	3500m
2	Sokkia IM- 55	Yaponiya Sokkia firmasi	$\pm 5''$	5000m
3	Trimble S7	Shvetsiya Trimble firmasi	$\pm 1''$	5500m
4	Topcon GM-105	Yaponiya Topcon firmasi	$\pm 5''$	6000m
5	LEICA TS11	Shvetsariya Leica firmasi	$\pm 1''$	6000m
6	PENTAX R-325NX	Rossiya (OAO "ITO "YOM3") Yekaterinburg sh.	$\pm 5''$	5000m



LEICA TS06



Topcon GM-105



Sokkia IM-55



Trimble SX10 1"



GeoMax Zoom50 5"



Trimble S7

Keyingi avlod taxeometrlarida 80-yillar oxiri va 90-yillarning birinchi yarmida o'lchash natijalarini ma'lumotlarni jamlovchi qurilmaga yozish, keyinchalik bu ma'lumotlarni interfeys qurilma (adapter) yordamida kompyuterga uzatish hamda klaviatura yordamida taxeometrga harfli-raqamli ma'lumotlarni yozish imkoni tug'ildi. Ularning tarkibida yangi yuqori tezlikli mikro EHMLarni va algoritmik usullarni qo'llash o'lchash jarayonida asbob xatoliklar ta'siri uchun tuzatmani avtomatik ravishda hisobga olish imkonini berdi. Ikkinchi avlod taxeometrlariga 2Ta5 va TS 1600 (*Leica AG*) taxeometrlari va Elta (*Carl Zeiss*), seriyasidagi asboblari kiradi.

Hozirgi kunda *3Ta5* taxeometrlari ishlab chiqarilmoqda, unda oldingilaridan farqli *RSMSIA* xotira kartasi mavjudligi va ma'lumotlarni *IBM RS* tipidagi kompyuterlarga bevosita uzatish imkoniyati borligidadir. U dala o'lchashlarni qayta ishlash uchun dasturlar paketi bilan ta'minlangan, uni uchinchi-avlod asboblari qatoriga qo'shish mumkin.

U chинchi-avlod taxeometrlari doimiy xotiraga ega bo'lgan 90-yilning ikkinshi yarimidan hozirgi kungacha) qo'shimcha interfeys qurilmasiz taxeometrdan ma'lumotlarni personal kompyuterga va aksincha uzatish imkoniyatiga ega. Asboblarda dala jurnali funksiyasini bajaradi va dalada unumli ishlash imkonini bajaruvchi yordamchi dasturlarga ega, masalan, nuqtalarni joyga ko'chirish dasturi; borib bo'lmas obyektning balandligini aniqlash; teskari kesishtirishni bajarish; takrorlash usuli bilan burchak o'lchash; burchak va masofa bo'yicha siljitish bilan o'lchashlar va x.o. Bu avlod asboblariga quyidagilar kiradi: *TS600 (Leica Geosystems AG)*, *TS600E (geodezik asboblari Yekaterinburg)*, *PowerSet (Sokkia)*, *Elta C (Carl Zeiss)*, *Geodimeter 600M (Spectra precision)*, *DTM-501/531/521 (Nikon)*, *Trimble 3600Total Station* va boshqalar.

Rejalash ishlarini bajarish vaqtida reykachining turish joyini ko'rsatis huchun *DTM-501/531/521* taxeometrlari, ko'rish trubasining korpusida joylashgan *Limn-Guide* qurilmasi bilan ta'minlangan. Uning optik o'qi kollimatsion tekislikda va ko'rish trubasining o'qiga parallel ravishda joylashadi. *Limi - Guide* nurlanishi kollimatsion tekislikda vertikal bo'yicha doimiy va pirpirab turuvchi ikkita qizil yorug'lik nurlarga bo'linadi. Nuqtalarni joyga ko'chirishda, yordamchi, qaytargichni uzluksiz va pirpirovchi signallarni bo'luvchi tekislikda o'rnatishi lozim. Yorqin nurlar asbobdan 100 metr masofagacha aniq ko'rinadi. *Limi - Guide* qurilmasi joyga ko'chirish yo'nalishni ko'rsatishdan

tashqari, kech kis'empkada nishonni topishga yordamlashadi va yuqori aniqlikda qaytargich markaziga to'g'rilashni ta'minlaydi.

Zamonaviy taxeometrlar lazerli shovun va ma'lumotlarni kablesiz kompyuterga uzatish uchun infraqizil portga ega. Agar kompyuter asbobdan 3 metrdan uzoq bo'lmagan radiusda joylashgan bo'lsa, ma'lumotlarni infraqizil port orqali uzatish mumkin. Ish joyidan ma'lumotlarni ofisga uzatish uchun quyidagi aloqa zanjirni qurish mumkin: Taxeometr – mobiltelefon, infraqizil port va modem bilan ta'minlangan, ofis kompyuteri.

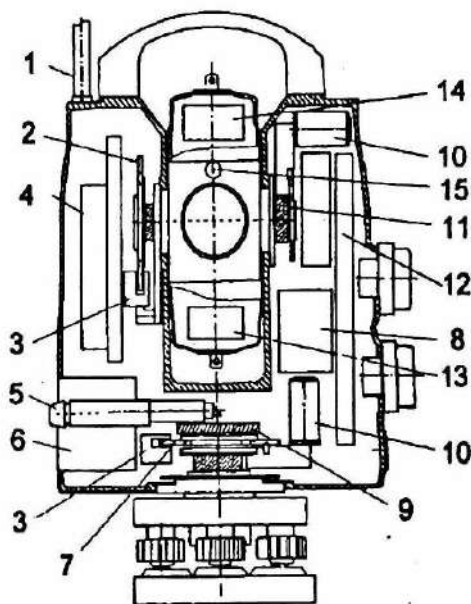
Yuqorida zikr etilgan barcha takomillashtirishlar taxeometrlarni mukamallashtiradi va ergonomikasini yaxshilaydi, geodezist ish unumini oshiradi bilan birga bozorda asbobning raqobat bardoshligini oshiradi.

Topografo-geodezikishlarni bajarishga yangicha yondashishi 1997-yili bozorda paydo bo'lgan, nishonga avtomatik to'g'rilanuvchi va nishonni kuzatish imkoniyatiga ega bo'lgan motorlashgan taxeometrlardan foydalanish bilan erishildi. Bularga *TSA 1100 – TSA 1800 (Leica Geosystems AG)*, *Elta S (Carl Zeiss)*, *Geodimeter 600 (Spectra Precision)*, *Trimble 5600 Total Station* seriyasidagi asboblari kiradi. Bu taxeometrlar nafaqat topo-geodezik ishlarni bajarishda va ko'plab boshqa sohalarida qo'llaniladi, masalan, yer siljishini kuzatishda, mashina va kemalar harakatini boshqarishda, robototexnikalar inikalibrovkashda ishlatiladi.

Ko'plab zamonaviy taxeometrlardan, masalan, *TRS 1100 (Leica Geosystems AG)* va *PowerSet (Sokkia)* qaytaruvchi plyonkagacha (katafotlargacha) masofa o'lchash imkoniyatiga ega.

Geodimeter 468 DR (Spectra Precision), *Set 4110 R Sokkia*, *Trimble 3600* tipida kaytargichsiz masofa o'lchovchi elektron taxeometrlarning ishlab chiqarishga joriy

etilishi geodezik ishlar texnologiyasini takomillashishiga olib keldi. Bu asboblardan qaytarqichlarsiz yoki qaytarqichli plyonkalar bilan betonli, toshyoki po'lat yuzalargacha 80-100 metr gacha bo'lgan masofani o'lchash mumkin. Baland inshootlarni syomka qilishda tunellarni profilashda, xususiyl egalikdagi obyektlargacha o'lchashlarda yoki magistrallarda transport oqimi ko'p bo'lganda, qaytarqichlarsiz masofa o'lchash usulini qo'llash juda ham qo'l keladi.



6.2-rasm. Elektron taxometr tuzilishining umumlashgan sxemasi. 1-antenna; 2-vertikal doira; 3-hisoblovchi (sanoqoluvchi) golovka, 4-radiomodul, 5-markazlashtirgich; 6-akkumulyatorlar; 7-gorizontal doira; 8-qiyalik datchigi; 9-vertikal o'q; 10-motor; 11-gorizontal o'q; 12-mikro EHM; 13-nishonga to'g'rilash qurilmasi; 14-svetodal nomerli blok; 15-reyka turgan joyini ko'rsatuvchi qurilma.

§6.2. Teodolit bilan gorizontal burchak o'lchash

Burchak o'lchash uchun teodolit avvalo o'lchanadigan burchak uchi (nuqta) ga o'rnatilishi, so'ngra nuqtaga markazlashtirilishi, asbobning aylanish o'qi vertikal holatga keltirilishi va ko'rish trubasi kuzatish uchun moslanishi lozim.

Teodolitlarni nuqталarga markazlashtirish uchun uning o'rnatish vinti uchidagi ilgakka shovunli velka osiladi, so'ngra shtativ nuqta ustiga aniq gorizontal holatda, shovun taxminan nuqталarga to'g'ri keladigan qilib o'rnatiladi, shtativ oyoqlari yerga botiriladi.

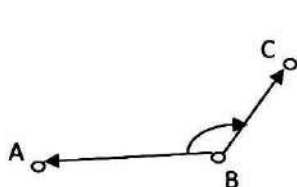
Teodolit syomkasi burchak o'lchash jurnali

Nuqtalar raqam- lari		Limbdagi sanoqlar		Burchaklar				Dire k- sion bur- chak gi α yoki rum bi, "r"	Chiziq o'lcha mi 1-o'l- chash, 2-o'l- chash, (m)	Qiya- lik bur- chagi, "v"			
				O'ng va Ch.		O'rta- chasi							
Tu- ril- ga- ni	Ku- za- til- gani	0	1	0	1	0	1						
1	5	174	35	69	47	69	47	143° 12'	(1-2)	0°36'			
	2	104	48						168,31				
	5	173	15	69	47				168,23				
	2	103	28										

Teodolit aylanish o'qini betikal holatga keltirish uchun teodolitning gorizontol doirasidagi adilak o'qi taglikdagi 2-ta ko'tarish vintiga nisbatan parallel vaziyatga keltiriladi, adilak pufakchasi naychaning qoq o'rtasiga kelguncha ko'tarish vintlari qarama-qarshi tomonga buraladi, keyin 90^0 ga burib 3-ko'tarish vinti ham buraladi.

Ko'rish trubasini joydagi buyum ravshan ko'rinadigan qilib moslash uchun ko'rish trubasini yorug' fon (osmon yoki oq devor) ga qaratiladi va ko'rish trubasida iplar to'ri yaqqol ko'rina boshlaguncha okulyar aylantiriladi, keyin buyum aniq ko'ringuncha kremal'yeara vinti aylantiriladi. Ko'rish trubasining bunday sozlanishiga fokuslash deyiladi.

§6.3. Gorizontol burchakni priyomlar usuli bilan o'lchash



6.27-rasm

B punktning ustiga asbobni, A va C punktlariga vizir nishonini o'rnatgandan keyin ko'rish trubasi A nishoniga qaratiladi (6.27.-rasm). So'ng-ra gorizontol doiradan sanoq olinadi ($0^0 00^1$).

U jurnal (6.3-jadval) ga yoziladi. Keyin alidadaning qotirish vintini bo'shatib, ko'rish trubasini C nuqtaga qaratiladi va ko'rish trubasini nishonga aniq to'g'rilagandan keyin limb doirasi bo'yicha $169^0 12^1$ sanogi olinadi.

6.2-jadval

Teodolit bilan gorizontol burchak bo'yicha sanoq olish

Nuqtalar nomi		Mikroskop shtrixlari bo'yicha sanoq.		
Turish	Kuzatish	O'ng	Chap	O'rtachasi.
	A	$0^0 00^1$	$180^0 01^1$	$0^0 00^1,5$

B				
	C	$169^{\circ} 12'$	$349^{\circ} 12'$	$169^{\circ} 12'$
Burchak qiymati.		$169^{\circ} 12'$	$169^{\circ} 11'$	$169^{\circ} 11',5$

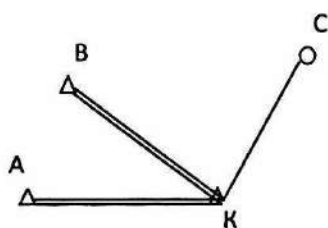
ABC burchak qiymati birinchi va ikkinchi sanoqlar farqi bo'yicha hisoblanadi, ya'ni:

$$ABC = 169^{\circ}12' - 0^{\circ}01' = 169^{\circ}11';$$

Bu qilingan ish bilan bitta yarim usul tugallangan bo'ladi.

Ikkinchi yarim usulda ko'rish trubasi zenit orqali aylantirilib, A va C nuqtalariga qaratilib, chap aylanadan ham yuqorigidek o'lchash ishlari bajariladi (6.3– jadval).

§6.4. Gorizont burchaklarni aylanma usul bilan o'lchash



6.28-rasm

Burchak o'lchash amaliyotida bitta nuqtada turib burchak o'lchanmasdan, balki bir necha burchakni o'lchashga to'g'ri keladi. Masalan, bunday holat teodolit yoki taxeomerik yo'llarini geodezik tayanch

to'rlariga bog'lash jarayonida bo'lishi mumkin (6.28.-rasm). Bunday holatda gorizont burchaklari

AKB, BKC va AKC larini o'lchashda aylanma usuli (sposob krugovix priyomov) qo'llaniladi.

Bu usulning mohiyati shundaki: K nuqta ustiga T30 teodolitini, A, B, C nuqtalariga vizir nishoni (vexa) ni o'rnatgandan keyin, teodolit sanoq qurilmasining nol shtrixini limb bo'lagining nol shtrixi bilan kesishtirib, ko'rish trubasini boshlang'ich punkt (A) ga qaratiladi va

sanoq ($0^{\circ} 03^I$) olinadi. Alidadaning qotirish vintini bo'shatilib, soat mili yo'nalishi bo'yicha aylantirilib punkt (B) ga qaratiladi va limb doirasidan $59^{\circ}37^I$ sanog'i olinadi. Keyinchalik alidadani soat mili yo'nalishida davom yettirilib, yana boshlang'ish nuqtasi (A) ga qaratilib $0^{\circ} 04^I$ sanog'i olinadi. Bu bilan birinchi yarim usul tugaydi. Hamma sanoqlar maxsus jurnal (6.3-jadval) ga yozib boriladi.

6.3-jadval

Nuqtalar nomi		Gorizontal doira bo'yicha sanoq		Sanoqlar- ning o'rtachasi	Keltiril- gan yo'na- lishlar
Turish	Kuza- tish	O'ng doira	Chap doira		
K				$0^{\circ}03'$	
	A	$0^{\circ}03'$	$180^{\circ}02'$	$0^{\circ}02',5$	$0^{\circ}00'$
	B	$59^{\circ}37'$	$239^{\circ}37'$	$59^{\circ}37',0$	$59^{\circ}34'$
	C	$124^{\circ}01'$	$304^{\circ}20'$	$124^{\circ}19',5$	$124^{\circ}16',5$
	A	$0^{\circ}04'$	$180^{\circ}03'$	$0^{\circ}3',5$	$0^{\circ}03'$

Keyinchalik ko'rish trubasi zenit orqali o'tkazilib soat mili yo'nalishiga teskari aylantirilib, ketma-ket A, C va B nuqtalariga qaratiladi va boshlang'ich nuqta (A) da sanoq olish to'xtatiladi. Har bir punktga qaratilganda ($180^{\circ}03'$, $304^{\circ}20'$, $239^{\circ}37'$, $180^{\circ}02'$) sanoqlari olinadi va 6.3-jadvaliga yozilib boriladi. Yuqoridagi usullar bilan bajarilgan bu jarayonga gorizontal burchakni bitta to'liq usul bilan o'lchash deyiladi.

§6.5. T30 teodoliti bilan qiyalik (vertikal) burchagini o'lchash

T30 teodolitida vertikal doira yo'q. Vertikal doirasidan sanoq olishdan oldin gorizontal doira alidadasidagi adilak

fufakchasi nolga keltiriladi. Bu adilak o'qi, ko'rish trubasi kollimarsion tekisligiga parallel joylashganligi uchun birorta ko'tarish vinti yordamida ko'rish trubasini vizir o'qi bo'yicha joylashtirish kerak.

Vertikal burchak aniqlanayotgan nuqtaga yo'naltirilgan trubaning ko'rish o'qi VV bilan gorizontal tekislik orasidagi burchak V bo'ladi (6.29.-rasm). Bu burchak nisbiy balandlik va chiziq gorizontal qo'yilishini aniqlashda kerak bo'ladi va u teodolit vertikal doirasida o'lchanadi. Vertikal doira ko'rish trubasi bilan birgalikda aylanadigan limb va qo'zgalmas alidadadan iborat. Vertikal burchakni o'lchashda burchak tomonlaridan biri ko'rish o'qi yo'nalishi VV' bo'lsa, ikkinchi tomoni sanoq olish moslamasi noli OO' bo'ladi (6.29.-rasm). Bu esa vertikal burchakni o'lchash uchun trubaning ko'rish o'qi VV^1 (6.11.-rasm) va gorizontal doiradagi adilak o'qi o'zaro parallel bo'lganda vertikal doiradan olinadigan sanoq nol o'rni, ya'ni NO' ma'lum bo'lishi kerakligini ko'rsatadi. Nol o'rnini aniqlash uchun truba uzoqdagi aniq ko'rinadigan nuqtaga yo'naltiriladi, vertikal doirani trubaga nisbatan o'ng (DO') va chap (DCh) holatida sanoqlar olinadi. 2T3OП teodolitida vertikal doiradagi sanoqlar 0^0 dan 75^0 gacha soat mili noli (manfiy ishorali) va o'ngga teskari yo'l bo'yicha yozilgan.

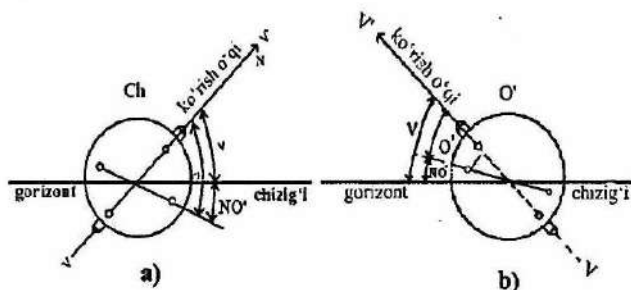
Shuning uchun nol o'rnini va qiyalik burchaklarini hisoblash formulalari quyidagicha bo'ladi:

$$NO' = 0,5 (DO' + DCh); \quad (6.4)$$

$$\nu = 0,5 (DCh - DO'); \quad (6.5)$$

$$\nu = DCh - NO'; \quad (6.6)$$

$$\nu = NO' - DO'; \quad (6.7)$$



6.29-rasm. Vertikal burchakni o'lchash prinsipi.

T30 teodoliti bilan qiyalik burchagini o'lchash ketma-ketligi quyidagicha:

1. Ko'rish trubasi va gorizont doira alidadasining mahkamlash vinti bo'shatiladi va ko'rish trubasi qiyalik burchagi o'lchanadigan nuqtaga qaratiladi, keyin vintlar mahkamlanadi;

2. Ko'tarish vintlarini aylantirib gorizont doira alidadasi adilagi nol punktga keltiriladi;

3. Alidada va ko'rish trubasi yo'naltirish vintlari yordamida ko'rish trubasi nuqtaga aniq qaratiladi;

4. Adilakni joyida qimirlamagan holatda vertikal doiraning o'ng vaziyati, ya'ni DO' holatida sanoq olinadi.

Agar yarim usul bilan qiyalik burchagini o'lchash yetarli bo'lib va nol o'rni (NO') ma'lum bo'lsa quyidagi formula bo'yicha qiyalik burchagi (v) ni hisoblab topiladi:

$$v = NO' - OV - 180^{\circ}; \quad (6.8)$$

Yetarli bo'lmasa ko'rish trubasi zenit orqali o'tkazilib, vertikal doiraning chap vaziyati (DCh) da o'lchashlar qaytariladi va quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanib 6.4-jadvalga kiritiladi:

$$NO' = \frac{OV + ChV + 180^0}{2}; \quad (6.9)$$

$$\nu = \frac{ChV - OV - 180^0}{2}; \quad (6.10)$$

Oxirgi (6.5) va (6.6) formulalardan topografik syomkalarini bajarishda o'lchashlar doiraning faqat bir holatida olib borilganda va oldindan NO' ning qiymati ma'lum bo'lganda qo'llaniladi. Masalan, 2T30П teodolitida vertikal burchakni o'lchash uchun $DCh = 4^{\circ}20'$ va $NO' = 4^{\circ}26'$ sanoqlar olingan bo'lsa, nol o'rni va qiyalik burchagi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} NO' &= 0,5(-4^{\circ}20' + 4^{\circ}26') = 0^{\circ}03' \\ \nu &= 0,5(-4^{\circ}20' - 4^{\circ}26') = -4^{\circ}23'; \\ \nu &= -4^{\circ}20' - 0^{\circ}03' = -4^{\circ}23'; \\ \nu &= -0^{\circ}03' - 4^{\circ}26' = -4^{\circ}23'; \end{aligned}$$

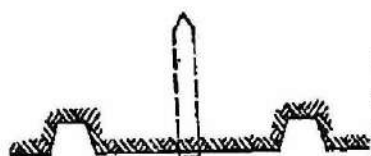
NO' qiymati $0^{\circ}03'$ bo'lgani uchun (6.3) va (6.4) formulalaridan foydalanib bo'lmaydi. Shuning uchun nol o'rni qiymati nolga quyidagicha keltiriladi. Oxirgi sanoqni olishda truba nuqtaga qaratilgan holicha qoldirilib, truba qaratish vinti 10 (6.5.-rasm) yordamida hisoblangan 0 qiymatiga teng sanoq limbda qo'yiladi. Natijada iplar to'ri kuzatilayotgan nuqtadan siljiydi. Iplar to'rini vertikal tuzatkich vintlarini (6.8.b.-rasm) burash orqali uning markazi nuqta tasviri bilan tutashtiriladi. Tekshirish uchun NO' qiymati boshqa nuqtani kuzatish orqali qaytadan topilib, uning nolga yoki unga yaqin songa keltirilganligiga ishonch hosil qilinadi.

Teodolit bilan vertikal burchak bo'yicha sanoq olish

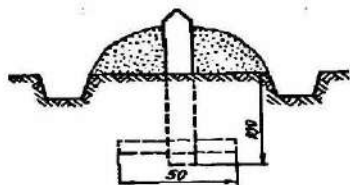
Kuzatish nuqtasi	Doira vaziyati	Olingan sanoq			Nol o'rni (NO')	Qiyalik burchagi (v)
		I-sanoq	II-sanoq	O'rta-chasi		
		tuzatilgancha				
1	DCh	4° 35'	-	-	-	-
	DO'	175° 35'	-	-	0° 05'	4° 30'
		tuzatilgan				
1	DCh	4° 30'	-	-	360° 00',5	
	DO'	175° 31'	-	-	360° 00',5	

7-BOB. JOYDA CHIZIQLARNI O'TKAZISH VA O'LCHASH

§7.1. Nuqtalarni belgilash va mahkamlash



7.1.-rasm



7.2.-rasm

Nuqtalar vazifasi, saqlanish muddati va mahalliy sharoitga qarab turlicha mahkamlanadi. Belgilangan nuqta yo'qolmasligi uchun qoqilgan qoziq atrofiga uchburchak yoki to'rtburchak shaklida ariqcha qaziladi (7.1.- rasm).

Agar belgilar qo'yiladigan nuqta muhimroq ahamiyatga ega va uzoqroq muddatga saqlanishi kerak

bo'lsa yog'och ustun (7.2.-rasm), temir tru-ba yoki beton monolit bilan mahkamlanadi ya'ni joyda zarur nuqtalar qoziqlar bilan mahkamlanadi.

Nuqtalarni joyda tez topish uchun ular tashqi belgilar, ya'ni vexalar bilan belgilanadi. *Vexa* deb, uzunligi 2-3 m, yo'g'onligi 3-5 sm bo'lgan oq-qora yoki qizil-qora ranga boyalgan bir uchiga temir nayza qoplangan ola-tayoqqa aytiladi (7.3.-rasm). Joydagi to'g'ri chiziq uning ikkala uchida o'rnatilgan vexalar bilan belgiladi.

§7.2. Chiziq o'tkazish

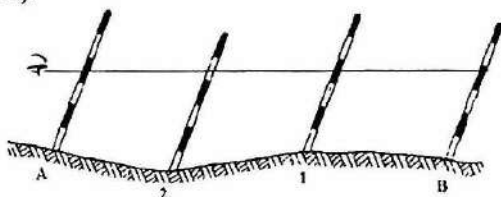
Chiziq olish deb, ikki nuqtadan o'tgan vertikal tekislikda (stvorda) yotuvchi qo'shimcha vexalar o'rnatishga aytiladi.

Chiziq olish asosan ko'z bilan chamalab yoki asbob (teodolit) orqali olinadi. Vexalarni o'rnatish joining past-baladligiga (tekisligiga) bog'liq, ya'ni: tekis joylarda vexalar 50-100 m da, notekis (tepalik) joylarda 20-50 m atrofida o'rnatiladi.

Joyda chiziq olishlar quyidagi usullarda olinadi:

Berilgan ikki nuqta orasida chiziq olish. Berilgan A va B nuqtalar (7.3.-rasm) orasida chiziq olish kerak deylik. Syomkach A nuqtada turib B nuqtaga qaraydi; yordamchi syomkachining so'zi bilan B nuqtadan boshlab avval 1, keyin 2-vexalarni bir-birini berkitadigan qilib o'rnatiladi.

Bu usulda chiziq olishga, chiziqni o'ziga olish deyiladi. Agar yordamchi vexani A nuqtadagi vexe tomonidan boshlab qo'ysa, bunga o'zidan qarab chiziq olish deyiladi (7.3.-rasm).



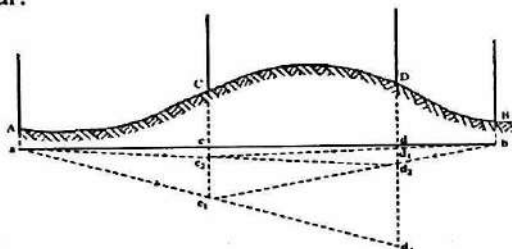
7.3-rasm

Berilgan ikki nuqta orasidagi chiziqni davom ettirish.

Agar A2 chizig'ini (7.3.-rasm) davom ettirish kerak bo'lsa kuzatuvchi A2 chizig'i davomiga o'tib 2A chiziq stvoriga 1-vexani, keyin B nuqtadagi vexani o'rnatadi. Bunday holatga o'zidan qarab chiziq olish deyiladi.

Tepalik orqali chiziq olish. Agar A va B nuqtalar orasida (7.4.-rasm) tepalik bo'lib, nuqtalarda o'rnatilgan vexalar bir-biridan ko'rinmasa, ishchilar tepa yonbag'riga o'tib biri d_1 nuqtada turib ikkinchisi ad_1 stvoridagi c_1 vexe qo'yadi. So'ngra c_1 dagi ishchi b ga qarab, d_1 dagi ishchini d_1 dan d_2 nuqtaga, ya'ni c_1b stvoriga ko'chiradi. Keyin d_2

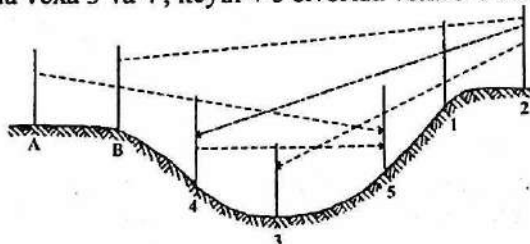
dagi ishchi c_1 dagi ishchini ad_2 stvoriga c_2 nuqtaga ko'chiradi va hokazo. So'ngra birinchi ishchi AD stvoridagi C nuqtaga ikkinchi ishchi BC stvoridagi D nuqtaga chiqadilar.



7.4-rasm. Tepalik orqali chiziqli olish

Jarlik orqali chiziqli olish. Chuqurlik va keng jarlik orqali chiziqli olishda, vexalarni o'rnatish tartibi A va B nuqtalar joylashishi jar yonbag'ining xarakteriga qarab turlicha bo'ladi.

Agar jarning bir tomonidagi A va B chiziqli jar orqali o'tkazish kerak bo'lsa (7.5-rasm) jarning ikkinchi tomonida AB stvorida vaxa 1 o'rnatiladi. So'ngra B5 stvorida vaxa 4, 2-1stvorida vaxa 3 va 4, keyin 4-3 stvorida vaxa 5 o'rnatiladi.



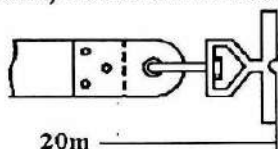
7.5-rasm. Jarlik orqali chiziqli olish

§7.3. Chiziqli o'lchash qurollari

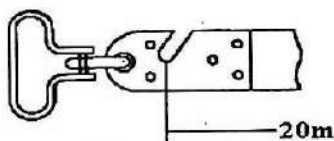
Joyda ikki nuta orasidagi masofani bevosita yoki vositali o'lchash mumkin. Masofalarni bevosita o'lchashda

turli xildagi o'lash qurollari qo'llaniladi. Bularga po'lat lenta va invar simlari osma qurollari hisoblanadi. Muhandislik ishlarida ko'proq po'lat lenta qo'llanilib, uning uzunligi 20 m bo'lib, u og'ir (eni 15-20 mm) va yengil (eni 10-15 mm), lenta qalinligi 0,4-0,6 mm bo'ladi. Bulardan tashqari 24, 30, 50 va 100 m uzunlikdagi lentalar ham uchraydi. Bular yordamida masofani 1: 5000 dan 1:1000000 gacha bo'lgan nisbiy xatolik bilan o'lash mumkin.

Po'lat lenta uchlarining tuzilishiga qarab, uchli (7.6.-rasm) va shtrixli 7.7.-rasm bo'ladi.



7.6.-rasm.

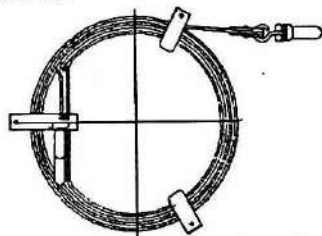
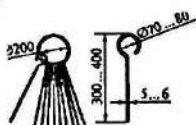


7.7.-rasm

Bulardan tashqari, shkalali lentalar ham uchraydi. Lentada detsimetr lar diametri 2 mm li teshiklar bilan, metrlar ustiga tartib raqami urib yozilgan kichkina plastinkalar bilan belgilangan bo'ladi va lentaning bir uchiga 0, ikkinchi uchiga 20 raqami yozilgan bo'ladi. Har bir lentada 6 ta yoki 11 ta shpilka bo'lib, bular sim halqada ko'tarib yuriladi (7.8.-rasm). Lenta maxsus halqaga o'rab (7.9.-rasm) vint bilan mahkamlanadi.



7.8.-rasm



7.9.-rasm

Uncha katta bo'lmagan masofalarni o'lchash uchun ruletka ishlatiladi. Ruletkalar tasma yoki po'latdan yasalgan bo'lib charm yoki temir g'ilof ichiga solingan bo'ladi.

Keyingi paytda masofani aniq o'lchash uchun radiodanomer va svetodanomer (dalanomer – uzoqni o'lchagich) ko'proq qo'llanilmoqda.



