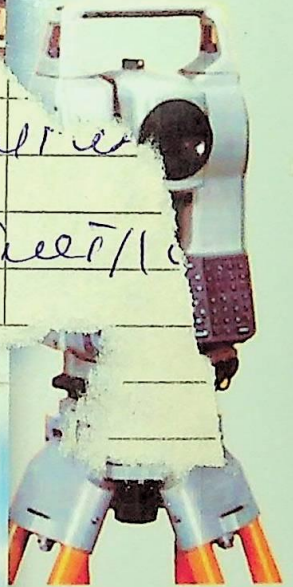
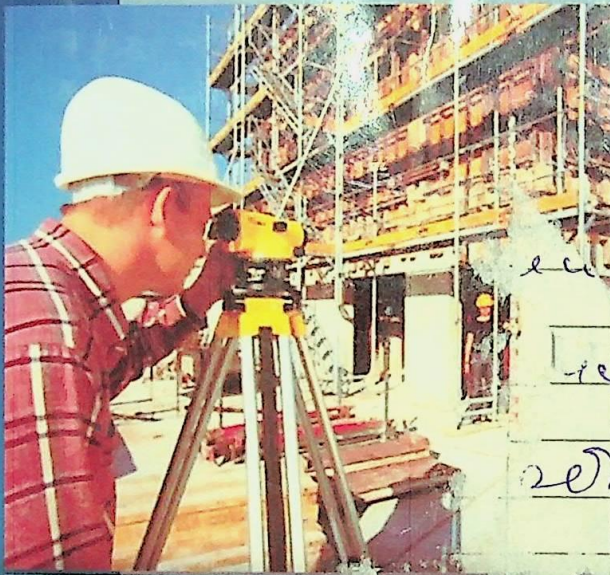


E.X.ISAKOV, U.T.TOJIYEV, G'N.ALIQULOV

MUHANDISLIK GEODEZIYASI



528
8-50

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

E.X.ISAKOV, U.T.TOJIYEV, G'.N.ALIQULOV

MUHANDISLIK GEODEZIYASI

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi huzuridagi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limini rivojlantirish markazining o'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashining 2016 yil 26 martdagi majlisining 2-son bayoniga muvofiq va O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2016 yil 6 apreldagi 137-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida chop etishga tavsiya etilgan.

**"SamDAQI" NASHRIYOTI KICHIK BOSMAXONASI
SAMARQAND-2019**

UDK 528.48 (11)

KBK: 65.32-5

S-50

E.X.Isakov, U.Tojiyev G'.N.Aliqulov. "Muhandislik geodeziyasi". O'quv qo'llanma., Samarqand.: "SamDAQI" nashriyoti kichik bosmaxonasi -2019, 220-bet.

Mazkur o'quv qo'llanma turdosh oliy o'quv yurtlarining 5311500-Geodeziya, kartografiya va kadastr, 5340200- Bino va inshootlar qurilishi, 5340800-Avtomobil yo'llari va aerodromlar, 5340300-Shahar qurilishi va xo'jaligi, 5340400-Muhandislik kommunikatsiyalari qurilishi, 5340100- Arxitektura, 5341000-Qishloq hududlarini arxitekturaviy loyihasini tashkil etish ta'lim yo'nalishlari bo'yicha tahsil olayotgan talabalariga mo'ljallangan. "Muhandislik geodeziyasi" fanidan tasdiqlangan dastur asosida yozilgan bo'lib, unda fanning shakllanish va rivojlanish bosqichlari, maqsadi va vazifalari, yerning shakli hamda o'lchamlarini aniqlash, oriyentirlash, an'anaviy va elektron geodezik asboblari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Geodezik o'lchashlar turlari, o'lchash asboblari va ularda joyning s'yomkalarini bajarish, natijalarni ishlab chiqib plan, profilarni tuzish masalalari, bino-inshootlar qurilishi uchun muhandislik-geodezik qidiruvlar, raqamli, fotografik va boshqa shakllardagi topografik (muhandislik-topografik) planlarni hamda kadastr planlarini yangilash, geodezik ishlarda mehnat xavfsizligi qoidalari va korxonada iqtisodiyoti masalalari atroflicha bayon qilingan va yoritilgan. O'quv qo'llanma namunaviy fan dasturlariga mos, DTS hamda nizom talablaridan kelib chiqib tayyorlangan.

Shuningdek, o'quv qo'llanmadan 5A311502-"Geodeziya va kartografiya (amaliy geodeziya)" magistratura mutaxassisligi bo'yicha tahsil olayotgan magistrantlar, pedagogik kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish kursi tinglovchilari, tegishli ixtisoslikdagi kasb-hunar kollejlari talabalarini hamda shu sohada ishlaydigan muhandis-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

Mualliflar o'quv qo'llanma to'g'risida bildirilgan fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

Ushbu o'quv qo'llanma texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim E.X. Isakovning umumiy tahriri ostida yozildi.

Taqrizchilar: Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti "Geodeziya, kartografiya va kadastr" kafedrasida dotsenti, texnika fanlari nomzodi Nasriddin Murodullayevich Murodullayev
"Samarqandaerogeodeziya" davlat unitar korxonasi bosh muhandisi Bekmurod To'raqulovich Egamov

ISBN 978-5-87693-728-5

© "SamDAQI" nashriyoti kichik bosmaxonasi Samarqand-2019

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Mustaqilligining dastlabki yillaridanoq, barcha sohalarida ilm-fan yutuqlaridan keng foydalanishga, zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqarishga tadbqiq 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 darajasada olib borish lozim [1,2].

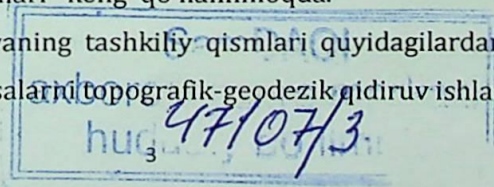
Bugungi kunda amalga oshirilayotgan qurilish-bunyodkorlik ishlari, ulkan hajmdagi murakkab yechimga ega bo'lgan namunaviy turar joylar, avtomobil va temir yo'llarini loyihalash hamda qurish jarayoni yuqori aniqlikdagi geodezik ishlarni talab etadi. Bu borada, mamlakatimizda sohaning mustahkam huquqiy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

Muhandislik geodeziyasi 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. Qisqartirib aytgan holda Muhandislik geodeziyasi 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.

Muhandislik 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 (deformatsiyasi) kuzatish va 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 loyahasini tuzishga bog'liq bo'lgan geodezik ishlar, tegishli masshtablardagi topografik plan va profillar 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 bosqichda poydevor cho'kishini kuzatish, binolarning gorizontal siljishini aniqlash, baland inshootlarni 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.

Mazkur o'quv qo'llanmani yozishda mualliflar Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti "Geodeziya, kartografiya va kadastr" kafedrasini va Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Geodeziya va konchilik ishi" kafedrasining ko'p yillik tajribalariga va shu sohada nashr etilgan adabiyotlarga asoslandilar.

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'rnini aniqlashda, yer yuzasining karta, plan va profillarini tuzishda hamda barcha turdagi injenerlik inshootlarini barpo etishda bajariladigan o'lchashlar nazariyasi va amaliyoti haqidagi fandır [3,4,8,9,10].

Yer yuzasida bajariladigan o'lchashlar xilma-xil bo'lib, bunda asosan 3-ta geodezik o'lchash ishlari olib boriladi. Jumladan, qo'yidagi o'lchash ishlari bajariladi:

1. Yer yuzida chiziqlar uzunligini o'lchash;

2. Yer yuzidagi chiziq (yo'nalish)lar orasidagi gorizontalar yoki vertikal burchaklarni o'lchash;

3. Yer yuzidagi nuqtalarning boshlang'ich deb qabul qilingan sathiy yuzasiga yoki biron-bir nuqtasiga nisbatan balandligini o'lchash ishlari olib borilib, unda xilma-xil geodezik asboblari ishlatiladi. Geodezik o'lchash ishlari vaqtda olingan natijalar matematik yo'l bilan hisoblab chiqariladi hamda yer yuzidagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan balandliklari aniqlanadi. Keyin bu o'lchash ishlari rasmiylashtirilib, yer yuzasining qog'ozda ma'lum bir masshtabdagi kichraytirilgan kartasi, plani yoki profillari hosil qilinadi, shu bilan bir qatorda olingan geodezik o'lchash natijalaridan foydalanib yer yuzining shakli va kattaligini ham aniqlash mumkin.

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, deziyo- bo'lish degan ma'noni anglatadi, bundan ko'rinib turibdiki, geodeziya qadim zamonlarda

kishilik jamiyatining yashash sharoitlari va xayotiy talablari; ya'ni, 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;

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 ishlarni bajarish.

Geodezik ishlarda-asosan geodezik o'lchashlar amalga oshiriladi. Bunda xilma-xil geodezik asbob (teodolit, nivelir, taxometr, menzula va boshqa) lar 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 metodlari yaratilib, geodeziya ko'p tarmoqli fanlarga aylandi, jumladan:

1. Geodeziya yoki topografiya-kichik territoriyalarda geodezik o'lchash ishlarini olib borish va bu territoriyalarni topografik o'rganish maqsadida plan yoki karta tuzish bilan shug'ullanadi;

2. Muhandislik geodeziyasi-davlatlarda 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 shug'ullanadi;

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 shug'ullanadi;

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'ullanadi.

b) **Ayerofototopografiya**-joyni samolyotda turib maxsus asboblardan yordamida olingan suratlaridan foydalanib karta va planlar tuzish bilan shug'ullanadi.

Bu ikkita usulda olingan fotosuratlar fotolaboratoriyalarda maxsus fotogrammetrik asboblardan yordamida bir xil masshtabga keltirilib, joyning karta va planlari tuziladi. Fototopografiya usuli bilan kichik territoriyalarning ayerofoto-topografiya usuli bilan esa katta territoriyalarning topografik karta va planlari tuziladi.

5. **Radiogeodeziya**-radioelektronikaning yutuqlaridan foydalanib, geodeziyada olis masofalarni juda aniqlik bilan o'lchaydigan radiodal'nomer va svetodal'nomer asboblari yaratildi. Hozirgi vaqtda radiodal'nomer va svetodal'nomer 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'rganadi;

7. **Planogeodeziya**-quyosh tizimidagi planetalarning shakli va kattaligini, hamda ular yuzasining kartasini tuzish bilan shug'llanadigan 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'ullanadi;

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 fandır.

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 erning 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 gravitatsiya maydonini o'rganish vazifasi mexanika qonunlari asosida yechiladi. Yer shakli va o'lchamlarini bilmay turib topografik kartalarni tuzish hamda bir qancha amaliy vazifalarini echish imkoni bo'lmaydi. Topografik kartalarning xalq xo'jaligidagi o'рни 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 rel'yefning 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 yemas, 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 inshootlari (tug'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.

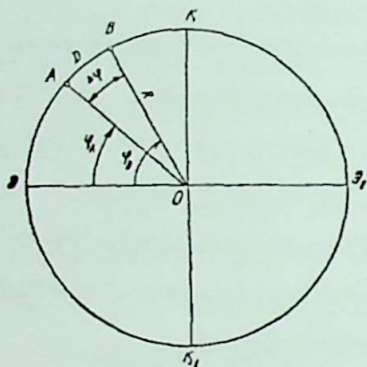
Umuman geodeziya mamlakatimiz qishloq va xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida olib boriladigan ilmiy ishlarni jadallashtirish, tannarxini kamaytirish hamda qurilish ishlarining sifatini oshirish uchun juda katta ahamiytga egadir.

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

Masalan, filosof 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° yoyi uzunligi (S) ni qo'yidagi formula yordamida aniqlagan:

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

Gradus o'lchash usuliga asos solinganidan so'ng Posiniy, Ptomiliy, Braxmagupta kabi olimlar ham yer o'lchamlarini aniqladilar. Arabistondagi ilmiy markazda ishlagan O'rtaosiyolik Horazmiy, Marvozi, Farg'oniy, Marvarudiy kabi olimlar 827 yili, Halifa Mamnun tomonidan yer o'lchamlarini aniqlash uchun tuzilgan ekspeditsiyaning geodezik o'lchash ishlarida arab olimlari bilan qatnashib, Yer shari meridianining 1° 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° 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 qo'yidagi 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 gorizontning 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 tadbiq etib, geografik koordinatalar yordamida yer yuzida ikki nuqta orasidagi masofaning uzunligini va chiziq yo'nalishini, shaharlar geografik koordinatalarini aniqlash;

- geodezik asboblari yasash va yangilarini ixtiro qilish;
- kundalik hayotda uchraydigan muhandislik geodeziyasiga oid masalalarni yechishning nazariy va amaliy yullarini 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'rinishi) 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

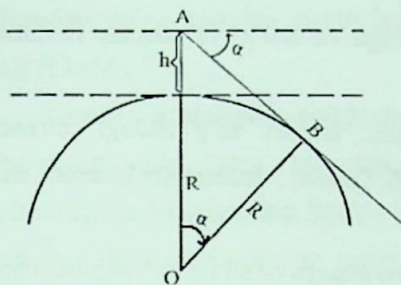
Beruniy birinchi bo'lib, geodezik masalalarni boshqa fanlardan ajratib, geodeziyani mustaqil fan holiga keltirdi. Masalan, o'zining "Shaharlar orasidagi masofani aniqlash uchun joy chegarasini belgilash" (Geodeziya), "Tog' tepasidan gorizont (ufq) pasayish burchagini o'lchab, Yer o'lchamini aniqlash" 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 o'yg'otdi"; keyin o'zi Jurjon yaqinidagi Dehiston yerida gradus o'lchash usulini tadbiiq yetib, 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 Mul'ton yonidagi Nandna qurg'oni yaqinidagi keng sahroda ufqning pasayish burchagi- α ni o'lchash usulini tadbiiq 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

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

1.3-chi formulasida o'sha davrda qo'llaniladigan 60 lar sestemasini tadbiiq yetib, Yerning radiusi (R) ni hisoblab, quyidagiligicha ekanligini aniqladi, ya'ni:



1.2.-rasm.

$$R = \frac{652.055 \cdot 0.9999492644033}{0.000050735967} = 12851369845 \text{zirog'}$$

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

Beruniy birinchi bo'lib chiziqli triangulyatsiya va poligonometriyani tadbiq etib, shaharlarning geografik koordinatalarini hisobladi.

Astrolabiyaning takomillashgan turlarini yaratdi va ulardan o'z geodezik ishlarida foydalandi. Kartografiyadan stereografik proyeksiya usulini tadbiq 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.

Beruniydan keyin 1528 -1680 yillar orasida Fransiya olimlari Fernil' va Pikar, Gollandiya olimi Snellius, ingliz olimi Norvud va boshqalar ham gradus o'lchash usulida yer shari o'lchamlarini aniqladilar. Beruniyning yozishicha Yer o'lchamlarini aniqlashga V va VI-asrlarda yashagan hind olimlari ham o'z hissalarini qo'shgan. Masalan, Ar'yabxata hisobicha yer radiusi 8287,44 km, lekin Braxmaguptaning aniqlashicha 6239,26 km bo'lib bu qiymat haqiqatga ancha yaqin.

Knedlik astronom Evdoks (408-355) Kned oroli va Misrda turib Kanapus yulduzini ko'zatishtirish yo'li bilan yer shari aylanasining uzunligini, $C = 400000$ stadiya yoki $C = 60000 \text{ km}$ ($1 \text{ stadiya} = 150 \text{ metr}$). Lekin bu sonni mashhur Arastu (Arstotil' 384-322) birinchi bo'lib e'lon qilganidan uning nomi bilan yuritiladi. Bu sonning qanday topilganligi noma'lum.

Eramizning ikkinchi ming yilligi o'rtalarida savdo aloqalarining jonlanishi, dengizlarda suzishning kengayishi, plan va kartalarga bo'lgan talabni keltirib chiqardi. Mana shu davrda matematika, fizika va asbobsozlik texnikasi sohasidagi ilmiy yutuqlar geodezik ish usullarini rivojlantirdi va takomillastirdi. Masalan, Galiley tomonidan (1609 yil) ko'rish trubasining ixtiro

etilishi, geodezik o'lchash ishlarini kengayishiga va aniqligini keskin ravishda oshishiga olib keldi.

Rossiyada bajarilgan geodezik o'lchash ishlari to'g'risidagi birinchi ma'lumot XI asrga oid bo'lib, unda Kerch va Taman shaharlari orasida muz ustida Kerch' bo'g'ozi kengligi aniqlangan.

XII-XVI asrlarda yerlarni chegaralash va ro'yhatga olish ishlari olib borilgan, shu sababli yig'ma chizmalar tuzilgan, bu chizma Moskva davlati uchun "Bol'shoy chertyoj" nomi bilan yuritilgan. Karta tuzish ishlari Rossiyada asosan Pyotr-I davrida (1672-1725 yillar) rivojlandi. Pyotr-I davridan boshlab kartalar tuzish uchun Yerning umumiy shakliga nisbatan o'rinlari-geografik kenglik va uzunliklari astronomik kuzatishlar orqali topilgan astronomik punktlar keyinroq esa geodezik o'lchashlar orqali topilib geodezik tayanch shoxobcha deb ataladigan asos qo'llana boshlandi. Pyotr -I davrida bajarilgan geodezik ishlar ichida, 1696 yilda Volga va Don daryolari oralig'idagi tepaliklarda olib borilgan ishlar ayniqsa diqqatga sazovordir.

1739 yilda Rossiya fanlar akademiyasi qoshida tashkil etilgan geografik departament Rossiyani topografik va kartografik jihatdan o'rganishga hissa qo'shdi, bunga M.V.Lomonosov raxbarlik qilgan. 1745-yilda Rossiyaning Yevropa qismining 13 varaqli va Osiyo qismining 6 varaqli kartalari nashr etildi. O'rta Osiyo Rossiyaga qo'shilganidan keyin chegara tumanlar hamda xo'jalik jihatdan muhim ahamiyatga ega bo'lgan territoriyalar, jumladan: Toshkent Samarqand, Buxoro, Jizzax, Farg'ona, Andijon va boshqa shaharlar plani olingan.

XIX asr boshlarida turli mamlakatlarda astronomiya va geodeziya sohasida olib borilgan ishlar Yerning shakli Ellipsoiddan biroz farq qilishini ko'rsatdi. Masalan, Fransuz olimi Laplas boshqa davlatlarda olib borilgan gradus o'lchash ishlarini analiz qilib, meridian 1^0 yoyining uzunligi ekvator dan qutblarga tomor bir xilda kamaymasligini aniqladi, ana shu sababli yer ma'lum bir noanir murakkab shaklga ega degan xulosaga kelingan. 1873 yilda nemis fizigi I. V Listing (1808-1882 yillar) Yerning bu shaklini geoid deb atashni taklif etdi

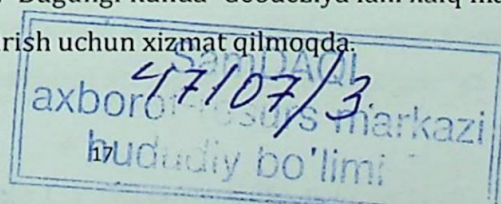
Shundan so'ng geoidga yaqin bo'lgan ellipsoid shakli ustida ish olib borishga to'g'ri keldi.

Yerning kattaligini aniqlashda Rossiyada bajarilgan gradus o'lchashning ahamiyati juda katta. Masalan, 1816 yildan boshlab geodezist K.I.Tenner rahbarligida Rossiyaning harbiy chegarasidagi guberniyalarda, astronom V. Ya. Struve rahbarligida Boltiq bo'yi guberniyalarida gradus o'lchash ishlari olib borilib, bu ishlar 1850 yilgacha davom etgan va Dunay daryosining quyilish joyidan to Skandinaviya yarim orolining shimoliy qirg'og'igacha bo'lgan 25°20' meridian yoyining uzunligi hisoblab chiqarilgan.

Masalan, O'rta Osiyo Rossiyaga qo'shilganidan so'ng Toshkent, Samarqand, Buxoro, Farg'ona, Andijon, Jizzax va boshqa shaharlarning ham plani olinadi. Rossiyada oktyabr sotsialistik revolyutsiyasiga qadar olib borilgan geodezik va topografik ishlar, Rossiya territoriyasida atigi 10 foizgina topografik jihatidan o'rganilgan edi. Geodeziya fanini nazariy jihatdan rivojlantirishda rus olimlari P. L. Chebo'shev, A. P. Bolotov, N. Ya. Singer, A. A. Tillo va boshqalar salmoqli xissa qo'shdilar.

1928 yilda mashhur rus geodezisti professor F. N. Krassovskiy sobiq SSSR territoriyasida geodezik shaxobchalarini barpo qilish va topografik plan olish ishlarining programmasini ishlab chiqdi va shu programmaga asoslanib tayanch shaxobchalar barpo etilib, turli xildagi masshtablarda topografik planlar ishlab chiqildi.

1933 yilda davlat territoriyasini gravimetrik planini olish ishlari olib borildi. 1945 yilda MDH territoriyasini 1:1000000 masshtabli kartalari tuzildi. Aerofototopografik plan olish ishlariga Drobishev, Konshin, Lobanov va boshqa olimlar turli injenerlik inshootlarni barpo etishda geodezik ishlarini bajarish metodlarini yaratishga olimlar N. G. Viduyev, G. F. Glotov, N. N. Lebedev va boshqalar katta xissa qo'shdilar. Bugungi kunda Geodeziya fani xalq manfaatini ko'zlab, xalq xo'jaligini rivojlantirish uchun xizmat qilmoqda.



Yerning shakli va kattaligini aniqlash yer yuzasining topografik kartasi, plani va profillarini tuzishda ilmiy jihatdan emas, balki amaliy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega.

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 ob'yektlarning 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 metodka ellipsoid yuzasiga proyeksiyalanadi. Masalan, yerning tabiiy yuzasida biror masofa (1.3.-rasmga qarang) AB chizig'ining uzynligi-"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'rnini emas, balki yer ellipsoidi yuzasidagi o'rnini tushuniladi. Yerning tabiiy yuzasi kattaligiga qarab, ellipsoid yuziga yoki tekislikka proyeksiyalanadi. Shunga ko'ra yer yuzidagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan o'rnini ellipsoid yuzida yoki tekislikda aniqlanadi. Yer shari kattaligini aniqlashning geodezik metodiga *gradus o'lchashlar usuli* deb yuritiladi:

$$R = \frac{360^\circ}{2\pi} S, \quad R\text{-meridian aylanmasining radiusi,}$$

$$S = \frac{D}{\Delta\varphi}, \quad S\text{-meridianning } 1^\circ \text{ yoyi uzunligi.}$$

Gradus o'lchash metodi ikki qismdan iborat:

1. Meridianda joylashgan 2 ta nuqta oralig'idagi masofani geodezik usulda o'lchash.

2. Shu nuqtalarni geografik kengligini o'lchash natijasida 2 ta nuqta orasidagi joyni grafik nuqtasini o'lchash.

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

MDH davlatlarida 1946 yilgacha geodezik ishlarda nemis astronomi F.V.Bessel' (1841yil) hisoblab chiqargan yer ellipsoidi elementlaridan foydalanilar edi.

Keyingi yillarda sobiq sovet olimlari Bessel ellipsoidi MDH territoriyasida geoid shaklidan ancha farq qilishini aniqlashdi.

1946 yil 7 apreldan boshlab, MDH davlatlari uchun rus olimi Krasovskiy aniqlagan Yer ellipsoidi elementlari ishlatilmoqda. Krasovskiy Yer ellipsoidi elementlari qiymati quyidagicha: $a = 6378245 \text{ m}$, $b = 6356863 \text{ m}$, $\alpha = 1 : 298,3$.

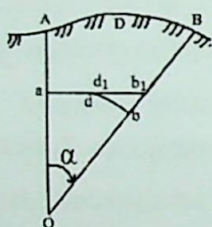
Krasovskiy ellipsoidi elementlarini hisoblab chiqarishda MDH mamlakatlarida, AQSH va G'arbiy Yevropada o'tkazilgan gradus o'lchash natijalaridan foydalanildi.

Rus olimi Jongolovich 1960 yilda uchirilgan uchta sun'iy yo'ldoshni kuzatish natijasida yer ellipsoidi qutblarining siqirligi $\alpha = 1: 298,2$ ekanligi aniqlandi.

1961-1962 yillarda esa Amerikalik olim I. Kozan AQSH da uchirilgan yer sun'iy yo'ldoshlarini ko'z atish natijasida $\alpha = 1: 298,3$ ekanligini aniqladi.

Amerikalik olim Xeyford yer ellipsoidining elementlarini hisoblashda AQSHda o'tkazilgan gradus o'lchash natijasiga asoslandi. 1924 yilda Xalqaro geodeziya va geofizika

Yer ellipsoidi qutblari siqirligi-1:298,3 va radiusi- $R = 6371,11$ km.



1.3.-rasm.

Yer ellipsoidining ma'lum qismini yassi deb qabul qilib, uning tekislik deb qabul qilinadigan qismi kattaligini aniqlash uchun yer sferikligi (dumaloqligi) ning gorizont va vertikal masofalarga ta'sir yetishini bilish kerak. Buning uchun: 1).Yer radiusi $R = 6371,11$ km teng bo'lgan shar deb olinib,

shar yuzidagi "a" va "b" nuqtalari orasidagi masofa yoyning uzunligi-d "a" nuqtaga o'rinma gorizont tekislik o'tkazilsa, bu-bb₁ to'g'ri chizig'i "b" 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:

$$\text{Urinma uzunligi } ab_1 = d_1 = R \text{tg}\alpha;$$

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

$$\Delta d = R (\operatorname{tg} \alpha - \alpha), \text{ bo'ladi.}$$

O'rinma uzunligi (d_1) ning qiymati Yer radiusi (R) ga nisbatan juda kichik bo'lganligidan " α " burchak ham juda kichik bo'ladi; shunday ekan,

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

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

Yerning sferik yuzasini tekis deb qabul qilsak, yuqoridagi formulani nisbiy xato formulasiga aylantirganda ruy beradigan xato (Δd) ning bu tekislik uzunligi (d_1) ga nisbati quyidagicha, ya'ni:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{12} * \frac{d^2}{R^2}; \text{ bo'ladi.}$$

Agar $R = 6371,11 \text{ km}$; $d_1 = 20 \text{ km}$ bo'lsa, $\Delta d = 1,64 \text{ sm}$ yoki $\frac{1}{1218000}$; 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 $20 \times 20 \text{ km}$ kattalikdagi qismini tekislik deb qabul qilish mumkin.

2). "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):

$$\Delta h = Bb. Bb_1;$$

$$Ob = R; Ob_1 = R \sec \alpha;$$

$$d^2 = (R + \Delta h)^2 - R^2 = 2 R \Delta h + \Delta h^2; \text{ bundan}$$

$$\Delta h = \frac{d^2}{2R + \Delta h};$$

Δh ning R ga nisbatan kichikligi hisobiga olsak, $\Delta h = \frac{d^2}{2R}$ bo'ladi. Masalan,

$d = 1 \text{ km}$, $R = 6371,11 \text{ km}$ bo'lsa, u holda, $\Delta h = 78,5 \text{ mm}$ bo'ladi.

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'rnini 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.

1928 yildan boshlab topografik karta tuzish va geodezik masalalarni yechishda zonal sistemali to'g'ri burchakli koordinata qo'llanilmoqda.

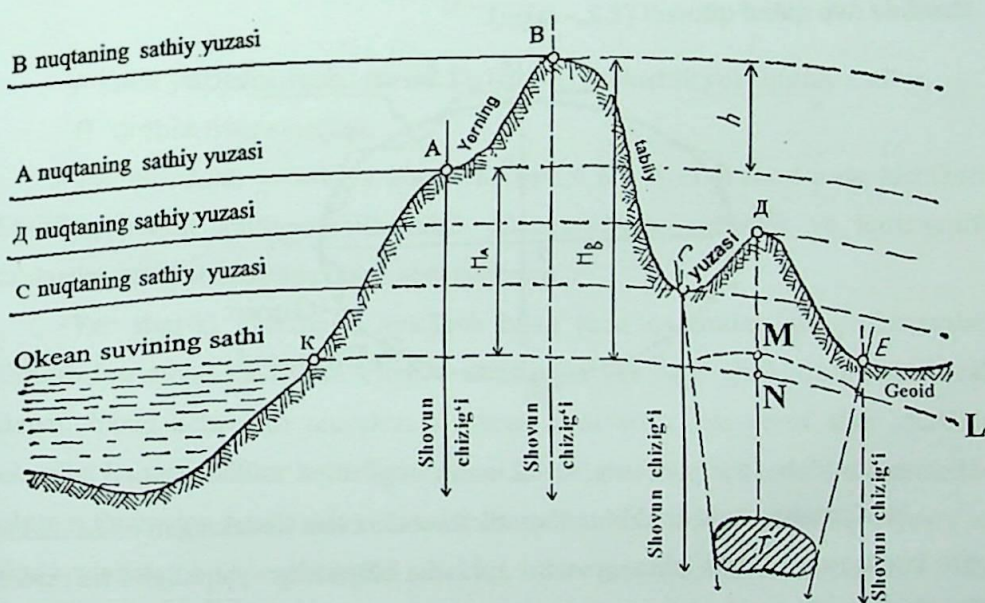
Kichik xududlarda olib boriladigan geodeik o'lchashlar vaqtida nuqtalarning bir-biriga nisbatan tutgan o'rnini aniqlash uchun yassi to'g'ri burchakli va qutbiy koordinata sistemalari qo'llaniladi.

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 yuzaga o'tkazilganda hosil bo'ladigan yumaloq shakldir. Yer yuzasidagi har bir nuqtada sathiy yuzaga o'tkazish mumkin. Sathiy yuzaga o'ziga xos xususiyatga ega bo'lgan uning barcha nuqtalarida shovun chizig'i perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Barcha shakl yer shakli deb qabul qilingan. Yerning shakli deyilganda quruqlikdagi pas

balandliklar e'tiborga olinmaydi. Chunki yer yuzining ko'p qismi 71% okean va dengiz, oz qismi 29% quruqlik tashkil etadi. Yerni geoid shakli tortish kuchi ta'siriga, tortish kuchi esa yer bag'ridagi jinslarni 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 joylanishi va zichligiga bog'liq. Tabiiyki jinslarning joylanishi 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 yuksak zichlikdagi "T" massa joylashgan deylik. Bu massaning tortish kuchi atrofda 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).

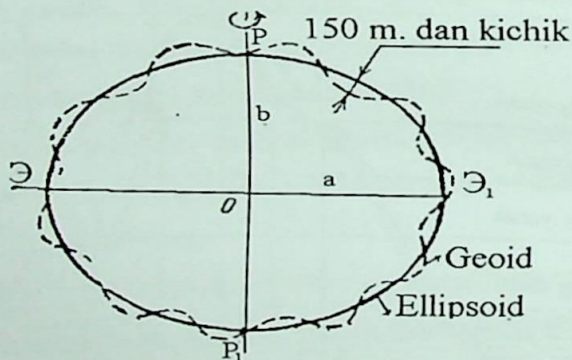


2.1.-rasm.

Yer po'stlog'ini tashkil etgan jinslarning zichligi hozirgi kunga qadar to'liq ravishda o'rganilmaganligi sababli geoidning aniq shaklini bilish qiyin bo'lgan masala bo'lib qolgan. Shu sababli so'nggi yillarga qadar oliy geodeziyaning

maqsadi geoid shaklini aniqlash deb yuritilar yedi. Sobiq sovet olimi M. S. Molodinskiy bir necha yillar ilmiy ishlar olib borib, uning natijasida olii geodeziyaning vazifasi geoid shaklini aniqlash yemas, balki yerning gravitasiya maydonini va tabiiy yuzasini o'rganish ekanligini isbotladi. Yerning tabiiy yuzasini o'rganish uchun u geoid shakliga yaqin keladigan kvazigeoid deb ataladigan yordamchi yuzani taklif yetdi. Geoid bilan kvazigeoid yuzasi okeanlar sathida bir-biriga mos, quruqlikda yesa bir-biridan farq qiladi, tekisliklarda bir necha santimetr, tog'li xududlarda 1 metr, baland tog'li xududlarda yesa 2 metrga yaqin. Shuning uchun geodeziyada ko'pchilik masalalarni yechishda geoid bilan kvazigeoid yuzasini bir-biriga to'g'ri keladi deb qabul qilinadi.

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

| Olimlarning nomi | Yer ellipsoidining hisoblangan yili | Ellipsoid katta yarim o'qining uzunligi, m. | Qutblarining siqqligi |
|--------------------|-------------------------------------|---|-----------------------|
| Delamber | 1800 | 6375653 | 1:334,00 |
| Bessel | 1841 | 6377397 | 1:299,15 |
| Keyford | 1909 | 6378388 | 1:297,00 |
| F.N.Krasovski y | 1940 | 6378245 | 1:298,30 |
| WGS-84 | 1984 | 6378137 | 1:298,2572235 63 |

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

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

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 sharini kattaligini aniqlash bilan juda qadimdan shug'ullanganlar. Eramizdan avval yashagan Pifagor asarlarida yer shar shaklida bo'lsa kerak degan fikrni uchratish mumkin. Aristotel asarlarida esa yerni shar shaklida ekanligi haqida dalillar keltirilgan. Yerni kattaligini aniqlash uslubini eramizdan oldingi Eratosfen asarlarida uchratish mumkin. Mamun xalifaligining siyosiy va ilmiy markazi bo'lgan Bog'dod shahari observatoriyasida ishlagan xorazmlik ulug' matematik va astronom, xozirgi zamon algebrasining asoschisi Muxammad ibn Muso al-Xorazmiy o'z asarlarida yer shaklini ilmiy asoslab bergan. Buyuk vatandoshimiz Abu Rayxon Beruniy o'zining 2 tomlik «Geodeziya» asarida yer

shaklini ilmiy va amaliy jihatdan o'rganib, jahon sivilizasiyasiga katta ta'sir ko'rsatdi. Uning asarlarini keyinchalik Yevropa olimlari o'rganib rivojlantirdilar.

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

$$R = \frac{360^\circ}{2\pi} S \quad S = \frac{D}{\Delta\varphi},$$

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 ellipsoidini 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 foydalanilar edi. Keyingi yillarda sovet olimlari Bessel ellipsoidi MDH territoriyasida geoid shaklda ancha farq qilishini aniqlashdi.

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

1940 yilda Krasovskiy yer ellipsoidini elementlarini hisoblab chiqdi. B ellipsoidga Krasovskiy referens-ellipsoidi deb nom berildi. Krasovskiy ellipsoidni yerni haqiqiy shakli geoidga yaqin.

Yer ellipsoidi qutblari siqiligi: 1:298,3. Radiusi 6371,11 km.

§2.2. Geografik koordinatalar

Yer yuzasini karta va planlarda tasvirlashda joydagi nuqtalarning bir–biriga nisbatan joylashgan o'rnini aniqlashga to'g'ri keladi, bunday aniqlash esa koordinatalar bilan ifodalanadi.

Boshlang'ich deb qabul qilingan nuqtaga nisbatan boshqa biron bir nuqtaning o'rnini ifodalovchi miqdorga shu nuqtaning koordinatasi deyiladi.

Fan va texnikaning turli sohalarida xilma–xil koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Geodeziyada esa geografik va to'g'ri burchakli koordinata sistemalari qo'llaniladi.

Yer yuzasidagi har qanday nuqtaning geografik koordinatasini aniqlashda, uning qaysi meridian va parallelda joylashganligini aniqlashga to'g'ri keladi, ana shuning uchun geografik koordinatalariga 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.

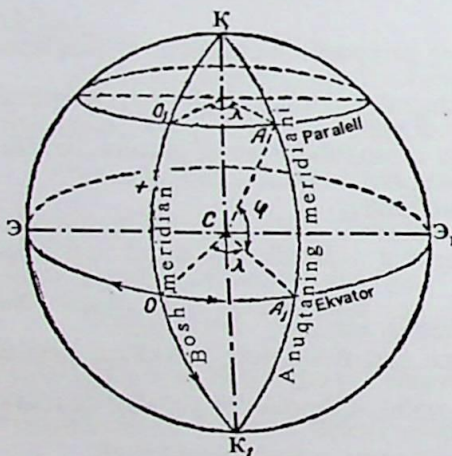
Yer sharidagi istalgan nuqtadan Yer o'qiga perpendikulyar ravishda o'tkazilgan tekislikka parallel tekislik deyiladi, bu tekislikning yer yuzasi bilan kesishishidan hosil bo'lgan chizig'iga parallel deyiladi.

Yer shari markaidan 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 $\angle ACA_1$, 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 yekvatorga nisbatan shimolda joylashgan bo'lsa, u shimoliy kenglik, janubda joylashgan bo'lsa, u janubiy kenglik deb ataladi.

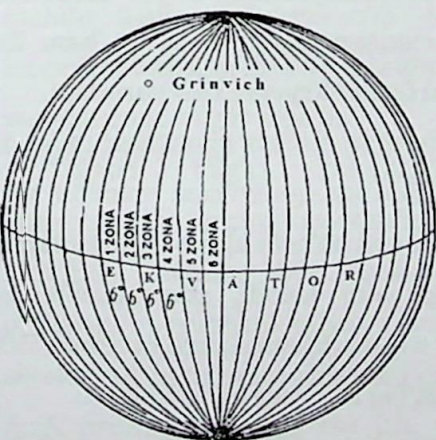
Bosh meridian tekisligi bilan yer sharidagi biron bir nuqta meridian tekisligi orasida hosil bo'lgan burchakka shu nuqtaning geografik uzoqligi deyilib u λ harfi bilan belgilanadi. 2.3.-rasmda A nuqtaning geografik uzoqligi- λ yoki $\angle OCA_1$ burchagiga teng.

Geografik uzoqlik bosh meridian chizig'idan g'arbga va sharqqa tomon ekvator va parallel yoyi uzunligi bo'yicha 0° dan 180° gacha o'lchanadi. Grinvich meridiani (London yaqinidagi Grinvich observatoriyasining qoq o'rtasida o'tgan meridian), bosh meridian deb qabul qilingan. Bosh meridiandan g'arbda joylashgan nuqtalarning geografik uzoqligiga sharqiy uzoqlik deyiladi. Yer yuzasidagi nuqtaning geografik koordinatasi kartada yoki osmon yoritgichlarini astronomik kuzatish natijalari yordamida aniqlanadi. Geografik koordinat butun yer sharidagi barcha nuqtalar uchun yagona sistema bo'lib xizmat qiladi.

§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'rnini soddaroq bo'lgan yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi (X, Y) ni aniqlashga imkon bo'ladi. Geodezik maqsadlarda elipsoid sirtini tekislikdagi burchaklarini hatosiz tasvirlashni taminlovchi proyeksiya'sini qo'llash maqsadga muvofiq. Bunday proyeksiya *teng burchakli* yoki *konforli proyeksiya* deyiladi. Konforli proyeksiyalardagi hatoliklarni hisobga olishda faqatgina chiziqlar uzunligiga tuzatma kiritisa yetarli.

Konforli proyeksiyalar turi kup bo'lib, O'zbekiston va MDH davlatlarida ellipsoidning tekislikdagi konfirli proyeksiyasi va unga tegishli Gauss-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 Grinich meridianidan boshlab 6° li 60 ta meridional zonalariga bo'linadi (2.4.-rasm).



2.4.-rasm.

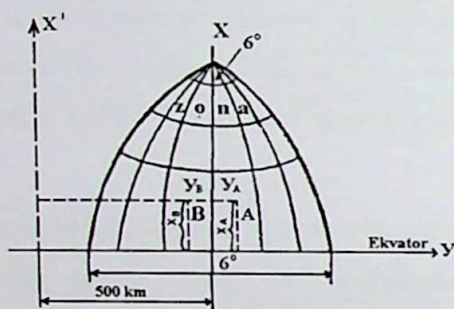
Har bir zona o'rtasida o'sha zonaning o'q meridiani bo'lib, sharqiy yarim shardagi har bir zona o'q meridianining geografik uzunligi qo'yidagi formula bo'yicha topiladi:

$$L = 6^\circ n - 3^\circ; \quad (2.1)$$

bu yerda: n-zona nomeri.

Zonalar nomeri Grinich meridianidan boshlab sharqqa tomon hisoblanadi. Mamlakatimizning territoriyasi bu zonalarining 29-chi zonasiga (4 dan 32 gacha) to'g'ri keladi.

