

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

H. MUBORAKOV

GEODEZIYA

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Tuzatilgan ikkinchi nashri

*Oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi o'quv metodik
birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi
Kengash nashrga tavsiya etgan*

Taqrizchilar:

D.O. Jo'rayev — TDTU geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent;
T.M. Mansurov — TGK kasb-hunar kolleji oliy toifali o'qituvchisi.

M-92

Mazkur o'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlari geodeziya yo'nalishi uchun tasdiqlangan fanlar dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda Yer shakli va o'lchamlarini oriyentirlash, an'anaviy va elektron topografik kartalar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Geodezik o'lchashlar turlari, o'lchash asboblari va ularda joyning syomkalarini bajarish, natijalarni ishlab chiqib plan, profillarni tuzish masalalari yoritilgan. Shuningdek, kitobda syomka tarmoqlari va ularni tenglash, GPS geodezik tizimlari, qurilishda rejalash ishlari, yirik masshtabli topografik syomkalarni bajarish ham berilgan.

Kitob oliy o'quv yurtlarining bakalavriat yo'nalishi talabalariga o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi.

KIRISH

1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari

Geodeziya Yer to'g'risidagi fanlardan biri bo'lib, uning asosiy ilmiy va amaliy vazifalari quyidagilardan iborat:

- yer sirtidagi alohida nuqtalarning qabul qilingan sistemadagi koordinatalarini aniqlash;
- yer alohida bo'laklarining plan va kartalarini tuzish;
- muhandislik inshootlar, sanoat va fuqarolar qurilishini loyihalash, qurish va ulardan foydalanish uchun Yer yuzida bajariladigan geodezik ishlarni bajarish;
- tabiat boyliklarini qidirish va ulardan foydalanishda bajariladigan geodezik ishlar;
- mamlakat mudofaasi ehtiyojlarini geodezik ma'lumotlar bilan ta'minlash.

Geodeziyaning vazifalari geodezik o'lchamlar deb ataluvchi Yer sirtida bajariladigan maxsus o'lchamlar orqali amalga oshiriladi. Bunday o'lchashlar maxsus geodezik asboblardan yordamida bajariladi. O'lchashlarni bajargandan so'ng ular natijalari matematik ishlab chiqarilib, zarur qiymatlar topiladi. Geodeziya fani bir qancha mustaqil ilmiy-texnik fanlarga bo'linadi. Yer shakli va o'lchamini aniqlash, mamlakat hududi kartalarini tuzish uchun kerakli bosh davlat geodezik asosni barpo etishda katta maydonlarda olib boriladigan aniq o'lcham ishlarini ta'minlash, yer ustki qobig'ining gorizontalar va vertikal siljishini geodezik usullarda aniqlash bilan oliy geodeziya shug'ullanadi.

Yer sun'iy yo'ldoshlarining (YeSY) uchirilishi asosida oliy geodeziyaning ilmiy amaliy vazifalarini Yerdan kuzatish orqali bajarish imkoni tug'ildi. Yer yuzining ayrim bo'laklarini plan, karta va profillarda tasvirlashda bajariladigan o'lchash ishlari va o'lchash natijalarini matematik ishlab chiqish bilan geodeziya shug'ullanadi. Bino va inshootlarni loyihalash uchun joyda bajariladigan muhandislik-geodezik tadqiqotlar, ularni

qurish va foydalanishdagi geodezik o'lchashlarini ta'minlash, konstruksiya va uskunalarni joyiga o'rnatish va montaj qilishda zarur geodezik o'lchamlarni bajarish bilan muhandislik geodeziyasi shug'ullanadi.

Fototopografiya esa Yer yuzini suratga olish va bu joyning fotosuratlari bo'yicha plan va kartalar tuzish usullarini o'rgatadi. Turli kartalarni tuzish, nashr etish usullarini va ulardan foydalanish yo'llarini kartografiya fani o'rgatadi. Kartalarni kartografik usullarda tuzish turli geodezik va topografik materiallardan foydalanib, ularni umumlashtirishga asoslanadi.

Geodezik ishlar talab etarli aniqlikda bajarilishi kerak. Talab qilinganidan oshiqroq va aniqroq bajarilgan o'lchamlar ortiqcha mehnat, mablag' va vaqt sarfini talab etadi, yetarli bo'lmaganda esa qo'yilgan talablarga javob bera olmaydi. Shuning uchun geodezik ishlarni loyihalash va bajarish muhandislik hisoblashga asoslanadi.

1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog'lanishi

Geodeziyaning ilmiy va amaliy vazifalarni bajarish usullari matematika va fizika qonunlariga asoslanadi. Matematika yordamida geodezik o'lchamlarni 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. Geodezik hisoblashlarda kompyuterlar va ular uchun belgilangan dasturlardan keng foydalaniladi. Fizika ma'lumotlari, ayniqsa, uning optika, elektronika va radiotexnika bo'limlari geodezik o'lchash asboblari ishlab chiqish va ulardan to'g'ri foydalanish uchun kerak bo'ladi.

Geodeziya astronomiya, geologiya, geofizika, geomorfologiya, geografiya va boshqa fanlar bilan aloqadordir. Masalan, astronomiya ma'lumotlari yer sirtida olingan nuqtalarning astronomik koordinatalarini aniqlaydi. Geomorfologiya esa yer relyefining paydo bo'lishi va uning rivojlanishi haqidagi fan bo'lib, yer relyefi shakllarini plan va kartada to'g'ri tasvirlash uchun zarurdir.

Yer 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 vazifalarni yechish imkoni bo'lmaydi. Topografik kartalarni xalq xo'jaligining hamma sohalarida ahamiyati benihoya katta. Ular bino va inshootlarni loyihalash, geologiya, geofizika, geografiya, geomorfologiya va boshqalar bo'yicha bajarilgan ilmiy va amaliy ishlar natijalarini aks ettirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

1.3. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi

Geodeziya — «yer bo'lish» degan so'z bo'lib, u insonning yashash sharoiti talablariga asosan kelib chiqqan bo'lib, u qadim zamondan rivojlanib kelgan. Eramizdan bir necha asrlar ilgari Misrda hosildor manbalardan yerlarni taqsimlash, Nil daryosi havzasida yerlarni sug'orish uchun kanallar qazilgani va geodezik o'lchash ishlari olib borilgani ma'lum. Qadimgi Yunonistonda matematika, geometriya, astronomiya, geografiya fanlari bilan bir qatorda geodeziya ham rivojlangan. Miloddan 6 asr ilgari Pifogor Yerning shar shaklida ekanligini aytib o'tgan; 2,5 asr ilgari esa Ertosfen Yer radiusi qiymatini aniqlash va shu orqali yer sirtida gradus o'lchamlarga asos soldi.

XI asr boshida hamyurtimiz Abu Rayhon Beruniy Hindistonda ufqning pasayishi burchagini o'lchab, Yer radiusini hisoblab chiqargan (u 6339,6 km ga teng bo'lib, hozirgi aniqlangan qiymatidan atigi 31,5 km kam, xolos).

Nyuton o'zining 1682- yili e'lon qilgan butun dunyo tortilishi qonuniga asoslanib, Yer shar shaklida emas, balki qutblardan siqilgan ellipsoid shaklida bo'lishi kerak, degan fikrni ilgari surdi. Shundan keyingi yillarda yaratilgan bir qancha ilmiy tadqiqot ishlarida Yer shaklining haqiqatan ham ellipsoidga yaqin ekanligi aniqlandi va uning katta va kichik yarim o'qlari hamda qutblaridagi siqilish qiymati (koeffitsiyenti) hisoblab topildi. Eramizning ikkinchi ming yilligi o'rtalaridan boshlab davlatlar orasida savdo aloqalarining jonlanishi, dengizlarda aloqa qatnovining kengayishi plan va kartalarga bo'lgan talablarni keltirib chiqardi. XII—XVI asrlarda yerlarni chegaralash va ro'yxatga olish ishlari bajarilishi asosida kartalar tuzildi.

O'zbekiston hududida aniq va yuqori aniqlikdagi geodezik tarmoqlarni qurish va topografik syomkalarni bajarishda yirik rus geodezist-olimi F.N. Krasovskiy tomonidan ishlab chiqilgan ilmiy asoslarga tayanilgan.

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasi hududida yuqori aniqlikdagi Davlat geodezik tarmog'i bilan ta'minlangan geodezik ishlar va topografik syomkalar amalga oshirilgan. Mamlakatimizda geodeziya, kartografiya va kadastr ishlarini yuqori ilmiy saviyada va yangi texnika bazasida yanada taraqqiy ettirish maqsadida O'zbekiston Respublikasi yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastr Davlat qo'mitasi tashkil etildi.

YERNING UMUMIY SHAKLI VA YER SIRTIDAGI NUQTALAR O'RNINI ANIQLASH

2.1. Yerning umumiy shakli va o'lchamlari haqida ma'lumot

Yerning shakli xuddi moddiy jismga o'xshash, uning bo'laklari ichki va tashqi ta'sir etuvchi kuchlar bilan aniqlanadi. Agar Yer harakatsiz bir turdagi jism bo'lib, faqat ichki tortish kuchlari ta'sirida bo'lsa, shar shaklni yoki u o'z o'qi atrofida doimiy tezlikda aylanishidan hosil bo'ladigan markazdan qochma kuchlar ta'sirida sferoid yoki aylanma ellipsoid shaklini hosil qilar edi.

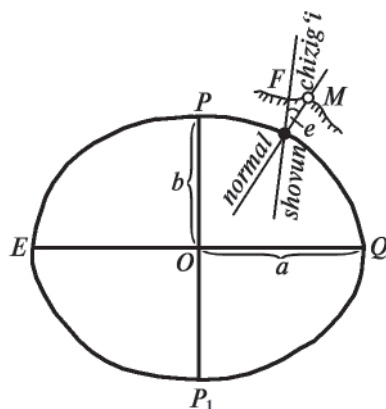
Bunday qat'iy ellipsoidal Yerning sirti hamma joyda gorizontal bo'lib, uning har bir nuqtasida og'irlik kuchining yo'nalishiga normal (perpendikular) bo'lgan sirtga sathiy yuza deb ataladi. Amalda esa masala murakkabdir. Yer qobi-g'ida massalarning teng joylashmaganligi ta'sirida markazga tortma kuchlar yo'nalishi, demak, og'irlik kuchi yo'nalishi o'zgaradi. Og'irlik kuchiga perpendikular bo'lgan Yerning sathiy yuzasi ellips sathidan og'adi va murakkab shaklga aylanadi.

Bu shaklga geoid nomi berilgan bo'lib, uni hech qanday matematik formula bilan ifodalab bo'lmaydi. Ko'p yillik tekshirishlar matematik shakllar ichida geoidga eng yaqin shakl ellipsoid shakli ekanligini ko'rsatdi. Bunday ellipsoidga yer ellipsoidi deyilib, uning o'lchamlari — katta yarim o'qi a , kichik yarim o'qi b va qutbiy siqilishi α bilan ifodalanadi. Koeffitsiyent quyidagiga teng: $\alpha = (a - b) / a$.

Geoid deb, okean va dengizlar suvining tinch turgan sathi bilan tutashuvchi sathiy yuzani og'irlik kuchi yo'nalishiga to'g'ri burchak ostida materiklarni fikran kesishtirib davom ettirishdan hosil bo'lgan shaklga aytiladi.

Umumiy yer ellipsoidi deb ataluvchi ellipsoid quyidagi shartlarga javob berishi kerak:

1) ellipsoid markazi Yer og'irlik markaziga to'g'ri kelishi kerak;



2.1- shakl.

2) uning ekvator tekisligi Yer ekvator tekisligiga to'g'ri kelishi kerak;

3) ellipsoidning hajmi geoid hajmiga teng bo'lishi kerak;

4) ellipsoid sirtidagi nuqtalar balandlik bo'yicha geoid sirtidagi nuqtalardan eng kichik qiymatga farq qilishi kerak.

O'lchamlari aniqlangan va Yer tanasida ma'lum holatda oriyentirlangan (joylashtirilgan) ellipsoidga referens-ellipsoid deyiladi.

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi davlatlarida, shu jumladan, O'zbekistonda, Krasovskiy referens-ellipsoidi qabul qilingan. Uning o'lchamlari quyidagilarga teng: $a = 6378245$ m; $b = 6356863$ m; $\alpha = 1/298.3$. Yarim o'qlar a va b qiymatlarining farqi juda kichik (21 km ga yaqin) ekanligini hisobga olib, yuqori aniqlik talab qilinmaydigan ayrim muhandislik geodezik ishlarda Yer shaklining radiusi $R = 6371$ km ga teng shar deb qabul qilinadi. Bajarilgan astronomo-geodezik o'lchashlar natijalaridan foydalanib, ko'pgina olimlar tomonidan yer ellipsoidi o'lchamlari aniqlangan bo'lib, ulardan ayrimlari quyidagi 1- jadvalda beriladi.

1- jadval

Olimlar nomi	Aniqlangan yili	Katta yarim o'q	Siqilish koeffitsiyenti α
1. Delambr.	1800	6375653	1:334,0
2. Bessel.	1841	6337397	1:299,2
3. Klark.	1880	6378249	1:293,5
4. Xeyford.	1910	6378388	1:297,0
5. Krasovskiy.	1940	6378245	1:298,3

Yerning fizik sirtida bajarilgan geodezik o'lchashlar natijasi normal chiziqlar yordamida referens-ellipsoid sirtiga proyeksiyalanadi. Bunda Yerning fizik sirtida o'lchangan burchaklar va chiziqlar uzunligiga tuzatmalar kiritiladi. Yer sirtidagi M nuqta referens-ellipsoid sirtiga normal (2.1- shakl) chiziq bilan proyeksiyalanadi. Geodezik va astronomik o'lchashlarda boshlang'ich bo'lib shovun chizig'i yo'nalishi (geoid sirtiga perpendikular) xizmat qiladi. Bu chiziq bo'yicha geodezik asboblarning vertikal o'qi yo'naltiriladi (oddiy yoki optik shovun yordamida). Teodolit asbobi limb doirasining tekisligi, nivelir asbobi trubasining vizir o'qi geoid sirtiga parallel qilib o'rnatiladi. Berilgan nuqtadan o'tuvchi normal va shovun chiziqlari yo'nalishi bir-biriga to'g'ri kelmaydi (2.1- shakl). Ular orasidagi e burchakka shovun chizig'ining ushbu nuqtada og'ishi deyiladi. Bu burchak Yer uchun o'rtacha 3—4" tashkil qiladi.

2.2 Geodeziyada qo'llaniladigan koordinatalar sistemalari

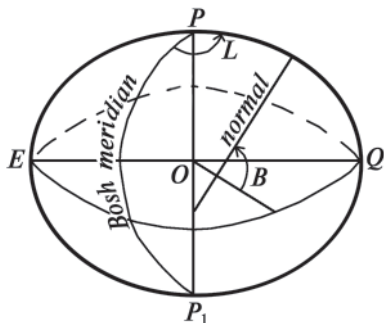
Geodeziyada turli koordinatalar sistemalari qo'llaniladi. Bulardan eng asosiy va ko'p qo'llaniladiganlari quyidagilar:

1. *Geodezik koordinatalar sistemasi.* Bu sistemada aniqlanadigan nuqta referens-ellipsoid sirtida olinadi, asosiy koordinatalar chiziqlari bo'lib, geodezik meridian va parallellar xizmat qiladi.

Geodezik meridian deb, ellipsoid sirtida olingan nuqtadagi normal chiziq va kichik o'q PP_1 (2.2- shakl) orqali o'tuvchi tekislik ellipsoidni kesib o'tishidan hosil bo'lgan chiziqqa aytiladi. Meridian geodezik uzoqlik L , parallel esa geodezik kenglik B bilan aniqlanadi. (2.2- shakl).

Geodezik kenglik B , bu ekvator tekisligi bilan berilgan nuqtadan o'tuvchi normal chizig'i orasidagi burchakdir.

Geodezik uzoqlik L bu boshlang'ich meridian (Grinvich meridiani) tekisligi bilan ellipsoid sirtidagi nuqtadan o'tuvchi



2.2- shakl.

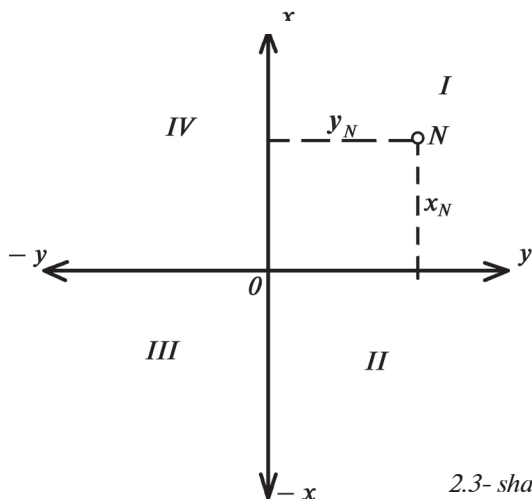
meridian tekisliklari orqasidagi ikki yoqli burchakdir. Shunday qilib, geodezik kenglik B va uzoqlik L nuqtaning ellipsoid sirtidagi o'rnini belgilaydi. Geodezik parallel deb, berilgan nuqtadan o'tuvchi va kichik o'qiga perpendikular tekislikni ellips bilan kesmasiga aytiladi.

2. *Geografik (astronomik) koordinatalar sistemasi.* Bu sistemada shar sirtida olingan nuqtaning o'rne shovun chizig'i yo'nalishiga nisbatan aniqlanadi.

Geografik (astromik) kenglik deb, ekvator tekisligi bilan nuqtadan o'tuvchi shovun chizig'i yo'nalishi orasidagi φ burchakka aytiladi.

Geografik (astronomik) uzoqliq deb, boshlang'ich (Grinvich) meridian bilan ushbu nuqtadan o'tuvchi meridian tekisligi orasidagi ikki yoqli λ burchakka aytiladi. Yuqorida (2.1.) aytilgandek, geodezik va geografik koordinatalar orasidagi farq Yer uchun o'rtacha 3—4" ga teng. Shunday qilib, shar sirtidagi nuqtaning o'rne geografik kenglik va uzoqlik λ bilan aniqlanadi.

3. *To'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi.* Kichik yer bo'laklarida geodezik ishlarni bajarishda (bunda Yer egriligi hisobga olinmaydi) to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Bu sistemani gorizontal tekislikda yotgan ikkita o'zaro perpendikular chiziqlar tashkil etadi, ulardan biri meridian yo'nalishi bo'yicha olinib, abssissa x o'qiga, ikkinchisi esa ordinata y o'qiga qabul qilinadi (2.3- shakl). Ushbu to'g'ri



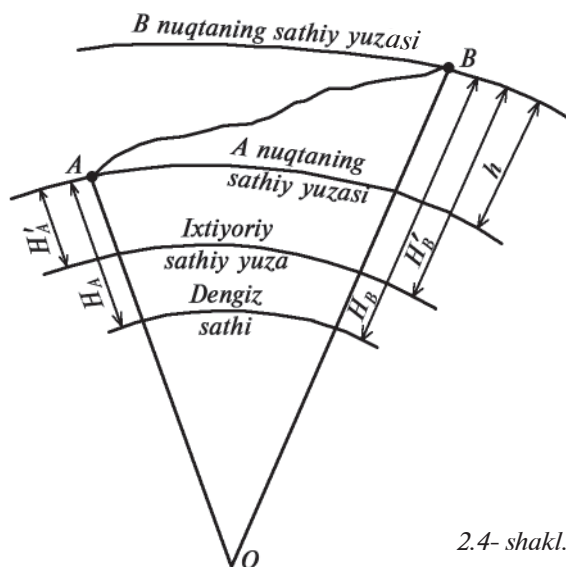
2.3- shakl.

chiziqlarning o'zaro kesishgan nuqtasi O koordinatalar sistemasi bosh nuqtasiga qabul qilinadi. Bu sistemada nuqtaning tekislikdagi o'rni x va y koordinatalar bilan belgilanib, joylashgan choragiga qarab qiymatlari oldiga «+» yoki «—» ishora qo'yiladi. O'qlar ixtiyoriy olinsa, bunday sistemaga ixtiyoriy koordinatalar sistemasi deyiladi. Bunday sistema muhandislik geodezik ishlarda keng qo'llanadi.

2.3. Geodeziyada qo'llanadigan balandliklar sistemalari

Geodeziyada Yer sirtidagi nuqtalar balandligini aniqlash uchun boshlang'ich sirt qilib asosiy sathiy yuza — geoid qabul qilinadi (unga dengiz sathi ham deyiladi). Ushbu sathiy yuzaga nisbatan geodezik o'lchashlar orqali Yer sirtidagi nuqtalar balandligi aniqlanadi va ularga mutlaq balandlik deyiladi (2.4-shaklda H_A va H_B balandliklar). O'zbekistonda nuqtalar mutloq balandligini hisoblashda boshlang'ich nuqta qilib Kronshtad futshokining noli (Boltiq dengizidagi ko'priksimonida mahkamlab qo'yilgan va bo'laklar tushirilgan mis taxtacha) qabul qilingan. Bunga boltiq balandliklar sistemasi deyiladi.

Ixtiyoriy yuzadan (sathdan) hisoblangan balandlikka shartli balandlik deyiladi, 2.4-shaklda H'_A va H'_B . Yer sirtidagi bir nuqtaning ikkinchi nuqtaga nisbatan balandligiga nisbiy

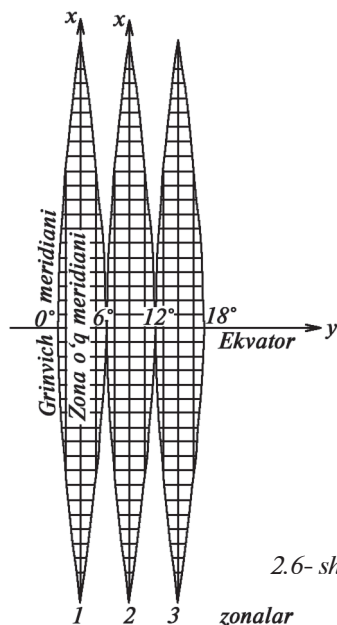
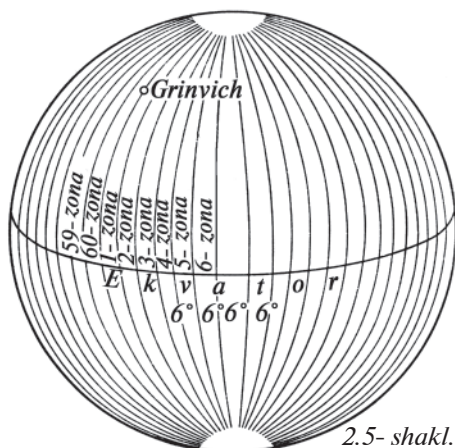


2.4-shakl.

balandlik deyiladi va u h bilan belgilanadi. 2.4- shakldan $h = H_A - H_B$. Amalda nisbiy balandlik nivelir asbobi bilan o'lchab topiladi.

2.4. Gauss-Kryuger yassi to'g'riburchakli koordinatalar sistemasi haqida tushuncha

Geodezik va geografik koordinatlar sistemalari butun Yer sirti uchun taalluqli bo'lib, ulardan oddiy maqsadlarda foydalanish murakkablik tug'diradi. Chunonchi, ellips sirtidagi texnik masalalarning qiyin yechilishiga sabab, bu sirtida koordinatalar gradusda, masofalar esa Yer sirtida metrda o'lchanadi. Masalani osonlashtirish maqsadida yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qo'llanadi. Ellips sirtidagi nuqtani geografik yoki geodezik koordinatalari bilan shu nuqtaning tekislikdagi to'g'ri burchakli koordinatalari orasida bog'lanishni ta'minlash maqsadida Gauss-Kryuger tomonidan zonali yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi taklif etilgan. Bunda Yer shari (ellipsoid) meridianlar bilan uzoqligi bo'yicha 6° li 60 ta zonaga bo'linadi va Grinvich meridianidan sharqqa tomon 1 dan 60 gacha raqamlanadi (2.5- shakl). Zonalar chegarasi 1:1000 000 masshtabdagi karta varaqlarining bo'-

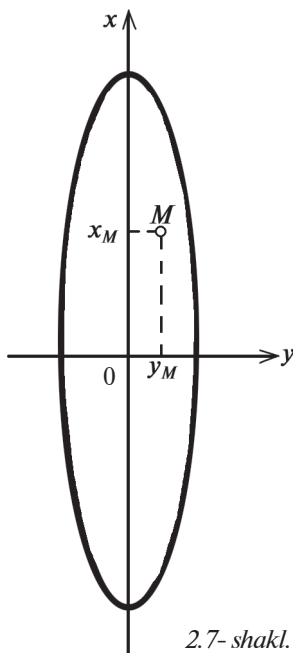


linishidan hosil boʻladigan kolonnalar chegarasiga toʻgʻri keladi. Bunda zona raqami bilan kolonna raqami oʻzaro 30 ga farq qiladi. Amaliy ishlarda har bir zona silindrni yon sirtiga proyeksiyalanadi va silindr yasovchisi boʻyicha qirqilib tekislikka yoyiladi (2.6- shakl). Bunda ellips sirtida olingan chiziqli tekislikda maʼlum xatolik bilan tasvirlanadi. Xatolik qiymati zonani oʻrtasidan gʻarb va sharqqa uzoqlashgan sari oshib boradi. Tekislikdagi chiziqli uzunligi s ga tuzatma ΔS quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta S = \frac{y_m^2}{2R^2} S. \quad (2.1)$$

Bu yerda: S — ellips sirtidagi chiziqli uzunligi; R — Yer radiusi; y_m — chiziqli uchlari koordinatalari oʻrtachasi.

Tekislikdagi chiziqli uzunligi s quyidagiga teng: $s = S + \Delta S$. Tekislikka yoyilgan har bir zonaning oʻrtasidan oʻtuvchi meridian oʻq meridian deyilib, u ekvator chizigʻi bilan oʻzaro perpendikular tasvirlanadi. Ushbu chiziqlar zonani toʻgʻri burchakli koordinatalar oʻqiga qabul qilinadi: vertikal yoʻnalishda boʻlgan zona oʻq meridiani absissa (x), ekvator esa ordinata y oʻqlariga qabul qilinadi. Oʻqlarning oʻzaro kesishgan nuqtasi koordinatalar sistemasi bosh nuqtasi o boʻladi (2.7- shakl). Absissa x qiymati ekvatoridan shimolga musbat, janubga manfiy; ordinata oʻqi meridianidan sharqqa musbat, gʻarbga manfiy boʻladi. Bu sistemada tekislikdagi M nuqtaning oʻrni 2.7- shaklda koʻrsatilgan x_M va y_M kesimlar bilan belgilanadi. Shunday qilib, har bir zona oʻzini koordinatalar oʻqlariga va bosh nuqtasiga, yaʼni koordinatalar sistemasiga ega. Bunda ellips sirtidagi har qanday nuqtani geodezik koordinatalari boʻyicha shu nuqtaning yassi toʻgʻri burchakli koordinatalarini va, aksincha, yassi toʻgʻri burchakli koordinatalar boʻyicha geodezik koordinatalarni aniqlash mumkin. Zonalar sistemasining bu afzalligi uning xalqaro sistemaga



2.7- shakl.

aylanishiga sabab bo'lgan. Ordinatalar zona chegarasida faqat musbat ishorada bo'lishi uchun o'q meridian zonaning g'arbiy chegarasi tomon shartli 500 km ga ko'chiriladi. Har qaysi nuqta ordinatasi qiymatining oldida zona raqami beriladi. Masalan, ordinatasi $y = 10410$ km ga teng nuqta 10- zonada joylashgan bo'lib, uning haqiqiy qiymati quyidagicha: $y = 410 - 500 = -90$ km.

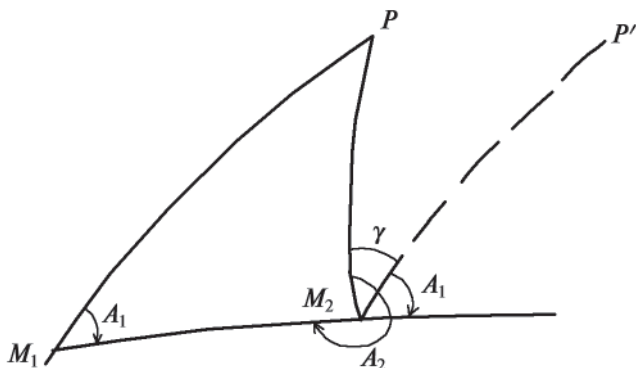
Demak, ushbu nuqta zona o'q meridiani (abssissa o'qi) dan g'arbda joylashgan bo'ladi.

2.5. Haqiqiy azimut va direksion burchaklar

Joyda chiziqlarni oriyentirlash deb, ularning yo'nalishini boshlang'ich yo'nalishga nisbatan aniqlashga aytiladi. Geodeziyada boshlang'ich yo'nalish uchun meridian yo'nalishi qabul qilinadi.

Chiziqlarni oriyentirlash uchun haqiqiy azimut, direksion burchak, rumb va magnit azimut deb ataluvchi gorizontalar burchaklar ishlatiladi. Haqiqiy azimut deb, haqiqiy (geodezik) meridian shimol uchidan soat mili yo'nalishi bo'yicha berilgan chiziqqacha o'lchangan gorizontalar burchakka aytiladi. U A bilan belgilanib, 0° dan 360° gacha o'lchanadi (2.8- shakl).

To'g'ri yo'nalish ($M_1 M_2$) azimuti A_1 ga to'g'ri azimut, teskari yo'nalish ($M_2 M_1$) — A_2 ga teskari azimut deyiladi (2.8-shakl). Meridianlar o'zaro parallel emasligi tufayli chiziq (yo'nalish)ning har bir nuqtasidagi azimuti turli qiymatga ega bo'ladi. Ikki nuqtadagi meridianlar yo'nalishi orasidagi γ burchakka meridianlar yaqinlashishi burchagi deyiladi.



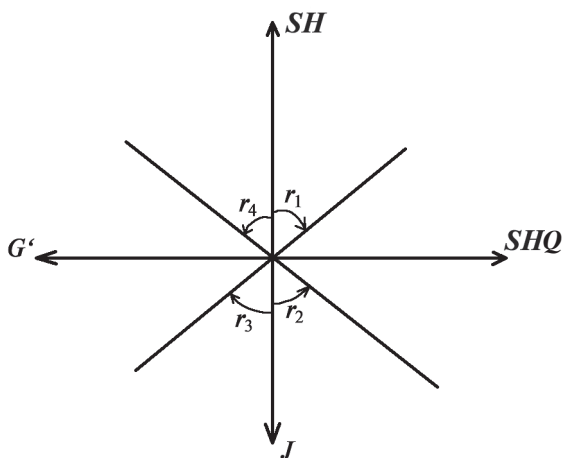
2.8- shakl.

Chiziqning to'g'ri va teskari azimutlari orasidagi bog'lanish 2.8-shaklda ko'rinishicha quyidagicha ifodalanadi:

$$A_2 = A_1 + 180^\circ + \gamma. \quad (2.2)$$

Ayrim maqsadlarda azimut burchagi o'rniga rumbni ishlatish qulay keladi.

Rumb deb, meridianning yaqin uchidan (shimoliy yoki janubiy) berilgan chiziqgacha o'lchanadigan o'tkir gorizontal burchakka aytiladi. Rumb burchagi r bilan ifodalanib, qiymati yoniga u joylashgan chorak nomi qo'shib yoziladi. Masalan: $r = 82^\circ 10' \text{ jg'}$.

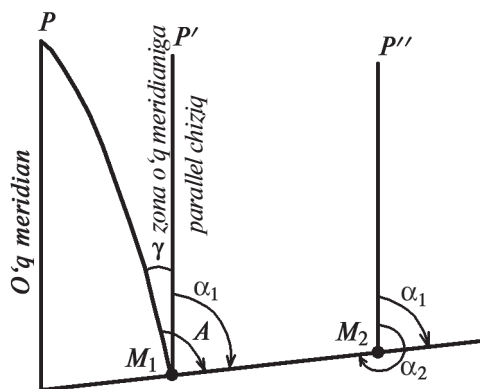


2.9- shakl.

2.9- shaklga asosan rumb bilan azimut orasidagi bog'lanish quyidagi 2- jadvalda berilgan. Azimut, odatda, ellipsoid sirtidagi chiziqlarni oriyentirlashda ishlatiladi.

Yer sirti bir bo'lagini tekislikda, masalan, Gaus-Kryuger proyeksiyasida tasvirlashda yassi oriyentirlash burchagi — direksion burchakdan foydalaniladi.

Direksion burchak deb, tekislikda tasvirlangan zona o'q meridiani yoki unga parallel chiziqni shimol uchidan soat mili yo'li bo'yicha chiziqqacha o'lchangan gorizontal burchakka aytiladi va u α bilan belgilanadi. Direksion burchakdan rumbga o'tish aynan azimutlarga o'xshash bajariladi.



2.10- shakl.

2- jadval

Azimut (direksion burchak)	Rumblar	Choraklar
$0^\circ - 90^\circ$	$r = A$	I — SH SHSHQ
$90^\circ - 180^\circ$	$r = 180^\circ - A$	II — JSHQ
$180^\circ - 270^\circ$	$r = A - 180^\circ$	III — JG'
$270^\circ - 360^\circ$	$r = 360^\circ - A$	IV — SHG'

Azimut bilan direksion burchaklar orasidagi bog'lanish 2.10-shaklga asosan quyidagicha ifodalanadi:

$$A = \alpha + \gamma. \quad (2.3)$$

Bu formuladagi meridianlar yaqinlashish burchagi γ zonaning o'q meridianidan sharqda joylashgan nuqtalari uchun musbat ishoraga, g'arbda manfiy ishoraga ega.

2.10- shaklga asosan bitta chiziqning to'g'ri va teskari direksion burchaklari bir-biridan 180° ga farq qiladi.

Meridianlar yaqinlashishi burchagi γ quyidagi taqribiy formuladan hisoblanishi mumkin:

$$\gamma = l \sin B, \quad (2.4)$$

bu yerda: l — o'q meridian bilan berilgan nuqta meridiani uzoqliklarining o'zaro farqi; B — ushbu nuqtaning geodezik kengligi.

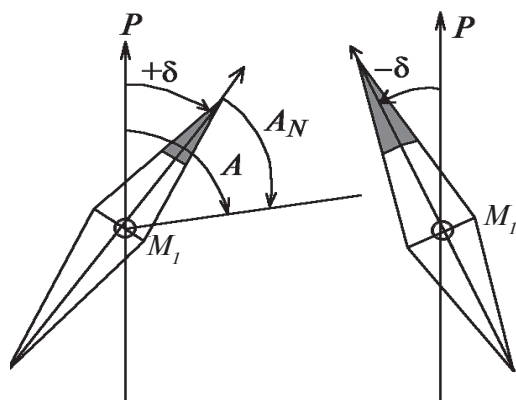
2.6. Magnit azimutlari

Oddiy geodezik amaliy ishlarda magnit azimutlaridan foydalanish maqbul, chunki ular oddiy asboblardan — kompas yoki bussoldan foydalanib, oson aniqlanadi.

Magnit azimut deb, magnit meridianining shimoliy uchidan soat milining yo‘li bo‘yicha berilgan chiziqqacha o‘lchangan gorizontaal burchakka aytiladi. U A_N bilan belgilanib, 0° dan 360° gacha o‘lchanadi.

Ozod magnit mili orqali o‘tuvchi vertikal tekislikning Yer sirtida qoldirgan iziga magnit meridiani deyiladi.

Geodezik meridian tekisligi bilan magnit meridiani tekisligi orasidagi gorizontaal burchakka magnit og‘ishi deyilib, δ bilan belgilanadi. Bu og‘ish haqiqiy meridiandan g‘arbiy bo‘lsa, manfiy, sharqiy bo‘lsa, musbat ishora bilan olinadi (2.11- shakl).



2.11- shakl.

Magnit mili o‘qining ufq tekisligi bilan tashkil qilgan burchagiga magnit enkayishi deyiladi. Magnit og‘ishi va enkayishiga yer magnit tizimining elementlari deyiladi.

Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti orasidagi bog‘lanish 2.11- shaklga asosan quyidagicha ifodalanadi:

$$A = A_N + \delta. \quad (2.5)$$

Magnit mili og‘ishining qiymati Yerning turli nuqtalarida o‘zgarib turadi; u asriy, yillik va sutkali o‘zgaradi va ma‘lum bir qiymatga ega bo‘ladi. Topografik plan va kartalarning janubiy ramkasi ostida kartada tasvirlangan hudud uchun og‘ishning o‘rtacha qiymati keltiriladi.