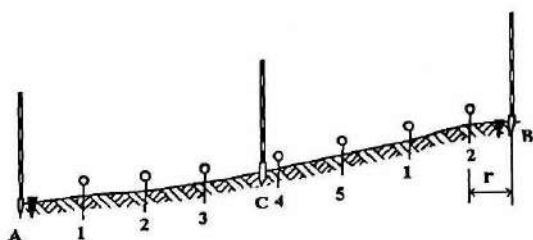
LEICA DISTO D1. BOSCH GLM40. MAKITA Ido50P. SNDWAY SW-E60

Elektron dalanomerlar

T/r	Markalari	Ishlab chiqarilgan mamlakat va firma nomi	Burchak o'lchash aniqligi	Turlari
1	LEICA DISTO D1	Vengriya Leica firmasi	± 2 MM	40M
2	BOSCH GLM40	Malayziya BOSCH firmasi	± 1 MM	40M
3	MAKITA Ido50P	Xitoy MAKITA firmasi	± 2 MM	50M
4	SNDWAY SW-E60	Xitoy SNDWAY firmasi	± 2 MM	60M

§7.4. Joyda chiziqni o'lchash

Joyda berilgan AB chiziq ikki kishi tomonidan o'lchanadi (7.10.-rasm).



7.10-rasm

O'lchashda 6 ta shpilka (sixcha) bo'lib, shpilkalardan biri orqa ishchida qolib, 5 tasi oldingi ishchi qo'lida bo'ladi. Orqadagi ishchi lenta uchidagi ilgakni A nuqtadagi shpilkaga ilib ushlaydi, oldingi ishchi AC chiziq yo'nalishi bo'yicha qo'yadi. Keyin orqadagi ishchi ko'rsatishi bo'yicha oldingi ishchi, lentani AC da tog'ri yotayotgan qilib silkitib tarang tortadi va shu turishda lenta uchidagi ilgakdan shpilkani o'tkazib, yerga qadaydi (7.10.-rasm). Keyin orqadagi ishchi A nuqtadagi shpilkani olib, oldingi ishchi qadagan shpilkani qoldirib, ikkalasi oldinga qarab yuradi; orqadagi ishchi lenta uchini 1-nuqtadagi shpilkaga ilib o'lchashni yuqoridagiga o'xshab takrorlaydi va hokazo. Oldingi ishchi qadab ketgan shpilkalarni orqadagi ishchi yig'ib boradi. Orqadagi ishchi qo'lida 5 ta shpilka yig'ilganda o'lchangan masofa 100 m ga teng bo'ladi. Keyin orqadagi ishchi qo'lidagi 5 ta shpilkani oldingi ishchiga keltirib beradi, bunga uzatish deyiladi.

Chiziq oxiridagi eng keyingi shpilka (2) bilan B nuqta orasidagi qoldiq r – alohida o'lchanadi.

Shu vaqt chiziq uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$D = nl_0 + r; \quad (7.1)$$

bu yerda: D – chiziq uzunligi (m),

n – lentani qo'yish soni,

l_0 – lentaning nominal uzunligi (20 m),

r – qoldiq, metr hisobida.

O'lchash natijalarini tekshirish uchun chiziqni to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanadi. Ikkala o'lchash natijalari bir-biriga mos kelsa yoki farqi kam bo'lsa, o'lchash to'g'ri, aks holda chiziq uchinchi marta o'lchanadi.

§7.5. Po'lat lenta bilan chiziq o'lchash aniqligi

Po'lat lenta bilan chiziq o'lchash aniqligiga joyning notekisligi va tuproq qoplami ta'sir etadi. Shuning uchun joylarni 3 ta kategoriyaga bo'ladilar:

1-kategoriya, o'lchash uchun qulay joy;

2-kategoriya, o'lchash uchun o'rtacha sharoitdagi joy;

3-kategoriya, o'lchash uchun noqulay joy.

O'lchanayotgan yerda, joyning kategoriyasi o'lchash jurnalida ko'rsatiladi.

O'lchash natijasiga o'lchash paytida lentani chiziq stvorida yotqizmaslik xatosi ham katta ta'sir etadi. Bu xatoning ta'sirini kamaytirish uchun chiziq olishni puxta bajarmoq, ya'ni chiziq ustida yetarli darajada qo'shimcha vexalar o'rnatmoq kerak. O'lchashdagi temperatura tuzatmasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta l_t = \alpha(t_{o'rt} - t_k) * D; \quad (7.2)$$

bu yerda: $\alpha = 0.000125$ – po'latning issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti;

$t_{o'rt}$ –o'lchash vaqtidagi o'rtacha temperatura;

t_k –lentani kopmparlash vaqtidagi temperatura;

D –chiziqning o'lchangan uzunligi, m;

Chiziq o'lchashning nisbiy xatosi:

1–kategoriyali joy uchun 1: 3000 dan,

2-kategoriyali joy uchun 1: 2000 dan,

3-kategoriyali joy uchun 1: 1000 dan oshmasligi kerak.

Agarda to'g'ri o'lchash bilan teskari o'lchash natijalarini tegishli D_1 va D_2 deb belgilasak, u holda ular ayirmasi

$\Delta D = D_1 - D_2$; (7.3) ning o'rtacha qiymati

$$D_{o'rt} = \frac{D_1 + D_2}{2}; \quad (7.4)$$

$\frac{\Delta D}{D_{o'rt}}$ ga nisbati tegishli kategoriya uchun ko'rsatilgan

yo'l qo'yarli nisbiy xatoni $\sqrt{2}$ ga bo'lgan ko'paytmasidan katta bo'lmasligi kerak.

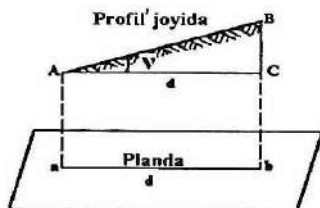
§7.6. O'lchangan qiya chiziqning gorizantal qo'yilishini aniqlash

Hisoblashlar arifmometr yoki elektron hisoblash mashinalarida bajariladi. d ning qiymatini $d = D - \Delta d$; (7.5) formulasi bilan ham topish mumkin;

bu yerda: $\Delta d = D - d$; (7.6)

Joyga lenta bilan gorizontga nisbatan v burchak bilan joylashgan AB chiziq (7.11.-rasm) uzunligi $AB=D$ o'lchanadi.

bu yerda: D – qiya masofa, (m) v – og'ish burchagi.



7.11-rasm

(7.7) formulasiga (7.5) formulasidagi d -ning qiymatini qo'ysak, quyidagi formula hosil bo'ladi:

$$\Delta d = D - d = D - D * \cos v;$$

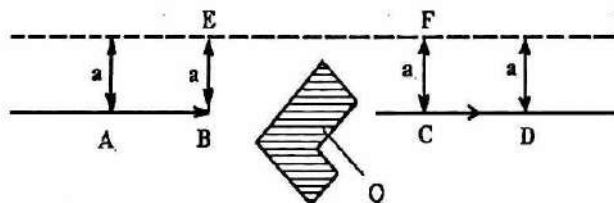
$$\text{yoki } \Delta d = 2D * \sin^2 \frac{v}{2}; \quad (7.7)$$

bu yerda; v – og‘ish burchagi bo‘lib, bu burchakni aniqlashda katta aniqlik talab etilmasa, ekkimetr asbobi bilan o‘lchash mumkin. Bundan tashqari, teodolit – taxeo-metrlarida o‘lchanadi.

§7.7. Joyda to‘g‘ri burchaklar yasash

Joyda to‘g‘ri burchaklar yasash uchun yekerlar qo‘llaniladi. Ular ikki xil – oddiy va qaytaruvchi (optik) ekerlariga bo‘linadi. Hozir ko‘proq qaytaruvchi (oynali va prizmalı) ekerlar qo‘llaniladi. Ishlash vaqtida ularni qo‘lda tutib turadilar. Oddiy ekerlar dioptrli bo‘lib, ular yengil uch yoq yoki tayoqcha ustida o‘rnatiladi.

Ekerlar perpendikulyar chiqarish va tushirishda yordamchi qurol sifatida ishlatiladi. Ba‘zan to‘siq orqali chiziqli olishda ekerni ishlatish juda qulay. Masalan AB chiziqni davomida Q to‘siq bo‘lib (7.12.-rasm), uning davomidagi C va D nuqtalar o‘rni topish uchun B nuqtadan tik chiziqqa a-kesmani qo‘yib E nuqta topiladi; Keyin E-dan tik chiziq chizib, unga ma‘lum masofa qo‘yilib, F-nuqtasi topiladi; F-dan chiqarilgan tik chiziqqa, a-kesmasi qo‘yilsa C-nuqtasi topiladi. Keyin C dan D ga tik chiziqli chizilsa, AB chiziqli davomi bo‘lgan CD topiladi. Eker bilan tik chiqarish xatosi 6–7 daqiqani tashkil etadi. Bundan tashqari, joyda to‘g‘ri bo‘rchak yasash uchun teodolitlar ham ishlatiladi.



7.12-rasm

8-BOB. SYOMKA HAQIDA MA'LUMOTLAR

§8.1. Umumiy ma'lumotlar

Plan, karta yoki profil tuzish uchun joyda bajariladigan o'lchash ishlarining yig'indisiga syomka deyiladi. Syomkalar uchga bo'linadi:

1. Gorizontal yoki konturli syomka;
2. Vertikal syomka;
3. Topografik syomka.

Gorizontal syomka natijasida joyning konturli plani hosil bo'ladi.

Vertikal syomkada esa joydagi nuqtalarning balandligi aniqlanadi. Bu balandliklar bo'yicha profil chiziladi yoki ular planda ko'rsatilib joyning relyefi tasvirlanadi.

Topografik syomkada esa gorizontal va vertikal syomkalar bir vaqtda bajariladi, ya'ni joy tafsilotlari va relyefi syomka qilinadi.

§8.2. Syomka turlari

Qo'llaniladigan *asbob* va aniqlaydigan *miqdoriga* qarab syomka bir necha turga bo'linadi:

1. *Burchak o'lchash syomkasi*. Bironta uchastkaning planini tushirish uchun joyda olingan ochiq yoki yopiq poligon (ko'pburchak) ning gorizontal burchaklari, tomonlarining uzunliklari va yo'nalishlari aniqlanadi va joyning faqat konturli plani tuziladi.

2. *Vertikal syomka*. Bunda nuqtalar balandligi nivelirlash orqali topiladi. Nivelirlash bir necha usul bilan

bajariladi. Nivelirlash turlari muhandislik ishlarida keng qo'llaniladi.

3. *Taxeometrik syomka*. Bunda gorizontal va vertikal syomka ishlari bir vaqtda bir asbob (*taxeometr*) bilan bajariladi. Planda joyning konturi va relyefi tasvirlanadi.

4. *Menzula syomkasi*. Bunda gorizontal, vertikal syomka va plan chizish ishlari *menzula* nomli asbob bilan dalaning o'zida bajariladi.

5. *Yer fototeodolit syomkasi*. Bunda syomka fotokamerali teodolit yordamida bajariladi.

6. *Aerofotosyomka*. Bunda samolyotga o'rnatilgan fotoapparat yordamida joy suratga olinib, fotogrametrik ishlar natijasida shu joyning plani hosil bo'ladi.

§8.3. Tafsilotlarni syomka qilish

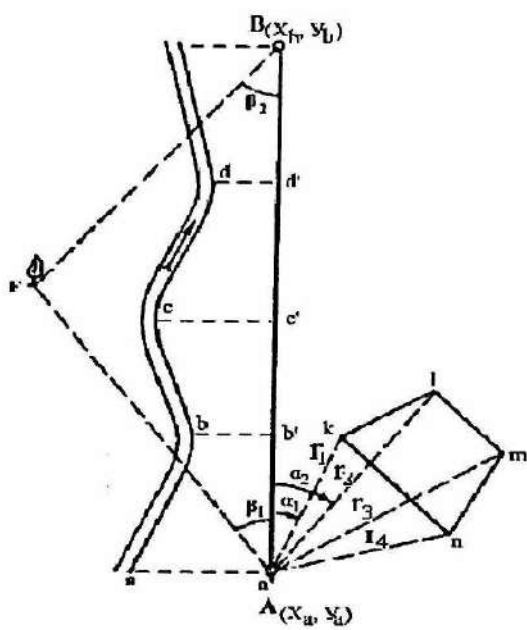
Burchak o'lchash syomkasida joy tafsilotlari (uy, yo'l, daryo, bog' kabilarning o'rnlari)ni syomka qilishda joyning sharoitiga qarab quyidagi usullaridan biri qo'llanilishi mumkin:

1. *To'g'ri burchakli koordinatalar usuli*. Bu usulda syomka o'lchanadigan chiziqqa nisbatan bajariladi. Masalan, AB (8.1.-rasm) chiziqning A uchi koordinata boshiga, AB chizig'i esa absissa o'qiga, bunga perpendikulyar chiziqlar ordinata o'qi deb qabul qilinadi, biron-bir AB chizig'ining chap tomonidagi ariqni syomka qilishda, uning xarakterli nuqtalari – a, b, c, d, ... lar o'rni quyidagicha belgilanadi: masalan; b nuqta o'rni topish uchun b dan AB ga perpendikulyar tushiriladi. Keyin Ab¹ va bb¹ uzunliklari o'lchanadi. Qolgan c, d, ... nuqtalarning o'rni ham shunday aniqlanadi. Bu usulga perpendikulyarlar usuli deb ham yuritiladi.

3. *Kestirma (qo'sh qutbli koordinatalar) usuli*. Bu usulda nuqtalar o'rni bazis chizig'i (qutb o'qi) AB uzunligi

va buning ikki uchida (A va B nuqtasida) o'lchangan yo'nalish burchaklari – β_1 va β_2 orqali aniqlanadi. Masala: yakka o'sgan f-daraxtini (6.1.-rasm) syomka qilish uchun A nuqtadan qutb o'qi AB bilan Af yo'nalishi orasidagi β_1 burchak. B nuqtada esa va BA chizig'i bilan Bf yo'nalishi orasidagi β_2 burchak o'lchanadi. Nuqta o'rnini bunday topishga burchak kesishtirish usuli deyiladi. Agar β_1 va β_2 burchaklari o'rniga Af va Bf masofalar aniqlanib va ular orqali f nuqtaning o'rnini A va B nuqtalaridan chizilgan yo'ylar yordamida topilsa, bunga chiziqli kestirma deyiladi. Bu syomka natijalarini qog'ozda chizish uchun avval plan masshtabida A va B nuqtalar o'rniga X_A ; Y_A va X_B ; Y_B koordinatalari bo'yicha belgilanadi, keyin o'lchash natijalariga ko'ra a, b, c, d, ... k, l, ...f nuqtalar o'rnini syomkadagi kabi belgiladi. O'sha vaqtning o'zida planda joydagi tafsilotlar tasvirlangan bo'ladi. Masalan, k, l, m va n bilan chegaralangan hovuzni (8.1.-rasm) syomka qilish uchun A nuqtani qutb, AB chiziqni qutbiy o'q deb olinsa, k va l nuqtalar o'rnini qutbiy burchaklar α_1 va α_2 hamda qutbiy masofalar $Ak = r_1$ va $Al = r_2$ va hokazolar bilan aniqlanadi. Shu hovuzning m va n nuqtalari ham shu yo'l bilan syomka qilinadi (8.1.-rasm).

2. Qutbiy koordinatalar usuli. Bunda nuqtalar o'rnini qabul qilingan qutb o'qiga nisbatan aniqlanadi. Qutb o'qining bir uchi qutb deb yuritiladi. Bu usulda syomka qilinadigan nuqtani qutb bilan tutashtiruvchi radius-vektor uzunligi (qutbiy masofa) va shu radius-vektorning qutb o'qiga nisbatan yo'nalishi (qutb burchagi) o'lchanadi. Masalan, k, l, m va n bilan chegaralangan hovuzini syomka qilish uchun A nuqtani qutb, AB chiziqni qutbiy o'q deb olinsa, k va l nuqtalar o'rnini qutbiy burchaklar α_1 va α_2 hamda qutbiy masofalar Ak va Al lar o'lchanishi bilan aniqlanadi. Shu hovuzning m va n nuqtalari ham shu yo'l bilan syomka qilinadi (8.1.-rasm).



8.1-rasm

9- BOB. TEODOLIT SYOMKASI

§9.1. Teodolit syomkasining mohiyati

Teodolit bilan bajariladigan gorizontal syomkaga teodolit syomkasi deyiladi. Syomka oxirida faqat joydagi situatsiya tasvirlangan plan hosil bo'ladi. Teodolit syomkasida asos (tayanch) bo'lib siniq chiziqlar sistemasidan iborat bo'lgan teodolit yo'llari xizmat qiladi. Bunday yo'llarning burchaklari teodolit bilan, tomonlari esa ko'pincha 20 metrli po'lat lenta bilan o'lchanadi. Tomonlar uzunligi DNT-2, DD-3 va boshqa optikaviy dalnometrlar bilan ham o'lchanishi mumkin, shu vaqtda chiziqlar kamida $1:1500 \div 1:2000$ aniqlikda o'lchanishi kerak. Situatsiyalarni syomka qilish teodolit yo'llariga tayangan holda quyidagi usullarda bajariladi:

a) to'g'ri burchakli koordinatalar usuli yoki perpendikulyar usuli;

b) qutbiy koordinatalar usuli;

c) kestirma (qo'sh qutbli koordinatalar) usuli.

Teodolit syomkasini bajarish ishlari tarkibiga quyidagi geodezik ishlar kiradi:

1) *kameral tayyorgarlik* — bunga topshiriq bilan tanishish, ish olib boriladigan joyning eski plani va kartalarini o'rganish hamda ishning taxminiy loyihasi va ish planini tuzish ishlari kiradi;

2) *planga olinadigan joyni rekognosirovka qilish* — bunda syomka qilinadigan obyektlar bilan tanishiladi, geodezik tayanch punktlar mavjudligi aniqlanadi, uchastka chegarasi va teodolit yo'lining o'rinlari belgilanadi. Ko'pincha teodolit yo'lining sxematik plani va loyihasi tuziladi;

3) *joyda tayanch nuqtalarni tanlash va mahkamlash* – bunda tanlangan nuqtalarga yer yuzi bilan baravar qilib, diametri $3\div 5$ sm, uzunligi $15\div 25$ sm bo'lgan qoziqlar qoqiladi. Qoziqlarni topish oson bo'lishi uchun qoziq atrofiga uchburchak, to'rtburchak yoki doira shaklida ariqchalar qaziladi. Bulardan tashqari, burchak o'lchashda nuqtalarning o'rni vexalar bilan belgilanadi. Burchaklar to'liq priyom bilan o'lchanadi;

4) *chiziqlarni o'lchash* – o'lchash ishlari 20 metrli po'lat lentada bajariladi;

5) *teodolit yo'llarining burchaklarini o'lchash* – burchak o'lchash to'liq priyomda o'lchanib, teodolit asbobi yordamida bajariladi;

6) *situatsiyani syomka qilish* – teodolit yo'llariga tayangan holda bajariladi;

7) *teodolit yo'llarini davlat yoki mahalliy geodezik tarmoqlariga bog'lash*;

8) *tayanch tarmoqlar bo'lmagan holda teodolit yo'li tomonining haqiqiy azimutini aniqlash*;

9) *kameral (hisoblash va grafik chizma) ishlari*.

§9.2. Teodolit yo'llarini o'tkazish

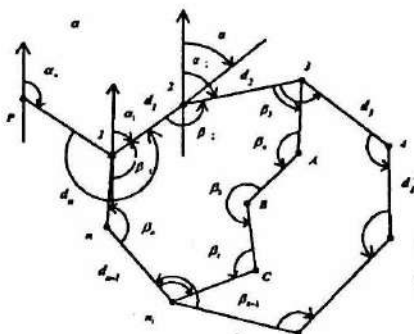
Joyda olingan yopiq ($Q, 2, 3, \dots n, Q, IX.1$ -rasm) va ochiq ($MN, 2, 3, \dots P, Q, 9.2$ -rasm) poligonlariga teodolit yo'li deyiladi.

9.1.-rasmdagi yopiq poligonlarning ham tomonlari va gorizontal burchaklari o'lchanadi. So'ngra teodolit yo'lidagi hamma tayanch nuqtalarning koordinatalari hisoblab chiqiladi. Demak, joyda teodolit yo'llarini o'tkazish bilan ularning bir-biriga nisbatan plandagi o'rni, ya'ni ($X; Y$) koordinatalari aniqlanadi.

Bulardan tashqari, yopiq poligon ichkarisida diagonal yo'llari (9.1.-rasmda $3, A, B, C, n-1$ yo'l) o'tkaziladi.

Diagonal yo'l asosiy poligondagi o'lchash natijalarini tekshirish va situatsiyalarini syomka qilishda qo'shimcha tayanch nuqtalarni hosil qilish uchun xizmat qiladi.

Bir necha teodolit yo'llari uchragan nuqtalariga tugun nuqtalar deyiladi.

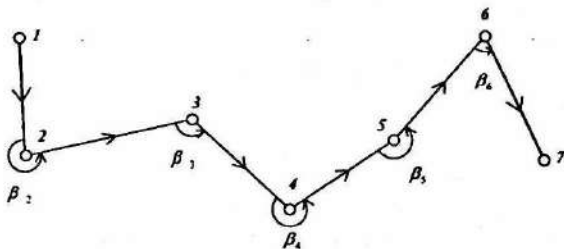


9.1-rasm

Masalan, 9.1.-rasmdagi 3 va $n-1$ nuqtalari *tugun* nuqtalardir.

Yopiq poligon geodezik tayanch nuqtadan (9.1.-rasmda, Q-nuqta) boshlanishi yoki geodezik tayanch nuqtalarga bo'linishi kerak.

Ochiq poligonlar esa geodezik tayanch nuqtalar o'rtasida (9.2.-rasmda, N va P nuqtalar) o'tkazilishi kerak.



9.2-rasm

Agar yopiq poligonda soat mili yo'nalishi bo'yicha yurilsa, o'lchangan burchaklar o'ng burchak, strelkaga teskari yurilsa esa chapburchak bo'ladi. Ko'pincha yopiq va ochiq poligonda o'ng burchaklar o'lchanadi. Ochiq poligonni mumkin qadar to'g'ri chiziqli qilib, ya'ni burilish burchaklarini 180^0 ga yaqin qilib o'tkaziladi. Teodolit yo'li tomonlarining uzunligi 50 m dan 400 m gacha bo'lishi mumkin. Ammo xo'jalik hududlari chegarasi bo'yicha o'tkaziladigan teodolit yo'llari tomonlarining uzunligi 1000 m va undan ham uzoq bo'lishi mumkin.

Yirik masshtabdagi syomkalar qo'llanmasi (CH-212-62)ga binoan ochiq territoriyalarda geodezik tayanch nuqtalar orasida o'tkaziladigan teodolit yo'lining maksimal uzunligi quyidagicha belgilanadi:

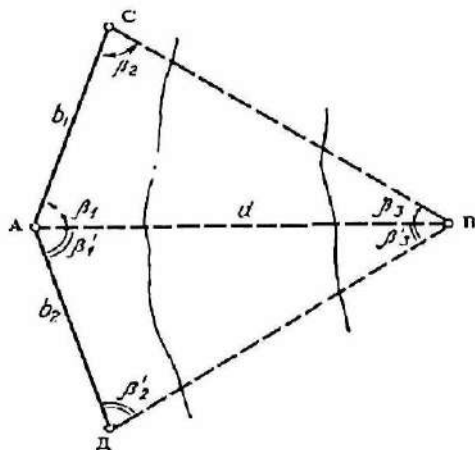
- 1:500 masshtabida – 0,8 km,
- 1:1000 masshtabida – 1,2 km,
- 1:2000 masshtabida – 2,0 km,
- 1:5000 masshtabida – 4,0 km.

§9.3. Borib bo'lmas masofani aniqlash

Deyaylik, to'siq (jar, daryo, ko'l) orqali o'tgan AB chiziq (9.3.-rasm) uzunligi (d) ni aniqlash kerak bo'lsin. Bunday chiziqning uzunligi bevosita o'lchov quroli bilan o'lchash mumkin emas. Bunday masofalarni aniqlash uchun avvalo joyda bazis deb ataluvchi $AC = b_1$ chizig'i o'lchanishi kerak. A va C nuqtalarda turib teodolit bilan to'liq priyomda β_1 va β_2 burchaklari o'lchanadi. ABC uchburchakdan quyidagini aniqlaymiz:

$$d = b_1 \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_3}; \quad (9.1)$$

bu yerda: $\beta_3 = 180^0 - (\beta_1 + \beta_2)$.



9.3-rasm

AB chiziqli uzunligini tekshirish uchun uni ikkinchi uchburchak ABD da o'lchangan bazis b_2 va burchaklar β_1' va β_2' bo'yicha ikkinchi marta hisoblab topiladi. Topilgan d -ning ikkala qiymati orasidagi farq aniqlanadigan uzunlikning $1:1000$ dan oshib ketmasligi kerak.

Buning bazislarni shunday tanlash kerakki, hosil bo'lgan uchburchak mumkin qadar teng tomonli bo'lsin. Agar buning iloji bo'lmasa, bazis qarshisida yotgan β_3 burchagi 30° dan kichik va 150° katta bo'lmasligi kerak.

§9.4. O'lchangan gorizontali burchaklarni tenglash va tomonlar direksion burchaklarini hisoblash

Gorizontali burchaklarni o'lchash natijalari geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak. Masalan, yassi uchla burchagi o'lchanganda, bularning yig'indisi 180° ga teng bo'lishi kerak. Lekin o'lshash vaqtida muqarrar xatolar

bo'lganligi sababli 180^0 ga teng bo'lmay, balki farq qiladi, bunga burchak bog'lanmaslik xatosi deyiladi. Burchaklar yig'indisi 180^0 ga teng bo'lishi uchun o'lchangan burchaklarga tuzatma kiritilib, ularni tuzatadilar. Tuzatilgan burchaklar yig'indisi, albatta, geometrik shartni qondiradi. Aks holda tuzatmalar noto'g'ri tarqatilgan bo'ladi. Geometrik shartni qanoatlantirish uchun o'lchangan burchaklarni tuzatmalar berib tuzatishga burchaklarni tenglash deyiladi.

Yopiq poligon ichki burchaklarini tenglash.
Ma'lumki, har qanday yassi ko'pburchaklarning yig'indisi:

$$\sum \beta_{naz} = 180^0 (n-2); \quad (9.2)$$

bu yerda n – burchaklar soni.

9.1.-rasmdagi yopiq poligonda o'lchangan $\beta_{o'ich}$ burchaklarning amaliy yig'indisini $\sum \beta_{amal}$ desak, u holda:

$$\sum \beta_{amal} - \sum \beta_{naz} = f_{\beta} \quad (9.3)$$

bo'ladi.

Agar burchak o'lchash natijalari bexato bo'lganda edi, burchak bog'lanmasligi f_{β} nolga teng bo'lar edi. Burchak bog'lanmasligi f_{β} ning qiymati $f_{\beta cheki}$ dan oshmasligi kerak.

Chekli xato $f_{\beta chek} = \pm 1.5t \sqrt{n} \quad (9.4)$
formulasida aniqlanadi.

Bu yerda: t – sanoq olish aniqligi.

Agar $f_{\beta} \leq f_{\beta cheki}$ bo'lsa, o'lchash xatosi yo'l qo'yarli bo'ladi. Aks holda o'lchashda yoki hisoblashda qo'pol xato qilingan bo'ladi.

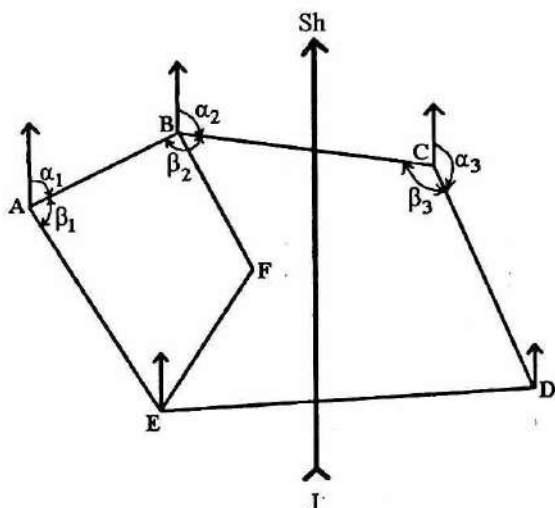
Bu xatoni topish va tuzatish kerak.

Burchak xatosi teskari ishora bilan o'lchangan burchaklarga baravar tarqatiladi, bunga tuzatma deyiladi.

Tuzatmalar yig'indisi teskari ishora bilan bog'lanmaslik f_{β} ga teng bo'lishi kerak.

Tuzatmalar burchaklar bo'yicha yo'l tomonlarining deriksion burchaklari hisoblab chiqariladi.

9.4.-rasm. $ABCDE$ yopiq poligonning asosiy tomonlari deriksion burchaklari, so'ngra BFE diognal yo'li tomonlarining deriksion burchaklari hisoblanadi.



9.4-rasm

Boshlang'ich tomon deriksion burchagi- α_1 berilgan bo'lib, keyingi tomonlar deriksion burchaklari $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \dots$ va hokazolarni topish kerak bo'lsin. 9.4.-rasmga ko'ra 1-nuqtada 1-tomon deriksion burchagi- α_1 ma'lum bo'lsa, 2-nuqta uchun

$$\alpha_2 + \beta_2 = \alpha_1 + 180^\circ$$

bo'ladi, bundan:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2; \quad (9.5)$$

Shunga o'xshash $\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3;$

$$\alpha_4 = \alpha_3 + 180^\circ - \beta_4;$$

yoki umumiy ko'rinishda

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (9.6)$$

bo'ladi.

Demak, keyingi tomonning deriksion burchagi oldingi tomon deriksion burchagiga 180° qo'shib, ular orasidagi o'ng burchakning ayirilganiga teng.

Ochiq poligon burchaklarini bog'lash. Teodolit yo'li 1 va 6 geodezik tayanch nuqtalar o'rtasida o'tkazilgan bo'lsin (9.2.-rasm). 1, 2 va 6, 7 triangulyasiya yoki poligonometriya tomonlari bo'lganidan ularning deriksion burchaklari α_1 va α_n ma'lum, bexato va qat'iy, ya'ni o'zgartirib bo'lmaydi. Yo'l boyicha o'ng burchaklar $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ o'lchangan. Demak, hamma tomonning deriksion burchaklarini quyidagi formulada hisoblaymiz, ya'ni 9.1.-rasmga ko'ra quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2; \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3; \\ \dots & \dots \dots \dots \end{aligned} \quad (9.7)$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n$$

chiqadi. 9.7-formuladagi hamma tengliklarni qo'shib chiqsak.

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + n \cdot 180^\circ - \sum \beta; \quad (9.8)$$

hosil bo'ladi, bundan $\alpha_n - \alpha_1 = n \cdot 180^\circ - \sum \beta$; yoki

$$\alpha_1 - \alpha_n = \sum \beta - n \cdot 180^\circ;$$

Ammo amalda β burchaklarni o'lchashda yo'l qo'yilgan xatolar tufayli (9.9) formuladagi tenglik bajarilmaydi. Ular orasidagi farq ochiq poligondagi burchak bog'lanmaslik xatosi deyiladi.

Burchak bog'lanmaslik xatosi:

$f_\beta = \sum \beta - 180^\circ n - (\alpha_0 - \alpha_n)$, 9.10-formulasida aniqlanadi.

Bu yerda aniqlangan burchak bog'lanmaslik xatosi $-f_{\beta}$, 9.4-formulasi bilan hisoblanadigan chekli bog'lanmaslik bilan taqqoslanadi.

Agar u absolyut qiymati bo'yicha yo'l quyarli, ya'ni: $f_{\beta} \leq f_{\beta \text{ chek}}$ bo'lsa, burchaklarga tuzatmalar kiritilib, ularga tuzatma deyiladi.