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 massstab bir xil bo'ladi. Boshqa meridian va parallellar o'z uzunligiga nisbatan uzunroq bo'lib tasvirlanadi.



2.5.-rasm.

Masalan, o'q meridianda massstab 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. 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 ordinalar 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. Ordinataga 500 km qo'shilgandan so'ng:

$$Y_A = + 650 \text{ km};$$

$$Y_B = + 350 \text{ km ga teng bo'ladi.}$$

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 ordinatalari $Y_A = 12650 \text{ km}$ va $Y_B = 12350 \text{ km}$ bo'ladi.

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

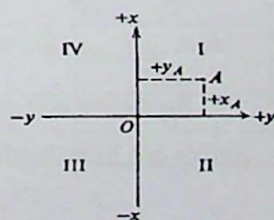
Yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida nuqtalarning bir-biriga nisbatan joylashgan o'rni o'zaro perpendikulyar ikkita chiziqqa nisbatan aniqlanadi.

O'zaro perpendikulyar chiziq-larga koordinata o'qlari, ularning kesishgan nuqtasiga 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.

Yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida birona nuqtaning koordinatasini aniqlash uchun, bu nuqtadan koordinata o'qlariga perpendikulyar tushiriladi. II.7-shaklda A nuqtaning absissasi qiymati OA_1 yoki A_2A , ordinata qiymati esa OA_2 yoki A_1A chiziq uzunligiga tengdir.

Koordinatasi aniqlanayotgan nuqta ordinata (Y) o'qidan yuqorida joylashgan bo'lsa, uning absissasi qiymatining ishorasi musbat, ya'ni: (+), pastda



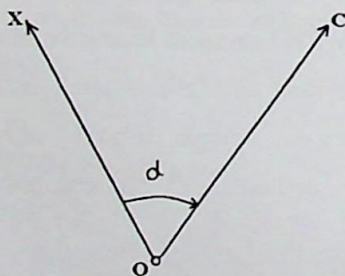
2.6.-rasm.

joylashgan bo'lsa manfiy, ya'ni: (-) ishoraga ega bo'ladi, shuningdek koordinatasi aniqlanayotgan nuqta absissa (X) o'qiga nisbatan o'ng tomonda joylashgan bo'lsa, uning absissasi qiymatining ishorasi musbat, ya'ni: (+), chap tomonda joylashgan bo'lsa manfiy, ya'ni: (-) ishoraga ega bo'ladi.

2.1- jadvalida to'g'ri burchakli koordinatalarning har bir choragidagi ishoralari keltirilgan,

2.1-jadval.

| Choraklar. | Koordinata o'qlari. | |
|------------|---------------------|--------------|
| | Absissa (X) | Ordinata (Y) |
| I | + | + |
| II | - | + |
| III | - | - |
| IV | + | - |



2.7.-rasm.

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-XOC, ya'ni: "α" o'lchanadi.

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

To'g'ri geodezik masala. Bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga koordinatalar uzatish geodezik ishlarda tez-tez uchrab turadi, shu sababli to'g'ri geodezik masala nima ekanligini bilishimiz kerak. Chiziq uchlarining birin...

koordinatalari, chiziq uzunligi va yo'nalishi bo'yicha, ikkinchi uchining koordinatalarini topishga to'g'ri geodezik masala deyiladi.

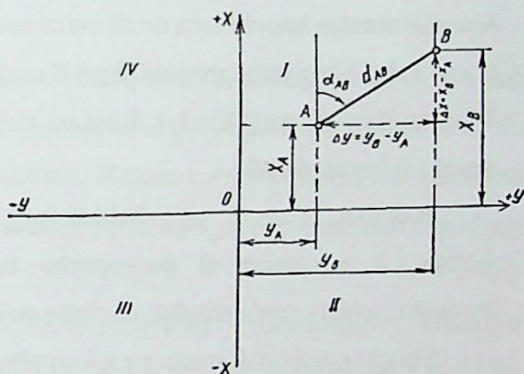
Masalan, nuqtalar orasidagi masofa-d, direksion burchak- α va A nuqtaning koordinatalari (X_1 va Y_1) ma'lum bo'lsin (2.8.-rasm), shunga ko'ra B nuqtaning koordinatalari (X_2 va Y_2) aniqlanishi kerak deylik, u holda uni qo'yidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} X_2 - X_1 = \Delta X \\ Y_2 - Y_1 = \Delta Y \end{aligned} \right\} (2.3)$$

Bunga, ya'ni: ΔX va ΔY larga koordinata orttirmalari deyiladi.

II.9-rasmga ko'ra to'g'ri burchakli uchburchak, ya'ni: ABC dan:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X = d \cos \alpha \\ \Delta Y = d \sin \alpha \end{aligned} \right\} (2.4)$$



2.8.-rasm.

Bu II.4-chi formulada masofa-d, har doim musbat ishorali bo'ladi, undagi orttirmalar ΔX va ΔY ning ishorasi $\cos \alpha$ yoki $\sin \alpha$ larning ishoralariga bog'liq bo'lib, uning qaysi chorakda yotganligiga qarab aniqlanadi (2.2-jadval).

2.2-jadval.

| Koordinata orttirmalari. | Choraklar. | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|
| | I | II | III | IV |
| | Yo'nalishi Sh.Sh _Q | Yo'nalishi J.Sh _Q | Yo'nalishi J.G' | Yo'nalishi Sh.G' |
| ΔX | + | - | - | + |
| ΔY | + | + | - | - |

Rumb yordamida koordinata orttirmalari qo'yidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X = d \cos r \\ \Delta Y = d \sin r \end{aligned} \right\} (2.5)$$

2.5-chi formula bilan koordinata orttirmalari, ya'ni ΔX va ΔY lar aniqlanib, so'ngra boshqa nuqtaning, masalan, B nuqtaning (2.9.-rasm) koordinatalari qo'yidagi formulada aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} X_2 &= X_1 + \Delta X \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

Xulosa qilib aytganda oxirgi nuqtaning koordinatasi teng, oldingi nuqtaning koordinatasiga koordinata orttirmalarining qo'shilganiga.

Teskari geodezik masala. A va B nuqtalarining ma'lum koordinatalari orqali A nuqtadan B nuqtagacha 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 nuqtagacha 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 koordinatalari (X_2, Y_2) lari orqali uning koordinata orttirmalari ΔX va ΔY lar aniqlanadi va buning nisbatan *direksion burchak*-" α " yoki *rumb*-" r " aniqlanadi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (2.7) \text{ yoki } \operatorname{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}; \quad (2.8)$$

II.7-formulasi yordamida burchak- α ni topiladi, so'ngra koordinata orttirmalarining ishorasiga qarab uning qaysi chorakda yotganligi aniqlanadi.

Masofa- d qo'yidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$d = \frac{\Delta X}{\cos \alpha} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha}; \quad (2.9) \text{ yoki}$$

$$d = \frac{\Delta X}{\cos r} = \frac{\Delta Y}{\sin r}; \quad (2.10)$$

Shunga o'xshash masofa- d ni qo'yidagi formula bilan ham aniqlasa bo'ladi.

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}; \quad (2.11)$$

3-BOB. ORIYENTIRLASH

§3.1. Chiziqlarni oriyentirlash

Biror bir joyning planini chizish uchun, joyda olinayotgan ochiq yoki yopiq poligon (ko'p burchak) tomonlarining gorizont tomonlariga nisbatan yo'nalishini aniqlash kerak bo'ladi, shuning uchun ham chiziqlarni oriyentirlashni bilish zarur.

Har qanday chiziqning yo'nalishi, shu chiziq bilan boshlang'ich yo'nalish deb qabul qilingan chiziq orasida hosil bo'lgan burchak yordamida aniqlanadi. Bu burchak oriyentirlash burchagi deb ataladi. Masalan: OX-boshlang'ich yo'nalish (2.8-rasm) OC chizig'ining OX ga nisbatan yo'nalishi α oriyentirlash burchagi yordamida aniqlanadi.

Chiziq yo'nalishining asosiy (boshlang'ich) yo'nalishga nisbatan aniqlanishiga chiziqni oriyentirlash deyiladi. Har qanday chiziqning yo'nalishi bu berilgan chiziq bilan 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 strel'kasi yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan burchakka -azimut deyiladi va u "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.

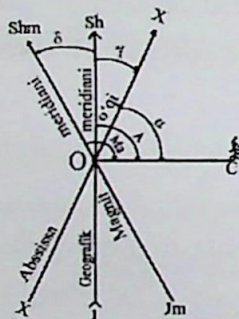
Azimutlar to'g'ri va teskari bo'ladi. Agarda azimutlar MN yunalishida o'lchanayotgan bo'lsa-to'g'ri azimut, agarda azimutlar NM yo'nalishida (3.3.-rasm) o'lchanayotgan bo'lsa-teskari azimut bo'ladi. Teskari azimut, to'g'ri azimutdan 180° ga farq qiladi, ya'ni: $A_{tes} = A_{to'g'} + 180^{\circ}$ bo'ladi;

Direksion burchak. Bir to'g'ri chiziqda yotgan ikki nuqtadan o'tgan meridianlar bir-biriga parallel bo'lmaganligi sababli, bu nuqtalardagi azimutlar bir-biriga teng bo'lmaydi, ya'ni: $A_1 \neq A_2$, ana shu sababli, 2-chi nuqtadagi azimutni aniqlash qiyin bo'lagi, shuning uchun ham, bu yerda azimut o'rniga direksion burchakdan foydalaniladi va u " α " harfi bilan belgilanadi (3.3.-rasm).

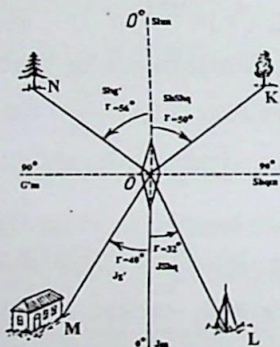
Direksion burchak deb, zonaning o'q meridiani yoki unga parallel bo'lgan chiziqning shimoliy uchidan, soat strel'kasi yo'nalishi bo'yicha chiziqqacha o'lchanadigan bo'rchakka aytiladi, u 0° dan 360° gacha bo'ladi.

Direksion burchak ham azimut singari to'g'ri va teskari bo'ladi (3.3.-rasm). Teskari direksion burchak to'g'ri direksion burchakdan 180° ga farq qiladi, ya'ni: $\alpha_1 = \alpha + 180^{\circ}$; (3.1)

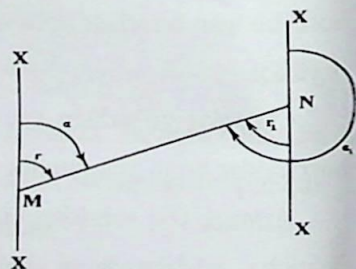
Haqiqiy azimut, magnit azimuti va direksion burchak boshlang'ich yo'nalishning shimoliy tomonidan boshlab soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha 0° dan 360° gacha o'lchanadi.



3.1.-rasm.



3.2.-rasm.



3.3.-rasm.

Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti, δ -burchakka, haqiqiy azimut bilan direksion burchak, γ -burchakka farq qiladi (3.1- rasm).

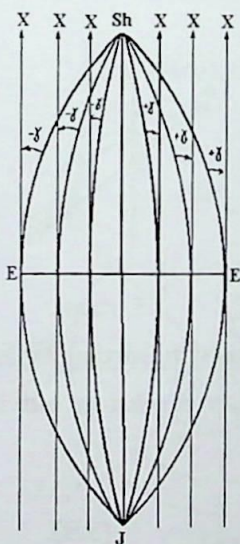
Rumb. Berilgan chiziq o'tgan o'q meridianining shimol yoki janub uchidan chiziq yo'nalishigacha bo'lgan o'tkir burchakka rumb deyiladi va u " r " harfi bilan belgilanadi, hamda 0° da 90° gacha o'lchanadi (3.2.-rasm).

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 (3.2-rasm): OK chizig'ining rumbi Sh.shq; $r_1 = 30^\circ$ yoki OM chizig'ining rumbi J.G'; $r_3 = 30^\circ$ 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'tkzatsak $+\gamma$ va $-\gamma$ burchaklar hosil bo'ladi. Bu burchaklar meridianlar yaqinlashish burchaklari bo'ladi (3.4.-rasm).



3.4.-rasm.

Geografik meridian bilan o'q meridianiga parallel bo'lgan chiziq orasidagi burchakka meridianlar yaqinlashish burchagi deyiladi va u " γ " 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. Absissa o'qi meridianning sharq tomonida yotsa, meridianlarning yaqinlashish burchagi *sharqiy* hisob-lanib, ishorasi musbat (+) bo'lib, azimut, $A = \alpha + \gamma$ bo'ladi. Absissa o'qi meridianning g'arb tomonida yotsa, meridianlarning yaqinlashish burchagi *g'arbiy* hisob-lanib, ishorasi manfiy (-) bo'lib, azimut, $A = \alpha - \gamma$ bo'ladi.

§3.3. Haqiqiy azimut bilan direktsion burchak o'rtasidagi munosaba

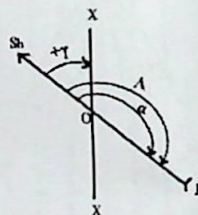
Yer yuzasida berilgan har qanday chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti, sh chiziqning boshlang'ich nuqtasidan o'tkazilgan geografik meridianning shimoli tomonidan, direksion burchagi esa absissa o'qi deb qabul qilingan har b zonaning o'q meridiani yoki unga parallel qilib o'tkazilgan chiziq (absissa 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° dan 360° 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.-rasmda meridianlar yaqinlashish burchagi sharqiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimut bilan direksion burchagi o'rtasidagi munosabat berilgan.

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{OC} &= A_{OC} - \gamma_{ShQ} \\ A_{OC} &= \alpha_{OC} + \gamma_{ShQ} \end{aligned} \right\} (3.2)$$



3.5.-rasm.

Xuddi shuningdek, III.5.-rasmda meridianlar yaqinlashish burchagi g'arbiy bo'lganda OC chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti bilan direksion burchagi o'rtasidagi munosabat berilgan. ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{OC} &= A_{OC} + \gamma_G \\ A_{OC} &= \alpha_{OC} - \gamma_G \end{aligned} \right\} (3.3)$$

Yuqorida berilgan 3.1-chi formuladan ko'rinib turibdiki, chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti- A_{OC} va sharqiy meridianlar yaqinlashish burchagi ($+ \gamma_{ShQ}$) ma'lum bo'lganda, shu yo'nalishning direksion burchagi- α_{OC} ni topish uchun haqiqiy azimut qiymatidan, meridianlar yaqinlashish burchagining

qiymatini ayirish, aksincha, chiziq yo'nalishining direksion burchagi- α_{OC} va g'arbiy meridianlar yaqinlashish burchagi- γ_G ma'lum bo'lganda o'sha yo'nalishning haqiqiy azimuti- A_{OC} ni topish uchun direksion burchak qiymatiga meridianlar yaqinlashish burchagini qo'shish kerak. Xuddi shunga o'xshash meridianlar yaqinlashish burchagi- γ_G bo'lganda 3.2-chi formuladan foydalanib berilgan chiziq yo'nalishining direksion burchagi- α_{OC} ni yoki haqiqiy azimutni aniqlash mumkin, masalan:

3.2-formulasi uchun misol:

$$A_{OC} = 130^{\circ}45'00''; \gamma_{ShQ} = +2^{\circ}30'00''; \alpha_{OC} = 130^{\circ}45'00'' - 2^{\circ}30'00'' = 128^{\circ}15'00''.$$

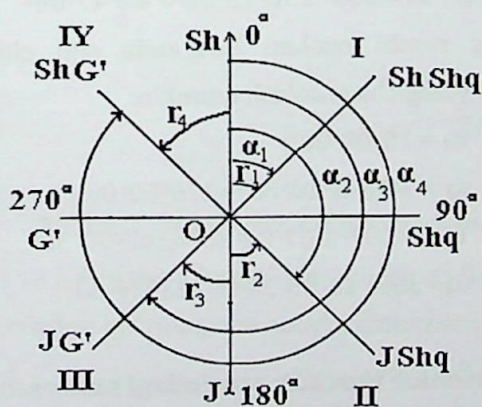
$$\alpha_{OC} = 102^{\circ}10'00''; \gamma_{ShQ} = +2^{\circ}30'00''; A_{OC} = 102^{\circ}10'00'' + 2^{\circ}30'00'' = 104^{\circ}40'00''.$$

3.3- formulasi uchun misol:

$$A_{OC} = 85^{\circ}00'00''; \gamma_G = -1^{\circ}15'00''; \alpha_{OC} = 85^{\circ}00'00'' - 1^{\circ}15'00'' = 86^{\circ}15'00'';$$

$$\alpha_{OC} = 111^{\circ}00'00''; \gamma_G = -1^{\circ}15'00'';$$

§3.4. Direksion burchak bilan rumb o'rtasidagi munosabat



3.6.-rasm.

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

3.6.-rasmga asoslanib direksion burchak bilan rumb o'rtasidagi munosabatni aniqlash mumkin.

Choraklar bo'yicha berilgan chiziq yo'nalishining direksion bur-chagi- α ma'lum bo'lganda shu yunalishning rumb burchagini qo'yidagicha aniqlash mumkin:

$$\left. \begin{array}{l} \text{I-chorakda, sh.shq: } r_1 = \alpha_1; \\ \text{II-chorakda, j.shq: } r_2 = 180^\circ - \alpha_2; \\ \text{III-chorakda, j.g': } r_3 = \alpha_3 - 180^\circ; \\ \text{IV-chorakda, sh.g': } r_4 = 360^\circ - \alpha_4; \end{array} \right\}$$

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

$$\left. \begin{array}{l} \text{I-chorakda, sh.shq: } \alpha_1 = r_1; \\ \text{II-chorakda, j.shq: } \alpha_2 = 180^\circ - r_2; \\ \text{III-chorakda, j.g': } \alpha_3 = 180^\circ + r_3; \\ \text{IV-chorakda, sh.g': } \alpha_4 = 360^\circ - r_4. \end{array} \right\} \quad (3.4)$$

1- misol. Chiziq yo'nalishining direksion burchak qiymati berilganda uning rumb qiymati qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\begin{array}{ll} \text{I-chorakda,} & \alpha_1 = 45^\circ 15' 00''; \text{ sh.shq: } r_1 = 45^\circ 15' 00''; \\ \text{II-chorakda,} & \alpha_2 = 103^\circ 20' 30''; \text{ j.shq: } r_2 = 180^\circ - 103^\circ 20' 30'' = 76^\circ 39' 30''; \\ \text{III-chorakda,} & \alpha_3 = 197^\circ 00' 45''; \text{ j.g': } r_3 = 197^\circ 00' 45'' - 180^\circ 00' 00'' = 17^\circ 00' 45''; \\ \text{IV-chorakda,} & \alpha_4 = 296^\circ 13' 00''; \text{ sh.g': } r_4 = 360^\circ - 296^\circ 13' 00'' = 63^\circ 47' 00'' \end{array}$$

2- misol. Chiziq yo'nalishining rumbi ma'lum bo'lganda shu chiziq yo'nalishining direksion burchagini qo'yidagicha aniqlash mumkin:

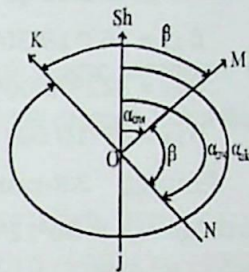
$$\begin{array}{ll} \text{I-chorakda, sh.shq: } r_1 = 15^\circ 00' 00''; & \alpha_1 = 15^\circ 00' 00''; \\ \text{II-chorakda, j.shq: } r_2 = 3^\circ 10' 00''; & \alpha_2 = 180^\circ - 3^\circ 10' 00'' = 176^\circ 50' 00''; \\ \text{III-chorakda, j.g': } r_3 = 697^\circ 00' 30''; & \alpha_3 = -180^\circ + 697^\circ 00' 30'' = 247^\circ 00' 30''; \\ \text{IV-chorakda, sh.g': } r_4 = 46^\circ 35' 30''; & \alpha_4 = 360^\circ - 46^\circ 35' 30'' = 313^\circ 24' 30''; \end{array}$$

§3.5. Direksion burchak bilan gorizontal burchak orasidagi munosabat

Bir nuqtada tutashgan chiziqlarning direksion burchaklari ma'lum bo'lsa, bu chiziqlar orasidagi gorizontal burchaklarni qo'yidagicha aniqlash mumkin (3.7.-rasm).

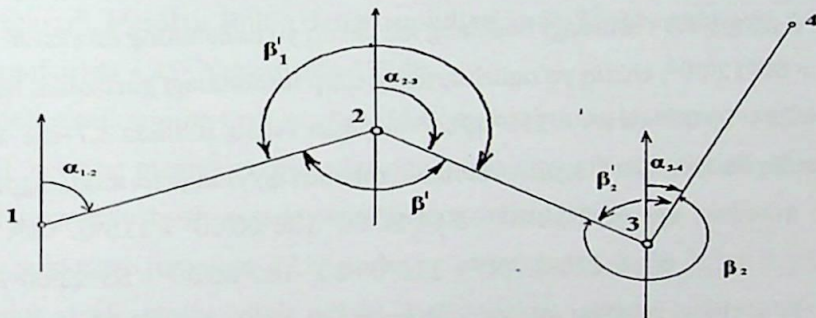
$$\left. \begin{aligned} \beta_{1,2} &= \alpha_{0,2} - \alpha_{0,1}; \\ \beta_{2,3} &= \alpha_{0,3} - \alpha_{0,2}; \\ \beta_{3,1} &= \alpha_{0,1} + 360^\circ - \alpha_{0,3}; \end{aligned} \right\} (3.5)$$

Bir-biriga tutashgan bir necha chiziq orasidagi o'ng gorizontal burchak- (β_i) lar hamda boshlan-g'ich direksion burchagi $(\alpha_{1,2})$ ma'lum bo'lsa, qolgan chiziqlarning direksion burchaklari qo'yidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin (3.8-rasm).



3.7.-rasm.

$$\alpha_{n+1,n} = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{n-1}; \quad (3.6)$$



3.8.-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 qo'yidagicha aniqlash mumkin (3.8-rasm).

$$\alpha_{n-1,n} = \alpha_{n-1} + \beta_{n-1} - 180^\circ; \quad (3.7)$$

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

1-misol. 3.7-rasmda berilgan chiziqlarning direksion burchaklari, ya'ni:

$$\alpha_{0,1} = 45^\circ 10' 00''; \quad \alpha_{0,2} = 163^\circ 18' 30''; \quad \alpha_{0,3} = 322^\circ 00' 00''.$$

berilgan bo'lsin, u holda, bu chiziqlar orasidagi gorizontaal burchaklar 3.6-d formulasiqa asosan qo'yidagicha bo'ladi, ya'ni:

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

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

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

2-misol. 3.8-rasmdagi boshlang'ich chiziq yo'nalishining direksion burchagi $\alpha_{1,2} = 80^{\circ}12'00''$, chiziq yo'nalishlarining o'ng tomonidagi gorizontaal burchaklari $\beta_2 = 145^{\circ}10'00''$ va $\beta_3 = 242^{\circ}00'00''$ berilgan bo'lsa, u holda, 3.7-chi formulaga muvofiq bu chiziqlarning direksion burchaklari qo'yidagicha aniqlanadi:

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

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

3-misol. 3.8-rasmdagi boshlang'ich chiziq yo'nalishining direksion burchagi $\alpha_{1,2} = 80^{\circ}12'00''$; chiziq yo'nalishlarining chap tomonidagi gorizontaal burchaklari $\beta'_2 = 214^{\circ}50'00''$ va $\beta'_3 = 118^{\circ}00'00''$ berilgan bo'lsa, u holda 3.7-chi formulaga muvofiq bu chiziqlarning direksion burchaklari qo'yidagicha 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 gorizontaal burchaklar ma'lum bo'lganda chiziq yo'nalishlarining direksion burchaklari qiymati bir xil kelib chiqadi.

§3.6. Magnit strelkasining og'ish burchagi

Yer yuzidagi har qanday chiziqning haqiqiy azimuti bilan magnit azimuti bir-biridan magnit strelkasining og'ish burchagiga farq qiladi. Geografik qutblar bilan magnit qutblari bir nuqtada joylashmaganligidan geografik meridian bilan magnit meridian orasida qandaydir bir burchak hosil bo'ladi, bu burchak

magnit strelka-sining og'ish burchagi deyiladi (3.9.-rasm va 3.10-rasmlariga qarang).

Magnit meridiani geografik meridianiga nisbatan sharq tomonga og'sa-sharqiy hisoblanib, ishorasi musbat, ya'ni: (+) bo'ladi, 3.9-rasmga ko'ra haqiqiy azimut, $A = M_a + \delta$ formulasi bilan aniqlanadi.

Magnit meridiani geografik meridianiga nisbatan g'arb tomonga og'sa-g'arbiy hisoblanib, ishorasi manfiy, ya'ni: (-) bo'ladi, 3.10-rasmga ko'ra haqiqiy azimut, $A = M_a - \delta$ formulasi bilan aniqlanadi.

Eslatma: Biror teritoriyadagi meridianlarning o'rtacha qiymati o'sha terriyoriya topografik kartasining janubiy ramkasi ostida beriladi.

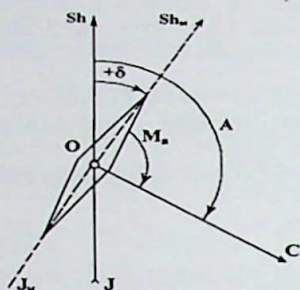
Sobiq SSSR terriyoriyasida magnit strelkasining og'ish burchagi 0° dan $\pm 25^\circ$ gacha o'zgaradi. Masalan, Boltiq dengizi sohillarida 0° , Toshkentda $+ 5^\circ$, 6° , Qora dengiz sohillarida $+ 25^\circ$, Yakutiya-da -13° dir.

Magnit strelkasining turli nuqtalaridagi og'ish burchaklari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Yerning magnit qutbi asrlar davomida o'zgarib turishi tufayli, magnit strelkasi taxminan besh asr davomida geografik meridianiga nisbatan sharq tomonqa yoki g'arb tomonga $22,5^\circ$ gacha og'ishadi. Bunga asriy og'ish deyiladi.

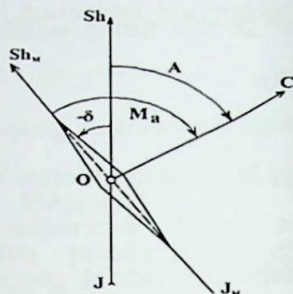
Magnit strelkasining yillik og'ishi 3^l-7^l atrofida, sutkalik og'ishi yesa 15^l gacha bo'lishi mumkin.

§3.7. Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti o'rtasidagi munosabat

Biror chiziqning magnit azimuti bilan shu joydagi magnit strelkasining og'ish burchagi ma'lum bo'lsa-uning haqiqiy azimutini, (3.9.-rasm) chiziqning haqiqiy azimuti bilan magnit strelkasining og'ish burchagi ma'lum bo'lganda (3.10.-rasm) esa magnit azimutini aniqlash mumkin.



3.9.-rasm.



3.10.-rasm.

bu yerda: A-OC chizig'ining haqiqiy azimuti. M_a -OC chizig'ining magnit azimuti.
 δ -magnit strelkasining og'ish burchagi bo'ladi.

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

$$A = M_a + \delta_{ShQ}, \quad M_a = A - \delta_{ShQ} \quad (3.8)$$

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

$$A = M_a - \delta_G, \quad M_a = A + \delta_G \quad (3.9)$$

3.9.-rasm uchun misol. Magnit strelkasining og'ish burchagi sharqiy bo'lganda OS chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti-A ni va magnit azimuti $-M_a$ III.8-chi formulaga asosan aniqlaymiz, ya'ni:

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

$$A = 46^{\circ}00'30''; \quad \delta_{ShQ} = 3^{\circ}15'00''; \quad M_a = 46^{\circ}00'30'' - 3^{\circ}15'00'' = 42^{\circ}45'30''.$$

3.10.-rasm uchun misol. Magnit strelkasining og'ish burchagi sharqiy bo'lganda OS chiziq yo'nalishining haqiqiy azimuti-A ni va magnit azimuti $-M_a$ ni 3.9-chi formulaga asosan aniqlaymiz, ya'ni:

$$M_a = 65^{\circ}12'30''; \quad \delta_G = -3^{\circ}30'00''; \quad \text{bo'lsa, } A = 65^{\circ}12'30'' - 3^{\circ}30'00'' = 61^{\circ}42'30''.$$

$$A = 78^{\circ}30'30''; \quad \delta_G = -4^{\circ}00'00''; \quad \text{bo'lsa, } M_a = 78^{\circ}30'30'' + 4^{\circ}00'00'' =$$

$$82^{\circ}30'00''.$$

4-BOB. TOPOGRAFIK PLAN VA KARTA

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

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

Agar yer yuzasining qog'ozda tasvirlanadigan bo'lagi Yerning kattaligiga nisbatan juda kichik bo'lsa, ya'ni uning uzunligi 20 km dan oshmasa, bunday joyi tekis deb qabul qilish mumkin (1.6-chi paragrafqa qaralsin).

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 gorizontaal proyeksiyasiga aytiladi.

Yer yuzidaga geografik ob'yektlarning kontur va chiziqlari ellipsoid yoki shar sirtiga tushiriladi, ya'ni yer yuzaning gorizontaal 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 kichraytirilgan holda tekislikka (qog'ozga) yer egriligini hisobga olgan tushirilgan gorizontaal 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 gorizontaal proyeksiyasining qog'ozdagi kichraytirilgan tasviri.

2.*Planda* joydagi chiziqlarning uzunligi, ob'yektlar konturlarining maydoni va yunalishlari 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 buyicha 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.

Karta va plan tuproq turlarini tekshirisha, qishloq xo'jaligi ekinlarini almashlab ekishda, eroziyaga qarshi chora-tadbirlar ko'rishda va shunga o'xshash turli muhandislik ishlarida qo'llaniladi.

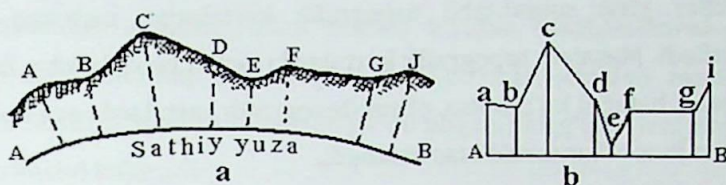
Plan va kartada faqat joydagi barcha tafsilotlarning chegaralari aniqlik bilan tasvirlangan bo'lsa, bunga gorizontali (konturli) plan yoki karta deyiladi. Agar joyning rel'yefi gorizontallar bilan tasvirlangan bo'lsa, unga topografik plan yoki topografik karta deyiladi.

Planga tushirilgan maydon kichik bo'lganligi sababli uni tekis yuzada deb qabul qilinadi, shuning uchun planning barcha joyida masshtab bir xil bo'ladi. Kartada esa katta maydon tasvirlanganligi sababli, uning ba'zi joylarida masshtabi har xil bo'ladi, faqat meridian va parallelga yaqin joylarda masshtabi bir xil bo'ladi, shuning uchun unga asosiy masshtab deb yuritiladi. Boshqa joylarda tafsilotlarning chegarasini ko'rsatishda masshtab saqlanmaydi, bunga kartaning shaxsiy masshtabi deb yuritiladi.

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

Joyda avtomobil' yoki temir yo'l, kanal yoki kollektot, yelektr tarmoqlari, gaz yoki suv quvuqlari va shunga o'xshash har xil chiziqli inshootlarni loyihalash uchun o'sha joyning profilini tuzish kerak. Shuning uchun ham profil'ni aniqlik bilan 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 klassifikasiyasi

Plan va kartalar mazmuni, masshtabi va boshqa hususiyatlariga qarab har xil guruhlariga 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 ayerofotos'yomka 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 ob'yektlar yirik masshtabli topografik kartalariga nisbatan umumlashtirilgan 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 ob'yektlardan tashqari turli tabiiy va ijtimoiy hodisalar ham tasvirlangan geografik kartalariga-mahsus kartalar deyiladi. *Mahsus kartalar* ikki xil bo'lib, mahsus tabiiy va mahsus sosial - iqtisodiy kartalariga bo'linadi.

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

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

§4.3. Masshtablar

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

Masshtab–yer yuzidagi masofalar gorizontaal proyeksiyalarini 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 kichraytirilgan darajasi deyiladi.

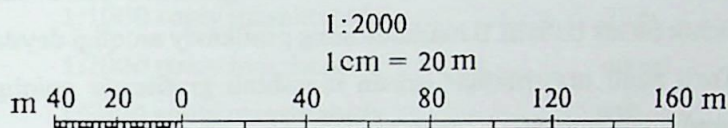
Agarda sonli masshtab so'z bilan ifodalansa-bunga natural masshtab deyiladi. Masalan, sonli masshtab 1: 5000 bo'lsa, natural masshtabda plan yuzasidagi kartadagi 1 sm joyga 50 m to'g'ri keladi.

Grafik masshtab-chiziqli va ko'ndalang chiziqli ko'rinishda bo'ladi.

Chiziqli masshtab deb, sonli masshtabning grafik ko'rinishda chizilishiga aytiladi.

Soniy masshtab ishlatish bilan bog'liq bo'lgan hisoblashlarni qilmaslik uchun soniy masshtabning grafikaviy ifodasi bo'lmish chiziqli masshtabdan foydalaniladi. Santimetr va millimetrlarga bo'lingan chizg'ich (leniyka) chiziqli masshtab vazifasini bajaradi.

Chiziqli masshtab yasash: 1/5000 sonli masshtab berilgan deylik, chiziqli masshtab yasash uchun to'g'ri chiziq o'tkazilib, uni 1 yoki 2sm dan iborat bo'lgan bir nechta bo'laklarga bo'lib chiqiladi. 1sm yoki 2 sm lik har bir bo'lakka masshtab asosi deyiladi. Chap tomondagi birinchi bo'lak, yana 10 ta bo'lakka bo'linadi, bunda masshtabning grafik aniqligi $\pm 0,5$ mm ga teng bo'ladi (4.2.-rasm).



4.2.-rasm. Chiziqli masshtab chizg'ichi.

Grafikaviy ishlarning aniqligini oshirish maqsadida bo'lakni 0,01 aniqlikda o'lchashga imkon beradigan ko'ndalang masshtab chizg'ichidandan foydalaniladi.

Ko'ndalang masshtab burchak tomonlarini kesib o'tadigan parallel chiziqlar bo'laklarining proporsionalligiga asoslangan. To'g'ri chiziqqa 2 sm li AB bo'lak (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 (CD-bo'lak) va ostki (AB-bo'lak) chiziqlarini teng 10 bo'lakka bo'lib, 4.3.-rasmda ko'rsatilganidek ustki chiziqning bosh, ostki chiziqning 1- chi bo'lagi bilan, 1-chi bo'lak ostki 2- chi bo'lagi bilan va hokazolar birlashtiriladi. Shunday qilib, chetki

chap asos 2 mm li bo'laklarga bo'linadi. Undan ham maydaroq bo'laklar olish uchun gorizontaal chiziqlarning eng birinchi BD qiya chizig'i bilan uning yonida turgan BC vertikal chiziq orasida hosil bo'lgan bo'laklardan, ya'ni: DC ustida bo'lagidan pastga qarab ketma-ket 0,2 mm dan kamayib boradigan bo'laklarda foydalaniladi. Pastdan yo'qoriga qarab 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2 mm ga teng bo'laklar hosil bo'ladi. Bunday masshtab normal ko'ndalang masshtab deyiladi. B nuqtadan yo'qorida joylashgan birinchi dc gorizont bo'linma 0,2 mm ga teng bo'lib, unga ko'ndalang masshtabning eng kichik bo'linmasi (t) deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi, ya'ni: $t = \frac{DC}{10} = \frac{AB}{10 \cdot 10} = \frac{AB}{100}$;

O'lchagichning ignalarini yo'llar o'rtasiga o'rnatib, bu eng kichik bo'linma ko'z bilan chamalab keyin ikki bo'lakka bo'lish mumkin. Bu yerda hosil qilinadigan 0,1 mm li bu bo'lak ko'ndalang masshtabda o'lchab bo'linadigan 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 5 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 chizim 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.

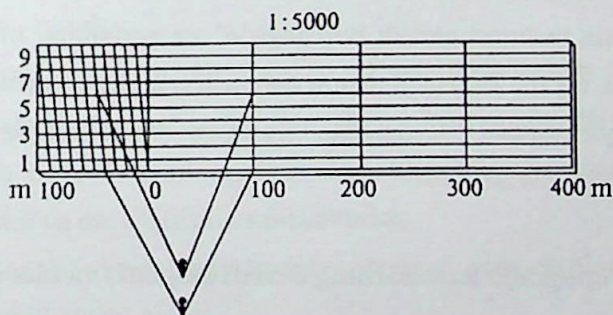
Buning uchun sirkul' oyoqlarini biron bir chizmada aniqlanadigan oraliqqa mos qilib ochib masshtab bo'yicha qo'yiladi va uning chap ignasini masshtabning chetki chap asosida bo'lishi uchun o'ng ignasini qaysi vertikal chiziq bo'ylab siljitish lozimligi aniqlanadi. Bu chiziq topilgach, sirkul' bilan masshtab asosidan birin-ketin yo'qoriga qarab bir paralleldan keyingisiga ko'chirib boriladi. Bunda chap igna chetki chap asosning ko'ndalang chiziqalaridan biriga tushmaguncha o'ng igna o'sha vertikalda turishi kerak. Sirkul'ning 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.

Xususan masshtab asosi quyidagilarga mos keladi:

| | |
|---------------------------------|--------|
| 1:500 soniy masshtabida | 10 m, |
| 1:1000 soniy masshtabida | 20m, |
| 1:2000 soniy masshtabida | 40 m, |
| 1:5000 soniy masshtabida | 100 m, |
| 1:10000 soniy masshtabida | 200 m. |

Ko'ndalang masshtab – grafik shaklida ko'rsatiladi (4.3.-rasm).

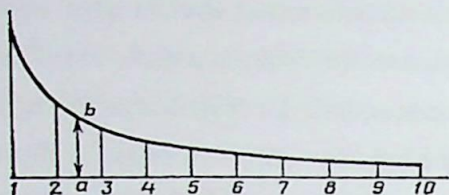
Masalan: 4.3.-rasmda, 1:5000 soniy masshtabi uchun tatbiqan o'lchab qo'yilgan 146,0 m li bo'lak ko'rsatilgan.



4.3.-rasm. Ko'ndalang masshtab chizg'ichi.

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

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

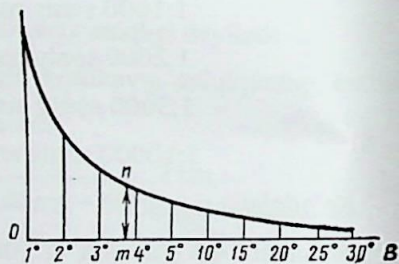


4.4.-rasm.

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

Har bir aniqlangan nuqtadan perpendikulyar chiziq chiqarib, ma'lum masshtabli kartada gorizont uzunlikning oralig'i ab-chiziqning uzunligini qo'yamiz, ya'ni: gorizont oraligining uzunligi-a ni, IV.1-chi formula 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- α va gorizont oralig'i-"m" nuqtada foydalanib, qiyalik burchagi uchun qo'yilish masshtabi tuziladi va bu grafikda ham yuqoridagidek foydalanib, berilgan yo'nalishning qiyalik burchagi aniqlanadi (4.5.-rasm).

§4.4. Topografik kartalarning shartli belgilari va ularning asosiy turlari

Topografik kartalarda yer yuzasi tafsilotlari maxsus shartli belgilar 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 ob'jektning shartli belgisi beriladi. Masalan: bog' - 

2. *Chiziqli shartli belgilar* - uzunasiga davom etgan ob'yektlar, masalan: - daryo, ko'l, yo'llar, telefon liniyalari va boshqalar. Misol uchun: -•---•- telefon tarmog'i.

3. *Masshtabsiz shartli belgilar* bilan konturlarni karta masshtabida ko'rsatish mumkin bo'lmagan ob'yektlar yakka o'sgan daraxt, kilometr va yo'l ko'rsatkichlari, buloq, quduq va hokazolarning joydagi o'rni, shartli belgining markaziga yoki tagiga to'g'ri keladi. Masalan: Δ - geodezik punkt.