TOPOGRAFIK PLAN VA KARTALAR

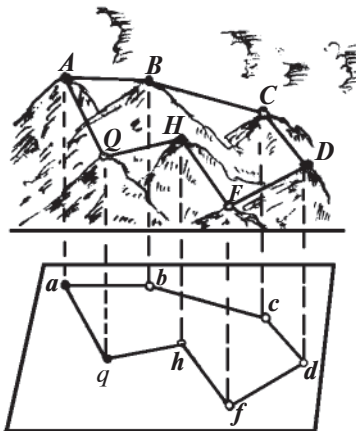
3.1. Umumiy ma'lumotlar

Yer yuzasi kichik bo'lagining Yer egriligini e'tiborga olmay aynan o'ziga o'xshash holda kichraytirib, qog'ozga tushirilgan tasviriga (gorizontal proyeksiyasiga) **plan** deyiladi.

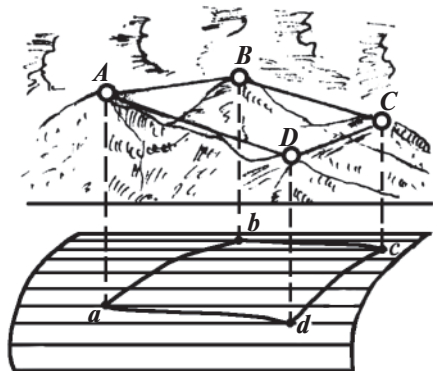
Joyidagi A, B, C, D, F, H, Q nuqtalar bilan chegaralangan (3.1- shakl) yer bo'lagini kichraytirib va o'ziga o'xshatib gorizontal proyeksiyasini qog'ozga (tekislikka) tushirsak, unda joy gorizontal proyeksiyasining grafik tasvirini, ya'ni a, b, c, d, f, h, q nuqtalar bilan chegaralangan planini olamiz.

Joy relyefini ko'rsatmay faqat tafsilotlar (haydalma yerlar, yo'l, daryo, ko'l va boshqa) chegaralari tushirilsa, bunday planga **konturli plan** deyiladi. Agar planda joy tafsilotlaridan tashqari joyning relyefi ham tasvirlangan bo'lsa, u **topografik plan** deyiladi.

Yerning nisbatan katta bir bo'lagini qog'ozda tasvirlashda, albatta, Yer egriligi hisobga olinadi. Bunday bo'lak kartasini tuzish uchun joy konturlari sferik sirtga proyeksiyalanib, ma'lum matematik qoidalar asosida tekislikka yoyiladi (3.2- shakl).



3.1- shakl.



3.2- shakl.

Bunda tasvirni tekislikda (qogʻozga) oʻzgarishsiz yoyib boʻlmaydi; sferik (egri) yuzani tekislikka tushirganda xatoliklar (maydon, shakl, burchak va uzunliklarda) roʻy beradi.

Butun Yer yuzasi yoki uning katta bir qismining yer egriligini hisobga olib, matematik qoidalar asosida bir oz umumlashtirib va kichraytirib qogʻozga tushirilgan tasviriga **karta** deyiladi.

3.2. Masshtablar

Joyda oʻlchangan chiziqlar gorizontall qoʻyilishi uzunligini plan, karta va profilga kichraytirilib tushirish darajasiga **masshtab** deyiladi.

Plandagi chiziq uzunligi s ni uning joyda oʻlchab topilgan gorizontall qoʻyilishi qiymati s_j ga nisbati **plan masshtabi** deyiladi

$$(3.1)$$

Kichraytirish darajasini sonli yoki grafik ifodalash mumkin, shunga koʻra **sonli** va **grafik masshtablar** boʻladi. Grafik masshtablar **chiziqli** va **koʻndalang** boʻladi.

Il = $\frac{s}{s_j}$ Surati bir boʻlib, maxraji kichraytirish darajasini koʻrsa-
 $\frac{1}{300}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{5000}, \frac{1}{10000}, \frac{1}{25000}$ masshtab boʻladi. Masalan, 1:500,
 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100

000 va hokazo yoki

va

hokazo.

Joydagi chiziq uzunligi bilan uning plandagi tasviri oʻrtasida quyidagicha munosabat bor:

$$s_j = s \cdot M.$$

Bu yerda: s_j — joydagi chiziq uzunligi; s — shu chiziqning plandagi uzunligi; M — sonli masshtabning maxraji.

Masshtablar yirik va mayda masshtablarga boʻlinadi. Sonli masshtabning maxraji qancha kichik boʻlsa, u shuncha yirik va, aksincha, maxraji qancha katta boʻlsa, u shuncha mayda masshtab boʻladi.

Odatda, planlar yirik, kartalar esa mayda masshtablarda tuziladi.

Kartaning sonli masshtabi 1:10000 bo'lsa, undagi 1 santimetr uzunlik joyda 10000 sm yoki 100 m uzunlikka mos keladi.

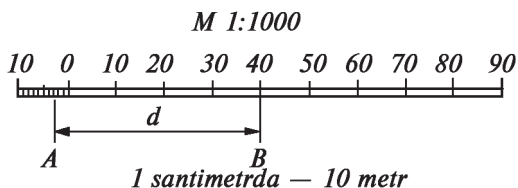
Sonli masshtabni bilib joydagi chiziqni planga (kartaga) yoki aksincha, plandagi chiziqni joyga osongina ko'chirish mumkin. Agar joydagi chiziqning gorizontal quyilishi 146,8 m, masshtab 1:5000, ya'ni 1 sm da 50 metr bo'lsa, chiziqning plandagi uzunligi $146,8:50=2,94$ sm ni tashkil qiladi.

Agar chiziq uzunligi kartada 2,38 sm, masshtab 1:25000, ya'ni 1 sm da 250 m bo'lsa, chiziqning joydagi gorizontal quyilishi $2,38 \times 250 = 595$ m ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi hisoblash ishlarini osonlashtirish maqsadida chiziqli masshtabdan foydalaniladi.

Chiziqli masshtabni chizish uchun masshtab asosi tanlanadi. Masshtab asosini 1, 2, 2,5 sm olish mumkin, shunda joydagi masofa butun songa, masalan, 10, 20, 50 m yoki 100, 200, 500 m ga to'g'ri keladi.

Sonli masshtab 1:1000 bo'lsa, uning chiziqli masshtabi quyidagicha tuziladi. To'g'ri chiziq olinib, u 1 sm lik kesimlarga bo'linadi. Chapdan birinchi bo'lak asos deb olinib, u 10 bo'lakka bo'linadi. Bo'lingan asosning o'ng ichiga 0, chapga 10 m va 0 dan o'ng tomondagi bo'laklarga 10, 20, 30 m va hokazolarni chizmada ko'rsatilgandek yoziladi (3.3- shakl).

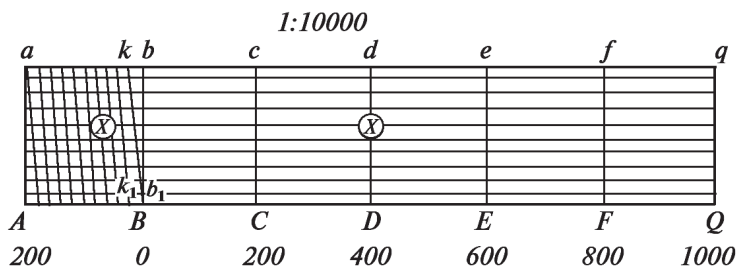


3.3- shakl.

Plandan olingan kesma uzunligini aniqlashda sirkulning bir uchi 0 dan o'ng tomondagi chiziqlaridan biriga qo'yiladi, ikkinchi uchi esa millimetrlarga bo'lingan asosning ichida bo'ladi.

Shakldagi $AB = d$ kesmasining joydagi uzunligi 1:1000 masshtabda 43 metr bo'ladi (3.3- shakl).

Chiziqli masshtab asosidagi bir bo'lakdan kichik kesim bo'yicha ko'z bilan mo'ljallab olinadigan masofa aniqligini oshirish maqsadida ko'ndalang masshtabdan foydalaniladi.



3.4- shakl.

Ko'ndalang masshtabni chizish uchun qog'ozda AQ to'g'ri chiziq chizilib (3.4- shakl), unda 2 sm dan bo'lgan $AB = BC = CD = \dots = FQ$ kesimlar belgilanadi. Chap tomondagi AB asos $n = 10$ ta kichik bo'laklarga oddiy chiziqli masshtabdagi kabi bo'linadi. A, B, C, D, E, F, Q nuqtalaridan asosiy chiziqqa nisbatan yuqoriga uzunligi 2,5 sm ga teng tik chiziqlar o'tkazilib, a, b, c, d, e, f, q nuqtalar topiladi.

Chizmaning yuqori qismidagi ab kesim ham teng 10 bo'lakka bo'linadi. Shundan keyin k nuqtani pastdagi B nuqta bilan qiya chiziq (transversal) bilan tutashtiriladi. Yuqori va pastki asoslarda belgilangan qolgan nuqtalar ham qiya chiziqlar (transversallar) bilan birlashtiriladi.

$\frac{k_1b_1}{kb} = \frac{ABk_1}{nBk}$ Asosning Aa tomoni ham $m = 10$ ta teng bo'laklarga bo'linib, topilgan nuqtalardan AQ chiziqqa parallel chiziqlar o'tkaziladi.

Shunda hosil bo'lgan k_1b_1 kesim ko'ndalang masshtabning eng kichik bo'lagi deyiladi.

Uning qiymati Bkb va Bk_1b_1 uchburchagining o'xshashligidan topiladi, ya'ni:

Bu yerda: shartga ko'ra

$Bk_1 = \frac{Bk}{m}$; shunda kb va Bk_1 qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$k_1b_1 = \frac{AB}{nm} \quad (3.2)$$

bo'ladi.

AB asosni n ta bo'lakka ($n = 10$ bo'lak), $Aa = Bk$ kesma m ta bo'lakka ($m = 10$ bo'lak) bo'linganini hisobga olib topamiz:

$$k_1 b_1 = \frac{2sm}{10 \cdot 10} = \frac{20mm}{100} = 0,2mm.$$

Bu ko'ndalang masshtab eng kichik bo'lagining qiymati bo'lib, uning yarmini (0,1 mm) ko'z bilan chamalab aniqlash mumkin va u masshtabning qabul qilingan aniqligiga tengdir.

Agar $n = m = 10$ bo'lak va $a = 2$ sm bo'lsa, bunday ko'ndalang masshtab normal yuzlik **ko'ndalang masshtab** deyiladi.

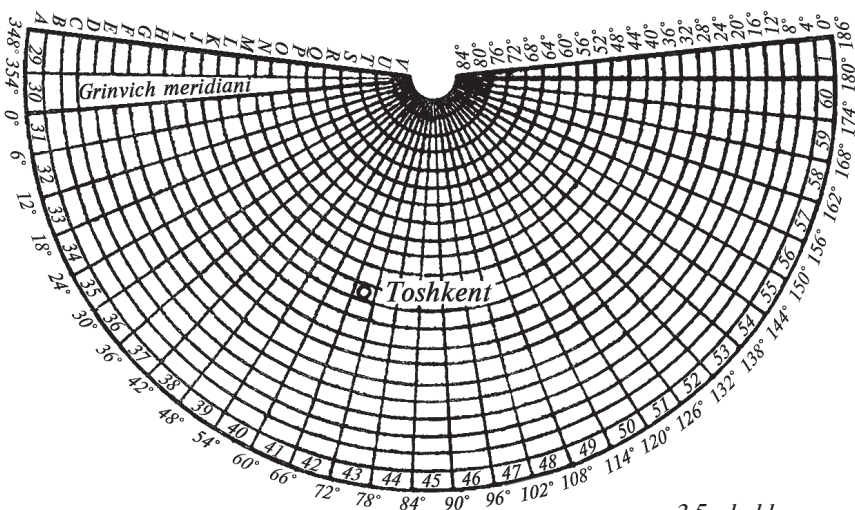
3.4- shakldagi ko'ndalang masshtab chizig'ichida 472 m qiymati 1:10 000 masshtabda krest belgilar bilan ko'rsatilgan.

Ko'z bilan millimetrning 0,1 bo'lagini ajratish mumkin. Plan yoki kartadagi 0,1 mm ga to'g'ri keladigan joydagi uzunlikka masshtab aniqligi deyiladi va u t bilan belgilanadi, $t = 0,1$ mm. Shunda, masalan, 1:10 000 masshtab aniqligi $t = 0,1 \times 10\ 000 = 1,0$ m bo'ladi.

Masshtab aniqligidan kichik bo'lgan uzunlikni planda tasvirlab bo'lmaydi.

3.3. Topografik plan va kartalar nomenklaturasi

Plan va kartaning nomenklaturasi deb ularni varaqalarga bo'lish va belgilash tizimiga aytiladi. Kartalar nomenklaturasi uchun asos qilib masshtabi 1:1000 000 bo'lgan kartalarni xalqaro varaqlarga bo'linishi qabul qilingan. Bu masshtabdagi kartaning varag'i parallel va meridianlar bilan chegaralanib, kenglik bo'yicha 4° (qator) va uzoqlik bo'yicha 6° (kolonna) o'lchamlarga ega. Qatorlar lotin alfavitining bosh harflari A dan V gacha ekvatoridan shimolga va janubga qarab belgilanadi, kolonnalar 1 dan 60 gacha arabcha raqamlar bilan uzoqligi 180° bo'lgan meridiandan boshlab g'arbdan shaqqa qarab nomerlanadi. Masalan, Toshkent shahri joylashgan masshtabi 1:1000 000 varaq nomenklaturasi K-42 bo'ladi (3.5- shakl). Masshtabi 1:1000 000 karta varaqlarining markaziy meridianlari Gauss-Krugerning olti gradusli koordinatalar zonalarining o'q meridianlari bilan ustma-ust tushadi. Shunda kolonnalar nomeri bilan koordinatalar zonalar nomeri orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi $n = Q - 30$, bu yerda Q – masshtabi 1:1000 000 kartaning kolonna nomeri, n – Gauss-Kruger koordinatalarining zona nomeri.



3.5- shakl.

Yirik masshtabli topografik kartalarni varaqlarga bo'lishda quyidagi shartlarga rioya qilinishi belgilangan:

- karta varaqlarining chegaralari bo'lib parallel va meridianlar xizmat qiladi;

- kartalar varaqlarining o'lchami ularni kashf etish va amaliy foydalanish uchun qulay bo'lishi kerak;

- masshtabi 1:1000 000 kartaning varag'i yirikroq masshtablardagi kartalarning soniga butun bo'lishi kerak;

- kartalar varaqlarining nomenklaturasini masshtabi 1:1000 000 varaq nomenklaturasini masshtabi 1:50 000 va undan yirikroq varaqlar esa qo'shimcha masshtabi 1:100 000 varaq nomenklaturasini o'z ichiga olishi kerak.

Mamlakatimizda topografik karta va planlar tuzish uchun, asosan, quyidagi standart masshtablar qabul qilingan:

1:1000 000; 1:500 000; 1:300 000; 1:200 000;

1:100 000; 1:50 000; 1:25 000; 1:10 000;

1:5000; 1:2 000; 1:1000; 1:500.

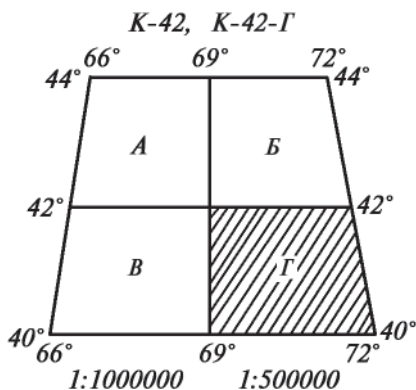
Masshtabi 1:1000 000 bitta varaqda 4 ta *A*, *B*, *B* va *I* harflari bilan belgilanadigan 1:500 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi, bu varaqlarning nomenklaturasini 1:1 000 000 varaq nomenklaturasiga ushbu varaq harfi qo'shib yoziladi, masalan, *K—42—I* (3.6- shakl).

1:1000 000 masshtabdagi kartaning bir varag'iga rim raqamlari bilan *I* dan *IX* gacha belgilanadigan 9 ta 1:300 000

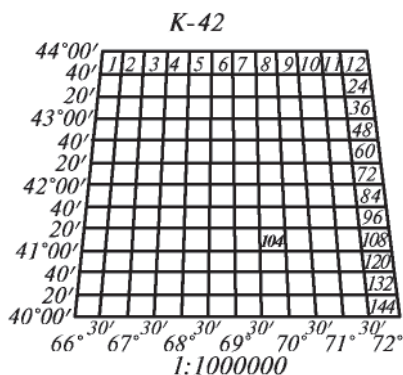
masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi, uning bitta varag'i nomenklaturasi, masalan, VII—K—42 ko'rinishida yoziladi.

1:1 000 000 masshtabdagi karta varag'iga rim raqamlari bilan I dan XXXVI gacha belgilanadigan 36 ta 1:200 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi va bitta varaq nomenklaturasi, masalan, K—42—XXVII ko'rinishida yoziladi.

1:1 000 000 masshtabdagi bir varaqqa arab raqamlari bilan 1 dan 144 gacha belgilanadigan 144 ta 1:100 000 masshtabdagi karta varag'i to'g'ri keladi. Ularning nomenklaturasi, masalan, 104- varaq uchun K—42—104 ko'rinishda yoziladi (3.7- shakl).



3.6- shakl.



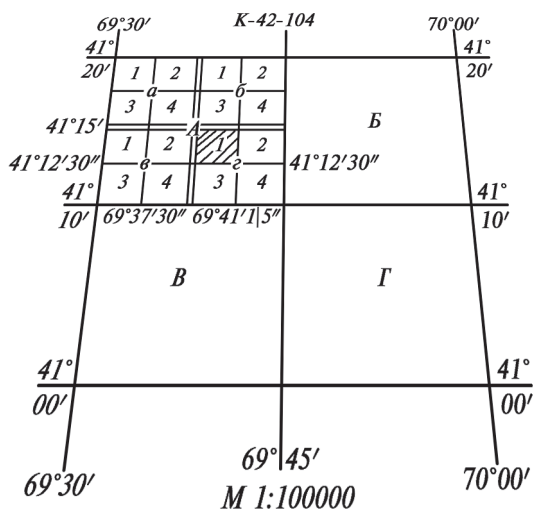
3.7- shakl.

1:100 000 masshtabli karta bir varag'iga 4 ta 1:50 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha bosh harflar A, Б, В va Г bilan belgilanadi.

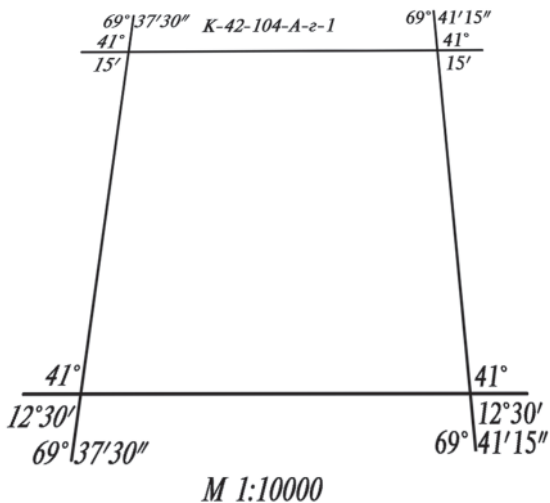
Shunda 1:50 000 masshtabdagi varaq nomenklaturasi quyidagicha bo'ladi: K—42—104—A.

Bitta 1:50 000 masshtabdagi karta varag'iga 4 ta 1:25000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha yozma harflar a, б, в va з bilan belgilanadi. Bitta varaqning nomenklaturasi, masalan, K—42—104—A—r ko'rinishda bo'ladi (3.8- shakl).

Bitta 1:25 000 masshtabdagi varag'ga 4 ta 1:10 000 masshtabdagi varaqlari to'g'ri keladi. Ular 1, 2, 3 va 4 raqamlari bilan belgilanadi. Shunda varaqning nomenklaturasi, masalan, K—42—104—A—z—1 ko'rinishda yoziladi (3.9- shakl).

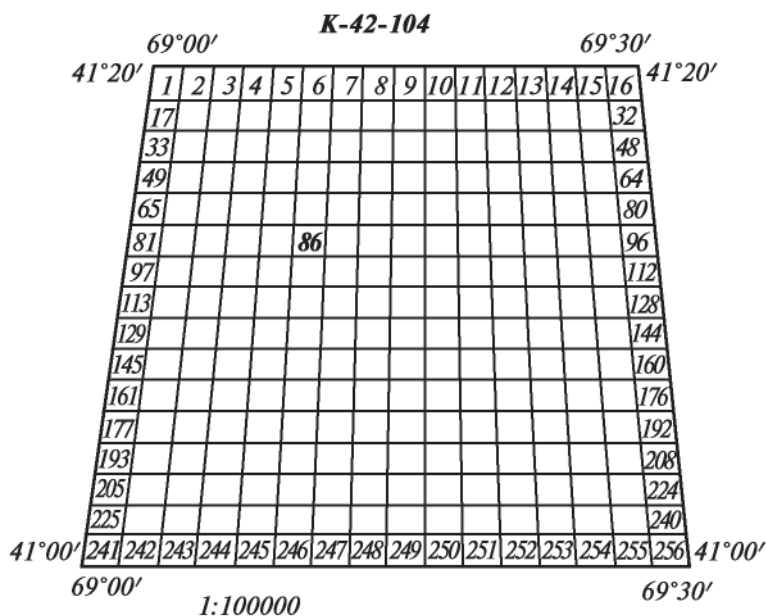


3.8- shakl.

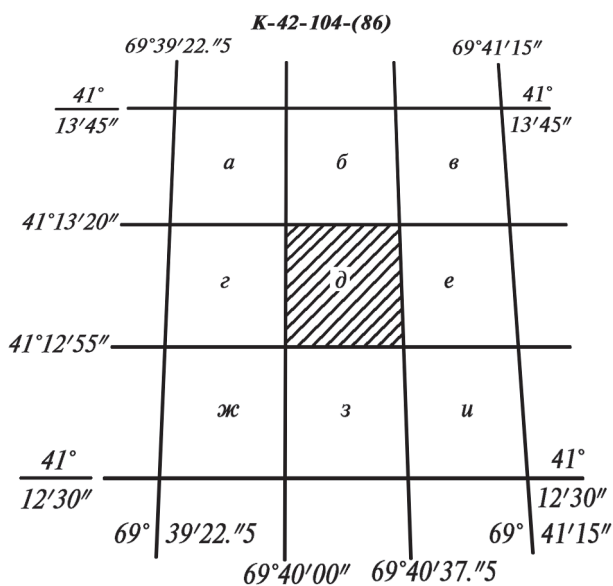


3.9- shakl.

Bitta 1:100 000 masshtabli karta varagʻiga arab raqamlari bilan 1 dan 256 gacha belgilanadigan 256 ta 1:5 000 masshtabdagi plan varaqlari toʻgʻri keladi (3.9- a shakl). Ularning nomenklaturasi qavs ichiga yozilgan varaq raqami 1:100 000 varaq nomenklaturasiga qoʻshib yoziladi, masalan, K—42—104—(86) (3.10- shakl).



3.9- a shakl.



3.10- shakl.

Bitta 1:5 000 masshtabdagi plan varag'iga 9 ta 1:2 000 masshtabdagi plan varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha yozma harflar *a, b, v, z, d, e, ж, з, u* bilan belgilanadi.

Shunda 1:2 000 masshtab varag'i nomenklaturasi, masalan, *K—42—104—(86—d)* ko'rinishda yoziladi (3.10- shakl). Quyidagi 3- jadvalda 1:1 000 000 dan 1:2 000 gacha masshtablardagi karta va planlar nomenklaturasi va ular ramkalarining o'lchamlari berilgan.

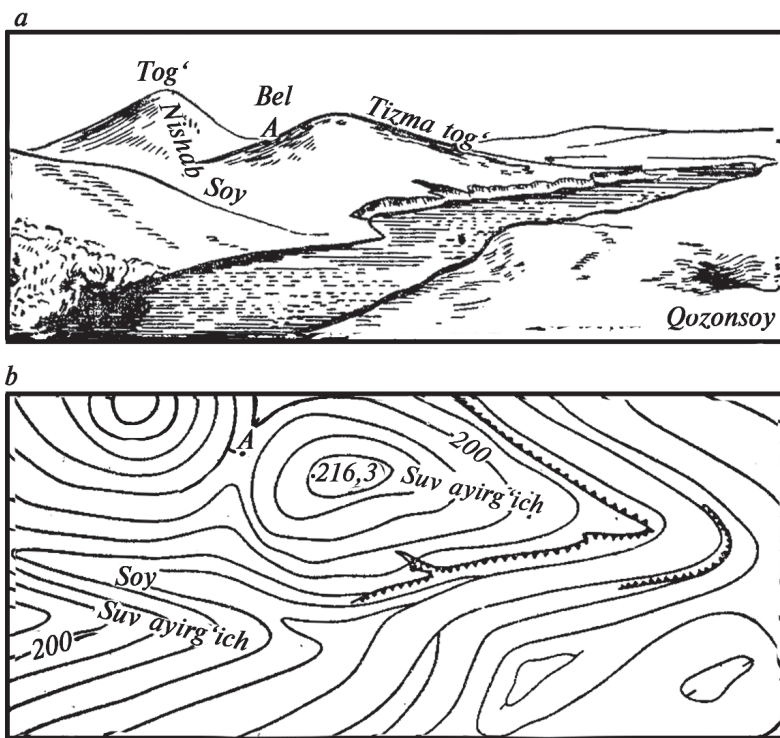
3- jadval

Karta va plan mas- shtablari	1:1000 000 va 1:100 000 masshtablari bir varagʻida- gi varaqlar soni	Varaq oʻlchami		Varaq nomenklaturasi
		Kenglik boʻyicha	Uzoqlik boʻyicha	
1:1000 000 masshtabdagi varaqda				
1:1000 000	1	4°	6°	<i>K—42</i>
1:500 000	4	2°	3°	<i>K—42—Г</i>
1:300 000	9	1°20′	2°	<i>VIII—K—42</i>
1:200 000	36	40′	1°	<i>K—42—XXVII</i>
1:100 000	144	20′	30°	<i>K—42—104</i>
1:100 000 masshtabdagi varaqda				
1:50 000	4	10′	15′	<i>K—42—104—A</i>
1:25 000	16	5°	7°30″	<i>K—42—104—A—z</i>
1:10 000	64	2°30″	3°45″	<i>K—42—104—A—z—1</i>
1:5 000	256	1°15″	1°52″,5	<i>K—42—104—(86)</i>
1:2 000	2304	25″	37,5	<i>K—42—104—(86—d)</i>

3.4. Joy (yer) relyefi va uni topografik plan hamda kartalarda tasvirlash

Ma'lumki, muhandislik inshootlarini qurishda, ya'ni yerlarni tekislashda, sug'orish tarmoqlarini loyihalash va qurishda yer yuzasining past-balandligini hisobga olish kerak bo'ladi. Shunga ko'ra, joydagi tafsilotlar va joy relyefi topografik karta va planda to'g'ri tasvirlangan bo'lishi kerak.

Yer yuzasining jami past-balandligiga joy **relyefi** deb aytiladi.



3.11- shakl.

Relyef shakllari. Yer sirtining har xil notekisliklaridan relyefning asosiy shakllarini ajratish mumkin. Bularga: tog' (tepa), tizma tog', egarsimon joy (bel), chuqurlik, soylarni kiritish mumkin (3.11- shakl).

1. **Tog' (tepa)** — yer sirtidagi ko'tarilgan gumbazsimon joy bo'lib, uning eng baland nuqtasi **cho'qqi**, yon tomonlari **qiyalik** (yon bag'ir, nishab), atrof bilan tutashgan chizig'i — **tog' etagi** deyiladi.

2. **Tizma tog'** — bir yo'nalishda pasayib borgan cho'ziq baland joy bo'lib, ikki yon tomoni qiya tekisliklardan iborat.

3. **Egarsimon joy (bel)** — ikki tog' yoki tepaning yonmayon qo'shilishidan hosil bo'ladi. Egarsimon joyning ikki tomonidan qarama-qarshi yo'nalishda soy boshlanadi. Ko'pincha bir soydan ikkinchisiga o'tgan so'qmoq yo'l egarsimon joy orqali orqa tomondagi soy yo'lga tutashadi, egarsimon joydagi bu yo'l **dovon** deyiladi.

4. **Chuqurlik** (qozonsoy) — tog‘ning aksi bo‘lib, har tomondan o‘ralgan pastlik joy; eng chuqur joyi — **tub**, yon tomonlari **qiyalik**, qiyaliklarning atrof bilan uchrashgan chizig‘i — **chuqurlik chekkasi** deyiladi.

5. **Soy** — tizma tog‘ning aksi bo‘lib, bir yo‘nalishda pasayib boruvchi cho‘ziq chuqurlik, ikki yoni tikroq ko‘tarilgan bo‘ladi.

Soyning eng past nuqtalaridan o‘tgan chiziq **suv yig‘uvchi chiziq** deyiladi, bu chiziq bo‘yicha yog‘in suvlari oqadi. Agar soy keng bo‘lsa va uzoqqa cho‘zilsa, **vodiy** deyiladi.

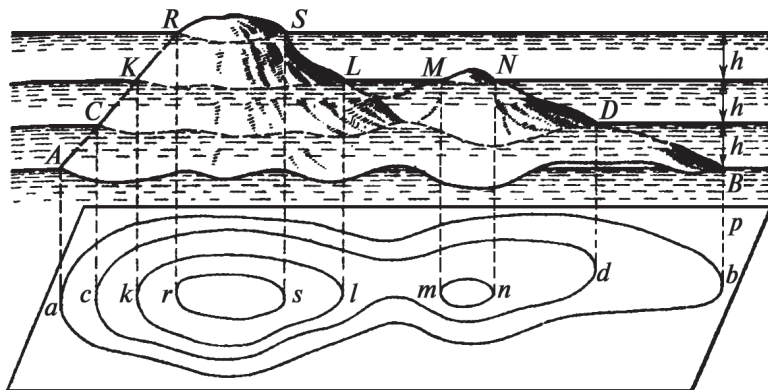
Daryolar vodiyning suv yig‘iluvchi chizig‘i bo‘yicha oqadi, agar soyda suv yig‘iluvchi chiziq nishabligi katta va tuproq yumshoq bo‘lsa, sel oqimlari orqali yuvilib, o‘piriladi, keyin bu yerda **jarlik** hosil bo‘ladi.

Relyefni tasvirlash. Relyef plan va kartalarda turli usullarda tasvirlanadi. Nuqtalar balandlik belgisining yoniga yozish, balandligiga qarab och va to‘q ranglar bilan bo‘yash, turli yo‘g‘onlikda va turli qalinlikda shtrixlar chizish, gorizontallar bilan tasvirlash usullari qo‘llaniladi. Topografik plan va kartalarda relyef, asosan, gorizontallar bilan tasvirlanadi.

Gorizontallar bilan tasvirlangan joy relyefi eng aniq bo‘lib, bunday karta va planlardan har xil loyihalash va muhandislik masalalarini yechishda foydalaniladi.

Bir xil balandlikka ega yer sirtidagi nuqtalarning geometrik o‘rnini tasvirlovchi yopiq egri chiziqqa **gorizontal** deb aytiladi.

Ba‘zida gorizontal so‘zini «izogips» deb ham ishlatiladi, uning ma‘nosi «balandligi bir bo‘lgan chiziq» demakdir (3.12-shakl).



3.12- shakl.

Gorizontallarni aniqroq tasavvur qilish uchun biror-bir tepalikdan iborat yer bo'lagini sathiy yuzaga parallel gorizont tekisliklar (AB , CD , KL va RS) bilan bir xil balandlikda kesishtirishdan hosil bo'lgan (A , C , K , R , ..., D , B) nuqtalarni gorizont tekislikka ortogonal proyeksiyalab, a , c , k , r , ... , d , b nuqtalar topiladi. Bir xil balandlikka ega nuqtalarni egri chiziq bilan o'zaro tutashtirib, gorizontallar hosil qilinadi.

Agar to'ldirilgan suv havzasidagi suv hajmini har kuni kamaytirib borsak, uning devorlarida suv sathi izlari hosil bo'ladiki, ular gorizontallarni bildiradi.

Ikki qo'shni gorizontallar orasidagi shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha vertikal masofaga **relyefning kesim balandligi** (h) deyiladi. Kesim balandligi tasvirlanadigan joy relyefining murakkabligiga va tuziladigan plan va karta masshtabiga qarab qabul qilinadi. Gorizontallarning bir-biriga qancha yaqin yoki bir-biridan qancha uzoq bo'lishi qiyalik burchagining katta yoki kichikligiga bog'liq bo'ladi.

Agar qiyalik burchagi katta bo'lsa, gorizontallar bir-biriga yaqin bo'ladi va aksincha. Tekislikdagi (plandagi) ikki qo'shni gorizontallar orasidagi masofa **quyilish** deyiladi.

3.13- shakldagi A nuqta joylashgan gorizontaldan qo'shni gorizontalgacha har xil yo'nalishda quyilish olish mumkin, masalan, Aa_1 , Aa_2 , Aa_3 va boshqalar. Bulardan Aa_2 yo'nalishi quyilishi eng kichik bo'lib, qiyalik tikligi eng katta bo'ladi.

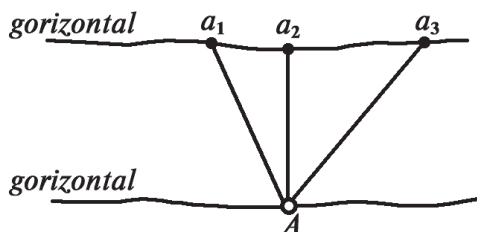
Eng kichik quyilish bo'yicha olingan chiziq **eng katta tiklik chizig'i** deyiladi. Bu chiziq **qiyalik yo'nalishi** deb qabul qilinadi.

Gorizontallar quyidagi asosiy xossalarga ega:

1. Gorizontallar bir-biriga qancha yaqin bo'lsa, joy qiyaligi shuncha tik bo'ladi; bir-biridan uzoq bo'lsa, qiyalik yotiq bo'ladi.

2. Turli balandlikdagi gorizontallar o'zaro kesishmaydi.

3. Plandagi gorizontallar yopiq chiziq bo'ladi yoki plan chetida tugaydi.



3.13- shakl.

4. Gorizontalgga perpendikular chiziq eng katta nishablikda bo'ladi.

Ayrim joylarning relyefini asosiy gorizontallar bilan to'la ko'rsatish mumkin bo'lmagan vaqtda kesim balandligining yarmiga teng qiymatda qo'shimcha gorizontallar bilan ko'rsatiladi.

Gorizontallarda kalta chiziqchalar bilan qiyaliklar yo'nalishi ko'rsatiladi, ularga berk shtrixlar deyiladi.

3.5. Topografik plan va kartalarning shartli belgilari

Topografik plan va kartalar tuzishda ularning aniq, tushunarli va ko'rgazmali bo'lishi uchun joy tafsilotlari va relyefi maxsus qabul qilingan shartli belgilar va yozuvlar yordamida tasvirlanadi.

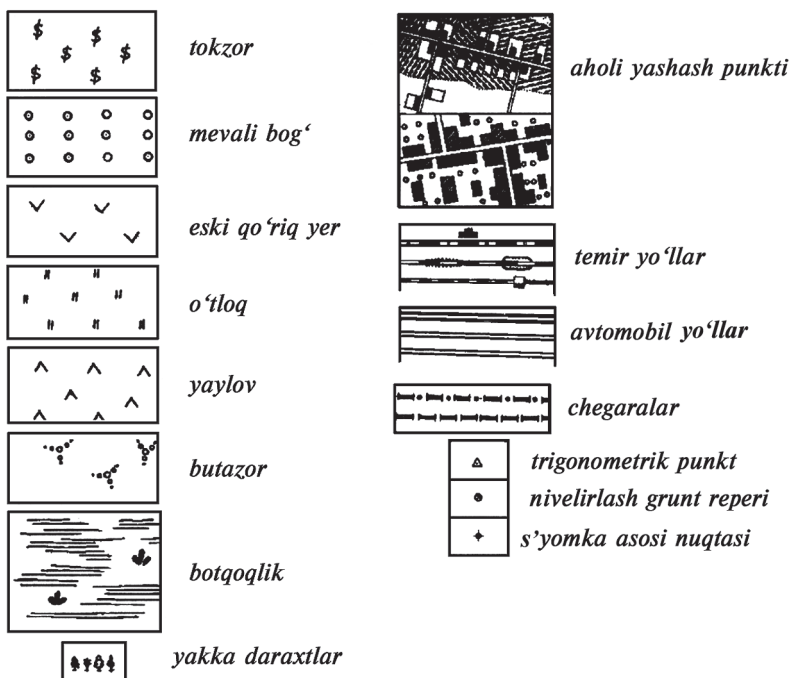
Maxsus shartli belgilar o'z xususiyatiga va vazifalariga ko'ra to'rtta guruhga bo'linadi: konturli, masshtabsiz, chiziqli va tushuntirish.