§9.5. Koordinata orttirmalarini hisoblash

Koordinata orttimalari $\Delta X = d \cos \alpha$, $\Delta Y = d \sin \alpha$; yoki $\Delta X = d \cos r$, $\Delta Y = d \sin r$ formulalarida aniqlanadi. Rumb nomi koordinata orttirmalarining ishorasi bo'yicha belgilanadi (9.1-jadval).

9.1-jadval

Koord inata orttir malari	α -qiymatiga tegishli aylana choraklari			
	I, (0° - 90°) Sh.shq	II, (90° - 180°) J.shq	III, (180° - 270°) J.g'	IV, (270° - 360°) Shg'
X	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

§9.6. Koordinata orttirmalarini tenglash va poligon uchlarining koordinatalarini hisoblash

Yopiq poligon. Amalda yassi yopiq poligon (ko'pburchak)da orttirmalar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, yani: $\sum \Delta X = 0$ va $\sum \Delta Y = 0$; lekin burchaklar va tomon uzunliklarini o'lchashda muqarrar bo'ladigan xatolar tufayli koordinata orttirmalarining yig'indisi nolga teng bo'lmasdan, balki boshqa biror f_x va f_y ga teng, ya'ni:

$$\sum \Delta X = f_x; \text{ va } \sum \Delta Y = f_y; \quad (9.12)$$

bo'ladi.

9.12-formuladagi f_x va f_y lar, koordinata orttirmalaridagi bog'lanmaslik xatosi deyiladi. O'lchash xatolarining ta'siri natijasida poligonda f -xatolikka yo'l qo'yiladi. Bu f – miqdoriga poligon perimetriga to'g'ri kelgan absolyut bog'lanmaslik xatosi deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} ; \quad (9.13)$$

Absolyut bog'lanmaslik (f) ning poligon perimetriga bo'lgan nisbatiga, ya'ni $\frac{f}{P}$ ga perimetrdagi nisbiy bog'lanmaslik xato deyiladi. Odatda, nisbiy bog'lanmaslikning surati 1 ga teng oddiy kasr bilan ifodalanadi, ya'ni:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{N} ; \quad (9.14)$$

bundan,

$$N = \frac{P}{f}$$

bo'ladi.

Agar nisbiy bog'lanmaslik yo'l qo'yarli bo'lsa, u vaqtda koordinata orttirmalari tenglanadi. Buning uchun f_x va f_y qiymatlari koordinata orttirmalariga tomon uzunliklariga proporsional bo'lib f_x va f_y larning ishorasini teskari ishora bilan Δx va Δy larga tarqatiladi, ya'ni:

$$\nu_{\Delta x_1} = -\frac{f_x}{p} d_1 ; \quad \nu_{\Delta x_2} = -\frac{f_x}{p} d_2 \quad \text{va hokazo}$$

$$\nu_{\Delta y_1} = -\frac{f_y}{p} d_1 ; \quad \nu_{\Delta y_2} = -\frac{f_y}{p} d_2 \quad \text{va hokazo,}$$

yoki

$$v_{\Delta x_i} = -\frac{f_x}{p} d_i ; \quad v_{\Delta y_i} = -\frac{f_y}{p} d_i \quad (9.15) \text{ deb yoziladi.}$$

Tuzatmalar yig'indisi teskari ishora bilan tegishli bog'lanmasliklarga teng bo'lishi kerak, ya'ni: $\sum v_{\Delta x} = -f_x$; va $\sum v_{\Delta y} = -f_y$; bog'langan koordinata orttirmalari 9.15-formulasi bo'yicha aniqlanadi.

Buning uchun boshlang'ich nuqtaning koordinatalari ma'lum bo'lishi kerak. Boshlang'ich nuqta koordinatalari teodolit yo'lini geodezik tayanch tarmog'ining (triangulyasiya yoki poligonometriya) punktlariga bog'lash orqali aniqlanadi yoki ixtiyoriy belgilanadi.

Hisob-kitob (kameral) ishlari yopiq poligon uchun koordinatalarni hisoblash jadvali (9.2-jadvali) da bajariladi.

§9.7. Diagonal yo'lini tenglashtirish

Diagonal yo'li odatda ochi poligon kabi ikki nuqta o'rtasida o'tkaziladi, shuning uchun undagi burchaklar bog'lanmasligi quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin, ya'ni:

$$f_\beta = \sum \beta - 180^\circ n - (\alpha_0 - \alpha_n) \quad (9.16)$$

Agar bog'lanmaslik xatosi IX.4-formulasi bilan hisoblanadigan yo'l qo'yarli xatolaridan katta bo'lmasa, ya'ni $f_\beta \leq f_{\beta \text{ chek}}$ bo'lsa, burchaklarga teskari ishora bilan tarqatilib, o'lchangan burchaklar tuzatiladi. Diagonal yo'lidagi o'lchash natijalari 9.3-jadvalga yoziladi.

Agar diagonal yo'li BFE (9.4.-rasm) yopiq poligonining nuqtalari orasidan o'tkazilgan bo'lsa, F-koordinatasi bosh nuqta B koordinatasi orqali quyidagicha hisoblanadi: $X_F = X_B + \Delta X_1$; $Y_F = Y_B + \Delta Y_1$; (a).

Oxirgi nuqta, ya'ni E ning koordinatasi esa $X_E = X_F + \Delta x_2$; $Y_E = Y_F + \Delta y_2$; (b) bo'ladi.

Agar bosh nuqta B koordinatasiga X_B ; Y_B va oxirgi nuqta E ning koordinatasini X_0 ; Y_0 deb (a) va (b) formulalarini qo'shsak, ya'ni $X_0 = X_B + \Delta x$; va $Y_0 = Y_B + \Delta y$ bo'ladi.

Bundan:

$$\Sigma \Delta X = X_0 = X_B; \quad \Sigma \Delta Y = Y_0 = Y_B; \quad (9.17)$$

hosil bo'ladi.

Diagonal yo'lining koordinata orttirmalaridagi bog'lanmaslik xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$f_x = \Sigma \Delta X = (X_0 = X_B); f_y = \Sigma \Delta Y = (Y_0 = Y_B); \quad (9.18)$$

bu bog'lanmaslik xatolar yo'l qo'yarli bo'lsa, xato yopiq poligondagi kabi teskari ishora bilan tomonlar uzunligiga proporsional tarqatilib, koordinata orttirmalari tuzatiladi, keyin tuzatilgan orttirmalar bo'yicha diagonal yo'lidagi nuqtalarning koordinalari topiladi (9.2-jadval).

10-BOB. JOYDA NUQTA BALANDLIGINI O'LGHASH. NIVELIRLASH

§10.1. Nivelirlash usullari

Ko'p masalalarni yechishda, masalan, topografik kartada relyeflarni tasvirlash uchun joy nuqtalarining balandligini bilish kerak. Buning uchun nivelirlash ishlari bajariladi, ya'ni joydagi nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik aniqlanib, absolyut balandligi ma'lum bo'lgan biror nuqta bo'yicha boshqa nuqtalarning ham absolyut balandligi hisoblab topiladi.

Yer yuzidagi nuqtalarning balandliklarini aniqlash uchun bajariladigan ishlar majmuasiga *vertikal syomka* deyiladi. Joy relyefini o'rganib plan yoki kartada tasvirlash xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida, ayniqsa, qishloq xo'jaligida katta ahamiyatga egadir. Relyefni qog'ozda tasvirlash uchun joyning xarakterli nuqtalarini dengiz sathiga nisbatan balandliklarini aniqlash kerak. Bu balandlikka absolyut balandlik deyiladi. Agarda absolyut balandlik son bilan ifodalansa, bunga absolyut otmetka deyiladi.

Nuqtalar otmetkasini aniqlash uchun avvalo nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni aniqlash zarur. Ikki nuqta orasidagi nisbiy balandlikni aniqlashga nivelirlash deyiladi.

Nuqtaning balandligini o'lchash yoki nivelirlash yo'li bilan yer yuzidagi nuqtalarning bir-biriga yoki boshlang'ich deb qabul qilingan sathiy yuzaga nisbatan balandligi aniqlanadi. Qo'llaniladigan usul va asboblarga qarab nivelirlashlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Geometrik nivelirlash.
2. Trigonometrik nivelirlash.

3. Fizikaviy (barometrik, gidrostatik va aeroradio-nivelirlash) nivelirlash.

4. Mexanik nivelirlash.

5. Stereofotogrammetrik nivelirlash.

Geometrik nivelirlash. Bu usulda bir nuqtaning boshqa nuqtaga nisbatan balandligi gorizontal vizirlash nuri bo'yicha reykalardan bevosita sanoq olish yo'li bilan aniqlanadi. Nivelirlashning bu usulida nivelirlardan foydalaniladi. Geometrik nivelirlashda nuqtalarning balandligi, nivelirlashning boshqa turlariga nisbatan aniqroq topiladi.

Geodezik tayanch nuqtalarini va plan olish nuqtalarining balandligini aniqlashda, turli masshtabdagi planlarni olishda, muhandislik inshootlarining loyihalarini tuzishda, bu inshootlarni qurishda, shuningdek, geologik qidiruv ishlarida, yirik muhandislik inshootlarining cho'kishi va deformatsiyasini aniqlashda va shunga o'xshash ishlarni bajarishda geometrik nivelirlash qo'llaniladi.

Nivelirlash metodi va asboblari nuqtalar balandligining qanchalik aniq o'lchanishi va zarurligiga qarab tanlanadi.

Trigonometrik nivelirlash. Nivelirlashning bu turida ikki nuqta orasidagi qiyalik burchagi va masofa o'lchanadi hamda o'lchash natijalaridan nuqtalarning bir-biriga nisbatan balandligi trigonometrik formulalar yordamida hisoblab chiqariladi. Bu usulda teodolit – taximetri bilan qiyalik burchagi va masofa o'lchanadi. Trigonometrik nivelirlash topografik plan olishda, balandliklardagi farq katta bo'lgan nuqtalarning, masalan, tog', tepalik va boshqa relyef shakllarining hamda turli xildagi buyum va inshootlarning balandligini aniqlashda qo'llaniladi.

Fizikaviy nivelirlash. Bu nivelirlash quyidagi turlarga bo'linadi, ya'ni barometrik nivelirlash, gidrostatik nivelirlash va radionivelirlashlardir.

a) **Barometrik nivelirlash.** Bu metod yerdan baland ko'tarilgan sari havo bosimining kamaya borishi qonuniyatiga asoslangan. Barometrik nivelirlash natijasida nuqtalarning balandligi 1–2 metr aniqlikda topiladi. Shuning uchun katta aniqlik talab qilinmaydigan ishlarda, masalan, turli ekspeditsiyalarda, geologik, geografik va boshqa tekshirishlarda biror joyning relyefini dastlabki o'rganishda nivelirlashning bu turidan foydalaniladi. Barometrik nivelirlashda barometr va boshqa asboblardan foydalaniladi.

b) **Gidrostatik nivelirlash.** Bu usulda joydagi nuqtalarning balandliklaridagi farq o'zaro bo'g'liq ikkita idishdagi suyuqlik sathini kuzatish yo'li bilan aniqlanadi. Bu usulda nuqtalarning nisbiy balandligi $\pm 1-2$ mm aniqlikda topilib, montaj ishlarida, yirik inshootlarning deformatsiyasini muntazam ravishda kuzatish kerak bo'lganda va boshqa ishlarda gidrostatik nivelirlash qo'llaniladi. Bu sodda usul bo'lib, undan yopiq tor va qorong'i joylarda ham foydalanish mumkin. Hozirgi vaqtda gidrostatik nivelirlashga katta e'tibor berilyapti, ammo uning ayrim masalalari o'rganilmagan. Masalan, sezilarli masofada joylashgan o'nlab va yuzlab tutashgan idishlarga bo'lgan tashqi muhitning ta'sirlari yaxshi o'rganilmagan. Gidrostatik nivelirlash uchun standart asboblardan foydalanish, geometrik nivelirlash bilan taqqoslaganda texnikaviy va iqtisodiy qulayliklarga ega emas va xonalarda masofaviy o'lchashning imkoni yo'q. Shuning uchun suyuqlikning holati to'g'risidagi ma'lumotni masofadan turib olish imkonini beruvchi qo'zg'almas tizim barpo etiladi.

Gidrostatik nivelirlash usuli anchadan beri ma'lum. Gidrostatika qonunlari, turli nivelirlash asboblari yaratishda foydalanilgan. Masalan, 1629 yili Rimda J. Brank ikkita oynali idishdan iborat bo'lgan va o'zaro charm yoki qo'rg'oshin shlang bilan ulangan qurilmani kashf etdi.

1879-yili Fransiyada balandligi 2 metrli tutash idish va 300 metr uzunlikdagi shlangdan foydalanib gidrostatik nivelirlashni amalga oshirishga harakat qilingan. Ammo yuqori aniqlikdagi nivelirlashga erishilgani yo'q. 1890-yilda Rossiyada Shlang uzunligi 20 metrga ega bo'lgan asbob yordamida nivelirlashga harakat qilindi. Nisbiy balandlikni aniqlashning o'rta kvadratik xatosi bitta stansiyada 3 mm ni tashkil etdi. 1936-yilda gidrostatik nivelirlash yordamida otmetkani uzoq masofa (18 km)ga, katta Belt bo'g'ozini orqali uzatishga erishildi. Bunda otmetkani uzatish xatoligi 0,09 mm ni tashkil etdi. 1938-yili Germaniyada eni 2 km bo'lgan bo'g'oz orqali nivelirlash bajarildi. Xatolik esa 0,1 mm ni tashkil etdi. 1952-yili Belgiyada Jelda daryosi orqali 4 km masofaga 0,14 mm aniqlikda otmetka uzatildi.

Hozirgi vaqtda gidrostatik nivelirlash usuli konveyerlarni to'g'rilashda stanok qurilmalarini o'rnatishda, elektrostansiya trubinalarini va ulardan foydalanishda hamda tog' jinslarining ko'chishini aniqlashda qo'llanilmoqda.

Gidrostatik nivelirlashda kuzatilayotgan yuzaning gorizontalligini yoki alohida nuqtalarni nazorat qilish uchun nisbiy yuza sifatida suyuqlik yuzasini qabul qilish mumkin.

Idishlardagi suyuqlikning bir-biriga taqsimlanishi gidrostatik tenglik yuzaga kelguncha davom etaveradi.

Agar idishlardagi suyuqlik turlicha bo'lsa (masalan, suv yoki simob), bu holda tenglik gidrostatik bosim teng bo'lganda sodir bo'ladi.

$$(P_1 = P_2 = P); \quad (10.1)$$

yoki

$$\gamma_1 H_1 = \gamma_2 H_2$$

bu yerda: P_1 P_2 – suyuqlik ustunidagi gidrostatik bosim; (%)

γ_1 γ_2 – suyuqlikning hajmiy vazni;

H_1 , H_2 – idishlardagi suyuqlik ustunining balandligi.

$$\gamma = p; \quad (10.2)$$

bu yerda: g – tortishish kuchining tezlanishi; γ – suyuqlik zichligi bo‘lib, ($g = f(\varphi)$); bunda $\gamma = \psi(\varphi)$; (10.3) asosan $\Delta \gamma = -0,0259 \cos 2\varphi - 2 \cdot 10$; joyning kengligi; H – joyning balandligi, metrda.

Binobarin f va H ning miqdori qo‘zg‘almas gidrostatik tizimlar uchun katta o‘zgarishga ega emas, ayrim yaqinlashishlar bilan qabul qilish mumkin.

$$g = \text{const.}$$

Unda (XI.1) ifodani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\rho_1 H_1 = \rho_2 H_2$$

Har bir gidrostatik idish sathi uni tayyorlash xatosi tufayli o‘zining nol o‘rniga ega. Shuning uchun limbning mikrometr vintlari ko‘rsatkichi asosida hisoblangan, ikki nuqta orasidagi nishablik, absolyut hisoblanilmaydi.

Barcha seriyadagi gidrostatik idishlarning nol o‘rni gorizontal nazorat tekisligida etalon idishga nisbatan ketma-ket etalonlashtirish yo‘li bilan aniqlash mumkin. **Buning** natijasida barcha seriyadagi idishlarning nollari tengsizligini yo‘qotish mumkin. Qurilma holatining o‘zgarmasligini aniqlash uchun mo‘ljallanib qo‘zg‘almas holatda o‘rnatilgan gidrostatik tizimlar uchun, idishning nol o‘rni to‘g‘risidagi ma’lumot kerak emas, barcha kuzatishlar sanoqning nisbiy tizimida amalga oshirilishi mumkin.

Turli konstruksiyali gidrostatik nivelirlarning bir-biridan farqi idishlardan sanoq olish holatini qayd qilish usuli bilan belgilanadi. Hozirgi vaqtda gidrostatik

nivelirlashda, asosan, idishlar shkalasi bo'yicha sanoq olishning vizual usuli, kontakt vizual usuli, elektrokontakt usuli va boshqa usullardan foydalaniladi.

Misol tariqasida gidrostatik qo'zg'almas tizimlarga ma'lumotni qo'zg'almas (masofada turib) olish qurilmasini keltirish mumkin, bu qurilma "Dr.Hans Bockels and K⁰⁰" firmasi tomonidan ishlab chiqilgan [4]. Bu qurilma o'lchanadigan sanoqlarni masofada turib aniqlash imkoniyatiga ega.

Diskret turidagi har bir idishda sath holatining datchigi tik holatda pog'ona shaklida joylashgan bog'lovchi shtiftlar tizimi ko'rinishiga ega. Datchik shtiftlarini sozlash talab qilingan o'lchash aniqligiga bog'liq ravishda bajariladi.

Datchikning o'lchash diapazoni 300 mm bo'lib, tizimni to'ldiruvchi suyuqlik sifatida simobdan foydalaniladi.

O'lchash jarayonida idishlar ketma-ket qayd qiluvchi asbobga ulanadi. Asosan barcha axborotlar bitta pultga o'lanadi, agar bunga zarurat bo'lsa pultlar bir necha joylarga o'rnatiladi. Bunday asboblarda ko'pincha obyektlar holatini kuzatishda axboratlarni masofadan turib uzatishda qo'llaniladi.

c) Radionivelirlash. Bu nivelirlash radioto'lqinning samolyotdan yerga, yerdan samolyotga yetib borish vaqtiga qarab samolyotning qanday balandlikda uchayotganligini bilish imkoniyatini beradi. Samolyotning uchayotgan balandligi radiovisotomer degan asbob yordamida 5 m gacha aniqlikda topiladi. Keyingi vaqtlarda radionivelirlash turli qidiruv ishlarida, hamda turli masshtabdagi topografik kartalarini tuzishda qo'llanilmoqda.

Mexanik nivelirlash. Nivelirlashning bu usulida maxsus avtomat-niveliri ishlatiladi. Bu asbob velosoped, mototsikl yoki avtomashinaga o'rnatilgan bo'ladi. Avtomat nivelir o'rnatilgan mashinada bosib o'tilgan yo'lning profili

qog'ozda, avtomatik tarzda chizilib boriladi. Bu usulda joyning profili boshqa usuldagiga nisbatan osonroq va tezroq tuziladi, ammo aniqligi talab etilmaydigan ishlarda, masalan, yo'l qurilishida va joyning relyefini dastlabki o'rganishdagi foydalaniladi.

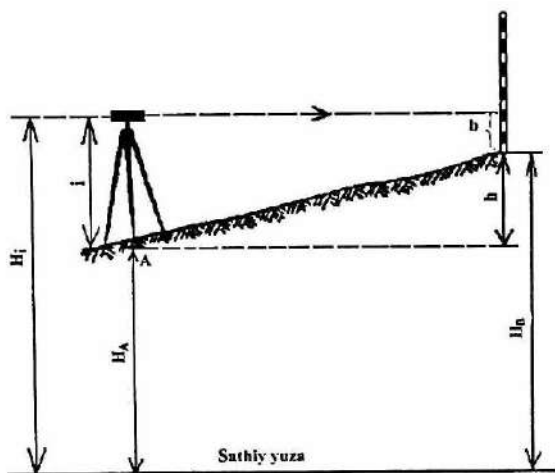
Stereofotogrammetrik nivelirlash. Bu usulda joyning samolyotdan turib olingan aerofotosuratlariga qarab maxsus fotogrammetrik asboblardan yordamida nuqtalarning balandligi aniqlanadi va relyef gorizontallar bilan chiziladi. Bu xildagi nivelirlash ishlarining asosiy qismi korxonada bajarilganligida vaqt va mablag' ancha tejalanadi. Stereofotogrammetrik nivelirlash turli masshtabdagi kartalarni tuzishda qo'llaniladi.

§10.2. Geometrik nivelirlash usullari

Geometrik nivelirlashda ishlatiladigan asbob – *nivelir*. Nivelirning teodolitdan farqi shuki, uning ko'rish trubasi zenit o'qi bo'yicha aylanmaydi, chunki u gorizont vizirlashga moslashgan bo'lib, ko'rish trubasining vizir o'qining yonidagi silindrik adalak hamda ko'tarish vintlari yordamida gorizont holatga, ya'ni ishni bajaradigan holatga keltirish mumkin.

Geometrik nivelirlashda bir nuqtaning boshqa nuqtaga nisbatan balandligini topishning 2 xil usuli mavjud, bunga *olg'a* va *o'rtadan* nivelirlash kiradi.

Olga nivelirlash. Joydagi ikki nuqta (A va B nuqta)ning bir-biriga nisbatan balandligini aniqlash kerak deylik. Buning uchun A nuqtaga nivelir, B nuqtaga reyka tik qilib o'rnatiladi. Nivelir ishlaydigan holatga keltirilib, ko'rish trubasi reykaga vizirlanadi va reykadan *b*-sanog'i olinadi (10.1.-rasm).



10.1-rasm. Olg'a nivelirlash

Asbobning reyka yoki ruletka bilan o'lchangan balandligi, ya'ni A nuqtadan nivelir ko'rish trubasining gorizontaldagi vizir o'qigacha bo'lgan oralig'i (i) ga teng bo'lsa, B nuqtaning A nuqtaga nisbatan balandligi, $h = i - b$ bo'ladi. Demak, olg'a nivelirlashda bir nuqtaning ikkinchi nuqtaga nisbatan balandligi reykadan olingan sanoq bilan asbob balandligi ayirmasiga teng ekan.

Agar reykadan olingan sanoq asbob balandligidan katta, ya'ni $i < b$ bo'lsa, nisbiy balandlik ishorasi manfiy, agar reykadan olingan sanoq asbob balandligidan kichik, ya'ni $i > b$ bo'lsa, nisbiy balandlik ishorasi musbat bo'ladi.

Birinchi nuqta (A) ning absolyut balandligi – H_A hamda bu nuqtaga nisbatan ikkinchi nuqta (B) ning balandligi – h ma'lum bo'lgach, ikkinchi nuqta (B) ning absolyut balandligi quyidagicha hisoblab chiqariladi, ya'ni $H_B = H_A + h$ bo'ladi. Ikkinchi nuqta absolyut balandligining bunday hisoblab chiqarilishiga absolyut balandlikni nisbiy balandlik bo'yicha aniqlash deyiladi.

Ikkinchi nuqtaning absolyut balandligini asbob gorizonti yordamida ham aniqlash mumkin.

Asbob gorizonti deganda nivelir vizir o'qi yo'nalishining absolyut balandligi tushuniladi. Asbob gorizonti H_i harfi bilan belgilanib, u quyidagicha aniqlanadi: $H_i = H_a + i$.

Ikkinchi nuqta (B) ning absolyut balandligi asbob gorizonti bilan reykan olingan sanoqlar ayirmasiga teng, ya'ni $H_b = H_i - b$ bo'ladi.

O'rtadan nivelirlash. O'rtadan nivelirlashda nivelirlanayotgan nuqtalarga tik qilib reykalar o'rnatiladi, reykalar oralig'iga esa nivelir o'rnatiladi. Nivelir ish holatiga keltiriladi, ko'rish trubasi oldin keyingi reykaga vizirlanib, reykan a – sanog'i olinadi, so'ngra oldingi reykaga qaratiladi va b – sanog'i olinadi (10.2.-rasm). Shunda B nuqtaning A nuqtaga nisbatan balandligi quyidagi formulada hisoblab chiqariladi, ya'ni: $h_{AB} = a - b$. Demak, o'rtadan nivelirlashda nisbiy balandlik reykan olingan oldingi sanoq bilan keyingi sanoq ayirmasiga teng.

O'rtadan turib nivelirlashda ikkinchi nuqtaning absolyut balandligi quyidagicha hisoblanadi, ya'ni:

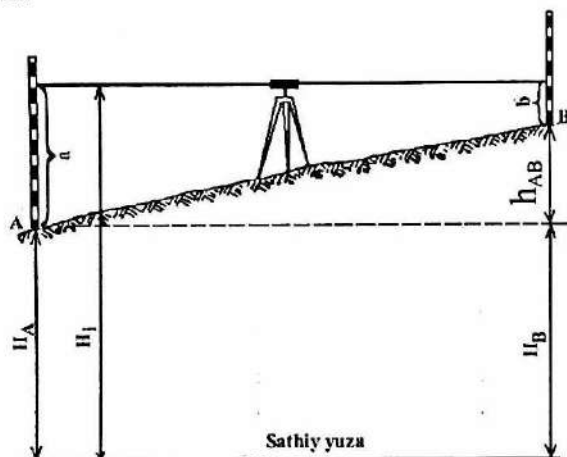
$$H_i = H_a + i.$$

Asbob gorizonti bo'yicha hisoblashda, $H_b = H_i - b$ bo'ladi.

Asbob gorizonti esa $H_i = H_a + a$ bo'ladi.

Geometrik nivelirlashda, asosan, o'rtadan nivelirlash qo'llaniladi. O'rtadan nivelirlash mumkin bo'lmagandagina olg'a nivelirlash usuli qo'llaniladi. Olg'a nivelirlashning kamchiligi shundan iboratki, qiya bo'lgan joyning nisbiy balandligi nivelir balandligi bilan reykan olingan sanoq ayirmasiga teng bo'lmaganligidan, bunda faqat asbob balandligiga teng bo'lgan nisbiy balandliknigina o'lchash mumkin. Bundan tashqari, olg'a nivelirlashda har bir bekat (stansiya)da asbob balandligini aniq o'lchash zarur

bo'lganligidan ishlar ancha qiyinlashadi va ko'p mehnat sarf bo'ladi.



10.2-rasm. O'rtadan nivelirlash

O'rtadan nivelirlashning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- har bir bekatda reyka balandligiga teng bo'lgan nisbiy balandlikni, ya'ni olg'a nivelirlashdagiga nisbatan kattaroq nisbiy balandlikni o'lchash mumkin;

- har bir bekatda nivelir balandligini o'lchashning hojati yo'q;

- nivelirning ko'rish trubasi nivelir bilan reyka orasidagi masofani kattalashtirib ko'rsatganligidan olg'a nivelirlashdagiga qaraganda ikki barobar uzunroq masofani nivelirlash mumkin;

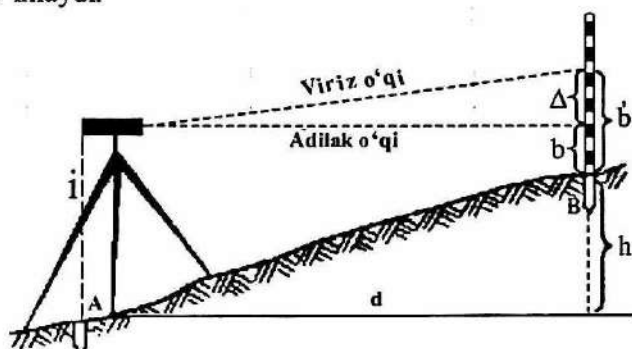
- asbob ikki nuqta o'rtasida o'rnatilganligidan yer egriligi-ning va atmosfera refraksiyasining ta'siri juda kamayadi;

- asbob nivelirlanayotgan ikki nuqtaning qoq o'rtasiga o'rnatilganda asbob vizir o'qining gorizontal emasligi

natijasida ro'y beradigan xatoning ta'siri bo'lmaydi. Bu o'rtadan nivelirlashning asosiy afzalligi hisoblanadi.

O'lchov asboblarning ishidagi xatoni butunlay yo'qotib bo'lmagani singari, qanchalik sinchiklab tekshirilmasin, nivelirning vizir o'qini ham mutlaqo gorizontal holatga keltirib bo'lmaydi (10.3.-rasm). Shu tufayli olg'a nivelirlashda reykadan B sanoq emas, balki sal noto'g'riroq, $b' = b + \Delta$ olinishi mumkin.

Bu xato nisbiy balandlikni aniqlash natijasiga ta'sir qilmaydi. Ammo olg'a nivelirlashda xato (Δ)ni yo'qotib bo'lmaydi.

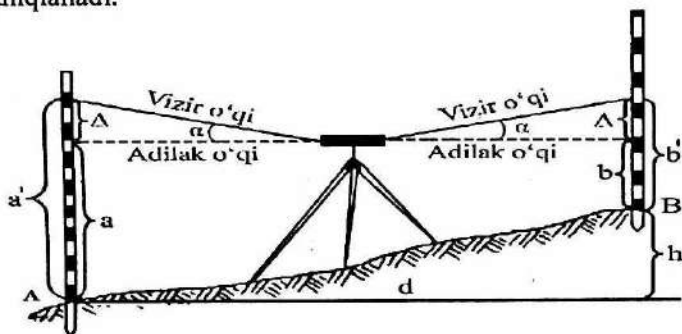


10.3-rasm

O'rtadan nivelirlashda o'lchash natijasiga bu xato deyarli ta'sir etmaydi (10.4.-rasm). Masalan, ko'rish trubasi orqadagi reykaga vizirlanib sanoq olganda ro'y bergan xato- Δ tufayli, a -sanoq'i o'rniga $a' = a + \Delta$ sanoq, oldindagi reykaga qarab sanoq olinganda esa, b sanoq'i o'rniga $b' = b + \Delta$ sanoq olinadi. So'ngra shu sanoqlardan nisbiy balandlik hisoblab chiqariladi, ya'ni $h = a' - b'$, agarda a' va b' lar o'rniga ularning qiymati qo'yilsa, u holda:

$$h = (a + \Delta) - (b + \Delta) = a + \Delta - b - \Delta = a - b \text{ hosil bo'ladi.}$$

Shunday qilib, o'rtadan nivelirlashda asbobning vizir o'qi aniq gorizontal bo'lmaganligi sababli reykalardan sanoqlar olingandagi xato bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni har ikkala reykanidan olingan sanoqlar bir xil miqdorga o'zgaradi. Natijada ikki nuqta orasidagi nisbiy balandlik to'g'ri aniqlanadi.



10.4-rasm

Olib borilayotgan nivelir ishlarining joy relyefi talabiga ko'ra nivelirlashlari *oddiy* va *murakkab* nivelashlariga bo'linadi.

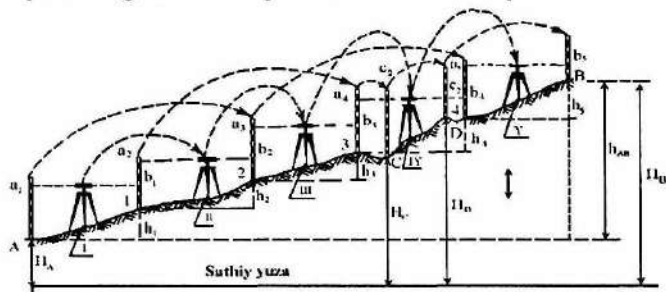
Ikki nuqtaning bir-biriga nisbatan balandligi, bu nuqtalar orasiga nivelirni bir marta o'rnatishda aniqlansa bunga *oddiy nivelirlash* deyiladi.