4. *Tushuntirish shartli belgilari* - konturli, chiziqli va masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlangan ob'yektlarni 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. Masalan, ♠ - terak.

Topografik kartada geografik obyektlarni tasvirlash uchun ishlatiladigan turli xil ranglar ham shartli belgilardir. Kartada berilgan ranglar ob'yektlarni bir-biridan ajratishga imkon beradi va shu bilan birgalikda berilgan rang karta mazmunini boyitadi va uni o'qishni osonlashtiradi.

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

Mamlakatimizdagi topografik kartalarida ko'rsatilgan shartli belgilari ixcham va qulay bo'lganligidan, Amerika, Angliya topografik kartalariga nisbatandan sifat jihatidan ancha yuqori turadi.

§4.5. Topografik kartalarda rel'yefning shakllari

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

Rel'yef shakllari katta-kichikligiga ko'ra, makrorel'yef, mezorelyef va mikrorel'yeflariga bo'linadi.

1. *Makrorel'yef* - yer yuzining yirik rel'yefli shakllaridan biri bo'lib, unga tog' tizmalari, yirik vodiylar va boshqalar kiradi.

2. *Mezorel'yef* - o'rtacha kattalikdagi rel'yef, unga tog', tepaliklar, kichik vodiylar va hokazolar kiradi.

3. *Mikrorel'yef* - rel'yefning mayda shakllarini, masalan: do'ngliklar, qo'rg'ontepa va jilg'alarni o'z ichiga oladi.

Rel'yef shakllarining xarakteri va dengiz yuzasidan past-balandligiga ko'ra pasttekislik, tekislik, qir-adir, yassi tog'lik, tog'lik rel'yeflariga bo'lish mumkin.

Rel'yef shakllari tashqi ko'rinishi bo'yicha bo'rtib chiqqan (qavariq) va botiq bo'ladi.

Rel'yefning *qavariq* shakllariga – qo'rg'ontepa, tog', do'nglik va h. k. lar kiradi.

Rel'yefning *botiq* shakllariga – vodiylar, jarlik, soy va h. k. lar kiradi.

Rel'yefni balandlik usuli bilan tasvirlash – Balandlik deb, nuqtaning absolyut balandligini ifodalovchi raqamlarga aytiladi.

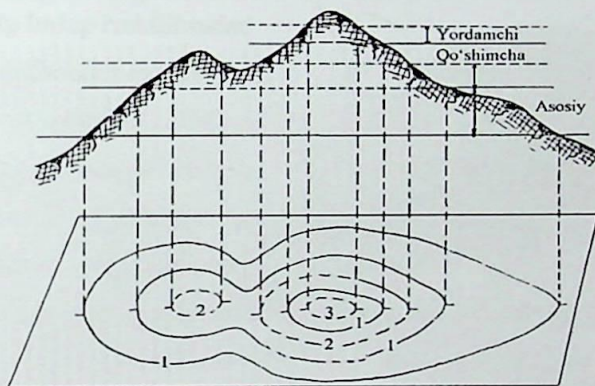
Balandlik usulida biron bir joyning rel'yefini qog'ozda tasvirlash uchun masalan; tepalikning eng baland nuqtasi, etagi, yon bag'irlarining bukilgan joyi va boshqa shunga o'xshash nuqtalarining absolyut balandligi aniqlanadi. So'ngra bu nuqtalar qog'ozga tushirilib uning yoniga balandlik qiymatlari yozib quyiladi. Rel'yefning bu usulda tasvirlanishi, kartadagi nuqtalarning baland-pastligini tez va oson aniqlashga imkon yaratadi, ammo rel'yefning bu usulda tasvirlanishid

kartada yon bag'irlarlarning 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.

Rel'yefni gorizontallar bilan tasvirlash – topografik kartada rel'yef 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 chiziq'larga gorizontallar deyiladi.



4.6.-rasm.

Gorizontallarni qurishda quyidagi shartlarga rioya qilinadi:

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

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.

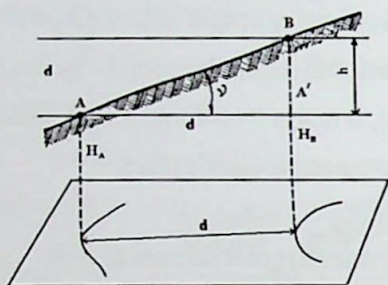
3. Gorizontallar oralig'i bilan qiyalikning bir-biriga bog'liq ekanligi.

Ikki gorizont tekislik orasidagi vertikal masofa *kesim balandligi-h*; ikki nuqta orasidagi masofa, ya'ni: AA_1 ning gorizontaal proyeksiyasi esa, ya'ni: *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:

$$h = atg\alpha \text{ yoki } tg\alpha = i = \frac{h}{a}; \quad (4.2)$$



4.7.-rasm.

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

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

Kesim balandligi-1, 2, 5 va 10 metr bo'ladi. Ayrim joylarning relyefini gorizontallar bilan to'liq ravishda ko'rsatish mumkin bo'lmasa, yordamchi gorizont-

lar o'tkaziladi va ular uzoq (punktir) chiziqlar bilan belgilanadi, ya'ni ular 0,50 m va hokazo bo'ladi.

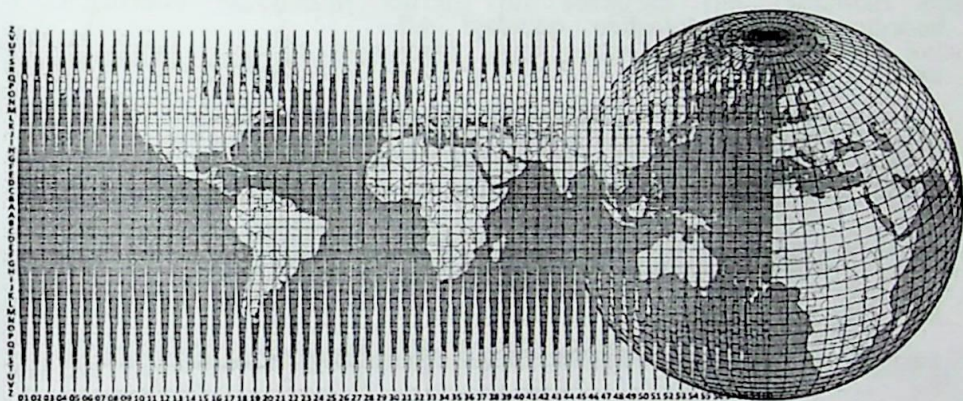
Rel'yefni o'qish oson bo'lishi uchun har beshinchi gorizontali yo'g'on chiziladi va gorizontallarga qiyalik yo'nalishini aniqlash uchun (qisqa chiziqlar) qo'yiladi. Bu qisqa chiziqlar qaysi tomonga yo'naltirilgan bo'lsa, qiyalik nishabligi o'sha tomonga yo'nalgan bo'ladi.

§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 sharxi-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 Grinвич meridianidan boshlab uzoqlik bo'yicha har 6° dan 60 ta ikki burchak (ustun)larga bo'linadi, ular arab raqamlari bilan 180° meridiandan boshlab sharqqa tomon belgilanadi (raqamlanadi). Agar raqamlash 0° dan boshlansa bunday *ikki burchakliklar - zonalar* deyiladi. Zonalar hisobi ustunlarnikidan 30 ga farq qiladi, masalan 34 ustun 14 zona. Er sirti tasviri kenglik bo'yicha har 4° dan parallelar bilan ekvator dan shimolga va janubga lotin alifbosi bosh harflari bilan belgilanadigan qatorlarga bo'linadi (4.8.-rasm).



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

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

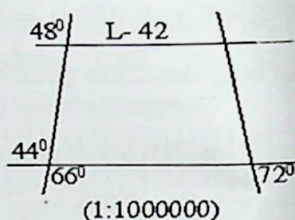
Yer yuzasini parallelar bilan bo'lish natijasida poyas (qator) lar hosil qilinadi va ular har bir yarim sharda 22 tadan to'liq, 1 tadan yarim sharda qatorlar bo'yicha ekvatordan shimol va janubga qarab lotin alifabosining bosh harflari bilan belgilanadi. Masalan: A, B, C, ... U va V. Yer yuzini meridianlar bilan bo'lish natijasida 60 ta kolonna (ustun) hosil bo'ladi. Ustunlar uzunligi 180 bo'lgan meridiandan g'arb-dan, 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 (4.9.-rasm).

Misol uchun, $B = 44^{\circ}16'28''$; $L = 68^{\circ}10'36''$ bo'lganda, turli masshtabdag kartalarining nomenklaturasini aniqlash talab qilinsin?

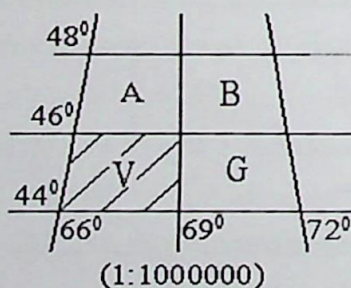
Qator va ustunlarning belgisi, hamda trapesiya ramkasi burchaklarining geodezik koordinatalarini aniqlashda quyidagi 4.8.-rasmdan foydalanamiz.

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

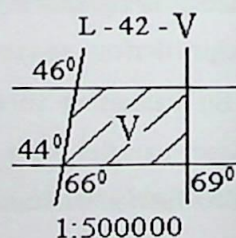


4.9.-rasm.

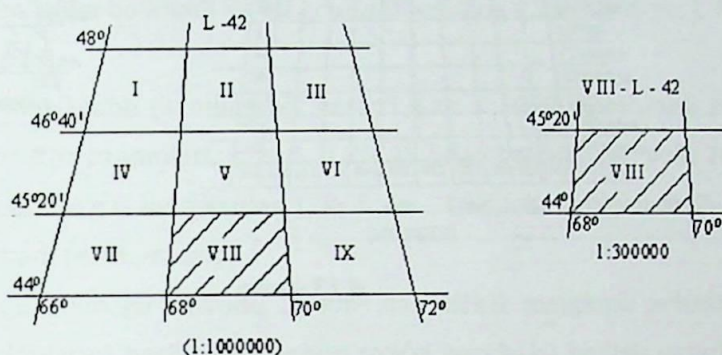
1:1000000 masshtabli kartaning bir varag'iga 1: 500000 masshtabli kartaning 4 ta varag'iga to'g'ri keladi, bu varaqalar rus alifbosiining bosh harflari, ya'ni: A, B, V va G harflari bilan belgilanadi (4.10.-rasm).



4.10.-rasm.

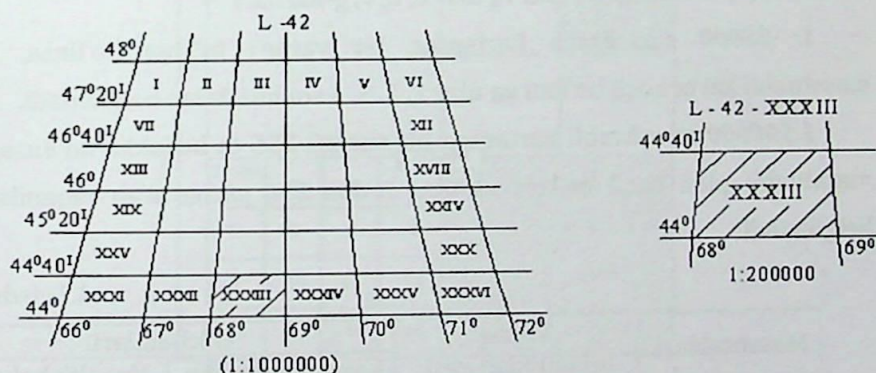


1:1000000 masshtabli kartaning bir varag'iga rim raqamlari (I-IX) bilan belgila-nadigan va millionli varaqning nomenklaturasi oldiga yoziladigan 1:300000 masshtabli kartasining 9 ta varag'i to'g'ri keladi (4.11.-rasm).



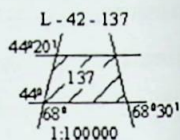
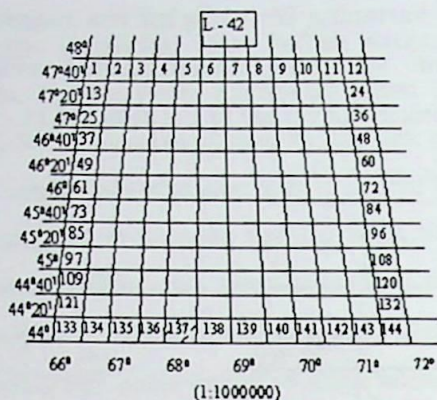
4.11.-rasm.

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'lsa, 1:50000 masshtabli karta hosil bo'ladi, ular rus alifbosining bosh harflari, ya'ni A, B, V, G harflari bilan harflari belgilanadi.

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

1: 25000 masshtabli kartaning bir varag'i to'rtga bo'lsa, 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'lsa, 1:50000 masshtabli plan hosil bo'ladi va ular 1 dan 256 gacha arab raqamlari bilan belgilanadi.

4.1-jadval.

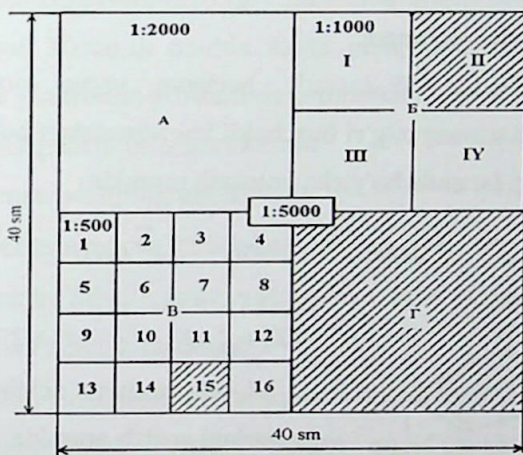
| Masshtablari. | Varaq nomenklaturasi. | O'lchamlari. | |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | | Kenglik bo'yicha. | Uzoqlik bo'yicha. |
| 1: 1000000 | M-38 | 4 ⁰ | 6 ⁰ |
| 1: 500000 | M-38-V | 2 ⁰ | 3 ⁰ |
| 1: 200000 | M-38-XXXI | 40 ¹ | 60 ¹ |
| 1: 100000 | M-38-73 | 20 ¹ | 30 ¹ |
| 1: 50000 | M-38-113-B | 10 ¹ | 15 ¹ |
| 1: 25000 | M-38-113-B-b | 5 ¹ | 7'30 ^{II} |
| 1: 10000 | M-38-113-B-b-2 | 2'30 ^{II} | 3'45 ^{II} |

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

1:2000 masshtabli plani hosil qilish uchun 1:5000 masshtabli plani 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, Г 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, ... deb, arab raqamlari bilan belgilanadi (4.14.-rasm).

Ayrim maydonlar uchun 1: 1000 va 1: 500 masshtabli topografik planlarning varaqlarini belgilash texnikaviy loyiha (ish dasturi)da ko'rsatiladi.

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

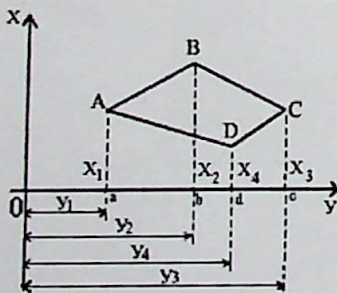
| IV.2-jadval. | | |
|--------------|--------------------------|----------------------|
| Masshtabi. | Planshet nomenklaturasi. | Ramka o'lchami, (sm) |
| 1: 5000 | 4 | 40 x 40 |
| 1: 2000 | 4-B | 50 x 50 |
| 1: 1000 | 4-B-II | 50 x 50 |
| 1: 500 | 4-B-15 | 50 x 50 |

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

Topografik karta va planlarda maydonlarning yuzasi analitik, geometrik 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 poligonning yuzasini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$S_{ABCD} = S_{ABba} + S_{BCdb} - S_{CdcD} - S_{DcaA} \quad (IV.3)$$



4.15.-rasm.

$$2S = (X_1 - X_2)(Y_2 - Y_1) + (X_2 + X_3)(Y_3 - Y_2); \quad (IV.4)$$

$$-(X_3 + X_4)(Y_3 - Y_4) - (X_4 + X_1)(Y_4 - Y_1);$$

4.4-formulani ochib chiqilsa, qo'yidagi

formulani yozish mumkin, ya'ni:

$$2S = X_1(Y_2 - Y_4) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_4 - Y_2) + X_4(Y_1 - Y_3); \quad (IV.5)$$

formulasini hosil qilamiz.

4.5–chi formulasini n -ta burchakli poligon uchun qo'llasak, u holda bu formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$2S = \sum_{i=1}^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}); \quad (\text{IV.6}) \text{ yoki}$$

$$2S = \sum_{i=1}^n Y_i(X_{i-1} - X_{i+1}); \quad (\text{IV.7})$$

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. Topografik karta va planlarda murakkab konturlarning maydonini geometrik usulda aniqlash uchun, konturlar yuzasi oddiy geometrik shakl (uchburchak, to'rtburchak, trapesiya va hokazo)larga bo'linadi. Har bir geometrik shakl karta yoki planda alohida o'lchanib, uning maydonini geometrik formulalar yordamida hisoblab chiqariladi. So'ngra oddiy shakllarning yuzasi umumlashtirilib murakkab konturning yuzasi aniqlanadi.

3.Mexanik usul. Mexanik usulda karta yoki planda yer maydonlarining yuzalari ko'pincha planimetr yordamida aniqlanadi, buning uchun planimetrni ishlatuvchilar quyidagilarni bilishlari kerak:

- qutbli planimetr va uning tuzilishini;
- planimetrni tekshirish va tuzatishni;
- planimetrning bo'lak qiymatini aniqlash va qulay songa keltirishni;
- planimetr bilan ishlash tartibini;
- planimetr bilan yuza hisoblash aniqligini bilishi lozim.

Mustaqil mashg'ulotni bajarish uchun quyidagi asbob uskunalar va jihozlardan foydalanadilar:

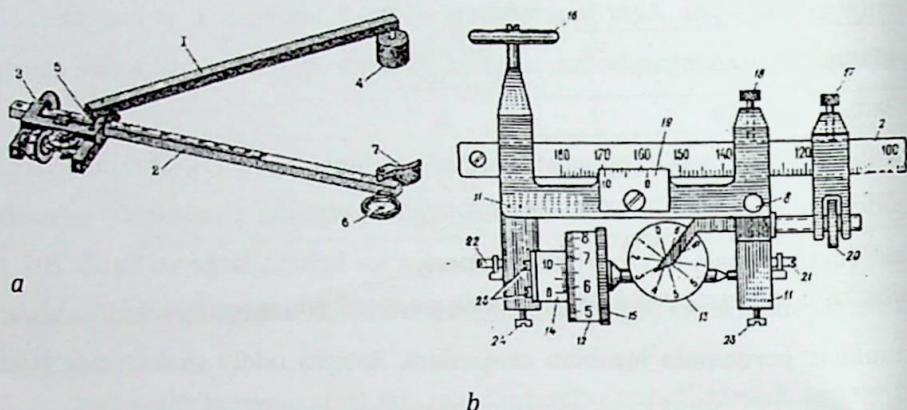
planimetr;

karta yoki joy plani;

sirti tekis stol yoki fanera;

yuza aniqlash jurnali.

Qutbli planimetr va uning tuzilishi. Plan va kartalardagi konturlar yuzasi mexanikaviy usulda aniqlashga imkon beradigan qurolga *planimetr* deb aytiladi. Planimetr chiziqli va qutbli bo'ladi. Qutbli planimetrlar ko'proq qo'llaniladi. Ikki richagdan-qutb richagi (1), aylantirish richagi (2) va karetk (sanoq olish mexanizimi) (3) dan tashkil topgan (4.16.-rasm).



4.16.-rasm. Qutbli planimetr ПП-М ning tuzilishi:

4.16.-rasmdagi belgilar: 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-vern'yer; 15, 16-g'ildirak; 17, 18-vintlar; 19-aylantirish richagidagi vern'yer; 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 aylanuvchi indeks (6), va dasta (7) ishlangan. Aylantirish indeksi (nuqtasi) planimetrning tayanch nuqtasi bo'lib, aylantirish nuqtasini aniqlanadigan kontur chegarasi bo'yicha yurg'iziladi.

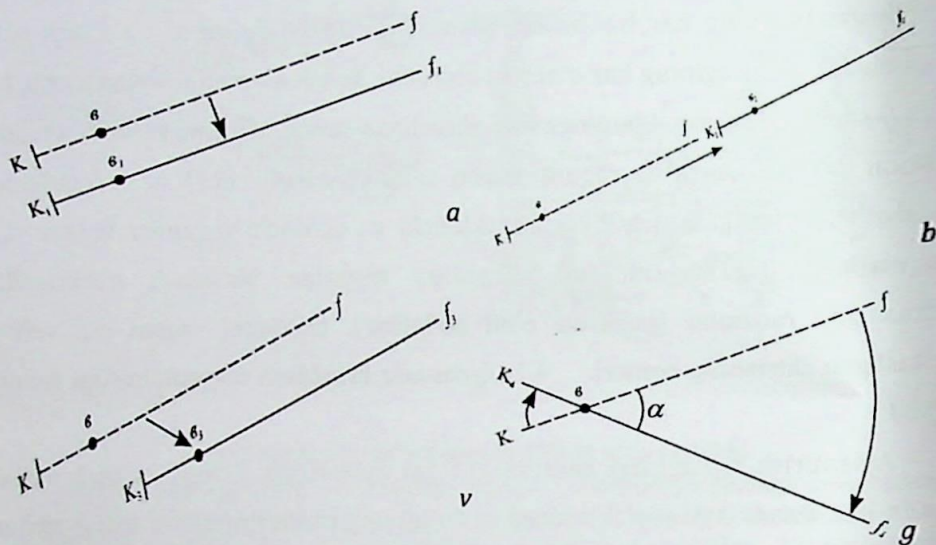
Hisoblash mexanizmi (4.16.b.-rasm) hisoblash g'ildiragi (12), hisoblash g'ildi-raging to'la aylanishini sanoq olish barabani (13) dan iborat. Hisoblash g'ildiragi-gidan sanoq verner (14) yordamida olinadi. Kontur chegarasi bo'yicha yuritilganda hisoblash g'ildiraging tayanch g'ildiragi (15), g'ildirak (16) aylanadilar yoki surila-dilar. Ular aylantirish indeksi (nuqtasi) (6) bilan planimetrning uchta tayanch nuqta-sini tashkil etadilar.

Hisoblash g'ildiragi (12) ning aylanasi (4.16.b.-rasm) 100 ta teng bo'lakka bo'lingan. Ularning har bir bo'lagi planimetrning 10 bo'lagini o'z ichiga oladi. Hisoblash g'ildiraging 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. 4.16.b.-rasmda hisoblash mexanizmidagi sanoq-3584.

Aylantirish richagidagi karetk (11) ni aylantirish richagi bo'ylab surish mum-kin. Bunda aylantirish richagi uzunligi o'zgaradi. Karetkani surish uchun (17) va (18) vintlarini bo'shatish kerak. Ish oldidan aylantirish richagi verner (19) va mikrometr vint (20) yordamida ma'lum uzunlikka qo'yiladi. Buning uchun vernerni richag shkalasidagi bir songa qo'yib, vint (17) mahkamlanadi, keyin mikrometr vint (20) ni burib, songa aniq to'g'rilanib vint (18) mahkamlanadi.

Hisoblash g'ildiraging aylanishi aylantirish richagi harakatining yo'nalishiga bog'liq, agar aylantirish richagi o'ziga nisbatan perpendikulyar yo'nalishda (4.17.a.-rasm) harakat qilsa (k_f dan k_{f1} ga surilsa), hisoblash g'ildiragi tola aylanadi. Agar aylantirish richagi o'z yo'nalishi (4.17.b.-rasm) bo'yicha (k_f dan k_{f2} ga surilsa) harakat qilsa, hisoblash g'ildiragi aylanmay, faqat suriladi. Agar aylantirish richagi diogonal yo'nalishi (4.17.v.-rasm) bo'yicha

harakat qilsa (k_f dan k_{3f_3} ga surilsa), hisoblash g'ildiragi qisman aylanadi, qism suriladi. Agar aylantirish richagi "v" nuqta atrofida " α " burchakka burilsa, k_f k_{4f_4} ga ko'chsa, (4.17.g-rasm) hisoblash g'ildiragi teskari tomonga aylanadi. (4.17.v.-rasm) nuqta aylantirish richagi bilan qutb richagining birlashgan nuqtasi bo'ladi. Ishlash vaqtida aylantirish richagi shu nuqta atrofida aylanadi. Nuqta aylantirish shpilining uchi, hisoblash g'ildiragining harakat yo'nalish strelka bilan ko'rsatilgan.



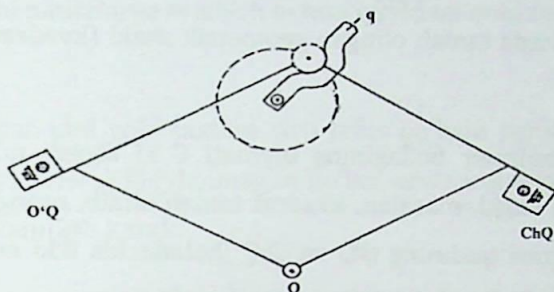
4.17.-rasm.

Planimetрни tekshirish va tuzatish. Ish boshlashdan oldin hamma geodeziya asboblari singari planimetr ham tekshirilib, zarur hollarda tuzatilib olinadi. Buning uchun:

1. Hisoblash g'ildiragi o'z o'qida erkin va tebranmay aylanishi kerak. Buning 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 (4.16.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'zgartirilmadan biron shakl, masalan doira chegarasi ikki qutb holatida: o'ng qutb ($O'Q$) va chap qutb (ChQ) da aylantirilrib chiqiladi (4.18.-rasm).



4.18.-rasm.

Aylantirish xatosining ta'sirini kamaytirish uchun ma'lum radiusli maxsus ignali chizg'ichdan foydalaniladi. Aylantirishda planimetrning shkala richagi orasidagi burchak o'tkir (90° 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:

$$P = C \cdot \Delta U, \quad (4.8)$$

bu yerda: ΔU – planimetrdan aylantirish boshidan va oxirida olingan sanoqlar ayirmasi; C –Planimetr bo'lagining qiymati.

Planimetr bo'lagining qiymati C quyidagi ifodadan topiladi:

$$C = \frac{R_H}{\Delta U}, \quad (IV.9)$$

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 aylantirib chiqiladi. Bunda aylantirish richagining uzunligi aniqlangan bo'lib, o'zgarishsiz 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 $R_1 = 163,5$ cm olsak, planimetr bo'lagining qiymati yaxlit son $C_2 = 0,1$ bo'lishi uchun richag uzunligi R_2 ning qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

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

4.3-jadval

| Sanoqlar U_1 U_2 U_3 | Sanoqlar ayirmasi U_2-U_1 U_3-U_2 | Sanoqlar ayirmasining o'rtachasi, ΔU_{p} | Bo'laklar soni, ΔU | Planimetr bo'lagining qiymati, $C = \frac{P_H}{\Delta U}$ |
|-------------------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| 2516 5668 8818 111 | 3152 3150 | <i>O'ng qutb (O'Q)</i> 3151 | 3150,5 | $C = \frac{300}{3150,5} = 0,09522$ ga |
| 4260 7411 | 3151 3149 | <i>Chap qutb (ChQ)</i> 3150 | | |

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

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

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° kichik, 150° dan katta bo'lmasligi 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 quyiladi 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 hisoblash planimetr o'zgarmas miqdorlarini aniqlash, hisoblash g'ildirigidan sanoq olinayotgan aylanuvchi shpilni konturdagi tanlangan nuqta bilan o'lchash boshida va oxirida tutashtirishdagi xatolar ta'sir etadi.

Olimlarning tekshirishi shuni ko'rsatadiki, yuza hisoblash aniqligi o'lchanadigan yuzaning kattaligiga, uchastka shakliga, planimetrni uchastka bilan nisbatan o'rnatilishiga, planimetrning masshtabi va qog'oz sifatiga bog'liq.

Maydoni planda 10–15 sm² dan kichik bo'lgan uchastkalar yuzasini planimetr bilan o'lchash tavsiya etilmaydi. Ular yuzasini paletka yordamida aniqlash yaxshiroqdir. Cho'ziq va shu bilan birga katta perimetrga ega bo'lgan konturlar (daryolar, yo'llar, kanallar va boshqalar) yuzasini planimetr o'rni bilan grafikaviy yoki geometrik usullar bilan aniqlash yaxshi natija beradi.

Planimetr bilan o'lchangan n ta uchastka yuzasining yig'indisidagi yuzaning o'q'yarli xato lim f_p , agar ularning umumiy yuzasi P ga teng uchastka ichida joylashgan bo'lsa, prof. A. V. Maslov tomonidan taklif etilgan quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lim f_p \leq \pm \left(0.7C\sqrt{n} + 0.05 \frac{M}{10000} \sqrt{P} \right); \quad (4.10)$$

bu yerda: C -planimetr bo'lagining nisbiy qiymati;

n -konturlar soni;

M -plan soniy masshtabining maxraji;

P -gektar hisobidagi uchastka yuzasi.

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

Maydon yuzasi qo'yidagi formula bilan aniqlanadi:

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

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

bu yerda: Q-planimetrning doimiy qiymati.

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

Planimetrning doimiyliqi-Q qo'yidagi formula yordamida aniqlanadi:

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

bu yerda: S-uchastkaning o'zgarmas maydoni;

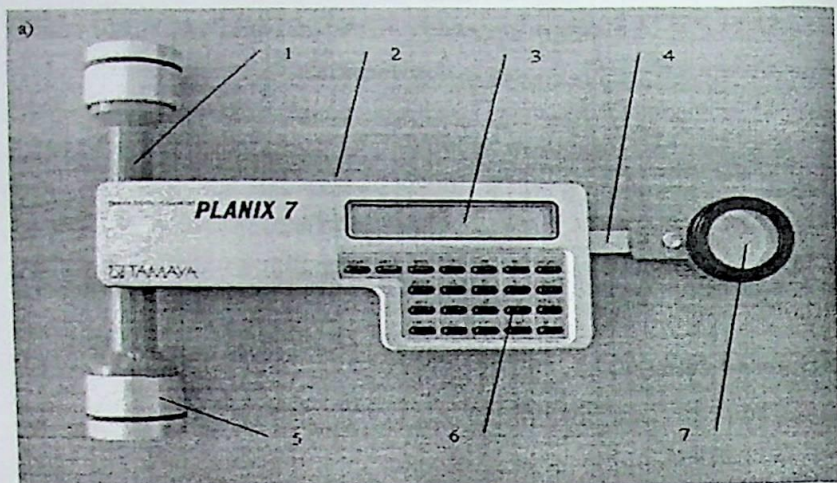
C-planimetr bir bo'lagining qiymati, $n' = n - n_0$ ma'lum bo'lishi kerak.

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:

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

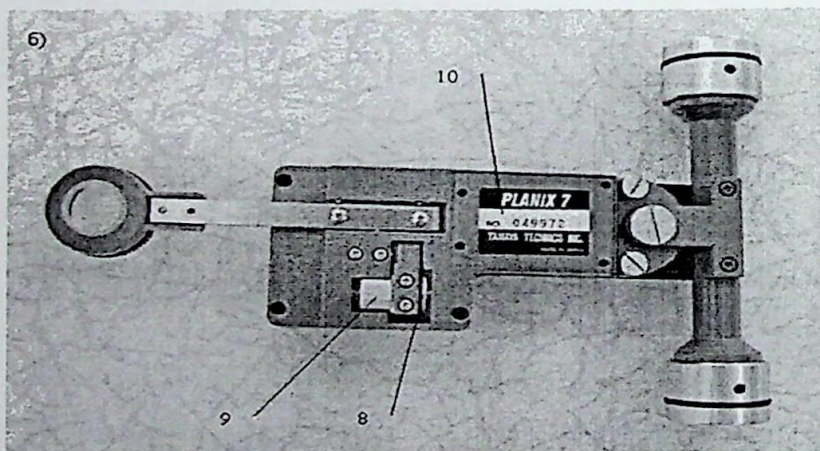
Planimetr bilan maydon yuzasini topish aniqligi 1:300 nisbiy xato atrofida bo'ladi.

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



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

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



4.20.-rasm. Planix 7 elektron planimetrining orqa tomonidan ko'rinishi.

4.19. va 4.20.-rasmlaridagi belgilar:

1-g'ildirakli mexanizm; 2-raz'yom; 3-ekran; 4-trasser dastasi; 5-rolik; 6-tugmalar; 7-trasser linzasi; 8-g'ildirak; 9-bosh qism; 10-batareyka.

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.

Misol-4. Qutbli planimetr, ya'ni: Planimetr № 1125 yordamida kartadagi maydon yuzasini aniqlaymiz.

Berilgan maydon yuzasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S=P*(n_2.n_1)$$

bu yerda: P -planimetr bir bo'lagining qiymati, u quyidagicha aniqlanadi:

$$P=S/(n'_2.n'_1)$$

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

S -ma'lum masshtabli kartadagi kontur yuzasi.

Misol-4. Qutbli planimetr, ya'ni: Planimetr №1125 yordamida kartadagi maydon yuzasini aniqlaymiz.

Berilgan maydon yuzasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S=P*(n_2.n_1)$$

bu yerda: P -planimetr bir bo'lagining qiymati, u quyidagicha aniqlanadi:

$$P=S/(n'_2.n'_1)$$

bu yerda: n'_2 va n'_1 - lar planimetrni aylantirishdan oldingi va keyingi sanoqlar. S -ma'lum masshtabli kartadagi kontur yuzasi.

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

a). Planimetrning bir bo'lak qiymatini topamiz.

| | | |
|-------------|---------|--|
| $n'_0=0000$ | >1432 | $(n'_2 - n'_1)_{o'n} / 6 =$ |
| $n'_1=1432$ | >1428 | $= (1432+1428+1434+1426+$ |
| $n'_2=2860$ | >1434 | $+1438+1422) / 6 = 1430$ |
| $n'_3=4294$ | >1426 | <i>Karta masshtabi. 1:10000 bo'lsa,</i> |
| $n'_4=5720$ | >1438 | $S_{\square} = 1000 \times 1000 = 1000000 \text{ m}^2$ |
| $n'_5=7158$ | >1422 | $P = S_{\square} / (n'_2 - n'_1)_{o'n} = 1000000 / 1430 =$ |
| $n'_6=8580$ | | $= 699,3 \text{ m}^2$ |

b). Berilgan maydon yuzasini aniqlaymiz.

| | | |
|------------|--------|---|
| $n_0=1730$ | >343 | |
| $n_1=2073$ | >372 | $(n_2 - n_1)_{o'n} = (343 + 372 + 373 +$ |
| $n_2=2445$ | >373 | $+ 374 + 329 + 359 +) / 6 = 357$ |
| $n_3=2818$ | >374 | |
| $n_4=3196$ | >329 | $S = P * (n_2 - n_1) = 699,3 * 357 = 249650,34 \text{ m}^2$ |
| $n_5=3521$ | >359 | yoki 24,97 ga |
| $n_6=3875$ | | |

Nisbiy xatoni aniqlaymiz.

$$S_{\text{graf.}} = 250000 \text{ m}^2 ; \quad S_{\text{geom.}} = 249350 \text{ m}^2 ;$$

$$S_{\text{mex.}} = 249650,34 \text{ m}^2 ; \quad S_{\text{anal.}} = 250000 \text{ m}^2$$

$$\Delta S = S_{\text{graf.}} - S_{\text{geom.}} = 250000 - 249350 = 650 \text{ m}^2$$

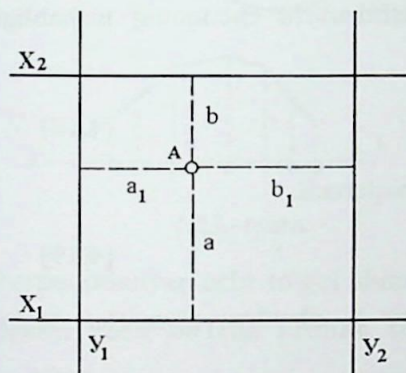
Kartada berilgan yuzani hisoblashdagi nisbiy xato quyidagicha, ya'ni

$$\Delta S/S < 4/250 \text{ bo'lishi kerak.}$$

$$\Delta S/S = 650/250000 = 1/385 < 1/250.$$

§4.8. Topografik karta va planlarda masalalar yechish

1. *Nuqta koordinatasini 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.



$$X_A = x_1 + \frac{\Delta x}{a + \epsilon} a = x_2 - \frac{\Delta x}{a + \epsilon} \epsilon; \quad (4.15)$$

$$Y_A = y_1 + \frac{\Delta y}{a_1 + \epsilon_1} a_1 = y_2 - \frac{\Delta y}{a_1 + \epsilon_1} \epsilon_1; \quad (4.16)$$

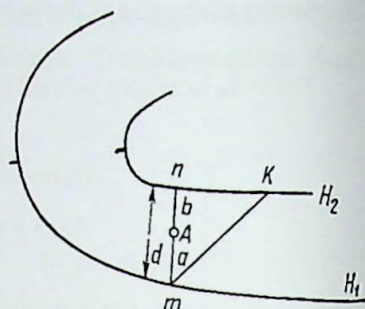
bu yerda: $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$

4.21.- rasm.

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

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



4.22.-rasm.

$$H_A = H_1 + \frac{h}{d}a = H_2 - \frac{h}{d}b; \quad (4.17)$$

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

$$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{d}; \quad (4.18)$$

BA chizig'ining nishabligi qo'yidagicha aniqlanadi.

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

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

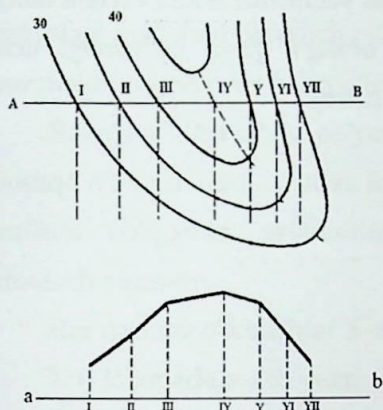
4. Gorizont (qo'yilish) masofasini aniqlash. Misol uchun (4.23.-rasm, qarang), karta yoki planda oraliq masofasi no'malum bo'lgan A va B nuqtalar berilgan bo'lsin. Karta yoki planning masshtabini bilgan holda A va B nuqtalar orasidagi masofani o'lchagich sirkul' va masshtab chizg'ichi yordamida aniqlash mumkin. A va B nuqtalar orasidagi masofani yuqori aniqlik bilan topish uchun esa nuqtalarning koordinatalari orqali teskari geodezik masalani yechish orqali aniqlanadi. Buning uchun (4.15) va (4.16) formulalari yordamida A va B nuqtalarining koordinatalarini hamda (4.19) formulasi yordamida A va B nuqtalarining

yo'nalishining direksion burchaklari aniqlanadi. So'ngra A va B nuqtalar orasidagi gorizont masofa qo'yidagi yordamida topiladi:

$$d_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y_{AB}}{\sin \alpha_{AB}}; \quad (4.20),$$

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

5. Gorizontallar orqali joyning profilini tuzish.



4.23.-rasm.

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 masofalar I-II, II-III, ..., va hokazolar belgilanadi. To'g'ri chiziq- ab da belgilangan nuqtalardan perpendikulyar chiziqlar o'tkaziladi va taqribiy masshtabda I, II, ..., VII nuqtalarning balandliklari qo'yiladi.

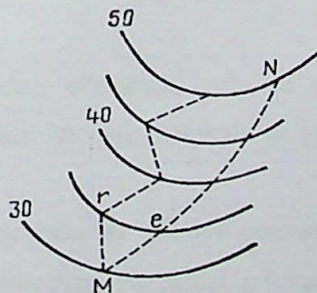
Perpendikulyar uchi to'g'ri chiziq bilan tutashtirilsa, joydagi AB yo'nalishning profili hosil bo'ladi. Profilni tuzish uchun gorizont masshtabga nisbatan vertikal masshtab o'n bar obar yirik olinadi.

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

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:

$$d = \frac{h}{i}; \quad (4.21)$$



4.24.-rasm.

IV.21-chi formuladagi h ning o'rniga berilgan karta yoki plandagi rel'y kesim balandligi- h , nishabligi- i ning o'rniga i_0 qo'yilsa, gorizontallar orasida eng qisqa masofa- d topiladi, bu masofa nishablik i_0 ga mos tushadi.