Konturli (masshtabli) shartli belgilar bilan karta masshtabida maydonini tasvirlash mumkin bo'lgan obyektlar (ekinzor, o'rmon, yo'l, kanal va h.k.) tasvirlanadi. Maydonlarini plan va karta masshtabida tasvirlash imkoni bo'lmagan obyektlar (quduq, geodezik punktlar, tegirmon va h.k.) masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlanadi. Chiziqli obyektlar (yo'llar, chegaralar, yer po'stidagi tektonik yoriqlar va h.k.) chiziqli shartli belgilar bilan tasvirlanadi.

Konturli, chiziqli va masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlangan obyektlarga qo'shimcha ravishda tavsiflash uchun tushuntirish shartli belgilari ishlatiladi.

Plan va kartalarda tafsilotlarning tabiiy chegaralari, chiziqli inshootlardan tashqari, nuqtalar bilan ko'rsatiladi va ichi bir-biridan farqlanuvchi belgilar bilan to'ldiriladi. Karta va planlarda joy tafsilot va predmetlari davlat standartlari bo'yicha qabul qilingan shartli belgilar bilan ko'rsatiladi. Hamma suv havzalari ko'k rangda, relyefning tabiiy elementlari va gorizontallar — jigar rangda, boshqa hamma obyektlar qora rangda ko'rsatiladi.

Plan va kartalar uchun qabul qilingan ayrim shartli belgilar 3.14- shaklda tasvirlangan.



3.14- shakl.

3.6. Topografik kartalarda mashqlar bajarish. Quyilish masshtabi

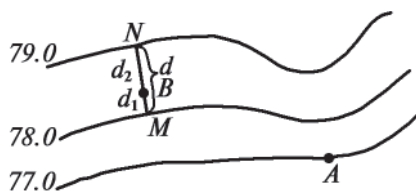
Joy tafsiloti va relyefi tasvirlangan topografik karta va planlar bo'yicha turli muhandislik inshootlari (temir yo'l va avtomobil yo'llari, gidrotexnik inshootlar, binolar va boshqalar) loyihalanadi. Bunda gorizontallar quyilishi, plandagi chiziq nishabi, qiyalik burchagi, qiyalik tikligi, nuqtalar balandligi va boshqa qiymatlarni plan yoki kartadan aniqlash kerak bo'ladi. Topografik karta yoki planda, asosan, quyidagi masalalar yechiladi:

1. Berilgan nuqta balandligini aniqlash.

Agar nuqta gorizont ustida joylashgan bo'lsa, uning balandligi ushbu gorizontning balandligiga teng bo'ladi.

3.15- shakldagi A nuqtaning balandligi $H_A = 77,0$ m bo'ladi.

Agar nuqta ikkita gorizontalar orasida yotgan bo'lsa, uning balandligi quyidagicha aniqlanadi: berilgan shakldagi, B nuqtasining balandligini topish uchun undan ikkala qo'shni gorizontallarga perpendikular chiziq chiqarib, gorizontallar



3.15- shakl.

bilan kesishgan nuqtalarni M va N bilan belgilaylik. Ushbu nuqtalar balandligi H_M va H_N ular joylashgan tegishli gorizontallar balandligiga teng. 3.16- shaklga asosan B nuqtasining balandligi quyidagiga teng:

$$H_B = H_M + h'.$$

Ushbu shakldagi uchburchaklar o'xshashligidan quyidagini

yozamiz: , bundan $h^1 = \frac{h}{d} \cdot d_1$. Bu yerda h plandagi gorizontallar kesimi balandligi, d va d_1 masofalar plandan o'lchab olinadi.

B nuqta balandligini quyidagicha topish ham mumkin:

$$H_B = H_M - h'', \text{ bu yerda } h'' = \frac{h}{d} \cdot d_2.$$

Misol. $H_M = 78,0$ m; $d_1 = 59,5$ m; $h = 1$ m; $d = 170$ m;

$H_N = 79,0$ m; $d_2 = 110,5$ m; bo'lsa,

$$H_B = 78,0 + 0,35 = 78,35 \text{ m};$$

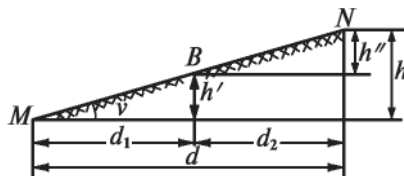
$$H_B = 79,0 - 0,65 = 78,35 \text{ m}.$$

2. Planda berilgan chiziqning qiyalik burchagini aniqlash.

Planda berilgan chiziq qiyaligini topish uchun gorizontallar kesimi balandligi h va chiziqning gorizontaal quyilishi d dan foydalaniladi. Yana o'sha 3.16- shakldan MN chizig'i qiyalik burchagi ν uchun yozamiz:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}. \quad (3.3)$$

Plandagi gorizontallar kesim balandligi ma'lum bo'lib, gorizontaal quyilish d ni sirkul o'lchagich bilan plandan olib masshtab bo'yicha aniqlanadi. Masalan, $h = 1$ m, $d = 65,0$ m



3.16- shakl.

bo'lsa, (3.3) formuladan topamiz:

yoki

$$\nu = 0^{\circ}54'.$$

Quyilish masshtabi

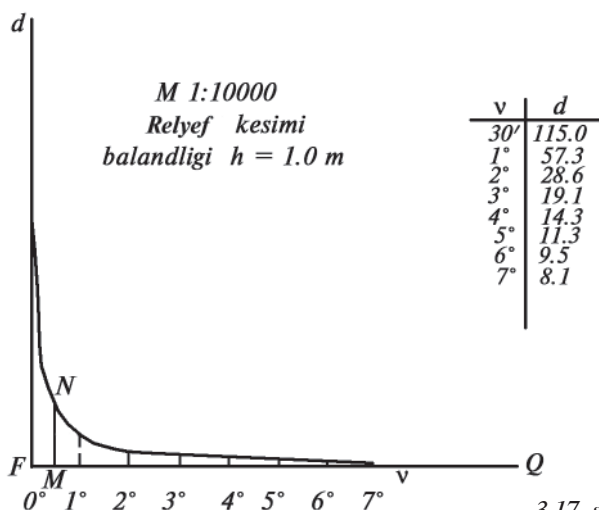
(3.3) formuladan yozamiz $d = h \operatorname{ctg} \nu$. Bu formuladagi h qiymati doimiyligini hisobga olib, ν ga har xil qiymatlar bersak, quyilish d ning har xil qiymatlari kelib chiqadi, ular bo'yicha quyilish masshtabi grafigi tuziladi.

Qog'ozda FQ gorizontal chiziq olinib, unda ixtiyoriy mashtabda ν qiymatlar qo'yib chiqiladi (3.17- shakl). Perpendikular yo'nalishda Fd chiziq olinib, bo'laklarga bo'linadi va plan masshtabida qiymatlar bilan belgilanadi. Gorizontal o'qdagi har bir gradus bo'lagidan vertikal chiziq bo'yicha tegishli d qiymatlari qo'yilib, hosil bo'lgan nuqtalar egri chiziq bilan birlashtiriladi va quyilish masshtabi grafigi hosil qilinadi.

3.15- shakldagi MN chizig'ining qiyalik burchagini aniqlash uchun sirkul bilan plandan bu kesmani olib, quyilish masshtabida sirkul ignasining bir uchini FQ chizig'iga qo'yib, ikkinchi ninasi egri chiziq bilan kesishguncha tik suriladi (3.17- shaklda MN kesim) va shkaladan M nuqtasining ν qiymati olinadi ($\nu = 0,5^{\circ}$).

3. Kartada berilgan nuqtaning geografik koordinatalarini aniqlash. Har bir karta varag'i ramkasining burchaklarida uning geografik kengligi va uzoqligi yozib ko'rsatilgan bo'ladi. 3.19- shaklda berilgan ramka burchagining kengligi $\varphi = 54^{\circ}40'$, uzoqligi $\lambda = 37^{\circ}30'$ ga teng. Bundan tashqari ramka tomonlari kenglik va uzoqlik bo'yicha minut bo'laklariga, ular esa, o'z navbatida, $10''$ bo'laklarga bo'lingan.

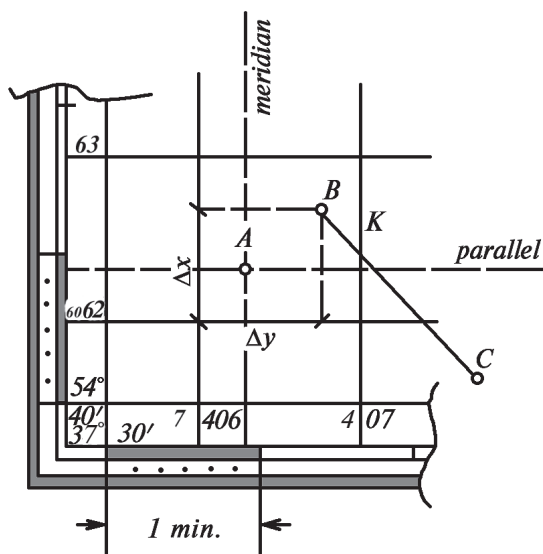
Kartadagi A nuqtasining kengligini aniqlash uchun undan g'arbiy minut ramkasiga perpendikular o'tkaziladi va uni minut hamda sekund bo'laklari orqali kenglik sanab yoziladi; xuddi shunday tarzda uzoqlik aniqlanadi. Bunda A nuqtasi



orqali meridian chizig'i o'tkazilib, janubiy ramkasidan uzoqlik qiymati sanab olinadi. 3.19 shakldan $\varphi_\alpha = 54^\circ 40' 54''$, $\lambda = 37^\circ 30' 53''$.

4. Berilgan nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalarini aniqlash. Berilgan B nuqtadan koordinatalar to'rining yaqin tomonlariga perpendikularlar o'tkazamiz, 3.18- shaklda hosil bo'lgan kesimlar Δx va Δy qiymatlarini karta masshtabidan foydalanib aniqlaymiz, bunda $\Delta x = 700$ m va $\Delta y = 750$ m ni tashkil qildi. B nuqta joylashgan koordinatalar to'rining g'arbiy-janubiy burchagi koordinatalari o'sha shakldan $x = 6062$ km, $y = 7406$ km. Shunda $x_A = 6062 + 0,70 = 6062,70$ km; $y_A = 7406 + 0,75 = 7406,75$ km.

5. Karta bo'yicha chiziq direksion burchagi va azimutini aniqlash. Kartada berilgan BC chizig'ining direksion burchagini (3.18- shakl) o'lchash uchun, ushbu chiziqni koordinatalar to'rining vertikal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga transportir markazini qo'yib, shkala noli to'r vertikal chizig'iga tutashtiriladi va shkalani BC chizig'i bilan kesishgan joydan sanoq olinadi. Olingan misol uchun topamiz $\alpha_{BC} = 133^\circ 25'$. Xuddi shu chiziq azimutini aniqlash uchun B nuqtadan meridian chizig'i (g'arbiy yoki sharqiy ramkaga parallel) o'tkazilib unga nisbatan transportirda azimut A qiymati direksion burchakka o'xshash o'lchanadi. Varaq janubiy ramkasi ostida berilgan meridianlar yaqinlashish burchagining γ qiymati



3.18- shakl.

bo'yicha o'lchangan direksion burchak orqali ham A ning qiymatini topish mumkin, ya'ni:

$$A = \alpha + \gamma = 133^{\circ}25' + 2^{\circ}12' = 135^{\circ}37'.$$

Bu yerda meridianlar yaqinlashishi sharqiy $\gamma = +2^{\circ}12'$.

6. Kartada berilgan yo'nalish bo'yicha joyning bo'ylama profilini chizish. Berilgan yo'nalish (chiziq)qa millimetrovka qog'ozining bir bo'laki qo'yilib, unda chiziq bilan gorizontallarning kesishgan nuqtalari belgilanadi va ular yoniga gorizontallar balandligi yozib qo'yiladi. Bu nuqtalardan perpendikularlar chiqarilib, ular bo'yicha balandliklar vertikal masshtabda qo'yiladi va topilgan nuqtalar tutashtirilib, profil chiziladi. Profilning vertikal masshtabi gorizonttal masshtabga qaraganda 10 barobar yirikroq olinadi.

3.7. Raqamli va elektron topografik kartalar haqida ma'lumotlar

Raqamli karta (RK) deb, belgilangan tarkib va kodlarda, ma'lumotlarni mashinaviy ifodalovchida yozilgan, kartografiya qonunlari negizida va kartalar uchun qabul qilingan proyeksiyada, koordinatalar va balandliklar sistemasida shakl-

lantirilgan, aniqligi va mazmuni bo'yicha masshtabi aniq kartaga mos keladigan joyning raqamli modeliga aytiladi.

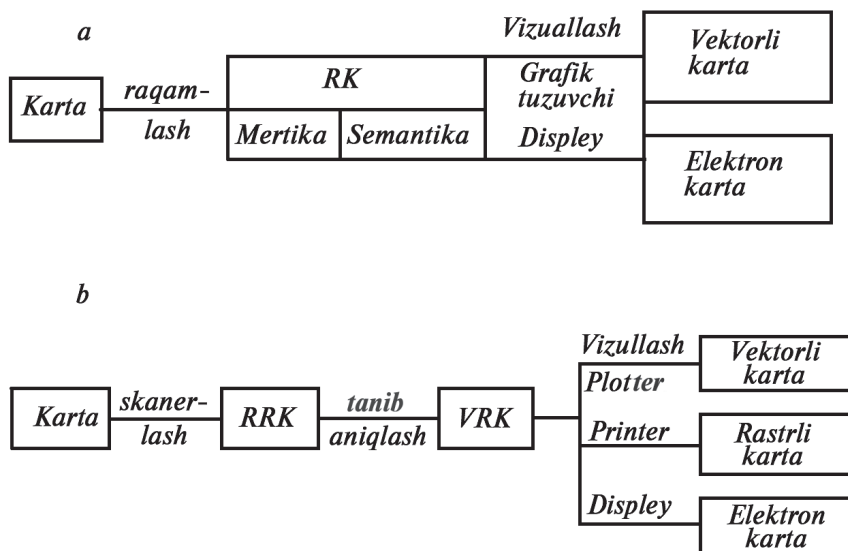
Elektron karta (EK) deb, qabul qilingan proyeksiyada, koordinatalar va balandliklar sistemasida, shartli belgilarda ma'lumotlarni mashinaviy ifodalovchida shakllantirilgan joy to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tasvirlash, tahlil qilish va modellashtirish hamda ma'lumotlar bilan ta'minlash uchun mo'ljallangan vektorli yoki rastarli tematik-topografik kartaga aytiladi.

Grafik ma'lumotlarning vektorli tasavvuri (ma'lumotlarning vektor modeli) — bu nuqta, chiziq va poligon shaklidagi fazoviy obyektlarning faqat geometriyasini qo'sh koordinatalar ko'rinishidagi raqamli tasavvuridir. Grafik ma'lumotlarning rastarli tasavvuri (ma'lumotlarning rastarli modeli) — bu fazoviy obyektlarni rastr yacheykalari (piksellar) to'plami ko'rinishidagi raqamli tasavvuri. Pikel — bu tasvirning ajralmas ikki o'lchovli elementi, uni tashkil qiluvchilardan eng kichigi, tasvirni skanerlash yoki elektron suratga olish yo'li bilan olinadigan to'g'ri burchakli shakl.

Quyidagi 3.19- shaklda qog'oz asosdagi topografik kartalardan geoaxborot tizimi (GAT) da raqamli va elektron kartalarni tayyorlash texnologiyalari keltirilgan. Unda yarim avtomatizatsiyalangan raqamlash texnologiyasi (3.19- *a* shakl) va elektron kartalarni GAT uchun tayyorlashni skanerlash texnologiyasi (3.19- *b* shakl) berilgan.

Maxsus elektron apparatlar bilan raqamli ko'rinishda (elektron surat) tayyorlangan kosmik syomka, aerosyomka va fototeodlit syomkalarning ma'lumotlari GAT ga grafik ma'lumotlarni tayyorlashda qog'oz asosga tushirish bosqichini qoldirib bevosita kompyuter xotirasiga kiritiladi. Nuqtali, chiziqli va maydonli obyektlar fazoviy koordinatalar va kodli belgilar bilan tavsiflanadigan raqamli kartalardan (RK), ularni yuqorida ko'rsatilgan parametrlaridan tashqari, elektron kartalar (EK) shartli belgilar tizimi (o'zining o'lchamlari, rangi va shrifti bilan), tasvirlangan obyektlar va elementlar orasidagi fazoviy mantiqiy aloqalari bo'lishi bilan farq qiladi.

EK kartografik ma'lumotlarni taqdim etish va saqlash, an'anaviy qog'oz asosdagi topografik kartalarni saqlash va foydalanishga qaraganda quyidagi katta afzalliklarga ega:



3.19- shakl.

— o‘zgarishlar va tuzatishlar kiritishni (kartalarni yangilashni) doimiy bajarib borish imkoni;

— EK ga klaviatura orqali so‘rov kiritish yo‘li bilan va monitorda bevosita kerakli kartografik obyektlarni ko‘rsatish uchun darhol murojaat kiritish imkoni;

— foydalanuvchilar talabiga ko‘ra: xohlagan mavzuda, mashtabda va batafsillikda elektron ko‘rinishda hamda qog‘oz asosda kartani tuzish imkoni;

— EK larning GAT kartografik asosi sifatida o‘ziga xos xususiyati, uning ko‘p qatlamli bo‘lishi va qatlamlarni o‘zgaruvchan mexanizmli boshqarishi tashkil qilish imkoni.

Elektron kartalar hozirgi kunda quyidagicha tasniflanadi:

— taqdim etish shakli bo‘yicha (vektorli, rastrli, vektor-rastrli);

— vazifasi bo‘yicha (GAT, ABS, navigatsiya);

— mavzusi, turlari va masshtabi bo‘yicha (turli masshtabli tematik kartalar, shaharlar EK, elektron topografik kartalar, elektron kadastr kartalari va h.k.);

— fazoviy ma’lumotlarni taqdim etish usullari bo‘yicha:

— ikki o‘lchovli model (x, y);

— uch o‘lchovli model (x, y, H);

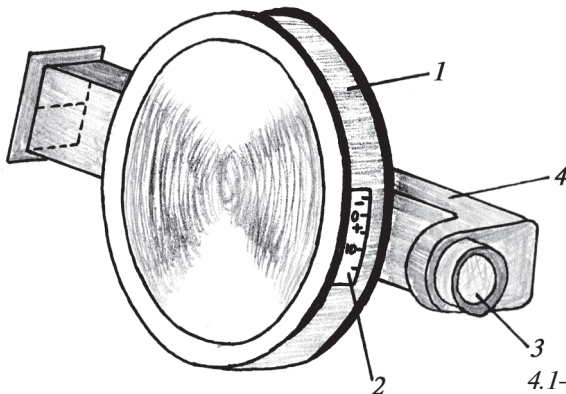
— fazoviy — vaqtga bog‘liq model (x, y, H, t).

ODDIY GEODEZIK QUROLLAR VA ULAR BILAN ISHLASH

4.1. Eklimetr va u bilan og‘ish burchagini o‘lchash

Eklimetr joydagi chiziqli og‘ish burchagini osongina va tez, uncha yuqori bo‘lmagan aniqlik (0.1° gacha) bilan o‘lchash imkonini beradigan ixchamgina asbob. U doira shaklidagi metall quticha (1) (4.1- shakl) va uning ichida o‘z o‘qi atrofida aylanadigan halqadan iborat. Bu halqa gardishi (silindr shaklida) nol shtrixdan ikki tomonga qarab gradus bo‘laklarga bo‘lingan; metall qutichada kichik oynacha (2) bo‘lib, undan gardishdagi gradus bo‘laklarining shkalasiga kattalashtiruvchi oynacha (3) orqali qaraladi. Aylanuvchi halqaning ichida unga mahkamlangan yuk joylashgan bo‘lib, uning og‘irligi ta’sirida bo‘sh (qotirilmagan) halqa har doim bir holatni egallaydi, ya’ni uning nol shtrixidan o‘tuvchi halqa diametri gorizontol holatda bo‘ladi. Ishdan tashqari vaqtda halqa maxsus prujina yordamida qo‘zg‘almas holatda saqlanadi va o‘lchash jarayonida quticha sirtida joylashgan tugmacha (knopka) ni bosib bo‘shatiladi.

Qutichaga prizma shaklidagi trubka (4) mahkamlangan bo‘lib, uning bir uchida qutichadagi kichik teshikcha yonida, ko‘z dioptiri (gorizontol tirqish) qo‘yilgan, boshqa uchida



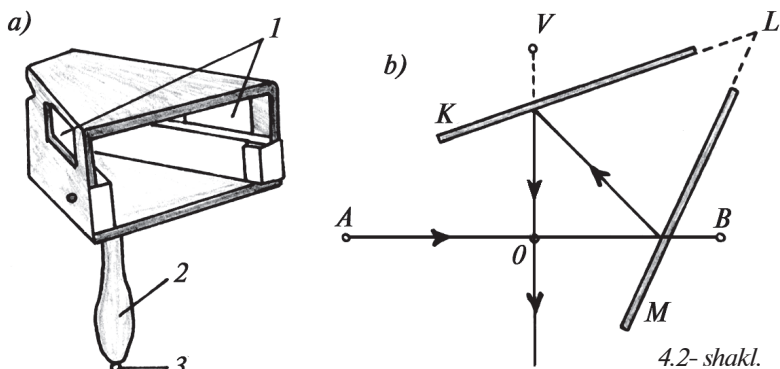
4.1- shakl.

predmet dioptiri (qilsim) bor; tirqish hamda qilsim halqa aylanish o'qiga parallel joylashgan. Joydagi chiziq og'ish burchagini o'lchash uchun chiziqlarning bir uchida eklimetr ushlab turiladi, ikkinchi uchida esa kuzatuvchining ko'zi balandligi belgilangan vexa (tayoq) qo'yiladi. Kuzatuvchi ekrilimetr halqasi aylanish o'qini chamalab gorizontal holatda tutib, tirqish orqali qarab, qilsimni vexada belgilangan ko'z balandligi belgisiga qaratadi va shu holatda tugmacha (knopka)ni barmoq bilan bosib halqani bo'shatadi. Halqa tinchlangach, ko'z dioptiri orqali halqaga qarab shkalasidan predmet dioptiri bo'yicha $0,1^\circ$ aniqlikda sanoq olinadi, shu sanoq og'ish burchagining qiymati bo'ladi, halqada ko'tarilish burchagi «+» va pasayish burchagi esa «—» ishora bilan belgilangan.

4.2. Eker va u bilan joyda to'g'ri burchakni yasash

Joyda to'g'ri burchaklar yasash uchun eker qo'llaniladi. Ular ikki xil: oddiy va qaytaruvchi bo'ladi. Amalda asosan qaytaruvchi (oynali) eker qo'llaniladi. Eker perpendikular chiqarish va tushirishda oddiy yordamchi qurol hisoblanadi. Ikki oynali ekerda (4.2- *a* shakl) ikki bo'lak oynachalar birbiriga 45° burchak ostida mis gardishda joylashtirilgan. Gardishdagi oynachalar ustida darchalar (1) (4.2- *a* shakl) qo'yilgan. Gardishga tutqich (2) va ilmoq (3) (shovun ilish uchun) o'rnatilgan.

AB chizig'ining O nuqtasidan (4.2- *b* shakl) unga perpendikular chiziq OV ni tiklash uchun O nuqtada yuz bilan perpendikular yo'nalishga qarab turib eker shaklda ko'rsatil-



4.2- shakl.

ganday joylashtiriladiki, A nuqtadan kelayotgan nurlar ML va KL oynachalardan ikki marta qaytib ko'zga tushsin, bunda A nuqtasining ko'ringan tasviri qo'zg'almas (ustivor) bo'lishi kerak. Shundan keyin ishchiga ko'rsatma berib vexe bilan uni chap yoki o'ngga shunday yurgiziladiki, oynacha orqali oddiy ko'z bilan ko'rinayotgan V vexe A nuqtadagi vexaning KL oynachasiga tushgan tasviri bilan tutashsin, shu holda ishchi vexani yerga qadaydi.

V nuqtadan AB chiziqqa perpendikular tushirish uchun eker bilan AB chizig'i bo'yicha shunday yuriladiki, A nuqtadagi vexaning tasviri oddiy ko'z bilan oynachadan ko'ringan vexe (V) bilan tutashsin, shunda eker bilan turilgan nuqta yerda belgilanadi.

4.3. Bussol va u bilan magnit azimutini o'lchash

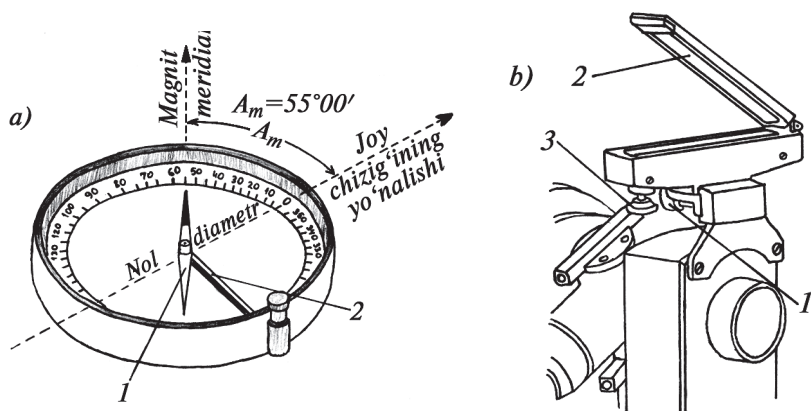
Bussol joydagi chiziqlar magnit azimutini o'lchash uchun ishlatiladigan ixcham va oddiy asbob. Tuzilishi kompasga o'xshash bo'lib, o'lchash prinsipi va aniqligi bo'yicha farq qiladi.

Bussollar tuzilishiga qarab azimut halqali (doiraviy) va oriyehtir-bussollarga bo'linadi.

Azimut halqali bussol (4.3- a shakl) aylanasi gradus bo'laklarga bo'lingan doiraviy quticha bo'lib, halqa markazida o'rnatilgan va uchi o'tkirlangan o'qqa magnit mili (1) o'rnatilgandir. Quticha usti shisha qopqoq bilan berkitiladi. O'lchashlar tugatilgandan keyin bussol mili shisha qopqoqqa maxsus vint-arretir (2) bilan mahkamlab qo'yiladi. Halqa aylanasi har o'n gradusdan soat milining yo'nalishiga qarshi oshib boruvchi raqamlar bilan raqamlangan. Agarda halqa bo'laklari 0° dan 90° gacha qarama-qarshi yo'nalishlarga qarab raqamlangan bo'lsa, rumb halqali bussol deyiladi.

Azimut halqali bussol bilan azimut o'lchashda shimol-janub (ShJ) yoki 0° — 180° yozuvlarni tutashtiruvchi halqa deametri o'lchanadigan chiziqqa qaratiladi (nol shtrix kuzatilayotgan nuqtaga qaratiladi) va azimut sanog'i halqadan magnit mili-ning shimoliy uchi bo'yicha olinadi (4.3- a shaklda azimut 53.5° ga teng).

Oriyehtir-bussol (4.3- b shakl) teodolit asbobining qarash trubasini shimolga oriyehtirlab, uning gorizontal doirasi bo'yicha magnit azimutini aniqlash uchun ishlatiladi. O'lchash



4.3- shakl.

uchun u vint (1) bilan teodolitga mahkamlanadi. Magnit milining holati bussol qopqog'i (2) da o'rnatilgan oynachadan kuzatiladi. Magnit milining shimoliy uchi ko'kka bo'yalgan bo'ladi. Chiziq magnit azimutini o'lchash uchun uning boshlang'ich nuqtasida teodolit o'rnatilib, ustki qismiga oriyentirbussol joylashtiriladi; gorizontaal doira sanog'i nolga qo'yilib, limb bo'shatiladi va u shunday aylantiriladiki, bo'sh turgan magnit milining shimol uchi bussol shkalasi noli bilan tutashsin. Shunda limb doirasi mahkamlanib, qaratqich vinti yordamida magnit milining og'ish burchagi qiymatiga suriladi (magnit mili shkalada ushbu qiymatni ko'rsatguncha). Shundan keyin limb qotirilgan holda qolib bo'shatiladi va qarash trubasi chiziq ikkinchi uchiga qaratiladi hamda gorizontaal doiradan sanoq olinadi; bu sanoq chiziqning magnit azimuti bo'ladi.

4.4. Joy kichik bo'laklari gorizontaal syomkalarini oddiy usullarda bajarish

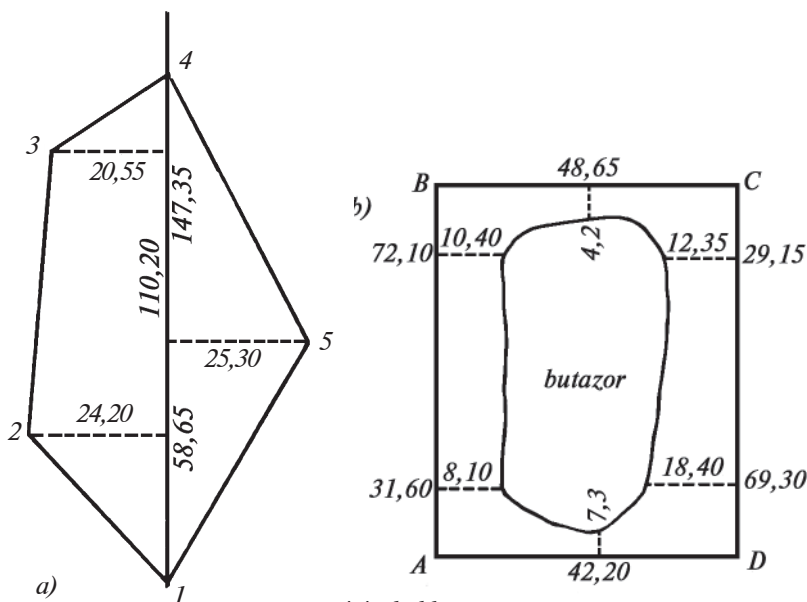
Joyning kichik bo'laklari (yakka hovli, ferma hududi va h.k.) syomka qilinganda hamma o'lchash ishlari joyning o'zida birdaniga bajariladi. Planga tushiriladigan har qanday nuqtaning planli o'rni oldindan ma'lum nuqta yoki chiziqqa nisbatan o'lchanadigan ikkita qiymat (koordinatalar) uzunlik yoki burchak qiymatlar bilan aniqlanadi. Bunda har ikkala qiymat uzunlik, burchak yoki biri uzunlik, ikkinchisi esa burchak qiymatida bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra joy nuqtasining planli o'rni quyidagi usullarda aniqlanishi mumkin.

1. To'g'ri burchakli koordinatalar (perpendikularlar) usuli.

Daryo, yo'l va shunga o'xshash inshootlar hamda egri chiziq chegaralarni syomka qilishda nuqtalarning planli o'rni to'g'ri burchakli koordinatalar usulida topiladi (bundagi ishlar tartibi 10.4 da to'la berilgan).

Agar 4.4- a shaklda berilgan 1, 2, 3, 4 va 5 nuqtalar bilan chegaralangan joy bo'lagi syomka qilinadigan bo'lsa, uni taxminan o'rta qismida magistral deb ataluvchi 1—4 to'g'ri chiziq olinib, uchlari vexalar bilan belgilanadi. Bu chiziq abssissa o'qiga, koordinatalar bosh nuqtasiga esa 1- nuqta qabul qilinadi. Chegara nuqtalari 2, 3, 5 dan abssissa o'qiga eker bilan perpendikular (ordinatalar) tushirilib, magistral chiziq bo'yicha abssissa va ordinatalar qiymati lenta (ruletka) bilan o'lchanib, natijalar chizma shaklga yoziladi (4.4- a shakl). Nazorat uchun lenta bilan nuqtalar orasidagi masofalar ham o'lchanadi. Joy bo'lagi ichida tafsilotlar (bino, ariq va h.k.) joylashgan bo'lsa, ular ham xuddi shu yo'l bilan syomka qilinadi. Planni oriyentirlash uchun esa 1—4 chizig'ining magnit azimuti o'lchansa kifoya.

Joy bo'lagining planini chizish magistral chiziqni o'lchangan magnit azimut bo'yicha transportir yordamida qog'ozga tushirishdan boshlanadi (4.4- shakl).



4.4- shakl.

Plan masshtabida bu magistral bo'yicha absissa qiymatlari qo'yilib, topilgan nuqtalardan perpendikular bo'yicha ordinata qiymatlari tushirilsa, planda yer bo'lagi chegara nuqtalari kelib chiqadi. Nazorat uchun bu nuqtalar orasidagi masofalar planda o'lchanib, joydagi qiymati bilan solishtiriladi.

2. Aylanib o'tish usuli. Syomka qilinadigan yer bo'lagi chegara nuqtalarning bir-biridan ko'rinishi bo'lmasa (o'rmon, butazor, inshootlar va h.k.), bu usul qo'llanadi. Keltirilgan 4.4- b shakldagi A , B , C va D nuqtalarda turib bussol bilan tomonlar (AB , BC , DA) magnit azimuti va lenta bilan esa tomonlar uzunligi o'lchanadi. Chiziq o'lchashda birdaniga soat yo'li bo'yicha yurib, chegara nuqtalar o'rni perpendikularlar usulida syomka qilinib, natijalar chizmaga yozib boriladi (4.4- b shakl). Yer bo'lagining plani berilgan masshtabda transportir va sirkul yordamida chiziladi (bu to'g'rida 10.9 da batafsil yozilgan).

O'LCHASH XATOLARI NAZARIYASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

5.1. O'lchash va uning turlari

Geodezik ishlarni bajarish jarayonida turli miqdorlar (chiziqlar uzunligi, gorizontal burchaklar va boshqalar)ni o'lchash va aniqlash natijani olish talab etiladi.

Bir miqdorni o'lchov quroli birligiga taqqoslab, uning qiymatini aniqlashga **o'lchash** deyiladi; shu kattalikni ko'rsatuvchi son **o'lchash natijasi** deyiladi. Geodezik o'lchash qanday bajarilishiga qarab **bevosita** (vositasiz) va **bilvosita** (vositali) o'lchashga bo'linadi. O'lchanadigan miqdorni o'lchash asbobi bilan joyda bevosita taqqoslab, qiymatini aniqlashga **bevosita** (vositasiz) o'lchash deyiladi. Bunga o'lchash lentasi bilan joydagi ikki nuqta orasidagi masofani o'lchash misol bo'la oladi. O'lchanadigan miqdor qiymatini o'lchash asbobida bevosita o'lchamasdan, boshqa o'lchangan miqdor qiymati orqali hisoblab topishga **bilvosita o'lchash** deyiladi; bunda, borib bo'lmas masofani o'lchangan bazis uzunligi va gorizontal burchaklar orqali trigonometrik funksiyalari formulasidan foydalanib hisoblab topish misol bo'ladi.

O'lchash sharoitining o'zgarish-o'zgarmasligiga qarab **teng aniq** va **teng aniqsiz o'lchashlar** bo'ladi. Agar o'lchash bir xil sharoitda, bir asbob bilan bir xil usul va bir shaxs tomonidan bajarilsa, bunga **teng aniq** o'lchash, agar o'lchash har xil sharoitda turli asbob va usullar bilan bir necha shaxs tomonidan bajarilsa, bunga **teng aniqsiz** o'lchash deyiladi.

5.2. O'lchash xatolarining turlari

Geodezik o'lchashlarni bajarishda va hisoblashlarda har xil xatoliklarga yo'l qo'yiladi. Agar bir miqdorni o'lchab, topilgan qiymatini l , uning haqiqiy qiymatini X desak, bular orasidagi farq o'lchash xatosi deyiladi. Haqiqiy xatoni Δ bilan belgilasak, u quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta = l - X. \quad (5.1)$$

Biror miqdor n marotaba o'lchansa, har bir o'lchashda ma'lum xato bo'lishi mumkinligi sababli, ularni $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ bilan ifodalash mumkin, bunga **xatolar qatori** deyiladi.

O'lchash xatolari miqdori va takrorlanishiga qarab uch turga bo'linadi:

1. Qo'pol xato.
2. Sistematik xato.
3. Tasodifiy xato.

Qo'pol xato deb, xatolar qatorida mutlaq qiymati bo'yicha boshqa xatolardan bir necha marta katta bo'lgan xatoga aytiladi. Qo'pol xato o'lchashda yanglishish sababli sodir bo'ladi. Masalan, po'lat lenta bilan masofa o'lchanayotganda lenta tortish sonini adashib sanashda, shuningdek, burchak o'lchashda sanoq olish moslamasidan noto'g'ri sanoq olish oqibatida qo'pol xatolar kelib chiqadi. Bu xatolar o'lchanayotgan miqdorni qayta o'lchash yo'li bilan aniqlanadi.