Ikki nuqtaning balandliklari orasidagi farq katta bo'lgan hollarda yoki bir-biridan uzoq joylashgan ikki nuqtaning nisbiy balandligini aniqlashda, bu ikki nuqta oralig'i bo'laklarga bo'linib, har bir bo'lak alohida-alohida nivelirlansa, bunga *murakkab nivelirlash* deyiladi.

Murakkab nivelirlashda yer sathining dumboqligi va refraksiya nivelirlash natijasiga kamroq ta'sir etishi va reyka bo'laklari yaxshiroq ko'rinishi uchun nivelirdan reykgacha bo'lgan masofa odatda 50-75m qilib olinadi.

A va B nuqtalar oralig'i bir necha bo'lakka bo'linib nivelirlanadi. 10.5-rasmda A va B hamda 1, 2, 3 va 4 raqamlari bilan belgilangan nuqta (piket) lariga reyka o'rnatilgan I, II, III, IV va V raqamlari bilan belgilangan nuqta, ya'ni: nivelir o'rnatilgan nuqta (bekat)lar hisoblanib, nivelirning kuchirilish tartiblari strelkar bilan ko'rsatilgan.

Nuqta (piket)ga perpendikulyar o'rnatilgan reyka I bekatda-oldingi, II-chi bekatda esa ketingi reyka bo'ladi. Piket ikki qo'shni bekatni bir-biriga bog'laganligi uchun bog'lovchi nuqta deb ataladi. 10.5-rasmdagi 1, 2, 3 va 4 nuqtalar bog'lovchi nuqtalar bo'lib xizmat qiladi.



10.5-rasm

Nivelirlanishi kerak bo'lgan bog'lovchi nuqtalar oralig'ida C va D nuqtalari joylashgan bo'lsa, ularga *oralig nuqta* deyiladi. Oralig nuqtalar balandlikni bir nuqtadan ikkinchisiga uzatib berishda qatnashmaydi. Shuning uchun ular har bir bekatda bog'lovchi nuqtalar nivelirlanib bo'lgandan keyin nivelirlanadi. Orqadagi reykani oldinga kuchirishda reyka bir yo'la oralig nuqtalariga ham o'rnatilib, nivelirl yordamida ulardan sanoqlar olinadi. Bog'lovchi nuqtalardan olingan sanoqlardan foydalanib, har bir nuqtaning qo'shni nuqtaga nisbatan balandligi, so'ngra absolyut balandligi hisoblab chiqariladi.

I, II, III va IV bekatlaridagi bog'lovchi nuqtalarning nisbiy balandliklari quyidagicha bo'ladi:

$$h_1 = a_1 - b_1;$$

$$h_2 = a_2 - b_2;$$

$$h_3 = a_3 - b_3;$$

.....

$$h_n = a_n - b_n;$$

Nivelirlangan barcha bekatlardagi nuqtalarning nisbiy balandliklarining yig'indisi oxirgi B nuqtaning boshlang'ich A nuqtaga nisbatan nisbiy balandligi quyidagiga teng bo'ladi: $h_{AB} = \sum a - \sum b;$

Bog'lovchi nuqtalarning absolyut balandliklari quyidagiga teng bo'ladi:

$$H_1 = H_A + h_1;$$

$$H_2 = H_1 + h_2;$$

$$H_3 = H_2 + h_3;$$

.....

.....

$$H_B = H_n + h_n;$$

Agar 1, 2, 3 va 4-chi nuqtalarining absolyut balandligini aniqlash talab etilmasa, u holda oxirgi B nuqtaning absolyut balandligi quyidagicha hisoblanadi:

$$H_B = H_A + \sum h_{AB}; \text{ Asbob gorizonti } H_i = h_i + a_i; \text{ bo'ladi.}$$

Oraliq nuqtalarining absolyut balandliklari quyidagicha bo'ladi:

$$H_c = H_i - c_1;$$

$$H_D = H_i - c_2;$$

Bir-biridan uzoq joylashgan nuqtalar oralig'ida bir nuqtadan ikkinchisiga absolyut balandlikni uzatish maqsadida bajarilgan murakkab nivelirlash ishi *bo'ylama nivelirlash* deyiladi. Bo'ylama nivelirlashda absolyut balandlikning boshlang'ich nuqtadan oxirgi nuqtaga uzatilishida bog'lovchi nuqtalar ishtirok etmasa, bunga *oddiy bo'ylama nivelirlash* deyiladi.

Nivelirlanayotgan chiziqlarning profilini tuzish uchun bu chiziqdagi barcha xarakterli nuqtalarning absolyut balandliklarini aniqlash maqsadida amalga oshirilgan bo'ylama nivelirlashga *trassani nivelirlash* deyiladi. Trassani nivelirlashda barcha bog'lovchi nuqtalar hamda trassadagi oraliq nuqtalar o'rniga qoziq qoqib belgilanadi.

Ba'zi bir qidiruv va tekshiruv ishlarida nivelirlanishi kerak bo'lgan chiziq atrofidagi nuqtalarning absolyut balandliklarini aniqlashga to'g'ri keladi. Bunday paytda trassaning kerakli joylariga qoziqlar qoqilib perpendikulyar chiziqlar bilan belgilanib nivelirlanadi. Bunga *ko'ndalang nivelirlash* deyiladi.

Muhandislik inshootlarining loyihasini tuzish hamda loyihani joyga ko'chirish va inshootlarni qurish maqsadida bajariladigan nivelirlashlariga *muhandis-texnik nivelirlash* deyiladi.

§10.3. Nivelirlarning turlari

Hozirgi vaqtda ishlatilayotgan nivelirlar vizir o'qining gorizontol holatiga keltirilish usuliga qarab ikki guruxga bo'linadi:

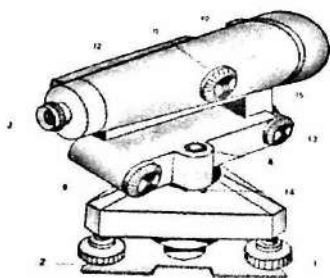
– vizir o'qi adilak yordamida gorizontol holatga keltiriladigan nivelirlar, vizir o'qi adilak yordamida gorizontol

holatga keltiriladigan quyma nivelirlari, ya'ni bunga H3 va H10 nivelirlarini misol qilib keltirish mumkin;

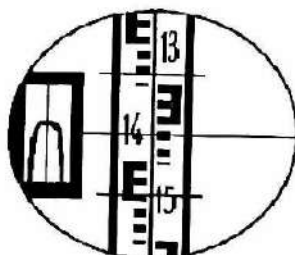
– vizir o'qi avtomatik ravishda gorizontal holatga keltiriladigan nivelirlar, keyingi yillarda vizir o'qi avtomatik ravishda gorizontal holatga keltiriladigan yoki kompensatorli nivelirlar ishlab chiqrilmoqda, bularga H3KL, H10KL, NiB3, NiB5, NiB6 va Ni025 nivelirlari kiradi. Bulardan tashqari nivelirlar aniqlik darajasiga ko'ra yuqori aniq, aniq va texnikaviy o'lchaydigan nivelirlariga bo'linadi.

Aniq nivelirlar tarkibiga: H3, 2H-3, H-3KL (Rossiya), Ni30, ni50 (Germaniya), Kernlevel-20, va 24 (Shvetsariya),

Texnik nivelirlariga: H10, 2H-10KL nivelirlari kiradi.



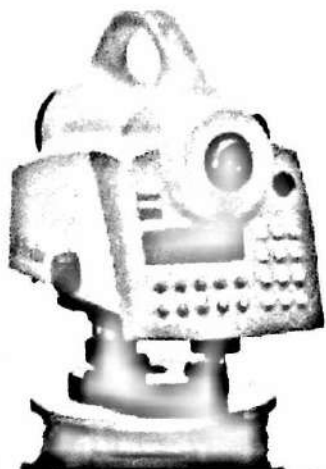
a-nivelirining tashqi ko'rinishi.



b-trubaning ko'rish maydoni va reykanan olingan sanoq 1465.

10.6-rasm. H3 nivelirining tuzilishi.

bu yerda: 1–ko'targich vint, 2–taglik, 3–okulyar, 4–iplar to'ri, 5–silindrik adilak, 6–silindrik adilakni tuzatgich vinti, 7–obyektiv vinti, 8–doiraviy adilak, 9–elivasion vint, 10–nishon, 11–kremalyera, 12–silindrik adilak g'ilofi, 13–yo'naltirish vinti, 14–doiraviy adilakni tuzatgich, 15–trubani qotirish vinti.



10.7-rasm

Carl Zeiss firmasida ishlab chiqarilgan DiNi 12 DiNi 12T va DiNi 22 (10.7.-rasm) nivelirlarning yangi avlodi hisoblanadi. Bu nivelirlar avtomatik ravishda kodli reykalardan sanoqni o'qib olish, bajarilgan o'lchashlarni nazorat qilish, hamda tenglashtirish ishlarini bajarish xususiyatiga ega. Ular yordamida nisbiy balandliklarni va yelka uzunligini elektron usulda o'lchash va otmetkalarni hisoblashni amalga oshirish mumkin. Avtomatik ravishda xatolarni aniqlash va tuzatmalar kiritish hisobiga qayta o'lchash zaruriyati istisno bo'ladi. Bu asbob bilan bitga o'lchashga 3" vaqt ketadi. Bu markali nivelirlar qo'llanilganda ish unumdorligi 50 % ga oshadi.

Avtomatik rejim bilan birga odatdagiday, oddiy shashkali reykanidan sanoq olish orqali o'lchashni amalga oshirish mumkin. Avtomatik o'lchashlar uchun vizir chizig'idan yuqoriga va pastga 15 smdan bo'lakli reyka kesimi kifoya bo'ladi.

Ko'p martali o'lchashlar natijalarini o'rtacha qiymati ham avtomatik ravishda bajariladi. Bu asboblarning o'ziga xoslik tomonlaridan biri, ularda ma'lumotlarni 256 kv dan 8 MB gacha hajimdagi PCMCIA xotira kartasiga yozib olish imkoniyati mavjud. DiNi 22 asbobida ma'lumotlarni yozish ichki xotirada amalga oshiriladi. Uning hajmi 2200 ma'lumotlar qatori bo'lib, u turli xil masalalarni yechish imkoniyatiga ega. DiNi markadagi raqamli nivelirlar avval uzilib qolgan o'lchashlarga qaytishga imkon beradi.

Asbobda alfavit–raqamli nomerlar, nuqtalar kodlari va qo'shimcha ma'lumotlar kiritish imkoniyati mavjud.

10.3-jadval

Texnikaviy tavsifnomalar

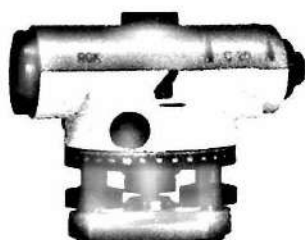
Nivelir markalari.	DiNi 12	DiNi 12T	DiNi 22
Aniqligi			
1km uchun ikkilangan yo'l xatosi. Elektron o'lchashlarda:			
– invarli kodli reyka,	0.3 mm	0.3 mm	0.7 mm
– buklanadigan kodli reyka,	1.0 mm	1.0 mm	1.3 mm
Ko'z bilan chamalab o'lchash-lar: - buklanadigan reyka	1.5 mm	1.5 mm	1.7 mm
O'lchashlar diapazoni.			
Elektron o'lchashlarda:			
– invarli kodli reyka,	1.5-100 m		
– buklanadigan kodli reyka,	1.5-100 m		
Oddiy o'lchashlar – buklanadigan reyka,	1.3 m dan		
Masofa o'lchash aniqligi.			
Taxeometrik rejim:			

– invarli kodli reyka		0.5Dx0.001 m	
– buklanadigan kodli reyka		1.0Dx0.001 m	
Elektron o'lchashlarda:			
– invarli kodli reyka,	20 mm	20 mm	25 mm
– buklanadigan kodli reyka,	25 mm	25 mm	30 mm
Ko'z bilan chamalab o'lchashlarda: – buklanadigan reyka,	0.2 mm	0.2 mm	0.3 mm
Eng kichik elektron hisoblar.			
Nisbiy balandlik,	0.01 m		
Yelka uzunligi,	1.0 m		
Reykadan elektron sanoq olish vaqti,	3 sek	3 sek	3 sek
Burchak o'lchash vaqti,		0.3 sek	
Qarash trubasining kattalashtirish darajasi,	32x	32x	26x
Kompensator.			
Kompensatsiyalash diapazoni,		$\pm 1.5^{\circ}$	
O'rnatish aniqigi,	$\pm 0.2^{\circ}$	$\pm 0.2^{\circ}$	$\pm 0.5^{\circ}$
Ishlash rejimi.			
Standart ishlar,	Alohida nisbiy balandlikni aniqlash nivelirlash yo'llari, piketlarni nivelirlash (Maydonli, ko'ndalang kesim va boshqalar) Yo'lni tenglashtirish (DiNi 12, DiNi 12T, DiNi 22).		
Qo'shimcha ishlar,	Rejalash ishlari, taxeometriya, koordinatalarini aniqlash.		

10.3-jadvalida DiNi 12, DiNi 12T, DiNi 22 markadagi raqamli nivelirlari-ning texnikaviy tavsifnomasi keltirilgan.

Nivilerlar

T/r	Markalari	Ishlab chiqarilgan mamlakat va firma nomi	Burchak o'lchash aniqligi	Turlari
1	Niviler RGK C-20	Rossiya (ОАО"ПО "УОМЗ") Yekaterinburg sh.	$\pm 1 \text{ мм}$	ОПТИК
2	Niviler ADA RUBER 32	Rossiya (ОАО"ПО "УОМЗ") Yekaterinburg sh.	$\pm 1.5 \text{ мм}$	ОПТИК
3	Niviler RGK C-32	Rossiya (ОАО"ПО "УОМЗ") Yekaterinburg sh.	$\pm 1.5 \text{ мм}$	ОПТИК
4	Niviler Leica Na724	Rossiya (ОАО"ПО "УОМЗ") Yekaterinburg sh.	$\pm 2 \text{ мм}$	ОПТИК



RGK C-20



ADA RUBER 32



RGK C-32



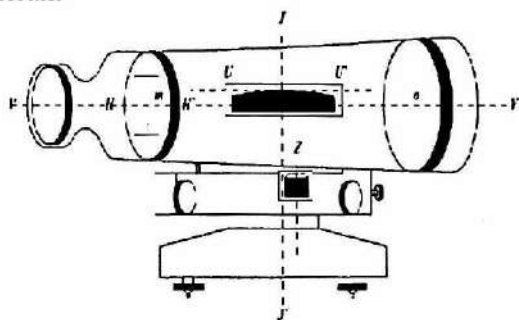
Leica Na724

Nivilerlar aniqligi bo'yicha uch turga bo'linadi:

Yuqori aniqlikda H -0,5-I, II sinif nivilerlash, aniq H -3, H -3K , H -3 K II -III va IV siniflar nivilerlash va texnikaviy H -10, H -1 0 K — texnik nivelirlash uchun qo'llaniladi. Niviler shifri yonidagi son 1km ikkilangan yo'lni nivilerlash aniqligini, harflar esa K — kompensatorli, II — limbli ekanligini ko'rsatadi. Konstruksiyasiga ko'ra nivilerlar ko'rish o'qi gorizontal holga adilak yordamida keltiriladigan va gorizontal ko'rish chizig'i o'zi o'rnatiladigan (kompensatorli) nivilerlarga bo'linadi.

§10.4. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish

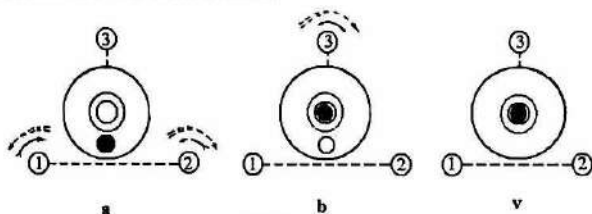
Nivelirlar quyidagi geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak:



10.8-rasm

1. Doiraviy adilak o'qi nivelirning aylanish o'qiga parallel bo'lishi kerak, ya'ni: $ZZ' \parallel JJ'$ (10.8.-rasm). Ko'targich vintlar yordamida doiraviy adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi (10.9.-rasm). Bunda avval ikkita ko'targich vint yordamida nol nuqta qarshisiga olib keladi (10.9.a-rasm), keyin esa ikkinchi ko'targich vint yordamida nolpunktga keltiriladi (10.9.b.-rasm). Nivelir aylanish o'qi

atrofida 180° ga buraladi (10.9.d.–rasm). Agar pufakcha nol punktda qolsa, shart bajarilgan bo'ladi. Agarda doiraviy adilak pufakchasi nol punktdan chetga tomon og'sa, unda pufakcha og'ish yoyining yarmiga adilakning tuzatish vintlari, qolgan yarmiga esa ko'targich vintlar yordamida nol punktga keltiriladi. Shundan keyin shart bajarilishini yana tekshirib ko'rish kerak.



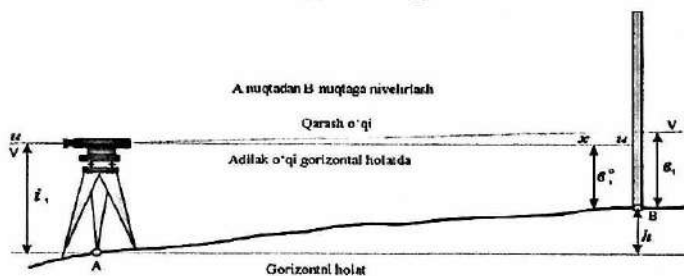
10.9-rasm

2. Iplar to'ring gorizontall ipi nivelirning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak, ya'ni: $HH' \perp JJ'$, (10.8.–rasm). Bu shartni tekshirish uchun nivelirdan 5–8 m masofada reyka o'rnatiladi va unga ko'rish trubasi qaratiladi. Qaratish vinti yordamida ko'rish maydonidagi reyka tasviri gorizontall ipning o'ng va chap uchlariga keltirilib sanoqlar olinadi. Agar sanoqlar bir xil chiqsa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda, ya'ni sanoqlar 1 mm dan ko'pga farq qilsa, iplar to'ri tuzatilishi kerak. Buning uchun avval sanoqlarning o'rtacha qiymati hisoblanadi, keyin tuzatish vintlari bo'shatilib, iplar to'ri gorizontall ipining uchida o'rtacha sanoq hosil bo'lguncha buraladi. Shundan keyin tuzatish vintlari mahkamlanib, tekshirishni takrorlash kerak.

3. Ko'rish trubasining o'qi silindrik adilak o'qiga parallel bo'lishi kerak, ya'ni (silindrik adilakli nivelirlarda), yoki ko'rish trubasining o'qi gorizontall bo'lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Bunga nivelirning asosiy geometrik sharti deyiladi. Bu shartni tekshirish uchun bir–

biridan 50–70 m masofada turgan A va B nuqtalariiga qoziq qoqiladi (10.9.a.–rasm). A va B nuqtalarining oralig‘i to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda olg‘a nivelirlash usuli bilan nivelirlanadi. Buning uchun A nuqta yoniga nivelir okulyari shovun chizig‘i bo‘lyicha nuqta (qoziq) ustiga to‘g‘ri keladigan qilib o‘rnatiladi va qoziq ustidan okulyar markazigacha bo‘lgan balandlik, ya‘ni nivelir balandligi- i_1 reyka yordamida o‘lchanadi. Keyin reyka B nuqtadagi qoziq ustiga vertikal qilib qo‘yiladi va unga ko‘rish trubasi qaratilib, b_1 sanog‘i olinadi (10.10.a–rasm). So‘ngra xuddi shunday ish teskari yo‘nalishda bajariladi (10.10.b–rasm), bunda B nuqta yoniga o‘rnatilgan nivelirning balandligi- i_2 o‘lchanadi va A nuqtadagi qoziq ustiga qo‘yilgan reykadan- b_2 sanog‘i olinadi. Reykadan sanoq olinayotgan paytlarda ko‘rish maydonidagi adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtirilgan bo‘lishi kerak (silindrik adilakli nivelirlarda) yoki doiraviy adilak pufakchasi nol punktida bo‘lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Asosiy geometrik shartning bajarilmaslik xatosi- x quyidagi formula bo‘yicha topiladi:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2};$$



a) A nuqtadan B nuqtachacha nivelirlash.



b) B nuqtadan A nuqtasigacha nivelirlash.

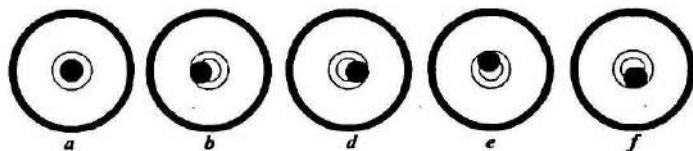
10.10-rasm

Agar x ning qiymati 4 mm dan oshmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda, silindrik adilakli nivelirlarda silindrik adilak o'qining holati, kompensatorli nivelirlarda esa ko'rish o'qining holati tuzatilishi kerak. Buning uchun reykan oxirgi marta olingan sanoqning tuzatilgan qiymati $b_{1mc.} = b_1 - x$ hisoblab olinadi. Keyin silindrik adilakli nivelirlarda elevatsion vint yordamida iplar to'ringining gorizontali ipi tuzatilgan $b_{2mc.}$ sanoq'i to'g'rilanadi. Silindrik adilakning yuqoridagi va pastdagi tuzatish vintlari yordamida ko'rish maydonidagi pufakcha nol punktga keltiriladi. Kompensatorli nivelirlarda esa doiraviy adilak pufakchasini nol punktga keltirilib, iplar turining yuqorida va pastda joylashgan tuzatish vintlari yordamida gorizontali ip tuzatilgan $b_{2mc.}$ sanoq'iga to'g'rilanadi. Shundan so'ng shart bajarilganligiga ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

4. Asbob aylanish o'qi (JJ^I) vertikal holatda turganda, silindrik adilak o'qi va ko'rish trubasi o'qi (VV^I) o'zaro parallel vertikal tekislikda yotishi kerak. Bu shart faqat silindrik adilakli nivelirlarda tekshiriladi. Ko'rish trubasi ko'targich vintlaridan birining yo'nalishi bo'yicha o'rnatiladi va adilak pufakchasi yarim pallalarining tasvirlari tutashtirilib, 50-70 m masofada turgan reykan

sanoq olinadi. Ko'rish trubasiga nisbatan ikki yonboshda qolgan ikkita ko'tarish vint qarama-qarshi tomonga bir necha marta buralib, nivelir avval bir tomonga, keyin ikkinchi tomonga og'diriladi. Har ikkala holda ham sanoqning va pufakcha yarim pallalari tasvirining o'zgarmasligi tekshiriladi. Agar sanoq o'zgarmagan holda pufakcha yarim pallalarining tasviri tutashgan holda qolsa yoki faqat bir tomonga siljisa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda, ya'ni: sanoq o'zgarmaganda pufakcha yarim pallalarining tasviri qarama-qarshi tomonga siljisa, bu siljish silindrik adalakning yonbosh tuzatish vintlari yordamida bartaraf qilinadi. Tekshirish takrorlanishi kerak.

Kompensatorning to'g'ri ishlashiga ishonch hosil qilish kerak (H-3K niveliri uchun). Demak, bu shart kompensatorli nivelirlarda tekshiriladi. Buning uchun nivelirdan 40-50 mm masofada reyka qo'yiladi va doiraviy adalakning pufakchasi nol punktda bo'lganda (10.11.a-shakl) reykanidan b_a sanog'i olinadi, keyin ko'targich vintlar yordamida pufakcha okulyar, obyektiv, chap va o'ng tomonlarga bir bo'lakka og'dirilib (10.11.- b, d, e va f rasmlar), reykanidan b_b , b_d , b_e va b_f sanoqlari olinadi. Bu sanoqlar dastlabki olingan b_a sanog'idan 1 mm dan ortiq farq qilmasligi kerak.



10.11-rasm

Aks holda kompensatorli nivelir ishlab chiqarilgan zavodda yoki maxsus ustaxonalarda sozlanadi.

§10.5. Nivelir reykalari va ularni tekshirish

Nivelir reykalari sifatli yo'g'ochdan yasalgan bo'lib, uzunligi 3 yoki 4 m (3000 yoki 4000 mm), qalinligi 2–3 va 8 sm ga teng bo'lishi kerak (10.12.-rasm). Reykaga shashkasimon santimetrli bo'laklar chiziladi va detsimetrli oraliqlar arab raqamlari bilan ko'rsatiladi. Bo'laklar hisobi reykaning pastki uchidan (tovonidan) boshlanadi. Desimetrli bo'laklarning boshlanishi chiziqcha bilan belgilanadi.

Reyka yegilmaydigan va chidamli bo'lishi uchun qo'shtavr kesimli qilib yasaladi va ikki uchiga metall (tunika qoplanadi. Reykalar bir tomonli (bo'laklar bir tomonga chizilgan) va ikki tomonli (bo'laklar ikki tomonga chizilgan) oq va qora, ikkinchi tomondagilari esa oq va qizil rangga bo'yalgan bo'ladi. Shuning uchun reykaning qora tomoni-qora tomon, qizil tomoni-qizil tomon deb ataladi.

Sanoq olish qulay bo'lishi uchu har detsimetrli bo'lakning dastlabki bosh santimetrli bo'laklari «E» harfi ko'rinishida beriladi va qiymati dm birlikda yoziladi.

Reykaning qora tomonida sanoq noldan (10.12.a-rasm), qizil tomonida esa ixtiyoriy sondan, masalan 4700 mm dan (10.12.b-rasm) boshlanadi.

Natijada nivelirlashda qo'llanilayotgan reykarlar juftining qora va qizil tomonidan olingan sanoqlar farqi doimiy qiymatiga teng bo'ladi. Ikki tomonli reykarlar qo'llanilganda nivelirning balandligini o'zgartirmasdan turib nisbiy balandlikni ikki marta, ya'ni qora tomondan olingan sanoqlar va qizil tomondan olingan sanoqlar bo'yicha aniqlash mumkin.

Nivelir reykalari 3-xil turda: PH-05, PH-3 va PH-10 shifrlari bilan chiqariladi. Shifrdagi sonlar 1 km nivelirlash yo'lidagi xatolik qiymatini mm da ifodalaydi. PH-05 reykalari I, II klass nivelirlash, PH-3 reykalari III, IV klass nivelirlash va PH-10 reykalari texnik nivelirlash uchun

mo'ljallangan. Biroq texnik nivelirlashda ko'proq PH-3 reykalari qo'llaniladi. Uzunligi 3000 mm li reykalalar yaxlit (10.11.a,b.-rasmlar) yoki buklanadigan (10.11.c.-rasm) qilib chiqariladi. Ba'zan buklanmasdan, surilib yig'ildigan (yig'ma) reykalalar (10.12.-rasm) ham tayyorlanadi.

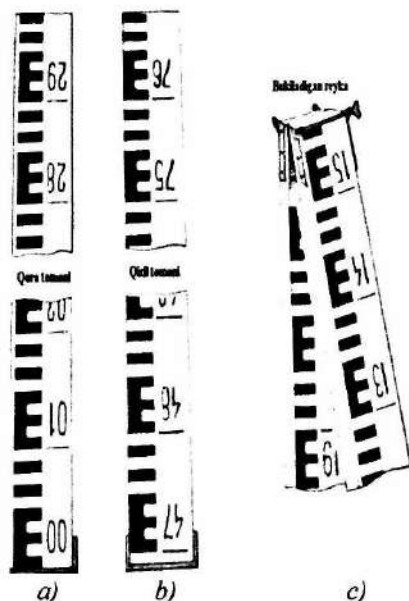
Dala ishlarini boshlashdan oldin reykalarning butunligi, bo'laklar va raqamlar bo'yog'ining ko'chmaganligi, mahkamlash moslamalarining ishlashi (buklanadigan yoki yig'ma reykalarda) va uchlaridagi metal qoplamalarning mustahkamligi ko'rib chiqiladi. Keyin quyidagi tekshirishlar bajariladi:

1. Reykalalar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatini aniqlash.

Tekshirish: Jeneva chizg'ichi (zanglamaydigan oq metallardan yasalgan, uzunligi 1 m, eni 40–55 mm, ikki yog'i qiya yo'nilgan va bir tomoni 0,2 mm, ikkinchi tomoni esa 1 mmli bo'laklarga bo'lingan maxsus chizg'ich) yordamida bino ichida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin metrli oraliqlar, ya'ni qora tomonidagi 01, 10, 20, 29; qizil tomonidagi 47, 57, 67, 76 detsimetrli bo'laklarning boshlanishi o'tkir qalam bilan metal chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Reykani egilmaydigan qilib gorizontol holatda yotqiziladi.

2. Desimetrli bo'laklardagi xatolikni aniqlash. Tekshirish reykaning qora tomonida 01–29, qizil tomonida 47–76 oraliqda Jeneva chizg'ichi yordamida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin detsimetrli bo'laklarning chetlari o'tkir qalam bilan metal chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Jeneva chizg'ichining chap uchidagi lupadan qaralib, chizg'ich uchining nol shtrixi reykadagi birinchi detsimetr boshlanishi bilan tutashtiriladi. Keyin o'ng tomondagi lupa chizg'ichi bo'yicha surilib, detsimetrli bo'laklar chetiga keltiriladi va sanoqlar olinadi. O'lchash har metrli oraliqda ikki marta bajariladi. Ikkinchi marta

o'lchashdan oldin Jeneva chizg'ichi bir oz siljiriladi. PH-3 reykalariidagi detsimetrli bo'laklar xatoligi: III klass nivelirlash uchun 0,4 mm, IV klass nivelirlash uchun 0,6 mm va texnik nivelirlash uchun 1,0 mm dan oshmasligi kerak.



10.12-rasm. Nivelirlash reykalari:
a, b-ikki tomonli butun reyka; c-ikki tomonli buklanadigan reyka.

Keyin Jeneva chizg'ichi yordamida har bir metrli oraliq (01-10, 10-20, 20-29 va 47-57, 57-67, 67-76) ikki marta: to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanadi. Har bir metrli oraliqda Jeneva chizg'ichining o'ng va chap uchlaridan olingan sanoqlar farqi 1 mmdan oshmasligi kerak. Reykalar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatlari bir-biridan 0,8 mm gacha farq qilishi mumkin.

Reykadagi detsimetrli bo'laklarni tekshirish bilan birgalikda qora tomondagi nolning reyka uchidagi metal qoplama (tovon) chetiga to'g'ri kelishi ham tekshiriladi. Texnik nivelirlashda qo'llaniladigan reykalarda nolning tovon chetiga to'g'ri kelmaslik xatosi 1,0 mmdan ortiq bo'lmasligi kerak. PH-3 reykalaridan sanoq millimetr aniqligida olinadi. 10.6b-rasmda H-3 niveliridan kuzatilayotgan reykaning ko'rish maydonidagi tasviri va ularga mos sanoqlar keltirilgan. Nivelirlarda teskari tasvir beruvchi ko'rish trubalari o'rnatilganligi uchun reyka nuqtaga 10.10a,b.-rasmlaridagi kabi o'rnatiladi. Nivelirlashda iplar to'rining vertikal ipi reykaning o'qi bo'yicha joylashtiriladi va silindrik adilak pufakchasi yarim pallalarining (H-3 nivelirida) yoki doiraviy adilak pufakchasi o'rta keltiriladi (H-3K nivelirida). Reykadan sanoq asosiy gorizontaal ip bo'yicha olinadi. Sanoq olishda avval gorizontaal ip to'g'ri kelgan detsimetrli bo'lak qiymati o'qiladi, masalan, 10.6.b-rasmda 12; keyin detsimetrli bo'lakning yuqori chetidan gorizontaal ipgacha to'liq santimetrli bo'laklar har qaysi 10 mm dan hisoblanib, oxirgi to'liq bo'lmagan santimetrli bo'lakning millimetridagi qiymati chamalab olinadi 57. Demak, sanoq «o'n ikki-ellik yetti» deb aytilib, to'rt xonali son ko'rinishida yoziladi, ya'ni 1257. Nivelirdan reykagacha bo'lgan masofani aniqlashda dalnomer iplaridan ham shu tartibda sanoq olinadi.