O'lchagich sirkul' bilan karta yoki plan masshtabi asosida masofa- d olinishi bu radius bilan M nuqtadan turib keyingi gorizontallardagi " r " va " e " nuqtalarida 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 qisqasini izlanayotgan masofa deb qabul qilinadi (4.24.-rasm).

5-BOB. O'LCHASH XATOLARI HAQIDA TUSHUNCHA

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

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

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

Bavoisita o'lchashda ob'yekt 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 ob'yekt;
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 aniqli 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 h^{ye} qachon o'lchanayotgan ob'yektning haqiqiy qiymatiga to'g'ri kelmaydi. Shunda 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 parishonxotirligidan yoki noto'g'ri sanoq olishida charchaganlik hamda ishga beparvolik bilan yondashishidan kelib chiqadi. Masalan, bir ob'yekt o'rniga boshqasini o'lchab qo'yish, noto'g'ru 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 ob'yektни bir necha marta o'lchashda doimo bir xil xatolik ishora va bir xil qiymatda takrorlanadigan xatodir. Sistematik xatoning kelib chiqishiga o'lchash asbobi uzunligining xatosi, nivelir vizir o'qining gorizont 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 hal qilish zarur.

Tasodifiy xato bu o'lchash natijalaridagi qo'pol va sistematik xatolarni 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 xatolar nazariyasi-ning asosiy vazifalaridan biri tasodifiy xatolarning kelib chiqish qonunini o'rganib chiqib, uning o'lchash natijalariga bo'lgan ta'siri kamaytirishdan iboratdir.

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

O'lchanadigan ob'yektning o'lchab topilgan qiymati bilan haqiqiy qiymat 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 -ob'yektning 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 qo'yidagi formula yordamida aniqlanadi, ya'ni:

$$v = l_r-L; \quad (5.2)$$

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 xossalari 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 qo'yidagi 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 sarsim bo'lga nolga yaqinlasha boradi, ya'ni bu xossani qo'yidagi matematik ifoda ko'rinishi yozish mumkin:

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

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 quyariq xatosini aniqlashdan iborat. Geodeziya 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 taqazo qilganligi sababli, geodezik o'lchashlarni sanoqsiz ravishda katta tuzatishlarga to'g'ri keladi 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:

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

Geodezik o'lchash ishlarida ayrim hollarda o'lchashlarning aniqligini oshirish maqsadida o'rta kvadratik xatoning ikkilangan qiymati qabul qilinadi.

$$\Delta_{\text{cheki}} = 2m; \quad (5.7)$$

Geodezik o'lchashlar amalda shuni ko'rsatadiki, asosan 1000 ta o'lchashlar xatosidan faqat 30-32 tasi absolyut qiymati bo'yicha o'rta kvadratik xato 3 m dan, 5 tasi 2 m dan va 1000 ta o'lchash xatosidan faqat 3 tasi 3m dan yuqori bo'ladi.

O'lchash aniqligini aniqlash Qarshi muhandislik iqtisodiyot institutiga qarashli "Geodeziya, kartografiya va kadastr" yo'nalishi 1-kurs talabalarining malakaviy amaliyot hujjatlaridan olingan teodolit yo'li burchaklarini aniqlashdagi o'lchash natijalari asosida misol keltirilgan. 30 ta talaba (5-ta brigada) har biri 6 ta burchakdan iborat bo'lgan yopiq teodolit yo'lida gorizontal burchaklarni o'lchadilar. O'lchash jarayonidagi har bir teodolit yo'lida hosil bo'lgan burchaklar yig'indisida qilingan haqiqiy xatosi o'sha yo'llardagi burchak xatosi bo'lib hisoblandi.

Shunga ko'ra 5.1-jadvalida keltirilgan haqiqiy xato quyidagi formula bilan hisoblab topiladi:

$$\Delta_n = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n; \quad (5.8)$$

$\sum_1^n \beta_a$ – har bir teodolit yo'lidagi burchaklar yig'indisi;

$\sum_1^n \beta_n$ - ko'p burchak ichki burchaklarining nazariy yig'indisi.

Masalan, birinchi brigada o'lchagan burchaklarining yig'indisi $720^{\circ}0,7'$ teng. Bu brigadada o'lchangan haqiqiy xato $\Delta = 0,7$ teng. Shunday qilib, olti burchakli yopiq teodolit yo'lidagi nazariy burchaklar yig'indisi esa $720^{\circ}0'$ ga tengdir. Bu brigadada o'lchangan haqiqiy xato $\Delta = 0,7$ teng. Shunday qilib, V.1-jadvalda teodolit yo'llaridagi burchak xatosi, ya'ni har bir teodolit yo'lida burchaklar yig'indisidan kelib chiqqan xato, haqiqiy xato sifatida keltirilgan.

5.1-jadval.

| t/t | Δ_n | Δ_n^2 | t/t | Δ_n | Δ_n^2 | t/t | Δ_n | Δ_n^2 |
|-----|------------|--------------|-----|------------|--------------|-----|------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 0,7 | 0,49 | 11 | -0,5 | 0,25 | 21 | 0,0 | 0,00 |
| 2 | 1,0 | 1,0 | 12 | 1,0 | 1,0 | 22 | 0,1 | 0,01 |
| 3 | 0,5 | 0,25 | 13 | 1,0 | 1,0 | 23 | -0,2 | 0,04 |
| 4 | 0,7 | 0,49 | 14 | -1,0 | 1,0 | 24 | -0,3 | 0,09 |
| 5 | 0,7 | 0,49 | 15 | -0,3 | 0,09 | 25 | 0,0 | 0,00 |
| 6 | -2,4 | 5,76 | 16 | 0,4 | 0,16 | 26 | 0,2 | 0,04 |
| 7 | -0,4 | 0,16 | 17 | 2,7 | 7,29 | 27 | 0,9 | 0,81 |
| 8 | 0,4 | 0,16 | 18 | 1,3 | 1,69 | 28 | 1,3 | 1,69 |
| 9 | 0,4 | 0,16 | 19 | -0,7 | 0,49 | 29 | -1,2 | 1,44 |
| 10 | 0,6 | 0,36 | 20 | 0,8 | 0,64 | 30 | -0,4 | 0,16 |

Masalan, 5.1-jadvaldagi natijalardan foydalanib qo'yidagi masalani mis tariqasida yechilsin:

1. O'rtacha kvadratik xato-m aniqlansin?
2. Chekli xato, ya'ni $\Delta_{\text{chek}} = 3m$ va $\Delta_{\text{chek}} = 2m$ aniqlansin?
3. 3m dan oshmaydigan xatolar, 2m oralig'idagi xatolar va 2m dan kam bo'lgan xatolar foiz hisobida aniqlansin?

Yechish tartibi.

1. O'rtacha xatoni quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n};$$

2. O'rtacha kvadratik xatoni quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta]^2}{n}};$$

3. Chekli xatoni 3m bo'yicha quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$\Delta_{\text{chekli}} = 3m;$$

4. Chekli xatoni 2m bo'yicha quyidagi formula bilan aniqlaymiz: $\Delta_{\text{chekli}} = 2m$.

5. 3m dan oshmaydigan xatolar, 2m oralig'idagi xatolar va 2m dan katta bo'lgan xatolar foiz hisobida quyidagicha bo'ladi:

a) 3m dan oshmaydigan xatolar foiz hisobida-70,00 %

b) 2m oralig'idagi xatolar foiz hisobida-23,33 %

c) 3m dan katta bo'lgan xatolar foiz hisobida-6,67 %

§5.4. Nisbiy xato

O'lchash aniqligi ob'yekt 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 metr va o'lchashning o'rta kvadratik xatosi 7,2 sm bo'lsa, u holda o'lchashning nisbiy xatosi qo'yidagicha 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 ob'yekt miqdori bevosita aniqlanmasdan boshqa biron usul yordamida aniqlanganda ro'y beradigan xato, yakuniy xato deyiladi. Biz qo'yida 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, ob'yektning vositali o'lchash yakuni A, biron o'lchash natijasi (s) ning o'zgarmas miqdori (s) ga ko'paytirilganiga teng, ya'ni:

$$A = sa \text{ desak, uning o'rta kvadratik xatosi } m = sm_a \text{ bo'ladi.}$$

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 ildizide chiqarilgandagi miqdoriga tengdir. Masalan, bir or ob'yektning vositali o'lchash yakuni-A, ayrim-ayrim o'lchashlar yig'indisidan, ya'ni: $A = a + v + s + \dots + k$ iborat bo'lsa, uning o'rta kvadratik xatosi quyidagicha aniqlanadi.

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

Agar ayrim-ayrim o'lchashlar natijalarining o'rta kvadratik xatolari biriga teng, ya'ni $m_a = m_b = m_c = \dots = m_k = m$ 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 qo'yidagicha 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 qo'yidagi formula yordamida aniqlanadi:

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

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: $8,25\pm 0,01m$. Ikkinchi tomoni uzunligi esa $12,62\pm 0,02$ metr ga teng bo'lgan deb olsak, u holda, bu to'rtburchakning yuzasi qo'yidagicha bo'ladi, ya'ni:

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

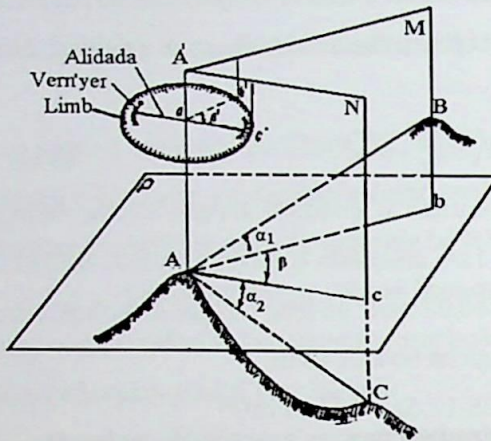
Uning o'rta kvadratik xatosi quyidagicha bo'ladi:

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

6-BOB. BURCHAKLARNI O'LCHASH

§6.1. Joyda burchak o'lchash jarayoni

Joyda gorizontal va vertikal burchaklar o'lchanadi. Gorizontal burchak o'lchash jarayonini misol tariqasida ko'rib chiqamiz (6.1.-rasm).



6.1.-rasm.

Teodolit nuqtaga shtativ va shovunli vilka yordamida o'rnatiladi. Teodolitning to'g'ri o'rnatilganligi adilak yordamida tekshiriladi. Teodolit bilan vertikal burchaklar ham o'lchanishi mumkin. Vertikal burchak-qiyalik burchak ham deb ataladi. Masalan AB bilan Ab orasidagi α_1 va α_2 -qiyalik burchaklaridagi (6.1.-rasm).

§6.2. Teodolit va ularning tuzilishi

Truba vizir o'qining (VV) truba aylanish o'qi (HH) atrofida aylanishida hosil bo'ladigan vertikal tekislikka kollimatsion tekislik deyiladi va u burchak o'lchash vaqtida vertikal bo'lishi kerak.

Teodolitlar yasalishiga ko'ra oddiy va takroriy bo'ladi. Limb doira aylanmaydigan teodolit-oddiy teodolit deyiladi. Limb doirasi aylanadigan teodolitga-takroriy teodolit deyiladi.

Teodalitlar aniqligi, vazifasi va uning doirasini yasash uchun ishlatilgan material hamda konstruktiv xususiyatlariga ko'ra bir-biridan farq qiladi.

Teodalit metall limbli va shisha limbli (optikaviy) bo'ladi. 1965 yil 1 yanvardan boshlab mamlakatimizda davlat standarti GOST 10529-63 bo'yicha burchak o'lchash doiralari shishadan yasalgan optikaviy teodolitlar ishlab chiqarilmoqda. Teodolitlar burchak o'lchash aniqligiga qarab yuqori aniqlikdagi T05, aniq 2T2, 2T5 va texnikaviy teodolitlar T30 (4T30, 2T30П), T10Э ga bo'linadi.

Teodolit shifri oldidagi son uning modifikatsiyasini, ortidagilari esa uning sekunlarda ifodalangan aniqligini, П to'fri tasvirli, Э-elektronli ekanligini bildiradi. Injenerlik ishlarida asosan texnik teodolitlar qo'llaniladi. 3T seriyadagi teodolitlar; 3T2KП-triangulyasiya, poligonometriya, geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada, astronomik va geodezik o'lchashlarda; 3T2K-mashina va mexanizmlar konstruksiyalarining montajida, sanoat va boshqa inshootlari qurilishida qo'llaniladi; 3T5KП-geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada qidiruv ishlarida, teodolitli s'yomkalarda va h.k qo'llaniladi.

Davlat standartiga binoan teodolitlar aniqligiga ko'ra uch guruhga bo'linadi:

1. Yuqori aniqlikdagi teodolitlar-T05, T1.
2. Aniq teodolitlar-T2, T5.
3. Texnikaviy-T 15, T30.

Bu yerda T05, T1, T2 va hokazo teodolitlarning shifri bo'lib, T dan keyingi raqamlar gorizontal burchak o'lchash o'rta kvadratik xatosini ko'rsatadi. Masalan, T10 teodoliti bilan gorizontal burchaklar $\pm 10''$ o'rta kvadratik xato bilan, T2 bilan yesa $\pm 2''$ o'rta kvadratik xato bilan o'lchanadi.

§6.3 Metall limbli teodolitlar

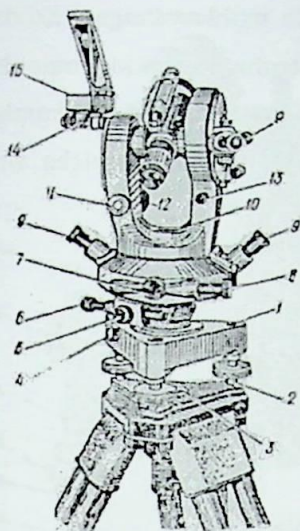
Metall limbli teodolitlarning texnikaviy tavsifnomasi 6.1-jadvalid keltirilgan.

6.1-jadval.

| Tavsifnomasi. | Teodolitlar tipi. | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | TT-50. | TT-5, TH, TTII. | TM-1. |
| Ko'rish trubasining kattalashtirilishi: | 25.3 ^x | 25.2 ^x | 18 ^x |
| Truba ko'rish maydoni: | 1°10' | 1°25' | 2° |
| Ob'yektning fokus oralig'i (mm): | 253 | 200 | 145 |
| Ipli dal'nomer koyeffisiyenti: | 100 | 100 | 100 |
| Fokushlash cheki: | 2 m dan ∞ gacha | 2 m dan ∞ gacha | 2 m dan ∞ gacha |
| Limb bo'laklari qiymati: | 20' | 10' | 20' |
| Vern'yer aniqligi: | 30'' | 30'' | 1' |
| Gorizontal doira diametri, (mm): | 130 | 100 | 80 |
| Vertikal doira diametri, (mm): | 80 | 72 | 60 |
| Gorizontal doira adilagining bo'lak qiymati: | 40-60'' | 35-55'' | 50-70'' |
| Vertikal doira adilagining bo'lak qiymati: | 20-40'' | 25-35'' | 50-70'' |
| Tagligi bilan birga teodolit vazni (kg). | 5.2 | 3.2 | 2.2 |

TT-5 tipli teodoliti, TT-50 tipli teodolitning takomillashtirilgan modeli bo'lib, unga qaraganda kichik va ixchamdir. TT-5, TT-50 tipli teodolitlari haqiqatda konussimon takroriy o'qlarga ega (6.3.-rasm).

TT-5 teodolitida vint (4) ni bo'shatib teodolit tagligi (1) ni tepa (yuqori) qismidan ajratish mumkin. Taglikni pastki qismida plastinkasimon prujina (2) bo'lib, uning vtulkasi (3) ga o'rnatgich vintini burab kiygizib, asbob shtativga mahkamlanadi. Limb va alidada mahkamlovchi (5) va (7), hamda qaratuvchi (6) va (8) vintlariga ega.



6.3.-rasm.

Alidada ikkita vern'yerga ega, sanoqlar lupalar (9) yordamida olinadi.

Asbobning aylanish o'qi silindrik adilak (10) bo'yicha vertikal holatga keltiriladi.

Ko'rish trubasini mahkamlovchi (11) va qaratuvchi (12) vintlariga ega. Mikrometr vint (13) yordamida vertikal doira alidatasi ustiga o'rnatilgan silindrik adilak o'qi gorizontal holga keltiriladi. Truba tagligi ustiga vint (14) yordamida bussol (15) mahkamlanadi.

TT-5 teodoliti asosida projektlovchi teodolit taxeometr TTII yasalgan. U okkulyarga kiygiziladi-

gan, trubaning katta og'ishida ham uni qaratishga imkon beradigan maxsus moslama va qo'yma adilak bilan ta'minlangan. Metal limbli teodolitlar o'rniga hozirgi sharoitda optikaviy teodolitlari qo'llanilmoqda.

§6.4. Optikaviy teodolitlar

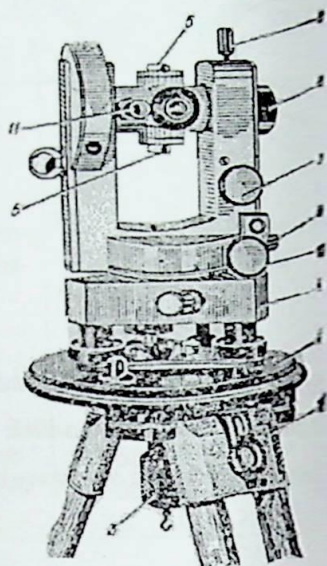
Optikaviy teodolitlarda ko'rish trubasining yonida joylashgan mikroskop yordamida gorizontal va vertikal doiralardan sanoq olishga moslashgan optikaviy sistemalar qo'llaniladi.

Optikaviy teodolitlar ishlatish uchun qulay bo'lib, kuzatuvchining ishini ancha osonlashtiradi. 6.4.-rasmda GOST 10539-63 bo'yicha ishlab chiqarilayotgan T-30 teooliti ko'rsatilgan. U asosan gorizontal va vertikal burchaklarini o'lchash uchun ishlatiladi. 6.4.-rasmda T-30 optikaviy teodoltning umumiy tuzilishi keltirilgan.

Teodolit joylashtiriladigan metall g'ilofning tag qopqog'i vazifasini bajaruvchi doiraviy tag (asos) (1) shtativ qalpoqchasi (boshi) (2) ustiga o'rnatilib, o'rnatgich vint (3) yordamida shtativga mahkamlanadi. Uchta

ko'targich vintli taglik (4) doiraviy tagga jipslashtirib mahkamlangan. Ko'rish trubasini predmetga taxminan to'g'rilash uchun trubaning ikki tomoniga optikaviy vizir (5) o'rnatilgan. Trubani mahkamlovchi vint (6) bilan mahkamlab qaratuvchi vint (7) yordamida uni predmetga vertikal tekislik bo'yicha aniq to'g'rilash mumkin.

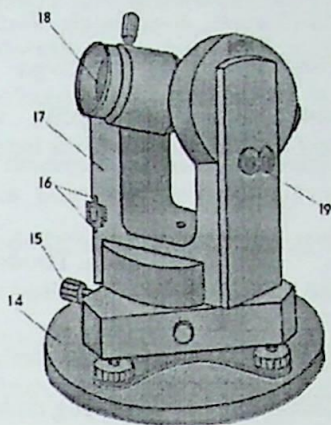
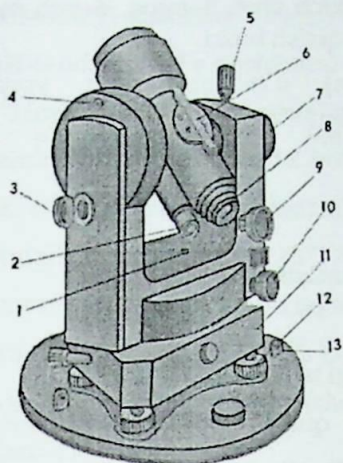
Predmet kremal'yera vint (8) yordamida fokusga keltiriladi. Mahkamlovchi vint (9) ni qotirib, qaratuvchi vint (10) yordamida teodolitni gorizontal tekislik bo'yicha predmetga aniq to'g'rilash mumkin. O'qlar sistemasi takroriy konussimon bo'ladi. Taglik vtulkasiga limbning kovak o'qi, unga esa alidada o'qi kirgaziladi. Gorizontal va vertikal burchak o'lchash doiralari shishadan yasalgan. Doiralarning deametri 70 mm ga teng. Doiralarning har gradusi raqam bilan ko'rsatilgan, bir bo'lagining qiymati $1 = 10'$. Mikroskop okulyari (11) ko'rish trubasining okulyari yonida joylashgan.



6.4.-rasm.

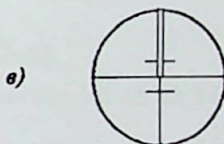
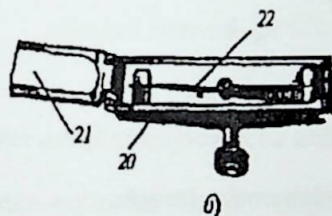
Mikroskopda bir vaqtning o'zida gorizontal va vertikal doiralari tasviri ko'rinadi.

4T30П asbobi teodolitli va taximetrik yo'llarda gorizontal va vertikal burchaklarni o'lchash, planli va balandlik tarmoqlarini rejalashda, ip dalnomerida masofa o'lchash, ko'rish trubasidagi adilak yordamida gorizont nur yordamida nivelirlash uchun mo'ljallangan. 2T30П teodolitining asos qismlari-(a), oriyentirlash bussoli-(b) va trubaning ko'rish maydoni-(c) ko'rsatilgan. 2T30П teodolitining umumiy ko'rinishi 6.5-rasmda keltirilgan.



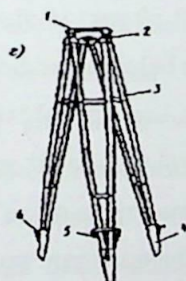
6.5.-rasm. 2T30II teodolitining oldi va orqa tomonidan ko'rinishi.

1-markazlashtirish uchun darcha, 2-mikroskop okulyari, 3-mikroskopni yoritish ko'zgusi, 4-bussolni o'rnatish joyi, 5-ko'rish trubasini mahkamlash vinti, 6-vizir o'qi, 7-kremal'yera, 8-ko'rish trubasining okulyari, 9-trubani yo'naltirish vinti, 10-alidadani yo'naltirish vinti, 11-taglik, 12-ko'targich vinti, 13-g'ilof qulfining ini, 14-teodolit asosi, 15-limbning yo'naltirish vinti, 16-adilakni sozlash vinti, 17-ustun, 18-ipli truba ob'yektiv, 19-mikroskopni yoritish uchun darcha, 20-korpus, 21- ko'zgu va 22-magnit mili.

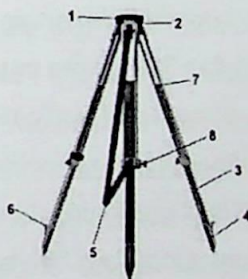


6-oriyentirlash bussoli.

v-trubaning ko'rish maydoni:



ShN-shtativi.



d) ShR-shtativi.

6.6.-rasm. Shtativlar.

6.6-rasmdagi belgilar: 1–kallak 2–oʻrnatkich vint, 3–oyoq, 4–uch oyoq, 5 koʻtarish kamari, 6–tayanch, 7–cheklagich, 8–qisish bloki.

Teodolit ShR shtativga (6.6.d.–rasm) oʻrnatqich vint yordamida mahkamlanadi. Oʻrnatqich vint ilmogʻiga teodolitni nuqta ustida markazlashtirish uchun shovunli vilka ilinadi.

§6.5. Teodolitning oʻrnatish qismlari

Teodolitning oʻrnatish qismlariga quyidagi ish qurollari kiradi:

Shtativ-metall yoki yogʻchdan yasalgan qurol hisoblanib, u yerdan barcha qismlar oʻrnatiladi. Shtativning asosiy qismlari quyidagilardir: shovun, tayanch, koʻtarish kamari, cheklagich, qisish bloki. Shtativning asosiy qismlari quyidagilardir: shovun, tayanch, koʻtarish kamari, cheklagich, qisish bloki. Shtativning asosiy qismlari quyidagilardir: shovun, tayanch, koʻtarish kamari, cheklagich, qisish bloki.

Shovun-oddiy va optik boqladi. Oddiy shovun-ogʻirligi 100-150 gramm boʻlgan uchli metall qadoqtoshdan iborat.

Taglik-teodolitning ish qismini shtativga birlashtiradi.

Adilak-geodezik asboblarning oʻqlarini gorizontal yoki vertikal holatga keltirish hamda ish jarayonida asbobning holatini kuzatish uchun xizmat qiladigan Adilaklar silindrik va doiraviy boʻlishi mumkin.

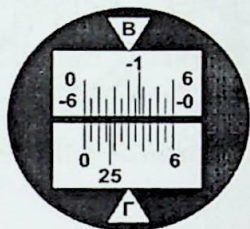
§6.6. Teodolitning ishchi qismlari

Teodolitning ishchi qismlariga quyidagi yelementlar kiradi:

Limb-metall yoki shishadan yasaladi. Limb doira shaklida boʻlib, teng qiymatli shtrixlarga boʻlinadi. Limb boʻlaklarining har biri 10° , 5° yoki 1° qiymati soat maydoni boʻyicha 0° dan 360° gacha raqamlar bilan belgilangan boʻladi.

Sanoq olish moslamalari. Texnik teodolitlarda limb boʻlaklari har 1° da yoziladi, limbdan olinayotgan sanoqlar shtrixli yoki shkalali mikroskopda olinadi. 6.7– rasm 2T30П optik teodolit shtrixli mikroskopining koʻrish maydoni keltirilgan. Koʻrish maydonining “B” harfi bilan belgilangan yuqori qismida vertikal doira shtrixi, “Г” harfi bilan belgilangan pastki qismida esa gorizont doira shtrixi koʻrsatilgan, yozilgan shtrixlar orasi 10 li oltita boʻlakka boʻlingan.

Ular orasidagi shtrixlar bo'lgan daqiqalar sanog'i ko'z bilan chamalab olinadi. 2T30П teodolitlarida gorizontal va vertikal doiralarining limb bo'laklari 1° ga teng. Limb bo'lagi qismi uzunligi limb bir bo'lagiga teng bo'lgan 60' li shkala yordamida olinadi. Shkala 12 bo'lakka bo'lingani uchun uning har bir bo'lagi 5'. Bo'lak qiymati ko'zda chamalab 0,5' aniqlik bilan baholanadi. 6.7.-rasmda gorizontal doiradagi sanoq 25°17'. 2T30П teodoliti vertikal doirasining shkalasi ikki qator raqamlarga ega. Yuqori qatordagi raqamlar musbat bo'ladi. Sanoqlar noldan (chapdan o'ngga) ortib boradi. Pastki qatordagi bo'laklar manfiy ishorali bo'ladi. Agar sanoq musbat ishorali bo'lib limb shtrixidan olinsa, yuqoridagi shkaladan foydalaniladi.



6.7.-rasm. 2T30П teodolitidagi shkalali mikroskop.

Agar sanoq pastki manfiy belgili shtrixdan olinsa, sanoq pastki shkaladan olinadi. 6.7.-rasmdagi vertikal doira limbidagi sanoq-1°23'.

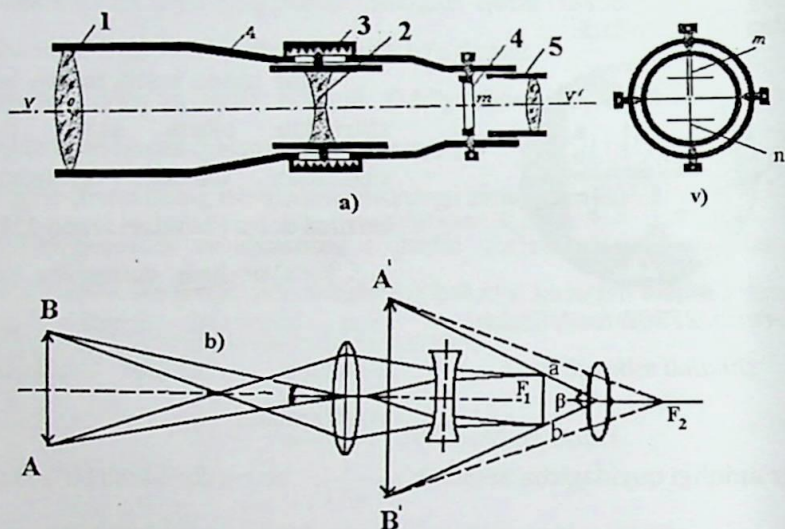
Vern'yer-limb doirasidan sanoq oilsh aniqligini oshirish uchun alidadaga chizilgan shkaladan foydalaniladi.

Vern'yer aniqligi quyidagicha aniqladi: $\epsilon = \frac{l}{n+1}$; bu yerda: l-limb bir bo'lagining qiymati, n-bo'laklar soni. Limb va vern'yerdan sanoq olishda lupadan foydalaniladi.

Alidada–doira shaklida bo'lib, uning o'qi limb vtulkasi ichiga kirib turadi. Gorizontal va vertikal burchaklarni o'lchashda olinayotgan burchaklar teodolitning gorizontal va vertikal doiralariga proyeksiyalanadi va limb doirasidan alidada ko'rsatkichi yordamida sanoq olinadi.

Ko'rish trubasi –teodolitning asosiy ish qismlaridan biri bo'lib, u nuqtani aniq nishonga olish uchun xizmat qiladi. Odatda ko'rish trubalari geodezik asboblarda olisdagi buyumlarni kuzatish uchun qo'llaniladi. Zamonaviy geodezik asboblarning qariyb hammasi kattalashtirilgan teskari, ayrimlari to'g'ri

mavhum tasvir beruvchi va ichki fokuslanadigan ko'rish trubalari bilan ta'minlangan bo'ladi. Ko'rish trubasining bo'ylama kesimi 6.8a-rasm ko'rsatilgan bo'lib, u 1-ob'yektiv, 5-okulyar va 2-ichki fokuslaydigan linzalar sistemasidan iborat. Ko'rish rubasida AB buyum tasviri hosil bo'lishi VI.8.b rasmda ko'rsatilgan. Uzoqligi AB buyumdan kelayotgan nurlar teleob'yektiv (ob'yektiv va fokuslanuvchi linza) sistemasidan o'tib, buyumning birinchi teskari tasvirini beradi. Bu tasvir F_2 fokus va tasvir orqasida yotgan okulyar orqali ko'riladi, shuning uchun kuzatuvchi kattalashtirilgan, teskari BA , A' tasvirini ko'radi.



6.8.-rasm. Ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi sxemasi: bu yerda: a-trubaning tuzilishi, b-ko'rish trubasidagi nurlarning yo'li, v-to'rli diafragma.

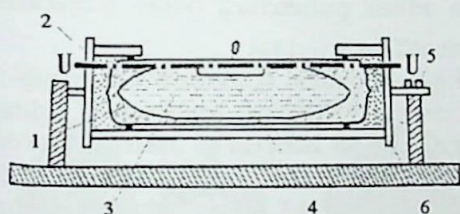
Okulyarning oldingi fokusi F_2 yaqinida iplar to'ri chizilgan shisha plastinka optik o'qiga nisbatan to'rtta vint yordamida suriladigan to'rli diafragma bo'ladi (6.8. v.-rasm). Gorizont va vertikal shtrixlarning kesishish nuqtasi iplar to'ri markazi bo'ladi, shu nuqta va ob'yektivning optik markazidan o'tuvchi nurlar trubaning ko'rish o'qi deyiladi. Chetdagi ikkita kalta gorizont to'r shtrixlar dalnomer iplari bo'ladi, ular masofani aniqlash uchun xizmat qiladi. Ko'rish trubasida kuzatish okulyar tirsagi (5) ni surish orqali iplar to'ri tuzilishini

ko'rinishiga va ichki fokuslovchi linza (2)ni kramal'yera (3) bilan surib, buyumning tiniq ko'rinishiga erishiladi. Buyum tasvirining truba orqali ko'ringan "β" burchagini qurollanmagan ko'z bilan ko'ringan "α" burchagiga nisbati truba kattalashtirishi deyiladi va u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

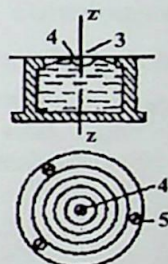
$$\nu = \frac{\beta}{\alpha} ; \quad (6.1)$$

Adilaklar. Geodezik asboblardan o'qi va tekisliklarini gorizontaal yoki vertikal holatga keltirish uchun silindrik va doiraviy adilaklar bilan ta'minlanadi.

Silindrik adilak ichi silliq, sirti ma'lum radiusli yoy shaklidagi shisha naychali ampuladan idorat (6.9.a-rasm). Uning ichiga qizdirilgan spirt yoki oltingugurt efiri to'ldiriladi va teshiklari kavsharlanadi. Suyuqlik sovugach, adilak pufakchasi hosil bo'ladi. Ampula yuqori qismiga shtrixli bo'laklar chizilib, tuzatkich vinti-4 bo'lgan metall qolipga o'rnatiladi.



a) silindrik.



b) doiraviy.

6.9.(a va b).-rasm. Adilaklar. 1-ampula, 2-ampula g'ilofi, 3-suyuqlik, 4-adilak pufakchasi, 5-sozlash vinti, 6-gips.

Adilak o'rtasidagi shtrix bo'lganda yoki u bo'lmaganda ampula o'rtasidagi shtrix (3) nol punktda bo'ladi. Nol' punktdan o'tadigan adilak yoyiga o'rinma UU ga adilak o'qi deyiladi. Pufakcha nol' punktda turganda adilak o'qi gorizontaal joylashadi. Doiraviy adilak shisha ampulasi ichki tomonida ma'lum radiusli sferik sirt bo'ladi (6.9.6-rasm), uning ustidagi konsentrik doiralar markazi nol' punkt deyiladi. Adilak pufakchasi ampulasi bir bo'lakga surilganda hosil bo'lgan τ - burchak adilak bo'lak qiymati deyiladi. U silindrik adilaklarda 1^l dan 2^l gacha,

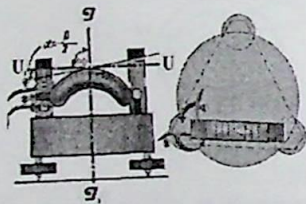
doiraviy adilaklarda esa 5' dan katta bo'ladi. Shuning uchun silindrik adilak asboblarni aniq, doiraviy adilaklari esa taxminiy o'rnatishda qo'llaniladi.

§6.7. Teodolitni tekshirish va sozlash

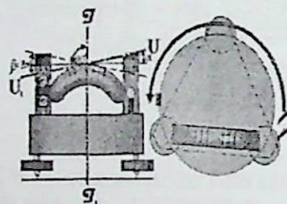
Teodolitda burchaklarni o'lchash uning qismlarining o'zaro joylashishini burchak o'lchashdan kelib chiqadigan qator geometrik shartlar bo'yicha tekshirilgandan so'ng boshlanadi. Agar geometrik shartlar bajarilmayotganligi aniqlansa, asbob tuzatiladi.

Teodolitni tekshirish va tuzatish quyidagi tartibda bajariladi:

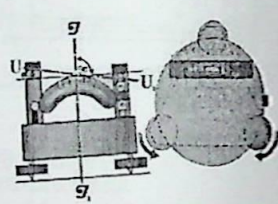
1. Gorizontol doiga alidadasidagi silindrik adilak o'qi $U_C U_C$ asbob aylanish oqi-JJ ga tik bo'lishi kerak, ya'ni: $U_r U_r \perp JJ$, (6.10.a-rasm). Bu shartni tekshirish uchun adilakni ikki ko'targich vint yo'nalishi bo'yicha o'rnatiladi, ularni qarama-qarshi tomonga burash orqali adilak pufakchasi nol' punktga keltiriladi. So'ngra alidada 180° ga aylantirilganda adilak pufakchasi holati o'zgarmas shart bajarilgan bo'ladi.



a- adilak pufakchasini nol' punktga keltirish.



b- asbobni yuqori qismini 180° ga burash.



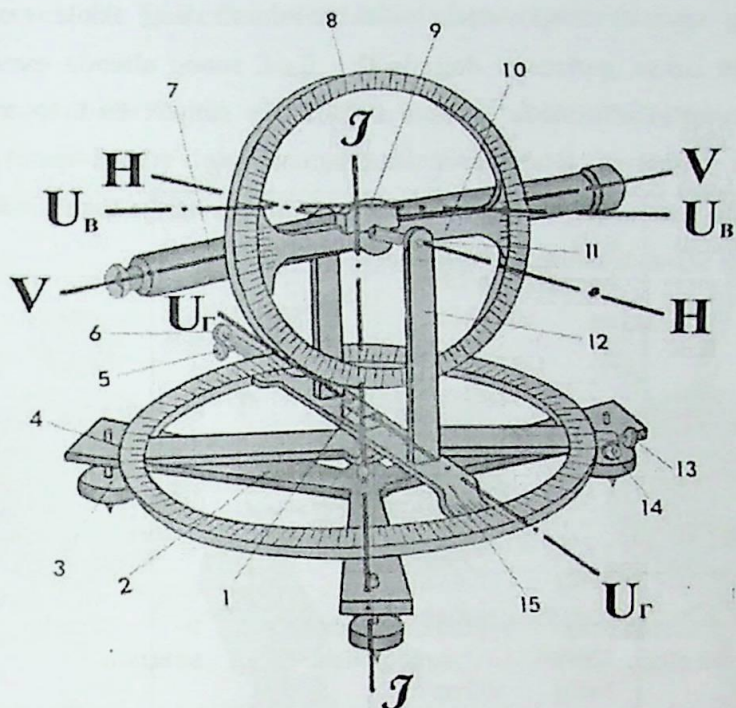
e- adilakni sozlash.

6.10.-rasm. Adilakni sozlash.

Agar alidada yana 180° ga aylantirilganda pufakcha nol' punktga qolsa, shart bajarilgan bo'ladi, aks holda to'zatisht takrorlanadi. Asbobni gorizontol holga keltirish uchun adilak pufakchasi avval ikki ko'targich vint yo'nalishida ularni qarama-qarshi tomonga burash orqali, so'ngra uchinchi vint yo'nalishida faqat uni burash orqali nol' punktga keltiriladi.

Teodolitning asosiy geometrik o'qlari (6.11.-rasm).

JJ-asbobning aylanish o'qi (vertikal o'q), HH-ko'rish trubasining aylanish o'qi (gorizontol o'q), VV-ko'rish trubasining qarash o'qi, $U_r U_r$; $U_B U_B$ -asbobning gorizontol va vertikal doiralaridagi adilaklar o'qi.



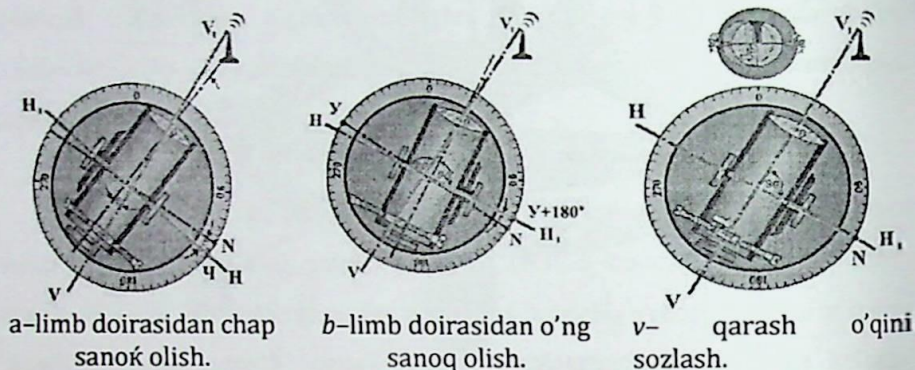
6.11.-rasm. Teodolitning tuzilish sxemasi:

1-gorizontal doiradagi adilak. 2-taglik, 3-ko'targich vinti, 4-gorizontal doira limbi, 5-alidadani yo'naltirish vinti, 6-alidadani mahkamlovchi vinti, 7-ko'rish turbasi, 8-vertikal doira limbi, 9-vertikal doira adilagi, 10-vertikal doira alidadasi, 11-trubaning aylanish vinti, 12-ustun, 13-limbning mahkamlovchi vinti, 14-limbning yo'naltirish vinti, 15-gorizontal doira alidadasi.