Sistematik xato deb, xatolar qatorida mutlaq qiymati katta bo'lmagan, bir xil ishora va bir xil qiymatda takrorlanadigan xatoga aytiladi. Sistematik xato asbobning kamchiligiga, tashqi muhitga va o'lchovning malakasiga bog'liq bo'ladi. Masalan, masofa o'lchanayotganda lentaning uzunligi uning haqiqiy qiymatidan farq qilishi, havo haroratining o'zgarishi ham lenta uzunligiga ta'sir qilib, sistematik xatoni keltirib chiqaradi. Sistematik xato asbob xatosini va tashqi muhit ta'sirini hisobga olish yo'li bilan kamaytiriladi.

Tasodifiy xato deb, xatolar qatorida turli ishora va turli qiymatda bo'lib, mutlaq qiymati ma'lum chegaradan oshmagan holda takrorlanadigan xatolarga aytiladi. Tasodifiy xatoning kelib chiqishi o'lchash sharoiti, asbobning xatosi, o'lchovning tajribasi kabi omillarga bog'liq bo'ladi.

Tasodifiy xatolarni yo'qotib bo'lmaydi. O'lchash xatolari nazariyasining asosiy vazifalaridan biri tasodifiy xatolarning kelib chiqish qonuniyatlarini o'rganib, uning ta'sirini kamaytirish yo'llarini aniqlashdan iboratdir.

5.3. Tasodifiy xatolarning xossalari

Tasodifiy xatolar quyidagi xossalarga ega:

1. O'lchash xatolari qatoridagi miqdor jihatdan kichik xatolar kattalariga nisbatan ko'proq uchraydi.

2. O'lchash xatolari qatorida, mutlaq qiymati bo'yicha musbat va manfiy xatolar baravar uchraydi.

3. O'lchash qatoridagi tasodifiy xatolarning mutlaq qiymati ma'lum chekdan oshmaydi.

4. Tasodifiy xatolarning arifmetik o'rta miqdori o'lchash soni ortgan sari nolga intiladi.

Haqiqiy qiymati X bo'lgan bir miqdorni n marotaba o'lchash natijalari $l_1, l_2, \dots, l_n$, bularning tasodifiy xatolari $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ bo'lsa, to'rtinchi xossaga ko'ra:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = 0 \quad (5.2)$$

yoki Gauss yig'indi belgisi [] dan foydalansak, (5.2) formulani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0.$$

5.4. Arifmetik o'rta miqdor

Agar biror miqdorni teng aniq n marotaba o'lchab, $l_1, l_2, \dots, l_n$ natijalar olingan bo'lsa va miqdorning haqiqiy qiymati X bo'lsa, (5.1) formulaga binoan shunday yozish mumkin:

Tenglamalarning o'ng va chap tomonlarini qo'shib, quyidagicha yozamiz:

Gauss summasini qo'llasak:

$$[\Delta] = [l] - nX,$$

bundan:

$$X = \frac{[l]}{n} - \frac{[\Delta]}{n}. \quad (5.3)$$

Agarda o'lchashlar soni n oshib borsa, $\frac{[\Delta]}{n}$ qiymati nolga intiladi, ya'ni:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0.$$

Shuni hisobga olib, (5.3) formuladan yozamiz:

$$(5.4)$$

Amalda bir miqdorni o'lchash soni n cheklangan bo'ladi, shuning uchun (5.4) formuladagi X o'rniga x qiymatini qabul qilib yozish mumkin:

$$x = \frac{[l]}{n}, \quad (5.5)$$

bu yerda: x — o'rta arifmetik miqdor deyiladi.

5.5. Ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi

Bitta miqdorning haqiqiy qiymati X bo'lsa, uni bir necha marta o'lchab topilgan qiymatlaridan foydalanib, ayrim o'lchash aniqligini hamda o'rta arifmetik qiymat aniqligini baholash mumkin. Buning uchun Gauss kiritgan o'rta kvadratik xatodan foydalaniladi:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}},$$

bu formula miqdorning haqiqiy qiymati ma'lum bo'lganda ishlatiladi. Amalda esa o'lchanadigan miqdorning haqiqiy qiymati ko'pincha noma'lum bo'ladi. Bunday holda ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \quad (5.6)$$

bu yerda: v — ehtimoliy xato va u quyidagiga teng: $v_i = l_i - x$; n — o'lchashlar soni; $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

O'rta kvadratik xato o'lchash natijalarini baholash uchun ishonchli mezon bo'lib hisoblanadi.

Ehtimollik nazariyasida aniqlanishicha: berilgan qatordagi tasodifiy xatolarning mutlaq qiymati o'rta kvadratik xatoning uchlangan qiymatidan oshmaydi. Shuning uchun o'rta kvadratik xatoning uchlanganiga **chekli xato** deyiladi va u quyidagicha yoziladi:

$$\Delta_{chekli} = 3m.$$

Ayrim hollarda chekli xato deb $2m$ ham olinadi.

O‘rtacha xato. O‘lchash natijalari aniqligini baholash uchun ba‘zan o‘rtacha xato dan ham foydalaniladi. O‘rtacha xato tasodifiy xatolar mutlaq qiymatining o‘rta arifmetik miqdoriga teng, ya’ni:

$$(5.8)$$

O‘rtacha xato bilan o‘rta kvadratik xato o‘rtasida quyidagi munosabat mavjud:

$$(5.9)$$

O‘rta arifmetik miqdorning o‘rta kvadratik xatosi quyidagiga teng:

$$(5.10)$$

bu yerda: m — ayrim o‘lchash o‘rta kvadratik xatosi; n — o‘lchashlar soni.

Misol. Joydagi chiziq uzunligi po‘lat lenta bilan 6 marotaba o‘lchangan. O‘lchash natijalari quyidagi 4- jadvalda berilgan. O‘lchangan chiziqning o‘rta arifmetik miqdori ayrim o‘lchashning o‘rta kvadratik xatosi va o‘rta arifmetik miqdorning o‘rta kvadratik xatosi hisoblansin. Misol yechimi quyidagi jadvalda berilgan.

4- jadval

T- /r	O‘lchash natijalari (m)	Ehti- molliy xato v (sm)	v^2	Hisoblash formulasi va natijalari
1.	105,46	+7	49	$x = 105,30 + \frac{0,16+0,06+0+0,11+0,08+0,13}{6} = 105,39$ $v_1 = 105,46 - 105,39 = +0,07 \text{ m}$ $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{6-1}} = 6 \text{ sm}$ $M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{6}{\sqrt{6}} = 3 \text{ sm}; \quad x = 105,39 \pm 0,03 \text{ m}$
2.	105,36	-3	9	
3.	105,30	-9	81	
4.	105,41	+2	4	
5.	105,38	-1	1	
6.	105,43	+4	16	

	x=105,39	$[v] = 0$		
--	----------	-----------	--	--

5.6. O'lchash natijalarining vazni

O'lchash xatolari nazariyasida teng aniqsiz o'lchash natijalari aniqligini baholash uchun o'lchashlar vazni degan tushuncha kiritiladi. **O'lchash vazni** deb, o'lchashning o'rta kvadratik xatosi kvadratika teskari proporsional bo'lgan miqdorga aytiladi:

$$(5.11)$$

bu yerda: p — o'lchash vazni; m — ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi; k — proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib 1, 10, 100 bo'lishi mumkin, ko'pincha $k = 1$ deb olinadi.

5.7. Vaznli o'rta arifmetik miqdor

Biror miqdorni p_1 marta o'lchab — l_1 , p_2 marotaba o'lchab — $l_2, \dots, p_n$ marotaba o'lchab — l_n o'rtacha qiymatlari olingan bo'lsin. (5.5) ga ko'ra, $p_1 l_1, p_1 l_2, \dots, p_n l_n$ ko'paytmalari berilgan qatordagi ayrim o'lchashlar yig'indisi bo'lganidan hamma o'lchashlar yig'indisi:

$$l_1 p_1 + l_2 p_2 + l_3 p_3 + \dots + p_n l_n,$$

o'lchash soni esa: $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ bo'ladi.

Endi o'rta arifmetik qoidasiga binoan o'lchash qatorlaridan o'rta arifmetik uchun yozamiz:

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2 + l_3 p_3 + \dots + l_n p_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}$$

yoki Gauss summasidan foydalanib yozamiz:

$$L_0 = \frac{[lp]}{[p]}. \quad (5.12)$$

Bunga vaznli o'rta arifmetik miqdor deyiladi.

Misol: chiziq uzunligini 3 marta o'lchab, 218,416 metr, 5 marta o'lchab, 218,432 metr va 7 marta o'lchab, 218,456 metr natija olingan bo'lsin, (5.12) formulaga asosan shu masofaning umumiy o'rta arifmetik miqdori hisoblansin.

Vazn o'rniga o'lchashlar sonini olib, vaznli o'rtani topamiz:

$$L_0 = \frac{218,416 \cdot 3 + 218,432 \cdot 5 + 218,456 \cdot 7}{3 + 5 + 7} = 218,440 \text{ m}.$$

Vazn birligining o'rta kvadratik xatosi ehtimoliy xato orqali quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2 p]}{n-1}}, \quad (5.13)$$

umumiy arifmetik o'rtaning o'rta kvadratik xatosi esa quyidagiga teng:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \quad (5.14)$$

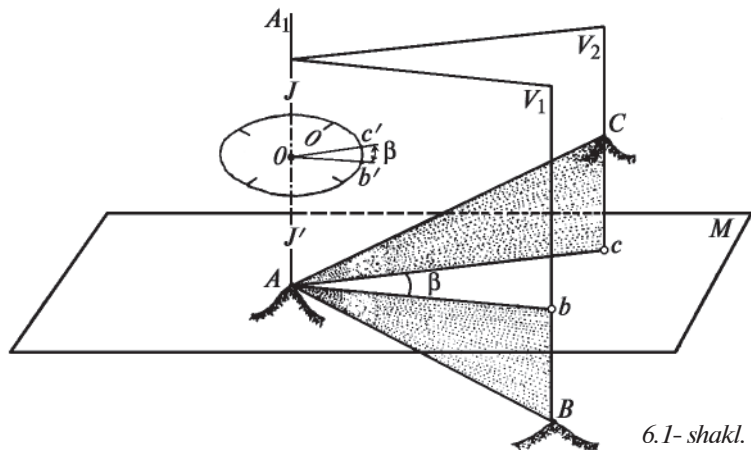
BURCHAKLARNI O'LGHASH

6.1. Umumiy ma'lumotlar. Gorizontal burchaklarni o'lchash mohiyati

Joyda har xil balandlikda joylashgan B , A va C nuqtalarni o'zaro tutashtiruvchi AB va AC chiziqlar A nuqtada kesishib, BAC burchakni hosil qilsa (6.1- shakl), unga gorizontal burchak deyiladi.

Ushbu burchakni o'lchash mohiyati quyidagilardan iborat. Faraz qilaylik, burchak uchi nuqtasi A dan, gorizontal tekislik M o'tkazilgan bo'lsin (6.1- shakl). Joydagi AB va AC chiziqlar AA_1 shovun chizig'idan o'tuvchi V_1 va V_2 vertikal (tik) tekisliklar bilan M gorizontal tekislikka proyeksiyalansin.

Proyeksiyalovchi vertikal tekisliklar bilan gorizontal tekislik kesishgan joyda Ab va Ac chiziqlar, ya'ni joydagi AB va AC chiziqlarning gorizontal proyeksiyalari (gorizontal qo'yilishi) hosil bo'ladi. Demak, Ab va Ac chiziqlar orasidagi β burchak gorizontal tekislikda yotadi va joydagi BAC burchakka teng bo'ladi. Bu burchak qiymatini markazi BAC ikki yoqli burchakning vertikal qirrasini AA_1 dagi O nuqtada joylashgan, gradus bo'laklariga bo'lingan gorizontal doira yordamida aniqlash mumkin. Bu doiradagi ob' va oc' chiziqlar doira sirtining V_1 va V_2 vertikal tekisliklar bilan kesilishidan hosil bo'ladi,



6.1- shakl.

ya'ni ob' va oc' chiziqlar tegishli bu tekisliklarda yotadi va shu tufayli $b' oc'$ burchagi $bAc = \beta$ burchakka teng bo'ladi.

Buning uchun gorizontal doira M gorizontal tekislikka parallel holda o'rnatilishi kerak. Bu ish gorizontal doirada o'rnatilgan silindrik adilak yordamida amalga oshiriladi.

Agarda gorizontal doira gradus bo'laklarining son qiymati soat mili yo'nalishi bo'yicha oshsa, u vaqtda β burchagining qiymati doiradan olingan b' va c' sanoqlar ayirmasiga teng, ya'ni: $\beta = b' - c'$ bo'ladi. Gradus bo'laklarga bo'linib, bu bo'laklar son qiymatlari bilan belgilab chiqilgan doiraga **limb doirasi** deyiladi. Shunday qilib, joyda gorizontal burchakni o'lchash uchun limb doirasi, adilak, qarash trubasi bo'lmish asosiy qismlarni va ularga tegishli boshqa qismlarni o'zida birlash-tiruvchi teodolit asbobi ishlatiladi.

Burchak o'lchash jarayonida teodolit o'lchanayotgan burchak uchi A nuqtaga shovun yordamida markazlashtiriladi. Bunda gorizontal doiradagi limbning markaziy 0 dan o'tuvchi teodolitning aylanish o'qi JJ' (6.2- shakl) burchak uchidan o'tuvchi AA_1 shovun chizig'ida yotishi kerak. Gorizontal holatga keltirilgan limb tekisligi gorizontal tekislik vazifasini o'taydi. Truba o'z aylanish o'qi TT' atrofida aylanganda ko'rish o'qi VV' hosil qilgan kollimatsiya tekisligi proyeksiyalovchi vertikal tekislik vazifasini bajaradi.

Shunday qilib, burchak o'lchash prinsipi amalga oshishi uchun teodolitlarda asosiy geometrik o'qlar (6.2- shakl) qo'yilgan geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak.

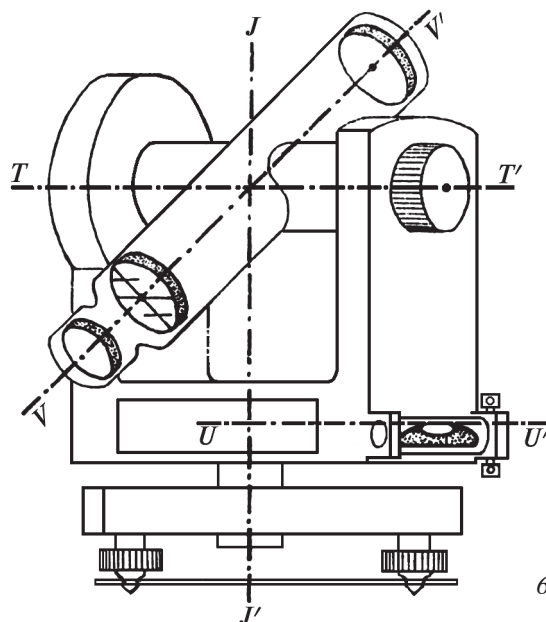
Teodolit gorizontal doirasi limbning ustki qismida alidada doirasi markazi limb markazi bilan tutashgan holda o'rnatiladi.

Bu doiralar o'z markazlaridan o'tuvchi teodolitning aylanish o'qi JJ' atrofida birga yoki alohida-alohida aylanadi. Limb, alidada va ko'rish trubalari mahkamlovchi va qaratish vintlariga ega. Mahkamlovchi vintlar mahkamlangach, tegishli qismlarni qaratish vintlari bilan asta harakat qildirish mumkin.

Asbob aylanish o'qi JJ' silindrlil adilak bo'yicha taglikdagi uchta ko'targich vintlar (6.2- shakl) yordamida vertikal holatga (shu bilan limb tekisligini gorizontal holatga) keltiriladi.

Teodolit shtativ (uch oyoq) ustiga qo'yilib, unga o'rnatgich vint orqali mahkamlanadi.

Yasalishiga qarab teodolitlar takroriy va oddiy bo'ladi. Limbi hamda alidadasi aylanadigan teodolit takroriy, limbi



6.2- shakl.

aylanmaydigani esa oddiy teodolit bo'ladi. Hozirgi paytda faqat takroriy teodolitlar ishlab chiqarilmoqda.

Limb holatini o'zgartirib (aylantirib) limbning turli qismida burchak o'lchansa, o'lchangan burchak qiymati ayrim xatoliklardan ozod bo'ladi.

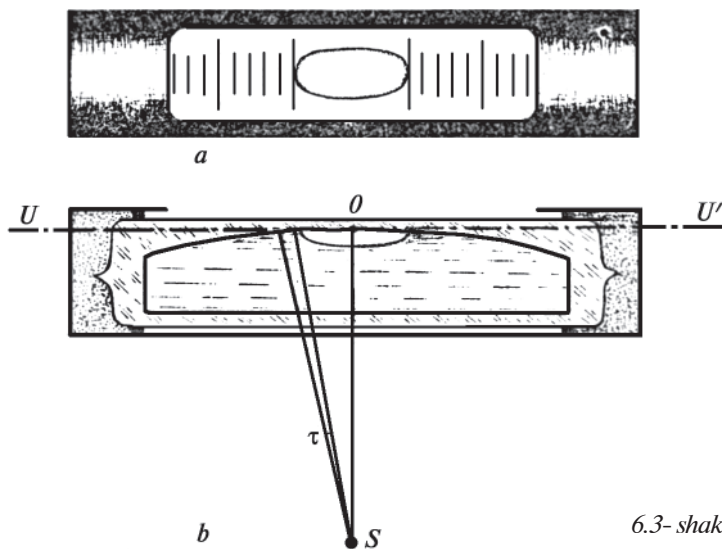
Teodolit asbobi bilan gorizontal burchaklardan tashqari joy chiziqlarining qiyalik (vertikal) burchagini o'lchab, ularning gorizontal quyilishini hisoblash hamda nuqtalarning nisbiy balandligini aniqlash mumkin. Buning uchun teodolit ko'rish trubkasining gorizontal aylanish o'qining bir uchida vertikal doira o'rnatiladi (6.2- shakl).

6.2. Adilaklar

Adilaklar geodezik asboblarning geometrik o'qlarini gorizontal yoki vertikal holatga keltirish uchun xizmat qiladigan moslamadir.

Adilaklar silindrli va doiraviy ko'rinishlarda bo'ladi.

Silindrli adilak (6.3- shakl) ampula (shisha naycha) va uni shikastlanishdan saqlovchi metall g'ilofdan iborat. Ampulaning ichki yuqori sirti ma'lum radiusdagi aylana yoy ko'rinishida ishlangan bo'ladi. Ampula suyuqlik (efir yoki spirt) bilan



6.3- shakl.

$$\tau = \frac{\nu}{n}.$$

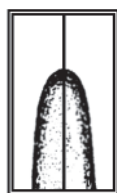
to'ldirilgan bo'lib, ozgina bo'shliq qoldiriladi. Bu bo'shliq adilak pufakchasini tashkil qiladi. Adilak pufakchasi to'ldirilgan suyuqlikka nisbatan yengil bo'lganligi sababli, u doimo ampula ichki sirtining eng yuqori qismini egallaydi. Ampulaning ichki yoysimon sirti o'rtasidagi o nuqtaga nol punkti deyiladi. Ampulaning yuqori sirti nol punktda pufakcha kengligida joy qoldirilib (6.3- a shakl), 2 mm li bo'laklarga bo'linadi. Shu bo'laklarga nisbatan adilak pufakchasining holatini bilish mumkin. Ampula ichki yoysimon sirtining o'rtasida, ya'ni nol punktdan o'tkazilgan urinma UU' silindrlil adilak o'qi deyiladi.

Pufakcha nol punktga nisbatan simmetrik joylashgan paytda silindrlil adilak o'qi UU' gorizontol holatda bo'ladi.

Agar pufakcha nol punktga nisbatan n bo'lakka siljisa, adilak o'qi τ burchakka og'adi. Bu og'ish burchagining adilak bir bo'lagiga mos qiymati **adilak bo'lagining qiymati** deyiladi, ya'ni:

$$(6.1)$$

Boshqacha qilib aytganda, adilakning bir bo'lagiga teng yoyiga to'g'ri keladigan markaziy burchak t adilak bo'lagining qiymati deb qabul qilingan.

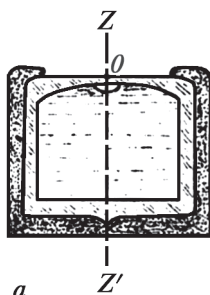


a

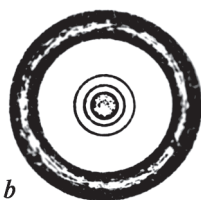


b

6.4- shakl.



a



b

6.5- shakl.

Silindrlı adılaklarda bo'lak qiymati 2' dan 5''gacha bo'ladi. Adılak bo'lagining qiymati qancha kichik bo'lsa, u shuncha sezgir bo'ladi, ya'ni pufakcha tez va aniq harakat qiladi.

Ba'zi geodezik asboblarda, asosan, niveirlarda, adılak pufakchasi yarim pallalarining tasviri prizmalar orqali trubaning ko'rish maydoniga uzatiladi (6.4- shakl). Adılak pufakchasini nol punktga keltirish trubaning ko'rish maydonida pufakcha yarim pallalari uchlarining tasvirini tutashtirish (kontaktga keltirish) prinsipiga asoslangan.

Pufakcha yarim pallalari uchlarining tasviri tutashgan paytda (6.4- *a* shakl), silindrlı adılak o'qi gorizontal holatda bo'ladi. Aks holda (6.4- *b* shakl), silindrlı adılak o'qi gorizontal holatda bo'lmaydi.

Doiraviy adılak (6.5- shakl) silindrlı shisha idishning ichki tomonidagi yuqori sirti ma'lum radiusidagi shar sirti kabi sferik ko'rinishda ishlangan bo'lib, suyuqlik (efir yoki spirt) bilan to'ldirilgan. Bunda ham silindrlı adılakdagidek qoldirilgan bo'shliq adılak pufakchasini tashkil etadi. Shisha idishni shikastlanishdan saqlash uchun u metall gardishga joylashtirilgan.

Doiraviy adılakning yuqori qismidagi sferik sirt markazi O adılakning nol punkti deyiladi. Adılakning yuqori sirtida markazi nol bo'lgan konsentrik aylanalar chiziladi. Adılak pufakchasining holati shu aylanalarga nisbatan kuzatiladi.

Nol punkt orqali o'tgan sferik sirt radiusining yo'nalishi **ZZ' doiraviy adılak o'qi** deyiladi. Pufakcha nol punktda turganda, doiraviy adılak o'qi vertikal holatda bo'ladi. Sezgirligi kam bo'lganligi sababli, doiraviy adılaklar geodezik asboblarning o'qlarini taxminan vertikal holatga keltirish uchun qo'llaniladi.

6.3. Ko‘rish trubasi

Geodezik asboblarda joydagi predmetlarni kattalashtirib ko‘rishga mikon beradigan ko‘rish trubalari o‘rnatiladi.

Geodezik asboblarda ko‘pincha astronomik, ya‘ni teskari tasvir beruvchi ko‘rish trubalari qo‘llaniladi. Ba‘zi geodezik asboblarda, asosan, yangi chiqarilgan teodolit va kipregellar yer trubalari deb atalib, to‘g‘ri tasvir beruvchi ko‘rish trubalari bilan jihozlangan.

Ko‘rish trubalari kuzatilayotgan predmet tasvirini yaqqol, ravshan holga, ya‘ni fokusga keltirilishiga qarab ikki turga, tashqi fokuslovchi (Kepler trubalari) va ichki fokuslovchi trubalarga bo‘linadi.

Tashqi fokuslovchi ko‘rish trubasining tuzilishi oddiy (6.6-shakl). Uning optik sistemasi obyektiv (1) va okular (2) dan iborat. Ko‘rish trubasi obyektiv o‘rnatilgan tirsagi (3), obyektiv tirsagi ichida suriladigan okular tirsagi (4) va okular tirsagi ichida suriladigan okular naychasi (dioptrik halqa) (5) dan tashkil topgan. Okulyar naychasiga okular o‘rnatilgan.

Okulyar tirsagiga iplar to‘ri (7) joylashtirilgan bo‘lib, u metall gardish — diafragma (8) ichiga o‘rnatilgan shisha plastinkada o‘yib tushirilgan o‘zaro perpendikular chiziqlardan iboratdir.

Iplar to‘ri tuzatgich vintlari (9) yordamida okular tirsagiga mahkamlangan.

Iplar to‘ridagi (6.7- shakl) asosiy gorizontal ipga nisbatan simmetrik joylashgan, masofa o‘lchashda foydalaniladigan yuqorigi va pastki iplarga dalnomer iplari; trubani nuqtaga yoki predmetga aniq qaratish uchun xizmat qiladigan vertikal qo‘sh chiziqqa (6.7- d shakl) **bissektor** deyiladi.

Trubani ko‘zga to‘g‘rilash, ya‘ni iplar aniq-ravshan ko‘rinishi uchun okular naychasi (dioptrik halqa) burash yo‘li bilan okular tirsagi ichida suriladi.



6.6- shakl.

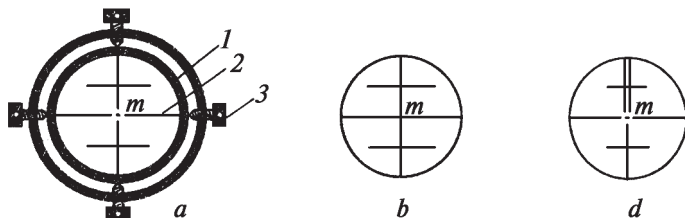
Kuzatish paytida iplar to'ring kesishgan nuqtasi m kuzatilayotgan nuqta bilan tutashtiriladi, bunda ko'rish chizig'i obyektivning optik markazi 0 dan o'tadi. Shuning uchun iplar to'ring kesishgan nuqtasidan va obyektivning optik markazidan o'tuvchi ko'rish chizig'i VV' ga trubaning vizir (ko'rish) o'qi deyiladi.

Ko'rish trubasi kuzatilayotgan nuqtaga yoki predmetga qaratilganda, nuqta yoki predmet tasvirini fokusga keltirish, ya'ni ravshan ko'rinishi uchun kremalera (6) (6.6- shakl) buralib, okular tirsagi obyektiv tirsagi ichida ichkariga yoki tashqariga suriladi. Bunda kuzatilayotgan nuqtaning uzoq-yaqinligiga qarab, ko'rish trubasining uzunligi o'zgaradi. Ko'rish trubasining uzunligi o'zgarayotgan paytda, ya'ni okular tirsagi obyektiv tirsagi ichida surilganda, vizir o'qining bir oz bo'lsa-da, og'ishi kuzatish aniqligini pasaytiradi. Undan tashqari truba ichiga namlik, chang o'tishi sababli optik sistema kirlanadi. Tashqi fokuslanuvchi ko'rish trubalari, asosan, ilgari chiqarilgan geodezik asboblarda qo'llaniladi.

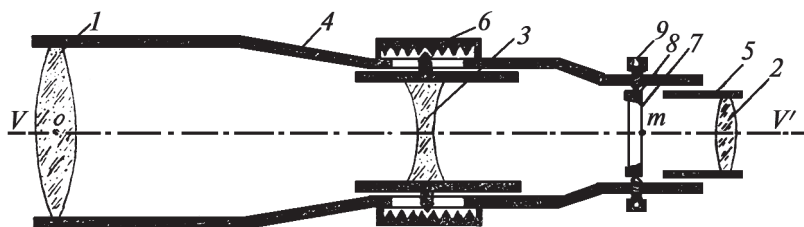
Zamonaviy geodezik asboblarda ichki fokuslanuvi ko'rish trubalari bilan jihozlangan.

Ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi tashqi fokuslanuvchisidan, asosan, obyektiv (1) va okular (2) dan boshqa, ichki fokuslovchi (ikki yoqlama botiq, tarqatuvchi) linza (3) ning mavjudligi bilan farq qiladi (6.8- shakl). Shuningdek, trubaning optik kuchini ko'paytirish, ba'zilarida (yer trubalarida) esa predmet tasvirini to'g'ri ko'rsatish uchun qo'shimcha linzalar joylashtiriladi. Shuning uchun zamonaviy geodezik asboblarda qo'llanilayotgan ko'rish trubalari murakkab optik sistemaga ega.

Trubada obyektiv va iplar to'ri tekisligi orasidagi masofa o'zgarmaydi. Kuzatilayotgan nuqta yoki predmet tasviri obyektiv tirsagi (4) ichida fokuslovchi linzani kremalera (6) yordamida oldinga yoki ketga surib, fokusga keltiradi.



6.7- shakl.



6.8- shakl.

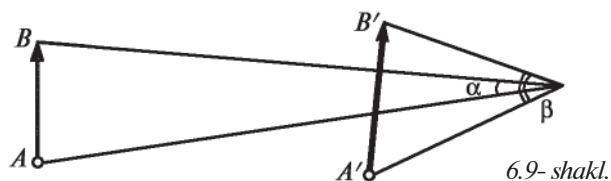
Kremalyera ko‘rish trubasining okular tomonida halqa (6.15- shakl) yoki trubaning aylanish o‘qi yonida vint (6.16- shakl) ko‘rinishida bo‘ladi.

Iplar to‘ri tushirilgan shisha (2) joylashtirilgan metall gardish — diafragma (1) obyektiv tirsagiga tuzatgich vintlar (3) yordamida mahkamlangan (6.7- a shakl). Truba ichida iplar to‘ri tuzatgich vintlar yordamida yuqoriga va pastga, o‘ngga va chapga surilishi mumkin. Bundan geodezik asboblarni tekshirishda, geometrik shart bajarilishi uchun vizir o‘qining holatini o‘zgartirishda foydalaniladi. Tuzatgich vintlarning tirqishi orqali truba ichiga namlik, chang o‘tmasligi uchun okular tomonidan vintlarni berkituvchi qalqonsimon halqa kiygaziladi.

Truba iplar to‘rining parallaksi. Trubani joydagi predmetga qaratishdan avval okular ko‘zga moslab o‘rnatilishi, predmet tasviri esa iplar to‘ri tekisligi bilan tutashtirilishi kerak. Okulyarni ko‘zga moslab o‘rnatish uchun truba yorqin fonga (masalan, oqlangan devorga) qaratiladi va okular naychasi iplar to‘ri ravshan va aniq ko‘ringuncha suriladi (buriladi).

Predmet tasvirini iplar to‘ri tekisligi bilan tutashtirish (fokuslash) trubadagi fokuslovchi linzani kremalera (6.8- shakl) yordamida surib bajariladi; bunda predmet tasvirining ravshan ko‘rinishi ta‘minlanguncha surish kerak bo‘ladi. Agar predmet tasviri iplar to‘ri tekisligi bilan tutashmagan bo‘lsa, okularga nisbatan ko‘zni surganda (o‘ng-chapga yoki yuqoriga) iplar to‘ri kesishgan nuqtasi (m) tasvirning har xil nuqtasiga proyeksiyalanadi. Buni iplar to‘rining parallaksi deyiladi. Uni tuzatish (yo‘qotish) uchun vintni ozroq burash kerak bo‘ladi.

Ko‘rish trubasining kattalashtirilishi. Ko‘rish trubasining kattalashtirilishi V deb, trubada predmet tasviri ko‘ringan β burchagining oddiy ko‘z bilan predmet ko‘ringan α burchakka bo‘lgan nisbatiga aytiladi (6.9- shakl):



6.9- shakl.

$$V = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (6.2.)$$

Ko'rish trubasining kattalashtirilishi obyektiv fokus masofasining (f_{ob}) okular fokus masofasiga (f_{ok}) bo'lgan nisbati bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}.$$

Amalda ko'rish trubasining kattalashtirilishi quyidagicha aniqlanadi.

Asbobdan taxminan 20 m masofada vertikal o'rnatilgan va teng bo'laklarga bo'lingan reykaga bir vaqtning o'zida bir ko'z bilan truba orqali ikkinchi ko'z bilan bevosita qaraymiz. Shunda truba orqali reykaga qaraganda uning bo'laklari kattalashganini ko'ramiz. Agar truba orqali ko'ringan bo'laklar sonini oddiy ko'z bilan ko'ringan bo'laklar soni bilan solishtirib, trubada ko'ringan bir bo'lakka oddiy ko'z bilan ko'ringan necha bo'lak to'g'ri kelishini aniqlasak, bu son trubaning kattalashtirish darajasini bildiradi.

Masalan, 6.10- shaklda truba orqali ko'ringan reykaning bir bo'lagiga (o'ng tomonda) oddiy ko'z bilan qaraganda 18 bo'lak (chap tomonda) to'g'ri kelganini ko'ramiz, demak, trubaning kattalashtirilishi 18 karraga teng ekan.

Geodezik asboblarda ko'rish trubasining kattalashtirilishi $18^x - 65^x$ bo'ladi (18 karradan 65 karragacha).

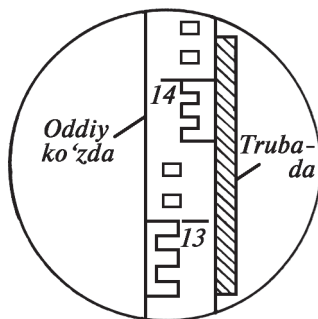
Trubaning ko'rish maydoni. Trubaning qo'zg'almas holatida unda ko'ringan maydonga (joyga) uning ko'rish maydoni deyiladi. Ko'rish maydoni uchi obyektivning optik markazida joylashgan, tomonlari esa iplar to'ri diafragmasining ab diametri taqalgan burchak α bilan aniqlanadi (6.11- shakl). Trubaning ko'rish maydoni qiymati quyidagicha formula bilan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{38,2^\circ}{V}, \quad (6.3)$$

bu yerda: V — trubaning kattalashtirilishi.

Yuqoridagi (6.3) formuladan ko‘rinishicha, trubaning kattalashtirilishi qancha katta bo‘lsa, uning ko‘rish maydoni shunchalik kichik bo‘lar ekan.

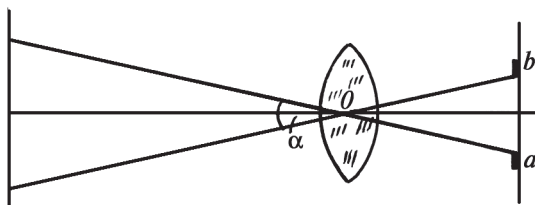
Geodezik asboblarda qarash trubalarining ko‘rish maydoni $0,5^\circ$ dan 2° gacha bo‘lishi mumkin.



6.10-shakl.

Ko‘rish trubasining vizirlash

(qaratish) aniqligi. Kuzatuvchi kishining ko‘zi ikki nuqtani bir minutga teng burchak ostida qaraganda bir-biridan ajratish imkoniyatiga ega. Shunga ko‘ra oddiy ko‘z bilan qarashning aniqligini $+60''$ ga teng deb qabul qilish mumkin. Predmet tasviri ko‘rish trubasi orqali hosil qilinganda vizirlash xatosi trubaning kattalashtirilishiga mutanosib ravishda kamayadi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin:



6.11- shakl.

$$m_v = \pm \frac{60''}{V}, \quad (6.4)$$

bu yerda: m_v — trubaning vizirlash aniqligi.

Masalan, ko‘rish trubasining kattalashtirilishi $V = 18^x$ bo‘lganda, uning vizirlash aniqligi $m_v = \pm 3''$ ga teng bo‘ladi.

6.4. Sanoq olish moslamalari

Sanoq olish moslamalari limb bo‘laklaridan kichik bo‘lgan qismini baholash (aniqlash) uchun xizmat qiladi.

Teodolitlarda sanoq olish moslamasi sifatida verner, shtrixli va shkalali mikroskop, mikroskop — mikrometr va optik mikrometrlardan foydalaniladi.

Vernyer quyidagicha yasaladi. Limbni AB yoy kesimiga teng CD kesim alidada olinib, $n + 1$ bo'lakka bo'linadi (6.12-shakl).

Shu tarzda alidadada hosil bo'lgan shkalaga **verner** deyiladi. Alidadada olingan bir bo'lakka teng keluvchi yoyning burchak qiymatiga alidada bo'lak qiymati v , limbdagiga — limb bo'lagining qiymati l deyiladi. Limb bo'lagi bilan alidada bo'lagi qiymatlari orasidagi farq t ga verner aniqligi deyiladi, ya'ni:

$$t = l - v. \quad (6.5)$$

Limbda AB yoy qiymati ln , alidadadagi yoy qiymati esa $v(n+1)$, bundan:

$$(6.6)$$

chiqadi.