11- BOB. TAXEOMETRIK SYOMKA VA QURILISHDA BAJARILADIGAN ISHLAR

§ 11.1. Taxeometrik syomka va uning mohiyati

Taxeometriya-grekcha soʻz boʻlib, tez oʻlchash degan maʼnoni anglatadi. Taxeometrik syomka deganda gorizontal va vertikal syomkalarni bir vaqtning oʻzida taxeometr deb ataluvchi asbob bilan bajarish tushuniladi.

Taxeometr asbobi oʻrnatilgan nuqtaga *bekat (stansiya)* deyiladi va undan har bir syomka qilinadigan tafsilot va relyef nuqtasiga qarab bir vaqtda gorizontal burchak (biron–bir boshlangʻich yoʻnalishga nisbatan), vertikal burchak va dalnomer bilan, oddiy doiraviy taxeometrlarda esa ipli dalnomer bilan masofa oʻlchanadi.

Taxeometrik syomkada qutbiy koordinatalar usuli bilan nuqtalarning plandagi oʻrni, trigonometrik nivelirlash usuli bilan esa ularning balandligi topiladi. Oʻlchash natijalarini ishlab chiqib yer boʻlagining yirik masshtabli topografik plani tuziladi.

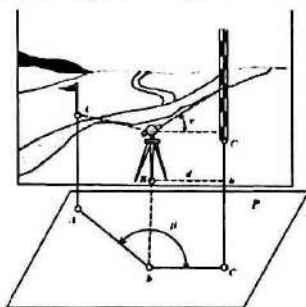
Taxeometrik syomka, asosan relyefi notekis, maydoni uncha katta boʻlmagan, eni tor va boʻyiga choʻzilgan tafsilotlarni syomka qilishda murakkab boʻlgan joylarda qoʻllaniladi.

Taxeometrik syomkada oʻlchash shart-sharoitlarini toʻla taʼminlay oladigan eng oddiy taxeometr, yaʼni: vertikal doiraga ega boʻlgan teodolit asbobi xizmat qiladi. Bunday asbobga teodolit-taxeometr (doiraviy taxeometr) deyiladi.

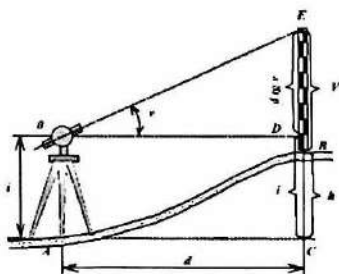
§ 11.2. Trigonometrik nivelirlash

A va B nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik, ya'ni: $h = BC$ ni trigonometrik nivelirlash bilan aniqlash quyidagi qoidaga asoslangan (11.2.-rasm).

A nuqtaning ustiga taxeometr (teodolit) o'rnatiladi. B nuqtaning ustiga BE reykasi o'rnatiladi. A nuqta ustiga asbob ko'rish trubasi aylanish o'qi balandligi-i, unga asbob balandligi deyiladi. Reykaning uzunligi, $BE = V$ harfi bilan belgilanadi. OE chizig'ining qiyalik burchagi- ν va uning gorizontaal qo'yilishi (d) ni taxeometr yordamida o'lchab: $DE = d \operatorname{tg} \nu$ ni topamiz.



11.1-rasm



11.2-rasm

11.2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, ya’ni: $h + V = DC + i$; yoki

$$h + V = dtg v + i;$$

bundan

$$h = dtg v + i - V;$$

agar $i = V$ bo'lsa, u holda,

$h = \text{dtg } v$; bo'ldi, yoki:

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2\nu. \quad (11.1)$$

Plan olinishidan oldin reykaning o'zida asbob balandligi biror tasma yoki rangli metall bilan belgilanib olinadi. Vertikal burchakni o'lchashda obyektiv gorizontal ish reykasining uchiga emas, balki asbob balandligini bildiruvchi belgiga to'g'rilanadi.

§ 11.3. Taxeometrik syomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblari

Taxeometrik syomka hozirgi kunda, asosan, oddiy geodezik asbob, teodolit–taxeometr (doiraviy taxeometr) yordamida bajariladi. Syomka jarayonida kerakli o'lchashlarni amalga oshirish uchun mazkur asbobning gorizontal va vertikal doiralari hamda ko'rish trubasidagi ipli dalnomer chiziqlari xizmat qiladi.

Gorizontal doira yordamida syomka qilinadigan har bir nuqtaga (bundan keyin piket nuqta deyiladi) qarab, qutbiy gorizontal burchakni, vertikal doira yordamida vertikal (og'ish burchakli va ipli dalnomer bilan piket nuqtagacha masofani o'lchash (6.8) va (6.11) mavzularda batafsil bayon etilgan va kerakli formulalar keltirilgan. O'lchangan vertikal burchak va dalnomer masofasi bo'yicha nisbiy balandlikni hisoblash esa (7.4) mavzusida to'la-to'kis yoritilgan. Hozirgi kunda ishlab chiqarishda keng qo'llanilayotgan hamda yangi ishlab chiqarilayotgan texnik aniqlikdagi va aniq teodolitlarning barchasi doiraviy taxeometr (2T30П, 3T30П, 4T30П, 4T15П, 2T5K va boshqalar) lar bo'lib xizmat qila oladi. Keyingi yillarda taxeometrik syomkani bajarishda har xil tipdagi taxeometrlarning shunday turlari izlanmoqdaki, ular yordamida nuqtalarning nisbiy balandligi va masofaning gorizontal qo'yilishi avtomatik ravishda reykaning olingan sanoq sifatida aniqlanadi.

Bunday prinsipda o'lchaydigan taxeometrilariga quyidagi asboblari kiradi:

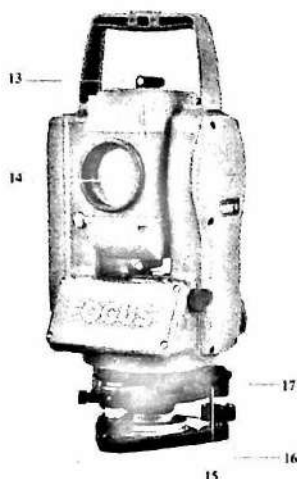
1. TD tipidagi-nisbiy balandlik va masofaning gorizonta qo'yilishini gorizonta o'rnatiladigan reyka orqali aniqlash imkonini beruvchi ikkilangan tasvirli avtoreduksiya taxeometr;

2. TH tipidagi-ko'rish trubasi maydonida ko'rinadigan nomogramma (egri chiziqlar) va vertikal o'rnatiladigan reyka bo'yicha balandlik h va gorizonta masofa- d ni o'lchashni, ta'minlaydigan nomogramma taxeometr;

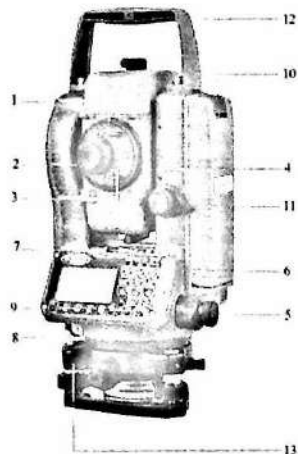
3. TE tipidagi-elektrooptik (elektron) taxeometr, ya'ni: gorizonta va vertikal burchaklarni hamda masofani o'lchab, uning natijalarini avtomatik ravishda yozib va hisoblab boradigan asboblari kiradi.

Hozirgi davrda ishlab chiqarilayotgan elektron taxeometrlar o'lchash- hisoblash sistemasidan tashkil topib unga ixcham masofa o'lchash elektron dalnomeri, gorizonta va vertikal burchaklarni o'lchab, natijasini tablo (monitor)ga chiqarib va birdaniga xotiraga yozib qayd qilib boruvchi elektron taxeometr, natijalarini dastlabki ishlab chiqarish uchun kichik kompyuterlar kiradi.

Hozirgi paytda elektron taxeometrlarni takomillashtirish asbobning o'zida o'rnatiladigan va tashqi xotirada saqlaydigan modullar bilan jihozlashga qaratilgan. Hozirgi elektron taxeometrlarning xarakteristikasiga ko'ra ular sistemali hamda kundalik syomkalarda ishlatiladigan taxeometrlarga bo'linadi va bir-biridan aniqligi hamda avtomatlashtirilganlik darajasiga qarab farq qiladi. Masalan, SP Focus 4 elektron taxeometri-Spectra Precision brendi ostida Trimble kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilayotgan taxeometrlarning yangi modeli hisoblanadi (11.3.-rasm).



a) Focus 4 taxometrining old tomondan ko'rinishi.



b) Focus 4 taxometrining orqa tomondan ko'rinishi.

11.3-rasm. Focus 4 elektron taxometrlarning tashqi ko'rinishi va asosiy qismlari.

1—ko'rish trubasini fokusga keltiruvchi xalqa, 2—okulyar, 3—fokuslovchi xalqa, 4—vertikal holatga keltiruvchi mikrometr vint, 5—gorizontal holatga keltiruvchi mikrometr vint, 6—tutib turguvchi vint, 7—silindrik adilak, 8—klaviatura ostiga o'rnatilgan lazer havfsizligi belgisi, 9—ekran va klaviatura (XI.4.-rasm), 10—batareyani mahkamlovchi vint, 11— tutib turguvchi vint, 12—olib yurish uchun ushlagish, 13—optik vizir, 14—obyektiv, 15—ma'lumot kiritish, tashqi ozuqa uzatish uchun teshik, 16—ko'tarish vintlari, 17—optik shovunli treger (11.3.a.-rasm).

Ushbu taxometr -20°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan temperaturada ishlash uchun mo'ljallangan. Focus 4 quyoshga bardoshli, bir tomonlama grafik JK displeyiga ega, taxometr bir o'qli kompensator bilan jihozlangan. Boshqaruv uchun to'liq funksional alifboli-raqamli klavishli

klaviatura joylashtirilgan. Bu taxeometrning korpusi alyumindan ishlangan va noqulay ob-havo sharoitlarida ham ishlash imkonini beradi. Chunki IPX4 standariga muvofiq suv kirib chiqishidan himoyalangan.

SP Focus 4 elektron taxeometrda otrajatelsiz texnologiyalar qo'llanilgan-ligida, borib bo'lmas va xavfli joylarda ham o'lchash ishlarini ham olib borish imkonini beradi.

SP Focus 4 elektron taxeometruga bir nechta interfeys tillarini o'rnatish imkoniyati mavjud (11.3.-rasm). Nikon firmasining optikasidan foydalanilganligi bois burchak o'lchash aniqligini ta'minlaydi.

Ekran va klaviatura funksiyasi.

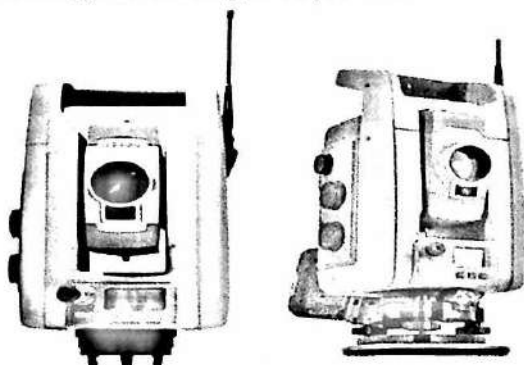


11.4-rasm. Focus 4 taxeometrining klaviaturasi

SP Focus 4 taxeometri mukammal-lashtirilgan ichki dastur ta'minoti turli xildagi murakkablik darajasidagi injenerlik-geodezik masalalarini yechishni yengillashtiradi. Ni-MN batareyasi minimum 15 soatgacha asbobning uzluksiz ishlashini ta'minlaydi.

Uning xotira hajmi 10000 gacha nuqtani saqlaydi. Normal ob-havo sharoitida, tuman bo'lmagan sharoitda 40 km masofani ko'rish imkonini beradi.

Trimble elektron taxeometr nuqtalar koordinatalari interfeys porti orqali yoki asbob klaviaturasi orqali qo'lda kiritilishi mumkin (11.4.-rasm). Burchak o'lchash aniqligi 3-5^{II}, masofa o'lchash aniqligi-5 mm+3 rr, trubaning kattalashtirish darajasi 26^x, burchak gradus, minut, sekundlarda o'lchanadi, kompensatorning ishlash chegarasi $\pm 2'40''$, bitta prizma bilan masofa o'lchash-1,3 kmgacha, uchta bilan -1.6 km, o'lchashga sarflanadigan vaqt-3 sek.



11.5-rasm. Trimble elektron taxeometri

Ushbu taxeometrda joylashtirilgan dastur quyidagilarni ta'minlaydi:

- asbobni balandlik bo'yicha bog'lash;
- asbobni ma'lum nuqtaga bog'lash;
- teskari kesishtirish;
- qutbiy kesishtirish;
- perpendikulyar uzunlikni aniqlash;
- vertikal nuqta o'rnini aniqlash;
- nuqtalar orasidagi masofani aniqlash;
- obyektlar balandligini aniqlash;
- rejalash ishlarini bajarish va boshqalar.

GPS RROMARK3 asbobida signal qabul qiladigan antenna, ta'minot shnuri, kabel, ta'minot bloki, taglik detallari, monitor (kontrol yoki kichik EHM), ustun va shtativlari mavjud (11.6.-rasm).



11.6-rasm. «GPS RROMARK3» asbobi.



11.7-rasm. Priyomnik avtomatik tarzda nazorat testlarini bajarish sxemasi

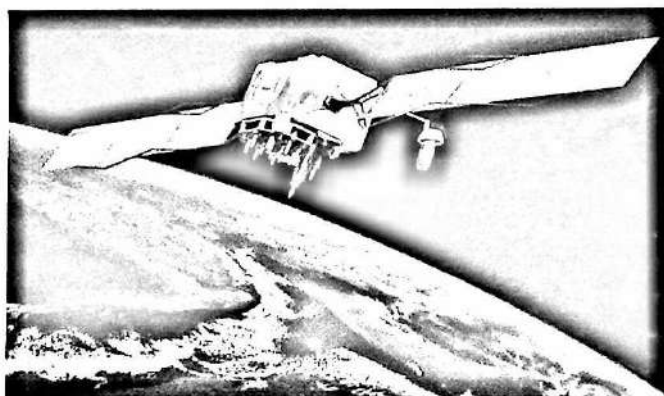
GPS-qabul qiladigan antannaning yuqori qismidagi fazali markazga keltiriladi. Buning uchun antenna va punkt orasidagi antenna yoki asbob balandligi deb atala-digan

masofa o'lchanadi va u priyomnikka kiritiladi, ma'lumotlarni yig'ish uchun priyomnik ulanadi.

Shu paytdan boshlab avtomatik tarzda nazorat testlarini bajaradi va imkoni boricha hamma yo'ldoshlarni izlaydi hamda qayd qilib boradi (11.7.–rasm).

Hozirgi kunda geoaxborot tizimi (GAT yoki GIS) keng tarqalgan bo'lib, ko'pincha tadbqiq qilinayotgan obyektning koordinatalarini, karta va bevosita joyning o'zidagi koordinatalarini aniqlash va o'lchashlarga xizmat qiladi [46].

O'tgan asrning yakunida dunyoning 2 ta ekspluatatsion kosmik sistemasi ixtiro qilindi, bu ilmiy–texnik darajadagi jarayonlarini ko'rsatib beradi. Bu Amerikaning Global Positioning System (GPS, 11.8.–rasm) va Rossiyaning Global navigatsion sputnik sistemalari (GLONASS) dir.



11.8-rasm. Amerikaning Global Positioning System (GPS) sistemasi

GPS o'lchash ishlarini bajarib va o'zining holatini hisoblaydi, so'ngra fayl ochib unga hamma ma'lumotlarni to'playdi [51]. Syomka tugagach, priyomnik uzilganda fayl

avtomatik tarzda berkilib, to'plangan ma'lumotlar saqlanadi. Sputnik qabul qilgich va kompyuterlar yordamida bevosita raqamli tematik (mavzuli) kartalarni tayyorlash sxemasi 11.7.-rasmda tuzilgan.

GPS suratga olish asosini zichlashtirish uchun xizmat qiladi. Jumladan: har bir obyektga maydonga va boshlang'ich punktlarning joylashuviga bog'liq ravishda kamida uchta nuqta belgilanib, ular asosida GPS yordamida kadastr sohasidagi suratga olish UDS-dasturidan (o'lchovlarning dasturlanuvchi ketma-ketligi) va nuqtalar bilan o'lchash tizimidan foydalaniladi. Olingan barcha dala ma'lumotlari keyingi qayta ishlov uchun tashqi xotira qurilmasidagi maxsus dastur asosida yirik masshtabdagi kartalashtirish kompiyuter sistemasiga uzatiladi.

Sputnik pozisirlashni qo'llash tajribasi dala geografik tadqiqotlarida va kartografiyalashda uncha rivojlanmagan, ana shu sababli bir qancha masalalarni zamonaviy sputnik metodi orqali yechish maqsadga muvofiqdir.

§ 11.4. Zamonaviy elektron geodezik asboblari

Geodezik o'lchashlarning asosiy maqsadi sifatli topografik materiallar yaratishdan iborat. Geodeziyaning oldida turgan yana bir asosiy vazifalardan biri bu geodezik o'lchash natijalarining aniqligini oshirishdir. Buning uchun esa ikkita masalani yechish talab qilinadi: yuqori aniqlikdagi asboblarni qo'llash yoki yangi usullarni yaratish [11,12, 13,14].

Hozirgi paytda xorijiy mamlakatlar firmalari tomonidan zamonaviy aniq va yuqori aniqlikdagi lazerli elektron geodezik asboblari ishlab chiqarilmoqda. Bu asboblarni qo'llash yuqorida bayon etilgan masalalarni yechishda juda qo'l keladi. Shunday ekan bu asboblarni qo'llash dalada o'lchash va kameral hisoblash ishlarining vaqtini tejaydi, ish

unumdorligini va sifatini, hamda o'lchov natijalarining aniqligini oshiradi.

Shvetsariyaning Leyka firmasi quyidagi geodezik asboblarni ishlab chiqarmoqda, jumladan:

- optik teodolitlar (T1, T2, T16, RDS) ularning burchak o'lchash o'rta kvadratik xatolari har biri uchun mos ravishda - 3", 08", 3" va 3";

- elektron teodolitlar (T1000, T1600, T2002, T3000) o'rta kvadratik xatolari har biri uchun mos ravishda - 3", 1,5", 1" va 0,5";

- elektron taximetrlar (TC 1000, TC 1600) ularning burchak o'lchash o'rta kvadratik xatolari har biri uchun mos ravishda-3" va 1,5" masofa o'lchash o'rta kvadratik xatolari-3 mm + $2 \cdot 10^{-6}$ D ga teng;

- elektrodvigatelli yuqori aniqlikdagi o'lchashlarni avtomatik ravishda bajaruvchi teodolitlar (TM 3000 V, TM 3000 D, TM 3000 L). TM 3000V-ko'rish trubasi avtomatik ravishda markazga yo'naluvchi yuqori aniqlikdagi teodolit. TM 3000 D-dalnomer nasadkasi o'rnatishga moslashgan elektrodvigatelli yuqori aniqlikdagi teodolit. TM 3000 L-lazer uskunasi o'rnatilishiga moslashgan yuqori aniqlikdagi teodolit;

- elektron dalnomerlar (DI 1001, DI 1600, DI 2002, DI 3000) ularning masofa o'lchash aniqliklari har biri uchun mos ravishda 5 mm + R, 3 mm + R, 1 mm + R, 3–5 mm + R, bu yerda, $R = 5 \cdot 10^{-6}$ D, $R = 2 \cdot 10^{-6}$ D, $R = 1 \cdot 10^{-6}$ D ;

- masofani nur qaytargichsiz aniqlaydigan elektron dalnomeri, DIOR 3002;

- dala o'lchash natijalarini qayd etuvchi va saqlovchi terminal (disk) lar. Ular ikki ko'rinishda ishlab chiqarilmoqda, ya'ni alfavit–sonli va teodolitlarning o'ziga o'rnatiladigan mini terminallar;

- aniqlanishi kerak bo'lgan nuqtani belgilash va topish uchun GLZ 1 va GLZ 2 lazer nasadkalari;

- nivelirlar (NA20, NA24, Kernlevel', NA28, NA2/NAK2, NK2, va N3) o'rta kvadratik xatolari 1km uchun har biriga mos ravishda-2,5, 2,2, 1,5, 0,7, 2, 0,2 mm;
- LNA 2 L lazerli niveliri. Azer 250–450 m masofaga mo'ljallangan;
- NA 2000 markadagi elektron niveliri;
- vertikal proyeksiyalash asboblari (ZNL, ZL/NL) xatoliklari: 1:300000 va 1:200000;
- prizmalar, vizir markalari, vexa, shtativlar, zaryadlash uskunalari, adapterlar va boshqalar;
- GPS sputnik sistemasi uchun geodezik asboblari (WM 101/WM 102, GAK1).

LEICA T1100
T1800



11.9-rasm. Klassik elektron
teodolitlari, LEIKA T 1100,
T 1800.

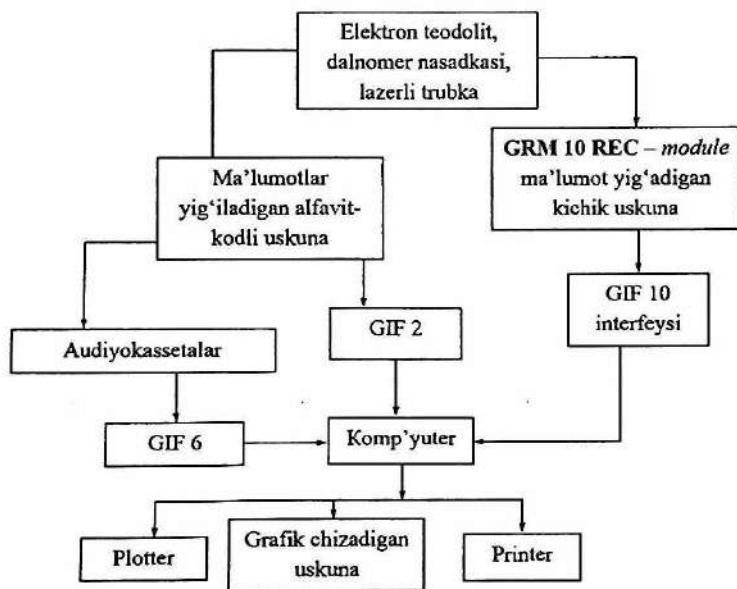
LEICA TC1800/L



11.10-rasm. Leika TC 1800/L.

Leika TC 1800/L-bu elektron taxseometri kuchli dalnomerga ega bo'lib, u vizir nishoniga avtomatik ravishda yo'nalishga moslangan, LEIKA TCR 1101, TCR1102, TCR1103, TCR 1105 motorlashgan taxseometrlar. Elektron teodolit yoki taxseometrlar elektron dalnomerlar va natijalarni saqlovchi terminallar bilan birgalikda kompleks ravishda qo'llaniladi (11.11.-rasmga qarang).

Ma'lumki, geodezik obidalarining aksariyat qismlari va elementlari bevosita o'lchash uchun juda noqulay holatda joylashgan bo'ladi. Bunday hollarda Shvetsariyaning Leyka firmasi mutaxassislari tomonidan ishlab chiqarilgan T1000 elektron teodolitga o'rnatiladigan DIOR 2002 markali dalnomer nasadkasi va GLZ 1 yoki GLZ 2 markali lazer trubkasidan iborat elektron asboblarning komplektidan foydalanish mumkin. Ushbu elektron asboblarning komplektini qo'llab, murakkab geometrik shakliga ega bo'lgan geodezik obidalarining noqulay joylarida joylashgan fazoviy nuqtalarining koordinatalarini hech qanday nur qaytargichlar yoki markalar o'rnatmasdan osongina aniqlash mumkin. Barcha dala o'lchash ishlari natijalari saqlangan terminallardan GIF rusumli interfeyslar yordamida kompyuterga uzatiladi.



11.11-rasm. Lazerli elektron geodezik asboblarning ishlash tamoyili

Talab qilingan zaruriy materiallar va chizmalar grafik tuzuvchi uskunalar yoki plotterlar yordamida yaratiladi. Bu ishlar tayyor maxsus standart dasturlar orqali amalga oshiriladi.

WILD T1000 teodoliti 3" aniqlikda ishlaydigan elektron teodoliti bo'lib, uni Leyka firmasining har qanday turdagi elektron dalnomeri bilan birgalikda ishlatish mumkin. Ko'rish trubasi – odatdagidek (oddiy), kattalashtirishi – 30 marta, ko'rish maydoni 1000 m ga 27 m, eng kichik vizirlash masofasi – 1,7 m, asbobning og'irligi 4,5 kg, kuchlanish manbai – 12 volt.

Ma'lumki, joyda masofani bevosita o'lchash uchun maxsus ruletka va ruletkalar, svetodal;nomerlar, radiodal;nomerlar va boshqalar qo'llaniladi.

Svetodal;nomer yordamida masofa o'lchash yorug'lik nurining tezligi va o'tgan vaqtiga asoslangan. Yuboriladigan yorug'lik nuri oxirgi nuqtada o'rnatilgan nur qaytargichga borib, yana orqaga qaytadi. Biroq geodezik obidalarni ta'mirlash jarayonida shunday vaziyatlar bo'ladiki, o'lchanishi lozim bo'lgan bo'lgan masofaning oxirgi nuqtasiga nur qaytargich o'rnatish imkoniyati bo'lmaydi. Masalan, geodezik obidalar, bino va inshootlar o'lchamlarini aniqlashda, borib bo'lmas masofalarni aniqlashda, asbobdan biror vertikal to'siqqacha bo'lgan masofani o'lchashda va hokazo.

DISTOMAT DIOR 3002 dalnomerida 14 km gacha bo'lgan masofani sekundiga $\pm 3-5 \text{ mm} + 10^{-6} D$ aniqlik bilan o'lchaydigan vaqt – impulsli o'lchash usuli qo'llaniladi. Nurqaytargich bilan o'lchash bilan bir qatorda, dalnomer 250 m gacha bo'lgan masofani 5-10 mm aniqlikda nurqaytargichsiz o'lchashga qodir. Bu asbobni yer osti kommunikatsiyalarini syomka qilishda, nurqaytargich va markalarni o'rnatishning imkoni bo'lmagan obyektlargacha bo'lgan masofalarni aniqlashda, geodeziya va amaliy

geodeziyada har qanday ishlarni bajarish uchun qo'llash mumkin. Uni harakatdagi obyektlargacha bo'lgan masofalarni o'lchashda (kemalar, buldozerlar, greyderlar, kranlar va boshqalarni) ham ishlatish mumkin. Uning me'yoriy rejimdagi o'lchash vaqti 3 sekund, ko'p martalik rejimda 0,8–0,3 sekund, dalnomerning og'irligi – 1,7 kg, kuchlanish manbai 12 volt.

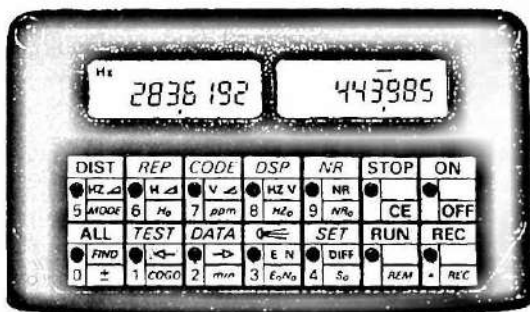
Ishlash temperaturasining diapazoni -20°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha, yuboriladigan lazer nurining diametri 50 metr masofagacha 0,1 metr, 100 metr masofaga 0,2 metr va 200 metr masofaga 0,3 metr.

Aniqlanishi lozim bo'lgan nuqtani topish va belgilash uchun GLZ 1 yoki GLZ 2 rusumidagi lazerli nasadkalar xizmat qiladi. Lazerli nasadka DIOR 3002 svetodalnomerining yon qismiga o'rnatiladi. Lazerli nasadka va dalnomerning o'qlari maxsus prizmalar yordamida biriktiriladi.

O'lchash ishlari boshlashdan avval lazerli nasadka va dalnomer o'qlarining mos tushishi tekshiriladi.

GRM 10 REC-module ma'lumot yig'ish uskunasi T 1000 teodoliti yordamida olinadigan dala o'lchash ishlari ma'lumotlarini qayd etish uchun qo'llaniladi. Uning sig'imi 500 atrofidagi ma'lumotlar blokini (16 kбайt) tashkil etadi. Ma'lumotlarni qayd etish teodolitdagi ALL tugmachasini bosish orqali amalga oshiriladi. Uskunaning o'lchami – $74 \times 60 \times 10$ mm, massasi – 70 gr, ma'lumotlarni saqlash muddati – 10 yil. GIF 10 va GIF 12 interfeyslari (ma'lumotlarni sanash asboblari) yordamida dala o'lchash ishlari ma'lumotlarini REC-module dan kompyuterga va aksincha o'tkazish mumkin.

Dala ishlari boshlashga kirishishdan oldin, asboblarni o'rnatish va tekshirish amalga oshiriladi. Elektron teodoliti klivaturasining umumiy ko'rinishi 11.12.-rasmda ko'rsatilgan.



11.12-rasm. Elektron teodoliti klaviaturasining umumiy ko'rinishi

Asboblarni o'rnatish va tekshirish ishlaridan so'ng o'lchash va dala ishlari ma'lumotlarini qayta ishlash amalga oshiriladi. Masofalar nurqaytargichsiz o'lchanganda teodolit va dalnomer ko'rish trubalari o'qlarining mos tushmasligi sababli o'lchanadigan masofaga tuzatmalar kiritiladi (11.13-rasm).

Qiya masofa va balandlik uchun tuzatmalar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$h = b/\sin v; \quad \Delta l = b \tan v; \quad (11.2.)$$

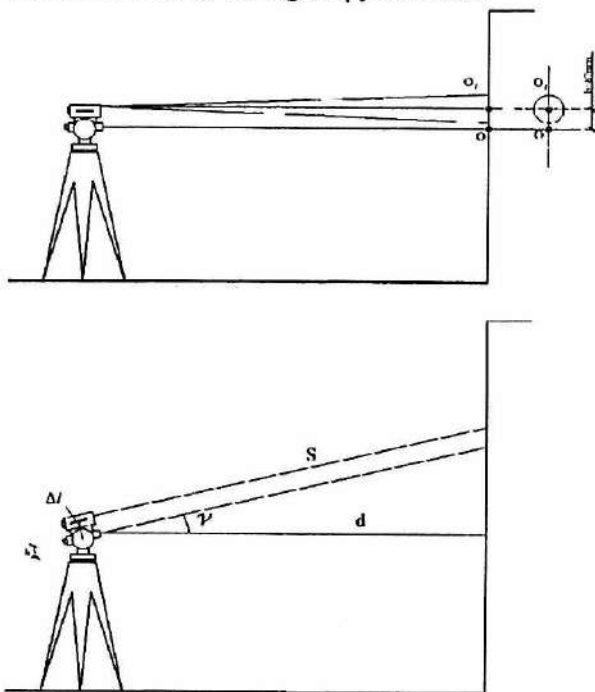
Gorizontal masofa va nisbiy balandlik quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi: $v > 0$ bo'lganida

$$d = (S - b \tan v) \cos v; \quad h = (S - b \tan v) \sin v + b \cos v; \quad (11.3)$$

$v < 0$ bo'lganida

$$d = (S + b \tan v) \cos v; \quad h = (S + b \tan v) \sin v - b \cos v; \quad (11.4)$$

bu yerda: b – dalnomer va teodolit ko‘rish trubalari o‘qlari orasidagi masofa, ($b = 87 \text{ mm}$); ν – vertikal burchak, $\nu = 90^\circ$; S – dalnomer bilan o‘lchangan qiya masofa.