2. Trubaning ko'rish o'qi trubaning aylanish o'qiga tik bo'lishi kerak ($VV \perp HH$). Bu shartni tekshirish uchun olisdan yaqqol ko'rinadigan nuqta tanlanadi. Truba vertikal doiradan o'ng (DO') holatida o'sha nuqtaga qaratilib, gorizontal doiradan chap holatida (DCh) sanog'i olinadi. So'ngra truba vertikal tekislikda 180° ga aylantirilib, yana o'sha nuqtadan DCh sanog'i olinadi. Kollimasion xatolik quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$S = 0,25[(DCh_1 \cdot DO'_1 \pm 180^\circ) + (DCh_2 \cdot DO'_2 \pm 180^\circ)]; \quad (6.2)$$

Uning qiymati asbob sanoq olish moslamasining ikkilangan aniqligi qiymatidan oshsa, gorizontaal doirada $G = G_{ch}-C$ sanoq alidada qaratish vint yordamida qo'yiladi, bunda iplar to'ri nuqtadan siljiydi. Endi iplar to'ri kesishgan nuqtasi iplar to'ri diaframasining (6.12.v-rasm) vintlar yonboshidagilari orqali surilib, kuzatilayotgan nuqta ustiga tushiriladi. Ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.



6.12.-rasm. Ko'rish o'qini tekshirish ($VV \perp HH$).

3. Teodolitning gorizontaal o'qi vertikal o'qqa tik bo'lishi kerak ($HH \perp VV$). Teodolitdan 10-20 m narida ilingan shovunli vilka ipiga truba yo'naltiriladi va vertikal tekislikda buralganda iplar to'ri kesishgan nuqtasi tasvirdan tashqari chiqmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Bu shartning bajarilishiga zavod tomonidan kafolat beriladi. Mabodo shart bajarilmasa, teodolit ustaxonada sozlanadi.

4. Iplar to'ri vertikal ipi teodolit gorizontaal tekisligiga tik bo'lishi kerak. Truba shovun chizig'iga qaratilganda, vertikal ip uning tasvirini qoplasa, shart bajariladi. Aks holda iplar to'ri diafragma vintlari bo'shatilib buraladi.

§6.8. Teodolitni ishlatishga tayyorlash

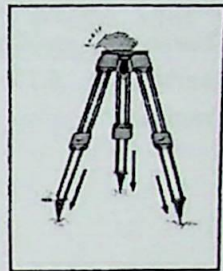
Horizontal burchakni o'lchashdan oldin teodolit ish holatiga keltirilishi kerak va u quyidagi ko'rinishda amalga oshiriladi.

1. Ko'tarich vintlari bo'shatiladi, oyoqchalar suriladi va vintlar mahkamlanadi 6.13.-rasm.



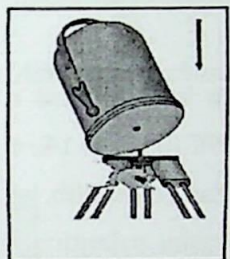
6.13.-rasm.

2. Shtativ kallagi te-kisligi iloji boricha gorizontal o'rnatiladi va shtativ oyoqchalari gurut-ga kiritiladi 6.14.-rasm.



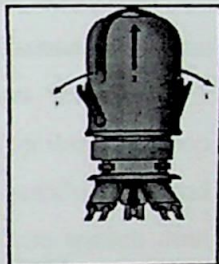
6.14.-rasm.

3. O'rnatkich vinti burab teodolitni shtativga mahkamlanadi 6.15.-rasm.



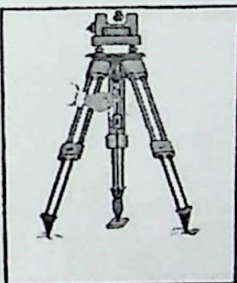
6.15.-rasm.

4. Dastalarni burab, g'ilof qulufi ochiladi va tepaga ko'tarilib g'ilof qalpog'i olinadi 6.16.-rasm.



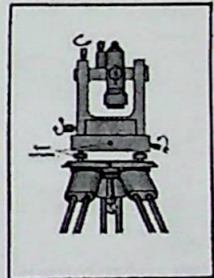
6.16.-rasm.

5. O'rnatgich vinti ilgagiga ipli shovunli vilka ilinadi 6.17.-rasm.



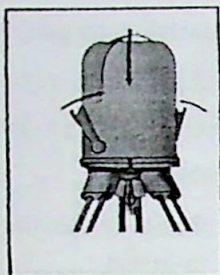
6.17.-rasm.

6. Teodolit ustuni-dagi va asosidagi qizil belgilar moslashtiriladi, burala-digan hamma qi-smlar mahkamlanadi 6.18.-rasm.



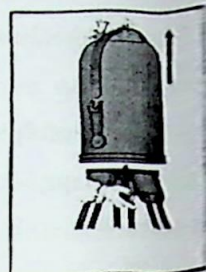
6.18.-rasm.

7. G'ilofdagi qizil belgi bilan asosdagi qizil belgi moslashtirilib kiygiziladi va dastalarni burab qulflar berkitiladi 6.19.-rasm.



6.19.-rasm.

8. O'rnatgich vinti bo'shatiladi va teo-dolit shtativdan olinadi 6.20.-rasm.

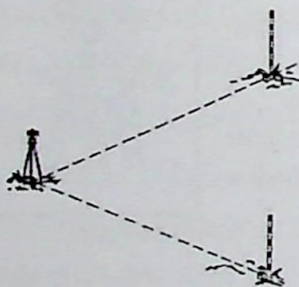


6.20.-rasm.

§6.9. Gorizontaal burchakni o'lchash

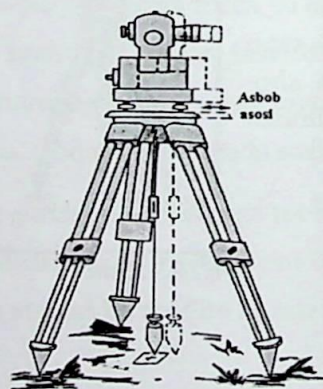
Gorizontaal burchaklar qabullar usulida, takrorlash va doiraviy qabullar usulida o'lchanadi.

Qabullar usuli. Injenerlik ishlarida burchaklarni o'lchash uchun asosan qabullar usuli qo'llaniladi. Bu usulda ABC (6.13., 6.14., 6.15. va 6.20.-rasm) burchakni o'lchash uchun teodolit B nuqtada o'rnatilib, ish holatiga keltiriladi va limb doirasi mahkamlanib, alidada doirasini aylantirish orqali ko'rish trubasi o'ngdagi A nuqtaga yo'naltiriladi. Gorizontaal doiradan- oa sanog'i olinadi, so'ng alidada buralib, trubasi C nuqtaga qaratiladi va oc -sanog'i olinadi.



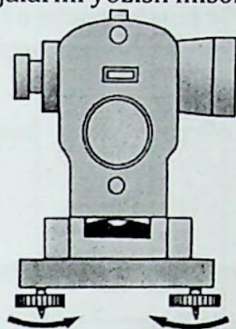
6.21.-rasm. Qarash nishonini o'rnatish.

O'lchanayotgan burchak qiymati $\beta = oa - oc$ bo'ladi. Bajarilgan amal yarim

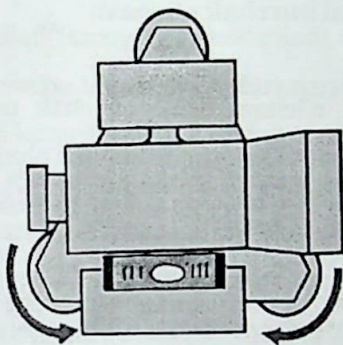


6.22.-rasm. Teodolit asbobining asosini siljitish orqali markazga keltirish.

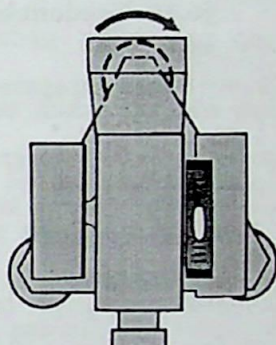
qabulni tashkil etadi. Natijani tekshirish va o'lchash aniqligini oshirish uchun burchak ikkinchi yarim qabulda o'lchanadi. Yarim qabul orasida truba zenitdan o'tkazilib, limb holati $1-2^\circ$ o'zgartiriladi, limb mahkamlanadi va alidada bo'shatilib, truba yangidan tegishli A va C nuqtalariga qaratiladi. Ikkita yarim qabullar to'la qabulni tashkil etadi. Yarim qabullarda topilgan natijalar farqi asbob sanoq olish moslamasining ikkilangan aniqligidan oshmasa, ularning o'rtachasi hisoblanadi. Qabullar usulida poligon ichki burchaklarini o'lchash natijalarini yozish misoli VI.2-jadvalda keltirilgan.



6.23.-rasm. Adilak pufakchasini nol' punktiga keltirish.

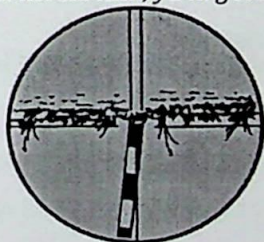


a) 1-holat.

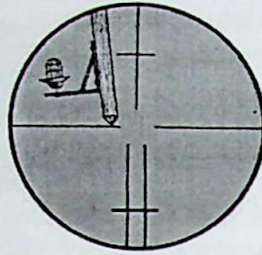


b) 2-holat.

6.24.-rasm. Teodolitni nivelirlash, ya'ni gorizontal holga keltirish.



6.25.-rasm. Nuqtaga qaratish va trubaning ko'ruvchi maydoni.



6.26.-rasm. Qiyalik burchaklarini o'lchash va nuqta (ustun uchi) ga qaratish.

Qabullar usulida burchak o'lchash o'rta kvadratik xatosi quyidagicha bo'ladi. $m_{\beta} = \frac{t}{2}$;

Chekli xato esa quyidagi formula yordamida aniqlanadi: $\Delta\beta = 1.5 * t$; bu yerda: t -sanoq olish moslamasi aniqligi.

§6.10. 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 nuqtalarga markazlashtirish uchun uning o'rnatish viyuchidagi ilgakka shovunli velka osiladi, so'ngra shtativ nuqta ustiga arazorizontal holatda, shovun taxminan nuqtalarga to'g'ri keladigan qi o'rnatiladi, shtativ oyoqlari yerga botiriladi.

Teodolit s'ynomkasi burchak o'lchash jurnali.

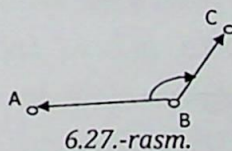
| Nuqtalar raqamlari | | Limbdagi sanoqlar. | | Burchaklar | | | | Direksion burchakgi α yoki rumbi, "r" | Chiziq o'lchami 1-o'lchash, 2-o'lchash, (m) | Qiyalik burchagi, "v" | |
|--------------------|-----------------|--------------------|----|-------------|----|-------------|----|--|--|-----------------------|--------|
| | | | | O'ng va Ch. | | O'rtacha si | | | | | |
| Tu- ril- gan i | Ku- zati lga ni | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| 1 | 5 | 174 | 35 | 69 | 47 | 69 | 47 | 143°12' | (1-2) | 0°36' | |
| | 2 | 104 | 48 | | | | | | | | |
| | 5 | 173 | 15 | 69 | 47 | | | | 168,31 | | 168,23 |
| | 2 | 103 | 28 | 69 | 47 | | | | | | |

Teodolit aylanish o'qini betikal holatga keltirish uchun teodolitning gorizontaldairasidagi adilak o'qi taglikdagi 2-ta kutarish vintiga nisbatan parallel' vaziyatga keltiriladi, adilak fufakchasi naychanning qoq o'rtasiga kelguncha kutarish vintlari qarama-qarshi tomonga buraladi, keyin 90° ga burib 3-chi kutarish 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 yakqol ko'rina boshlaguncha okul'yar aylantiriladi, keyin buyum aniq ko'ringuncha kremal'yeara vinti aylantiriladi. Ko'rish trubasining bunday sozlanishiga fokuslash deyiladi.

§6.11. Gorizontaldairakni priyomlar usuli bilan o'lchash

B punktning ustiga asbobni, A va C punktlariga vizir nishonini o'rnatgandan keyin ko'rish trubasi A nishoniga qaratiladi (6.27.-rasm). So'ngra gorizontaldairadan sanoq olinadi (0° 00').



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 $169^{\circ} 12'$ sanogi olinadi.

Teodolit bilan gorizontal burchak bo'yicha sanoq olish.

6.3-jadval.

| Nuqtalar nomi. | | Mikroskop shtrixlari bo'yicha sanoq. | | |
|------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Turish. | Kuzatish. | O'ng. | Chap. | O'rtachasi. |
| | A | $0^{\circ} 00'$ | $180^{\circ} 01'$ | $0^{\circ} 00,5'$ |
| B | | | | |
| | C | $169^{\circ} 12'$ | $349^{\circ} 12'$ | $169^{\circ} 12'$ |
| Burchak qiymati. | | $169^{\circ} 12'$ | $169^{\circ} 11'$ | $169^{\circ} 11,5'$ |

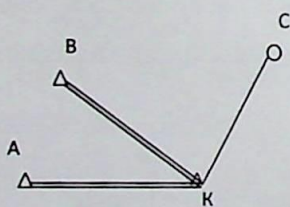
ABC burchak qiymati birinchi va ikkinchi sanoqlar farqi bo'yicha hisoblanadi, ya'ni:

$$ABC = 169^{\circ} 12' - 0^{\circ} 00' = 169^{\circ} 11';$$

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).

§6.12 Gorizontal burchaklarni aylanma usul bilan o'lchash



6.28.-rasm.

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

Burchak o'lchash amaliyotida bitta nuqtada turib burchak o'lchanmasdan, balki bir nechta burchakni o'lchashga to'g'ri keladi. Masalan, bunday holat teodolit yoki taxeomerik yo'llarini geodeziya tayanch to'rlariga bog'lash jarayonida bo'lishi mumkin (6.28.-rasm). Bunday holatda gorizontal burchaklari

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 ($0^{\circ} 03'$) olinadi. Alidadaning qotirish vintini bushatilib, soat mili yo'nalishi bo'yicha aylantirilib punkt (B) ga qaratiladi va limb doirasidan $59^{\circ}37'$ sanog'i olinadi. Keyinchalik alidadani soat mili yo'nalishida davom yettirilib, yana boshlang'ish nuqtasi (A) ga qaratilib $0^{\circ} 04'$ 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. | | Sanoqlarning o'rtachasi. | Keltirilgan yo'nalishlar. |
|----------------|-----------|----------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|
| Turish. | Kuzatish. | O'ng doira. | Chap doira. | | |
| | | | | $0^{\circ}03'$ | |
| K | 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 | $124^{\circ}19'$ | $304^{\circ}20'$ | $124^{\circ}19,5$ | $124^{\circ}16,5$ |
| | 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 tuxtatiladi. 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.

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

T30 teodolitida vertikal doira yo'q. Vertikal doirasidan sanoq olishdan oldin gorizontal doira alidadasidagi adilak fufakchasi nol'ga keltiriladi. Bu adilak o'qi,

ko'rish trubasi kollimarsion tekisligiga parallel joylashganligi uchun, birortz kutarish 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 gorizonta tekislik orasidagi burchak ν bo'ladi (6.29.-rasm). Bu burchak nisbiy balandlik va chiziq gorizonta quyilishini 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' (6.11.-rasm) va gorizonta doiradagi adilak o'qi o'zaro parallel bo'lganda vertikal doiradan olinadigan sanoq nol' o'rnini, 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. 2T30П teodolitida vertikal doiradagi sanoqlar 0° dan 75° gacha soat mili noli (manfiy ishorali) va o'ngga teskari yo'l bo'yicha yozilgan.

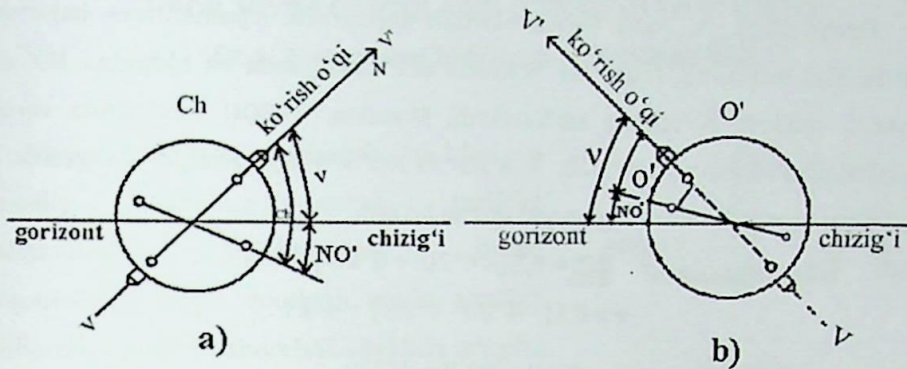
Shuning uchun nol' o'rnini va qiyalik burchaklarini hisoblash formulalari quyidagicha bo'ladi:

$$NO' = 0,5 (DO' + DCh); \quad (6.3)$$

$$\nu = 0,5 (DCh - DO'); \quad (6.4)$$

$$\nu = DCh - NO'; \quad (6.5)$$

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



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 bushatiladi va ko'rish trubasi qiyalik burchagi o'lchanadigan nuqtaga qaratiladi, keyin vintlar mahkamlanadi;

2. Kutarish vintlarini aylantirib gorizont doira alidatasi adilagi nol' punktga keltiriladi;

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

4. Adilakni joyida qimirlaimagan holatda vertikal doiraning o'ng vaziyati, ya'ni DO' holatida da 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:

$$v = NO' - OV - 180^\circ; \quad (6.7)$$

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-jadvaliga kiritiladi:

$$NO' = \frac{OV + ChV + 180^\circ}{2}; \quad (6.8)$$

$$v = \frac{ChV - OV - 180^\circ}{2}; \quad (6.9)$$

Oxirgi (6.5) va (6.6) formulalardan topografik s'ynomkalarini 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:

$$NO' = 0,5(-4^{\circ}20' + 4^{\circ}26') = 0^{\circ}03'$$

$$v = 0,5(-4^{\circ}20' - 4^{\circ}26') = -4^{\circ}23';$$

$$v = -4^{\circ}20' - 0^{\circ}03' = -4^{\circ}23';$$

$$v = -0^{\circ}03' - 4^{\circ}26' = -4^{\circ}23';$$

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 vintini 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.e.-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.

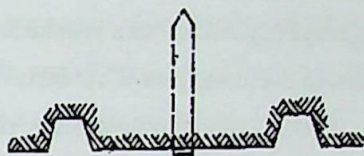
6.4-jadval.

| Kuzatish nuqtasi. | Doira vaziyati. | Olingan sanoq | | | Nol' o'rni (NO') | Qiyalik burchagi (v) |
|-------------------|-----------------|------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|
| | | I-chi sanoq | II-chi sanoq | O'rta-chasi | | |
| | | tuzatilgan | | | | |
| 1 | DCh | $4^{\circ}35'$ | - | - | - | - |
| | DO' | $175^{\circ}35'$ | - | - | $0^{\circ}05'$ | $4^{\circ}30'$ |
| | | tuzatilgan | | | | |
| 1 | DCh | $4^{\circ}30'$ | - | - | $360^{\circ}00',5$ | |
| | DO' | $175^{\circ}31'$ | - | - | $360^{\circ}00',5$ | |

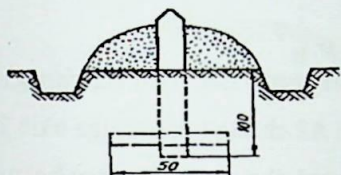
7-BOB. JOYDA CHIZIQLARNI O'TKAZISH VA O'LCHASH

§7.1. Nuqtalarni belgilash va mahkamlash

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



7.1.-rasm.



7.2.-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 belglar, ya'ni vexalar bilan belgilanadi. Vexa deb, uzunligi 2-3 m, yug'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 unng ikkala uchida o'rnatilgan vexalar bilan belgiladi.

§7.2. Chiziq o'tkazish

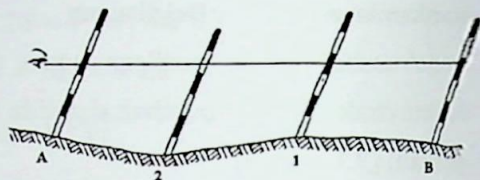
Chiziq olish deb, ikki nuqtadan o'tgan vertical tekislikda (stvorda) yotuvchi qo'shimcha vexalar o'rnatishga aytiladi.

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. S'yomkachi A nuqtada turib B nuqtaga qaraydi; yordamchi s'yomkachining so'zi bilan B nuqtadan boshlab avval 1-chi keyin 2-chi vexalarni bir-birini berkitadigan qilib o'rnatiladi.

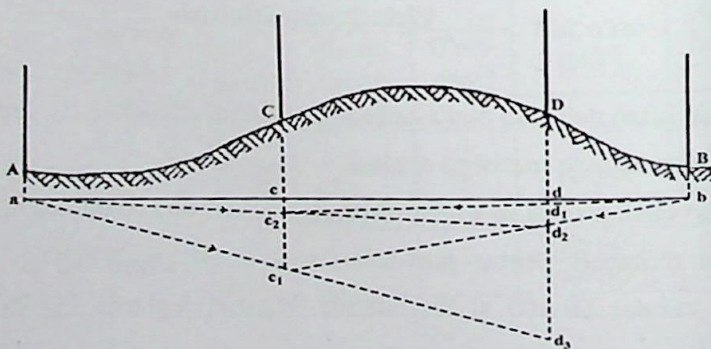
Bu usulda chiziq olishga, chiziqni o'ziga olish deyiladi. Agar yordamchi vexani A nuqtadagi vexa tomonidan boshlab qo'ysa, bunga o'zidan qarab chiziq olish deyiladi (7.3.-rasm).



7.3.-rasm.

Berilgan ikki nuqta orasidagi chiziqni davom yetdirish. Agar A2 chizig'ini (7.3.-rasm) davom etdirish kerak bo'lsa ko'zatuvchi A2 chizig'i davomiga o'tib 2A chiziq stvoriga 1-chi vexani, keyin B nuqtadagi vexani o'rnatadi. Bunday holatga o'zidan qarab chiziq olish deyiladi.

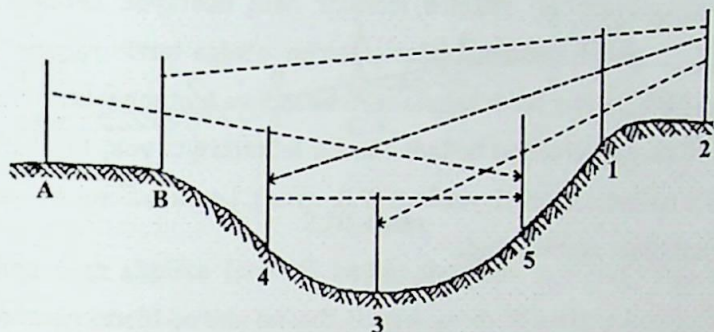
Tepalik orqali chiziq olish. Agar A va B nuqtalar orasida (7.4.-rasm) tepalik bo'lib, nuqtalarda o'rnatilgan vexalar bir-biridan ko'rinmasa, ishchilar tepa yonbag'riga o'tib biri d_1 nuqtada turib ikkinchisi ad_1 stvoridagi c_1 vexa qo'yadi. So'ngra c_1 dagi ishchi b ga qarab, d_1 dagi ishchini d_1 dan 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 vahakazo. So'ngra birinchi ishchi AD stvoridagi C nuqtaga ikkinchi ishchi BC stvoridagi D nuqtaga chiqadilar.



7.4.-rasm. Tepalik orqali chiziq olish.

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

Agar jarning bir tomonidagi A va B chiziqni 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.

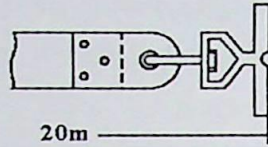


7.5.-rasm. Jarlik orqali chiziq olish.

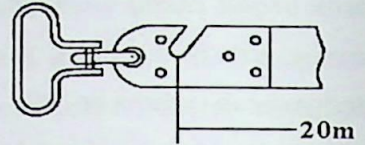
§7.3. Chiziq o'lchash qurollari

Joyda ikki nuta orasidagi masofani bevosita yoki vositali o'lchash mumkin. Masofalarni bevosita o'lchashda turli xildagi o'lchash qurollari qullaniladi. 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'lchash mumkin.

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

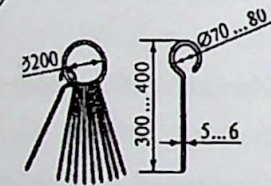
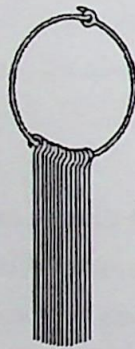


7.6.-rasm.

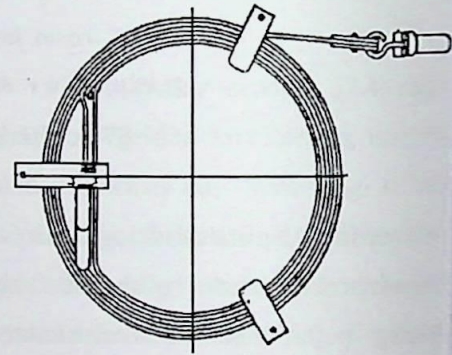


7.7.-rasm.

Bulardan tashqari shkalali lentalar ham uchraydi. Lentada detsimetrlar deometri 2 mm li teshiklar bilan, metrlar o'stiga 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 shpilkasi bo'lib bular sim halqada ko'tarib yuriladi (7.8.-rasm). Lenta maxsus halqaga urab (7.9.-rasm) vint bilan mahkamladi.



7.8.-rasm.



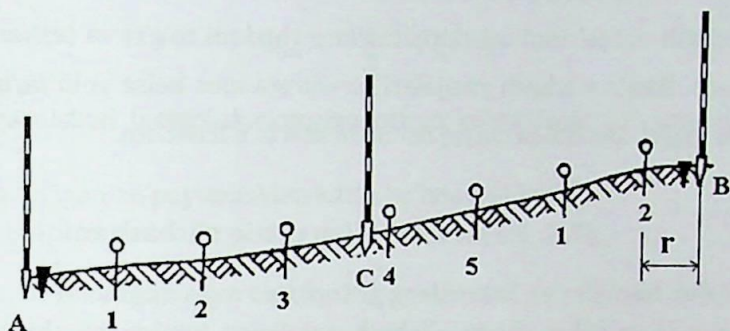
7.9.-rasm.

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.

§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, ikkala 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 yeng 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 quyish soni,
l₀-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

P'olat lenta bilan chiziq o'lchash aniqligiga joining notekisligi va tuproq qoplami ta'sir yetadi. 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 yetadi. Bu xatoning ta'sirini kamaytirish uchun chiziq olishni puxta bajarmoq, ya'ni chiziq ustida yetarli darajada qushimcha 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: $\alpha = 0.000125$ -p'olatning issiqlikdan kengayish koeffisienti;

$t_{o'rt}$ -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.

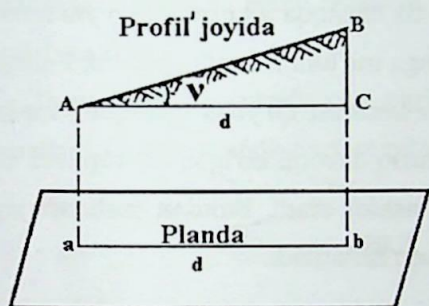
Agarda to'g'ri o'lchash bilan teskari o'lchash natijalarini tegishlicha D_1 va D_2 deb belgilasak, u holda ular ayirmasi

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

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

$\frac{\Delta D}{D_{o'rt}}$ ga nisbati tegishli kategoriya uchun ko'rsatilgan yo'l quyarli nisbiy xatoni $\sqrt{2}$ ga bo'lgan ko'paytmasidan katta bo'lmasligi kerak.

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



7.11.-rasm.

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

bu yerda: D -qiya masofa, (m)

ν -og'ish burchagi.

Hisoblashlar arifmometr yoki elektron hisoblash mashinalarida bajariladi. d ning qiymatini $d = D - \Delta d$; (7.6) formulasi bilan ham topish mumkin;

bu yerda: $\Delta d = D - d$; (7.7)

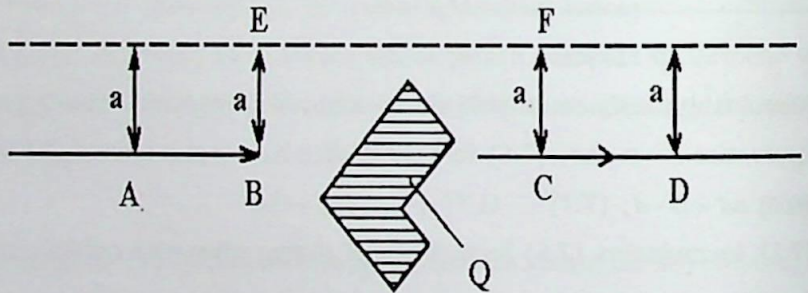
(7.7) formulasiga (7.5) formulasidagi d -ning qiymatini qo'ysak, quyidagi formula hosil bo'ladi: $\Delta d = D - d = D - D \cdot \cos \nu$; yoki $\Delta d = 2D \cdot \sin^2 \frac{\nu}{2}$; (7.8)

bu yerda; ν -og'ish burchagi bo'lib, bu burchakni aniqlashda katta aniqlik talab etilmasa, eklimetr 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 chiziq olishda ekerni ishlatish juda qulay. Masalan AB chiziqni davomida Q to'siq bo'lib (7.12.-rasm), uning davomidagi C va D nuqtalar o'rnini 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 chiziq chizilsa, AB chiziq 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. S'YOMKA HAQIDA MA'LUMOTLAR

§8.1. Umumiy ma'lumotla

Plan, karta yoki profil tuzish uchun joyda bajariladigan o'lchash iklarining yig'indisiga s'yomka deyiladi. S'yomkalar uchga bo'linadi:

1. Gorizontali yoki konturli s'yomka;
2. Vertikal s'yomka;
3. Topografik s'yomka.

Gorizontali s'yomka natijasida joining konturli plani hosil bo'ladi.

Vertikal s'yomkada esa joydagi nuqtalarning balandligi aniqlanadi. Bu balandliklar bo'yicha profil chiziladi yoki ular planda ko'rsatilib joyning rel'yefi tasvirlanadi.

Topografik s'yomkada esa gorizontali va vertikal s'yomkalar bir vaqtda bajariladi, ya'ni joy tafsilotlari va rel'yefi s'yomka qilinadi.

§8.2. S'yomka turlari

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

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

2. *Vertikal s'yomka*. Bunda nuqtalar balandligi nivelirlash orqali topiladi. Nivelirlash bir necha usul bilan bajariladi. Nivelirlash turlari muxandislik ishlarida keng qo'llaniladi.

3. *Taxeometrik s'yomka*. Bunda gorizontali va vertikal s'yomka ishlari bir vaqtda bir asbob (*taxeometr*) bilan bajariladi. Planda joyning konturi va rel'yefi tasvirlanadi.

4. *Menzula s'yomkasi.* Bunda gorizontaal, vertikal s'yomka va plan chizish ishlari *menzula* nomli asbob bilan dalaning o'zida bajariladi.

5. *Yer fototeodolit s'yomkasi.* Bunda s'yomka fotokamerali teodolit yordamida bajariladi.

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

§8.3. Tafsilotlarni s'yomka qilish

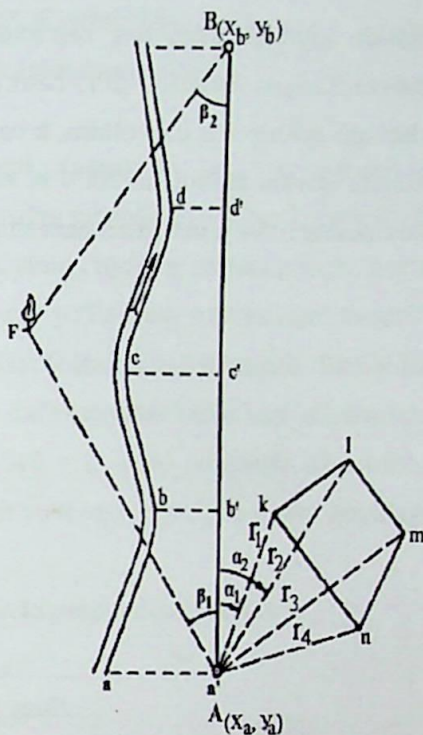
Burchak o'lchash s'yomkasida joy tafsilotlari (uy, yo'l, daryo, bog' kabilarning o'rinlari)ni s'yomka qilishda joyning sharoitiga qarab quyidagi usullaridan biri qo'llanilishi mumkin:

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

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 s'yomka 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 s'yomka 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 A_k va A_l lar o'lchanishi bilan aniqlanadi. Shu hovuzning m va n nuqtalari ham shu yo'l bilan s'yomka qilinadi (8.1-rasm).



8.1-rasm.

3. Kestirma (qo'sh qutbli koordinatalar) usuli. Bu usulda nuqtalar o'rnini 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) s'yomka 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 s'yomka 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 s'yomkadagi 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) s'yomka qilish uchun A nuqtani qutb, AE chiziqni qutbiy o'q deb olinsa, k va l nuqtalar o'rni 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 s'yomka qilinadi (8.1.-rasm).

9- BOB. TEODOLIT S'YOMKASI

§9.1. Teodolit s'yomkasining mohiyati

Teodolit bilan bajariladigan gorizontol s'yomkaga teodolit s'yomkasi deyiladi. S'yomka oxirida faqat joydagi situatsiya tasvirlangan plan hosil bo'ladi. Teodolit s'yomkasida 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 dal'nometrlar bilan ham o'lchanishi mumkin, shu vaqtda chiziqlar kamida $1: 1500 \div 1: 2000$ aniqlikda o'lchanishi kerak. Situatsiyalarni s'yomka 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 (qush qutbli koordinatalar) usuli.

Teodolit s'yomkasini bajarish ishlari tarkibiga qo'yidagi geodezik ishlar kiradi:

1. *Kameral tayyorgarlik*-Bunga topshiriq bilan tanishish, ish olib boriladigan joyning eski plani va kartalarini o'rganish hamda ishning tahminiy loyihasi va ish planini tuzish ishlari kiradi.

2. *Planga olinadigan joyni rekognosirovka qilish*-bunda s'yomka qilinadigan ob'yektlar bilan tanishiladi, geodezik tayanch punktlar mavjudligi aniqlanadi, uchastka chegarasi va teodolit yo'lining o'rnlari 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'lsin 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. Chiziq'larni 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 s'yomka qilish-teodolit yo'llariga tayangan holda bajariladi.

7. Teodolit yo'llarini davlat yoki mahalliy geodezik tarmoqlariga bog'lash.

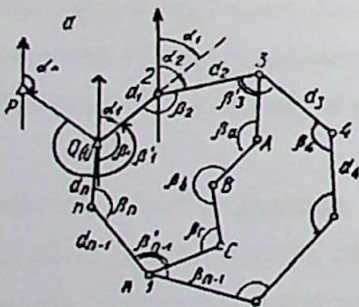
8. Tayanch tarmoqlar bo'lmagan holda teodolit yo'li tomonining haqiqiy azimutni aniqlash.

9. Kameral (hisoblash va grafik chizma) ishlari.

§9.2. Teodolit yo'llarini o'tkazish

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

9.1.-rasm-dagi 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.



9.1.-rasm.

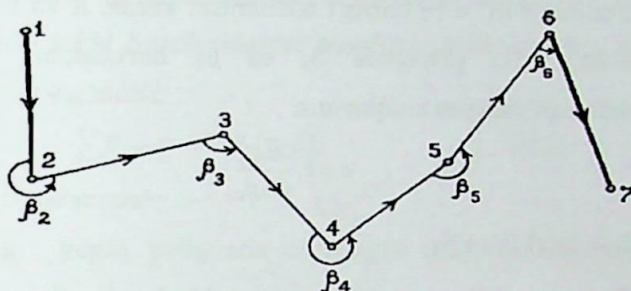
Bulardan tashqari yopiq poligon ichkarisida diogonal yo'llari (9.1.-rasm-dagi 3, A, B, C, n-1 yo'l) o'tkaziladi. Diogonal yo'l asosiy poligon-dagi o'lchash natijalarini tekshirish va situatsiyalarini s'yomka qilishda qo'shimcha tayanch nuqtalarni hosil qilish uchun xizmat qiladi.

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

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'lanishi 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 chiziq qilib, ya'ni burilish burchaklarini 180° 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 s'yomkalar qo'llanmasi (CH-212-62)ga binoan ochiq territorialarda geodezik tayanch nuqtalar orasida o'tkaziladigan teodolit yo'lining maksimal uzunligi qudagicha belgilanadi:

1: 500 masshtabida-0,8 km,

1: 1000 masshtabida-1,2 km,

1: 2000 masshtabida-2,0 km,

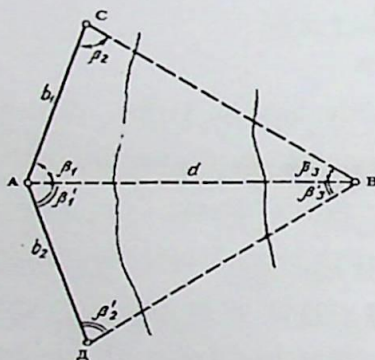
1: 5000 masshtabida-4,0 km.

§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 yemas. Bunday masofalarni aniqlash uchun avvalo joyda bazis deb ataluvchi AC = b₁ chizig'i o'lchanishi kerak. A va C nuqtalarda turib teodolit bilan to'liq priyomda β₁ va β₂ burchaklari o'lchanadi. ABC uchburchakdan qo'yidagini aniqlaymiz:

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

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



9.3.-rasm.

AB chiziq uzunligini tekshirish uchun uni ikkinchi uchburchak ABD da o'lchangan bazis b₂ va burchaklar β₁' va β₂' buyicha 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 β₃ burchagi 30° dan kichik va 150° katta bo'lmasligi kerak.

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

Gorizontal 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° ga teng bo'lmay, balki farq qiladi, bunga burchak bog'lanmaslik xatosi deyiladi. Burchaklar yog'indisi 180° ga teng bo'lsin uchun o'lchangan burchaklarga tuzatma kiritilib, ularni tuzatadilar. Tuzatilgan burchaklar yog'indisi albatta g'yeometrik 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 yog'indisi;

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

bu yerda; n -burchaklar soni.

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

$$\sum \beta_{amal} - \sum \beta_{naz} = f_\beta \quad (9.3) \text{ bo'ladi.}$$

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

Chekli xato $f_{\beta chek} = \pm 1.5t \sqrt{n}$ (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.

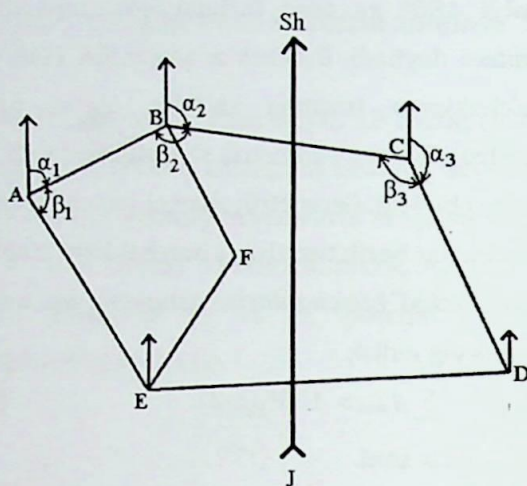
Bu xatoni topish va tuzatish kerak.

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

Tuzatmalar yog'indisi teskari ishora bilan bog'lanmaslik f_β -ga teng bo'lishi kerak.

Tuzatmalar burchaklar buyicha yo'l tomonlarining deriksion burchaklari hisoblab chiqariladi.