(6.6) dan v qiymatini (6.5) ga qo'yib topamiz:

$$t = \frac{l}{n+1}, \quad (6.7)$$

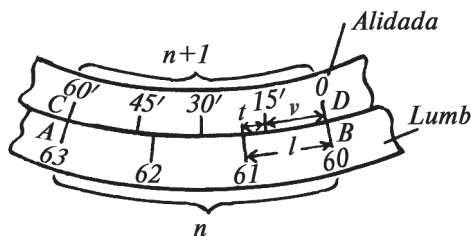
ya'ni, verner aniqligi limb bir bo'lagi qiymatining verner bo'laklari soniga bo'linganiga teng.

Vernyer ko'rsatkichi bo'lib uning nol shtrixi xizmat qiladi. Vernierdan sanoq olish uchun avval verner nol shtrixidan oldin joylashgan limb yaxlit bo'lagining qiymati aniqlanadi va unga vernerning tutashgan shtrixi tartib raqamining verner aniqligiga ko'paytmasi qiymati qo'shiladi.

Yuqorida keltirilgan (6.12- shakl) verner aniqligi.

$$t = \frac{l}{n+1} = \frac{1^\circ}{3+1} = 15'$$

ni tashkil qiladi va undan olingan sanoq $60^\circ + 0 \cdot 15' = 60^\circ 00'$ ga teng.



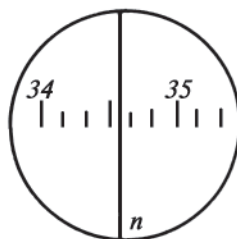
6.12- shakl.

Dastlab ishlab chiqarilgan metall limbli teodolitlarda t qiymati $30''$ yoki $1'$ ga teng bo'lsa, ularga tegishli limb bo'laklarining qiymati $l = 20'$, verner bo'laklarining soni esa $n + 1 = 40$ yoki $n + 1 = 20$ ga teng qilib ishlangan.

Hozirgi paytda vernerli teodolitlar ishlab chiqarilmasa ham uning tuzilishini uslubiy maqsadini ko'zda tutib bu yerda keltirildi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan optik teodolitlarda shtrixli va shkalali mikroskoplar hamda optik mikrometrlar sanoq olish moslamalari sifatida xizmat qiladi.

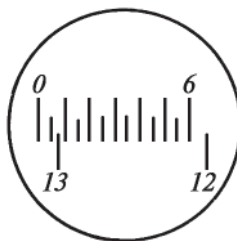
Shtrixli mikroskop. Limb bo'lagining tasviri hosil bo'ladigan mikroskop fokal tekisligida n shtrixi (chizig'i) tushirilgan shisha plastinka o'rnatiladi (6.13- shakl) va unga mikroskop indeksi (ko'rsatkichi) deyiladi.



6.13- shakl.

Mikroskopning ko'rish maydonida bir vaqtning o'zida limb bo'laklari va indeks n ko'rinadi. 6.13- shakldan limb bo'lagining qiymati $l = 10'$; bo'laklardan indeks n bo'yicha sanoq esa $34^{\circ}30'$ ga teng. Limb qoldiq bo'lagini yaxlit ko'z bilan chamalab baholab, $0,6$ bo'lak yoki $10' \cdot 0,6 = 6'$ deb olish mumkin. Shunda umumiy sanoq $34^{\circ}36'$ bo'ladi. Bu yerda limb bo'lagi $0,1$ hissasini ko'z bilan chamalab aniqlash mumkin deb qabul qilsak, sanoq olib aniqlash $t = 10' : 0,1 = 1'$ ni tashkil qiladi.

Shkalali mikroskop. Bu moslama bo'yicha sanoq olish aniqligi shtrixli mikroskopga qaraganda bir bosqich yuqori bo'ladi. 6.14- shaklda shkalali mikroskopning ko'rish maydoni bo'lak qiymati 1° ga teng bo'lagi bilan tasvirlangan.



6.14- shakl.

Shishada o'yib tushirilgan shkalani burchak qiymati limb bir bo'lagi qiymatiga teng. Shkala 12 bo'lakka bo'lingan bo'lib, bir bo'lagining qiymati $60' : 12 = 5$ ga teng; shkala bir bo'lagining $0,1$ hissasini ko'z bilan chamalab baholab, shkaladan $5' \cdot 0,5 = 0,5'$ aniqlikda sanoq olish mumkin.

Shunga ko'ra, 6.14- shakldagi shkaladan olingan sanoq $13^{\circ}05' + 0,5' = 13^{\circ}06,5'$ ga teng bo'ladi.

6.5. Teodolit turlari

Teodolitlar aniqligi, vazifasi, doiralari tayyorlangan material va konstruktiv xususiyatlariga qarab bir-biridan farq qiladi. Masalan, teodolitlar laboratoriya sharoitida burchakni bir to'liq qabulda o'lchash aniqligi bo'yicha farq qiladi.

Teodolitlar bo'yicha qabul qilingan 10529—79 Davlat standartiga binoan va texnik talablarni e'tiborga olgan holda, asosan, olti tipdagi optik teodolitlar ishlab chiqarilmoqda. Ularning shifrida asbob nomining bosh harfi va burchakni bir to'liq qabulda o'lchash o'rta kvadratik xatosi ko'rsatiladi. Masalan, burchakni bir to'liq qabulda T05 teodoliti yordamida 0,5", T1 teodoliti yordamida esa 1" o'rta kvadratik xato bilan o'lchash mumkin. Teodolitlar aniqligi bo'yicha uchga bo'linadi: yuqori aniqlikdagi teodolitlar — T05, T1; aniq teodolitlar — T2, T5; texnik teodolitlar — T15, T30.

Ushbu teodolitlarning mukammallashtirilgan ikkinchi seriyasi — 2T2, 2T5, 2T5K, 2T5KП, 2T30, 2T30П shifrlil teodolitlar chiqarilgan.

Hozirgi paytda Rossiyada bularning uchinchi 3T2KA, 3T5KП, 3T15П 3T30П va to'rtinchi seriyasi 4T15 4T30П, elektron teodolitlardan T10Э ishlab chiqarilmoqda (5- jadval).

Shifrdagi «K» — vertikal doira silindrli adalak o'rniga kompensator bilan, «П» — to'g'ri tasvir hosil qiluvchi ko'rish trubasi bilan, «A» — avtokollimatsiyalovchi (gorizontal holga keltiruvchi) moslama, «Э» — elektronika (kichik kompyuter) bilan jihozlanganini bildiradi.

5-jadval

T/r	Asosiy ko'rsatkichlar nomi	Teodolit turlari						
		T05	T1	3T2A	3T5KП	T10Э	4T15П	4T30П
1.	Gorizontal burchakning bitta qabulda o'lchashning o'rta kvadratik xatosi, c	± 0,5	± 1	± 2	± 5	± 10	15	30

2.	Koʻrish trubasining uzunligi, mm.	390	300	185	185	145	145	145
3.	Koʻrish trubasining koʻrish maydoni	40	1°	1°35'	1°35'	2°	2°	2°
4.	Koʻrish trubasining kattalashtirishi, kattalashtirish karra.	50	40	30	30	20	20	20
5.	Limb shkalasining boʻlak qiymati (gorizontal doira).	10"	10"	20'	10	10"*	1°	1°
6.	Sanoq olish moslamalari shkalasi (mikroskop-mikrometr)-ning boʻlak qiymati.	1"	1"	1"	1'	10"	10"	5'
7.	Ipli dalnometr koef-fitsiyenti.	—	—	100	100	100	100	100
8.	Ipli dalnometr doimiy.	—	—	—	0	0	0	0
9.	Trubaning vizirlash eng kichik masofasi, m	5	5	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2

10.	Limb doiralari- larining dia- metri, mm gorizontal vertikal.	200 130	140 90	100 72	100 72	75 75	80 72	725 72
11.	Adilak shka- lasining bir bo'lagi qiy- mati, c. Gorizontal doira. Vertikal doira. Ko'rish truba- sidagi.	10 10	10 15	15 —	45 —	45 —	45 —	60 —
		—	—	20	20	20	20	20
12.	Vertikal doira indeksining o'z-o'zidan o'rinishi diapazoni.	—	—	4 ,	5 ,	—	—	—
13.	Teodolit vazni (massa), kg.	22	11	4,7	4,5	2,5	2,4	3,5
* — elektron burchak o'lchash displeyi bo'lak qiymati								

Konstruktiv xususiyatlariga qarab, teodolitlar takroriy va oddiy teodolitlarga bo'linadi. Takroriy teodolitlarda limb va alidada doiralari birga hamda alohida-alohida aylanishi mumkin, ularning har biri o'zini mahkamlovchi va qaratish vintlariga ega.

Bu burchakni limbda keyma-ket n marotaba o'lchab qo'yish yo'li bilan o'lchash imkonini beradi. Bundan tashqari limb turishini o'zgartirish bilan burchakni limbning turli qismida o'lchash mumkin.

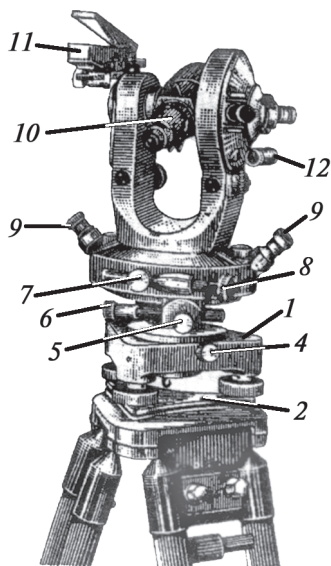
Bu esa o'lchash natijasini tekshirishga va ba'zi bir o'lchash xatolarini kamaytirish imkonini beradi. Oddiy teodolitlarda limb doirasi qo'zg'almas (aylanmaydigan) bo'lib, faqat alidada doirasi o'z o'qi atrofida aylanadi.

Teodolitlar doiralari tayyorlangan materiallariga qarab metallardan va shishadan (optik) yasalgan teodolitlarga bo'linadi.

6.6. Texnik teodolitlar

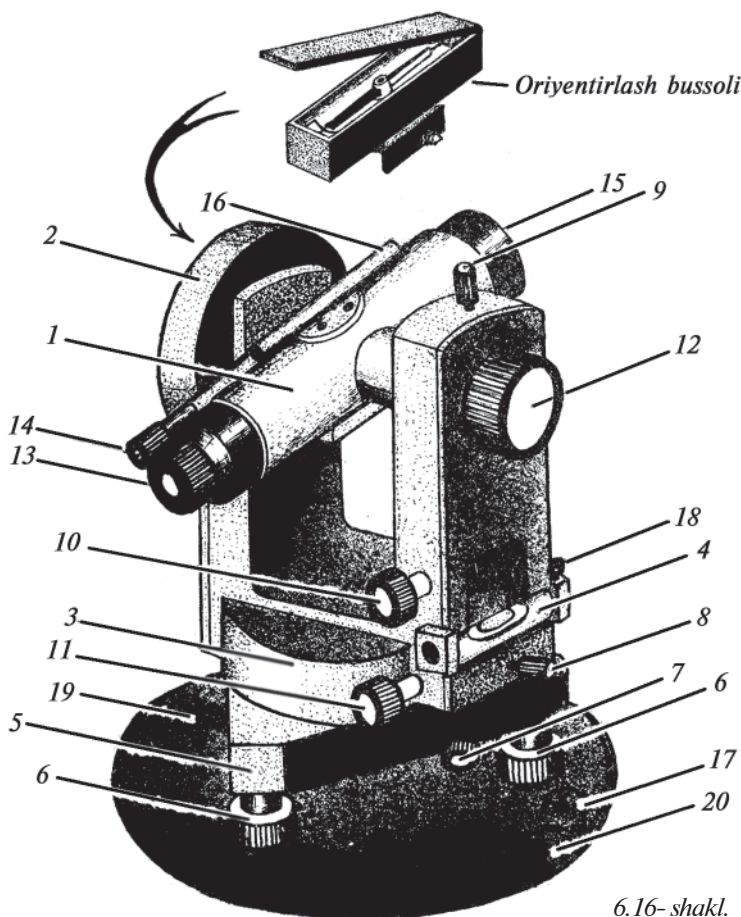
Metall limbli teodolitlar. Bu tipdagi teodolitlar hozir ishlab chiqarilmasa ham ularni ayrim korxona, tashkilot va oliy ta'lim muassasalarida uchratish mumkin. Metall limbli texnik teodolitlarga TT — 50, TT — 5 va TM larni ko'rsatish mumkin. 6.15- shaklda TT—5 teodoliti keltirilgan. TT 5 teodoliti TT — 50 teodolitining takomillashtirilgan modeli bo'lib, unga qaraganda kichik va ixchamdir. Bu ikkala tipdagi teodolitlar konussimon takroriy o'qlarga ega. TT — 5 teodolitida vint (4) ni bo'shatib teodolit tagligi (1) ni tepa (yuqori) qismidan ajratish mumkin. Taglikning pastki qismida plastinkasimon prujina (2) bo'lib, uning vtulkasiga o'rnatgich vintni burab, asbob shtativga mahkamlanadi.

Gorizontal doira limbi va alidada mahkamlovchi (5 va 7) hamda ularni qaratish (6 va 8) vintlariga ega. Alidada ikkita vernerga ega, sanoqlar lupalar (9) yordamida olinadi. Asbobning aylanish o'qi silindrli adilak bo'yicha vertikal holatga keltiriladi. Ko'rish trubasi (10) mahkamlovchi va qaratish vintlarga ega. Elevatsiya vinti yordamida vertikal doira alidada ustiga o'rnatilgan silindrli adilak (12) gorizontal holga keltiriladi. Truba tagligi ustiga vint yordamida bussol (11) o'lchash vaqtida mahkamlanadi. Trubasining kattalash-tirilishi $25,2^{\times}$ va ko'rish maydoni $1^{\circ}25'$, limb bo'lagingining qiymati $10'$, vernerdan sanoq olish aniqligi $30''$; teodolit og'irligi 3,2 kg.



6.15- shakl.

Optik teodolitlar. Optik texnik teodolitlar $T30$, $2T30$, $2T30II$ tashqi ko'rinishi bilan bir-biridan farq qilmaydi (6.16-shakl). Teodolitning asosiy qismlari ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi (1), gorizontal (3) va vertikal doira (2), shuningdek, gorizontal doira yonidagi silindrli adilak (4) va taglik (5) dan iborat.



6.16- shakl.

Horizontal va vertikal doiralarda diametri 70 mm li shisha dorilar bo'lib, ular limb deyiladi. Limb aylanasi 360 ta teng bo'laklarga bo'lingan va 0° dan 359° gacha yozib chiqilgan. Demak, har bir bo'lak qiymati 1° ga teng. T30 teodolitida o'rnatilgan limblarda shu 1° li bo'laklar yana 6 ta teng bo'lakka, ya'ni $10'$ li bo'laklarga bo'lingan.

Horizontal doiraning limbi ichi kovak silindr shaklidagi o'qi bilan taglikka joylashtiriladi, vertikal doiraning limbi esa ko'rish trubasining o'qiga mahkamlangan bo'ladi.

Horizontal doiraning limbi ustida teodolitning yuqori qismlari bilan biriktirilgan ikkinchi doira — alidada aylanadi. Alidadaning silindr shaklidagi o'qi limbning ichi kovak silindr shaklidagi o'qi ichiga joylashtiriladi. Vertikal doiraning ali-

dadasi ko‘rish trubasining o‘qi joylashgan yerga mahkamlangan bo‘ladi.

Gorizontal doiradagi limbning ichi kovak silindrli shaklidagi o‘qi va uning ichiga joylashtirilgan silindrli shaklida alidadaning o‘qi markazidan o‘tuvchi JJ' chizig‘i bitta geometrik o‘qni tashkil etadi. Bu geometrik o‘qqa asbobning (teodolitning) aylanish o‘qi deyiladi. Ko‘rish trubasining aylanish o‘qi vertikal doiradagi limb va alidada markazidan o‘tib, TT' chizig‘ini, ya‘ni ikkinchi geometrik o‘qni tashkil etadi.

Teodolitlar yuqorida aytilgan asosiy qismlardan tashqari, yana qo‘shimcha moslamalar bilan jihozlangan bo‘ladi.

Silindrli adilak yordamida gorizontal doira tekisligini gorizontal holatga yoki boshqacha qilib aytganda, asbob aylanish o‘qini vertikal holatga keltirish uchun taglikning uchta burchagiga ko‘targich vintlari (6) o‘rnatilgan (6.16- shakl). Gorizontal doiradagi limb o‘qini taglikka mahkamlash uchun — 19, alidada o‘qini limb o‘qiga mahkamlash uchun — 8, truba o‘qini mahkamlash uchun — 9 raqamlari bilan shaklda ko‘rsatilgan mahkamlash vintlari mavjud. Mahkamlash vintlari mahkamlangandan keyin limb o‘qini bir oz chapga yoki o‘ngga burish uchun limbning qaratish vinti (7) dan, alidada o‘qini ham shu tartibda burash uchun alidadaning qaratish vinti (11) dan, ko‘rish trubasining o‘qini esa bir oz pastga yoki yuqoriga ko‘tarish uchun trubaning qaratish vinti (10) dan foydalaniladi.

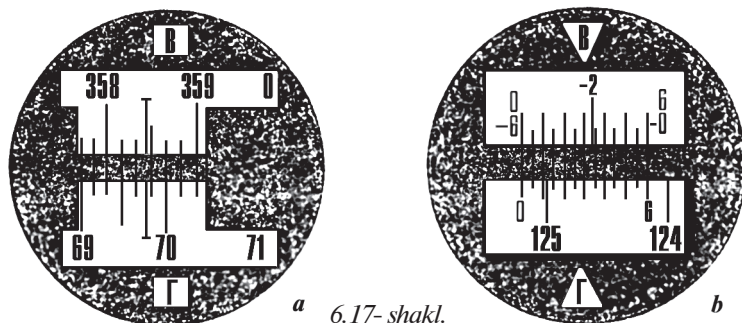
Truba nuqtaga yoki predmetga optik vizir (16) bilan taxminan to‘g‘rilangandan keyin okular (13) dan qaralib, fokuslovchi vint (kremalera) (12) yordamida nuqta yoki predmet tasviri fokusga keltiriladi (ravshanlashtiriladi). Nuqta yoki predmet tasviri iplar to‘rining kesishgan nuqtasiga to‘g‘ri kelmasa, unda u alidadaning va trubaning qaratish vintlari yordamida keltiriladi. Agarda gorizontal doiradagi kerakli sanoqni o‘zgartirmasdan turib trubani nuqta yoki predmetga aniq vizirlash kerak bo‘lsa, u holda alidada vintlari o‘rniga limbning vintlaridan foydalaniladi.

Gorizontal va vertikal doiralardan sanoq olish uchun ko‘rish trubasi yoniga mikroskop (14) o‘rnatilgan. $T30$ teodolit shtrixli mikroskop (6.17- *a* shakl), $2T30$, ($2T30II$) teodolit esa shkalali mikroskop (6.17- *b* shakl) bilan jihozlangan. Mikroskop ko‘rish maydonining «B» harfi bilan belgilangan yuqori qismida vertikal doiradagi limb bo‘laklari, «Г» harfi bilan belgilangan

pastki qismida esa gorizontal doiradagi limb bo'laklari ko'rinadi.

Shtrixli mikroskopda sanoq ko'rish maydonining o'rtasida joylashgan qo'zg'almas shtrix (sanoq olish indeksi) bo'yicha 10' li bo'laklarning 0,1 qiymatigacha, ya'ni 1' gacha aniqlikda olinadi. 6.17- *a* shaklda sanoq vertikal doiradan $358^{\circ}27'$, gorizontal doiradan $69^{\circ}46'$ ekanligi ko'rsatilgan. Bunda avval sanoq olish indeksiga nisbatan chapda joylashgan gradus qiymati: — vertikal doirada 358° , gorizontal doirada 69° , so'ngra shu gradus shtrixidan sanoq olish indeksigacha bo'lgan bo'laklar soniga mos minutlar qiymati — vertikal doirada 2,7 bo'lak, ya'ni $27'$, gorizontal doirada 4,6 bo'lak, ya'ni $46'$ olingan.

Shkalali mikroskopda, 6.17- *b* shaklda, uzunligi 1° ga teng kesim 6 ta katta va 12 ta kichik bo'laklarga bo'lingan. Demak, shkalaning har bir katta bo'lagi qiymati $10'$ ga, kichik bo'lagi qiymati $5'$ ga teng. Sanoq shu shkalada ichiga tushgan gradusli shtrixga nisbatan kichik, $5'$ li bo'lakning 0,1 qiymatigacha, ya'ni $0,5'$ aniqlikda olinadi. *2T30*, (*2T 30M*) teodolitlarida vertikal doiradagi limbning faqat gorizontal diametri yaqindagi sektorlari 0° dan 75° gacha va 0° dan — 75° gacha gradus bo'laklariga bo'lingan. Shu sababli vertikal doiradan sanoq olish uchun shkala chapdan o'ngga 0 dan 6 gacha, o'ngdan chapga — 0 dan — 6 gacha belgilanadi. Agar vertikal doiradagi gradus sanog'i musbat bo'lsa, shu gradus shtrixgacha shkaladagi bo'laklar soni musbat — 0 dan; agarda gradus sanog'i manfiy bo'lsa, shu gradus shtrixgacha shkaladagi bo'laklar soni manfiy 0 dan hisoblanishi kerak. Vertikal doiradan olingan musbat sanoq oldiga «+», manfiy sanoq oldiga «—» ishoralar qo'yiladi.



6.17- shakl.

6.17- *b* shaklda tasvirlangan shkalali mikroskopning ko‘rish maydonida vertikal doiradan sanoq $-2^{\circ}26,5'$, gorizontal doiradan sanoq $125^{\circ}11,5'$ deb ko‘rsatilgan. Bunda avval shkala ichiga tushgan shtrixning gradus qiymati — vertikal doirada -2° , gorizontal doirada 125° ; keyin shu gradus shtrixgacha shkaladagi 0 dan boshlab hisoblangan bo‘laklarga mos minutlar qiymati — vertikal doirada 5,3 bo‘lak, ya‘ni $5 \times 5,3 = 26,5'$ (bo‘laklar soni manfiy -0 dan hisoblangan) gorizontal doirada 2,3 bo‘lak, ya‘ni $5 \times 2,3 = 11,5'$ deb o‘qilgan.

Teodolit yo‘lida gorizontal va vertikal burchaklarni o‘lchashda, tafsilotlarni syomka qilishda, taxeometrik syomka qilishda, taxeometrik syomkani bajarishda sanoq aniqligi yetarli bo‘lganligi sababli shkalada katta $10'$ li bo‘lakning $0,1$ qiymatigacha, ya‘ni $1'$ aniqlikkacha sanoq olishga ruxsat etiladi. Bu holda 6.17- *b* shaklda sanoqlar vertikal doiradan $-2^{\circ}27'$, gorizontal doiradan $-125^{\circ}12'$ olinishi mumkin.

Teodolit ish vaqtida g‘ilof tubining markazidagi rezbali teshikka burab kiritiladigan o‘rnatgich vint yordamida shtativ ustiga o‘rnatiladi, ishdan tashqari paytda esa qattiq plastmassadan yasalgan g‘ilof qopqog‘i bilan g‘ilof tubidagi quloqlarga ilintirilib, berkitib qo‘yiladi va shtativ ustidan olib qo‘yiladi. Teodolitlar ishlatishga olingan paytda tashqi ko‘rikdan o‘tkazilishi kerak. Bunda barcha vintlarning ravon buralishi, vintlarning o‘z xizmatini bajarishi, teodolit va ko‘rish trubasining o‘z o‘qlari atrofida ravon aylanishi, shisha qismlarning shikastlanmaganligiga e‘tibor beriladi.

6.7. Teodolitlarni tekshirish va tuzatish

Gorizontal burchakni o‘lchash mohiyatidan kelib chiqib (6.1 ga qaralsin) har qanday teodolit burchak o‘lchash jarayonida quyidagi asosiy geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak:

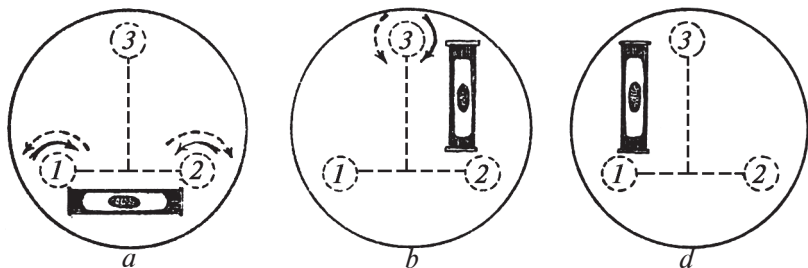
- teodolitning vertikal aylanish o‘qi tik bo‘lishi shart;
- limbning tekisligi gorizontal bo‘lishi shart;
- vizirlash tekisligi vertikal bo‘lishi shart.

Har bir teodolitda bu geometrik shartlar mavjudligini tekshirib chiqish uchun teodolitni tekshirish deb ataladigan ma‘lum ishlar bajariladi. Geometrik shartlarning buzilishini tuzatish teodolitni yustrikova qilish deyiladi.

1. Gorizontaal doira alidadasidagi silindrli adilakning o'qi UU' asbobning aylanish o'qi JJ' ga perpendikular bo'lishi shart ($UU' \perp JJ'$). Adilak istalgan ikkita ko'targich vintga parallel o'rnatiladi va ikkala vintni qarama-qarshi tomonga burab, adilak pufakchasi o'rta (nol punktga) keltiriladi (6.18- *a* shakl). Keyin alidada 90° ga burilib, adilak o'qi uchinchi ko'targich vint yo'nalishiga oriyentirlanadi va shu vintni burab, pufakcha yana o'rta keltiriladi (6.18- *b* shakl).

Limbdan sanoq olinib, alidada 180° ga teng burchakka buriladi. Shundan keyin adilak pufakchasi nol punktda qolsa (6.18- *d* shakl) yoki pufakcha o'rtadan bir bo'lakdan ortiq siljimagan bo'lsa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda pufakchaning nol punktga nisbatan og'ish yoyi aniqlanib, adilakning tuzatgich vinti yordamida pufakcha og'ish yoyining yarmiga qaytariladi. Keyin ko'targich vintlar orqali pufakcha nol punktga keltiriladi. Agar alidadani yana 180° ga burilganda (bunda adilak 6.18- *b* shakldagi holga keladi) pufakcha nol punktda qolsa, adilak tuzatilgan bo'ladi. Aks holda tuzatish takrorlanadi. Keyingi tekshirishlarni amalga oshirishda va umuman ish jarayonida teodolit tekshirilgan silindrli adilak yordamida gorizontallashtiriladi, ya'ni gorizontaal doira tekisligi gorizontaal holatga (yoki, boshqacha qilib aytganda, asbobning aylanish o'qi shovun yo'nalishiga) keltiriladi. Buning uchun adilak ikkita ko'targich vintga parallel o'rnatilib, shu vintlar yordamida pufakcha o'rta keltiriladi. Keyin alidadani 90° ga burib, uchinchi ko'targich vint yordamida pufakcha yana o'rta keltiriladi.

2. Trubaning vizir o'qi trubaning gorizontaal aylanish o'qiga perpendikular bo'lishi shart ($VV' \perp TT'$). Vizir o'qi trubaning aylanish o'qiga perpendikular bo'lmasligidan ko'rish trubasining kollimatsion xatosi c kelib chiqadi (6.19- shakl). Buni



6.18-shakl.

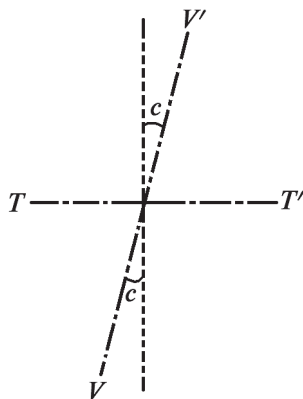
tekshirish uchun yaqqol ko‘rinadigan shunday nuqta tanlab olinishi kerakki, unga vizirlangan ko‘rish trubasi taxminan gorizontal holatda bo‘lishi kerak. Shu nuqtaga ko‘rish trubasi avval doira o‘ng (Do'), ya'ni vertikal doira trubaga nisbatan o‘ng tomonda joylashgan holatida qaratilib, gorizontal doiradan Do' sanog‘i olinadi. Keyin truba zenit orqali aylantirilib, doira chap (DCH) holatida vizir o‘qi yana o‘sha nuqtaga qayta to‘g‘rilanadi va gorizontal doiradan D_{ch} sanog‘i olinadi. Kollimatsiya xatosi quyidagicha aniqlanadi:

$$(6.8)$$

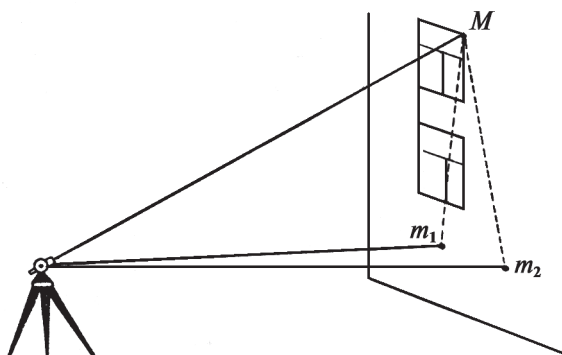
Agar kollimatsiya xatosining qiymati sanoq olish aniq-ligining ikkilanganidan, ya'ni $2'$ dan oshmasa, $T30$ uchun shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda alidadaning qaratish vinti yorda-mida gorizontal doirada $D_o' = D_{ch} - c$ sanog‘i qo‘yiladi. Shunda trubadan qaralganda kuzatilayotgan nuqta tasviri iplar to‘ri-ning kesishgan nuqtasidan chetlashgan bo‘ladi. Endi iplar to‘rining kesishgan nuqtasi iplar to‘ri diafragmasini tutib tur-gan tuzatgich vintlarning yonboshdagilari orqali surilib, kuzatilayotgan nuqta tasviri ustiga keltiriladi. Ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

$C = \frac{D_{ch} - D_o' + 180}{2}$ 3. Ko‘rish trubasining gorizontal aylanish o‘qi asbobning aylanish o‘qiga perpendikular bo‘lishi shart ($TT' \perp JJ'$). Shartni tekshirish uchun teodolit biron-bir bino devoridan 15–20 m masofada o‘rnatiladi va teodolitning vertikal aylanish o‘qi tik holatga keltiriladi. Devorda gorizontga nisbatan $25^\circ - 30^\circ$ burchak ostida ko‘rinadigan qilib M nuqta belgilab olinadi (6.20- shakl).

Ko‘rish trubasi shu nuqtaga vizir-lanadi, so‘ngra ko‘rish trubasi tax-minan gorizontal holatga kelguncha tushiriladi va devorda iplar to‘rining kesishgan nuqtasi proyeksiyasi m_1 qalam bilan belgilanadi. Keyin ko‘rish trubasi zenit orqali aylantirilib, alidada 180° ga buriladi. Ko‘rish trubasi yana o‘sha M nuqtaga vizirlanadi va av-valgidek truba gorizont sathigacha tushirilib, devorda iplar to‘rining



6.19-shakl.



6.20- shakl.

kesishgan nuqtasi proyeksiyasi m_2 belgilanadi. Agar m_1 va m_2 nuqtalar bir-birining ustiga tushsa yoki ularning oralig'i trubadan qaralganda iplar to'ridagi bissektor kengligining ikkilanganidan oshmasa, shart bajarilgan deb hisoblanadi. Aks holda trubaning aylanish o'qi 1' dan ortiq og'ish burchagiga ega bo'ladi. Bunday nozoslikni tuzatish uchun asbobni qismlarga ajratish kerak, shuning uchun bu ish asbob ishlab chiqarilgan zavodda yoki maxsus ixtisoslashtirilgan ustaxonalarda bartaraf etiladi.

4. Iplar to'ridan asosiy vertikal chiziq ko'rish trubasining aylanish o'qiga perpendikular bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun iplar to'ri vertikal chizig'ining bir uchi yaxshi ko'rinadigan nuqtaga vizirlanadi. Keyin trubaning qaratish vinti yordamida nuqta tasviri vertikal chiziqning ikkinchi uchiga suriladi. Agar nuqta tasviri asosiy vertikal chiziqda yotsa, shart saqlangan bo'ladi. Agarda nuqta tasviri asosiy vertikal chiziqdan chetlashgan bo'lsa, unda okular va obyektiv tirsaklarni biriktirib turgan vintlar bo'shatilib, okular tirsagi nuqta tasviri vertikal chiziqqa tushgunga qadar buraladi. Keyin bo'shatilgan vintlar mahkamlanib, tekshirish takrorlanadi. Bu yerda shu narsaga alohida e'tibor qilinishi kerakki, teodolitning va umuman, qolgan hamma geodezik asboblarning tekshirish va tuzatish ishlari qat'iy ko'rsatilgan ketma-ketlikda bajarilishi kerak.

6.8. Gorizontall burchaklarni o'lchash

Teodolit bilan gorizontall burchakni o'lchash uchun:

1. Dastlab teodolit o'lchanadigan burchak uchiga (nuqtaga) o'rnatiladi, markazlashtiriladi, aylanish o'qi vertikal

holatga keltiriladi va ko‘rish trubasini kuzatish uchun moslanadi.

2. Gorizontaal burchak o‘lchanadi; o‘lchash natijalari ishlab chiqiladi va o‘lchash natijasi tekshiriladi.

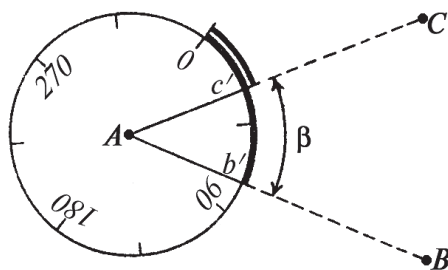
Gorizontaal burchaklarni o‘lchashda quyidagi usullar qo‘llaniladi: to‘la qabul usuli (bitta burchak o‘lchanadigan bo‘lsa), doiraviy qabullar usuli (bir nuqtadan chiqqan bir necha yo‘nalish orasidagi burchaklarni o‘lchashda) va takror o‘lchash usuli.

Qabullar usuli. Joydagi *BAC* burchakni (6.21- shakl) o‘lchash quyidagi tartibda bajariladi. Teodolit burchak uchi *A* nuqtaga o‘rnatiladi. Shtativ usti ko‘z bilan chamalab gorizontaal holatga keltirilib shtativ oyoqlarini bosib yerga mahkamlangach, o‘rnatgich vintni bo‘shatib teodolitni shtativ ustida surish bilan shovun *A* nuqta ustiga keltiradi. Keyin ko‘targich vintlar va alidadagi silindrli adilakdan foydalanib, asbob aylanish o‘qi vertikal holatga keltiriladi. Ko‘rish trubasini biron-bir yorqin fonga, masalan, osmonga qaratib okular halqachasini surish (burash) bilan iplar to‘ri ravshan holga keltiriladi va ko‘rish trubasi joydagi *B* nuqtaga qaratiladi; limb, alidada doiralari va ko‘rish trubasining vintlari mahkamlanadi. So‘ngra truba fokuslanib, alidada va truba qaratish vintlari yordamida iplar to‘rining markazi *B* nuqtaga aniq to‘g‘rilanadi va limbdan *b'* sanog‘i (6.21- shakl) olinib, maxsus jurnalga (6- jadval) yoziladi. Keyin truba va alidada bo‘shatilib, truba *C* nuqtaga vizirlanadi, yuqorida qayd qilingan ishlar takrorlanadi va yana libmning *c'* sanog‘i olinib jurnalga yoziladi. O‘lchanayotgan β burchak qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\beta = b' - c'.$$

Agar shu burchak teodolitning doira o‘ng (DO‘) vaziyatda, ya‘ni vertikal doira ko‘rish trubasiga nisbatan o‘ng tomonda turganda o‘lchangan bo‘lsa, bu birinchi yarim qabulni tashkil qiladi.

Natija to‘g‘riligiga qanoat hosil qilish uchun hamda asbobdagi kollimatsion va boshqa xatolar ta‘sirini kamaytirish uchun burchak ikkinchi yarim qabulda, ya‘ni teodolitning doira chap (DCH) vaziyatida ikkinchi marta o‘lchanadi. Buning uchun ko‘rish trubasini zenit orqali aylantirib, limbni bo‘shatib taxminan 90° ga buriladi va limb mahkamlangandan



6.21- shakl.

keyin β burchak yuqoridagi tartibda yana o'lchanadi. Burchak o'lchashning bu ikkita yarim qabuli (DO' va DCH) bitta to'la qabulni tashkil qiladi.