11.13-rasm. Teodolit va dalnomer ko‘rish trubalari o‘qlarining mos tushmasligi sxemasi

Kuzatilayotgan nuqtalarning koordinatalari quyidagi formulalar bo‘yicha aniqlanadi:

$$X_i = X_0 + (S_i + \Delta l_i) \cos \nu \cos \alpha; \quad (11.5)$$

$$Y_i = Y_0 + (S_i + \Delta l_i) \cos \nu \sin \alpha; \quad (11.6)$$

$$Z_i = Z_0 + (S_i + \Delta l_i) \sin \alpha + \Delta h; \quad (11.7)$$

bu yerda: X_0 , Y_0 va Z_0 – asbob oʻrnatiladigan nuqtalarning koordinatalari, α – direksion burchak.

GRE3/GRE 4 rusumidagi maʼlumotlarni saqlaydigan uskunalar uchun WILD PROFIS 11 maxsus hisoblash dasturlari mavjud. Ushbu dasturlar tegishli ravishda Δl va Δh tuzatmalarni kiritib, masofalarni hisoblash imkonini beradi [16].

Taklif etilayotgan elektron asboblarni qoʻllagan holda reja olish usulining afzalliklari quyidagilardan iborat:

- 1) dala ishlarining yuqori samaradorligi;
- 2) reja olish bilan bir vaqtning oʻzida geodezik asos yaratiladi, natijada bu ishlarni bajarish uchun qoʻshimcha vaqt talab etilmaydi. Geodezik asosning toʻgʻri barpo etilganligi avvalgi nuqtaning koordinatalarini aniqlash orqali dalada toʻgʻridan-toʻgʻri tekshiriladi.

3. Kuzatilayotgan joylardagi aniqlanadigan nuqtalar lazer nuri yordamida qulay tarzda yoritiladi va kuzatishda xatolikka yoʻl qoʻyilmaydi. Inshootlar yuzasidagi nuqtalarning koordinatalarini aniqlash oʻrta kvadratik xatosi 40 m masofagacha 10 mm dan oshmaydi.

4. Oʻlchash natijalarini qayta ishlash EHM larida amalga oshiriladi. Asboblarning yordamida olingan barcha dala ishlarining natijalari maʼlumotlar saqlanadigan uskunadan GIF 10 interfeysi orqali kompyuterga uzatiladi. Bu maʼlumotlar tahrir qilinadi va tegishli tuzatmalar kiritiladi. Olingan natijalar asosida inshootning tarhlari, qirqimlari va frontal rejalar grafik quruvchi uskuna yordamida tuzatiladi.

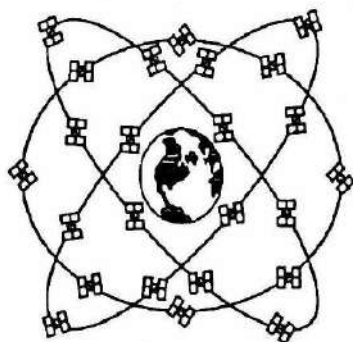
Soʻnggi oʻn yillikda fan va texnikaning rivojlanishi natijasida nuqtalarning fazoviy oʻrmini yangi zamonaviy *sputnik* usulida aniqlash imkoniyati tugʻildi. Bu usulda yer sirtidagi nuqtalarning fazoviy oʻrmini sputniklar va ularning yerdagi priyomnik hamda antennalari yordamida istalgan vaqtda va sharoitda aniqlash mumkin.

Hozirgi vaqtda nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash uchun amalda quyidagi sputnik navigatsion sistemalari qo'llanilmoqda: jumladan, Rossiyaning LONASS sputnik global navigatsion sistemasi (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) va AQSH ning NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasi (Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System-masofa va vaqtni aniqlash navigatsion sistemasi, nuqta o'rnini aniqlash global sistemasi) [14,15,16].

Har ikkala sputnik navigatsion sistemasi harbiy masalalarni yechish uchun mo'ljallangan edi. So'nggi yillarda bu sputnik navigatsion sistemalari geodeziya sohasida ilmiy va amaliy masalalarni yuqori aniqlikda, ya'ni koordinata orttirmalarini $5\text{mm} + \Delta 10^{-6}$ 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 sputnik navigatsion tizimi antennalari va priyomniklari bilan to'liq ta'minlangan.

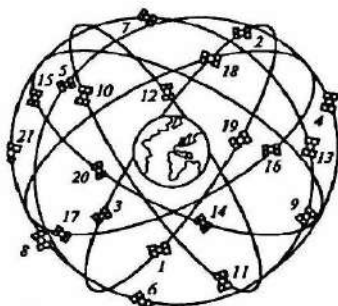
Sputnik navigatsion sistemasini uchta segmentga bo'lish qabul qilingan: kosmik, boshqarish va kuzatish hamda foydalanuvchilar segmenti (sputnik signallarini qabul qiluvchi priyomniklar). NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasida 24 ta va GLONASS sputnik navigatsion sistemasida 21 ta doimiy ishlovchi va 3 ta zaxira sputniklari mavjud.

GLONASS sputnik navigatsion sistemasi sputniklari 3 ta orbital tekislik bo'ylab aylana shaklida harakatlanadi (11.14.-rasm). NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasidagi sputniklar (11.15.-rasm) esa 6 ta orbital tekislik bo'yicha aylanadi.



11.14-rasm. GLONASS sputnik navigatsion sistemasi

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



11.15-rasm. NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasi

Sputniklarni elektroenergiya bilan ta'minlash va akkumulyatorlarni zaryadlash uchun sputniklarda har birining maydoni 7,2 kv. metrga teng bo'lgan ikkitadan quyosh batareyalari o'rnatilgan. Akkumulyatorlar sputniklarni yerning qorong'i tomonidan o'tishda energiya bilan ta'minlaydi.

Har bir sputnik 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 sputnik soatlarini stabilashtirish uchun xizmat qiladi.

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

GLONASS sputnik navigatsion sistemasida har bir sputnik o'zining chastotasi bo'yicha signal tarqatadi, kod esa hammasi uchun bir xil bo'ladi. GLONASS sputnik navigatsion sistemasidagi sputniklar ham ikkita chastota bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi, ya'ni:

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

$$L_2 = f_{01} + k\Delta f_1 = 1246 \text{ MHz} + 0,5625k(\text{MHz}) \quad (11.8)$$

bu yerda: $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ n -sputniklar tartib raqami;

Chastotalar nisbati $L_1/L_2 = 9/7 = 1,286$ ga teng.

NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasidagi nazorat va boshqaruv stansiyalari ekvatorga yaqin qilib joylashtirilgan (Kwajalein, Hawaii, Colorado, Diego Garcia stansiyalari). Kuzatuv stansiyasi o'z ustidan o'tayotgan barcha sputniklardan yuborilgan signallarni qabul qilib, sputniklar orasidagi masofalarni hisoblaydi, mahalliy

metereologik parametrlarni o'lcaydi va bosh stansiya uchun ma'lumotlarni tayyorlaydi.

Bosh nazorat stansiyasida barcha kelib tushayotgan ma'lumotlar qayta ishlanadi, sputnik efemiredlari hisoblanadi va bashorat qilinadi. Stansiyalar nomlari joylashgan o'rinlari quyida keltirilgan: – kuzatuv stansiyasi (KW, H COL SPZ DILDO CAZSIA ASCOW); – bosh kuzatuv stansiyasi (COL SPZ), – yer usti antennalari (KW ASCEWR DIEDO CFZ).

GLONASS sputnik navigatsion sistemasida yer usti segmenti quyidagi statsionar elementlardan iborat: (MBT) markaziy boshqaruv stansiyasi; (NS) nazorat stansiyasi; (KKS) kuzatuv komanda stansiyasi; (KOS) Kvanto-optik stansiyalar; sputnik bort qurilmalari va elementlarini kuzatuvchi stansiya sputnik soatlariga tuzatmalar kiritadi va sputnik uchun navigatsion ma'lumotlarni tayyorlaydi. Stansiyalar quyidagi joylarda o'rnatilgan: MOT-Moskva, NS-Moskva, KKS-Sank-Petururg, Vorkuta, Yakutsk, Yeneseysk, Ulan ude, Ussuriysk, Petropavlovsk-Kamchatskiy, KOS-Ussurskda va boshqa stansiyalar Ulug'bek Moskvada joylashgan.

Vaqt o'lchashda asosiy astronomik birlik sifatida Yer sharining biror-bir osmon jismiga nisbatan o'z o'qi atrofida to'liq aylanishiga ketgan vaqt, ya'ni sutka (86400 soniya) qabul qilingan. Vaqtni aniq o'lchash uchun pressiya va nutatsiyani hisobga olish kerak. Bundan tashqari, 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 qildi. *Atom sekundi* – tashqi ta'sirlarsiz Seziy-133 atomining 9192631770 marta tebranishiga sarflanadigan vaqt oralig'idir. Hozirda atom soniyasi SI birliklar sistemasida qabul qilingan.

Har bir sputnik o'z soati bilan ta'minlangan bo'lib, ularning vaqt o'lchash nisbiy xatoligi $1 \cdot 10^{13}$ ga teng, ya'ni bu sputniklarga o'rnatilgan soatlar bir yilda 0,000003 sekunda oldinga yoki orqaga qoladi deganidir. Ammo xatolik juda katta hisoblanganligi uchun soatlar doimo nazorat qilib turiladi va Yerdagi etalon soatlar bilan tuzatiladi. Bu jarayonga *sinxronizatsiyalash* deyiladi. GPS vaqt sanog'i sistemasining boshlanishi 1980-yil 5-yanvar 0^h dan belgilangan. Shuning uchun GPS haftaning boshlanishi shanbadan yakshanbaga o'tar kechasi yarim tundan boshlangan. GPS sistemasi vaqti bilan o'z shkalasiga ega va bosh nazorat stansiyadagi soatlar bilan aniqatlanadi.

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

Geodeziya sohasida qo'llaniladigan priyomniklar yengil, arzon bo'lishi uchun ularga sputnik soatlariga nisbatan million marta kam stabillashgan soatlar o'rnatilgan. Shuning uchun har bir seans o'lchash jarayonida priyomnik ssoatlari sputnik soatlari bilan sinxronizatsiya qilinadi.

Yer sun'iy yo'ldoshlari harakat trayektoriyasi osmon mexanikasi qonuniga binoan inertsiya kuchi va Yerning tortishish kuchi ta'sirida aylanadi. Bu harakat trayektoriyasini tahlil etish uchun geosentrik inertsial koordinata sistemasi X_0, Y_0, Z_0 qo'llaniladi. Koordinata 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 qutbga, Y_0 o'qi esa ekvator tekisligida X o'qiga perpendikulyar ravishda yo'naltirilgan.

Bundan tashqari, XYZ geosentrik qo'zg'aluvchan koordinata sistemasi qo'llaniladi. GLONASS sputnik navigatsion sistemasida uni ПЗ-90, NAVSTAR GPSda esa WGS-84 deb yuritiladi. Bu sistemaning markazi X_0, Y_0, Z_0 geosentrik inertsial sistemasi bilan, Z o'qi ham Z_0 bilan to'g'ri keladi. Ammo X o'qi ekvator tekisligida Grinvich meridiani bilan ekvator chizig'i kesishgan nuqtaga yo'naltirilgan. Sputniklar harakati haqidagi ma'lumotlar geosentrik qo'zg'aluvchan koordinata sistemasida kuzatiladi va hisoblanadi.

§ 11.5. Sputniklarning orbital harakati. Efemeridlar

Sputnik og'irlik markazining harakati $X_0 Y_0 Z_0$ geosentrik inertsial koordinata sistemasida Isaak Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan quyidagi tenglama asosida yoziladi:

$$F = mg \quad (11.9)$$

bu yerda: F – Yerning tortishish kuchi vektori,

m – sputnik massasi,

g – markazdan qochuvchi tezlanish vektori yoki

$$F = k \frac{Mm}{r^2} = \mu \frac{m}{r^2}; \quad (11.10)$$

bu yerda: $k = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kgs}^2$ – universal gravatsion doimiylik;

$M = 5,974242 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ – Yerning massasi,

r – Yer markazidan sputnikgacha bo'lgan masofa,

$\mu = k * M = 39860044 \text{ m}^3/\text{sek}^2$ – Yerning geosentrik gravitatsion doimiyligi.

Keplerning ikkinchi qonuniga binoan sputnikning har qanday trayektoriyasi qo'zg'almas tekislikka (orbitaga) yotib ikkinchi darajali egri chiziqni tashkil etadi va tortish markazi fokuslarining bittasida yotadi. Ellipsning fokus nuqtasida Yer shari joylashgan. Sputnik orbitasi tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$r = \frac{P}{1 + e \cos(\nu - \nu_0)} \quad (11.11)$$

bu yerda: P – fokal parametr, e – eksentritet, ν_0 – musbat plyar o‘qi yo‘nalishi bilan fokal o‘q orasidagi burchak.

Fokus nuqtalar orqali o‘tayotgan to‘g‘ri chiziqqa apsid chiziq, Yerga yaqinlashgan (II) nuqttagacha bo‘lgan masofa *perigiy*, uzoqlashgan (A) nuqttagacha masofa *apogiy* deyiladi.

Ω_n -perigiy burchagi orbitani oriyentirlash uchun xizmat qiladi. Ellipsisning katta yarim o‘qi – $a = P/1 - e_2$ chiziqli eksentrist $e = ae$ ifodalari orqali hisoblanadi. Agar sputnik Kepler qonuniga qat’iy rioya qilgan holda harakat qilsa, Ω , I , W_n , P , e parametrlari doimiy o‘zgaras bo‘lib, oltinchi parametr V (haqiqiy anomaliya) istalgan vaqtda sputnik o‘rnini aniqlab beradi. Sputniklarda o‘rnatilgan chastota generatorlari ma’lum bir xatolikka ega bo‘lganligi uchun sputnik soatlari vaqti GPS vaqtidan Δt_s qiymatiga farq qiladi. Shuning uchun sputnik ma’lumotlari orqali sputnikdagi soatlar vaqti bilan GPS vaqtini bilan bir xil qilish uchun polinomial koeffitsiyentlarini qo‘llagan holda sputnik soatlariga tuzatmalar kiritish talab etiladi.

$$T = t_s - \Delta t_s; \quad (11.12)$$

bu yerda: $\Delta t_s = d_0 + a_1 (t - t_{oc}) + a_2 (t - t_{oc})^2$;

$\omega_e = 7,2921151567 \cdot 10^{-5}$ rad/sek – Yer aylanishining burchak inertial tezligi;

$\mu = 3986005 \cdot 10^8$ m³/sek² – Yerning gravitatsion parametri;

$\pi = 3,1415926535898$ – π ning aniq soni.

§ 11.6. Sputnik priyomniklari yordamida o‘lchashlar

GPS ning asosiy vazifasi bu harbiy masalalarni yechishdir. Shuning uchun sputnik efemeradlariga rasman

o'zgartirishlar kiritiladi. Jumladan, Selective Availabing (SA) rejimi chastotametri va sputnik soatlari o'zgartirib qo'yiladi. Bu o'zgartirishlarni faqatgina P-kodga kiruvchi sputnik priyomniklari (SP) o'zgartira oladi.

GLONASS sistemasida esa hech qanday o'zgarishlar kiritilmaydi. Xohlagan foydalanuvchilar o'z o'zni koordinatalarini maksimum 20 metrgacha xatolik bilan aniqlashlari mumkin. Priyomniklar o'lchash va qabul qilish sifatлари bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadilar:

- S/A kod-S/A kod + L_1 chastotada o'lchaydigan;
- S/A kod + L_1 va L_2 chastotada o'lchaydigan;
- S/A kod + P kod + L_1 va L_2 chastotada o'lchaydigan.

Qo'llanish sohasi bo'yicha ham priyomniklar 4 guruhga bo'linadi. Jumladan:

- geodezik SP; – navigatsion SP; – vaqt SP; – harbiy SP.

Geodezik ishlarni bajarishda L_1 yoki L_1 va L_2 chastotalarda o'lchash imkoniyatiga ega bo'lgan sputnik priyomniklari qo'llaniladi. Ammo priyomnikdagi soatlar uchun tuzatmalarni va bir necha ishlab turgan priyomniklarni sinxronligini ta'minlash maqsadida S/A kod rejimi foydalangan holda kodli o'lchashlar bajariladi.

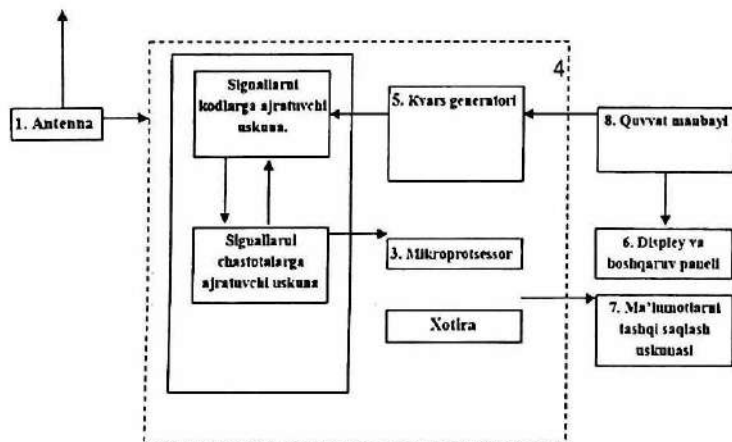
XI.17.-rasmda GPS priyomnigining ishlash prinsipi va asosiy bloklari keltirilgan. Asosiy chastota o'lchashlarini amalga oshirish uchun signallarni demodulyatsiya qilish talab etiladi. **Demodulyatsiya** – bu signallarni modulyatsiyadan tozalash. Modulyatsiya qilingan signal ko'rinishi quyidagicha bo'lsin:

$$x = P(t)\sin wt; \quad (11.13)$$

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

$$x^2 = P^2(t)\sin^2 wt = P^2(1 - \cos w + \cos^2 wt) \quad (11.14)$$

Signallarni demodulyatsiya qilishning ikkinchi usulida signal ikkiga ajratiladi. Hamda signallardan birining fazasi $\pi/2$ qiymatiga o'zgartiriladi va signallar yana birlashtiriladi. Natijada garmonik sinusoidal signal paydo bo'ladi.



11.17-rasm. GPS priyomnigining ishlash prinsipi va asosiy bloklari

Hozirgi paytda 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 *geterodinirovanie* deb ataladi.

Priyomnik bir necha sputnikdan signallarni qabul qiladi (kamida 4 ta sputnikdan) va bir vaqtda kanallar yordamida fazoviy o'lchashlar amalga oshiriladi. Bitta sputnikdan kelayotgan signallarni bir necha nuqtaga o'rnatilgan priyomniklar S/A kod yordamida o'lchanganda koordinatlar farqi o'rta kvadratik xatosi $(0,5 + D * 10^{-6})$ sm ni tashkil etadi. Bu yerda: D – priyomniklar orasidagi masofa.

Sputniklar yordamida nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash natijasida kelib chiqadigan xatoliklar xillari va sabablari quyidagi 11.1-jadvalda keltirilgan.

11.1-jadval

Gruppa	Xatolar kelib chiqishi sabablari	S/A kod signal (shovqin rejimi qo'shilgan)	Xatolar xillari
I	Sputnik efemiridlari; Sputnik soatlari	20-50 m 10-50 m	Sputnikdagi 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 detsimetr detsimetr 5 m	Signal tarqatilganda n so'ng uning yo'lida paydo bo'ladigan xatolar
III	O'lchash jarayonida signallarning shovqini ta'sirida. Signalni uskunalarda ushlanib qolishi natijasida. Antenna fazoviy markazining siljishi.	1-10 m millimetr santimetr	Priyomnik xatoliklari

Ushbu jadvalda 1991-yilning noyabridan standart deb qabul qilingan signal shovqini rejimi qo'shilgan holda GPS ga taalluqli xatolarning kelib chiqish sabablari keltirilgan. P-koddagi xatolar kelib chiqish sabablari keltirilmagan, chunki bu kod maxfiy hisoblanib, harbiy masalalarni yechishga mo'ljallangan.

Sputnikdan tarqatilgan signal T_s va ushbu signalni priyomnik qabul qilgan T_p oralig'idagi vaqtni elektromagnit to'lqinlar tarqalish tezligiga elektromagnit to'lqinlar

tarqalish tezligiga ko'paytmasiga *pseudouzoqlik* deyiladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

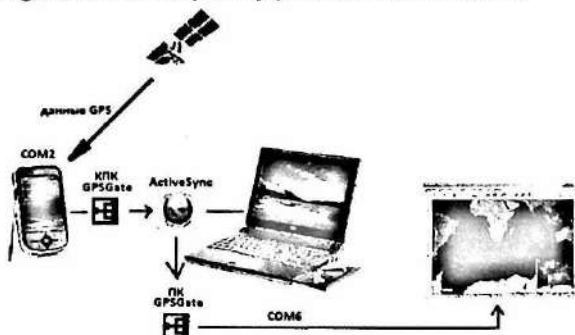
$$D = (T_p - T_s)v \text{ yoki} \\ (x_s - x_p)^2 + (y_s - y_p)^2 + (z_s - z_p)^2 + b = (T_s - T_p)^2; \quad (11.15)$$

Bunday o'lchashlar 4 martadan kam bo'lmasligi shart.

Sputnik o'lchash natijalariga kiritiladigan tuzatmalar.

Sputnik o'lchash natijalariga quyidagi tuzatmalar kiritiladi:

- yer aylanishi uchun tuzatma;
- relyativistik effektlar uchun tuzatma;
- ionosfera va troposfera ta'siri tuzatmasi;
- signal shovqini ta'siri uchun tuzatmasi;
- signallarni to'siqdan qaytishi uchun tuzatma.



11.18-rasm. Sputnik qabul qilgich va kompyuterlar yordamida bevosita raqamli tematik (mavzuli) kartalarini tayyorlash sxemasi

Asosiy masalalar sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin, jumladan:

- o'rganilayotgan obyektning o'rnini (joyini) aniqlash – dala ishlarida nuqtalarni koordinatali bog'lash;
- o'rganilayotgan obyektga marshrut yo'nalishini ko'rsatish va dala bazasiga xavfsiz qaytib kelishini ta'minlash;

- konturlarni trassalash yoki harakat trayektoriyasini ro'yxatdan (registratsiya) o'tkazish (piyoda, avtomobilda, katerda va boshqa transport turlarida);

- joy profilini tayyorlash (tuzish va ishlab chiqish);

- aniq vaqt intervalida (oralig'ida) dinamik masalalarni yechish va atrof-muhit monitoringi o'rganilayotgan obyektning holati o'zgarishini aniqlash (koordinatalarni o'rganish);

- dala tadqiqot ishlarida va kartografiyalashda berilgan aniqlik bo'yicha geodezik tayanch shaxobchalarini o'rnatish (qo'yish, tuzish);

- sputnik qabul qilgich (GPS PRO MARK 3 asbobi) va elektron taxeometr (Focus 4) yordamida yirik masshtabli syomkalar va injener-geografik ishlarning bajarilishini ta'minlash;

- sputnik qabul qilgich va kompyuterlar yordamida bevosita dalada tayyorlangan raqamli tematik (mavzuli) kartalar yoki sxemalarini deshifrovka qilish;

- sputnik qabul qilgichlarga maxsus bog'langan datchiklar (bularga yexolot, aneroid, magnitomeper, raqamli fotokameralar va boshqalar kiradi) yordamida dala tadqiqot ma'lumotlarini koordinatalar bilan ta'minlash.

§ 11.7. Taxeometrik syomka asosi va taxeometrik yo'llar

Taxeometrik syomkani bajarish uchun joyda mavjud geodezik asos punktlari va syomka asos nuqtalari zichligi shunday darajaga yetkazilishi kerakki, ular orasidagi yo'nalish chiziqlari uzunligi 11.2-jadvalida ko'rsatilgandek, talablarni ta'minlagan holda taxeometrik yo'llarni o'tkazish mumkin bo'lsin.

Taxeometrik yo'l dastlab mavjud topografik kartada, joydagi geodezik asos punktlari orasida loyihalanadi. Joyga chiqib loyihalangan yo'l nuqtalarining o'rnini tanlanadi. So'ngra tanlangan nuqtalarning joydagi o'rniga qoziq qoqib mahkamlanadi.

11.2-jadval

Syomka masshtabi	Yo'lining maksimal uzunligi, m	Chiziqlar maksimal uzunligi, m	Yo'ldagi tomonlar maksimal soni
1:5 000	1200	300	6
1:2 000	600	200	5
1:1 000	300	150	3
1:500	100	100	2

Taxeometrik yo'lda tomonlar orasidagi gorizontaal burchak to'la qabul usulida, vertikal burchaklar DO' va DCh da to'g'ri va teskari yo'nalishda, tomonlar uzunligi esa ipli dalnomerda (lenta, ruletkada) to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanib, jurnalga yoziladi (11.3-jadval).

11.3-jadval

Syomka masshta- bi	Kesim (h) balandligi, m	Piket nuqtalar orasidagi eng katta masofa, m	Asbobdan reykagacha bo'lgan eng katta masofa, m	
			relyef syomkasida	Tafsilotlar syomkasida
1:2 000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
1:5 000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150

§ 11.8. Tafsilotlar va relyefni syomka qilish

Tafsilotlar va relyefni syomka qilish ishlarida taxeometrik yo'lni o'tkazish bilan bir vaqtda olib borilishi mumkin.

Taxeometrik syomkani bajarishda belgilangan syomka masshtabi va ral'yef kesimi balandligidan kelib chiqib quyidagi 11.3-jadvalda (11.3-jadval qisqartirilib berildi) keltirilgan shartlar ta'minlanishi kerak.

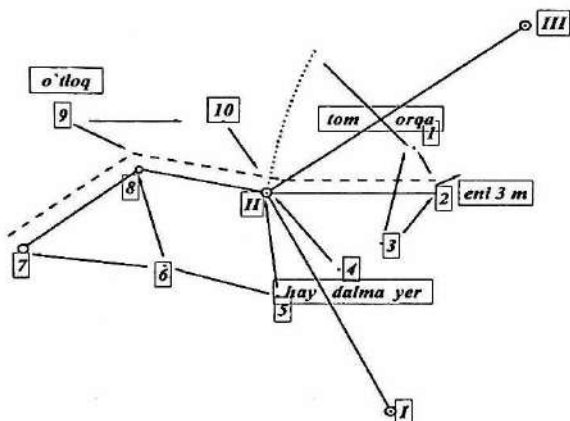
Syomka taxeometrik yo'lni hosil qilish bilan bir vaqtda olib borilsa, bekatda bajariladigan o'lchash ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1) taxeometr yo'l nuqtalaridan birida o'rnatilib, ishchi holatga keltiriladi va asbob balandligi o'lchanib, reykada belgilab qo'yiladi;

2) DO^I va DCh holatlarida taxeometrik yo'lning gorizontal burchagi, taxeometrik yo'l orqadagi va oldingi nuqtalariga qarab vertikal burchak va dalnomerda masofalar o'lchanadi. O'lchashlar natijasi taxeometrik syomka jurnaliga yozib boriladi (11.4-jadval);

3) DCh holatida gorizontal doira sanog'i nolga qo'yilib alidada mahkamlanadi, limb doirasi bo'shatilib ko'rish trubasi taxeometrik yo'lning oldingi nuqtasiga qaratiladi;

4) Limb doirasi mahkam qoldirilib alidada bo'shatiladi va ko'rish trubasi piket nuqtaga o'rnatilgan reyka qaratilib, undan dalnomer iplari, gorizontal va vertikal doiralar bo'yicha sanoqlar olinadi. Vertikal doiradan sanoq olishda ko'rish trubasi reykada belgilangan asbob balandligida qaratiladi. Reyka navbatdagi piket nuqtaga qo'yiladi, alidada bo'shatilib, ko'rish trubasi unga qaratiladi va oldingi qilingan ishlar kabi sanoqlar olinadi, keyin navbatdagi nuqtaga o'tiladi va h.k.



5) Syomka oxirida ko'rish trubasi yana boshlang'ich yo'nalishga, taxometrik yo'lining oldingi nuqtasiga qaratiladi, shunda gorizontol doiradan olingan sanoq $0'$ yoki undan $2'$ dan ortiq farq qilmasligi kerak. Tafsilotlar chegara-sini syomka qilishda dalnomer iplari reykaning o'rta qismiga (*asbob balandligiga yaqin qismiga*) qaratib masofa o'lchanadi. Shunda ko'rish trubasi vizir o'qining og'ish burchagi, o'lchanayotgan chiziq burchagiga yaqin bo'ladi.

Relyef tekis holatlarda syomka bajarishda nisbiy balandliklar gorizontalar nur yordamida o'lanishi mumkin. Buning uchun ko'rish trubasida o'rnatilgan silindrik adalokdan foydalaniladi. Ko'rish trubasi piket nuqtada o'rnatilgan reykgaga qaratilib, adalok pufakchasi ko'rish trubasining qaratish vinti yordamida o'rta keltililadi va reykgadan sanoq olinadi. Nisbiy balandlik qiymati ma'lum $h = i - b$ formulasi orqali hisoblanadi.

bu yerda: i – asbob balandligi, b – reykgadan olingan sanoq.

Taxeometrik syomka jurnali
Bekat-2; $H_{II} = 450,65\text{m}$; $i = 1,55$; $NO' = 0^{\circ}00'$.

Ku- za til- gan nuq- ta t/t №.	Sanoqlar.				Burchaklar.		Kuzatish balandligi, l , (m)	Masofaning gorizontal qo'yilishi	h' (m).	h (m)	Balandlik H (m)	Izoh
	Dalnomer bo'yicha.	Gorizantal doira bo'yicha.	Vertikal doira bo'yicha.		Gorizantal (Chap)	Vertikal						
I	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12
						DO'						
I	115,5	$0^{\circ}10'$	$-1^{\circ}22'$			$+1^{\circ}22'$	$l = 2,0$	115,5	+2,71	+2,26		
					$242^{\circ}33'$							
III	130,2	$24^{\circ}34,3'$	$+2^{\circ}01'$			$-2^{\circ}01'$	$l = i$	130,2	-4,61	-4,61		
						$DCh.$						
I	115,7	$173^{\circ}12'$	$1^{\circ}23'$			$+1^{\circ}23'$	$l = 2,0$	$l = 2,0$	115,7	+2,76	+2,31	
					$242^{\circ}33'$							
III	130,4	$55^{\circ}45'$	$-2^{\circ}00'$			$-2^{\circ}00'$	$l = i$	130,4	-4,55	-4,55		
III		$0^{\circ}00'$										
I	34,5	$2^{\circ}40'$	$-2^{\circ}05'$			$-2^{\circ}05'$	$l = i$	34,5	-	-1,27	449,38	-
2	34,0	$34^{\circ}25'$	$+0^{\circ}06'$			$+0^{\circ}06'$	$l = i$	34,0	-	+0,04	450,69	yo'l
3	25,5	$85^{\circ}55'$	$+1^{\circ}07'$			$+1^{\circ}07'$	$l = i$	25,5	-	+0,48	451,13	-

Syomka jarayonida taxeometrik jurnalini to'ldirishdan tashqari kroki ham chizib boriladi (11.19.-rasm). Krokida bekat, undan orqada (I-nuqta) va oldinda (III-nuqta) joylashgan yo'l nuqtalari hamda piket nuqtalarining o'rni chizma ravishda ko'rsatilib tartib raqami yoziladi. Bundan tashqari, qiyaliklar yo'nalishi, relyefi murakkab bo'lgan joylarda uning taxminiy shakli gorizontallar bilan chizib ko'rsatiladi. Qo'shni bekatlardan turib syomkani bajarishda ular orasida syomka qilinmagan joylar qolmasligi kerak. Tekshirish uchun qo'shni stansiyalardan turib syomka qilingan joyda ikki bekatdan bir-birini qoplab tushadigan nuqtalar olinadi va ularning planli o'rni hamda balandligi o'lchanadi, ular yaqin atrofda tushirilgan piket nuqtalariga mos kelishi kerak.