9.4.-rasm. $ABCDE$ yopiq poligoning 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 $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \dots$ vaxokazolarni topish kerak bo'lsin. 9.4.-rasmga ko'ra 1- nuqtada 1-tomon deriksion burchagi- α_1 ma'lum bo'lsa, 2-nuqta uchun

$$\alpha_2 + \beta_2 = \alpha_1 + 180^\circ \text{ bo'ladi, bundan:}$$

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

Shunga o'xshash

$$\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3;$$

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

yoki umumiy ko'rinishda

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (9.6) \text{ bo'ladi.}$$

Demak, keyingi tomonning deriksion burchagi, oldingi tomon deriksion burchagiga 180° qo'shib, ular orasidagi o'ng burchakning ayrilganiga 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_6 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 qo'yidagi formulada hisoblaymiz, ya'ni: 9.1.-rasmga ko'ra quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2; \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3; \quad (9.7) \\ &\dots \dots \dots \\ \alpha_n &= \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n;\end{aligned}$$

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

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + n * 180^\circ - \sum \beta; \quad (9.8) \text{ hosil bo'ladi, bundan}$$

$$\alpha_n - \alpha_1 = n * 180^\circ - \sum \beta; \text{ yoki}$$

$$\alpha_1 - \alpha_n = \sum \beta - n * 180^\circ; \quad (9.9) \text{ bo'ladi.}$$

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

Burchak bog'lanmaslik xatosi:

$$f_\beta = \sum \beta - 180^\circ n - (\alpha_0 - \alpha_n), \quad 9.10\text{-chi formulasi aniqlanadi.}$$

Bu yerda aniqlangan burchak bog'lanmaslik xatosi- f_β , 9.4-chi formulasi bilan hisoblanadigan chekli bog'lanmaslik bilan taqqoslanadi.

Agar u absolyut qiymati bo'yicha yo'l quyarli, yani: $f_\beta \leq f_{\beta \text{ chek}}$ 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).

| Koordinata orttirmalar | α -qiymatiga tegishli aylana choraklari. | | | |
|---------------------------|---|----------------|------------------|-----------------|
| | I, (0°-90°) | II, (90°-180°) | III, (180°-270°) | IV, (270°-360°) |
| i. | Sh.shq | J.shq | J.g' | Shg' |
| ΔX | + | - | - | + |
| ΔY | + | + | - | - |

§9.6. Koordinata orttirmalarini tenglash va poligon uchlaning 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, yani:

$$\sum \Delta X = f_x; \text{ va } \sum \Delta Y = f_y; \text{ (9.12) bo'ladi.}$$

9.12-chi 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:

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

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:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{N}; \text{ (9.14) bundan,}$$

$$N = \frac{P}{f} \text{ bo'ladi.}$$

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

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

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

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: $\Sigma v_{\Delta x} = -f_x$; va $\Sigma v_{\Delta y} = -f_y$; 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 koordinatalarini hisoblash jadvali (9.2-jadvali) da bajariladi.

§9.7. Diogonal yo'lini tenglashtirish

Diogonal 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: $f_\beta = \Sigma \beta - 180^\circ n - (\alpha_0 - \alpha_n)$ (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. Diogonal yo'lidagi o'lchash natijalari 9.3-jadvaliga yoziladi.

Agar diogonal yo'li BFE (9.4.-rasm) yopiq poligonining nuqtalari orasidan o'tkazilgan bo'lsa, F-koordinatasi bosh nuqta B koordinatasi orqali qo'yidagicha 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 koordinatasini 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: $\Sigma \Delta X = X_0 - X_B$; $\Sigma \Delta Y = Y_0 - Y_B$; (9.17) hosil bo'ladi.

Diogonal 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 diogonal yo'lidagi nuqtalarning koordinalari topiladi (9.2-jadval).

§9.8. Teodolit s'yomkasining planini .koordinatalari bo'yicha chizish

Teodolit s'yomkasining planini chizish uchun avvalo qog'ozda (bo'lajak qog'ozda) teodolit yo'li nuqtalarining o'rnini poligon uchlarining koordinatalari bo'yicha belgilash kerak.

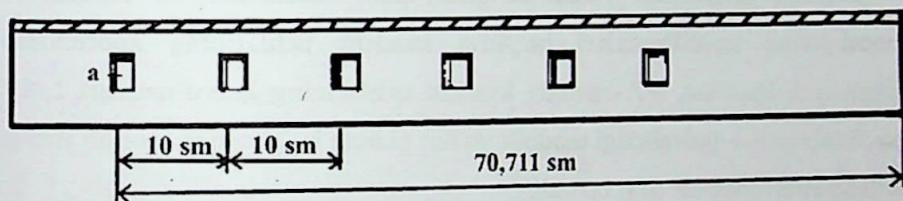
Planda koordinatalar bo'yicha nuqta o'rnini topish uchun qog'ozda tomonlari 10 sm yoki 5 sm dan iborat bo'lgan kvadrat kataklari yasiladi.

Bu maxus asbob-koordinatograf yoki Drobishev chizg'ichi yordamida yasiladi. Bunday aboblar bo'lmagan taqdirda kvadrat katagini shtanginsirku yoki ko'ndalang mashtab chizg'ichi yordamida chizish mumkin.

Kvadrat kataklarni Drobishev chizg'ichi yordamida yasash. Metaldan yasalgan kichik chizg'ichda (9.5.-rasm) 6 ta to'g'ri burchakli teshik bo'lib, ularning har birini bitta ko'ndalang qirrasidan chizg'ichning o'ng uchi yo'nalgandir.

Nolinchi (birinchi) teshikni yo'nilg'i ustiga bo'ylama shtrix chizilgan bo'lib, uning yo'nilgan qirra bilan uchrashgan joyi, a-nuqta chizg'ichning boshlang'ich nuqtasi bo'lib xizmat qiladi. a-raqamli teshikning yo'nilgan qirrasidan to'g'ri chiziq shaklida ishlangan bo'lib, qolgan teshiklar bilan chizg'ichning o'ng uchi yo'nilgan qirrasida yotib, tegishli 10 sm, 20 sm,..... 50 sm va 70,711 sm radius bilan chizilgan aylana yo'ylaridan iboratdir.

Chizg'ichning bunday yasalishi kataklari 50 sm ga teng to'g'ri burchakli uchburchakni yasashga asoslangan ($50^2 + 50^2 = 70,711^2$).



9.5.-rasm. Drobishev chizg'ichi.

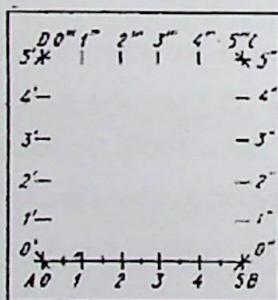
Drobishevning chizg'ichi, ya'ni katta chizg'ichida oralari bir detsimetrga teng 8-ta teshik bo'lib, bu katetlari 60 sm va 80 smga teng to'g'ri burchakli uchburchakni yasashga asoslangandir ($60^2 + 80^2 = 100^2$). Drobishev kichik chizg'ichi yordamida 50*50 o'lchamdagi kvadrat kataklarining yasalishini ko'rib chiqamiz. Buning uchun chizma qog'oz varag'ini pastki qirrasiga parallel qilib ingichka chiziq chiziladi.

9.6.-rasm. Drobishev chizg'ichini bu chiziq ustiga shunday qo'yiladiki, uning teshiklari orqali haligi chiziq ko'rinishing va birinchi teshikni yo'nilgan qirrasidagi shtrix uchi (a-nuqta) chiziq ustiga to'g'ri kelsin. So'ngra teshiklarning yo'nilgan qirrasidan bo'yicha 6 ta chiziqchalar belgilanadi.

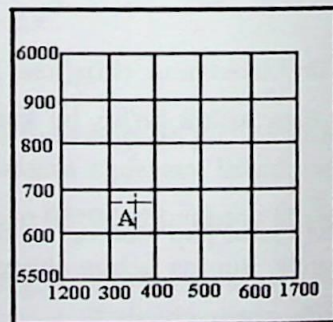
Hosil bo'lgan A va B nuqtalarga ketma-ket chizg'ichni taxminan perpendikulyar qo'yib, oldin chizg'ichdagi a nuqtani, AB chizg'ichini A nuqtasiga,

keyin B nuqtasiga tutashtirib $0^1, 1^1, 2^1, 3^1, 4^1, 5^1$ va $0^{11}, 1^{11}, 2^{11}, 3^{11}, 4^{11}, 5^{11}$ chiziqlar chiziladi. Keyin a nuqtani qog'ozdagi nuqta A nuqtaga tutashtirib chizg'ich diagonali bo'yicha qo'yib chizg'ich uchidagi yo'nilgan qirra bo'yicha yoy chizib C nuqtani, B nuqtaga tutashtirib, chizg'ich uchi bo'yicha yoy chizib D nuqtalari topiladi. Shundan keyin nolinci teshikdagi shtrix uchini C nuqtaga qo'yib, chizg'ichni AB ga parallel qilib quysak, oltinchi teshikning yo'nilgan qirrasini D nuqta ustidan o'tadi. Shundagina ABCD katta kvadrat to'g'ri yasalgan bo'lib, teshiklardagi yo'nilgan qirralar bo'yicha $0^{111}, 1^{111}, 2^{111}, 3^{111}, 4^{111}, 5^{111}$ chiziqchalar chiziladi. Nihoyat, oldin AD, DC va BC chiziqlarini chizib, keyin qarama-qarshi tomondagi tegishli nuqtalarni to'g'ri chiziqlar bilan tutashtirib, kvadrat kataklar hosil bo'ladi (9.7.-rasm).

Kvadrat kataklarini yasab bo'lgach, plan masshtabi va teodolit yo'li nuqtalarining koordinatalari bo'yicha kvadrat uchlarining koordinatalari belgilanadi. Masalan, 9.7.-rasmida kvadrat uchlarining koordinatalari 1: 1000 masshtabida 9.2-jadvalidagi teodolit yo'lini planda belgilashga moslab yozilgan. Endi bu koordinatalar to'ri bo'ladi.



9.6.-rasm.



9.7.-rasm.

Koordinatalari bo'yicha poligon uchlarining plandagi o'rnini belgilash uchun, (9.2-jadval) avvalo, koordinatalar qiymatiga va ishorasiga (agar manfiy koordinatalar bo'lsa ham) qarab nuqta joylashadigan kvadrat aniqlanadi. So'ngra kvadrat tomonlari bo'yicha absissa va ordinatalarning butun qiymatlarini

emas, balki faqat ularning kvadrat tomoning uzunligi bilan bo'lgan ayirmalari qo'yiladi. (9.7.-rasm) va hokazo.

Planda belgilangan nuqtalarning o'rnini to'g'ri topilganini tekshirish uchun ketma-ket topilgan ikki nuqta oralig'i sirkul' bilan o'lchanib, hisoblab topilgan qaydnomasidagi chiziqning gorizontal proyeksiyasi uzunligi bilan taqqoslanadi. Agar ular mos kelsa, nuqtalar to'g'ri topilgan deyiladi, aks holda nuqta o'rnini qayta topish kerak. Plandagi har bir nuqta yoniga uning nomeri yoki nomi yoziladi.

Teodolit yo'lidagi nuqtalarni planga tuhirgandan keyin s'yomka natijalarini (situasiyani) planga tushirishga o'tiladi, ya'ni abrisga amal qilib, joyda tafsilotlar qanday usul bilan s'yomka qilingan bo'lsa, shunday usul bilan ular planga tushiriladi.

10-BOB. JOYDA NUQTA BALANDLIGINI O'LCHASH (NIVELIRLASH)

§10.1. Nivelirlash usullari.

Ko'p masalalarni yechishda, masalan topografik kartada rel'yeflarni 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 s'jomka* deyiladi. Joy rel'yefini o'rganib plan yoki kartada tasvirlash xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida, ayniqsa qishloq xo'jaligida katta ahamiyatga egadir. Rel'yefni 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 asboblariga qarab nivelirlashlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Geometrik nivelirlash.
2. Trigonometrik nivelirlash.
3. Fizikaviy (barometrik, gidrostatik va ayeroradionivelirlash) nivelirlash.
4. Mexanik nivelirlash.
5. Stereofotogrammetrik nivelirlash.

Geometrik nivelirlash. Bu usulda bir nuqtaning boshqa nuqtaga nisbatan balandligi gorizonta 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 chukishi va deformatsiyasini aniqlashda va shunga uxshash 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-taxeometri bilan qiyalik burchagi va masofa o'lchanadi. Trigonometrik nivelirlash topografik plan olishda, balandliklardagi farq katta bo'lgan nuqtalarning, masalan: tog', tepalik va boshqa rel'yef 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 kutarilgan 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 yekspedetsiyalarda, geologik, geografik va boshqa tekshirishlarda biror joyning rel'yefini 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 berilayapti, 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 asboblarini 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 xarakat qilingan. Ammo yuqori aniqlikdagi nivelirlashga erishilgani yuq. 1890 yilda Rossiyada Shlang uzunligi 20 metrga ega bo'lgan asbob yordamida nivelirlashga xarakat qilindi. Nisbiy balandlikni aniqlashning o'rta kvadratik xatosi bitta stansiyada 3 mm ni tashqil etdi. 1936 yilda gidrostatik nivelirlash yordamida o'tmetkani uzoq masofa (18 km)ga, katta Belt bo'g'ozini orqali uzatishga erishildi. Bunda o'tmetkani 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 tashqil etdi. 1952 yili Belgiyada Jeld daryosi orqali 4 km masofaga 0,14 mm aniqlikda o'tmetka uzatildi.

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

Gidrostatik nivelirlashda kuzatilayotgan yuzaning gorizontalligini yoki aloxida 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 ypkni 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 xajmiy vazni;

H_1 , H_2 -idishlardagi suyuqlik ustunining balandligi.

Binobarin

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

bu yerda: g -tortishish kuchining tezlanishi;

γ -suyuqlik zichligi bo'lib, ($g = f(\varphi)$); bunda $\gamma = \psi(\varphi)$; (10.3) asosan

$\Delta\gamma = -0,0259 \cos 2\varphi - 2 \cdot 10^{-3}$; 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 satxi uni tayyorlash xatosi tufayli o'zining nol' o'rniga ega. Shuning uchun, limbning mikrometr vintlari ko'rsatgichi asosida hisoblangan, ikki nuqta orasidagi nishablik, absolyut hisoblanilmaydi,

Barcha seriyadagi gidrostatik idishlarning nol' o'rne gorizontal nazorat tekisligida etalon idishga nisbatan ketma-ket etalonlashtirish yo'li bilan aniqlash mumkin. Buning natijasida barcha seriyadagi idishlarning nol'lari tengsizligini yuqotish mumkin. Qurilma xolatining o'zgarmasligini aniqlash uchun mo'ljallanib qo'zg'almas holatda o'rnatilgan gidrostatik tizimlar uchun, idishning nol' o'rne 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 K^o" 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 asboblarning ko'pincha ob'yektlar 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-nivelir ishlatiladi. Bu asbob velosiped, 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 rel'yefini dastlabki urganishdagina foydalani-ladi.

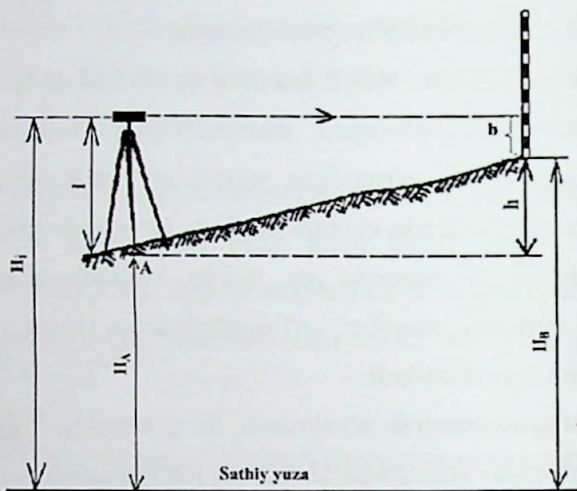
Stereofotogrammetrik nivelirlash. Bu usulda joyning samolyotdan turib olingan ayerofotosur'atlariga qarab maxsus fotogrammetrik asboblarning yordamida nuqtalarning balandligi aniqlanadi va rel'yef gorizontallari bilan chiziladi. Bu xildagi nivelirlash ishlarining asosiy qismi korxonada bajarilganligida vaqt va mablag' ancha tejiladi. 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 gorizontali vizirlashga moslashgan bo'lib, ko'rish trubasining vizir o'qining yonidagi silindrik adalak hamda kutarish vintlari yordamida gorizontali 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* nivelirlashlari kiradi.

Olq'a nivelirlash. Joydagi ikki nuqta (A va B nuqta) larining 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 reyka bilan vizirlanadi va reykanan b -sanoq'i olinadi (10.1.-rasm).



10.1.-rasm. *Olq'a nivelirlash.*

Asbobning reyka yoki ruletk 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 reykanan olingan sanoq bilan asbob balandligi ayirmasiga teng ekan.

Agar reykanan olingan sanoq asbob balandligidan katta, ya'ni $i < b$ bo'lsa, nisbiy balandlik ishorasi manfiy, agar reykanan 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 tushiniladi. Asbob gorizonti H_i harfi bilan belgilanib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$H_i = H_A + i.$$

Ikkinchi nuqta (B) ning absolyut balandligi asbob gorizonti bilan reykanan olingan sanoqlar ayirmasiga teng, ya'ni: $H_B = H_i - b$ bo'ladi.

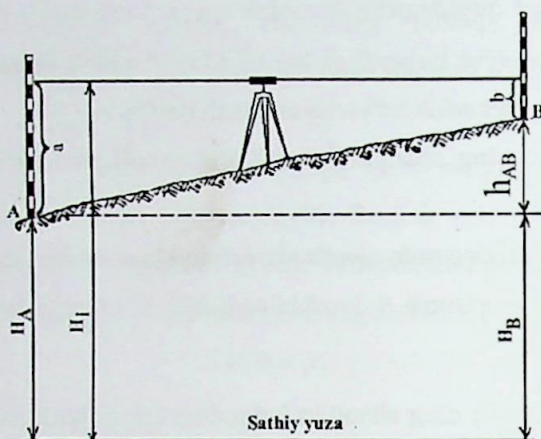
O'rtadan nivelirlash. O'rtadan nivelirlashda nivelirlanayotgan nuqtalarga tik qilib reykalar o'rnatiladi, reykalar oralig'iga esa nivelir o'rnatiladi. Nivelir ish holatiga keltiriladi, ko'rish trubasi oldin keyingi reykaga vizirlanib, reykanan a -sanog'i olinadi, so'ngra oldingi reykaga qaratiladi va 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 reykanan 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.



10.2.-rasm. O'rtadan nivelirlash.

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 reyka dan 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.

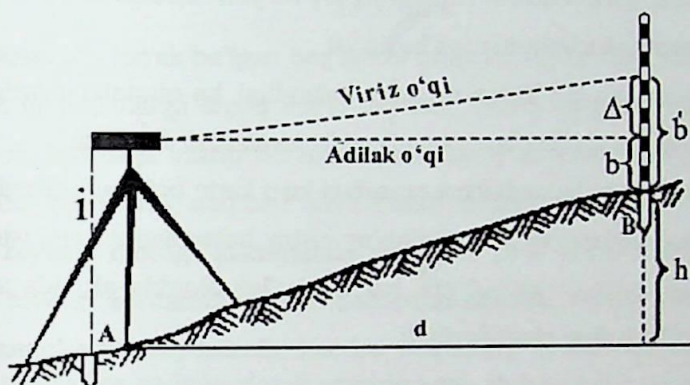
O'rtadan nivelirlashning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- 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 yegriligining va atmosfera refraksiyasining ta'siri juda kamayadi;

-asbob nivelirlanayotgan ikki nuqtaning qoq o'rtasiga o'rnatilganda asbob vizir o'qining gorizontal emasligi natijasida ruy 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.

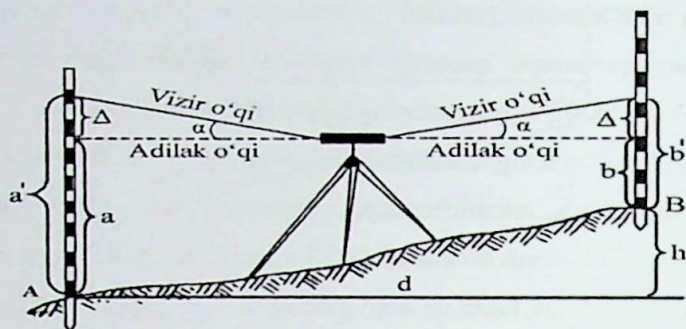


10.3.-rasm.

O'rtadan nivelirlashda o'lchash natijasiga bu xato deyarli ta'sir etmaydi (10.4.-rasm). Masalan, ko'rish trubasi orqadagi reykaga vizirlanib sanoq olganda ruy 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 reykadan 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 rel'yefi talabiga ko'ra nivelirlashlari *oddiy* va *murakkab* nivelashlariga bo'linadi.

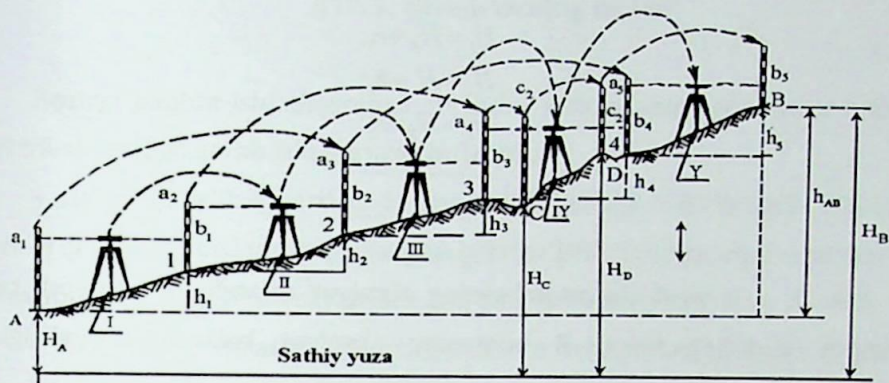
Ikki nuqtaning bir-biriga nisbatan balandligi, bu nuqtalar orasiga nivelirni bir marta o'rnatishda aniqlansa bunga *oddiy nivelirlash* deyiladi.

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 reytagacha 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 *oraliq nuqta* deyiladi. Oraliq 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 oraliq 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:

$$h_1 = a_1 - b_1;$$

$$h_2 = a_2 - b_2;$$

$$h_3 = a_3 - b_3;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$h_n = a_n - b_n;$$

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:

$$H_B = H_A + \sum h_{AB}; \text{ Asbob gorizonti } H_i = h_3 + a_4; \text{ bo'ladi.}$$

Oraliq nuqtalarining absolyut balandliklari quyidagicha bo'ladi:

$$H_C = H_i - c_1;$$

$$H_D = H_i - c_2;$$

Bir-biridan uzoq joylashgan nuqtalar oraliq'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 chiziqning 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 *kundalang nivelirlash* deyiladi.

Muxandislik inshootlarining loyhasini tuzish hamda loyihani joyga kuchirish va inshootlarni qurish maqsadida bajariladigan nivelirlashlariga *muxandis–texnik nivelirlash* deyiladi.

§10.3. Nivelirlarning turlari

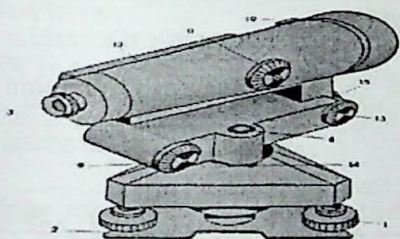
Hozirgi vaqtda ishlatilayotgan nivelirlar vizir o'qining gorizontol holatiga keltirilish usuliga qarab ikki guruxga bo'linadi:

- 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;

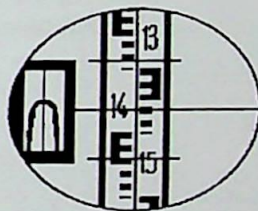
- vizir o'qi avtomatik ravishda gorizontol holatga keltiriladigan nivelirlar, keyingi yillarda vizir o'qi avtomatik ravishda gorizontol holatga keltiriladigan yoki kompensatorli nivelirlar ishlab chiqrilmoqda, bularga H3KL, H10KL, NiB3, NiB5, NiB6 va Ni025 nivelirlari kiradi. Bulardan tashqari nivelirlar 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.



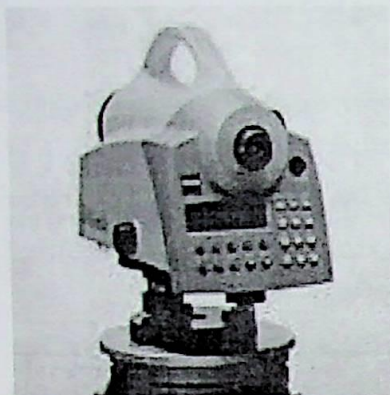
a-nivelirining tashqi ko'rinishi.



b-trubaning ko'rish maydoni va reykanadan 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-ob'yektiv vinti, 8-doiraviy adilak, 9-elivasion vint, 10-nishon, 11-kremal'yera, 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 yerka 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 reyka bilan sanoq olish orqali o'lchashni amalga oshirish mumkin. Avtomatik o'lchashlar uchun vizir chizig'idan yuqoriga va pastga 15 sm dan bo'lakli reyka kesimi kifoya bo'ladi.

Texnikaviy tavsifnomalar.

10.3-jadval.

| 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'lchashlar: - 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 kattalash-tirish darajasi, | 32x | 32x | 26x |
| Kompensator. | | | |
| Kompensatsiyalash diapazoni, | | $\pm 1.5'$ | |
| O'rnatish aniqligi, | $\pm 0.2''$ | $\pm 0.2''$ | $\pm 0.5''$ |
| 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. | | |

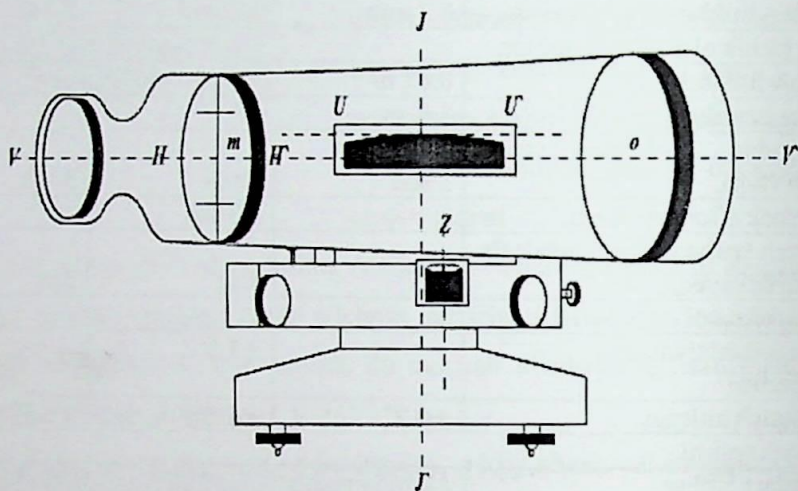
Ko'p martali o'lchashlar natijalarini o'rtacha qiymati ham avtomatik ravishda bajariladi. Bu asboblarning o'ziga xoslik tomonlaridan biri, ularda ma'lumotlarni 256 kv dan 8 MB gacha hajimdagi PCMCIA xotira kartasiga yozib olish imkoniyati mavjud. DiNi 22 asbobida ma'lumotlarni yozish ichki xotirada amalga 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-jadvalida DiNi 12, DiNi 12T, DiNi 22 markadagi raqamli nivelirlarining texnikaviy tavsifnomasi keltirilgan.

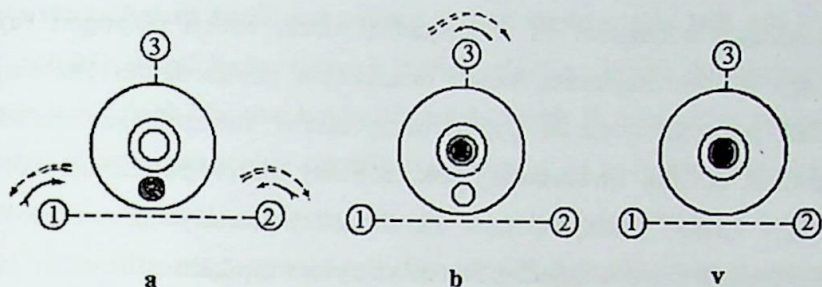
§10.4. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish

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 yesa ikkinchi ko'targich vint yordamida nol'punktga keltiriladi (10.9.b.-rasm). Nivelir aylanish o'qi atrofida 180° ga buraladi (10.9.d.-rasm). Agar pufakcha nol' punktga qolsa, shart bajarilgan bo'ladi. Agarda doiraviy adilak pufakchasi nol' punktga 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.



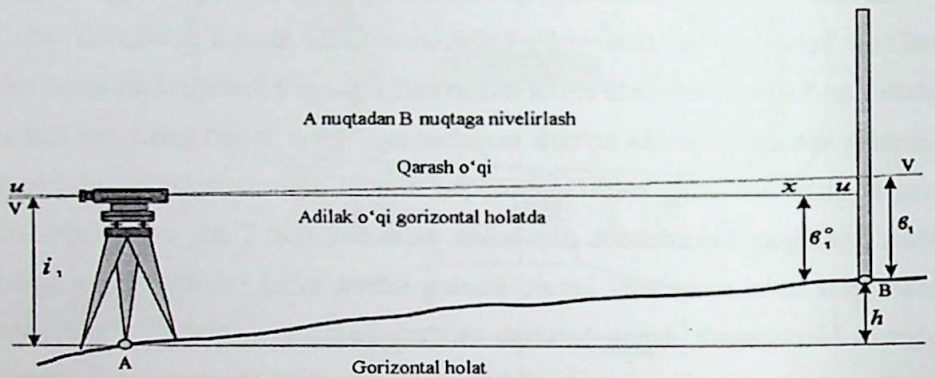
10.9.-rasm.

2. Iplar to'ringing 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.

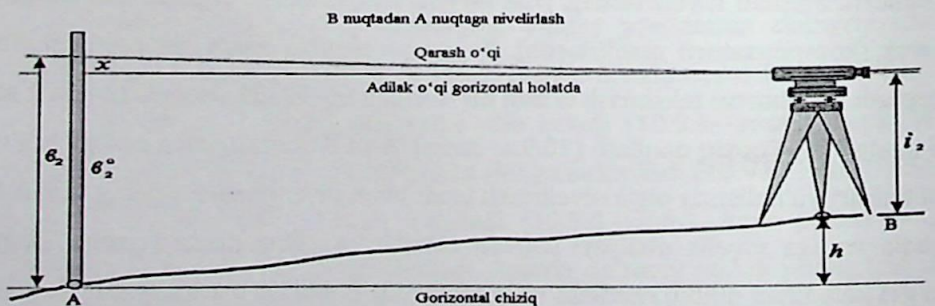
3. Ko'rish trubasining o'qi silindrik adilak o'qiga parallel bo'lishi kerak, ya'ni (silindrik adilakli nivelirlarda), yoki ko'rish trubasining o'qi gorizontall bo'lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Bunga nivelirning asosiy geometrik sharti deyiladi. Bu shartni tekshirish uchun bir-biridan 50–70 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 reykan-b₂ 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' punktda 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 nuqtagacha nivelirlash.



b) B nuqtadan A nuqtagacha nivelirlash.

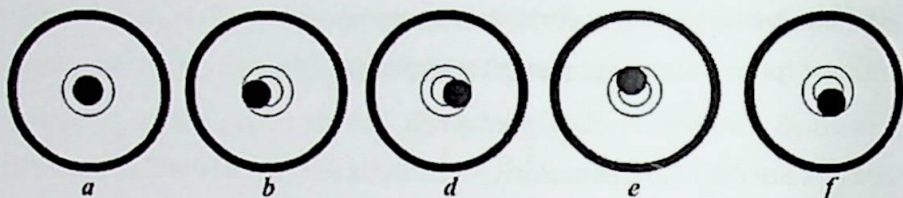
10.10.-rasm.

Agar x ning qiymati 4 mm dan oshmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda, silindrik adilakli nivelirlarda silindriki adilak o'qining holati, kompensatorli nivelirlarda esa ko'rish o'qining holati tuzatilishi kerak. Buning uchun reykaning oxirgi marta olingan sanoqning tuzatilgan qiymati $b_{1nz.} = b_1 - x$ hisoblab olinadi. Keyin silindrik adilakli nivelirlarda elevatsion vint yordamida iplar to'ringning gorizontal ipi tuzatilgan $b_{2nz.}$ sanog'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 gorizontal ip tuzatilgan $b_{2nz.}$ sanog'iga to'g'rilanadi. Shundan so'ng shart bajarilganligiga ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

4. Asbob aylanish o'qi (JJ') vertikal holatda turganda, silindrik adilak o'qi va ko'rish trubasi o'qi (VV') 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 reykaning 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'zgarmagan pufakcha yarim pallalarining tasviri qarama-qarshi tomonga siljisa, bu siljish silindrik adilakning 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 m masofada reyka qo'yiladi va doiraviy adilakning pufakchasi nol' punktga bo'lganda (10.11.a-shakl) reykaning b_0 sanog'i olinadi, keyin

ko'targich vintlar yordamida pufakcha okulyar, ob'yektiv, chap va o'ng tomonlarga bir bo'lakka og'dirilib (10.11.- b, d, e va f rasmlar), reykadan 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 desimetrli 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 metell (tunika qoplanadi. Reykalar bir tomonli (bo'laklar bir tomonga chizilgan) va ikki tomonli (bo'laklar ikki tomonga chizilgan) oq va qora, ikkinchi tomondagilari yesa oq va qizil rangga buyalgan bo'ladi. Shuning uchun reykaning qora tomoni-qora tomon, qil tomoni-qizil tomon deb ataladi.

Sanoq olish qulay bo'lishi uchu har desimetrli 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.

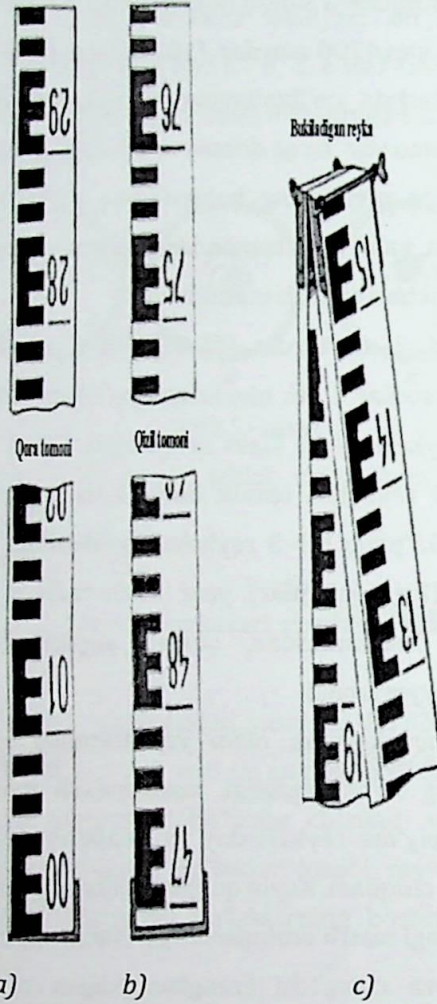
Natijada nivelirlashda qo'llanilayotgan reyklar juftining qora va qizil tomonidan olingan sanoqlar farqi doimiy qiymatiga teng bo'ladi. Ikki tomonli reyklar qo'llanilganda nivelirning balandligini o'zgartirmasdan turib nisbiy balandlikni ikki marta, ya'ni qora tomondan olingan sanoqlar va qizil tomondan 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 reyklar yaxlit (10.11.a,b.-rasmlar) yoki buklanadigan (10.11.c.-rasm) qilib chiqariladi. Ba'zan buklanmasdan, surilib yig'iladigan (yig'ma) reyklar (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 qoplamlarning mustahkamligi ko'rib chiqiladi. Keyin quyidagi tekshirishlar bajarilad:

1.Reyklar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatini aniqlash.

Tekshirish: Jeneva chizg'ichi (zanglamaydigan oq metall dan 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 desimetrli bo'laklarning boshlanishi o'tkir qalam bilan metal chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Reykani egilmaydigan qilib gorizontol holatda yotqiziladi.



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.

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 desimetrli 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 desimetr boshlanishi bilan tutashtiriladi. Keyin o'ng tomondagi lupa chizg'ichi bo'yicha surilib, desimetrli 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 siljtiladi. PH-3 reykalardagi desimetrli 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.

Reykadagi desimetrli bo'laklarni tekshirish bilan birgalikda qora tomondagi nol'ning reyka uchidagi metal qoplama (tovon) chetiga to'g'ri kelishi ham tekshiriladi. Texnik nivelirlashda qo'llaniladigan reykalarda nol'ning tovon chetiga to'g'ri kelmaslik xatosi 1,0 mmdan ortiq bo'lmasligi kerak. PH-3 reykalardan 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'ringining vertikal ipi reykaning o'qi bo'yicha joylashtiriladi va silindrik adilak pufakchasi yarim pallalarining (H-3 nivelirida) yoki doiraviy adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi (H-3K nivelirida). Reykadan sanoq asosiy gorizontol ip bo'yicha olinadi. Sanoq olishda avval gorizontol ip to'g'ri kelgan desimetrli bo'lak qiymati o'qiladi, masalan, 10.6.b-rasmda 12; keyin desimetrli bo'lakning yuqori chetidan gorizontol 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. Nevilirdan reykgacha bo'lgan masofani aniqlashda dalnomer iplaridan ham shu tartibda sanoq olinadi.

11- BOB. TAXEOMETRIK S'YOMKA VA QURILISHDA BAJARILADIGAN ISHLAR

§ 11.1. Taxeometrik s'yomka va uning mohiyati

Taxeometriya-grekcha so'z bo'lib, tez o'lchash degan ma'noni anglatadi. Taxeometrik s'yomka deganda gorizont va vertikal s'yomkalarni bir vaqtning o'zida taxeometr deb ataluvchi asbob bilan bajarish tushuniladi.

Taxeometr asbobi o'rnatilgan nuqtaga *bekat (stansiya)* deyiladi va undan har bir s'yomka qilinadigan tafsilot va rel'yef nuqtasiga qarab bir vaqtda gorizont burchak (biron-bir boshlang'ich yo'nalishga nisbatan), vertikal burchak va dal'nomer bilan, oddiy doiraviy taxeometrlarda esa ipli dal'nomer bilan masofa o'lchanadi.

Taxeometrik s'yomkada qutbiy koordinatalar usuli bilan nuqtalarning plandagi o'rni, trigonometrik nivelirlash usuli bilan esa ularning balandligi topiladi. O'lchash natijalarini ishlab chiqib yer bo'lagining yirik masshtabi topografik plani tuziladi.

Taxeometrik s'yomka, asosan rel'yefi notekis, maydoni uncha katta bo'lmagan, eni tor va bo'yiga cho'zilgan tafsilotlarni s'yomka qilishda murakkab bo'lgan joylarda qo'llaniladi.

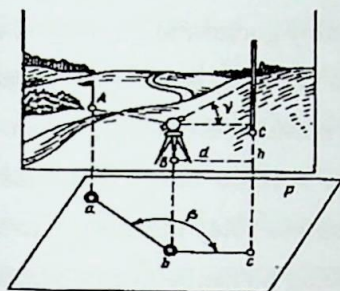
Taxeometrik s'yomkada o'lchash shart-sharoitlarini to'la ta'minlay oladigan eng oddiy taxeometr, ya'ni: vertikal doiraga ega bo'lgan teodolit asbobi xizmat qiladi. Bunday asbobga teodolit-taxeometr (doiraviy taxeometr) deyiladi.

§ 11.2. Trigonometrik nivelirlash

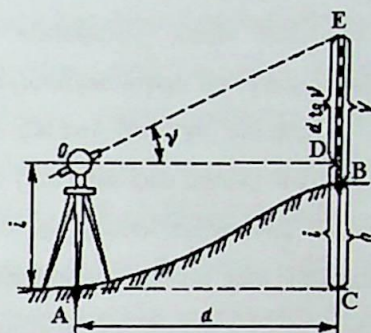
A va B nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik, ya'ni: $h = BC$ ni trigonometrik nivelirlash bilan aniqlash quyidagi qoidaga asoslangan (11.2.-rasm).

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-

unga asbob balandligi deyiladi. Reykaning uzunligi, $BE = V$ harfi bilan belgilanadi. OE chizig'ining qiyalik burchagi- v va uning gorizontal qo'yilishi (d) ni taxeometr yordamida o'lchab: $DE = dtg v$ 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,

$$h = dtg v; \text{ bo'ladi, yoki:}$$

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2v. \quad (11.1)$$

Plan olinishidan oldin reykaning o'zida asbob balandligi biror tasma yoki rangli metall bilan belgilanib olinadi. Vertikal burchakni o'lchashda ob'yektiv gorizontal ish reykasining uchiga emas, balki asbob balandligini bildiruvchi belgiga to'g'rilanadi.