6- jadval

Asbob turgan nuqta	Kuzatila- yotgan nuqta	Limbdan olin- gan sanoqlar		Burchakning yarim qabuldagi qiymati		Burchakning oʻrtacha qiymati	
		0	1	0	1	0	1
DOʻ (doira oʻng)							
	1	250	38				
				155	03		
	3	95	35				
DCH (doira chap)							
2						155	02,5
	1	162	37				
				155	02		
	3	7	35				
DOʻ (doira oʻng)							
	2	191	15				
				125	39		
	4	65	36				
DCH (doira chap)							
3	2	289	52			125	39,5
				125	40		
	4	164	12				

Burchakning ikkala yarim qabulda aniqlangan qiymatlari solishtirib ko'riladi. Agar qiymatlar orasidagi farq sanoq olish aniqligining ikkilanganidan oshmasa, o'lchangan burchakning

o'rtacha uzil-kesil arifmetik qiymati hisoblab chiqariladi. Agarda burchakning ikki yarim qabuldagi qiymatlari sanoq olish aniqligining ikkilanganidan, masalan, $2T30II$ teodolit uchun $1'$ dan ko'pga farq qilsa, burchak qayta o'lchanadi.

Doiraviy qabullar usuli. Teodolit nuqta ustida o'rnatilib, soat mili yo'nalishi bo'yicha birin-ketin hamma nuqtalarga ko'rish trubasi qaratiladi, limb doirasidan sanoqlar olinib yoziladi. Bunda limb doirasining qo'zg'almay turganini nazorat qilish uchun oxirida qarash trubasi yana qayta boshlang'ich nuqtaga qaratiladi (shunda limbdagi sanoq dastlabki olingan sanoqqa teng chiqishi kerak). Bu o'lchashlar birinchi yarim qabul (masalan, DO') ni tashkil qiladi. Ikkinchi yarim qabulda (DCH) ko'rish trubasi zenit orqali aylantirilib soat mili yo'nalishiga teskari yo'nalishda yana o'sha nuqtalarga birin-ketin qaratilib sanoqlar olib yoziladi. Ikkala yarim qabullar to'la bir qabulni tashkil qiladi. O'lchashning talab qilingan aniqligiga qarab stansiyada bunday qabullar soni har xil bo'lishi mumkin. Qabullar orasida limb doirasi holati $180^\circ/n$ qiymatga o'zgartib olinadi, bu yerda n — qabullar soni.

Takrorlash usulida burchakni o'lchash. Bu usulda burchakni o'lchashning mohiyati o'lchanayotgan burchakni limbdan ketma-ket bir necha marta o'lchab qo'yishdan iborat. Bunda sanoqlar ikki marta — o'lchashning boshida va oxirida olinadi. Natijada o'lchangan burchak aniqligiga sanoq olish xatosining ta'siri kamayadi.

O'lchash quyidagicha bajariladi. Asbobning burchak uchi A ga (6.21- shakl) o'rnatib, limb doirasida sanoqni 0° ga yaqin o'rnatib, alidada mahkamlanadi. Keyin limbni bo'shatib, chapdagi C nuqtaga qaratiladi va c sanog'i olinadi. Alidadani bo'shatib, o'ng nuqta B ga qaratiladi va limbdan nazorat sanoq olinadi. Bunda o'lchanayotgan burchakning taxminiy qiymati aniqlanadi. Keyin limbni bo'shatib chap nuqtaga qaratiladi, limb mahkamlanadi, lekin sanoq olinmay alidada bo'shatiladi, aylantirib yana o'ng nuqtaga qaratiladi va b sanog'i olinadi. Ushbu burchakni necha marta takrorlab o'lchash rejalangan bo'lsa, shuncha marta takrorlanadi va o'lchangan burchak yakuniy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\beta = \frac{b - c}{n} , \quad (6.9)$$

bu yerda: b — o'ng nuqtaga (B) qarab olingan sanoq; c — chap nuqtaga (C) qarab olingan sanoq; n — limbda burchak qiymatini qo'yishdagi takrorlash soni. Amalda n qiymati uchdan kam bo'lmaydi.

6.9. Gorizontol burchakni o'lchash aniqligi

Gorizontol burchakni texnik teodolitlar bilan o'lchash aniqligiga, asosan, asbobning xatolari, trubani vizirlash, teodolitni nuqta ustiga o'rnatish (markazlash), kuzatilayotgan nuqtalarga vexalarni o'rnatish va limbdan sanoq olish xatolari ta'sir qiladi.

Zamonaviy teodolitlarda yuqorida keltirilgan asbob xatolari qiymatini asbobni sinchiklab tekshirish va uni tuzatish hamda o'lchashni to'g'ri tashkil qilish bilan kamaytirish mumkin. Masalan, ko'rish trubasining vizirlash xatosi (6.4) formula bo'yicha, agar $V = 20''$ bo'lsa, $\pm 3''$ ga teng bo'ladi. Asbob sinchiklab markazlashtirilsa, vexalar to'g'ri o'rnatilsa va burchak tomonlari kalta bo'lishiga yo'l qo'yilmasa, markazlashtirish va vexani o'rnatish xatosi kichik qiymatni tashkil qiladi. Asbobdan sanoq olish xatosi sanoq olish moslamasi aniqligining yarmiga teng deb qabul qilinadi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$m_0 = \pm \frac{t}{2}, \quad (6.10)$$

bu yerda: t — sanoq moslamasidan sanoq olish aniqligi.

Masalan, 2T30П teodoliti uchun $t = 30''$ ga teng, shunda $m_0 = 15''$ bo'ladi. Demak, limbdan sanoq olishdagi xatolar o'lchash aniqligiga asosiy ta'sir ko'rsatadi. Burchakni o'lchashda nuqtaga qaratib limbdan $m_0 = t/2$ o'rta kvadratik xato bilan sanoq olinsa, uni o'lchanayotgan burchak yo'nalishi xatosiga qabul qilish (boshqa xatolar kichikligi uchun ularni hisobga olinmasa) mumkin. O'lchangan burchak ikki yo'nalish sanoqlarining ayirmasiga teng bo'lgani uchun uning xatosi quyidagini tashkil qiladi:

$$\dots \quad (6.11)$$

Shunda to'la bir qabulda (DO' va DCH yarim qabullarda) o'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_{\beta} = \frac{t}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{t}{2}. \quad (6.12)$$

Bu o'lchashning chekli xatosi esa:

$$(6.13)$$

Ikkita yarim qabulda o'lchangan burchak qiymatlari orasidagi farqning o'rta kvadratik xatosi

$$m_d = m_{\beta} \sqrt{2} = \frac{t}{2} \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = t$$

bo'ladi.

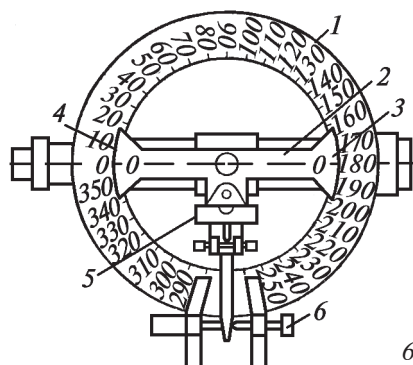
Bu holda chekli xatoga ayirma o'rta kvadratik xatosining ikkilangani olinadi:

$$m_{d \text{ chekli}} = 2m_d = \pm 2t. \quad (6.14)$$

Shunday qilib, ikkita yarim qabulda o'lchangan burchak qiymatlari orasidagi farq sanoq olish moslamasi aniqligining ikkilanganidan oshmasligi kerak.

$$m_{\beta \text{ chekli}} = 3m_{\beta} = 3 \frac{t}{2} = \pm 1,5t. \quad \mathbf{6.10. \text{ Vertikal burchaklarni o'lchash}}$$

Vertikal burchaklar (joydagi chiziqlarning og'ish burchaklari) teodolitning vertikal doirasi yordamida o'lchanadi. Vertikal doira limbi (1) (6.22- shakl) trubaning aylanish o'qi bilan bitta qilib mahkamlangan va u bilan birga aylanadi. Alidada (2) ham trubaning aylanish o'qida joylashgan, lekin bu o'q bilan birga mahkamlanmagani uchun truba aylanganda u qo'zg'almay turadi. Alidada sanoq olish moslamasida ikkita verner (3,4) va silindrli adilak (5) bor. Adilak vernerlar 0 indeksini tutashtiruvchi chiziqni gorizontga (gorizontal tekislikka) nisbatan ma'lum holatga keltirish uchun xizmat qiladi. Adilak pufakchasini shkala o'rtasiga keltirish uchun qaratish vinti (6) xizmat qiladi. T30, 2T30, 2T30Π tipidagi teodolitlar vertikal doirasida adilak o'rnatilmagan. Uning vazifasini gorizont doira alidadasiga o'rnatilgan va vertikal doira tekisligiga parallel o'rnatilgan silindrli adilak bajaradi. Vertikal burchakni o'lchashda trubani nuqtaga vizirlab sanoq olishdan oldin adilak pufakchasini aniq o'rtaga keltiradi.



6.22- shakl.

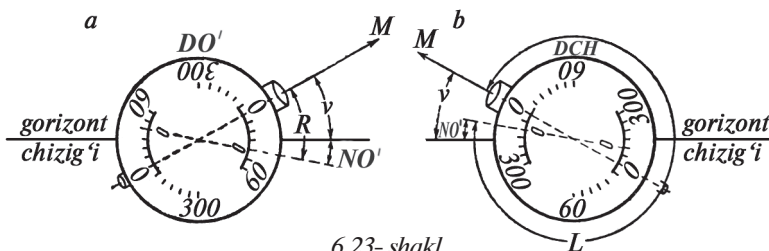
Texnik teodolitlarda vertikal doira limbi 0° dan 360° gacha bo'linib, soat mili yo'nalishi bo'yicha oshib boradigan (TT—5) va teskari yo'nalishda oshib boradigan (T30) raqamlar bilan yozilgan. Bunda diametr 0 va 180° nuqtalari truba vizir o'qiga parallel qilib o'rnatilgan va truba bilan birga aylanadi. Vertikal burchaklar qiymatini hisoblash oson bo'lishi uchun quyidagi shart qo'yiladi: trubaning vizir o'qi va alidadagi adilak o'qi gorizont holatni egallaganda alidada nol indeksleri (bo'laklari) limbning nol bo'laklari (0° va 180°) bilan to'g'ri kelishi kerak. Amalda bu shart bajarilmasligi ham mumkin.

Trubaning vizir o'qi gorizont holatda, alidadagi adilak pufakchasi esa o'rtada joylashganda vertikal doiradan olingan sanoqqa vertikal doiraning nol o'rni (NO') deyiladi. Vertikal burchak quyidagicha o'lchanadi: ko'rish trubasini DO' da joydagi biron-bir M nuqtaga qaratib, adilak pufakchasi o'rta keltiriladi va vertikal doiradan R sanoq olinadi (6.23- a shakl).

Shu shakldan ko'rinishicha:

$$\nu = R - NO', \quad (6.15)$$

bu yerda: ν — vertikal burchak; R — doira o'ng sanog'i; NO' — vertikal doira nol o'rni.



6.23- shakl.

DCH holatiga truba yana o'sha M nuqtasiga qaratilib, adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi va L sanog'i olinadi (6.23- b shakl).

Shunda vertikal burchak quyidagiga teng:

$$\nu = 360^\circ - L + NO'$$

yoki

$$\nu = NO' - L. \quad (6.16)$$

(6.15) va (6.16) tenglamalarni NO' va ν larga nisbatan yechib topamiz:

$$(6.17)$$

$$\nu = \frac{R - L}{2}. \quad (6.18)$$

Vertikal burchak va NO' qiymatlarini (6.15.), (6.16), (6.17), va (6.18) formulalar bo'yicha hisoblashda 0° dan 60° gacha bo'lgan sanoqlarga 360° qo'shib olinadi. T30 teodolitida vertikal doira bo'laklari soat mili yo'liga qarshi yo'nalishda raqamlar bilan yozilgan va sanoq doirani faqat bir tomonidan olinadi, shuning uchun ν va NO' qiymatlari quyidagi formulalar bo'yi-

$$NO' = \frac{R + L - 180}{2};$$

$$\nu = \frac{R - L - 180^\circ}{2}; \quad (6.19)$$

$$(6.20)$$

$$\nu = NO' - R - 180^\circ. \quad (6.21)$$

$$\nu = L - NO'. \quad (6.22)$$

Bu formulalar bo'yicha hisoblashda 90° dan kichik bo'lgan R , L va NO' qiymatlariga 360° qo'shiladi. 2T30Π (2T30) teodolitida vertikal doiraning $0^\circ - 180^\circ$ diametri truba vizir o'qiga parallel joylashgan va 0° belgilangan tomoni gradus bo'laklarga bo'linib, 0° dan -75° gacha soat mili yo'li bo'yicha, 0° dan $+75^\circ$ gacha teskari yo'nalishda raqamlar bilan belgilangan. 2T30Π vertikal doirasidan sanoq olish tartibi 6.17- b shaklda keltirilgan. Sanoq B indeksi bilan belgilangan shkaladan olinadi. Bu yerda -2 vertikal doira limbining gradus bo'lagi

sanog'i minus ishorali bo'lgani uchun minutlar qismi shkalani — 0 dan — 6 ga qarab olinadi. Shunga ko'ra shkaladan 5 ta butun bo'lak va keyingi to'la bo'lmagan bo'lakni chamalab 0,3 hissasini, ya'ni jami 5,3 bo'lakni olib, bir bo'lak qiymati 5' ga ko'paytirsak, $5,3 \times 5' = 26,5'$ chiqadi, yakuniy sanoq — $2^{\circ}26,5'$ ga teng bo'ladi. Limbning gradus bo'lagi sanog'i musbat ishoraga ega bo'lsa, minutlar shkalani 0 dan 6 raqamga qarab olinadi. Bu teodolitda o'lchangan v qiymati quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$NO' = (L + R)/2; \quad (6.23)$$

$$v = NO' - R; \quad (6.24)$$

$$V = L - NO'. \quad (6.25)$$

Bir to'liq qabul bilan o'lchangan vertikal burchaklarning qiymati to'g'riligiga har gal aniqlangan NO' doimiyligi dalolat beradi. Bunda NO' qiymatining kattaligi ahamiyatga ega emas. Biroq relyefni syomka qilish paytida nisbiy balandlikni aniqlash uchun vertikal burchaklar (qiyalik burchaklari), odatda, *DCH* holatida o'lchanadi va (6.25) formulani yechishni osonlashtirish uchun NO' nolga teng qilib olinishi yoki 2' dan oshmasligi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Bunday shartni amalga oshirish uchun uzoqdagi yaxshi ko'rinadigan ikkita yoki uchta nuqta to'liq qabulda kuzatilib, har gal NO' aniqlanadi. Agar NO' ning topilgan qiymatlari o'rtachasi noldan 2' gacha farq qilsa, shart qanoatlantirilgan hisoblanadi. Aks holda ko'rish trubasini *DCH* holatida oxirgi nuqtaga qaratib olingan L sanog'ining tuzatilgan qiymati $L_{tuz.} = L + NO'$ vertikal doirada hosil bo'lguncha trubaning qaratish vinti buraladi. Shunda trubaga qaralganda kuzaatilayotgan nuqta tasviri iplar to'ri kesishgan nuqtasidan vertikal chiziq bo'yicha siljigan bo'ladi. Iplar to'ri diafragmasini tutib turgan tuzatgich vintlarning yuqoridagisi va pastdagisi buralib, iplar to'rning kesishgan nuqtasi kuzatilayotgan nuqta tasviri ustiga tushiriladi.

Tekshirish uchun NO' qiymati yangidan aniqlanadi.

Teodolitlarda vertikal doiraning nol o'rnini nolga teng qilib olinsa, vertikal burchaklarni hisoblash oson bo'ladi. Bunda *DCH* holatda olingan sanoqning o'zi (6.25) formulaga ko'ra vertikal burchak qiymatiga teng bo'ladi, ya'ni: $v = L$.

CHIZIQLARNI JOYDA O'LCHASH

7.1. Chiziqlarni bevosita o'lchash qurollari

Joydagi ikki nuqta orasidagi masofani bevosita hamda vositali o'lchash mumkin. Masofalarni bevosita o'lchashda turli mexanik o'lchash asboblari ishlatiladi, chunonchi, po'lat lenta, po'lat ruletka, yumshoq materialdan ishlangan (masalan, fibreglasdan) ruletka, tros va invardan yasalgan o'lchov simlari. Masofa o'lchash o'lchov asbobini o'lchanayotgan chiziq ustida ketma-ket qo'yib chiqishdan iborat. Asbobni qo'yish sonini uning uzunligiga ko'paytirib, yakuniy natija topiladi. O'lchash asbobining haqiqiy uzunligi uning nominal (loyiha) qiymatidan birmuncha farq qiladi.

Bunga har xil omillar, chunonchi, asbob bo'laklarini belgilashdagi xato, asbobni tayyorlashdagi havo harorati bilan chiziq o'lchash vaqtidagi harorat farqi, asbobni har xil kuch bilan tarang tortish va boshqalar sabab bo'ladi.

Amaliy ishlarda ko'proq po'latdan yasalgan o'lchov lentari qo'llaniladi, uning eni 10—15 mm, qalinligi 0,4—0,6 mm va uzunligi 20 m bo'ladi. Uzunligi 24,30,50 m li lentalar ham bo'ladi. Lentaning haqiqiy uzunligi, odatda, nominal uzunlikdan (20 m) farq qiladi. Shuning uchun avval ishlatiladigan lentaning haqiqiy uzunligi aniqlanadi.

Bu ishchi lenta uzunligini etalon lenta uzunligi bilan taqqoslash (komparirlash) orqali bajariladi. Komparirlash maxsus komparatorlarda bajariladi, ular statsionar va dala komparatorlariga bo'linadi. Oddiy sharoitda ishchi lenta bilan etalon lenta uzunliklarini quyidagicha taqqoslash mumkin. Tekis joyda yoki binoning polida ishchi va etalon lentalarni yonma-yon yotqizib, nolinchi shtrixlari tutashtiriladi, keyin ularni bir xil kuch bilan tarang tortiladi va millimetrli chizg'ich bilan lentalarning ikkinchi uchidagi shtrixlarining farqi Δl o'lchanadi. Bu Δl qiymatiga **komparirlash tuzatmasi** deyiladi.

Agar ishchi lentaning haqiqiy uzunligini l , etalon lenta uzunligini l_0 desak, unda ishchi lenta uzunligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$l = l_0 \pm \Delta l. \quad (7.1)$$

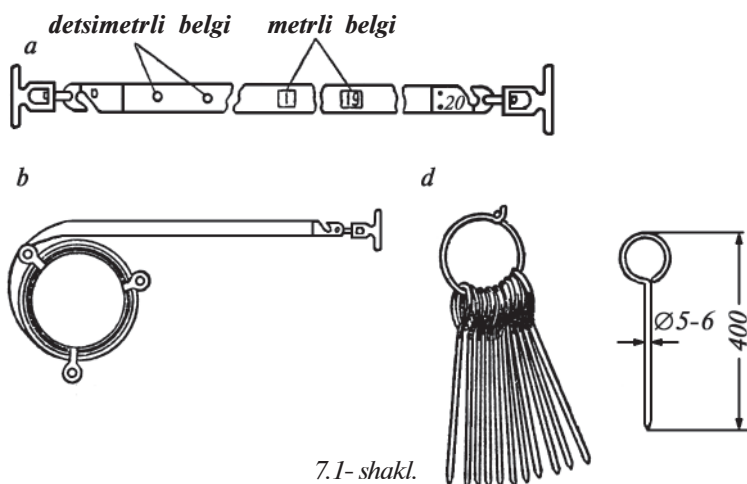
Amalda ko'p ishlatiladigan o'lchov asboblarning tavsifi quyidagi 7- jadvalda keltirilgan.

7- jadval

O'lchov asboblarning turlari	O'lchov asboblarning nomi	Uzunligi, m	Eni qalinligi, mm	O'lchashning me'yoriy nisbiy xatosi
ЛЗ	Shtrixli yer o'lchov lentasi	20; 24; 50	10÷15 0,4÷0,5	1:1 500
ЛЭШ	Shkalali yer o'lchov lentasi	20; 24; 50	10÷15 0,4÷0,5	1:2 000
ЛТ	Yer o'lchov trosi	50; 100	2	1:1 000
PK	Krestovinada o'ralgan ruletka	30; 50; 100	10÷12 0,20÷0,25	1:2 000
PC	Po'lat reletka	10; 20; 30; 50	101÷2 0,16÷0,22	1:2 000- 1:5 000
БП	Osma bazis asbobi (invar sim)	24	1; 1,5	1:1 000 000
Invar sim — harorat ta'siridan juda kichik kengayish (uzayish) koeffitsiyentiga ega bo'lgan nikel bilan temir eritmasi.				

ЛЗ tipidagi shtrixli lenta — po'lat tasmadan iborat bo'lib, ikki uchida doirasimon qiya ilmoq shaklidagi kesik metall plastinka o'rnatilgan (7.1- *a* shakl); kesiklar eni shpilkalarning diametriga teng. Ularning markazi qarshisida lenta bo'ylama o'qiga perpendikular holda o'lchash shkalasining boshini va oxirini ko'rsatuvchi shtrixlar o'yib tushirilgan va tegishli 0 va 20 raqamlar bilan belgilangan. Bu yerda 20 po'lat lentaning nominal uzunligini bildiradi.

ЛЗ shtrixli lenta komplektiga quyidagilar kiradi: lenta (7.1- *a* shakl), lentani o'rash uchun metall halqa (7.1- *b* shakl) va 6 yoki 11 ta shpilkalar komplekti (7.1- *d* shakl). Masofa chiziq stvori bo'yicha lentani ketma-ket qo'yib chiqib o'lchanadi. Har bir qo'yishda o'lchov lentasining boshi va oxirini belgilash uchun uni ilgaklari orqali yerga shpilkalar sanchiladi.



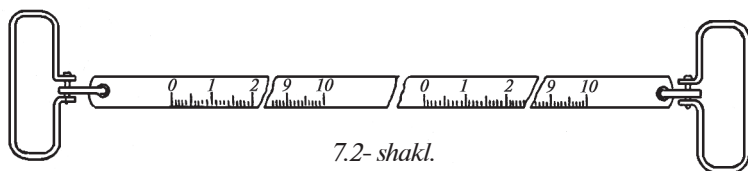
7.1- shakl.

IIIII shkalali lenta — faqat ikki uchida uzunligi 10–15 sm bo‘lgan kesimlari sm va mm bo‘laklarga bo‘lingan (7.2-shakl). Boshqa bo‘laklar tushirilmagan. Shkaladan ko‘z bilan chamalab 0,5 mm aniqlikda sanoq olinadi. Lentaning nominal uzunligi lentadagi shkalalar nol indeksleri orasidagi uzunlik hisoblanadi. IIIII lenta bilan masofa chiziq stvori bo‘ylab lentani qo‘yib chiqilib o‘lchanadi. Bunda yerga sanchilgan ingichka shpilka to‘g‘risidagi shkala bo‘yicha sanoq olinadi. Lentaning orqadagi va oldingi shkalalaridan O_r va O_l sanoqlar bir vaqtda olinadi, 10 sm dan ortiq qoldiq ruletka bilan o‘lchanadi.

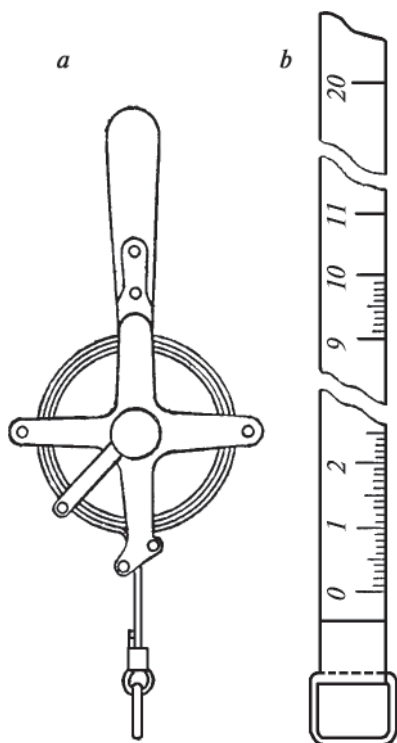
JIT yer o‘lchash trosi — diametri 2 mm ga teng 7 tolali po‘lat sim bo‘lib, plastmassa qobiqda yasalgan. U halqa shaklidagi metall belbog‘chalar bilan 1 metrli bo‘laklarga bo‘lingan va g‘altakka o‘ralgan bo‘ladi.

Chiziq o‘lchashda tros yerga yozib qo‘yiladi va 1 metrdan kichik bo‘lgan qoldiq ko‘z bilan chamalab 0,1 m aniqlikda baholanadi.

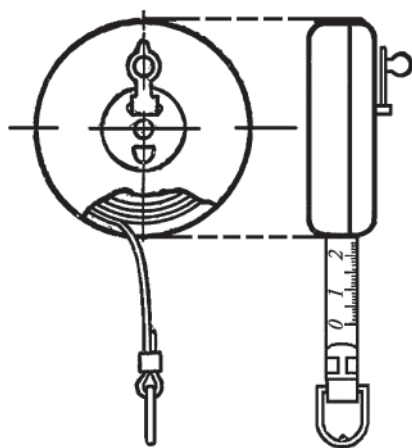
PK ruletkasi — krestovina barabanga o‘ralgan po‘lat tasmadan iborat (7.3- shakl). Ruletkaning birinchi detsimetri mm bo‘laklarga, qolganlari esa sm bo‘laklarga bo‘lingan.



7.2- shakl.



7.3- shakl.



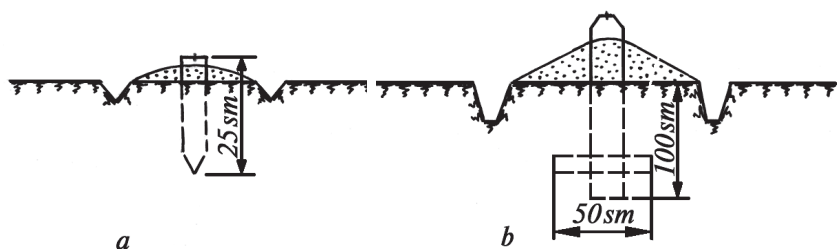
7.4- shakl.

Ruletkada uzunligidan oshmaydigan uzunlikdagi chiziqlarni o'lchash va joyga ko'chirishda yuqori aniqlikni ta'minlash mumkin.

PC ruletkasi — metall g'ilofda joylashtirilgan g'altakka o'ralgan po'lat tasma (lenta) dan iborat. Ruletkada shkalasi boshidan oxirigicha mm bo'laklarga bo'lingan va har sm da raqamlar bilan yozilgan (7.4- shakl).

7.2. Chiziqni o'lchashga tayyorlash

Joyda har qanday chiziqni o'lchashdan avval u o'lchashga tayyorlanadi, chunonchi, chiziq uchlari joyda mahkamlanadi, ular belgilanadi. Chiziq uchi nuqtalari o'rni joyda chiziq vazifasiga, saqlanish muddatiga va joy sharoitiga qarab turlicha mahkamlanadi. Oddiy hollarda nuqtalar joyda yog'och qoziqlar (3×25 sm) bilan mahkamlanib, atrofiga uchburchak, to'rtburchak yoki doira shaklida ariqcha qaziladi va chiqqan tuprog'i qoziq atrofida o'yib qo'yiladi (7.5- a shakl).



7.5- shakl.

Agar nuqta muhim ahamiyatga ega bo‘lib, uzoq muddatga saqlanishi kerak bo‘lsa, yog‘och ustun (7.5- *b* shakl), metall parchasi yoki temir-beton plitasi bilan mahkamlanadi.

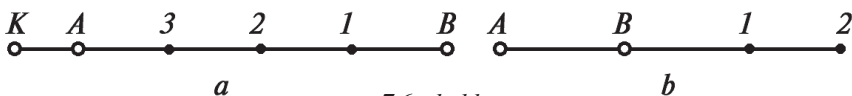
Nuqtalarni bir-biridan ko‘rinishini ta‘minlash uchun ular belgilar — vexa deb ataluvchi maxsus tayoqlar bilan belgilanadi. Vexa — uzunligi 2;3 va 4 m, yo‘g‘onligi 3—4 sm bo‘lgan, uzunasi bo‘ylab 5 santimetrli bo‘laklarga bo‘linib, oq-qora rangga bo‘yalgan va bir uchiga temir nayza qoplangan tayoq. Joydagi to‘g‘ri chiziq uning ikkala uchida o‘rnatilgan vexalar bilan belgilanadi. Tekis joydagi uzunligi 100 m dan ortiq chiziqni o‘lchash uchun uni ikkala uchida o‘rnatilgan vexalar oralig‘ida qo‘shimcha vexalar (masalan, har 50 metrdan) o‘rnatib chiqiladi, bunga chiziq olish deyiladi.

Tepalik va jarliklar orqali o‘tgan chiziqlar har 20—50 m da qo‘shimcha vexalar bilan belgilab chiqiladi.

Berilgan ikki nuqta orasida chiziq olish va berilgan ikki nuqta orasidagi chiziqni davom ettirish usullari mavjud.

Birinchisida berilgan *A* va *B* nuqtalar (7.6- shakl) orasida chiziq olish kerak bo‘lsin.

Kuzatuvchi o‘z yordamchisini *B* nuqtasidan taxminan 100 m da joylashgan 1- nuqta tomon yuboradi, o‘zi esa *A* nuqtasidan 10—20 m da joylashgan *K* nuqtasida turadi. Shundan keyin u o‘z yordamchisiga qo‘lidagi vexani 1- nuqtada chapga yoki o‘ngga surib, *A* va *B* nuqtalardagi vexalar uni to‘smaguncha surishga ko‘rsatma beradi. Keyin yordamchi boshqa bir vexa bilan 2- nuqtaga o‘tadi va oldingiga o‘xshab ko‘rsatmaga binoan u vexani ham o‘rnatadi va hokazo. Bu usulga «o‘ziga» qarab chiziq olish ham deyiladi. Berilgan ikki nuqta *A* va *B* (7.6- *b* shakl) orasidagi chiziqni davom ettirish uchun kuzatuvchi *AB* chizig‘ining davomiga o‘tib, *A* va *B* nuqtalarda o‘rnatilgan vexalar bo‘yicha 100 m chamasi masofada 1- vexani



7.6- shakl.

shunday oʻrnatadiki, u A va B nuqtalardagi vexalarni toʻssin, keyin 2- vexani xuddi shunday oʻrnatadi va hokazo.

7.3. Poʻlat lenta bilan chiziqni oʻlchash

Lenta bilan joyda chiziqni oʻlchash uchun ikki kishi kerak boʻladi. Oʻlchash lenta va 6 ta yoki 11 ta shpilkalar komplekti bilan bajariladi. Oʻlchashni boshlashda lentaning birinchi (0 indeksi bilan belgilangan) uchi va 1 dona shpilka orqadagi oʻlchovchida, lentaning ikkinchi uchi va 5 ta shpilka oldingi oʻlchovchining qoʻlida boʻladi. Orqadagi oʻlchovchi lenta uchidagi qiya ilgakni qoʻlidagi shpilkaga ilib, uni chiziqning bosh nuqtasida yerga qadab tutadi, oldingi oʻlchovchi lentani oʻlchanadigan chiziq yoʻnalishi boʻyicha qoʻyadi. Keyin orqadagi oʻlchovchi koʻrsatmasi boʻyicha oldingisi lentani chiziqda toʻgʻri yotqizib tarang tortadi va shu turishda lenta uchidagi qiya ilgakdan shpilkani oʻtqazib, yerga qadaydi. Keyin orqadagi oʻlchovchi yerga qadalgan shpilkasini olib, oldingisi esa sanchilgan shpilkani qoldirib oldinga qarab yurishadi; orqadagi oʻlchovchi lenta uchini oldingi oʻlchovchi qoldirgan shpilkaga iladi va oʻlchash yuqoridagi kabi davom ettiriladi.

Oldingi oʻlchovchi qadab ketgan shpilkalarni orqadagi oʻlchovchi yigʻib boradi. Orqadagi oʻlchovchi qoʻlida 5 ta shpilka yigʻilganda, oʻlchangan masofa 100 m ga teng boʻladi. Keyin orqadagi oʻlchovchi qoʻlidagi yigʻilgan 5 ta shpilkani oldingi oʻlchovchiga uzatadi. Chiziq oxiridagi eng keyingi qadalgan shpilka bilan chiziq oxirgi uchi orasidagi lenta uzunligidan kalta boʻlgan qoldiq r oxirida oʻlchanadi.

Shunda oʻlchangan chiziq uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$D = nl_0 + r \text{ yoki } D = n \cdot 20 + r, \quad (7.2)$$

bu yerda: n – chiziqda lentaning qoʻyilish soni;

l_0 – lentaning nominal uzunligi (20 m);

r – qoldiq (20 metrdan kam).

Agar ishchi lentaning haqiqiy uzunligi nominal uzunlikdan farq qilsa, bunda (7.1) formulani e'tiborga olib, chiziq uzunligini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$D = n(l_0 \pm \Delta l) + r. \quad (7.3)$$

O'lchash natijasini nazorat qilish uchun har bir chiziq ikki marta — to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchanadi.

Ikkala o'lchash natijalari bir-biri bilan teng chiqsa yoki farqi belgilangan qiymatdan oshmasa, o'lchash to'g'ri, aks holda chiziq qayta yana bir marta o'lchanadi.

Lentada chiziq o'lchash oddiy bo'lishiga qaramay ko'pincha qo'pol xatolarga yo'l qo'yiladi. Qo'pol xatolar, masalan, 20 m ga teng xatolar shpilkalarni birinchi o'lchovchi ikkinchisiga uzatishda ular sonini noto'g'ri hisoblashdan yoki shpilkalarni yo'qotishdan kelib chiqadi. Lentada joylashtirilgan metr yozuvlaridan noto'g'ri sanoq olish oqibatida bir necha metr xatoga yo'l qo'yish mumkin. Lentaning ikki tomoni (yuzi) da metr yozuvlari qarama-qarshi uchlaridan boshlanadi. Masalan, bir yuzida 9 m yozuvi joylashgan bo'lsa, uning teskari tomonida 11 m yozuvi to'g'ri keladi. Shuning uchun qoldiqlarni o'lchashda e'tibor bilan metr yozuvlarini hisoblash kerak.

7.4. Po'lat lenta bilan chiziqni o'lchash aniqligi

O'lchanadigan chiziqning boshlang'ich va oxirgi nuqtalarini tushashtiruvchi to'g'ri chiziqdan har bir qo'yilgan lenta og'ib borib yakuniy natijani oshirib yuboradi, chunki to'g'ri chiziq o'rniga siniq chiziqlardan iborat chiziq o'lchanadi.

Chiziq o'lchash aniqligiga lentani komparirlash xatosi, havo harorati va boshqalar ham ta'sir etadi.

Bulardan tashqari o'lchash aniqligiga joyning notekisligi va tuproq qoplaminig yumshoqligi ham katta ta'sir etadi. Tekis va tuproqli qattiq joyda chiziqlar notekis va yumshoq tuproqli joylarga qaraganda ancha aniq o'lchanadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, yuqorida ko'rib chiqilgan xatolardan o'lchash aniqligiga eng katta ta'sir etuvchisi bo'lib bu joy relyefi va tuproq sharoiti hisoblanadi.

Bu ko'rsatkichlar bo'yicha joy uch toifaga bo'linadi:

1- toifa — o'lash uchun eng qulay joy (tekis, tuprog'i qattiq);

2- toifa — o'lash uchun o'rtacha sharoitdagi joy (relyefi birmuncha notekis, tuprog'i nisbatan bo'sh);

3- toifa — o'lash uchun noqulay joy (tepa va jarliklar bilan kesilgan, tuprog'i juda bo'sh).

Joyda po'lat lenta bilan chiziqlarni o'lashning ko'p yillik tajribasi natijalariga tayanib, uning quyidagi chekli nisbiy xatosi belgilangan:

1- toifali joyda 1:3 000;

2- toifali joyda 1:2 000;

3- toifali joyda 1:1 000 dan oshmasligi kerak.

Amalda chiziq o'lash aniqligini tekshirib borish uchun har bir chiziq eng kamida ikki marta o'lanadi (to'g'ri va teskari yo'nalishlarda).

Agar natijalar farqi katta chiqsa, demak qo'pol xatoga yo'l qo'yilgan bo'ladi. Ikki o'lash natijalarining yo'l qo'yarli farqini bilish uchun yuqorida keltirilgan nisbiy xatolar chekidan foydalaniladi.