§ 11.9. Taxeometrik syomka natijasini ishlab chiqish

Yuqorida keltirilgan XI.4-jadvaldagi natijalar 2T30П teodolitida o'lchab chiqilgan. Shuni hisobga olib taxeometrik yo'l nuqtalari orasidagi vertikal burchaklar qiymati jadvalning 4-ustunidagi sanoqlar bo'yicha quyidagi formulalar orqali hisoblangan:

$$\begin{aligned} NO' &= \frac{1}{2}(L + R); \\ v &= NO' - R; \\ v &= L - NO'; \end{aligned} \quad (11.16)$$

Bekatda orqadagi va oldindagi nuqtalar sanog'i bo'yicha hisoblangan NO' qiymati teng bo'lishi yoki farqi 1' dan oshmasligi kerak.

Hisoblangan vertikal burchaklar qiymati jadvalning 6-ustuniga yozilgan. Masofalarning gorizonttal qo'yilishi

vertikal burchak v va qiya masofa – D bo'yicha maxsus taxeometrik jadvallardan olinadi yoki kalkulyatorda quyidagi

$$\Delta D = D * \sin^2 v; \quad (11.17)$$

Formulasi bo'yicha qiya masofaga tuzatma hisoblanadi va u o'lchangan qiya masofa – D dan ayrilib gorizontal qo'yilishi topiladi. Vertikal burchak qiymati 3° dan oshmasa, ΔD qiymati kichik bo'ladi va u hisobga olinmasligi mumkin. Bekatdan har bir piket nuqtaga qarab nisbiy balandlik quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$h' = \frac{1}{2} D * \sin 2v; \text{ yoki}$$

$$h = h' + i - l = \frac{1}{2} D * \sin 2v + i - l; \quad (11.18)$$

11.4-jadvalida keltirilgan qiymatlar bo'yicha I- nuqtaga qarab h' va h qiymatlari quyidagicha topiladi:

$$h' = \frac{1}{2} 115,5 * \sin 2(+1^\circ 22') = +2,71m$$

$$h = 2,71 + 1,55 - 2,0 = +2,28m$$

jumladan, $i = 1,55$ va $l = 2,0$ m.

Hisoblash trigonometrik funksiyali kalkulyatorda oson bajariladi. Hisoblash natijalari jadvalning 9 va 10-ustunlariga tegishli nuqtalar qatoriga yoziladi.

Koordinatalar hisoblash vedomostida (jadvalida) taxeometrik yo'l nuqtalari koordinatalari hisoblab chiqariladi. Gorizontal burchaklarni o'lchash xatosi va uning chekli qiymati quyidagi formulalar, ya'ni:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_1;$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_2;$$

.....

.....

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_n;$$

va $f_{\beta_{chek}} = 1' \sqrt{n}$; bo'yicha hisoblanib ular bog'lanadi.

Taxeometrik yo'l perimetridagi orttirmalar absolyut xatosining qiymati quyidagidan oshmasligi kerak:

$$f_{chek} = \frac{\sum d}{400 \sqrt{n}}; \quad (11.19)$$

bu yerda: $\sum d$ – yo'l perimetri; n – yo'l tomonlari soni.

Yo'l qo'yilgan xato qiymati xato chekidan kichik bo'lsa, u teskari ishora bilan tarqatilib orttirmalar tuzatiladi. So'ngra ular orqali nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi. Taxeometrik yo'l nuqtalari balandligini hisoblash uchun jurnal (8.3-jadval) dan to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchangan nisbiy balandliklar qiymati olinib, ularning xatosi quyidagicha topiladi:

$$f_h = \sum h_{o'rtta} - (H_{ox} - H_{ox}) \quad (11.20)$$

bu yerda: $\sum h_{o'rtta}$ – yo'l bo'yicha o'rtacha nisbiy balandliklar yig'indisi;

H_0, H_{ox} – yo'l boshlang'ich va oxirgi nuqtalarining balandligi.

Nisbiy balandliklarning (8.6.3) formulasi bo'yicha hisoblangan xatosi quyidagi chekdan oshmasligi kerak:

$$f_{h_{chek}} = 0,04 \frac{\sum d}{\sqrt{n}} (sm); \quad (11.21)$$

bu yerda: n – yo‘l tomonlari soni.

Nisbiy balandliklar xatosi (7.6.4) bo‘yicha hisoblangan qiymatdan oshmasa, ular teskari ishorasi bilan nisbiy balandliklarga tarqatilib tuzatiladi va nuqtalar balandligi quyidagicha topiladi:

$$\begin{aligned}H_{III} &= H_{II} + h_1; \\ H_I &= H_{II} - h_2;\end{aligned}\tag{11.22}$$

bu yerda h_1, h_2 – bekatdagi I va III nuqtalar nisbiy balandligi.

Yo‘l nuqtalarining balandligi jurnalda tegishli bekat balandliklariga ko‘chirib yoziladi.

Shundan keyin jurnalda piket nuqtalar balandligi H_p quyidagicha hisoblanadi:

$$H_p = H_{bek} + h;\tag{11.23}$$

bu yerda: h – piket nuqta nisbiy balandligi.

H_{bek} – asbob o‘rnatilgan nuqta (bekat) balandligi.

11.4-jadvalida keltirilgan qiymatlar bo‘yicha topamiz:

$$H_1 = H_{bek} - h_1 = 450,65 - 1,27 = 449,38;$$

$$H_2 = H_{bek} + h_2 = 450,65 + 0,04 = 450,69$$

va hokazo.

§ 11.10. Taxeometrik syomka planini tuzish

Planni tuzish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Vatman qog‘oziga koordinatalar to‘ri chiziladi.
2. Taxeometrik yo‘l nuqtalari tegishli koordinatalari bo‘yicha planga tushiriladi.

3. Kroki va jurnalidan foydalanib, planga tushirilgan yo'lining harbir nuqtasidan transportir yordamida piket nuqtalar tushiriladi. Planga tushirilgan piket nuqtasining yoniga uning tartib raqami va bajarilishi yoziladi.

4. Planga tushirilgan tafsilot hamda relyef nuqtalari bo'yicha krokidan foydalanib tafsilotlar chiziladi va nuqtalar balandligi bo'yicha gorizontallar o'tkaziladi.

5. Plan qabul qilingan shartli belgilar asosida chiziladi, so'ngra uni joy bilan solishtirib ko'riladi va tushda chiziladi.

Yuqoridagi 1 va 2-bandlarida ko'rsatilgan ishlar tartibi teodolit syomkasida batafsil bayon etilgan.

Piket nuqtalarini planga tushirish uchun bekat (nuqta) ga transportir markazi qo'yilib, uning shkalasining noli ko'rish oriyentirlangan (11.3-jadvaldagi misolda, II-III tomon) yo'nalishga tutashtiriladi. Taxeometrik syomka jurnalida yozilgan ushbu bekat (misolimizda II bekat) da piket nuqtalariga qarab gorizontol doiradan olingan sanoqlar birin-ketin transportirda qo'yib chiziladi va topilgan nuqtalarga qarab tegishli masofa plan masshtabida qo'yilsa, piket nuqtalarining plandagi o'rni aniqlanadi.

Aniqlangan nuqtalar tafsilot nuqtalari bo'lsa (krokiga qaraladi), ularni birlashtirib tafsilotlar konturi hosil qilinadi, agar ular relyef nuqtalari bo'lsa, yonlariga aniqlangan balandliklari yoziladi. Krokida ko'rsatilgan qiyaliklar yo'nalishi bo'yicha qabul qilingan kesim balandligida interpolatsiya yordamida bir xil balandlikka ega bo'lgan nuqtalarning o'rni topiladi, so'ngra ularni birlashtirib gorizontallar o'tkazilib, maxsus shartli belgilar jadvali asosida tafsilotlar chiziladi.

§ 11.11. Joyda trassalash

Joyda trassalash joy bilan tanishish va atrofdagi mavjud geodezik punktlarni aniqlashdan boshlanadi.

Loyihaviy boshlang'ich ma'lumotlarga asosan joyda burilish burchaklarining holati aniqlangandan keyin trassaning belgilangan yo'nalishi kuzatiladi.

Joyda trassalash quyidagi jarayonlardan tashkil topgan:

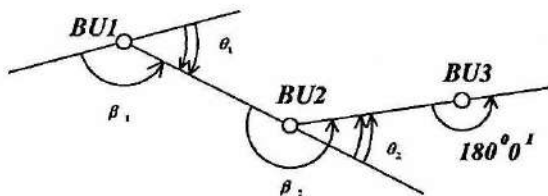
1. Trassa loyihasini joyga ko'chirish.
2. Burilish burchagini aniqlash.
3. Masofa o'lchash. Piketlarni rejalash va piketlash daftarchasini to'ldirib borish.
4. Doiraviy va o'tish qayrilmalarini rejalash.
5. Trassani nivelirlash. Trassa bo'ylab reperlarni o'rnatish.
6. Trassani joyda loyihalash.
7. Trassani geodezik punktlarga bog'lash.
8. Maydonlarni va o'tish joylarini suratga olish.
9. Dala materiallarini qayta ishlash. Trassa plani va profilini tuzish.

Agarda burilish burchaklari orasida ko'rinish bo'lmasa, masala ancha murakkablashadi. Bu holda trassa yo'nalishi bir necha usullar yordamida aniqlanadi.

Trassa yo'nalishini aniqlash uchun burilish burchagi orasida teodolit yo'li o'tkazish kifoya. CC^I quyidagicha aniqlanadi:

$$CC^I = S_I \cdot \sin \beta \quad (11.24)$$

Trassalashda asosan o'ng burchaklar $\beta_1; \beta_2$ (11.20-rasm) o'lchanadi. Burchak o'lchash xatosi $\pm 0,5''$



11.20-rasm

Trassa o'ngga qayrilganda burilish quyidagicha aniqlanadi;

$$\varphi_{o'ng} = 180^\circ - \beta_1$$

Trassa chapga burilsa

$$\varphi_{chap} = \beta_2 - 180^\circ$$

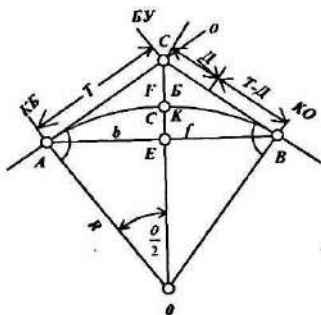
Trassaning to'g'ri, uzun qismida (500-800 bo'lganda) stvor nuqtalar o'rnatiladi. Ular Do' va DCH da 180° o'lchash orqali o'rnatiladi. Xatoligi $\pm 1'$ ga teng.

Trassalashda ikki xil masofa o'lchash ishlari bajariladi. Birinchisi: burilish burchaklari va stvor nuqtalari orasidagi masofalarni o'lchash. Joy sharoitiga bog'liq holda masofa o'lchash nisbiy xatoligi 1:100-1:200 bo'ladi va u lenta yoki optik dalnomer yordamida o'lchanadi. Ikkinchisi: piketlar oralig'i, qayrilma elementlarini rejalashda, hamda tafsilotlargacha bo'lgan masofalarni o'lchashda bajariladi. Ular asosan lenta bilan o'lchanadi.

Piketlar 100m oralig'ida o'rnatiladi, ulardan tashqari plus nuqtalari va joyning xarakterli nuqtalari belgilanadi.

Doiraviy egrilikning asosiy elementlari quyidagilardan iborat (11.21-rasm): Burilish burchagi – φ (joyda aniqlanadi); qayrilma radiusi – R ; $AC = BC = T$ kesma uzunligi (tangens); Qayrilma uzunligi – K ; Bissektrisa uzunligi – B ; Domer – D .

φ va R qiymatlari yordamida T , K , B va D lar quyidagicha hisoblanadi:.



11.21-rasm

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \quad (11.25)$$

$$K=R \frac{\pi\varphi}{180^{\circ}}, \quad (11.26)$$

$$B=R \left(\sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right), \quad (11.27)$$

$$D=2T-K=R \left(2\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \frac{\pi\varphi}{180} \right). \quad (11.28)$$

Formuladan ko‘rinib turibdiki, qayrilmaning hamma elementlari radius R ga to‘g‘ri proporsional.

KB , KO va KO' nuqtalari qayrilmaning bosh nuqtalari hisoblanadi. Bularning qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} KB &= KB - T \\ KO &= KB + T \\ KY &= KB + \frac{K}{2} \end{aligned} \right\},$$

Tekshirish:

$$\left. \begin{aligned} KO &= KO' + T - D \\ KU &= KO - \frac{K}{2} \end{aligned} \right\}.$$

Joyda qayrilma boshi yaqin piketdan hisoblangan qiymatni o‘lchab qo‘yish bilan aniqlanadi.

KO' sini aniqlash uchun qayrilish burchagini ikkiga bo‘lib, shu yo‘nalish bo‘ylab bissektrisa B qiymati o‘lchab qo‘yiladi.

Tekis joylarda piketlashni rejalashda masofa o‘lchash nisbiy xatoligi 1:1000 dan, tog‘li joylarda esa 1:500 dan oshmasligi kerak.

§ 11.12. Geodezik qurilish to'ri

Geodezik qurilish to'ri – bino va inshootlarni qurishda rejalar asosining eng samarali to'ri hisoblanadi. U kvadrat yoki to'rtburchak uchlarida joylashgan asos punktlaridan iborat koordinatalar sistemasi ko'rinishida bo'ladi. Qurilish to'ri inshootning asosiy o'qlarini joyga ko'chirishda va ijroiyl plan olishda asos, hamda balandlik asosi vazifasini bajaradi.

Qurilish to'ri geodezik ishlarni yengillashtirish maqsadida tuziladi; u bino va Muhandislik tarmoqlarini o'qlarini tez va yuqori aniqlikda qurilish maydoniga ko'chirishda yordam beradi.

Qurilish to'ri barpo qilish ishlari bo'yicha to'plangan tajribalarga asosan, uning aniqligi quyidagi talablarga javob berishi kerak: a) qurilish to'ri yonma-yon joylashgan punktlarining o'zaro holati xatoligi 1:10000 dan oshmasligi kerak, ya'ni to'ri uzunligi 200 m bo'lganda, o'zaro holat xatoligi 2 sm. dan katta bo'lmasligi kerak;

b) to'ri burchaklari 20° aniqlikda tuzilishi kerak;

v) to'ri eng zaif joydagi punkti holatining xatoligi bosh tayanch punktga nisbatan 1:500 plan masshtabida 0,2 mm dan oshmasligi, ya'ni 10 sm bo'lishi kerak. Qurilish to'ri barpo etish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat:

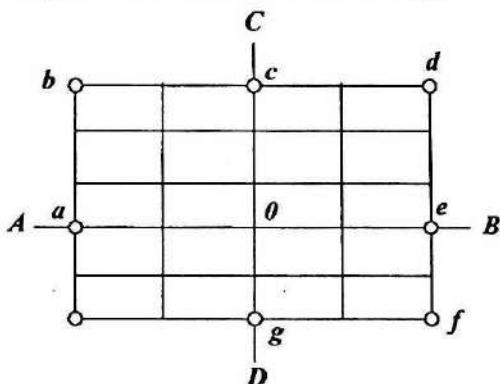
1. Boshlang'ich yo'nalishlarni loyihalash va joyga ko'chirish. To'ri oriyentirlashga qo'yiladigan asosiy talab to'ri koordinata o'qlarining inshoot asosiy o'qlariga parallel bo'lishidadir. Qurilish to'ri loyihasini joyga ko'chirish uchun boshlang'ich yo'nalish tanlab olinadi. Ko'pchilik holatlarda boshlang'ich yo'nalishni joyga ko'chirish uchun, qurilish maydonida joylashgan planli geodezik asos punktlari ishlatiladi. Boshlang'ich punktlar va qurilish to'ri

uchlari koordinatalariga asosan, teskari geodezik masala yechish yo'li bilan joyga ko'chirish uchun kerakli bo'lgan rejalash elementlari hisoblanadi.

2. To'rni batafsil rejalash. Bu bosqich boshlang'ich nuqtalar joyda belgilangandan keyin amalga oshiriladi. Qurilish to'rini batafsil rejalashning bir necha usullari mavjud bo'lib, bular o'qiy (osevoy) va reduksiyalash usullaridir.

Qurilish to'rini o'q usulda rejalash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Boshlang'ich yo'nalishlarga asoslangan holda joyda bir-biriga perpedikulyar bo'lgan o'qlar hosil qilinadi (11.22.-rasm).

Markazdan yo'nalishlar bo'ylab to'r tomonlariga teng bo'lgan kesmalar o'lchanadi. Kesmalar shkalali lenta yordamida komparirlash, joy nishabligi va temperaturaga bo'lgan tuzatmalarni hisobga olgan holda o'lchab qo'yiladi. Oxirgi a , c , e , d nuqtalarda perpendikular yasaladi va perimetr bo'ylab o'lchashlar davom ettiriladi.



11.22-rasm. Geodezik qurilish to'ri

Shunday qilib, maydonchada 4 ta poligon hosil qilinadi. Keyin aniqlangan poligon nuqtalari doimiy belgilar bilan

mahkamlanadi va ular perimetrlari bo'ylab I-razradli poligonometriya tarmog'i o'tkaziladi.

O'lchangan natijalarga binoan barcha nuqtalarning koordinatalari aniqlanadi. Poligon ichkarisida joylashgan nuqtalar koordinatalari esa poligonometriya II-razradli tarmog'ini yasash natijasida amalga oshiriladi.

O'q usuli asosan qurilish maydoniga nisbatan katta bo'lmagan hollarda yoki katta aniqlik talab qilinmaganda qo'llaniladi.

Bu usulning asosiy kamchiligini o'lchash xatolarning yig'ilib borishi bo'lib, bu o'z navbatida burchaklarning 90^0 dan farq qilishiga olib keladi. Uning aniqligi 3-5 sm ni tashkil etadi.

Katta korxonalarni loyihalash va rejalashda reduksiyalash usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir, negaki bu usul to'r elementlarini rejalashni ta'minlaydi.

Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat. Avvalo oddiy teodolit yo'li aniqligida nuqtalar joyga ko'chiriladi va vaqtincha belgilar bilan mahkamlanadi. Keyin perimetr bo'ylab I-razryadli poligonometriya, ichki nuqtalar bo'ylab esa II-razryadli poligonometriya tarmog'i o'tkaziladi va barcha nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi.

Hisoblangan koordinatalar loyihaviy koordinatalar bilan solishtiriladi va reduksiyalash elementlari aniqlanadi. Keyin har bir nuqta tegishli reduksiya elementiga binoan (ishoralarini hisobga olgan holda) u yoki bu tomonga siljiriladi va doimiy belgilar bilan mahkamlanadi.

3. Qurilish to'rini loyihalash va tenglashtirish. Qurilish to'rini tegishli aniqlikda loyihalash uchun bir qancha talablar qo'yiladi.

Qurilish to'rini loyihalash davrida to'r uchlari yer ishlari bajariladigan joylarga to'g'ri kelib qolmasligiga ahamiyat beriladi.

Qurilish to'rlarining o'lchamlari, uning aniqligi va joyning sharoitiga bog'liq ravishda II yoki III bosqichda tuzilishi mumkin.

To'r III bosqichda tuzilgan holatda, uning birinchi bosqichi triangulyatsiya, II-bosqichini I-razradli poligonometriya tashkil etadi. Bunday to'rdagi asosni katta maydonlarda tuzish maqsadga muvofiqdir.

Nisbatan kichik maydonlarda qurilish to'ri II-bosqichda tuziladi.

Qurilish to'rlarining biror-bir uchi koordinata boshi etib belgilanadi va mumkin qadar triangulyatsiya punkti bilan bog'lanadi.

§ 11.13. Yer osti kommunikatsiyalarini planga tushirish

Yer osti kommunikatsiyalarini texnik ro'yxatga olishda, ya'ni joyning kadastrini barpo etishda ularni barcha o'zgarish va qo'shimchalari bilan aniq va to'liq tasvirlangan plani kerak bo'ladi.

Barcha yer osti kommunikatsiyalarini uch turga bo'lish mumkin.

1. O'zioqar quvur o'tkazgichlar – ifloslangan suvlarni tozalash inshootlariga yuboradi. Ular 600 mm va undan katta diametrli quvurlardan quriladi. Bu turdagi kommunikatsiyalarga drenajlarni ham kiritish mumkin. O'zioqar quvur o'tkazgichlarni yotqizishda loyihaviy nishabliklarga katta ahamiyat beriladi, nishablikning eng kichik qiymati 200 mm diametrli quvur uchun 0,003–0,001 va 1250 mm va katta diametrli quvurlar uchun 0,0005 ni tashkil etishi kerak.

2. Bosimli quvur o'tkazgichlar – metall quvurlardan yasalgan bo'lib, suyuq va gaz mahsulotlari bosim ostida oqiziladi.

3. Kabel tarmoqlari – elektr bilan ishlovchi transportlar va yoritish uchun ishlatiladigan yuqori va past kuchlanishli kabellar hamda telefon va telegraf aloqasi, radioeshittirish, signallashtirish uchun ishlatiladigan tarmoqlarga bo'linadi.

Eng sodda va shu bilan birga eng aniq va ishonchli plan olish usullaridan biri, zovurlarga yotqizilgan yer osti kommunikatsiyalarini ijroiylarini planini olish hisoblanadi. Planda burilish burchak uchlari, quduqlar va boshqa xarakterli nuqtalar geodezik asos punktlariga yoki inshoot o'qlariga bog'lanadi. Balandlik hisobini aniqlash uchun quvur o'tkazgich nivelirlanadi.

Ijroiylar hujjatlar mavjud bo'lmagan shahar hududlarida, yer osti kommunikatsiyalar planini tuzish uchun, shurflash usuli qo'llaniladi, bir-biridan ma'lum masofalarda joylashgan chuqur bo'y lama zovurlar qaziladi. Zovurlar joyda quvur o'tkazgichlar va kabellar zarar yetkazmagan holda ehtiyotlik bilan qaziladi.

Planli bog'lash asosan holati ma'lum bo'lgan nuqtalar orasidagi masofalarni o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi. Balandlik bo'yicha geodezik bog'lash esa nivelirlash orqali bajariladi.

Yer osti kommunikatsiyalarini qidirishda ishlatiladigan barcha asboblarda bir xil prinsipda tuzilgan va faqat sxemalari va texnik xarakteristikasi bilan farq qiladi. Ular ikkita blokdan tuzilgan bo'ladi: uzatuvchi va qabul qiluvchi.

Uzatuvchi blok tarkibiga boshqaruvchi qurilmali generator G , batareya B_1 , yerga ulangan sim 3 va quvur yoki kabelga ulanuvchi kontakt K lar kiradi. Qabul qiluvchi magnitli antenna A – ta'minlash manbayi B bilan kuchaytirgich U va indikator I dan tashkil topgan. Quvur-kabel qidiruvchi asboblarda o'zlarining texnik xarakteristikasi bo'yicha uch guruhga bo'linadi.

I guruh asboblari 35-50 Vt quvvatli generatorga ega bo'lib, qidiruv konturining kuchaytirish koeffitsiyenti –

10000. Qulay sharoitda kommunikatsiyalarni eshitish uzoqligi 2km ni tashkil etadi. Bu guruh asboblarga VTr-I, VTr-B, TPK-I kiradi.

2 guruh asboblari 20 Vt gacha quvvatli generatorga ega bo'lib, qidiruv konturining kuchaytirish koeffitsiyenti – 2000. Qulay sharoitda bu guruhdagi asboblardan bilan eshitish uzoqligi 1 km.ni tashkil etadi. Bu guruh asboblarga VTR-IV, I-2, TKI-2 larni kiritish mumkin.

3-guruh asboblari kabellarni aniqlashda qo'llaniladi (IP-7,GKI). Ular katta bo'lmagan quvvatga (2Vt gacha) ega va eshitish uzoqligi 0,5 km.gacha bo'lishi mumkin.

Yer osti kommunikatsiyalari holatini induktiv asboblarda aniqlash bog'langan va bog'lanmagan usullarda bajarilishi mumkin.

Bog'langan usul nisbatan aniqroq hisoblanadi. Bu usulda generator bevosita quvurga ulanadi va uning atrofida elektromagnit maydoni tashkil etiladi.

Generator ta'minlash manbayiga ulanadi va qabul qiluvchi qurilma yordamida, tovush eshitish yo'li bilan yer osti kommunikatsiyalari o'qlarini qidirish boshlanadi.

Agarda generatorni quvur yoki kabel o'tkazgichga ulash imkoniyati bo'lmasa, u holda qidiruv bog'lanmagan usulda amalga oshirilishi mumkin. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, generator kamida ikkita nuqtada yerga sim orqali ulanadi, natijada quvur yoki kabel atrofida elektromagnit maydoni hosil bo'ladi, bundan esa o'z navbatida qidirish uchun foydalaniladi.

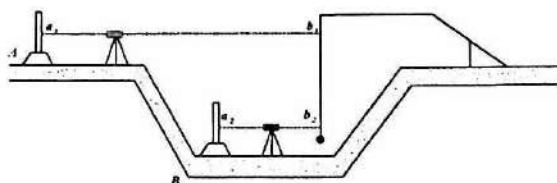
Bog'lanmagan usulda eshitisish uzoqligi bog'langan usuldagidan 2-4 marta kam bo'ladi. Bu usulning aniqligi kam hisoblanadi, shuning uchun bog'lanmagan usul asosan kommunikatsiyalarning dastlabki holatini aniqlashda qo'llaniladi.

§ 11.14. Otmetskani kotlovan tubiga va montaj gorizontiga uzatish

Otmetskani kotlovan tubiga uzatishning ikkita usuli mavjud. Agarda kotlovan chuqur bo'lmasa, bu holda uning otmetskasi oddiy geometrik nivelirlash yo'li o'tkazish bilan uzatiladi.

Agarda kotlovan chuqur bo'lsa, unga loyihaviy otmetka uzatish vertikal osilgan ruletka yordamida bajariladi (11.23-rasm).

Kotlovanga kronshteyn yordamida og'irligi 10 kg bo'lgan yuk osilgan ruletka tushiriladi. Kronshteyn va reper oralig'iga nivelir o'rnatiladi. Ikkinchi nivelir esa kotlovanga, ruletka bilan otmetka uzatilishi kerak bo'lgan B nuqta orasiga o'rnatiladi. Reper hamda B nuqtaga reyka o'rnatiladi va ulardan a_1 va a_2 sanoqlar olinadi. So'ngra ikkala nivelir yordamida bir vaqtda ruletkadan b_1 va b_2 sanoqlar olinadi.

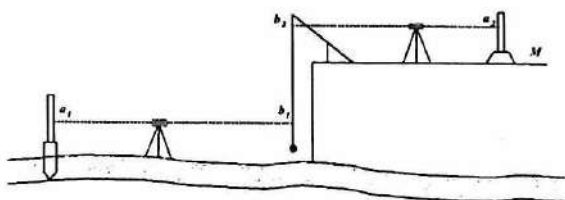


11.23-rasm

B nuqtaning otmetskasi quyidagicha hisoblanadi:

$$H_b = H_{Rp} + a_1 - (b_1 - b_2) - a_2$$

Otmetskani montaj gorizontiga uzatish. Bu jarayon ham yuqorida bayon etilgan kabi ruletka va ikkita nivelir yordamida amalga oshiriladi (40-rasm).



11.24-rasm

Montaj gorizontida joylashgan M nuqtaning otmetkasi H_M quyidagicha hisoblanadi:

$$H_M = H_{Rp} + a_1 + (b_2 - b_1) - a_2, \quad (11.29)$$

bu yerda H_{Rp} – reper otmetkasi, a_1 , a_2 – reykanidan olingan sanoqlar, b_1 , b_2 ruletkadan olingan sanoqlar.

(11.19) ifodadan ko‘rinib turibdiki, otmetka uzatish aniqligi reykarlar va ruletkadan sanoq olish aniqligiga bog‘liq.

§ 11.15. Binolarning asosiy o‘lchamlarini geodezik usulda aniqlash

Binolarni ta‘mirlash maqsadida ularning o‘lchamlarini aniqlash ishlari vazifalariga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi:

- sxematik (eskizli) o‘lcham olish;
- geodezik o‘lcham olish;
- geodezik-arxeologik o‘lcham olish.

Geodezik o‘lcham olishning bir necha usullari mavjud: natural (joyida), geodezik, fotogrammetrik va stereofotogrammetrik.

Geodezik o‘lcham olish ma‘lumotlari bo‘yicha o‘lcham olish chizmalari tayyorlanadi: planlar, fasadlar, qirqimlar, sferik yuzalarda joylashgan alohida naqshlar, bezaklar va

yozuvlarning fragmentlari (bir qismi, parchasi) va hokazolar.

Binolarning ta'mirlash loyihalarini ishlab chiqish maqsadida geodezik o'lcham olish bajarishda gorizontalar burchaklarni $m_{\beta} = 5''$ o'rta kvadratik xatolik bilan o'lchashga ruxsat etiladi.

Geometrik nivelirlash ishlarini texnik nivelirlar yoki trubasida adilagi bo'lgan teodolitlar yordamida bajarish mumkin. Nivelirlash yo'lining bog'lanmaslik xatosi quyidagidan oshmasligi zarur:

$f_{h\text{ chek}} = \pm 50\sqrt{L} \text{ mm}$ yoki $f_{h\text{ chek}} = \pm 10\sqrt{n} \text{ mm}$,
bu yerda L – nivelirlash yo'lidagi kilometrlar soni, n – nivelirlash yo'lidagi stansiyalar soni.

Trigonometrik nivelirlashni bajarishda nivelirlash yo'lidagi nisbiy balandliklarning chekli bog'lanmaslik xatosi quyidagini tashkil etadi:

$$f_{h\text{ chek}} = \pm 0,04 S / \sqrt{n} \text{ m},$$

bu yerda S – yuz metrda ifodalangan yo'lining uzunligi; n – yo'l tomonlarining soni.

§ 11.16. Optimal planli-balandlik geodezik tarmoqlarini barpo etish

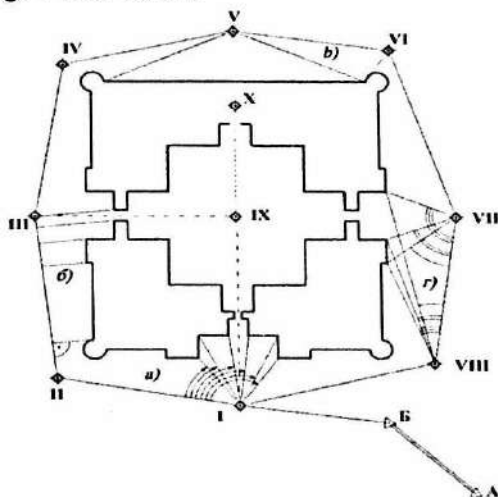
Teodolit yo'lini o'tkazishda stansiyalarning o'rni quyidagi shartlarga amal qilgan holda o'tkaziladi:

- stansiyadan binoning ko'rinmaydigan zonasida bo'lmashligi kerak;

- teodolit yo'lining tomonlari lenta yoki ruletka orqali bema'lol o'lchanishi ta'minlanishi lozim;

- texnik loyiha bo'yicha agar fotosyomka ishlarini bajarish lozim bo'lsa, uning stansiyalari teodolit yo'lining stansiyalari bilan birlashtiriladi;

- binolarning eshigi yoki derazalari orqali osma yoki diagonal yo'llarni o'tkazish imkoniyatini yaratish;
- binolar hududida joylashgan reper va tayanch belgilariga e'tibor berish.