§ 11.3. Taxeometrik s'yomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblari

Taxeometrik s'yomka hozirgi kunda, asosan, oddiy geodezik asbob, teodolit-taxeometr (doiraviy taxeometr) yordamida bajariladi. S'yomka

jarayonida kerakli o'lchashlarni amalga oshirish uchun mazkur asbobning gorizontal va vertikal doiralari hamda ko'rish trubasidagi ipli dal'nomer chiziqlari xizmat qiladi.

Gorizontal doira yordamida s'yomka qilinadigan har bir nuqtaga (bundan keyin piket nuqta deyiladi) qarab, qutbiy gorizontal burchakni, vertikal doira yordamida vertikal (og'ish burchakli va ipli dal'nomer bilan piket nuqtagacha masofani o'lchash (6.8) va (6.11) mavzularda batafsil bayon etilgan va kerakli formulalar keltirilgan. O'lchangan vertikal burchak va dal'nomer 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 aniqlikgagi va aniq teodolitlarning barchasi doiraviy taxeometr (2T30П, 3T30П, 4T30П, 4T15П, 2T5K va boshqalar) lar bo'lib xizmat qila oladi. Keyingi yillarda taxeometrik s'yomkani bajarishda har xil tipdagi taxeometrlarning shunday turlari izlanmoqdaki, ular yordamida nuqtalarning nisbiy balandligi va masofaning gorizontal quyilishi avtomatik ravishda reykanidan olingan sanoq sifatida aniqlanadi.

Bunday prinsipda o'lchaydigan taxeometrlariga qo'yidagi asboblardan kiradi:

1. TD tipidagi nisbiy balandlik va masofaning gorizontal quyilishini gorizontal o'rnatiladigan reyka orqali aniqlash imkonini beruvchi ikkilangan tasvirli avtoreduksiyali taxeometr;

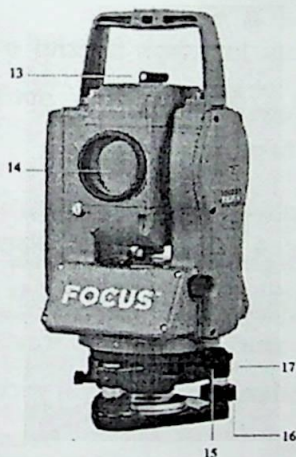
2. TH tipidagi ko'rish trubasi maydonida ko'rinadigan nomogramma (egri chiziqlar) va vertikal o'rnatiladigan reyka bo'yicha balandlik h va gorizontal masofa d ni o'lchashni, ta'minlaydigan nomogrammalı taxeometr;

3. TE tipidagi elektrooptik (elektron) taxeometr, ya'ni: gorizontal va vertikal burchaklarni hamda masofani o'lchab, uning natijalarini avtomatik ravishda yozib va hisoblab boradigan asboblari kiradi.

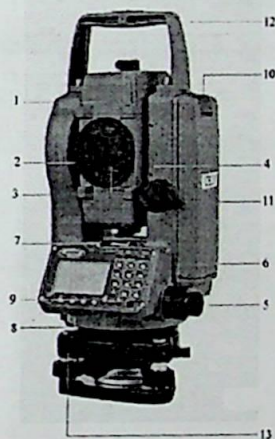
Hozirgi davrda ishlab chiqarilayotgan elektron taxeometrlar o'lchash-hisoblash sistemasidan tashkil topib unga ixcham masofa o'lchash elektron dal'nomeri, gorizontal va vertikal burchaklarni o'lchab, natijasini tablo

(monitor)ga chiqarib va birdaniga xotiraga yozib qayd qilib boruvchi elektron taxeometr, natijalarini dastlabki ishlab chiqarish uchun kichik komp'yuterlar 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 s'yomkalarda 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 taxeometrning yangi modeli hisoblanadi (11.3.-rasm).



a) Focus 4 taxeometrining old tomondan ko'rinishi.



b) Focus 4 taxeometrining orqa tomondan ko'rinishi.

11.3.-rasm. Focus 4 elektron taxeometrlarning 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-gorizontol 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 taxeometr -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, taxeometr 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 standoriga muvofiq suv kirib chiqishidan himoyalangan.

SP Focus 4 elektron taxeometrda otrajatsiz texnologiyalar qo'llanilganligida, borib bo'lmas va havfli joylarda ham o'lchash ishlarini ham olib borish imkonini beradi.

SP Focus 4 elektron taxeometriga 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.



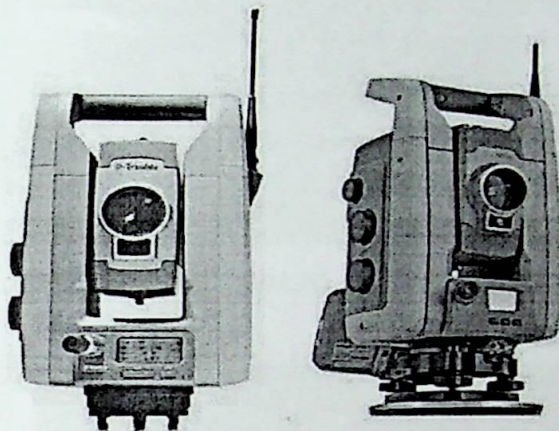
11.4.–rasm. Focus 4 taxeometrining klaviaturasi.

SP Focus 4 taxeometri mukammallashtirilgan 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 $3-5''$, masofa o'lchash aniqligi $5\text{ mm}+3\text{ rr}$, trubaning kattalashtirish darajasi $26\times$, 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.



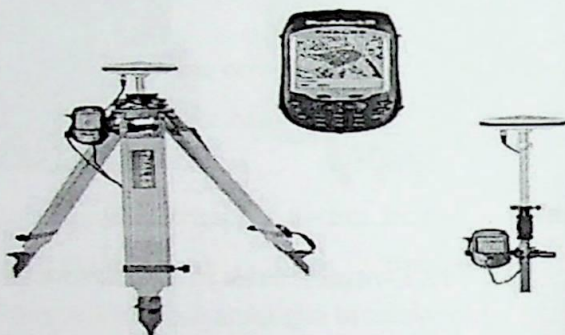
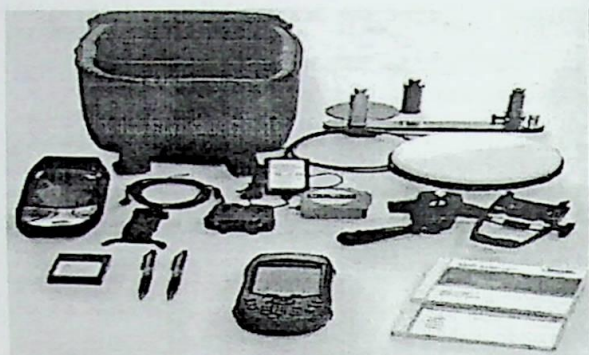
Flagra.ru

11.5.-rasm. Trimble elektron taxometri.

Ushbu taxometrda joylashtirilgan dastur quyidagilarni ta'minlaydi:

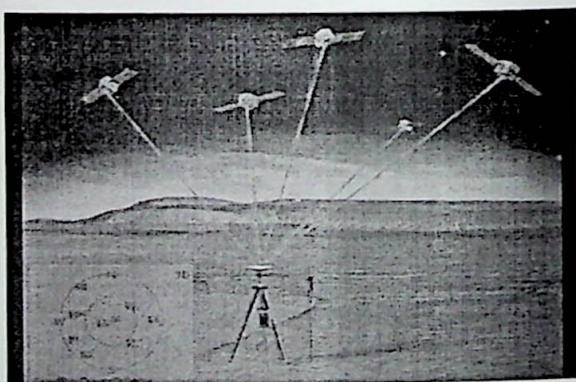
- asbobni balandlik bo'yicha bog'lash;
- asbobni ma'lum nuqtaga bog'lash;
- teskari kesishtirish;
- qutbiy kesishtirish;
- perpendikulyar uzunlikni aniqlash;
- vertikal nuqta o'rnini aniqlash;
- nuqtalar orasidagi masofani aniqlash;
- ob'yektlar balandligini aniqlash;
- rejalash ishlarini bajarish va boshqalar.

GPS RROMARK3 asbobida signal qabul qiladigan antena, ta'minot shnuri, kabel, ta'minot bloki, taglik detallari, monitor (kontrol yoki kichik YeHM), ustun va shtativlari mavjud (11.6.-rasm).



11.6.-rasm. «GPS RROMARK3» asbobi.

GPS-qabul qiladigan antenaning yuqori qismidagi fazali markazga keltiriladi. Buning uchun antenna va punkt orasidagi antenna yoki asbob balandligi deb ataladigan masofa o'lchanadi va u priyomnikka kiritiladi, ma'lumotlarni yig'ish uchun pri-yomnik ulanadi.

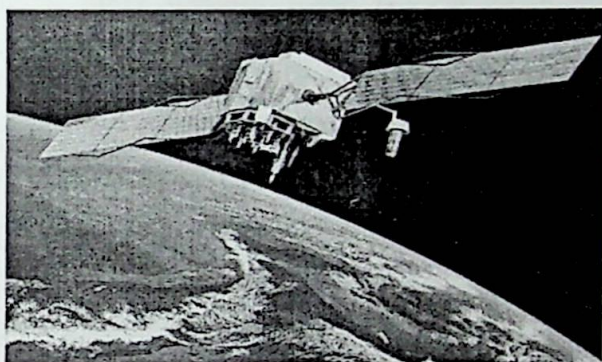


11.7.-rasm. Priyomnik avtomatik tarzda nazorat testlarini bajarish sxemasi.

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 tadbiiq qilinayotgan ob'yektning koordinatalarini, karta va bevosita joyning o'zidagi koordinatalarini aniqlash va o'lchashlarga xizmat qiladi [46].

O'tgan asrning yakunida dunyoning 2 ta ekspluatasion kosmik sistemasi ixtiro qilindi, bu ilmiy–texnik darajadagi jarayonlarini ko'rsatib beradi. Bu Amerikaning Global Positioning System (GPS, 11.8.–rasm) va Rossiyaning Global novigasion 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]. S'yomka tugagach, priyomnik o'zilganda fayl avtomatik tarzda berkilib, to'plangan ma'lumotlar saqlanadi. Sputnik qabul qilgich va kompiyuterlar yordamida bevosita raqamli tematik (mavzuli) kartalarni tayyorlash sxemasi 11.7.–rasmda tuzilgan.

GPS suratga olish asosini zichlashtirish uchun xizmat qiladi. Jumladan: har bir ob'yektda 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 echish 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 taxeometrler (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*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-dal'nomer nasadkasi o'rnatishga moslashgan elektrodvigatelli yuqori aniqlikdagi teodolit. TM 3000 L-lazer uskunasi o'rnatilishiga moslashgan yuqori aniqlikdagi teodolit;

– elektron dal'nomerlar (DI 1001, DI 1600, DI 2002, DI 3000) ularning masofa o'lchash aniqliklari har biri uchun mos ravishda $5 \text{ mm} + R$, $3 \text{ mm} + R$, $1 \text{ mm} + R$, $3-5 \text{ mm} + R$, 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 dal'nomeri, 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 toppish 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;

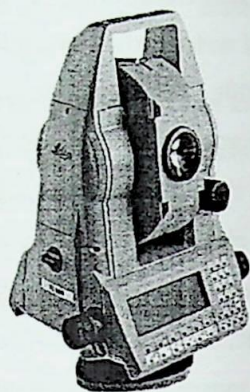
– GPS sputnik sistemasi uchun geodezik asboblari (WM 101/WM 102, GAK1).

LEICA T1100
T1800



11.9.–rasm. Klassik elektron
teodolitlari, LEIKA T 1100, T 1800.

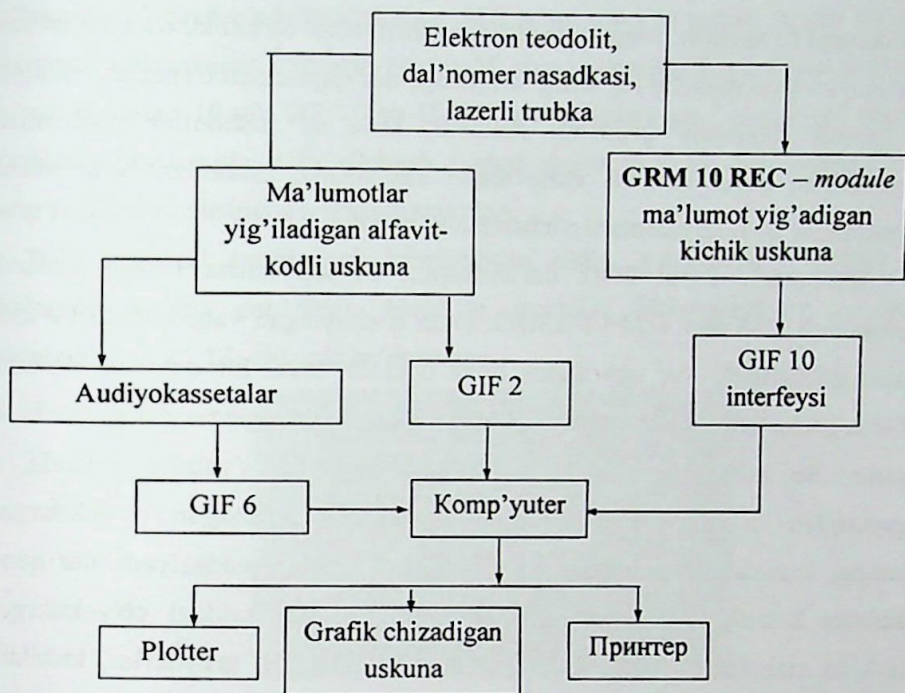
LEICA TC1800/L



11.10.–rasm. Leika TC 1800\L.

Leika TC 1800/L-bu elektron taximetri kuchli dal'nomerga ega bo'lib, u vizir nishoniga avtomatik ravishda yo'nalishga moslangan, LEIKA TCR 1101, TCR1102, TCR1103, TCR 1105 motorlashgan taximetrlar. Elektron teodolit yoki taximetrlar elektron dal'nomerlar 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 teodolitiga o'rnatiladigan DIOR 2002 markali dal'nomer nasadkasi va GLZ 1 yoki GLZ 2 markali lazer trubkasidan iborat elektron asboblardan foydalanish mumkin. Ushbu elektron asboblardan 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 kom'pyuterga uzatiladi.



11.11.-rasm. Lazerli elektron geodezik asboblarning ishlash ta'moyili.

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 dal'nomeri 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 vol't.

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

obidalarini 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 dal'nomerida 14 km gacha bo'lgan masofani sekundiga $\pm 3-5 \text{ mm} + 10^{-6} D$ aniqlik bilan o'lchaydigan vaqt-impul'sli o'lchash usuli qo'llaniladi. Nur qaytargich bilan o'lchash bilan bir qatorda, dal'nomer 250m gacha bo'lgan masofani 5-10 mm aniqlikda nur qaytargichsiz o'lchashga qodir. Bu asbobni yer osti kommunikatsiyalarini s'yomka qilishda, nur qaytargich va markalarni o'rnatishning imkoni bo'lmagan ob'yektlargacha bo'lgan masofalarni aniqlashda, geodeziya va amaliy geodeziyada har qanday ishlarni bajarish uchun qo'llash mumkin. Uni harakatdagi ob'yektlargacha 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, dal'nomerning og'irligi-1,7 kg, kuchlanish manbai 12 vol't.

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.

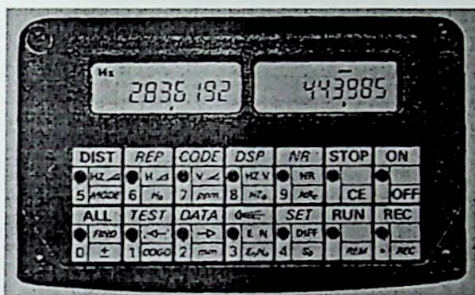
Aniqlanishi lozim bo'lgan nuqtani topish va belgilash uchun GLZ 1 yoki GLZ 2 rusumidagi lazerli nasadkalar xizmat qiladi. Lazerli nasadka DIOR 3002 svetodal'nomerining yon qismiga o'rnatiladi. Lazerli nasadka va dal'nomerning o'qlari maxsus prizmalar yordamida birlashtiriladi.

O'lchash ishlarini boshlashdan avval lazerli nasadka va dal'nomer 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 kbayt) tashkil etadi.

Ma'lumotlarni qayd etish teodolitdagi ALL tugmachasini bosish orqali amalga oshiriladi. Uskunaning o'lchami-74x60x10 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 komp'yuterga va aksincha o'tkazish mumkin.

Dala ishlarini boshlashga kirishishdan oldin, asboblarni o'rnatish va tekshirish amalga oshiriladi. Elektron teodoliti klivaturasining umumiy ko'rinishi 11.12.-rasmida ko'rsatilgan.



11.12.-rasm. Elektron teodoliti klivaturasining umumiy ko'rinishi.

Asboblarni o'rnatish va tekshirish ishlaridan so'ng o'lchash va dala ishlarini ma'lumotlarini qayta ishlash amalga oshiriladi. Masofalar nur qaytargichsiz o'lchanganda teodolit va dal'nomer ko'rish trubalari o'qlarining mos tushmasligi sababli o'lchanadigan masofaga tuzatmalar liritiladi (11.13.-rasm).

Qiya masofa va balandlik uchun tuzatmalar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$\Delta h = b / \sin v; \quad \Delta l = b \tan v; \quad (11.2)$$

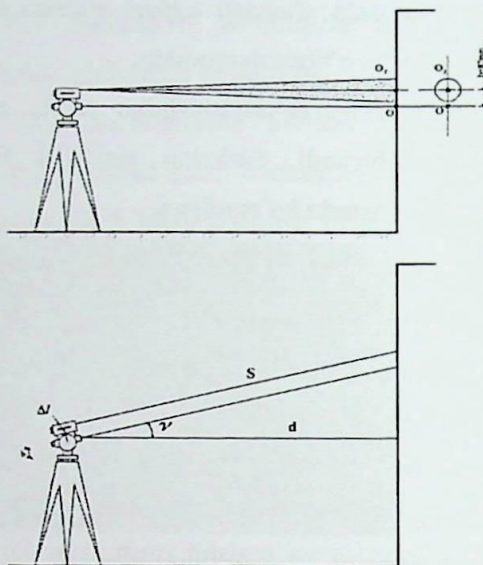
Gorizontal masofa va nisbiy balandlik quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi: $v > 0$ bo'lganida

$$d = (S - b \tan v) \cos v; \quad h = (S - b \tan v) \sin v + b \cos v; \quad (11.3)$$

$v < 0$ 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 -dal'nomer va teodolit ko'rish trubalari o'qlari orasidagi masofa, ($b = 87 \text{ mm}$); ν -vertikal burchak, $\nu = 90 - z$; S -dal'nomer bilan o'lchangan qiya masofa.



11.13.-rasm. Teodolit va dal'nomer 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 o'rnatiladigan nuqtalarning koordinatalari;

α -direksion burchak.

GRE3/GRE 4 rusumidagi ma'lumotlarni 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 qo'llagan holda reja olish usulining afzalloklari quyidagilardan iborat:

1. Dala ishlarining yuqori samaradorligi.

2. Reja olish bilan bir vaqtning o'zida geodezik asos yaratiladi, natijada bu ishlarni bajarish uchun qo'shimcha vaqt talab etilmaydi. Geodezik asosning to'g'ri barpo etilganligi avvalgi nuqtaning koordinatalarini aniqlash orqali dalada to'g'ridan to'g'ri tekshiriladi.

3. Kuzatilayotgan joylardagi aniqlanadigan nuqtalar lazer nuri yordamida qulay tarzda yoritiladi va kuzatishda xatolikka yo'l qo'yilmaydi. Inshootlar yuzasidagi nuqtalarning koordinatalarini aniqlash o'rta kvadratik xatosi 40 m masofagacha 10 mm dan oshmaydi.

4. O'lchash natijalarini qayta ishlash EHM larida amalga oshiriladi. Asboblarni yordamida olingan barcha dala ishlarining natijalari ma'lumotlar saqlanadigan uskunadan GIF 10 interfeysi orqali komp'yuterga uzatiladi. Bu ma'lumotlar tahrir qilinadi va tegishli tuzatmalar kiritiladi. Olingan natijalar asosida inshootning tarhlari, qirqimlari va frontal rejaları grafik quruvchi uskuna yordamida tuzatiladi.

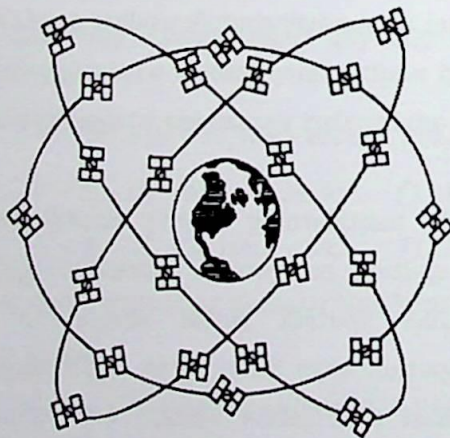
So'ngi o'n yillikda fan va texnikaning rivojlanishi natijasida nuqtalarning fazoviy o'rnini yangi zamonaviy *sputnik* usulida aniqlash imkoniyati to'g'ildi. Bu usulda yer sirtidagi nuqtalarning fazoviy o'rnini sputniklar va ularning yerdagi priyomnik, hamda antennalari yordamida istalgan vaqtda va sharoitda aniqlash mumkin.

Hozirgi vaqtda nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash uchun amalda quyidagi sputnik navigatsion sistemalari qo'llanilmoqda: jumladan, Rossiyaning LONASS sputnik global navigatsion sistemasi (Lobal'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) 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'ngi yillarda, bu sputnik navigatsion sistemalari geodeziya sohasida ilmiy va amaliy masalalarni yuqori aniqlikda, ya'ni koordinata orttirmalarini $5\text{mm} + \sqrt{10^{-6}}$ 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.

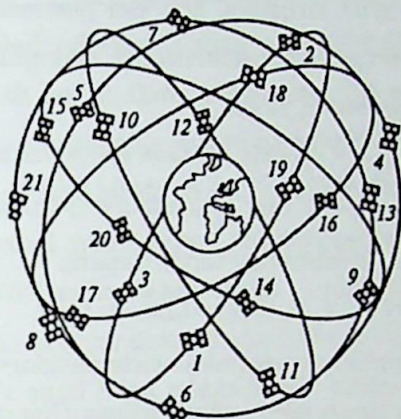
Sputnik navigatsion sistemasini uchta segmentga bo'lish qabul qilingan: kosmik, boshqarish va kuzatish hamda foydalanuvchilar segmenti (sputnik signallarini qabul qiluvchi priyomniklar). NAVSTAR GPS sputnik navigatsion sistemasida 24 ta va GLONASS sputnik navigatsion sistemasida 21 ta doimiy ishlovchi va 3 ta zahira 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 akkumul'yatorlarni zaryadlash uchun sputniklarda har birining maydoni 7,2 kv. metr ga teng bo'lgan ikkitadan quyosh batareyalari o'rnatilgan. Akkumul'yatorlar sputniklarni yerning qorong'i tomonidan o'tishda energiya bilan ta'minlaydi.

Har bir sputnik kvarts standart chastotamerlari (ikkita seziiy va ikkita rubidiy standart chastotamerlar) bilan jihozlangan bo'lib, ular $1 \cdot 10^{-12} \div 1 \cdot 10^{-13}$ chegarada sputnik soatlarini stabillashtirish uchun xizmat qiladi.

Seziy va rubidiy standart chastotamerlarini asosiy hisoblangan kvarts standart chastotameri boshqarib turadi. Asosiy kvarts standart chastotameri 10,23 MГЦ 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: $L_1 = 10,23 \times 154 = 1575,42$ MГЦ (to'lqin uzunligi– 19,05 sm), $L_2 = 10,23 \times 120 = 1227,6$ MГЦ (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:

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

$$L_2 = f_{01} + k\Delta f_1 = 1246\text{MГц} + 0,5625\text{k(MMГц)}$$

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 (Kwaiatein, Hawaii, Colorado, Diego Garsia stansiyalari). Kuzatuv stansiyasi o'z ustidan o'tayotgan barcha sputniklardan yuborilgan signallarni qabul qilib, sputniklar orasidagi masofalarni hisoblaydi, mahalliy metereologik parametrlarni o'lchaydi o'lchaydi 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) Kvant-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 sek) 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 sekundi 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 sekundga 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 aniqlanadi.

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

Geodeziya sohasida qo'llaniladigan priyomniklar yengil, arzon bo'lishi uchun ularga 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 inertsiyal koordinata sistemasini 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 quzg'uluvchan koordinata sistemasini 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 inertsiyal sistemasini bilan, Z o'qi ham Z_0 bilan to'g'ri keladi. Ammo X o'qi ekvator tekisligida Grinich meridiani bilan ekvator chizig'i kesishgan nuqtaga yo'naltirilgan. Sputniklar harakati haqidagi ma'lumotlar geosentrik quzg'aluvchan koordinata sistemasida kuzatiladi va hisoblanadi.

§ 11.5. Sputniklarning orbital harakati. Efemeridlar

Sputnik og'irlik markazining harakati X_0, Y_0, Z_0 geosentrik inertsiyal koordinata sistemasida Isaak N'yutonning ikkinchi qonuniga binoan quyidagi tenglama asosida yoziladi.

$$F = mg$$

bu yerda: F - Yerning tortishish kuchi vektori,

m - sputnik massasi,

g - markazdan qochuvchi tezlanish vektori yoki

$$F = k \frac{Mm}{r^2} = \mu \frac{m}{r^2};$$

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,

$\mu = k * M = 3,9860044 \text{ m}^3 / \text{sek}^2$ - Yerning geosentrik gravatatsion doimiyligi.

Keplerning ikkinchi qonuniga binoan sputnikning har qanday troyektoriyasi quzg'almas tekislikka (orbitaga) yotib ikkinchi darajali egri chiziqni tashkil etadi va tortish markazi fokuslarining bittasida yotadi. Ellippsning fokus nuqtasida Yer shari joylashgan. Sputnik orbitasi tenglamasi quyidagi kurinishda bo'ladi:

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

bu yerda: P -fokal parametr,

e -ekssentritesitet,

ν_0 - musbat plyar o'qi yo'nalishi bilan fokal o'q orasidagi burchak.

Fokusnuqtalar orqali o'tayotgan yo'g'ri chiziqqa apsid chiziq, Yerga yaqinlashgan (Π) nuqtagacha bo'lgan masofa *perigiy*, uzoqlashgan (A) nuqtagacha masofa *apogiy* deyiladi.

Ω_n -perigiy burchagi orbitani oriyentirlash uchun xizmat qiladi. Ellippsning katta yarim o'qi- $a = P/1 - e^2$; chizikli ekssentrisit $\epsilon = ae$ ifodalari orqali hisoblanadi. Agar sputnik Kepler qonuniga qat'iy rioya qilgan holda harkat qilsa, Ω, I, W_n, P, e parametrlari doimiy o'zgarmas bo'lib, oltinchi parametr V (haqiqiy anomaliya) istalgan vaqtda sputnik o'rnini aniqlab beradi. Sputniklard o'rnatilgan chastota generatorlari ma'lum bir xatolikka ega bolganligi uchun sputnik soatlari vaqti GPS vaqtidan Δt_s qiymatiga farq qiladi. Shuning uchun sputnik ma'lumotlari orqali sputnikdagi soatlar vaqti bilan GPS vaqti bilan bir xil qilish uchun polinomial koeffisiyentlarini qo'llagan holda sputnik soatlariga tuzatmalar kiritish talab etiladi.

$$t = t_s - \Delta t_s;$$

bu yerda: $\Delta t_s = d_0 + a_1(t - t_{\infty}) + a_2(t - t_{\infty})^2$;

$\omega_e = 7,2921151567 \cdot 10^{-5}$ rad/sek-Yer aylanishining burchak inertsiyal

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 chastotameri va sputniksoatlari o'zgartirib quyiladi. 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 sifatlari 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.

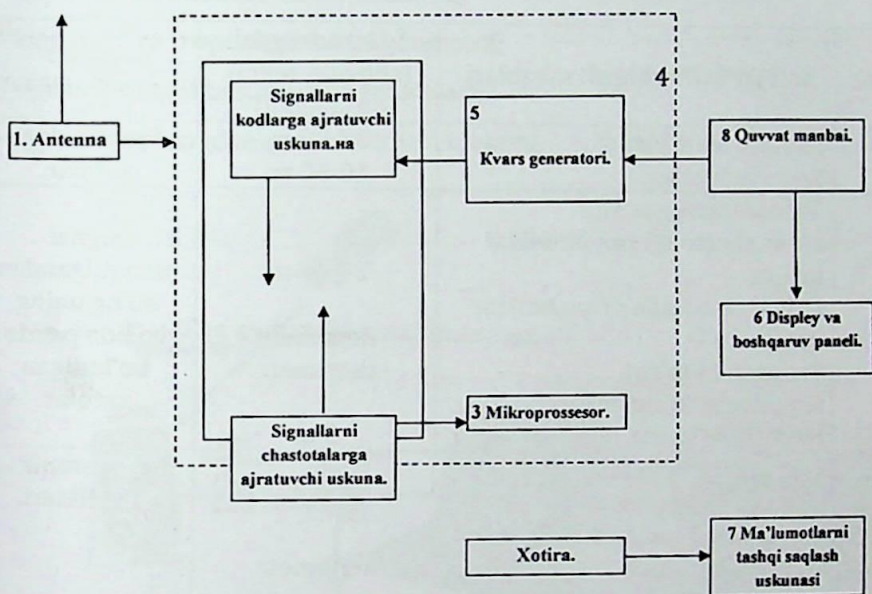
XI.17.-rasmda GPS priyomnigining ishlash prinsipi va asosiy bloklari keltirilgan. Asosiy chastota o'lchashlarini amalga oshirish uchun signallarni demodulyatsiya qilish talab etiladi. **Demodulyatsiya**-bu signallarni modulyatsiyadan tozalash. Modulyatsiya qilingan signal kurinishi quyidagicha bo'lsin:

$$x = P(t) \sin wt;$$

bu yerda: $P(t)$ -signal amplitudasi (ma'lum bir vaqtda +1 yoki -1 qiymatga ega bo'ladi). Signal amplitudasini kvadratga kutargandan so'ng u o'zgarimasdan, balki chastota ma'lum barobarga oshadi, ya'ni:

$$x^2 = P^2(t) \sin^2 \omega t = P^2(1 - \cos 2\omega t);$$

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.

Xozirgi 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 *geterodinirovaniye* 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 koordinatalar farqi o'rta kvadratik xatosi $(0,5 + D \cdot 10^{-6})$ 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-jadvalida keltirilgan.

11.1-jadval.

| Guruh | Xatolar kelib chiqish 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 tarqatilgandan 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 1991yilning noyabridan standart deb qabul qilingan signal shovqini rejimi qo'shilgan holda GPS ga ta'alluqli xatolarning kelib chiqish sabablari keltirilgan. P-koddagi xatolar kelib chiqish sabablari keltirilmagan, chunki bu kod maxfiy hisoblanib harbiy masalarni yechishga muljallangan.

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 kupyatmasiga *pseudouzqlik* deyiladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

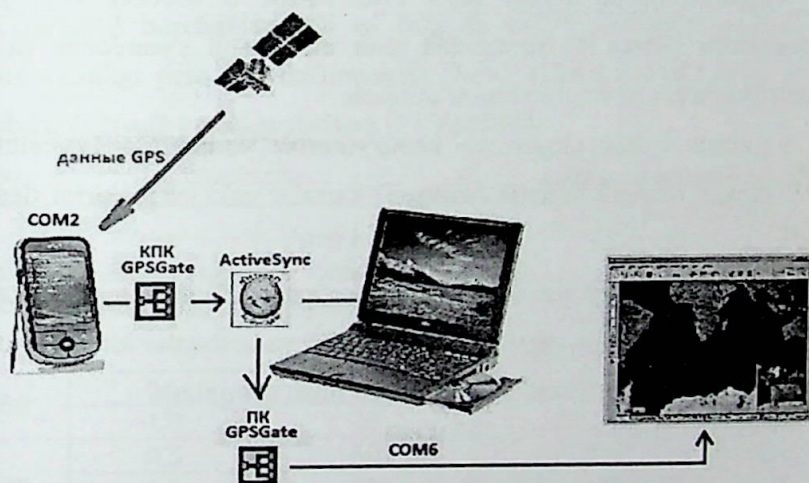
$$D = (T_p - T_s)v \text{ yoki } (x_s - x_p)^2 + (y_s - y_p)^2 + (Z_s - Z_p)^2 + b = (T_p - T_s)^2;$$

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 tusiqdan qaytishi uchun tuzatma.



11.18.-rasm. Sputnik qabul qilgich va komp'yuterlar yordamida bevosita raqamli tematik (mavzuli) kartalarini tayyorlash sxemasi.

Asosiy masalalar sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin, jumladan:

- o'rganilayotgan ob'yektning o'rnini (joyini) aniqlash-dala ishlarida nuqtalarni koordinatali bog'lash;

- o'rganilayotgan ob'jektga marshrut yo'nalishini ko'rsatish va dala bazasiga xavfsiz qaytib kelishini ta'minlash;

- konturlarni trassalash yoki harakat troyektoriyasini ro'yxatdan (registrasiya) o'tkazish (piyoda, avtomobilda, katerda va bosqa 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 tatqiqot ishlarida va kartografiyalashda berilgan aniqlik bo'yicha geodezik tayanch shaxobchalarini o'rnatish (qo'yish, tuzish).

- sputnik qabul qilgich (GPS PRO MARK 3 asbobi) va yelektron taxeometrlar (Focus 4) yordamida yirik masshtabli s'yomkalar va injener-geografik ishlarning bajarilishini ta'minlash;

- sputnik qabul qilgich va komp'yuterlar 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 kiraddi) yordamida dala tadqiqot ma'lumotlarini koordinatalar bilan ta'minlash.

§ 11.7. Taxeometrik s'yomka asosi va taxeometrik yo'llar

Taxeometrik s'yomkani bajarish uchun joyda mavjud geodezik asos punktlari va s'yomka 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 loyihalangani. Joyga chiqib loyihalangan yo'l nuqtalarining o'rni tanlanadi. So'ngra tanlangan nuqtalarning joydagi o'rniga qoziq qoqib mahkamlanadi.

11.2-jadval.

| S'yomka mashtabi | Yo'ning 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 yesa ipli dal'nomerda (lenta, ruletkada) to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanib jurnalga yoziladi (11.3-jadval).

11.3-jadval.

| S'yomka mashtabi | Kesim (h) balandligi, m | Piket nuqtalar orasidagi yeng katta masofa, m | Asbobdan rey kagacha bo'lgan yeng katta masofa, m | |
|------------------|-------------------------|---|---|-------------------------|
| | | | rel'yef s'yomkasida | Tafsilotlar s'yomkasida |
| 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 rel'yefni s'yomka qilish

Tafsilotlar va rel'yefni s'yomka qilish ishlarida taxeometrik yo'lni o'tkazish bilan bir vaqtda olib borilishi mumkin.

Taxeometrik s'yo'mkani bajarishda belgilangan s'yo'mka masshtabi va ral'yef kesimi balandligidan kelib chiqib quyidagi 11.3–jadvalida (11.3–jadval qisqartirilib berildi) keltirilgan shartlar ta'minlanishi kerak.

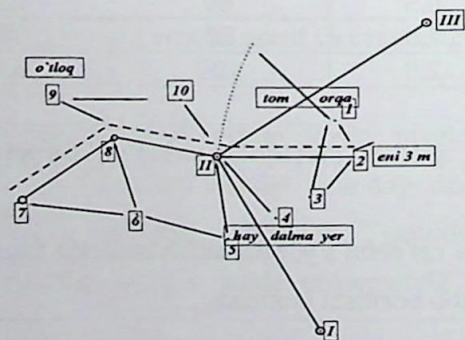
S'yo'mka taxeometrik yo'lni hosil qilish bilan bir vaqtda olib borilsa, bekatda bajariladigan o'lchash ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Taxeometr yo'l nuqtalaridan birida o'rnatilib ishchi holatga keltiriladi va asbob balandligi o'lchanib, reykada belgilab qo'yiladi.

2. DO' va DCh holatlarida taxeometrik yo'lning gorizontal burchagi, taxeometrik yo'l orqadagi va oldingi nuqtalariga qarab vertikal burchak va dal'nomerda masofalar o'lchanadi. O'lchashlar natijasi taxeometrik s'yo'mka 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 dal'nomer 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.



11.19.–rasm. Kroki.

5.S'yomka oxirida ko'rish trubasi yana boshlang'ich yo'nalishga, taxeometrik yo'lning oldingi nuqtasiga qaratiladi, shunda gorizontol doiradan olingan sanoq 0' yoki undan 2' dan ortiq farq qilmasligi kerak. Tafsilotlar chegarasini s'yomka qilishda dal'nomer 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.

Rel'yef tekis holatlarda s'yomka bajarishda nisbiy balandliklar gorizontol nur yordamida o'lchanishi mumkin. Buning uchun ko'rish trubasida o'rnatilgan silindrik adilakdan foydalaniladi. Ko'rish trubasi piket nuqtada o'rnatilgan reykaga qaratilib, adilak pufakchasi ko'rish trubasining qaratish vinti yordamida o'rtaga keltiriladi va reykadan sanoq olinadi. Nisbiy balandlik qiymati ma'lum $h = i - b$ formulasi orqali hisoblanadi

bu yerda: i -asbob balandligi, b -reykadan olingan sanoq.

Taxeometrik s'yomka jurnali.

Bekat-2; $H_{II} = 450,65m$; $i = 1,55$; $NO' = 0^{\circ}00'$.

11.4-jadval

| | Sanoqlar. | | | Burchaklar. | | Kuzatish balandligi, l , (m) | Masofaning Gorizontol qo'yilishi. | h' (m). | h (m). | Balandlik H (m). | Izoh |
|------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|--------------------|------|
| | Dal'nomer bo'yicha. | Gorizontol doira bo'yicha. | Vertikal doira bo'yicha. | Gorizontol (Chap) | Vertikal. | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | <i>DO'</i> | | | | | | | |
| L | 115,5 | 0°10' | -1°22' | | +1°22' | $l = 2,0$ | 115,5 | +2,71 | +2,26 | | |
| | | | | 242°33' | | | | | | | |
| III. | 130,2 | 24°34,3' | +2°01' | | -2°01' | $l = i$ | 130,2 | -4,61 | -4,61 | | |
| | | | | <i>DCh.</i> | | | | | | | |
| L | 115,7 | 173°12' | 1°23' | | +1°23' | $l = 2,0$ | $l = 2,0$ | 115,7 | +2,76 | +2,31 | |
| | | | | 242°33' | | | | | | | |
| III. | 130,4 | 55°45' | -2°00' | | -2°00' | $l = i$ | 130,4 | -4,55 | -4,55 | | |
| III. | | 0°00' | | | | | | | | | |
| 1 | 34,5 | 2°40' | -2°05' | | -2°05' | $l = i$ | 34,5 | - | -1,27 | 449,38 | - |
| 2. | 34,0 | 34°25' | +0°06' | | +0°06' | $l = i$ | 34,0 | - | +0,04 | 450,69 | yo'l |
| 3. | 25,5 | 85°55' | +1°07' | | +1°07' | $l = i$ | 25,5 | - | +0,48 | 451,13 | - |

S'yomka 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, rel'yefi murakkab bo'lgan joylarda uning taxminiy shakli gorizontallar bilan chizib ko'rsatiladi. Qo'shni bekatlardan turib s'yomkani bajarishda ular orasida s'yomka qilinmagan joylar qolmasligi kerak. Tekshirish uchun qo'shni stansiyalardan turib s'yomka 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 s'yomka 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:

$$\begin{aligned} NO' &= \frac{1}{2}(L + R); \\ v &= NO' - R; \\ v &= L - NO'; \end{aligned} \quad (11.8)$$

Bekatta 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 gorizontaal quyilishi vertikal burchak v va qiya masofa- D bo'yicha maxsus taxeometrik jadvallardan olinadi yoki kalkulyatorida quyidagi

$$\Delta D = D * \sin^2 v;$$

Formulasi bo'yicha qiya masofaga tuzatma hisoblanadi va u o'lchangan qiya masofa- D dan ayrilib gorizontaal quyilishi 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:

$$h' = \frac{1}{2} D * \sin 2\nu; \text{ yoki } h = h' + i - l = \frac{1}{2} D * \sin 2\nu + i - l; \quad (11.9)$$

11.4-jadvalida keltirilgan qiymatlar bo'yicha I-chi 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 kalkulyatorida oson bajariladi. Hisoblash natijalari jadvalning 9 va 10 -ustunlariga tegishli nuqtalar qatoriga yoziladi.