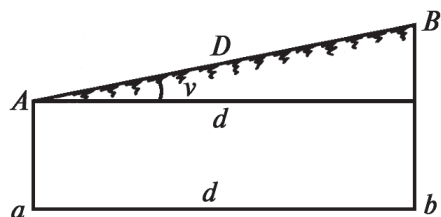
Masalan, biror-bir chiziq ikki marta o'lanib, 318, 75 m va 318,64 m qiymatlar topilgan bo'lsin. O'lash, masalan, o'rta sharoitdagi (2- toifa) joyda bajarilgan bo'lsa, nisbiy xatosi 1:2000 dan oshmasligi kerak. Bizning misolda o'lchangan chiziqning yaxlit qiymati 319 m uchun $319:2000=0,16$ m ni topamiz. Natijalarning farqi esa $318,75-318,64=0,11$ m ni tashkil qiladi va u yo'l qo'yarli nisbiy xatodan kichik, ya'ni $0,11<0,16$.

Demak, ikkala o'lash ham qoniqarli bajarilgan va yakuniy natija qilib, ularning arifmetik o'rta qiymatini olamiz: $(318,75+318,64):2=318,70$ m.

7.5. Lentada o'lchangan qiya chiziqning gorizontal quyilishini aniqlash

Plan va kartalarni tuzish texnologiyasi joyda o'lchangan qiya chiziqlardan ularni gorizontal quyilishiga o'tishni talab qiladi.

Joyda AB qiya chiziq (7.7- shakl) o'lchangan bo'lsin. Ushbu chiziqning A nuqtasidan o'tuvchi gorizontal chiziqqa nisbatan og'ish burchagi ν ni tashkil qiladi. Chiziqning gorizontal



7.7- shakl.

quyilishi d ga teng. Agar AB chiziqning uzunligi D lenta bilan, ν burchagi teodolit bilan o'lchansa, ular orqali d qiymatini topish uchun 7.7- shakldan yozamiz:

$$d = D \cos \nu. \quad (7.5)$$

Bu formula bo'yicha hisoblash kalkulyatorda osongina bajariladi.

Misol: $D = 156,70$ m; $\nu = 4^\circ 51'$ ga teng bo'lsa, (7.5) formula bo'yicha topamiz:

$$d = 156,70 \cdot \cos 4^\circ 51' = 156,15 \text{ m.}$$

Amalda ko'pincha o'lchangan qiya chiziq uchun tuzatma ΔD hisoblanadi:

$$\Delta D = D - d. \quad (7.6)$$

(7.6) ga (7.5) ni qo'yib topamiz:

$$\Delta D = D - d = D - D \cos \nu = D (1 - \cos \nu) \quad (7.7)$$

yoki keltirish formulasiga asosan yozamiz:

$$\Delta D = -2D \sin^2 \frac{\nu}{2}. \quad (7.8)$$

(7.8) formula bo'yicha hisoblangan qiymat (7.6) formulaga ko'ra o'lchangan qiymatdan ayriladi, yoki (7.8) ni

$$\Delta D = -2D \sin^2 \frac{\nu}{2} \quad (7.9)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Yuqorida olingan misolni (7.9) formula bo'yicha yechib topamiz:

$$\Delta D = -2 \cdot 156,70 \sin^2 \frac{4^\circ 51'}{2} = -0,55 \text{ m.},$$

(7.6) formuladan yakuniy topamiz

$$d = D - \Delta D = 156,70 - 0,55 = 156,15 \text{ m.}$$

Chiziq uzunligini o'lchash bilan bir vaqtda uning og'ish burchagini ham o'lchab boriladi. Buning uchun teodolitning vertikal doirasidan foydalaniladi. Burchak qiymati kichik ($1^\circ - 15^\circ$) bo'lsa, uni oddiy moslama — eklimetrda o'lchash ham kifoya. (4.1) ga qarang.

7.6. Optik dalnomer

Masofani optik dalnomerlar bilan aniqlash parallaktik burchagi φ va uning qarshisida yotgan b tomoni (7.8- shakl) ma'lum bo'lgan teng yoqli parallaktik uchburchakni yechishga asoslangan.

Parallaktik burchak, odatda, kichik (1° dan oshmaydi), bazis tomoni b uzunligi 1—3 m orasida, o'lchanadigan masofa D esa yuzlab metrga yetadi.

OAB uchburchakdan, bissektrisa D ni bazis b ga perpendikular deb hisoblab, yozamiz:

$$(7.10)$$

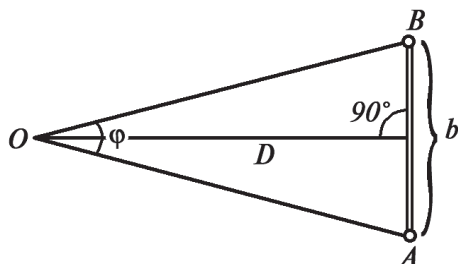
yoki burchak φ kichik bo'lgani uchun:

$$D = \frac{b}{2} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} = \frac{bp}{\varphi}, \quad (7.11)$$

bu yerda: p — radian ($p = 206265''$):

(7.11) formuladagi qaysi bir element o'lchanishiga qarab dalnomerlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- doimiy pallaktik burchakli dalnomer;
- doimiy bazisli dalnomer;
- o'zgaruvchan burchakli va o'zgaruvchan bazisli dalnomer.



7.8- shakl.

Ipli dálnomerlar. Ular doimiy parallaktik burchakli va o'zgaruvchan bazisli dálnomerlar turiga kiradi.

Ichki fokuslanuvchi trubalarda bu nuqta iplar to'ri bilan obyektiv oraliq'ida joylashadi.

Ipli dalnomer nazariyasini kepler trubasining optik chizmasida ko'rib chiqish qulaydir.

D masofani (7.9- shakl) o'lchash uchun dalnomer shunday o'rnatiladiki, asbobning (masalan, teodolitni) aylanish o'qi JJ' vertikal bo'lib, 1- nuqta ustidan o'tsin.

Oxirgi 2- nuqtaga reyka tik o‘rnatiladi.

Agar O_1O_2 chizig'i gorizontaal holatda bo'lsa, tik o'ratilgan reyka unga perpendikular bo'lishi kerak.



Shakldan o'lganadigan masofa D quyidagiga teng:

$$D = E + f + \delta, \quad (7.12)$$

bu yerda: E — obyektiv oldingi fokusidan reykagacha masofa;

f — obyektivning oldingi fokus masofasi;

δ — obyektivdan asbob aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Dalnomer shtrixlaridagi b va a nuqtalarni reykaga nurlar orqali proyeksiyalasak, reykada b_2 va a_2 nuqtalar hosil bo'ladi (bunda nurlar obyektivning oldingi fokus nuqtasidan o'tishi kerak). Obyektiv oldingi fokusidan dalnomer shtrixlarini ko'rish burchagi φ o'zgarmas, chunki p va f qiymatlar doimiydir. Shuni hisobga olib $F_1 a_1 b_1$ va $F_1 a_2 b_2$ o'xshash uchbur-chaklardan yozamiz:

$$\frac{p}{f} = \frac{b}{E}, \quad (7.13)$$

bu yerdan:

$$E = b \frac{f}{p}. \quad (7.14)$$

(7.14.) formuladan $\frac{f}{p} = K$ deb belgilab, (7.12) formulaga

qo'yib yozamiz:

$$D = Kb + f + \delta, \quad (7.15)$$

yoki $f + \delta = c$ bilan belgilasak, (7.15) ni quyidagicha yozamiz:

$$D = Kb + c, \quad (7.16)$$

bu yerda: K — ipli dalnomer koeffitsiyenti;

c — dalnomer doimiy qo'shiluvchisi.

Ko'pincha K qiymatini 100 ga teng qilib olinadi.

Odatda bazis b qiymatini dalnomer reykasi bo'laklari n orqali ifodalanadi. U reykadan olinadigan sanoqlar a_2 va b_2 orqali quyidagicha topiladi:

$$n = a_2 - b_2. \quad (7.17)$$

Shunda formula (7.16) quyidagicha yoziladi:

$$D = Kn + c = 100n + c. \quad (7.18)$$

c qiymati ichki fokuslanuvchi trubalarda 0,1 m ga teng va uni hisobga olmasa ham bo‘ladi.

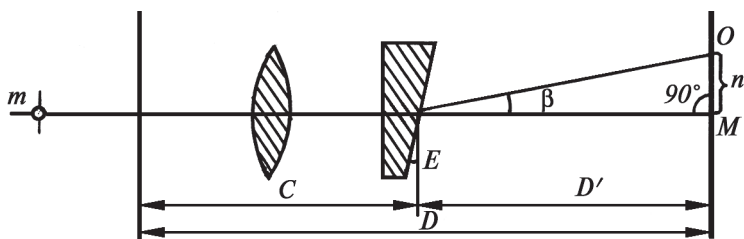
Notekis relyefli joyda vizirlash o‘qi tik o‘rnatilgan reykaqa perpendikular bo‘lmasligi uchun u joy qiyaligi burchagi ν qiymatiga teng qiya o‘rnatilishi kerak bo‘ladi. Amalda reyka tik o‘rnatiladi va dalnomerda o‘lchangan qiya masofa D ga ΔD tuzatmasi kiritiladi, u quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\Delta D = D \sin^2 \nu. \quad (7.19)$$

Shunda gorizonttal masofa $d = D - \Delta D$ bo‘ladi.

ΔD og‘ish burchagi 3° gacha bo‘lsa, kichik qiymatga ega bo‘ladi. Masalan, $\nu = 2^\circ$ va $D = 100$ m bo‘lsa, $\Delta D = 0,15$ m ga teng. Ipli dalnomerlarning afzalligi — tuzilishi sodda, masofa o‘lchash tez va oson bajariladi; kamchiligi — o‘lchash aniqligi nisbatan past va 1:100—1:300 ni tashkil qiladi.

Ikkilangan tasvirli kompensatorli dalnomer doimiy parallaktik burchakli va o‘zgaruvchan bazisli dalnomerdir. Unda ko‘rish nuri optik prizma — pona yordamida vizirlash o‘qiga nisbatan β burchagiga (7.10- shakl) o‘zgartiriladi. Prizmani sindirish koeffitsiyenti va sinish β burchagining shunday qiymatini tanlab olinadiki, dalnomer koeffitsiyenti $K = \operatorname{ctg} \beta = 100$ bo‘lsin (buning uchun $\beta = 0^\circ 34' 22,6''$ bo‘lishi kerak).



7.10- shakl.

Optik pona truba obyektivni yarmini berkitadigan qilib uning oldiga o‘rnatiladi. Bunda iplar to‘rining markazidan chiqqan nurlardan biri obyektivning ochiq qismidan o‘tib, reykaning M nuqtada kesadi (7.10- shakl), ikkinchisi esa pona orqali o‘tib, β burchagiga o‘zgarib, reykaning O nuqtada kesadi.

Reykaning M va O nuqtalaridan obyektivning ochiq va yopiq qismlari orqali keluvchi nurlar, truba ko‘rish maydonida biri ikkinchisining ustida joylashgan va bir-biriga nisbatan siljigan

reykaning bo'laklari ikkilangan tasvirini hosil qiladi. Gorizontol o'rnatilgan reykaning ikkilangan tasviri bo'yicha olingan sanoqlar ayirmasi n orqali masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$D = Kn + c = 100n + c. \quad (7.20)$$

Ikkilangan tasvirli dalnomerda masofa o'lchash aniqligi ipli dalnomerga qaraganda 10—15 marobata yuqoridir. Bunday dalnomerlarga $\Delta-2$, $\Delta HP-5$, $\Delta H-8$ dalnomerlar kiradi. Konstruksiya bo'yicha bu dalnomerlar ikki ko'rinishda: mustaqil alohida asbob sifatida ($\Delta-2$) va ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladigan ko'rinishda ($\Delta H-8$, $\Delta HP-5$) chiqariladi. Masofalar gorizontol reyka ($\Delta-2$, $\Delta H-8$) va vertikal reyka ($\Delta HP-5$) lar bilan o'lchanadi. O'lchanadigan masofa 40—400 m ($\Delta-2$); 20—120 m ($\Delta HP-5$); 5—700 m ($\Delta H-8$); o'lchash aniqligi har 100 m ga tegishli 2; 5; 8 sm ni tashkil qiladi.

7.7. Elektron dalnomerlar haqida umumiy ma'lumot

Foydalaniladigan elektromagnit to'lqinlar ko'rinishiga qarab dalnomerlar yorug'lik va radiodalnomerlarga bo'linadi. Ular bilan chiziq o'lchash elektromagnit to'lqinlarini o'lchayotgan masofadan o'tish vaqtini aniqlashga asoslangan.

Tebranihlarni tarqatish xususiyatiga qarab yorug'lik va radiodalnomerlar impulsli va fazaliga bo'linadi. Hamma elektron dalnomerlarda bir xil prinsipdagi blok-chizma qabul qilingan: dalnomer ikkita asosiy qismdan tashkil topadi — uzatkich va qabul qilgich, bitta blokda joylashgan, u boshlang'ich nuqtada o'rnatiladi, qaytargich esa chiziqning oxirgi nuqtasida o'rnatiladi.

Uzatgich — qabul qilgichning vazifasi elektromagnit to'lqinlarini qaytargich tomonga yuborish, qaytarilgan elektromagnit to'lqinlarni qabul qilish uzatgich — qaytargich — qabul qilgich yo'lida to'lqinlar tarqalishi vaqtini o'lchashdan iborat. Qaytargich yuborilgan elektromagnit to'lqinlarini teskari yo'nalishda qaytaradi.

Dalnomerning ushbu ishlash prinsipiga asosan o'lchangan masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$D = \frac{1}{2} v \tau. \quad (7.21)$$

Bu yerda: v — o'lchash davomida elektromagnit to'liqlarining havoda tarqalish tezligi; τ — elektromagnit to'liqlar $2D$ masofani o'tishi uchun sarflangan vaqt.

Tezlik v ni aniqlash uchun quyidagi bog'lanishdan foydalaniladi:

$$v = \frac{c}{n}, \quad (7.22)$$

bu yerda: c — elektromagnit to'liqlarining vakuumda tarqalish tezligi, hozir u $299792,5 \pm 0,4$ km/s; n — havoning sindirish ko'rsatkichi (havo zichligiga bog'liq).

Amalda n qiymatini topish uchun chiziqli o'lchash bilan birga chiziqli bo'ylab havoning harorati, bosimi va namligi o'lchanishi kerak.

Impulsli dalnomer. Impulsli dalnomer masofani aniq o'lchashni ta'minlay olmaydi, lekin o'lchashni tezkorlik bilan bajarish imkonini beradi.

Odatda impulsli dalnomerlardan lokator sifatida foydalaniladi. Ular aniqligi past bo'lgani sababli geodezik o'lchash ishlarida kam qo'llaniladi. Bunday dalnomerlardan eng aniqlari aerofotosyomkada qo'llanadi va syomka davomida samolyot uchish balandligini o'lchash vazifasini bajaradi. Radiobalandlik o'lchagich PBTД impulsli radiodalnomer bo'lib, unda qaytargich vazifasini yerning tabiiy sirti (yuzasi) bajaradi. Aerofotosyomkani bajarishda u bilan balandlik o'lchash aniqligi tekis hududlarda 1—2 m ni, tog'li hududlarda esa 2 m ni tashkil qiladi.

Fazali dalnomer. Bunday dalnomerning ishlash mohiyati va uning chizmasi 7.11- shaklda tasvirlangan. Uzatgich so'nmaydigan f chastotali elektromagnit tebranishni qaytargichga qarab uzluksiz tarqatadi, uni bir qismi shu zahoti qabul qilgichning fazometriga tushadi. Qolgan qismi quvvat qaytargichgacha borib yana orqaga qaytib, t vaqt davomida qabul qilgichning fazometriga tushadi. Tebranish chastotasi f ma'lum bo'lganda vaqt τ ni aniqlash tebranish davrining butun sonlari N va davr qoldig'i Δ ni aniqlashdan iborat bo'ladi. Δ qiymatiga «faza siklining domeri» deyiladi.

Fazali dalnomerlarda faqat Δ ni bevosita o'lchash imkoniyati yaratiladi yoki masalan, chastota f ni o'zgartirib, Δ ni ayrim qiymatlarga: $\Delta = 0$; $\Delta = 1/4$; $\Delta = 1/2$ tebranish davrining

hissasiga tenglashtirib olinadi. Shunga binoan masofani hisoblash asosiy formulasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$D = \frac{v}{2}(N + \Delta) \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{2}(N + \Delta), \quad (7.23)$$

bu yerda: $\lambda = v/f$ —elektromagnit tebranish to‘lqinining uzunligi.

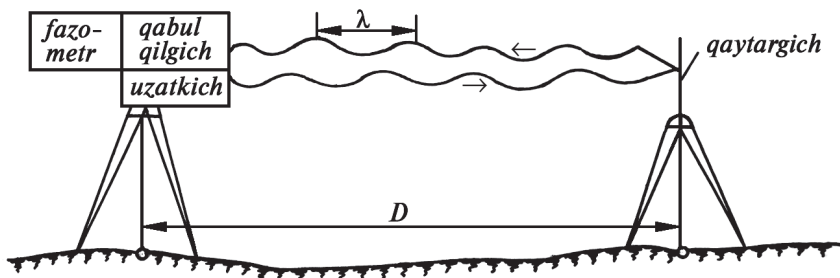
Fazali dalnomerlar afzalligi Δ qiymatini yuqori aniqlikda, tebranish davrining 1:1 000—1:1 500 hissasiga teng, o‘lchashdan iborat.

Hozirgi zamon fazali dalnomerlarda elektromagnit tebranish chastotasi $f = 10^8$ Gs, tebranish davri $T = 10^{-8}$ c, vaqtini o‘lchash aniqligi $m_\tau = 10^{-11}$ c ni tashkil qiladi. m_τ vaqt davomida elektromagnit tebranishlar havoda 3 mm ga yaqin masofani bosib o‘tadi.

Shunday qilib, fazali dalnomerlar masofani mm aniqlikda o‘lchash imkonini beradi.

(7.23) formuladagi N har qanday butun son qiymatiga ega bo‘lishi mumkin, bu esa formulani yechishda noaniqlikka olib keladi. Masalani yechish uchun bir tekis chastota usuli va belgilangan chastota usuli qo‘llaniladi. Bu usullardan qaysi biri qo‘llanilganiga qarab dalnomerning konstruktiv chizmasi va texnik ko‘rsatkichlari ma‘lum darajada o‘zgaradi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan dalnomerlarda uzatgich va qabul qilgich moslamalari bir blokda joylashgan va u chiziqli boshi nuqtasida markazlashtiriladi, qaytargich esa chiziqli oxirgi uchida o‘rnatiladi. Ularda τ qiymatini o‘lchash ikki usulda bajariladi: bevosita impulsli deb ataluvchi elektron sekund o‘lchagich va bilvosita, modullashtirib qaytargichga yuborilgan nur oqimi bilan, undan qaytgani fazasi bo‘yicha solishtirish orqali.



7.11- shakl.

Elektron dalnomerlar bo'yicha qabul qilingan standartga asosan ular aniqligi va vazifasiga qarab 3 guruhga bo'lingan: Γ , Π va T guruhlar, ularning tavsifi 8- jadvalda keltirilgan.

8- jadval

Yorug'lik dalnomerlar guruhi	Koeffitsiyentlar qiymati		Masofa o'lchash chegaralari, km	
	α , mm	β , mm	quyi	yuqori
Γ	5;10	1; 2	0,5	15-20
Π	0,3; 0,5; 1; 2	0,5; 1; 2; 3	0,002	0,1-3
T	5; 10		0,002	1-15

Γ va Π guruhlariga kiruvchi dalnomerlar davlat geodezik tarmoqlarini barpo etishda va amaliy geodezik ishlarda qo'llanadi. T guruhi esa zichlash tarmoqlarini barpo etish va topografik ishlarda ishlatiladi.

Ular bilan masofa o'lchashning o'rta kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m_D = a + bD10^{-6}. \quad (7.24)$$

Bu yerda: a va b — koeffitsiyentlar (qiymatlari 8- jadvalda berilgan);

D — o'lchanadigan masofa, mm.

Dalnomerlar nomidagi belgilar quyidagi ma'nolarni bildiradi:

C — asbob nomidagi bosh harfi (C — svetodalnomer); Γ , Π va T — guruh belgilari; H — ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladi (H — nasadka); keltirilgan raqam esa o'lchanadigan masofaning eng yuqori qiymatini bildiradi.

Misol: C Γ -20 belgida Γ guruhidagi yorug'lik dalnomer (svetodalnomer), 20 km gacha masofani o'lchashga mo'ljallangan: CT-15H belgida T guruhidagi yorug'lik dalnomeri, o'lchanadigan masofa 15 km gacha, ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladi; C Π -02 belgida Π guruhiga kiradigan yorug'lik dalnomeri, 2 km gacha masofa o'lchashga yaroqli.

Dalnomerlarni loyihalab ishlab chiqaradigan yetakchi davlatlar — AQSH, Germaniya, Rossiya, Shveytsariya, Shveysiya, Angliya va Yaponiya hisoblanadi.

G guruhdagi dalnomerlarda yorug'lik tarqatish manbai bo'lib quvvati 2—10 mVt bo'lgan geliy-neon gaz lazerlari xizmat qiladi. Ularga misol qilib, «Koyfel va Esser» (AQSH) firmasining Reydjmater; «AGA Geotroniks» (Shvetsiya) firmasining geodimetrlari 8 va 600; Rossiyaning «Kvars» va «Granat» yorug'lik dalnomerlarini ko'rsatish mumkin. Amaliy geodezik ishlarida qo'llanadigan (P guruhi) dalnomerlarga MA 100 «Tellurometr» (Angliya); MCDIM, CΠO3 (Rossiya) kiradi.

T guruhiga kiradigan dalnomerlar: 2CM-2, CM-5, «Blesk» CM-2 (Rossiya); Bitl «Presiji interneyshl» (AQSH); Eldi 2 «Opton» (Germaniya); 100, 112, 14 A, 120 geodimetrlar, «AGA Geotronika» (Shvetsiya); SD-6 «Tellurometr» (Angliya)lardir.

NIVELIRLASH

8.1. Nivelirlashning mohiyati va turlari

Nivelirlash geodezik ishlarning bir turidir. U bilan yerning tabiiy (fizik) yuzasida joylashgan nuqtalarning bir-biriga nisbatan balandligi (nisbiy balandligi) o'lchanadi, bunda nuqtalarning boshlang'ich deb qabul qilingan sathiy yuzadan balandligi aniqlanadi. Nivelirlash bilan joy relyefining shakllarini o'rganish va ularni plan va kartalarda tasvirlash hamda har xil bino va inshootlarni loyihalash, qurishda zarur bo'lgan nuqtalar balandligini va ular farqini aniqlash ishlari bajariladi. Nivelirlashning quyidagi turlari mavjud.

Geometrik nivelirlash geodezik asbob — nivelir bilan hosil qilinadigan gorizontall vizirlash nuri yordamida bajariladi. Shuningdek, bunday gorizontall vizirlash nurini trubasida silindrlil adillak mavjud bo'lgan geodezik asboblal — teodolit (6.6 ga qaralsin) hamda kipregel (13.1) yordamida ham hosil qilish mumkin.

Trigonometrik nivelirlash geodezik asbob — teodolit-taxometr yordamida hosil qilinadigan qiya nur yordamida bajariladi. Bu nivelirlash ikki nuqta orasida chiziqning og'ish burchagi va masofasini o'lchash bilan amalga oshiriladi.

Fizik nivelirlash gidrostatik, barometrik va aeroradio nivelirlashlarga bo'linadi.

Gidrostatik nivelirlash o'zaro ulangan shisha naychalardagi suyuqlik erkin sathining har doim bir xil balandlikni egallash xususiyatidan foydalanib, nuqtalarga o'rnatilgan shisha naychalar orqali bajariladi.

Barometrik nivelirlashda nuqtalarga o'rnatilgan barometrlar ko'rsatkichi bo'yicha ulardagi atmosfera bosimining qiymatlari o'lchanib, bosim farqi orqali nisbiy balandlik hisoblanadi.

Aeronivelirlash ishlari radiobalandlikni o'lchash va statoskop bilan uchib ketayotgan samolyotning yer sirtidan balandligini aniqlash orqali bajariladi.

Stereofotogrammetrik nivelirlash joyning ikkita bir xil aerosuratini stereometr, stereokomparator va shularga o'xshash maxsus asboblarda relyef modelini hosil qilib, undan nisbiy balandlikni o'lchab olish bilan amalga oshiriladi.

Avtomatik nivelirlash joyning biron-bir yo'nalishi bo'yicha profilini maxsus nivelir-avtomat deb alatuvcchi asbobjda chizib, profildan nuqtalar nisbiy balandligini aniqlab olishga asoslangan.

8.2. Geometrik nivelirlash usullari

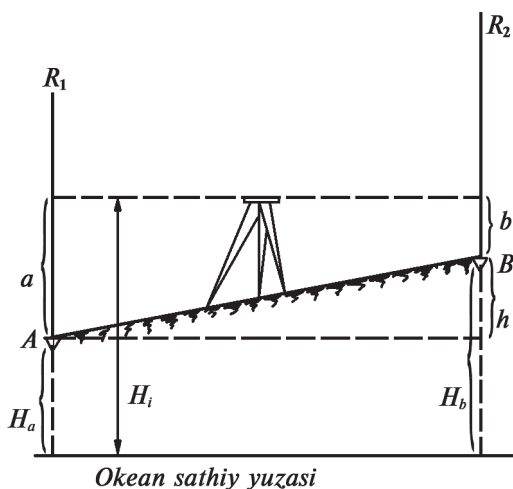
Geometrik nivelirlashning ikki usuli mavjud:

1. O'rtadan nivelirlash.
2. Oldinga nivelirlash.

1. O'rtadan nivelirlash. Joyda olingan ikki nuqta orasidagi nisbiy balandlik h ni o'lchash uchun nivelir asbobi A va B nuqtalar orasida ulardan bir xil masofada, ishchi holatga keltirib o'rnatiladi (8.1- shakl). Bunda nivelir nuqtalarni tutash-tiruvchi chiziq ustida o'rnatilishi shart emas. A va B nuqtalarda vertikal holatda reykalar o'rnatiladi (reyka shkalasining nol yozuvi yerga qo'yib o'rnatiladi). Nivelirning ko'rish trubasi navbati bilan R_1 va R_2 reykalarga qaratilib, a va b sanoqlari olinadi.

8.1- shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$a = h + b, \quad (8.1)$$



8.1- shakl.

bundan:

$$h = a - b, \quad (8.2)$$

bu yerda: a va b — orqadagi va oldingi reykalardan olingan sanoqlar.

Nivelirlash A nuqtadan boshlab B nuqta yoʻnalishi boʻylab olib borilishi uchun A orqadagi, B oldingi nuqta hisoblanadi. Shunday qilib, nisbiy balandlik orqadagi va oldingi reykalardan olingan sanoqlar ayirmasiga teng. Agar $a > b$ boʻlsa, nisbiy balandlik musbat $a < b$ boʻlsa, manfiy ishorali boʻladi.

2. Oldinga nivelirlash. Nisbiy balandlikni oldinga nivelirlash usulida oʻlchash uchun nivelir asbobi shunday oʻrnatiladiki, uning okulari A nuqtasidan oʻtuvchi shovun yoʻnalishiga toʻgʻri kelsin (8.2- shakl), B nuqtasida esa reyka oʻrnatiladi.

Nivelir ishchi holatiga keltiriladi, reyka yoki ruletka bilan asbob balandligi i oʻlchanadi, truba reykaqa qaratilib, undan b sanogʻi olinadi. Shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$i = h + b, \quad (8.3)$$

bundan:

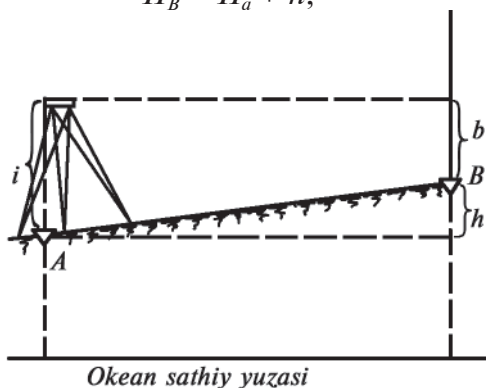
$$h = i - b, \quad (8.4)$$

yaʼni, nisbiy balandlik asbob balandligidan reykanan olingan sanoqning ayirmasiga tengdir.

Nivelirlash natijasidan foydalanib, A nuqtasining balandligi H_a boʻyicha B nuqtasining balandligi H_b oʻlchangan nisbiy balandlik yoki asbob gorizonti orqali hisoblanishi mumkin.

8.1- shaklga asosan A nuqtasining balandligi H_a va nisbiy balandlik h orqali B nuqtasi balandligi H_b quyidagicha topiladi:

$$H_B = H_a + h, \quad (8.5)$$



8.2- shakl.

ya'ni, oldingi nuqtaning balandligi orqadagi nuqta balandligiga nisbiy balandlikni algebraik qo'shilganiga teng. B nuqtasining balandligi H_B asbob gorizonti orqali quyidagicha hisoblanadi (8.1- shaklga asosan):

$$H_B = H_i - b, \quad (8.6)$$

bu yerda: H_i — asbob gorizonti bo'lib, u quyidagiga teng:

$$H_i = H_a + a. \quad (8.7)$$

Nuqtalar balandligini asbob gorizonti orqali hisoblash, masalan, yerlarni vertikal tekislashda bir necha nuqtalar loyiha belgisini bir stansiyadan (nivelir o'rnatilgan joy) turib joyga ko'chirishda qulaylik tug'diradi. Yuqorida ko'rib chiqilgan ikki nuqtani bir stansiyadan nivelirlash oddiy nivelirlash deyiladi. Agar nivelirlanadigan ikki nuqta orasidagi masofa katta bo'lsa, nivelirlash uchun u bir nechta bo'laklarga bo'linib, har biri alohida nivelirlab chiqilsa, unga **ketma-ket** nivelirlash deyiladi.

8.3. Ketma-ket geometrik nivelirlash

Ketma-ket geometrik nivelirlashda nivelirlanadigan AC chizig'i (8.3- shakl) bo'laklarga bo'linadi va har bir bo'lak alohida stansiyadan nivelirlanadi. Nivelirni birinchi stansiya K_1 da o'rnatib, 1-nuqtaning A nuqtasiga nisbatan nisbiy balandligi o'lchanadi:

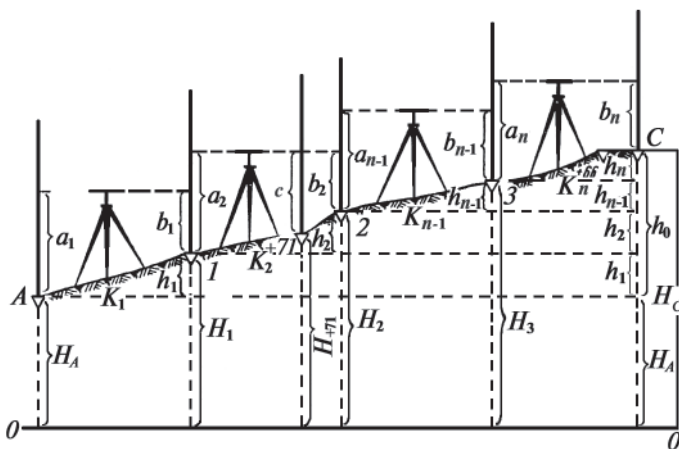
$$h_1 = a_1 - b_1. \quad (8.8)$$

Keyin nivelir va reyklar ketma-ket olib o'tilib, xuddi shu tarzda 1 va 2; 2 va 3 va hokazo nuqtalarning nisbiy balandligi $h_2, h_{n-1}, \dots, h_n$ o'lchanadi. Agar nivelirlash n ta stansiyada bajarilgan bo'lsa, umumiy nisbiy balandlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$h_0 = h_1 + h_2 + h_{n-1} + \dots + h_n = \sum_1^n h. \quad (8.9)$$

yoki:

$$(8.10)$$



8.3-shakl.

ya'ni, oxirgi nuqta C ning boshlang'ich A ga nisbatan nisbiy balandligi orqadagi reyka bo'yicha sanoqlar yig'indisidan oldingi reyka sanoqlari yig'indisining ayirmasiga teng.

Agar nivelirlash oxirgi nuqtaning balandligi H_C ni aniqlash maqsadida bajarilgan bo'lsa, boshlang'ich nuqta balandligi H_A dan foydalanib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$H_C = H_A + h_0. \quad (8.11)$$

$H_1 = H_A + h_1$
 $H_2 = H_1 + h_2$
 $\dots$
 $\dots$
 $\dots$

Nivelirlash AC chizig'ining bo'ylama profilini tuzish maqsadida bajarilsa, unda 1, 2, ... nuqtalar balandligini ham hisoblashga to'g'ri keladi, ya'ni:

$$(8.12)$$

Bu formuladan ko'rinishicha, 1, 2, ... nuqtalar orqali nivelir yo'lida balandliklar ketma-ket uzatiladi va ular **bog'lovchi nuqtalar** deyiladi.

Amaliy ishlarda bog'lovchi nuqtalar ko'pincha belgilangan bir xil masofalar (100, 40, 20 m) da olinadi va shuning uchun ular har doim ham joy relyefining past-baland nuqtalariga to'g'ri kelavermaydi. Relyefni batafsil tasvirlash uchun bu nuqtalar balandligini ham topishga to'g'ri keladi. Bunday nuqtalarga oraliq yoki plyus nuqtalari deyiladi va ular orqadagi

eng yaqin bog'lovchi nuqtadan boshlab o'lchangan masofa bilan belgilanadi (8.3- shaklda K_2 va K_n stansiyalaridagi +71 va +66 nuqtalar).

Oraliq nuqtalarning balandligi tegishli stansiyada hisoblanadigan asbob gorizonti orqali topiladi. Masalan, +71 nuqta uchun (8.6) va (8.7) formulalarga asosan balandlik quyidagicha hisoblanadi:

$$(8.13)$$

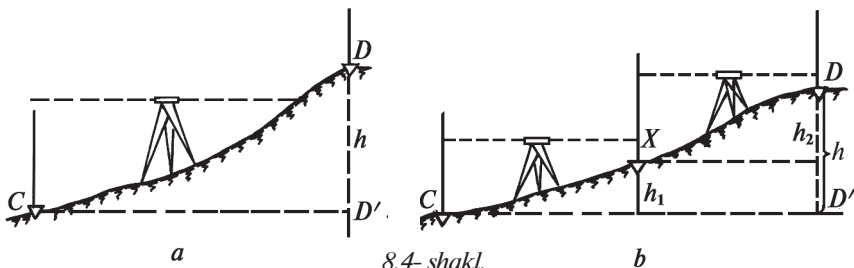
bu yerda: c — oraliq nuqtasida o'rnatilgan reykadan olingan sanoq.

Tik qiya joylarni nivelirlashda ikki qo'shni bog'lovchi nuqtalarni bir stansiyadan nivelirlashning imkoni bo'lmay qoladi (8.4- *a* shakl).

Masalan, gorizontaal nur reyka ustidan o'tishi mumkin. Bunday holda orada x nuqta deb ataluvchi qo'shimcha bog'lovchi nuqta olinadi (8.4- *b* shakl). Ungacha bo'lgan masofa o'lchanmaydi. Shakldan ko'rinishicha, o'lchash kerak bo'lgan umumiy nisbiy balandlik h alohida-alohida o'lchangan nisbiy balandliklar (h_1 va h_2) yig'indisiga teng. Qiyalikning katta-kichikligiga qarab ikki bog'lovchi nuqta orasida bitta yoki bir nechta x nuqtalari olinishi mumkin.

Ketma-ket nivelirlashda natijani tekshirib borish uchun har bir stansiyada reykalarning qora va qizil tomonlari bo'yicha yoki reykalarning bir tomoni va asbobning ikki gorizontida nivelirlash bajariladi.

Nivelirlash natijalari maxsus jurnalga yozib boriladi. Bir stansiyada sanoqlar olib bo'lingandan keyin nisbiy balandlik hisoblanadi. Buning uchun orqadagi reykadan olingan sanoqdan oldingi reykadan olingan sanoq ayrilishi kerak. Demak, bunda nisbiy balandlik ikki marta: qora tomondan



8.4- shakl.

olingan sanoqlar va qizil tomondan olingan sanoqlar bo'yicha aniqlanadi. Nisbiy balandlikning ikkala qiymati orasidagi farq 4 mm dan oshmasligi kerak. Bunga stansiyadagi tekshirish deyiladi. Agar shart bajarilsa, bu nisbiy balandlikning o'rtacha qiymati hisoblanadi va nivelir bilan keyingi stansiyaga ko'chib o'tiladi. Aks holda, stansiyada nivelirlash ishlari qaytadan amalga oshiriladi.