11.25-rasm. Teodolit-nivelir yo'lining sxemasi

Geodezik tayanch tarmog'i barpo etilganidan so'ng, binoni bu tayanch tarmog'iga quyidagi usullar orqali rejali bog'lash ishlari amalga oshirilishi mumkin:

- a) qutbiy usul;
- b) to'g'ri burchakli koordinatalar (perpendikulyar) usuli;
- v) chiziq kesishtirish usuli;
- g) burchak kesishtirish usuli.

Balandligi katta bo'lgan geodezik inshootlarda turli sathlarda bir necha nol chizig'ini o'rnatishga to'g'ri keladi. Yuqori nol chizig'iga otmetka uzatish oddiy geodezik usullar orqali amalga oshiriladi.

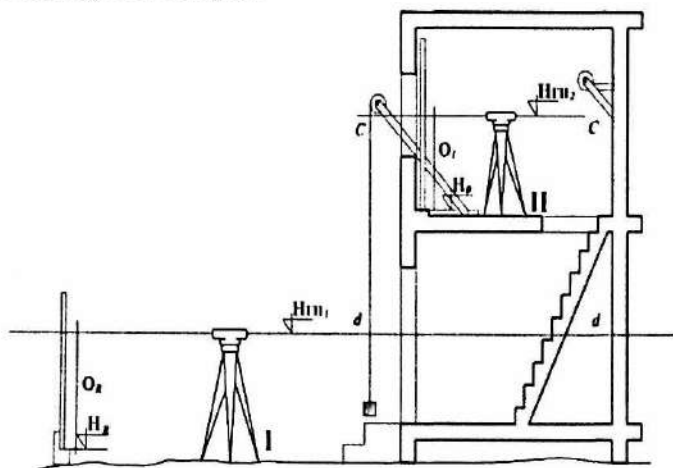
Birinchi va ikkinchi gorizontlarning otmetkasi (11.26.-rasm) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$H_{AF_1} = H_R + O_R \text{ va } H_{AF_2} = H_{AF_1} + (c - d). \quad (11.30)$$

H_O ning qiymati quyidagiga teng bo'ladi.

$$H_0 = H_{AF_2} - O_1.$$

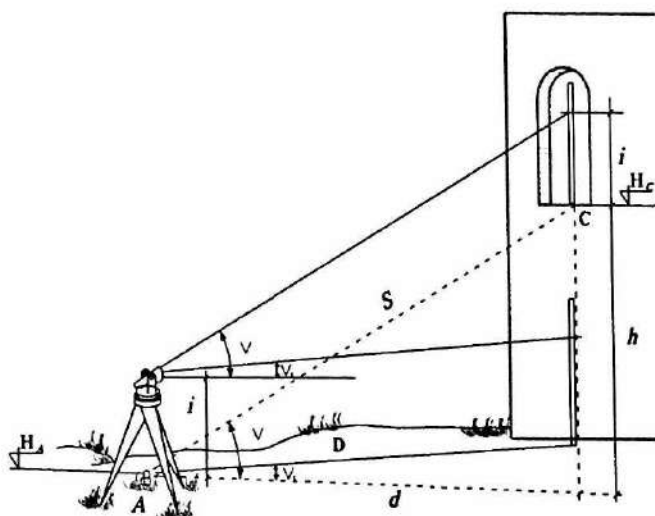
Barchasidan ko'ra geometrik nivelirlashni qo'llash maqsadga muvofiqdir.



11.26-rasm. Gorizontlar otmetkalarini aniqlash

Agar asos qilib trigonometrik nivelirlash olingan bo'lsa (11.27.-rasm), chiziqli o'lchash ishlarini ruletka yordamida bajarish lozim, chunki ipli dalnomer bilan masofani 1/400 nisbiy xatolik bilan o'lchash mumkin. S nuqtaning otmetkasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$H_C = H_A + dtg\alpha_1 = H_A + h + i. \quad (11.31)$$

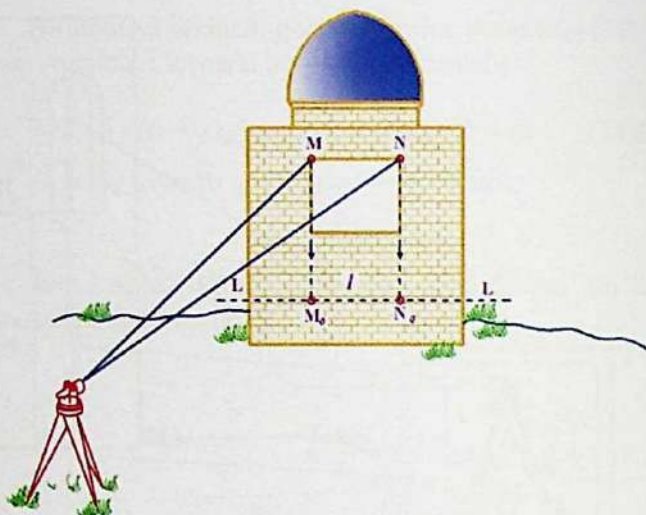


11.27-rasm. Trigonometrik nivelirlash usulida nuqtalarning o'tmetkalarini aniqlash

§ 11.17. Binolardagi gorizontaldagi elementlarning o'lchamlarini proyeksiyalash usulida aniqlash

Binolarning vertikal tekis yuzalarida o'lcham olish ishlarini amalga oshirishda proyeksiyalash usuli muvaffaqiyatli ravishda qo'llaniladi (11.28.-rasm).

Bu usul yordamida binolarning gorizontaldagi holda joylashgan elementlari teodolit qarash trubasining iplar to'ringining markazi orqali, teodolit vertikal doirasining «0» sanog'iga mos keladigan LL shartli nol chizig'iga proyeksiyalanadi. Kuzatuvchining ko'rsatmasi bo'yicha uning yordamchilari inshootning devorida M_0N_0 nuqtalarni belgilaydi, undan so'ng esa MN ga teng bo'lgan M_0N_0 kesmaning devorda belgilangan uzunligi ruletka yordamida o'lchanadi.



11.28-rasm. Binolardagi gorizontaal elementlarning o'lchamlarini proyeksiyalash usulida aniqlash

§ 11.18. Binolarning tik tekislikda joylashgan tik va qiya holatdagi elementlarining o'lchamlarini aniqlash

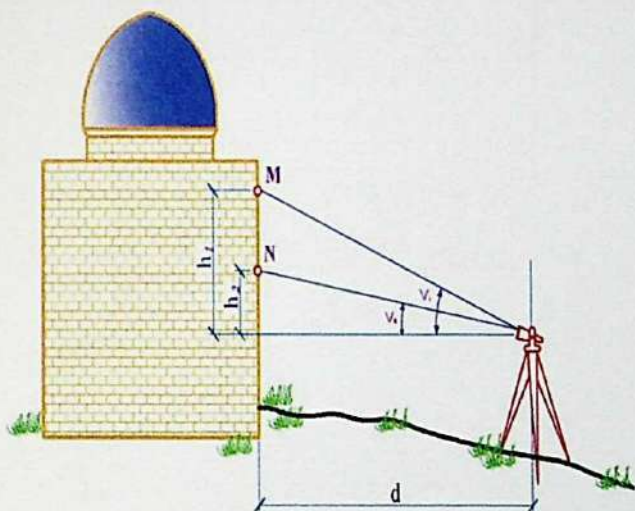
Binolarning vertikal tekislikda yotgan vertikal va qiya holatda joylashgan elementlarining o'lchamlarini turli usullar yordamida aniqlash mumkin. Geodezik o'lchash ishlari amaliyotida ushbu vazifani yechish uchun trigonometrik nivelirlash usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

$$h = d \operatorname{tg} \nu, \quad (11.32)$$

bu yerda d – inshootgacha bo'lgan masofaning gorizontaal qo'yilishi, ν – vertikal burchak.

Vertikal burchak ν teodolit yordamida o'lchanadi. Teodolit o'lchamlari aniqlanishi kerak bo'lgan inshootning

qarshisiga o'rnatilib, ish holatiga keltiriladi. Uning ko'rish trubasi inshootning o'lchanishi lozim bo'lgan elementining MN kesmadan iborat bo'lgan o'lchamini aniqlash uchun v_1 va v_2 vertikal burchaklar o'lchanadi.

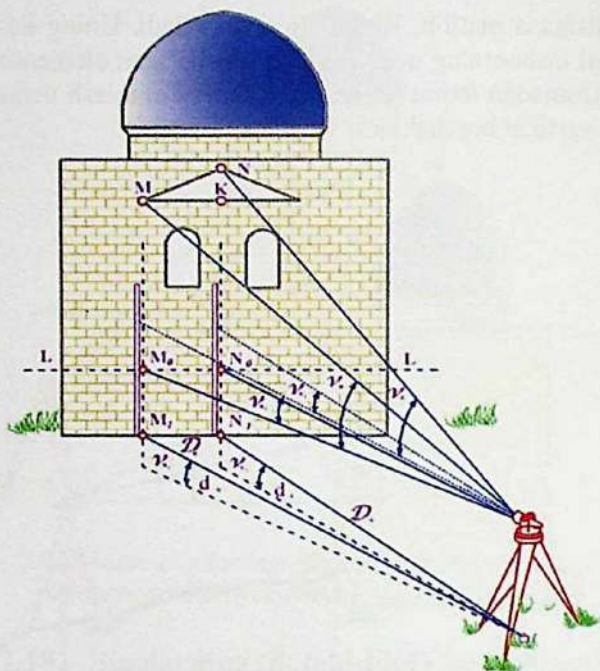


11.29-rasm. Vertikal tekislikda yotgan vertikal holatda joylashgan elementlarning o'lchamlarini aniqlash

Vertikal tekislikda yotgan qiya holatda joylashgan elementning o'lchamlarini to'g'ri burchakli uchburchakni yechish qoidalari asosida aniqlash mumkin (11.30.-rasm).

MNK uchburchakning bitta kateti proyeksiyalash usuli bilan, ikkinchisi esa xuddi tik element sifatida aniqlanadi. MN kesma umumiy holda h_1 va h_2 nisbiy balandliklarning farqi sifatida aniqlanadi:

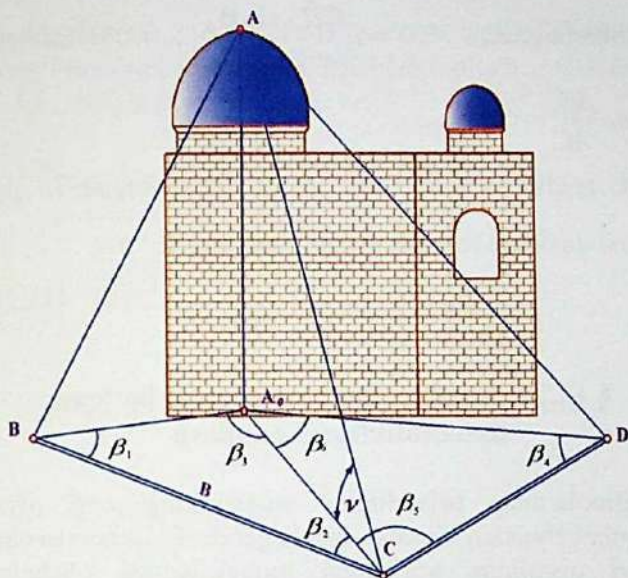
$$MN = h_1 - h_2 = d(\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2). \quad (11.33)$$



11.30-rasm. Binolarning tik tekislikda joylashgan qiya holatdagi elementlarining o'lchamlarini aniqlash

§ 11.19. Binolar va ularning elementlari orasidagi borib bo'lmas masofalarni aniqlash

Geodeziya kursidan ma'lumki, borib bo'lmas masofalarni aniqlashda sinuslar va kosinuslar teoremasi hamda parallaktik usullar qo'llaniladi. 11.31.-rasmda binolar va ularning elementlarigacha bo'lgan borib bo'lmas masofalarni sinuslar teoremasidan foydalanib, aniqlash usuli ko'rsatilgan.



11.31-rasm. Binolarning elementlarigacha bo'lgan borib bo'lmaz masofani aniqlash

Sinuslar teoremasidan foydalanib, quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{A_0C}{\sin \beta_1} = \frac{BC}{\sin \beta_3}. \quad (11.34)$$

$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2$ bo'lganligi uchun, bazis $VS = V$ bo'ladi, u holda

$$A_0C = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}, \quad (11.35)$$

Shuningdek, $A_0C = \frac{CD \cdot \sin \beta_4}{\sin(\beta_4 + \beta_5)}$. 11.31-rasmga

ko'ra, $\frac{A_0C}{AC} = \cos v$.

U holda $AC = \frac{A_0C}{\cos v}$ bo'ladi va izlanayotgan AS qiya masofa quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos v}. \quad (11.36)$$

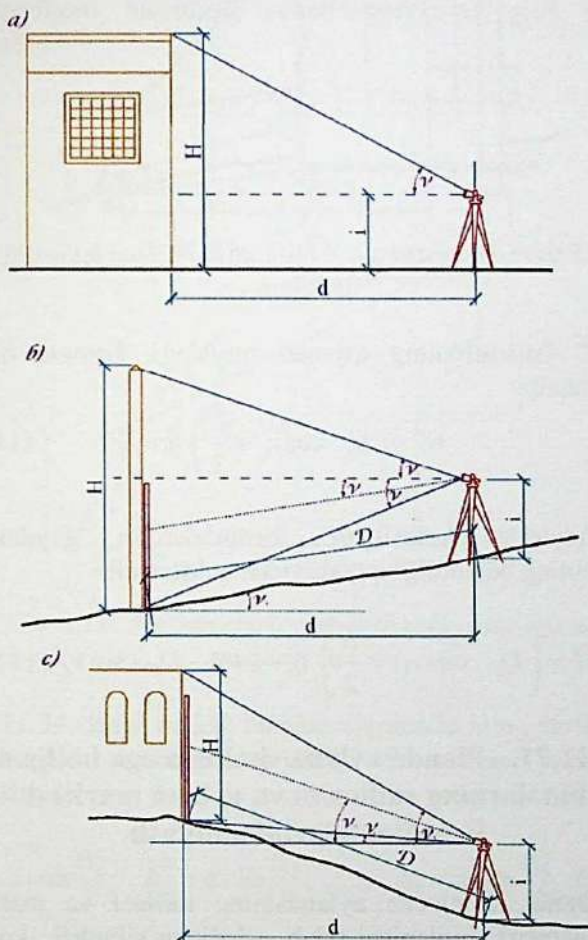
§ 11.20. Binolarning borish qiyin bo'lgan balandliklarini aniqlash

Binolarning balandligini aniqlashning eng qiyin tomonlari shundan iboratki, bunda geodezik inshootlarning yuqori qismining gorizontaal proyeksiyasini olishning imkoniyati bo'lmaydi. Agar buning imkoni bo'lsa, ularning balandligini to'g'ri burchakli uchburchaklarning qonuniyatlarini qo'llagan holda oson aniqlash mumkin (11.32-rasm).

O'lchash qiyin bo'lgan hollarda inshootning markazigacha bo'lgan gorizontaal qo'yilishni borib bo'lmas masofani aniqlash kabi topiladi. Ayrim hollarda bu o'lchash qiyin bo'lgan masofani tarixiy binoning yon tarafidan turib aniqlash mumkin (11.33-rasm), ammo bu usul unchalik katta bo'lmagan simmetrik inshootlar uchun mo'ljallangan.

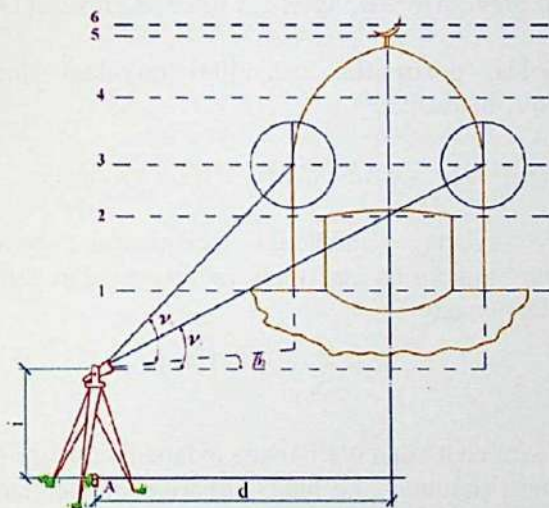
Agar V stansiya frontal yo'nalishdan chetda joylashgan bo'lsa (VA yo'nalish bo'yicha o'tadigan tekislik inshootning bo'ylama tekisligiga perpendikulyar bo'lmasa), u holda masofaning «yopiq» qismi $b/2 \cos \alpha$ ga teng bo'ladi, bu yerda α – og'ish burchagi.

Quyidagi b , i , ν_A , ν_C va D_C parametrlarni o'lchagandan so'ng inshootning balandligi hisoblab topiladi: $H = H'' + i - h_{BC}$, bu yerda $h_{BC} = D_C \sin \nu_C$.



11.32-rasm. Inshoot balandligini aniqlash sxemasi

Agar binoning elementlari murakkab shaklda bo'lsa (11.34-rasm), o'lcham olish ishlari bosqichli ravishda olib boriladi. Har bir shartli sath uchun β va ν burchaklar aniqlanadi. O'lcham olish chizmalarini tuzishda barcha o'lchamlarni hisoblash uchun shularning o'zi yetarli bo'ladi.



11.34-rasm. Binoning turli gorizontlarida uning radiusini aniqlash sxemasi

11.34.-rasm orqali binolar elementlarining turli gorizontlardagi radiuslari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$R_1 = d \cdot \sin \frac{\beta_1}{2}; \quad R_2 = d \cdot \sin \frac{\beta_2}{2}; \quad \dots; \quad R_n = d \cdot \sin \frac{\beta_n}{2}, \quad (11.39)$$

bu yerda $h = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ – shartli sathiy balandlik (gorizont)lar, d – masofaning gorizontal qo'yilishi (odatda,

ikki tayanch punktidan borib bo'lmaz masofa singari aniqlanadi).

Har bir gorizontning nisbiy balandligi asbob balandligiga nisbatan quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta h_1 = d \cdot \operatorname{tg} v_1; \Delta h_2 = d \cdot \operatorname{tg} v_2; \dots; \Delta h_n = d \cdot \operatorname{tg} v_n. \quad (11.40)$$

U holda, gorizontlar balandligi quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi:

$$H_1 = H_A + i + \Delta h_1; \dots; H_n = H_A + i + \Delta h_n;$$

Agar aylana shaklidagi elementni bevosita o'lchashning imkoni bo'lsa, uning radiusi standart formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R = \frac{C}{2\pi}, \quad (11.41)$$

bu erda S – ruletka bilan o'lchangan aylananing uzunligi.

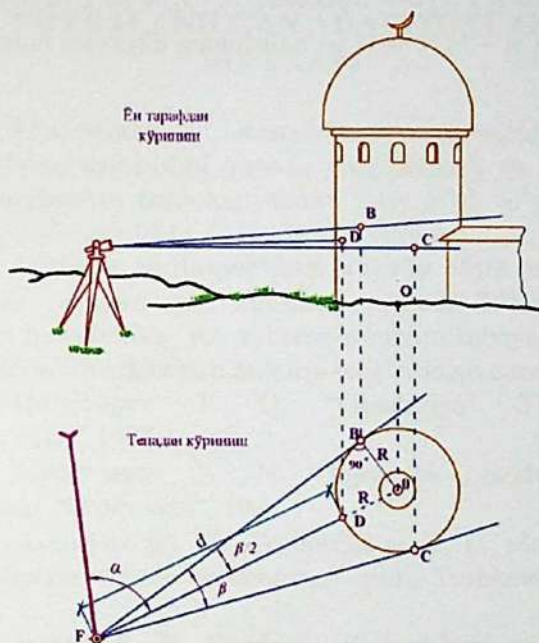
O'lchash noqulay bo'lgan hollarda elementlarning radiusi, zarur bo'lgan hollarda esa markaz koordinatalari bitta geodezik tarmog'i punktidan turib, teodolit va ruletka yordamida aniqlanadi (11.35.-rasm).

FD masofa β burchak bissektrisasi yo'nalishi bo'yicha ruletka yordamida o'lchanadi, agar o'lchash uchun sharoit yetarli bo'lmasa, unda FO masofa xuddi borib bo'lmas masofa kabi aniqlanadi.

ΔFBO uchburchakdan quyidagini olish mumkin:

$$\frac{R}{d + R} = \sin \frac{\beta}{2}, \quad (11.42)$$

bu yerdan $R(1 - \sin \frac{\beta}{2}) = d \sin \frac{\beta}{2}$ ifoda kelib chiqadi.



11.35-rasm. Planda aylana shakliga ega bo'lgan binolarning radiusini aniqlash sxemasi

Radius qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$R = \frac{d \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{1 - \sin \frac{\beta}{2}}, \quad (11.43)$$

bu yerda d – F nuqtadan D nuqtagacha bo'lgan masofa.

U holda inshootning markaz koordinatalari quyidagicha aniqlanadi:

$$X_0 = X_f \pm (d + R) \cos \alpha; \quad Y_0 = Y_f \pm (d + R) \sin \alpha,$$

bu yerda α – FO chiziq yoʻnalishining direksion burchagi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Kompyuterlashtirishni yanada rivojlantirish va axborot kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish to'g'risida» 2002-yil 30-maydagi PF-3080-sonli farmoni.
2. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2002-yil 6-iyundagi 200-sonli «2002–2010-yillarda kompyuterlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish dasturi» to'g'risidagi qarori.
3. Qo'ziboyev T. Q. «Geodeziya» Toshkent, «O'qituvchi», 1975.
4. Norxo'jayev K. N. «Injenerlik geodeziyasi», Toshkent, «O'qituvchi», 1984.
5. Avchiyev Sh. K. Toshpo'latov S. L. «Injenerlik geodeziyasi». O'quv qo'llanma, 3-qism, Toshkent, 2001., 98 bet.
6. Isakov E. X. Geodezik o'lchashlarni matematik hisoblash nazariyasi. 1-qism: O'quv qo'llanma. S., SamDAQI, 2000, 110 bet.
7. Isakov E. X. Me'moriy obidalar o'lchamlarini aniqlashning geodezik usullari. Samarqand, 2015-yil, SamDAQI nashriyoti, buyurtma №1482, 04.02.2015
8. Tojiyev U. «Muhandislik geodeziyasi» o'quv qo'llanma. Qarshi. 2004.
9. Jo'rayev D. O. Geodeziya. 1-qism. T.O'zbekiston. 2006-y. 212-bet.
10. Muborakov X. Geodeziya. Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007 y.

11. Muborakov X. Geodeziya va kartografiya. T. O'qituvchi, 2002.

12. SNiP. 3.01.03-85. Геодезические работы в строительстве.

13. <http://www.circuistoday.com/wp-content/uploads/2009/12/Differential-GPS.jpg>

14. http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

15. <http://tut.ru/Total-Stations/3310/>

16. http://www.demetra5.kiyev.ua/ru/catalog/geodezicheskiye_prijomniki/ProMark3

17. www.gisinfo.ru/panorama@gisinfo.ru

MUNDARIJA

Kirish	3
--------------	---

1-BOB. GEODEZIYA FANINING SHAKLLANISHI VA RIVOJLANISH BOSQICHLARI

§1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari.....	8
§1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog‘liqligi....	11
§1.3. Geodeziyaning ahamiyati	12
§1.4. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi.....	14
§1.5. Yer egriligining gorizontal va vertikal masofalarga ta’siri	20

2-BOB. GEODEZIYADA QO‘LLANILADIGAN KOORDINATA SISTEMALARI

§2.1. Yerning shakli va kattaligi.....	23
§2.2. Geografik koordinatalar	27
§2.3. Gauss-Kryugerning to‘g‘ri burchakli koordinatalar sistemasi	29
2.4. Yassi to‘g‘ri burchakli va qutbiy koordinatalar sistemasi	32
§2.5. To‘g‘ri va teskari geodezik masalalar	33

3-BOB. ORIYENTIRLASH

§3.1. Chiziqlarni oriyentirlash	37
§3.2. Meridianlar yaqinlashish burchagi	40

§3.3. Haqiqiy azimut bilan direksion burchak o'rtasidagi munosabat	41
§3.4. Direksion burchak bilan rumb o'rtasidagi munosabat.....	42
§3.5. Direksion burchak bilan gorizonttal burchak orasidagi munosabat.....	44
§3.6. Magnit strelkasining og'ish burchagi.....	45

4-BOB. TOPOGRAFIK PLAN VA KARTA

§4.1. Topografik plan, karta va profil to'g'risida tushuncha.....	48
§4.2. Kartalar klassifikatsiyasi	50
§4.3. Masshtablar.....	51
§4.4. Topografik kartalarning shartli belgilari va ularning asosiy turlari.....	56
§4.5. Topografik kartalarda relyefning shakllari.....	57
§4.6. Topografik karta va planlarning nomenklaturasi.....	60
§4.7. Topografik karta va planlarda maydon yuzasini o'lchash	66
§4.8. Topografik karta va planlarda masalalar yechish.....	80

5-BOB. O'LCHASH XATOLARI

§5.1. O'lchashlar va o'lchash xatolarining turlari	84
§5.2. Tasodifiy xatolarning xossalari.....	87

§5.3. O'rta kvadratik xato va chekli xató	88
§5.4. Nisbiy xato	88
§5.5. Vositali o'lchash natijasining o'rta kvadratik xatosi.....	90

6-BOB. BURCHAKLARNI O'LCHASH

§6.1. Joyda burchak o'lchash jarayoni	92
§6.2. Teodolit bilan gorizontal burchak o'lchash	102
§6.3. Gorizontal burchakni priyomlar usuli bilan o'lchash.....	103
§6.4. Gorizontal burchaklarni aylanma usul bilan o'lchash.....	104
§6.5. T30 teodoliti bilan qiyalik (vertikal) burchagini o'lchash.....	105

7-BOB. JOYDA CHIZIQLARNI O'TKAZISH VA O'LCHASH

§7.1. Nuqtalarni belgilash va mahkamlash	110
§7.2. Chiziq o'tkazish	110
§7.3. Chiziq o'lchash qurollari	112
§7.4. Joyda chiziqni o'lchash	114
§7.5. Po'lat lenta bilan chiziq o'lchash aniqligi	116
§7.6. O'lchangan qiya chiziqning gorizantal qo'yilishini aniqlash	117
§7.7. Joyda to'g'ri burchaklar yasash	118

8-BOB. SYOMKA HAQIDA MA'LUMOTLAR

§8.1. Umumiy ma'lumotlar	119
§8.2. Syomka turlari	119
§8.3. Tafsilotlarni syomka qilish	120

9-BOB. TEODOLIT SYOMKASI

§9.1. Teodolit syomkasining mohiyati	123
§9.2. Teodolit yo'llarini o'tkazish	124
§9.3. Borib bo'lmas masofani aniqlash.....	126
§9.4. O'lchangan gorizont burchaklarni tenglash. Tomonlar direksion burchaklarini hisoblash.	127
§9.5. Koordinata orttirmalarini hisoblash	131
§9.6. Koordinata orttirmalarini tenglash va polygon uchlarining koordinatalarini hisoblash.....	131
§9.7. Diagonal yo'lini tenglashtirish	133

10-BOB. JOYDA NUQTA BALANDLIGINI O'LCHASH (NIVELIRLASH)

§10.1. Nivelirlash usullari	135
§10.2. Geometrik nivelirlash usullari.....	141
§10.3. Nivelirlarning turlari.....	149
§10.4. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish.....	155
§10.5. Nivelir reykalari va ularni tekshirish.....	160

11-BOB. TAXEOMETRIK SYOMKA VA QURILISHDA BAJARILADIGAN ISHLAR

§11.1.	Taxeometrik syomka va uning mohiyati.....	164
§11.2.	Trigonometrik nivelirlash.....	165
§11.3.	Taxeometrik syomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblari	166
§11.4.	Zamonaviy elektron geodezik asboblari	173
§11.5.	Sputniklarning orbital harakati. Efemeridlar	187
§11.6.	Sputnik priyomniklari yordamida o'lchashlar	188
§11.7.	Taxeometrik syomka asosi va taxeometrik yo'llar	193
§11.8.	Tafsilotlar va relyefni syomka qilish	195
§11.9.	Taxeometrik syomka natijasini ishlab chiqish	198
§11.10.	Taxeometrik syomka planini tuzish.....	201
§11.11.	Joyda trassalash	202
§11.12.	Geodezik qurilish to'ri	206
§11.13.	Geodezik ishlarni tashkillashtirishda mehnatni muhofaza qilish va ekologiyaga qo'yiladigan umumiy talablar.....	209
§11.14.	Otmetkani kotlovan tubiga va montaj gorizontiga uzatish.....	212
§11.15.	Binolarning asosiy o'lchamlarini geodezik usulda aniqlash	213

§11.16. Optimal planli-balandlik geodezik tarmoqlarini barpo etish	214
§11.17. Binolardagi gorizonttal elementlarning o'Ichamlarini proeksiyalash usulida aniqlash	217
§11.18. Binolarning tik tekislikda joylashgan tik va qiya holatdagi elementlarining o'Ichamlarini aniqlash	218
§11.19. Binolar va ularning elementlari orasidagi borib bo'lmas masofalarni aniqlash.....	220
§11.20. Binolarning borish qiyin bo'lgan balandliklarini aniqlash.....	222
§11.21. Planda aylana shakliga ega bo'lgan Binolarning radiusini va aylana markazi koordinatalarini aniqlash.....	224
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	229

UO'K: 528(075.8)

КБК 26.12я7

I 78

E.X.Isakov.

**“Geodeziya” [Matn]: / Isakov Erkin
Xo'jayorovich – Toshkent: O'zbekiston
Respublikasi Fanlar akademiyasi «Fan»
nashriyoti Davlat korxonasi 2021. – 240 bet**

ISBN: 978-9943-19-600-1

Isakov Erkin Xo'jayorovich

GEODEZIYA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining 2020-yil 28-dekabrda 676-sonli buyrug'iga
asosan darslik sifatida chop etishga tavsiya etilgan*

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi
«Fan» nashriyoti
Toshkent–2021

Muharrir
Badiiy muharrir
Sahifalovchi

Nizomiddin Islomov
Umid Sapayev
Shahboz Sirojiddinov

Nashriyot litsenziyasi AI № 266, 15. 07. 2015-y.

15.03.2021-yilda bosishga ruxsat etildi.

Qog'oz bichimi $60 \times 84 \frac{1}{16}$. «Times New Roman»
garniturası. Shartlı bosma tabog'i 14,4. Adadi 50 nusxa.

Buyurtma raqami Φ -05. Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi

«Fan» nashriyotida nashrga tayyorlandi va chop etildi.
100047, Toshkent sh. , Yahyo G'ulomov ko'chasi, 70-uy.

Tel.: +99899 7917555; +99871 2622154

email: fan_ndk@mail.ru



fb.com/fan.nashriyoti 

t.me/fannashriyoti 

instagram.com/fannashriyoti 

ISBN 978-9943-19-600-1



9 789943 196001