Koordinatalar hisoblash vedomostida (jadvalida) taxeometrik yo'l nuqtalari koordinatalari hisoblab chiqariladi. Gorizonttal 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 $f_{\beta_{chek}} = l' \sqrt{n}$; bo'yicha hisoblanib ular bog'lanadi.

Taxeometrik yo'l perimetridagi orttirmalar absolyut xatosining qiymati quyidagidan oshmasligi kerak:

$$f_{chek} = \frac{\sum d}{400 \sqrt{n}}; \quad (11.10)$$

bu yerda: $\sum d$ - yo'l perimetri; n - yo'l tomonlari soni.

Yo'l quyilgan 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 tog'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchangan nisbiy balandliklar qiymati olinib ularning xatosi quyidagicha topiladi:

$$f_h = \sum h_{o'ria} - (H_{ox} - H_0); \quad (11.10)$$

bu yerda: $\sum h_{o'ria}$ - 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:

$$f_{hechek} = 0,04 \frac{\sum d}{\sqrt{n}} (sm); \quad (11.11)$$

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:

$$\begin{aligned} H_{III} &= H_{II} + h_1; \\ H_I &= H_{II} - h_2; \end{aligned} \quad (11.12)$$

bu yerda h_1, h_2 - bekatdagi I va III nuqtalar nisbiy balandligi.

Yo'l nuqtalarining balandligi jurnaldagi tegishli bekat balandliklariga ko'chirib yoziladi.

Shundan keyin jurnalda piket nuqtalar balandligi H_p quyidagicha hisoblanadi:

$$H_p = H_{bek} + h; \quad (11.13)$$

bu yerda: h -piket nuqta nisbiy balandligi.

H_{bek} -asbob o'rnatilgan nuqta (bekat) balandligi.

11.4-jadvalida keltirilgan qiymatlar boyicha topamiz:

$$\begin{aligned} H_1 &= H_{bek} - h_1 = 450,65 - 1,27 = 449,38; \\ H_2 &= H_{bek} + h_2 = 450,65 + 0,04 = 450,69 \end{aligned}$$

va hokazo.

§ 11.10. Taxeometrik s'yomka 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 jurnaldan foydalanib, planga tushirilgan yo'lning har bir nuqtasidan transportir yordamida piket nuqtalar tushiriladi. Planga tushirilgan piket nuqtasining yoniga uning tartib raqami va bajarilishi yoziladi.
4. Planga tushirilgan tafsilot hamda rel'yef 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 s'yomkasida batafsil bayon yetilgan.

Piket nuqtalarini planga tushirish uchun bekat (nuqta) ga transportir markazi quyilib, uning shkalasining noli ko'rish oriyentirlangan (11.3-jadvalidagi misolda, II-III tomon) yo'nalishga tutashtiriladi. Taxeometrik s'yomka 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 rel'yef nuqtalari bo'lsa, yonlariga aniqlangan balandliklari yoziladi. Krokida ko'rsatilgan qiyaliklar yo'nalishi bo'yicha qabul qilingan kesim balandligida interpolyasiya 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 loyahasini joyga ko'chirish;
2. Burilish burchagini aniqlash;
3. Masofa o'lchash. Piketlarni rejalash va piketlash daftarchasini to'ldirib

borish;

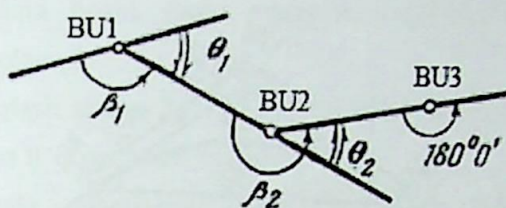
4. Doiraviy va o'tish qayrilmalarini rejalash;
5. Trassani nivelirlash. Trassa bo'ylab reperlarni o'rnatish.
6. Trassani joyda loyihalash;
7. Trassani geodezik punktlarga bog'lash;
8. Maydonlarni va o'tish joylarini suratga olish;
9. Dala materiallarini qayta ishlash. Trassa plani va profilini tuzish.

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^1 quyidagicha aniqlanadi;

$$CC^1 = S_1 \cdot \sin \beta \quad (11.14)$$

Trassalashda asosan o'ng burchaklar $\beta_1; \beta_2$ (11.20-rasm) o'lchanadi. Burchak o'lchash xatosi $\pm 0,5^1$



11.20.-rasm.

Trassa o'ngga qayrilganda burilish quyidagicha aniqlanadi;

$$\varphi_{o'ng} = 180^{\circ} - \beta_1$$

Trassa chapga burilsa

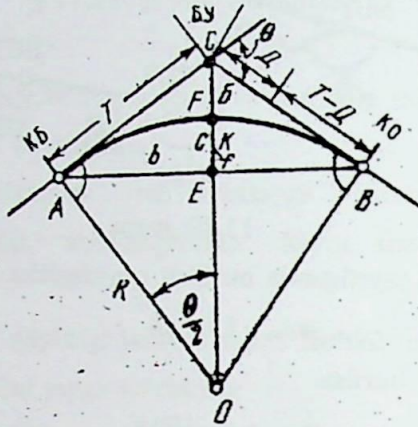
$$\varphi_{chap} = \beta_2 - 180^{\circ}$$

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 $-\varphi$ (joyda aniqlanadi); Qayrilma radiusi-R; $AC = BC = T$ kesma uzunligi (tangens); Qayrilma uzunligi-K; Bissektrisa uzunligi-B; Domer-D.



11.21.-rasm.

φ va R qiymatlari yordamida T, K, B va D lar quyidagicha hisoblanadi:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \quad (11.15)$$

$$K = R \frac{\pi \varphi}{180^\circ}, \quad (11.16)$$

$$B = R \left(\sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right), \quad (11.17)$$

$$D = 2T - K = R \left(2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \frac{\pi \varphi}{180} \right). \quad (11.18)$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, qayrilmaning hamma elementlari radius R ga to'g'ri proportsional.

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 rejalash 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'rining yonma-yon joylashgan punktlarining o'zaro holati xatoligi 1:10000 dan oshmasligi kerak, ya'ni to'r uzunligi 200 m bo'lganda, o'zaro holat xatoligi 2 sm. dan katta bo'lmasligi kerak;

b) to'rning to'g'ri burchaklari 20" aniqlikda tuzilishi kerak;

v) to'rning 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'rini barpo etish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat:

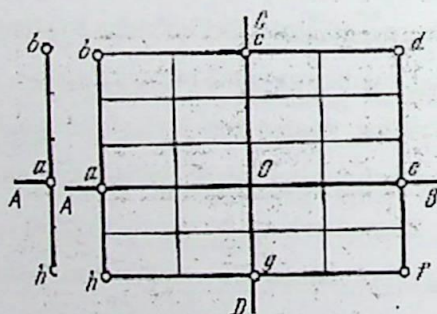
1. Boshlang'ich yo'nalishlarni loyihalash va joyga ko'chirish. To'rni oriyentirlashga qo'yiladigan asosiy talab to'r koordinata o'qlarining inshoot

asosiy o'qlariga parallel bo'lishidadir. Qurilish to'ri loyihagini 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 perpendikulyar 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'Ichangan 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° 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-razradli poligonometriya, ichki nuqtalar bo'ylab esa II-razradli 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 siljtiladi 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'rining 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'riining 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'yhatga 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'zjoqar quvur o'tkazgichlar- ifloslangan suvlarni tozalash inshootlariga yuboradi. Ular 600mm va undan katta diametrli quvurlardan quriladi. Bu turdagi kommunikatsiyalarga drenajlarni ham kiritish mumkin. O'zjoqar quvur o'tkazgichlarni yotqizishda loyihaviy nishabliklarga katta ahamiyat beriladi, nishablikning eng kichik qiymati 200 mm diametrli quvur uchun 0,003-0,001 va 1250mm va katta diametrli quvurlar uchun 0,0005 ni tashkil etishi kerak.

2. Bosimli quvur o'tkazgichlar- metal 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 ijroiyl 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.

Ijroiyl hujjatlar mavjud bo'lmagan shahar hududlarida, yer osti kommunikatsiyalar planini tuzish uchun, shurflash usuli qo'llaniladi, bir-

biridan ma'lum masofalarda joylashgan chuqur bo'ylama 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 asboblardan 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 B₁, yerga ulangan sim 3 va quvur yoki kabelga ulanuvchi kontakt K.lar kiradi. Qabul qiluvchi magnitli antenna A- ta'minlash manbai B bilan kuchaytirgich U va indikator I dan tashkil topgan. Quvur-kabel qidiruvchi asboblardan o'zlarining texnik xarakteristikasi bo'yicha uch guruxga bo'linadi.

1 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 gurux asboblarga VTr-I, VTr-B, TPK-1 kiradi.

2 guruh asboblari 20 Vt gacha quvvatli generatorga ega bo'lib, qidiruv konturining kuchaytirish koeffitsiyenti- 2000. Qulay sharoitda bu guruxdagi asboblardan bilan eshitish uzoqligi 1km ni tashkil etadi. Bu gurux 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 0,5km 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 manbaiga 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 eshinish 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.

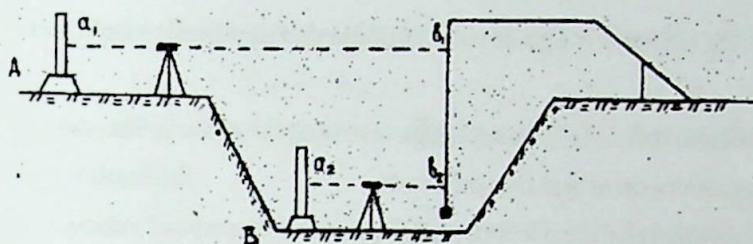
§ 11.14. Otmekani kotlovan tubiga va montaj gorizontiga uzatish

Otmekani kotlovan tubiga uzatishning ikkita usuli mavjud. Agarda kotlovan chuqur bo'lmasa, bu holda uning otmekasi oddiy geometrik nivelirlash yo'li o'tkazish bilan uzatiladi.

Agarda kotlovan chuqur bo'lsa, unga loyihaviy otmekka 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 otmekka 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.

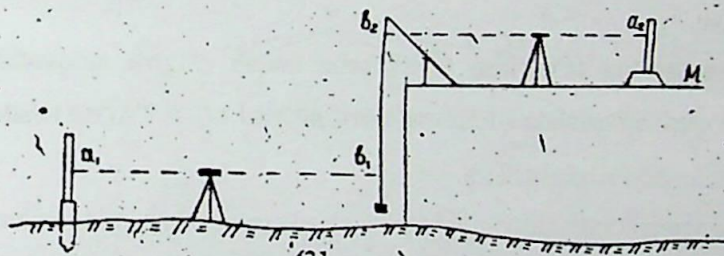


11.23.- rasm.

B nuqtaning otmetkasi quyidagicha hisoblanadi.

$$H_b = H_{Rp} + a_1 - (b_1 - b_2) - a_2$$

Otmetkani 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.

$$H_M = H_{Rp} + a_1 + (b_2 - b_1) - a_2, \quad (11.19)$$

bu yerda H_{Rp} -reper otmetkasi; a_1 , a_2 - reykanan olingan sanoqlar; b_1 , b_2 ruletkadan olingan sanoqlar.

(11.19) ifodadan ko'rinib turibdiki o'tmetka 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 gorizontaal 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 erda 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:

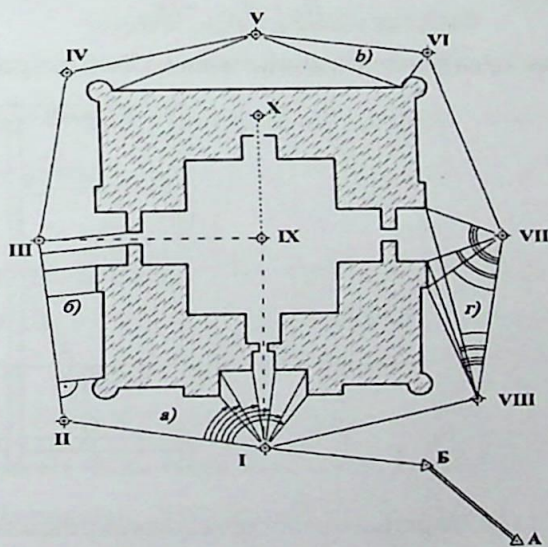
$$f_{h \text{ chek}} = \pm 0,04 S / \sqrt{n} \text{ m,}$$

bu erda 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 zonasi bo'lmasligi kerak;
- teodolit yo'lining tomonlari lenta yoki ruletka orqali bema'lol o'lchanishi ta'minlanishi lozim;
- texnik loyiha bo'yicha agar fotos'yomka 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 satxlarda bir necha nul chizig'ini o'rnatishga to'g'ri keladi. YUqori nul chizig'iga otmetka uzatish oddiy geodezik usullar orqali amalga oshiriladi.

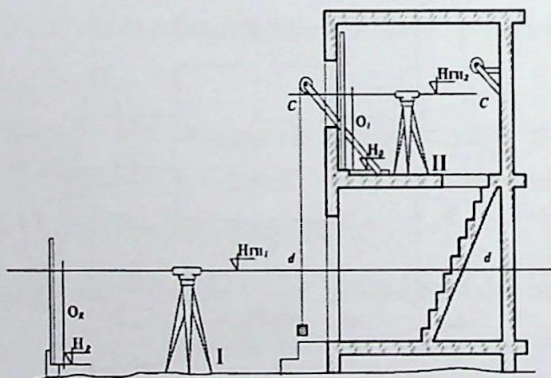
Birinchi va ikkinchi gorizontlarning otmetkasi (11.26.- rasm) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$H_{A\Gamma_1} = H_R + O_R \quad \text{va} \quad H_{A\Gamma_2} = H_{A\Gamma_1} + (c - d).$$

H_0 ning qiymati quyidagiga teng bo'ladi

$$H_0 = H_{A\Gamma_2} - O_1.$$

Barchasidan ko'ra geometrik nivelirlashni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

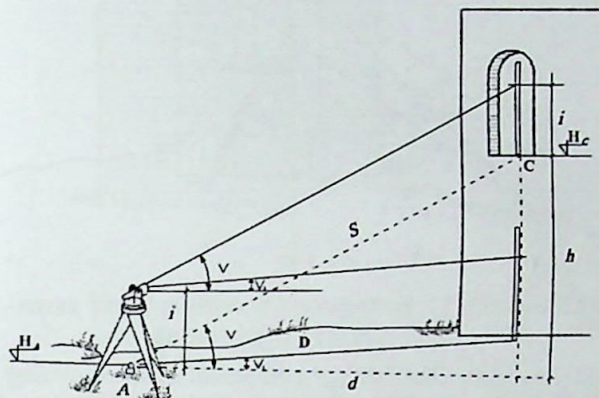


11.26.- rasm. Gorizontlar otmetkalarini aniqlash

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'lchsh mumkin. S nuqtaning o'tmetkasi quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$H_C = H_A + dtg v_1 = H_A + h + i.$$

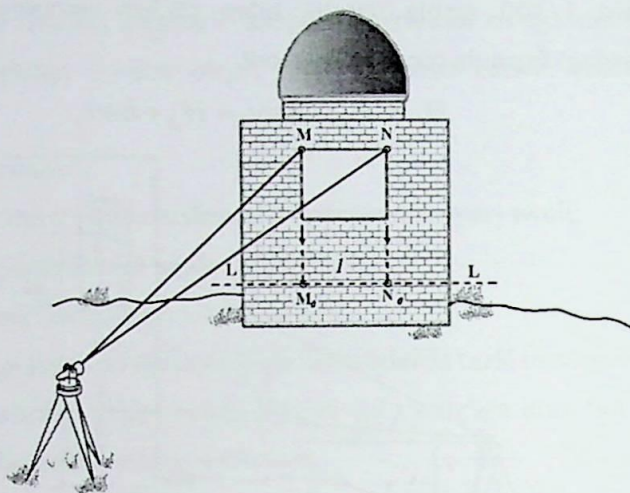


11.27.- rasm. Trigonometrik nivelirlash usulida nuqtalarning o'tmetkalarini aniqlash

§ 11.17. Binolardagi gorizontal elementlarning o'lchamlarini proeksiyalash usulida aniqlash

Binolarning vertikal tekis yuzalarida o'lcham olish ishlarini amalga oshirishda proeksiyalash usuli muvoffaqiyatli ravishda qo'llaniladi (11.28.-rasm).

Bu usul yordamida Binolarning gorizontal holda joylashgan elementlari teodolit qarash trubasining iplar to'riining markazi orqali, teodolit vertikal doirasining «0» sanog'iga mos keladigan LL shartli nul chizig'iga proeksiyalanadi. 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 ruletkada yordamida o'lchanadi.



11.28.- rasm. Binolardagi gorizontaal elementlarning o'lchamlarini proeksiyalash usulida aniqlash

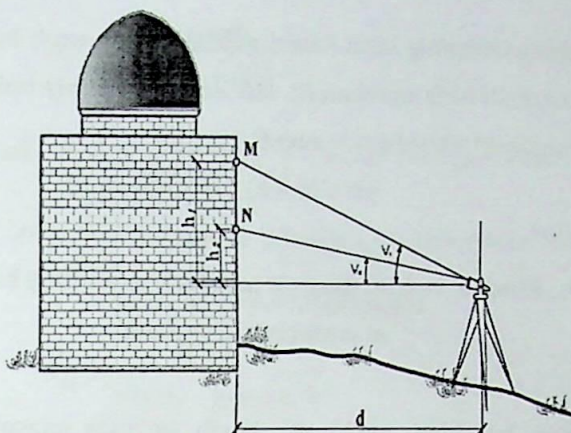
§ 11.18. Binolarning tik tekislikda joylashgan tik va qiya holatdagi elementlarining o'lchamlarini aniqlash

Binolarning vertikal tekislikda yotgan vertikal va qiya holatda joylashgan elementlarining o'lchamlarini turli usullar yordamida aniqlash mumkin. Geodezik o'lchash ishlari amaliyotida ushbu vazifani echish uchun trigonometrik nivelirlash usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

$$h = d \operatorname{tg} v,$$

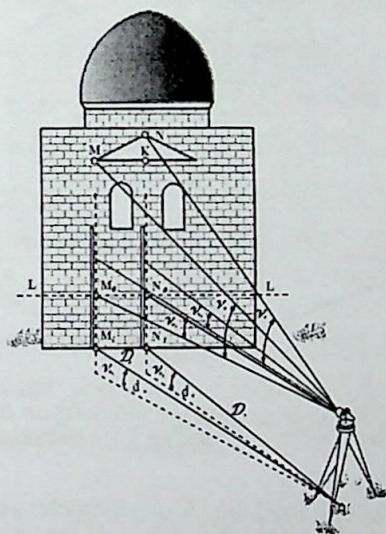
bu erda d – inshootgacha bo'lgan masofaning gorizontaal kuyilishi,
 v - vertikal burchak.

Vertikal burchak v 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 echish qoidalariga asosida aniqlash mumkin (11.30.-rasm). MNK uchburchakning bitta kateti proeksiyalash usuli bilan ikkinchisi



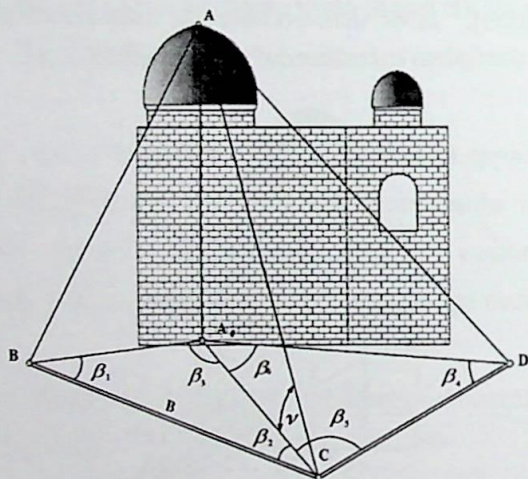
11.30- rasm. Binolarning tik tekislikda joylashgan qiya holatdagi elementlarining o'lchamlarini aniqlash

MNK uchburchakning bitta kateti proeksiyalash usuli bilan, ikkinchisi esa xuddi tik element sifatida aniqlanadi. MN kesma umumiy holda h_1 va h_2 nisbiy balandliklarning farki sifatida aniqlanadi

$$MN = h_1 - h_2 = d (\operatorname{tg} \nu_1 - \operatorname{tg} \nu_2).$$

§ 11.19. Binolar va ularning elementlari orasidagi borib bo'lmaz masofalarni aniqlash

Geodeziya kursidan ma'lumki, borib bo'lmaz masofalarni aniqlashda sinuslar va kosinuslar teoremasi hamda parallaktik usullar qo'llaniladi. 11.31.-rasmida binolar va ularning elementlarigacha bo'lgan borib bo'lmaz 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

$$\frac{A_0C}{\sin \beta_1} = \frac{BC}{\sin \beta_3}.$$

$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2$ bo'lganligi uchun, bazis $VS = V$ bo'ladi, u holda

$$A_0C = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)},$$

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

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos v}.$$

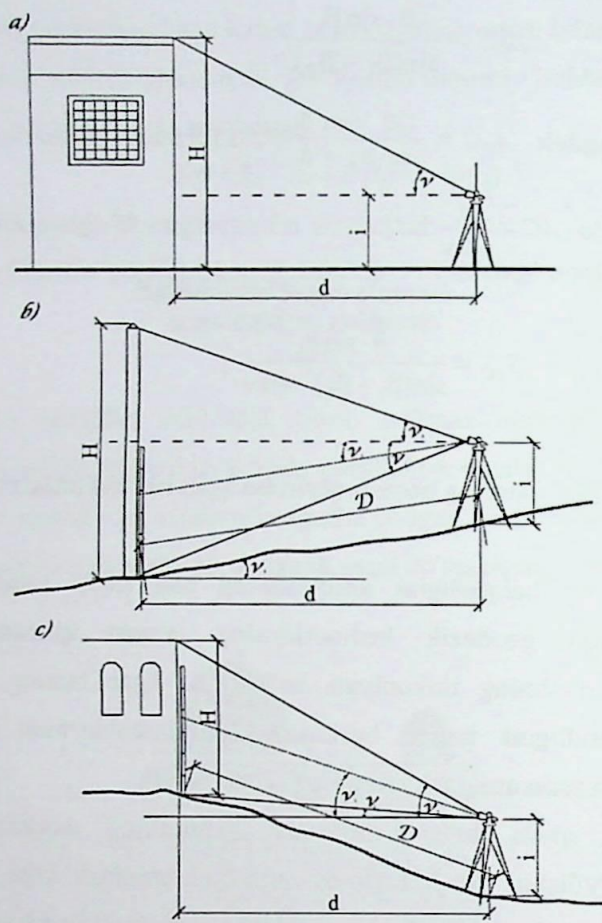
§ 11.20. Binolarning borish qiyin bo'lgan balandliklarini aniqlash

Binolarning balandligini aniqlashning eng qiyin tomonlari shundan iboratki, bunda geodezik inshootlarning yuqori qismining gorizontaal proeksiyasini olishning imkoniyati bo'lmaydi. Agar buning imkoni bo'lsa, ularning balandligini to'g'ri burchakli uchburchaklarning konuniyatlarini qo'llagan holda oson aniqlash mumkin (11.32.-rasm).

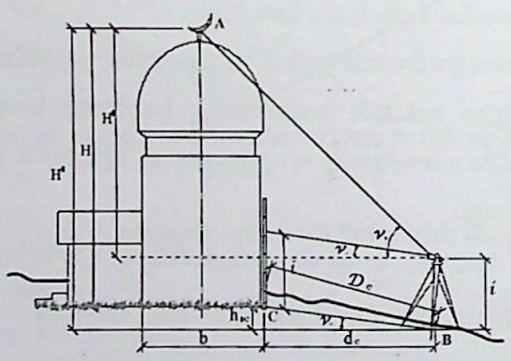
O'lchash qiyin bo'lgan hollarda inshootning markazigacha bo'lgan gorizontaal qo'yilishni borib bo'lmas masofani aniqlash kabi topiladi. Ayrim hollarda bu o'lchash qiyin bo'lgan masofani tarixiy binoning yon tarafidan turib aniqlash mumkin (11.33.-rasm), ammo bu usul unchalik katta bo'lmagan simmetrik 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 «yopik» qismi $b/2 \cos \alpha$ ga teng bo'ladi, bu erda α – og'ish burchagi.

Quyidagi b , i , v_A , v_C va D_C parametrlarni o'lchagandan so'ng inshootning balandligi hisoblab topiladi: $H = H'' + i - h_{BC}$, bu erda $h_{BC} = D_C \sin v_C$.



11.32.- rasm. Inshoot balandligini aniqlash sxemasi



11.33.- rasm. Binolarning o'lchash qiyin bo'lgan balandligini aniqlash

H'' balandlikning qiymati quyidagi formula orqali hisoblanadi

$$H'' = \left(D_C \cdot \cos v_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} v_A.$$

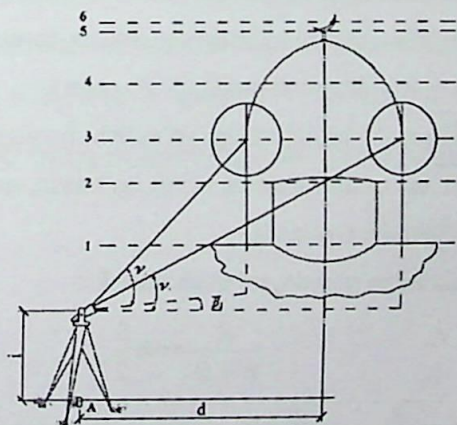
YUqorida keltirilgan formulalardan foydalanib inshootning balandligi quyidagicha aniqlanadi

$$H = \left(D_C \cdot \cos v_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} v_A + i - D_C \cdot \sin v_C.$$

§ 11.21. Planda aylana shakliga ega bo'lgan Binolarning radiusini va aylana markazi koordinatalarini aniqlash

Binolar ko'pincha aylanasining radiusi va markazi koordinatalari aniqlanishi talab etiladigan silindrik, konus, shar shaklidagi va boshqa ko'rinishlarga ega bo'lgan elementlardan iborat bo'ladi.

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 burchaklar aniqlanadi. O'lcham olish chizmalarini tuzishda barcha o'lchamlarni hisoblash uchun shularning o'zi etarli 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

$$R_1 = d \cdot \sin \frac{\beta_1}{2}; \quad R_2 = d \cdot \sin \frac{\beta_2}{2}; \quad \dots; \quad R_n = d \cdot \sin \frac{\beta_n}{2},$$

bu erda $h = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ - shartli satxiy balandlik (gorizont)lar, d - masofaning gorizontal quyilishi (odatda ikki tayanch punktidan borib bo'lmaz masofa singari aniqlanadi).

Har bir gorizontning nisbiy balandligi asbob balandligiga nisbatan quyidagicha aniqlanadi

$$\Delta h_1 = d \cdot \operatorname{tg} \nu_1; \quad \Delta h_2 = d \cdot \operatorname{tg} \nu_2; \quad \dots; \quad \Delta h_n = d \cdot \operatorname{tg} \nu_n.$$

U holda, gorizontlar balandligi quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanadi

$$H_1 = H_A + i + \Delta h_1; \quad \dots; \quad H_n = H_A + i + \Delta h_n$$

Agar aylana shaklidagi elementni bevosita o'lchashning imkoni bo'lsa, uning radiusi standart formula bo'yicha aniqlanadi

$$R = \frac{C}{2\pi},$$

bu erda S - ruletka bilan o'lchangan aylananing uzunligi.

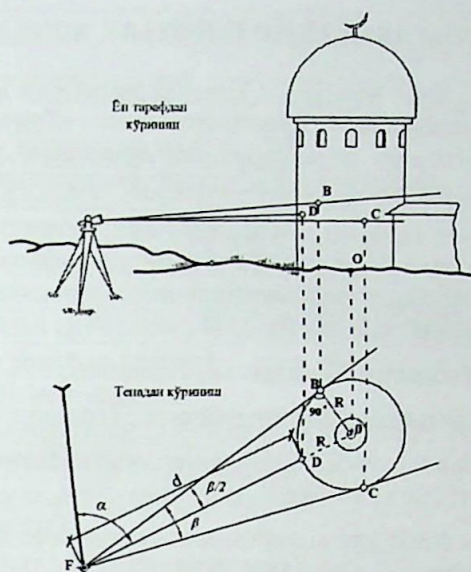
O'lchash noqulay bo'lgan hollarda elementlarning radiusi, zarur bo'lgan hollarda esa markaz koordinatalari bitta geodezik tarmog'i punktidan turib, teodolit va ruletka yordamida aniqlanadi (11.35.-rasm).

FD masofa β burchak bissektrisasi yo'nalishi bo'yicha ruletka yordamida o'lchanadi, agar o'lchash uchun sharoit etarli bo'lmasa, unda FO masofa xuddi borib bo'lmaz masofa kabi aniqlanadi.

ΔFBO uchburchakdan quyidagini olish mumkin

$$\frac{R}{d+R} = \sin \frac{\beta}{2},$$

bu erdan $R(1 - \sin \frac{\beta}{2}) = d \sin \frac{\beta}{2}$ ifoda kelib chiqadi.



11.35.- rasm. Planda aylana shakliga ega bo'lgan Binolarning radiusini aniqlash sxemasi

Radiusi qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi

$$R = \frac{d \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{1 - \sin \frac{\beta}{2}},$$

bu erda d - F nuqtadan D nuqttagacha 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 erda α - FO chiziq yo'nalishining direksion burchagi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Компютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларини жорий этиш тўғрисида» 2002 йил 30 майдаги ПФ-3080-сонли фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар маҳкамасининг 2002 йил 6 июндаги 200-сонли «2002-2010 йилларда компютерлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги қарори.
3. Қўзибоев Т. Қ. «Геодезия» «Ўқитувчи», Тошкент, 1975 йил.
4. Норхўжаев К. Н. «Инженерлик геодезияси», Тошкент, Ўқитувчи 1984.
5. Авчиев Ш. К. Тошпўлатов С. Л. «Инженерлик геодезияси» Ўқув қўлланма 3-қисм, Тошкент, 2001., 98 бет.
6. Исаков Э. Х. Geodezik ўлчашларни математик ҳисоблаш назарияси. 1-қисм: Ўқув қўлланма. С., СамДАҚИ, 2000, 110 бет.
7. Исаков Э. Х. Меъморий обидалар ўлчамларини аниқлашнинг геодезик усуллари. Самарқанд, 2015 йил, СамДАҚИ нашриёти, Буюртма №1482, 04.02.2015
8. Тожиев У. «Мухандислик геодезияси» ўқув қўлланма. Қарши. 2004 й.
9. Жўраев Д. О. Геодезия. 1-қисм. Т.Ўзбекистон. 2006 й. 212-бет.
10. Muborakov X. Geodeziya. Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007 y.
11. Муборақов Х. Геодезия ва картография. Т. Ўқитувчи, 2002 йил.
12. Қўзибоев Т. Қ. Техникавий нивелирлаш. Т. Ўқитувчи., 1975 й.
13. СНиП. 3.01.03-85. Геодезические работы в строительстве.
14. <http://www.circuistoday.com/wp-content/uploads/2009/12/Differential-GPS.jpg>
15. http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
16. <http://tut.ru/Total-Stations/3310/>
17. http://www.demetra5.kiyev.ua/ru/catalog/geodezicheskiye_prijomniki/ProMark3
18. www.gisinfo.ru panorama@gisinfo.ru

| Bob | MUNDARIJA. | Bet |
|----------|---|-----|
| | Kirish. | 3 |
| 1 | GEODEZIYA FANINING SHAKLLANISHI VA RIVOJLANISH BOSQICHLARI | 6 |
| | 1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari | 6 |
| | 1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog'liqligi | 9 |
| | 1.3. Geodeziyaning ahamiyati | 10 |
| | 1.4. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi | 11 |
| | 1.5. Yer egriligining gorizont va vertikal masofalarga ta'siri | 18 |
| 2 | GEODEZIYADA QO'LLANILADIGAN KOORDINATA SISTEMALARI | 22 |
| | 2.1. Yerning shakli va kattaligi | 22 |
| | 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 | 31 |
| | 2.5. To'g'ri va teskari geodezik masalalar | 32 |
| 3 | ORIYENTIRLASH. | 35 |
| | 3.1. Chiziqlarni oriyentirlash | 35 |
| | 3.2. Meridianlar yaqinlasish burchagi | 37 |
| | 3.3. Haqiqiy azimut bilan direksion burchak o'rtasidagi munosabat | 38 |
| | 3.4. Direksion burchak bilan rumb o'rtasidagi munosabat | 39 |
| | 3.5. Direksion burchak bilan gorizont burchak orasidagi munosabat | 40 |
| | 3.6. Magnit strelkasining og'ish burchagi | 42 |
| | 3.7. Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti o'rtasidagi munosabat | 43 |
| 4 | TOPOGRAFIK PLAN VA KARTA | 45 |
| | 4.1. Topografik plan, karta va profil to'g'risida tushuncha | 45 |
| | 4.2. Kartalar klassifikatsiyasi | 47 |
| | 4.3. Masshtablar | 48 |
| | 4.4. Topografik kartalarning shartli belgilari va ularning asosiy turlari | 52 |
| | 4.5. Topografik kartalarda relyefning shakllari | 53 |
| | 4.6. Topografik karta va planlarning nomenklaturasi | 56 |
| | 4.7. Topografik karta va planlarda maydon yuzasini o'lchash | 62 |
| | 4.8. Topografik karta va planlarda masalalar yechish | 75 |
| 5 | O'LCHASH XATOLARI HAQIDA TUSHUNCHA | 79 |
| | 5.1. O'lchashlar va o'lchash xatolarining turlari | 79 |
| | 5.2. Tasodifiy xatolarning xossalari | 81 |
| | 5.3. O'rta kvadratik xato va chekli xato | 82 |
| | 5.4. Nisbiy xato | 85 |
| | 5.5. Vositali o'lchash natijasining o'rta kvadratik xatosi | 86 |
| 6 | BURCHAKLARNI O'LCHASH | 88 |
| | 6.1. Joyda burchak o'lchash jarayoni | 88 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | 6.2. Teodolitlar va ularning tuzilishi | 89 |
| | 6.3. Metall limbli teodolitlar | 90 |
| | 6.4. Optikaviy teodolitlar | 91 |
| | 6.5. Teodolitning o'rnatish qismlari | 94 |
| | 6.6. Teodolitning ishchi qismlari | 94 |
| | 6.7. Teodolitni tekshirish va sozlash | 98 |
| | 6.8. Teodolitni ishlatishga tayyorlash | 101 |
| | 6.9. Gorizontaal burchakni o'lchash | 102 |
| | 6.10. Teodolit bilan gorizontaal burchak o'lchash | 104 |
| | 6.11. Gorizontaal burchakni priyomlar usuli bilan o'lchash | 105 |
| | 6.12. Gorizontaal burchaklarni aylanma usul bilan o'lchash | 106 |
| | 6.13. T30 teodoliti bilan qiyalik (vertikal) burchagini o'lchash | 107 |
| 7 | JOYDA CHIZIQLARNI O'TKAZISH VA O'LCHASH | 111 |
| | 7.1. Nuqtalarni belgilash va mahkamlash | 111 |
| | 7.2. Chiziq o'tkazish | 111 |
| | 7.3. Chiziq o'lchash qurollari | 113 |
| | 7.4. Joyda chiziqni o'lchash | 115 |
| | 7.5. Po'lat lenta bilan chiziq o'lchash aniqligi | 116 |
| | 7.6. O'lchangan qiya chiziqning gorizontaal qo'yilishini aniqlash | 117 |
| | 7.7. Joyda to'g'ri burchaklar yasash | 118 |
| 8 | S'YOMKA HAQIDA MALUMOTLAR | 119 |
| | 8.1. Umumiy ma'lumotlar | 119 |
| | 8.2. S'yomka turlari | 119 |
| | 8.3. Tafsilotlarni s'yomka qilish | 120 |
| 9 | TEODOLIT S'YOMKASI | 123 |
| | 9.1. Teodolit s'yomkasining mohiyati | 123 |
| | 9.2. Teodolit yo'llarini o'tkazish | 124 |
| | 9.3. Borib bo'lmas masofani aniqlash | 126 |
| | 9.4. O'lchangan gorizontaal burchaklarni tenglash. Tomonlar direksion burchaklarini hisoblash. | 126 |
| | 9.5. Koordinata orttirmalarini hisoblash | 129 |
| | 9.6. Koordinata orttirmalarini tenglash va poligon uchlaning koordinatalarini hisoblash | 130 |
| | 9.7. Diogonal yo'lini tenglashtirish | 131 |
| | 9.8. Teodolit s'yomkasining planini koordinatalari bo'yicha chizish | 132 |
| 10 | JOYDA NUQTA BALANDLIGINI O'LCHASH (NIVELIRLASH) | 136 |
| | 10.1. Nivelirlash usullari | 136 |
| | 10.2. Geometrik nivelirlash usullari | 141 |
| | 10.3. Nivelirlarning turlari | 149 |
| | 10.4. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish | 152 |
| | 10.5. Nivelir reykalari va ularni tekshirish | 156 |
| 11 | TAXEOMETRIK S'YOMKA | 160 |

| | |
|---|-----|
| 11.1. Taxeometrik s'yomka va uning mohiyati | 160 |
| 11.2. Trigonometrik nivelirlash | 160 |
| 11.3. Taxeometrik s'yomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblari | 161 |
| 11.4. Zamonaviy elektron geodezik asboblari | 168 |
| 11.5. Sputniklarning orbital harakati. Efemeridlar. | 180 |
| 11.6. Sputnik priyomniklari yordamida o'lchashlar | 182 |
| 11.7. Taxeometrik s'yomka asosi va taxeometrik yo'llar | 186 |
| 11.8. Tafsilotlar va rel'yefni s'yomka qilish | 187 |
| 11.9. Taxeometrik s'yomka natijasini ishlab chiqish | 190 |
| 11.10. Taxeometrik s'yomka planini tuzish | 193 |
| 11.11. Joyda trassalash | 194 |
| 11.12 Geodezik qurilish to'ri | 197 |
| 11.13. Geodezik ishlarni tashkillashtirishda mehnatni muhofaza qilish va ekologiyaga qo'yiladigan umumiy talablar | 200 |
| 11.14. O'tmetkani kotlovan tubiga va montaj gorizontiga uzatish. | 202 |
| 11.15. Binolarning asosiy o'lchamlarini geodezik usulda aniqlash. | 204 |
| 11.16. Optimal planli-balandlik geodezik tarmoqlarini barpo etish. | 205 |
| 11.17. Binolardagi gorizont elementlarning o'lchamlarini proeksiyalash usulida aniqlash | 207 |
| 11.18. Binolarning tik tekislikda joylashgan tik va qiya holatdagi elementlarining o'lchamlarini aniqlash | 208 |
| 11.19. Binolar va ularning elementlari orasidagi borib bo'lmas masofalarni aniqlash | 210 |
| 11.20. Binolarning borish qiyin bo'lgan balandliklarini aniqlash | 211 |
| 11.21. Planda aylana shakliga ega bo'lgan Binolarning radiusini va aylana markazi koordinatalarini aniqlash | 213 |
| Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati | 216 |
| Мундарижа | 217 |

ERKIN XO'JAYOROVICH ISAKOV,
UMAR TOJIYEVICH TOJIYEV,
G'OLIB NORTOSHEVICH ALIQULOV

MUHANDISLIK GEODEZIYASI

(o'quv qo'llanma)

Muharrir: L.T.Ibragimov
Badiy muharrir: V.R.Niyazov
Kompyuterda sahifalovchi: U.A.Raximov

6.04.2016 yil nashr qilishga tavsiya etilgan.
Bichimi 60x84. Cambria offset uslubi. Shartli bosma 10.7.
Nashr tabag'i 13,1 Adadi 154 nusxa
Buyurtma № 1464/a

**“SamDAQI” NASHRIYOTI KICHIK BOSMAXONASIDA
CHOP ETILDI.**