8.4. Geometrik nivalirlashga yer egriligi va refratsiyaning ta'siri

Yuqorida (8.1) ko'rib o'tilgan geometrik nivelirlashning nazariyasida sathiy yuzani tekis yuza deb, trubaga tushuvchi nur esa to'g'ri chiziq bo'yicha o'tadi deyilgan edi.

Amalda sathiy yuza tekislikka mos kelmaydi, vizir nur esa havo qatlamining zichligi har xil bo'lgani tufayli sinib to'g'ri chiziqdan og'adi.

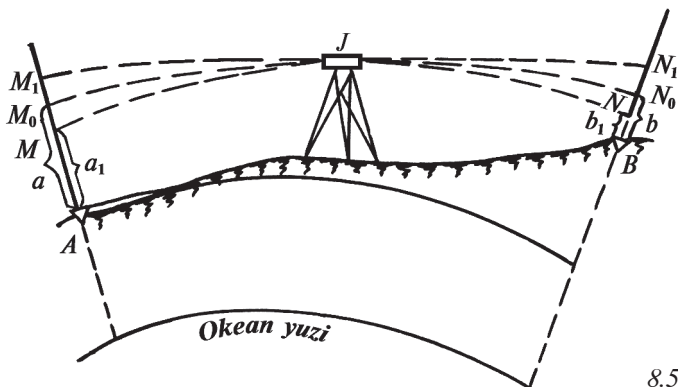
8.5- shakldan vizir chizig'i MJN sathiy yuzaga parallel bo'lgan holda A va B nuqtalari orasidagi nisbiy balandlik h quyidagiga teng:

$$h = a_1 - b_1. \quad (8.14)$$

Vizir chiziq J nuqtasida egri chiziqqa urinma bo'lib o'tganda, reykalardan olingan sanoqlar AM_1 va BN_1 ga teng bo'ladi va bu holda nisbiy balandlik h quyidagicha topiladi:

$$h = (a_1 + MM_1) - (b_1 + NN_1), \quad (8.15)$$

bu yerda: $MM_1 = k_1$; $NN_1 = k_2$; — yer egriligi uchun tuzatmalar bo'ladi.



8.5- shakl.

Haqiqatda yorug'lik nuri faqat havoning bir xil muhitida to'g'ri chiziq ko'rinishda tarqaladi.

Tabiatda havo qatlamlari yer yuziga yaqin joyda nisbatan zichroq joylashadi va shunga ko'ra nivelir trubasiga reykanan yetib kelayotgan nur yo'lda havoning har xil qatlamlarini kesib o'tishiga to'g'ri keladi. Natijada M_1JN_1 vizirlash nuri (8.5-shakl) M_0JN_0 egri chiziq bo'yicha yo'naladi va $MM_1 = k_1$ va $NN_1 = k_2$ qiymatlari $M_0M_1 = r_1$ va $N_0N_1 = r_2$ refraksiya uchun tuzatma qiymatlariga kamayadi. Shunga ko'ra reykalar bo'yicha haqiqiy sanoqlar quyidagiga teng bo'ladi:

$$\begin{cases} a = a_1 + k_1 - r_1 \\ b = b_1 + k_2 - r_2 \end{cases} \quad (8.16)$$

Yer egriligi va refraksiya qo'shma tuzatmasini $f_1 = k_1 - r_1$ va $f_2 = k_2 - r_2$ bilan belgilab, (8.16) dan quyidagini yozamiz:

$$\begin{cases} a_1 = a - f_1 \\ b_1 = b - f_2 \end{cases} \quad (8.17)$$

bu yerda: f_1, f_2 — yer egriligi va refraksiya uchun qo'shma tuzatma.

Topilgan a_1 va b_1 qiymatlarni (8.14) formulaga qo'yib topamiz:

$$h = (a - f_1) - (b - f_2), \quad (8.18)$$

yoki:

$$h = (a - b) - (f_1 - f_2). \quad (8.19)$$

Yer egriligi uchun o'lchangan balandlikka tuzatma quyidagiga teng:

$$\Delta h = k = \frac{d^2}{2R}, \quad (8.20)$$

bu yerda: d — nivelirdan reykgacha masofa; R — Yerning radiusi.

Refraksiya egrisi R_1 radiusga ega aylananing yoyi deb faraz qilib, (8.20) ga o'xshash refraksiya tuzatmasi uchun yozamiz:

$$r = \frac{d^2}{2R_1}. \quad (8.21)$$

Refraksiya egrisining radiusi havo harorati, namligi, bosimi va boshqalarga bog'liq bo'lib, uni aniq ifodalab

bo'lmaydi. Yerning egrilik radiusi R ni refraksiya egriligining radiusi R_1 ga nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$K = \frac{R}{R_1}. \quad (8.22)$$

Bu nisbatga yerning sindirish koeffitsiyenti deyiladi va u 0,16 ga teng deb qabul qilingan.

(8.22) formuladan R_1 qiymatini (8.21) ga qo'yib topamiz:

$$r = 0,16 \frac{d^2}{2R}. \quad (8.23)$$

(8.20) va (8.23) lardan yer egriligi va refraksiya uchun umumiy tuzatma quyidagiga teng:

$$f = k - r = \frac{d^2}{2R} - 0,16 \frac{d^2}{2R} = 0,42 \frac{d^2}{2R}$$

yoki:

$$. \quad (8.24)$$

Bu formula bo'yicha, masalan, masofalar $d = 100$ m, $d = 200$ m bo'lganda: $R = 6000$ km olib tegishli natijalarni topamiz: $f = 0,7$ mm va $f = 3,0$ mm.

$f = 0,42 \frac{d^2}{R}$ Bu tuzatmani hisobga olish yoki olmaslik talab qilinadigan ish aniqligiga va ishni bajarish usuliga bog'liq. Nivelir o'lchanadigan nuqtalardan bir xil masofada o'rnatilsa, (8.19) formuladagi f_1 va f_2 qiymatlar bir-biriga teng bo'ladi va u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$h = a - b. \quad (8.25)$$

Demak, o'rtadan geometrik nivelirlashda yer egriligining ta'siri umuman yo'qotiladi, refraksiyaning ta'siri esa kamaytiriladi.

8.5. Nivelir turlari

Aniqligi bo'yicha nivelirlar 3 turga bo'linadi: **yuqori aniqlikdagi nivelirlar** — $H-05$, $H-05K$ (Rossiya), raqamli nivelirlar $Dini 11 t$, $Dini 21$ (Germaniya), $NA 2002$, $NA 2003$ (Shveytsariya); **aniq nivelirlar** — $H-3$, $2H-3$, $H-3K$, $H-3KJ$ (Rossiya), $Ni-30$, $Ni-50$ (Germaniya), $Kernlevel-20$ va 24 (Shveytsariya); **texnik nivelirlar** — $H-10$, $2H-10$ кл.

Yuqori aniqlikdagi nivelirlar 1- va 2- klass nivelirlashda, aniq nivelirlar — 3- va 4- klass va texnik nivelirlar — texnikaviy nivelirlash (topografik syomkalar va muhandislik-qurilish ishlari) da qoʻllaniladi.

Nivelir shifridagi raqam 1 km nivelir yoʻlini ikki tomonga nivelirlashdagi yoʻl qoʻyadigan oʻrta kvadratik xatoni bildiradi. Yuqorida keltirilgan nivelirlar 2 xil qilib tayyorlanishi mumkin: koʻrish trubasi yonida silindrli adilak oʻrnatilgan va ogʻish burchagining kompensatori bilan taʼminlangan nivelirlar. Kompensator oʻrnatilgan nivelir nomiga *K* harfi qoʻshiladi. Aniq va texnikaviy nivelirlar gorizontallimb bilan taʼminlanishi mumkin va unda nivelir nomiga *J* harfi qoʻshiladi. Hozirgi kunda amalda qoʻllanilayotgan nivelirlarning texnik koʻrsatkichlari 9- jadvalda berilgan.

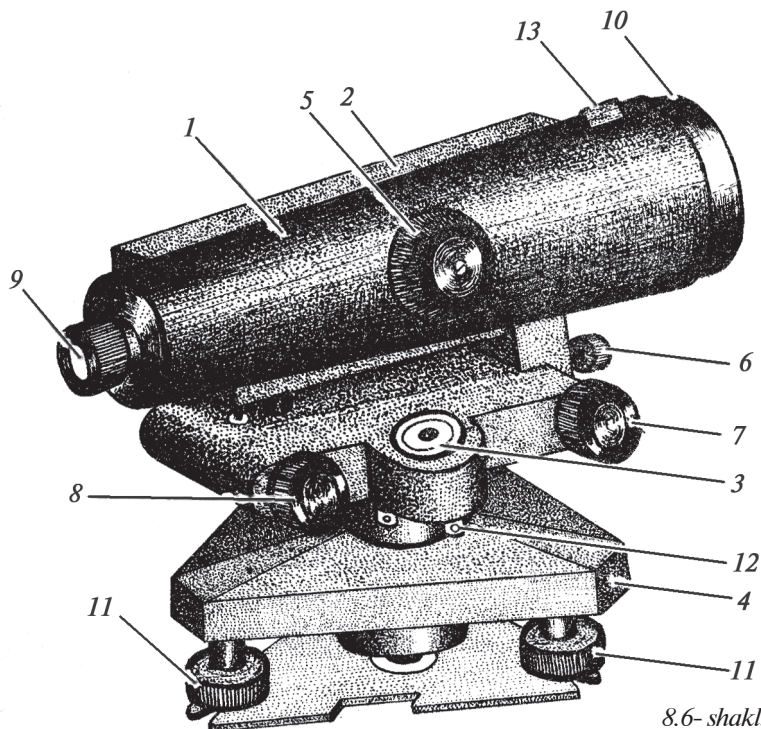
9- jadval

Koʻrsatkichlar	Nivelir turlari			
	H-05/H-05K	H-3/H-3K	H-10/H-10K	Dini 1 lr/21
1 km yoʻlda ikki tomonga bajarilgan nivelirlashdagi oʻrta kvadratikxato, mm	0,5	6	10	0,3
Trubaning kat-talashtirilishi, karra	40	30	20	32/26
Silindrli adilak boʻlagining qiymati/2mm	10/	15/	45/	-
Kompensator chegarasi, daq.	/+8	/+15	-+20	+15
Vizir chizigʻining gorizontall holatiga kelish aniqligi, sek.	/0,2	/0,5	/0,1	0,2
Kompensator tebranishining tinchlanish vaqti, sek.	/2	/2	/2	2
Nivelir massasi, kg	6	3	2	3

8.6. Aniq va texnik nivelirlar

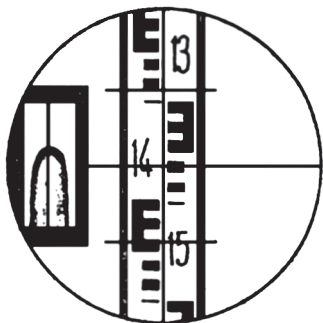
Silindrli adilakli nivelir H-3. Silindrli adilak ko‘rish trubasining yoniga o‘rnatilgan va trubasi elevatsion vint (8.6-shakl) bilan ta‘minlangan. Silindrli adilak pufakchasi uchlarining tasviri truba ko‘rish maydoniga uzatiladi. Ko‘rish trubasi obyektiv 10 nishon 13 bo‘yicha reykaga qaratiladi, u predmet tasvirini teskari hosil qiladi.

H-3 niveliri (8.6- shakl), asosan, ko‘rish trubasi 1, silindrli adilak (2), doiraviy adilak (3), mahkamlash vinti (6), to‘g‘rilash vinti (7), elevatsion vint (8) dan iborat. Nivelir silindr shaklidagi aylanish o‘qi bilan taglik (4) ga o‘rnatilgan. Ko‘rish trubasining chap yonida silindrli adilak bilan birgalikda adilak pufakchasi yarim pallalarining tasvirini ko‘rish maydoniga uzatadigan prizmalar joylashgan. Trubaning o‘ng yonida kuzatilayotgan reyka tasvirini fokuslovchi vint — kremalera (5) o‘rnatilgan. Reykadan sanoq olishdan oldin elevatsion vint yordamida silindrli adilak o‘qi gorizontal holatga keltiriladi, ya‘ni ko‘rish maydonidagi adilak pufakcha yarim pallalarining tasviri



8.6- shakl.

tutashtiriladi. Silindrli adilakni tuzatish uchun adilak joylashgan qutining okular tomonida qopqoq bilan berkitib qo'yilgan to'rtta tuzatgich vint bor.



8.7- shakl.

Asbob aylanish o'qini taxminan vertikal holatga (shovun yo'nalishiga) keltirish uchun uchta ko'targich vint (11) yordamida doiraviy adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi. Doiraviy adilak zarur paytda uchta tuzatgich vint (12) bilan tuzatiladi.

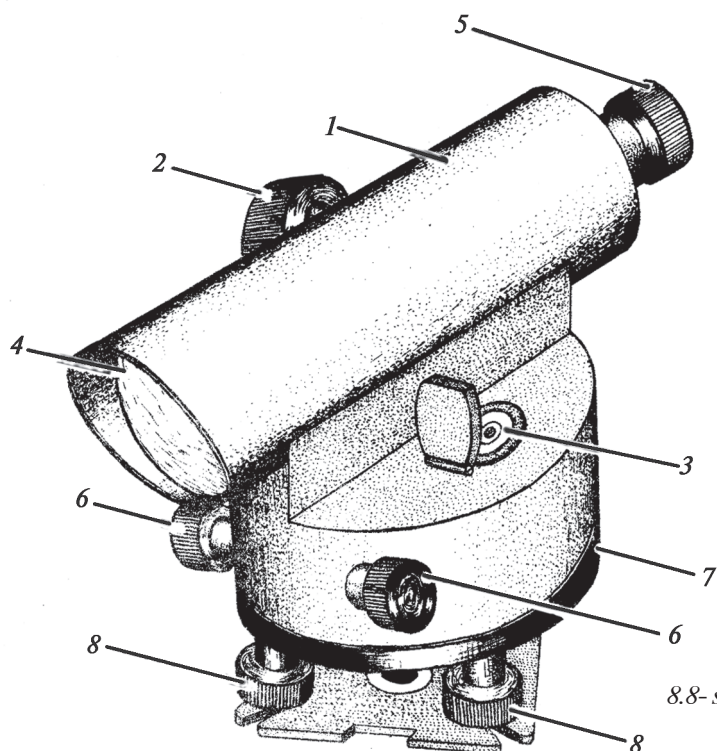
Ko'rish trubasining ko'rish maydonida reyka va adilak pufakchasining tasviri 8.7- shaklda berilgan.

Doiraviy adilak (3) (8.6- shakl) nivelir aylanish o'qini dastlabki vertikal holatga keltirishga xizmat qiladi. Doiraviy adilak pufakchasi markazga keltirilsa, ko'rish trubasi maydonida silindrli adilak pufakchasi uchlarining tasviri ko'rinadi. Ular uchini o'zaro tutashtirish elevatsion vint (8) ni burab amalga oshiriladi.

Kompensatorli nivelir H-3K. Bu nivelir H-3 nivelirining o'zgartirilgan konstruksiyasi bo'lib, mayatnikli optik-mexanik kompensatorga ega. Trubaning vizir o'qi ushbu kompensator yordamida o'z-o'zidan avtomatik ravishda gorizontol holatga keltiriladi. Silindrli adilak o'rnatilmagan. Ko'rish trubasining mahkamlash vinti yo'q, qaratish vinti esa vertikal chervyakli vint ko'rinishida bajarilgan.

H-3K niveliri (8.8- shakl) ko'rish trubasi (1), kremalera vinti (2), doiraviy adilak (3), obyektiv (4) tomonida ikki yonboshda qaratish vintlari (6), doiraviy taglik (7), ko'targich vintlar (8) va vizir o'qini gorizontol holatga kelishini ta'minlaydigan optik (prizmalı) kompensator bilan jihozlangan. Optik kompensator ishlashi uchun doiraviy taglik qiyaligi $\pm 15'$ dan oshmasligi kerak.

Shuning uchun avval bo'lak qiymati $10'$ ga teng bo'lgan doiraviy adilak pufakchasi uchta ko'targich vint yordamida o'rtaga (nol punktga) keltiriladi. Truba vertikal o'q atrofida yengil aylanib, turgan vaziyatini yaxshi va tinch saqlaydi, shu sababli u mahkamlagich vintiga ega emas. Ikki yonboshdagi cheksiz buraydigan qaratish vintlaridan xohlagan bittasi bilan trubani reykaqa aniq to'g'rilash mumkin.

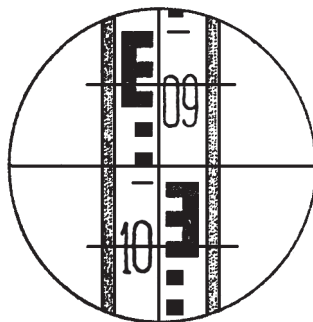


8.8- shakl.

Nivelir oʻrnatgich vint yordamida shtativ ustiga oʻrnatiladi. Shtativ yerga boshmoqlari botirilib oʻrnatilganda, usti taxminan gorizontal boʻlishiga eʼtibor qilinishi kerak. Shunday qilinmasa, nivelirdagi doiraviy adilak pufakchasini koʻtargich vintlar yordamida oʻrtaga keltirish mumkin boʻlmay qoladi.

8.9- shaklda H-3K niveliri koʻrish trubasida reyka tasviri koʻrsatilgan. H-3K niveliri H-3KJI va 2H-3KJI shifrlari bilan gorizontal limb konstruksiyasida chiqariladi. Limb boʻlagining qiymati 1° ga teng. Limbdan sanoq $0,1^{\circ}$ aniqlikda olinadi.

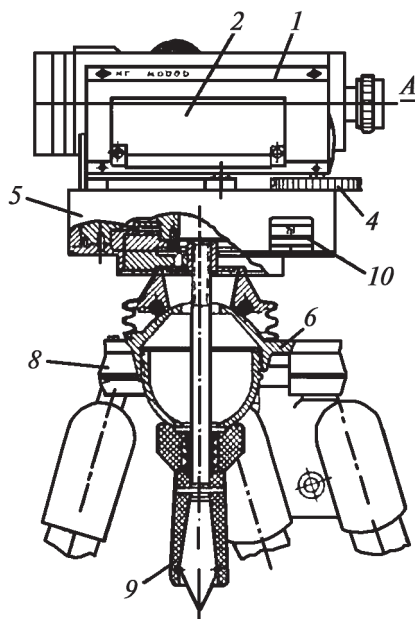
Texnik nivelir H-10. Nivelir ichki fokuslanuvchi koʻrish trubasi (1) (8.10- shakl), predmet tasvirini toʻgʻri hosil qiluvchi, kontaktli silindrlil adilak (2), doiraviy adilak, elevatsion vint (4) (silindrlil adilak pufakchasi uchlarini tutashtirish uchun), limb



8.9-shakl.

doirasi (5), shtativning sharsimon qalpoqchasi (6), nivelir shtativining sharsimon qalpoqchasi ustiga oʻrnatgich vint (8) yordamida mahkamlanadi. Bu nivelir konstruksiyasining asosiy xususiyati shundan iboratki, unda koʻtargich vintlar yoʻq. Doiraviy adilak boʻyicha nivelir aylanish oʻqini vertikal holatga keltirish uchun oʻrnatgich vint dastasi (9) ni ozgina burab sharsimon qalpoqcha astagina boʻshatiladi, keyin dasta yordamida doiraviy adilak pufakchasi markazga keltiriladi va dastani kuchsiz burab, qalpoqcha siqib (mahkamlab) qoʻyiladi. Koʻrish trubasi maydonida silindrlil adilak pufakchasining tasviri koʻrinadi. Nivelir aylanuvchi qismi gardishda okular tomondan teshikcha (10) qoldirilgan boʻlib, u orqali qoʻzgʻalmas indeks boʻyicha limbdan sanoq olinadi.

Hozir bu nivelir gorizontallimb bilan 2H-10Л shifrd va kompensator bilan esa 2H-10KЛ shifrd ishlab chiqarilmoqda.

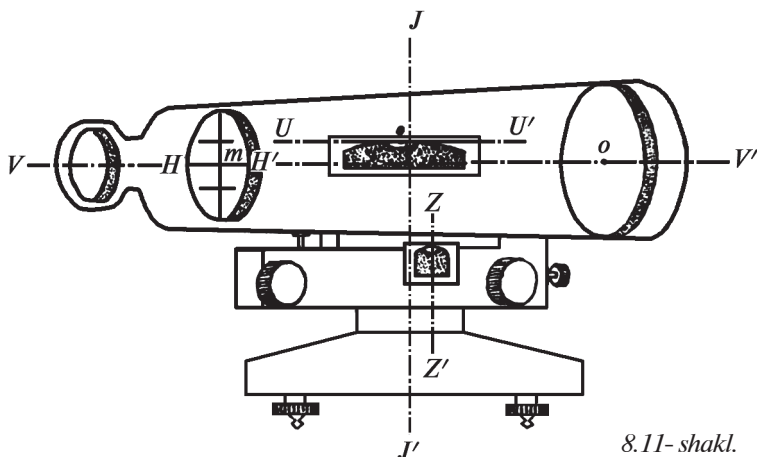


8.10-shakl.

8.7. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish

Nivelirlar quyidagi geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak:

1. Doiraviy adilak oʻqi nivelirning aylanish oʻqiga parallel boʻlishi kerak ($ZZ' \parallel JJ'$, 8.11- shakl).

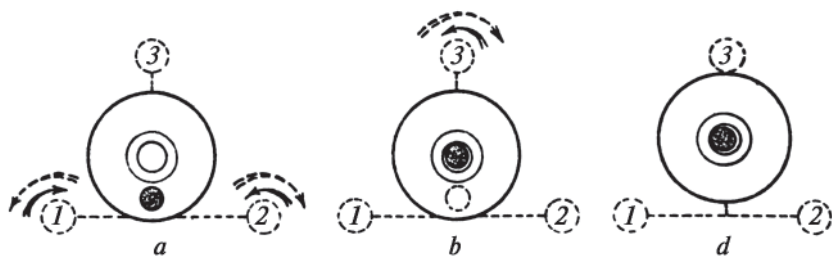


8.11- shakl.

Ko'targich vintlar yordamida doiraviy adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi. Bunda avval ikkita ko'targich vint yordamida pufakchani nol nuqta qarshisiga olib kelinadi (8.12- *a* shakl), keyin esa uchinchi ko'targich vint yordamida nol punktga keltiriladi (8.12- *b* shakl). Nivelir aylanish o'qi atrofida 180° ga buriladi (8.12- *d* shakl). Agar pufakcha nol punktda qolsa, shart bajarilgan bo'ladi. Agarda doiraviy adilak pufakchasi nol punktdan chetga og'sa, unda pufakcha og'ish yoyining yarmiga adilakning tuzatgich vintlari, qolgan yarmiga esa ko'targich vintlar yordamida nol punktga keltiriladi. Shundan keyin shart bajarilishini yana tekshirib ko'rish kerak.

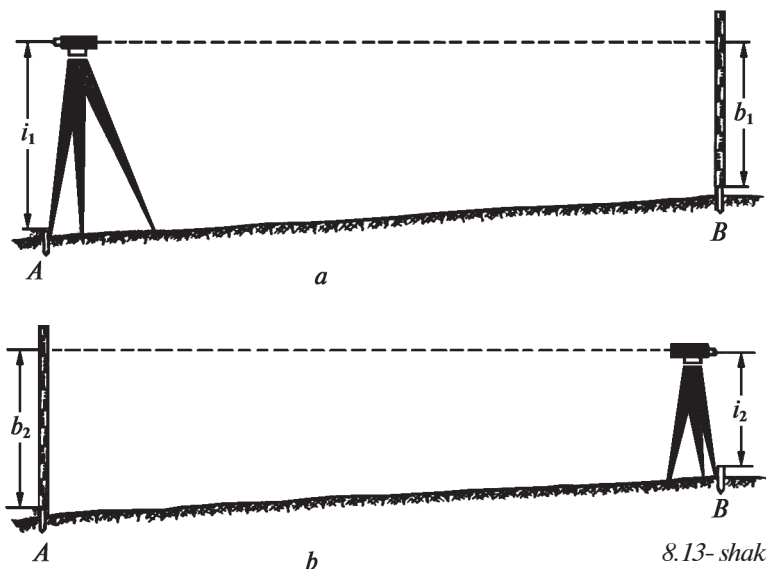
2. Iplar to'rining gorizontal ipi nivelirning aylanish o'qiga perpendikular bo'lishi kerak ($NN' \parallel JJ'$, 8.11- shakl). Bu shartni tekshirish uchun nivelirdan 5—8 m masofada reyka o'rnatiladi va unga ko'rish trubasi qaratiladi. Qaratish vinti yordamida ko'rish maydonidagi reyka tasviri gorizontal 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 tuzatgich vintlar bo'shatilib, iplar to'ri gorizontal ipining uchida o'rtacha sanoq hosil bo'lguncha buriladi. Shundan keyin tuzatgich vintlarni mahkamlab, tekshirishni takrorlash kerak.

3. Trubaning ko'rish o'qi silindrlil adilak o'qiga parallel bo'lishi kerak ($VV' \parallel UU'$, silindrlil adilakli nivelirlarda) yoki



8.12- shakl.

trubaning ko‘rish o‘qi gorizontal bo‘lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Bunga nivelirlarning asosiy geometrik sharti deyiladi. Bu shartni tekshirish uchun bir-biridan 50—70 m masofada turgan A va B nuqtalarga qoziq qoqiladi (8.13- shakl). A va B nuqtalarning oralig‘i to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda oldinga nivelirlash usuli bilan nivelirlanadi. Buning uchun A nuqta yoniga nivelir okulari shovun chizig‘i bo‘yicha nuqta (qoziq) ustiga to‘g‘ri keladigan qilib o‘rnatiladi va qoziq ustidan okular markazigacha bo‘lgan balandlik — 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 sanog‘i olinadi (8.13- shakl). Endi xuddi shunday ish teskari yo‘nalishda bajariladi; bunda B nuqta yoniga o‘rnatilgan nivelirning balandligi i_2 o‘lchanadi va A nuqtasidagi qoziq ustiga qo‘yilgan reykanan b_2 sanog‘i olinadi. Reykadan sanoq



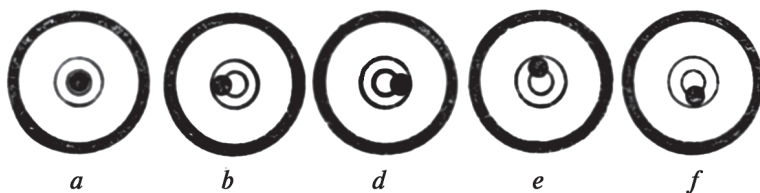
8.13- shakl.

olinayotgan paytlarda ko‘rish maydonidagi adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtirilgan bo‘lishi kerak (silindrli adilakli nivelirlarda) yoki doiraviy adilak pufakchasi nol punktda bo‘lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Asosiy geometrik shartning bajarilmaslik xatosi x quyidagi ifoda bo‘yicha topiladi:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \quad (8.26)$$

Agar x ning qiymati 4 mm dan oshmasa, shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda, silindrli adilakli nivelirlarda silindrli adilak o‘qining holati, kompensatorli nivelirlarda esa ko‘rish o‘qining holati tuzatilishi kerak. Buning uchun reykanan oxirgi marta olingan sanoqning tuzatilgan qiymati $b_{1\text{tuz}} = b_2 - x$ hisoblab olinadi. Keyin silindrli adilakli nivelirlarda elevatsion vint yordamida iplar to‘rining gorizontal ipi tuzatilgan $b_{2\text{tuz}}$ sanog‘i to‘g‘rilanadi. Silindrli adilakning yuqoridagi va pastdagi tuzatgich vintlari yordamida ko‘rish maydonidagi pufakcha nol punktga keltiriladi. Kompensatorli nivelirlarda esa doiraviy adilak pufakchasini nol punktga keltirib, iplar to‘rining yuqorida va pastda joylashgan tuzatgich vintlari yordamida gorizontal ip tuzatilgan $b_{2\text{tuz}}$ sanog‘iga to‘g‘rilanadi. Endi shart bajarilganligiga ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

4. Asbob aylanish o‘qi vertikal holatda turganda, silindrli adilak o‘qi va trubaning ko‘rish o‘qi o‘zaro parallel vertikal tekisliklarda yotishi kerak. Bu shart faqat silindrli adilakni nivelirlarda tekshiriladi. Ko‘rish trubasi ko‘targich vintlardan birining yo‘nalishi bo‘yicha o‘rnatiladi va adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtirilib, 50—70 m masofada turgan reykanan sanoq olinadi. Ko‘rish trubasiga nisbatan ikki yonboshda qolgan ikkita ko‘targich vint qarama-qarshi tomonga bir necha marta buralib, nivelir avval bir tomonga, keyin ikkinchi tomonga og‘diriladi. Har ikkala holda ham sanoqning va pufakcha yarim pallalari tasvirining o‘zgarmasligi tekshiriladi. Agar sanoq o‘zgarmagan holda pufakcha yarim pallalarining tasviri tutashgan holda qolsa yoki faqat bir tomonga siljisa, shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda, ya’ni sanoq o‘zgarmaganda pufakcha yarim pallalarining tasviri qarama-qarshi tomonga siljisa, bu siljish silindrli adilakning yonbosh



8.14- shakl.

tuzatgich vintlari yordamida bartaraf qilinadi. Tekshirish takrorlanishi kerak.

5. 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 punktda bo'lganda (8.14- *a* shakl) reykadan b_a sanog'i olinadi, keyin ko'targich vintlar yordamida pufakcha okular, obyektiv, chap va o'ng tomonlarga bir bo'lakka og'dirilib (8.14- *b, d, e, f* shakllar), 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. Aks holda kompensator nivelir ishlab chiqarilgan zavodda yoki maxsus ustaxonalarda sozlanadi.

8.8. Nivelir reykalari va ularni tekshirish

Nivelir reykalari sifatli yog'ochdan yasalgan bo'lib, uzunligi 3 yoki 4 m (3000 yoki 4000 mm), qalinligi 2–3 va eni 8 sm ga teng bo'lishi kerak (8.15- shakl). Reykaga shashkasimon santimetrli bo'laklar chiziladi va detsimetrli oraliqlar arab raqamlari bilan ko'rsatiladi. Bo'laklar hisobi reykaning pastki uchidan (tovonidan) boshlanadi. Detsimetrli bo'laklarning boshlanishi chiziqcha bilan belgilanadi.

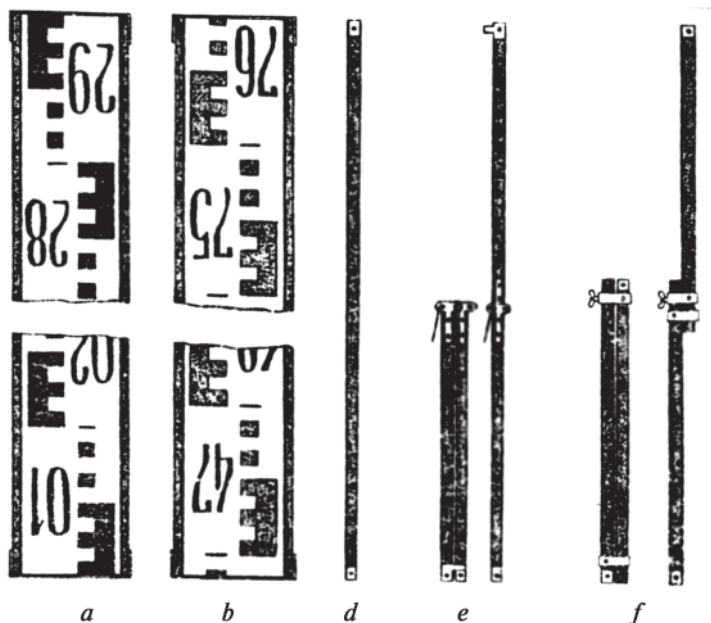
Reyka egilmaydigan va chidamli bo'lishi uchun qo'shtavr kesimli qilib yasaladi va ikki uchiga metall (tunuka) qoplanadi. Reykalar bir tomonli (bo'laklar bir tomoniga chizilgan) va ikki tomonli (bo'laklar ikki tomoniga chizilgan) oq va qora, ikkinchi tomondagilari esa oq va qizil rangga bo'yalgan bo'ladi. Shuning uchun reykaning qora rangli tomoni — qora tomon, qizil rangli tomoni — qizil tomon deb ajratiladi.

Sanoq olish qulay bo'lishi uchun har detsimetrli bo'lakning dastlabki bosh santimetrli bo'laklari «E» harfi ko'rinishda beriladi va qiymati dm birlikda yoziladi.

Reykalarining qora tomonida sanoq noldan (8.15- *a* shakl), qizil tomonida esa ixtiyoriy sondan, masalan, 4687 mm dan (8.15- *b* shakl) boshlanadi. Natijada nivelirlashda qo'llanilayotgan reykalar juftining qora va qizil tomonidan olingan sanoqlar farqi doimiy qiymatiga teng bo'ladi. Ikki tomonli reykalar qo'llanilganda nivelirning balandligi o'zgartirmasdan turib nisbiy balandlikni ikki marta, ya'ni qora tomondan olingan sanoqlar va qizil tomondan olingan sanoqlar bo'yicha aniqlash mumkin.

Nivelir reykalari uch 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'jallangan. Biroq texnik nivelirlashda ko'proq PH-3 reykalari qo'llaniladi. Uzunligi 3000 mm li reykalar yaxlit (8.15- *d* shakl) yoki buklanadigan (8.15- *e*) qilib chiqariladi. Ba'zan buklanmasdan, surilib yig'iladigan (yig'ma) reykalar (8.15- *f* shakl) ham tayyorlanadi.

Dala ishlarini boshlashdan oldin reykalarining butunligi, bo'laklar va raqamlar bo'yog'ining ko'chmaganligi, mahkamlash moslamalarining ishlashi (buklanadigan yoki yig'ma



8.15- shakl.

reykalarda) va uchlardagi metall qoplamalarning mustahkamligi ko'rib chiqiladi. Keyin quyidagi tekshirishlar bajariladi:

1. Reykalar 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 mm li bo'laklarga bo'lingan maxsus chizg'ich) yordamida bino ichida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin metrli oraliqlar, ya'ni qora tomondagi 01, 10, 20, 29; qizil tomondagi 47, 57, 67, 76 detsimetrli bo'laklarning boshlanishi o'tkir qalam bilan metall chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Reykani egilmaydigan qilib gorizontol holatda yotqiziladi. 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 uchlari dan olingan sanoqlar farqi 0,1 mm dan oshmasligi kerak. Reykalar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatlari bir-biridan 0,8 mm gacha farq qilishi mumkin.

2. Detsimetrli bo'laklardagi xatolikni aniqlash. Tekshirish reykaning qora tomonida 01—29, qizil tomonida 47—76 oraliqda Jeneva chizg'ichi yordamida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin detsimetrli bo'laklarning chetlari o'tkir qalam bilan metall chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Jeneva chizg'ichining chap uchidagi lupadan qaralib, chizg'ichning nol shtrixi reykadagi birinchi detsimetr boshlanishi bilan tutashtiriladi. Keyin o'ng tomondagi lupa chizig'i bo'yicha surilib, detsimetrli bo'laklar chetiga keltiriladi va sanoqlar olinadi. O'lchash har metrli oraliqda ikki marta bajariladi. Ikkinchi marta o'lchashdan oldin Jeneva chizg'ichi bir oz siljutiladi. PH-3 reykalari da detsimetrli bo'laklar xatoligi: III klass nivelirlash uchun 0,4 mm, IV klass nivelirlash uchun 0,6 mm va texnik nivelirlash uchun 1,0 mm dan oshmasligi kerak. Reykadagi detsimetrli bo'laklarni tekshirish bilan birgalikda qora tomondagi nolning reyka uchidagi metall qoplama (tovon) chetiga to'g'ri kelishi ham tekshiriladi. Texnik nivelirlashda qo'llaniladigan reykalarda nolning tovon chetiga to'g'ri kelmaslik xatosi 1,0 mm dan ortiq bo'lmasligi kerak. PH-3 reykalari dan sanoq millimetr aniqligida olinadi. 8.7- va 8.9- shakllarda H-3, H-3K nivelirlari dan kuzatilayotgan reyka-

larning ko‘rish maydonidagi tasviri va ularga mos sanoqlar keltirilgan. Nivelirlarda teskari tasvir beruvchi ko‘rish trubalari o‘rnatilganligi uchun reyka nuqtaga 8.15- *a*, *b* shakldagi holda o‘rnatiladi. Nivelirlashda iplar to‘rining vertikal ipi reykaning o‘qi bo‘yicha joylashtiriladi va silindrlil adlak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtiriladi (H-3 nivelirida) yoki doiraviy adlak pufakchasi o‘rtaga keltiriladi (H-3K nivelirida). Reykadan sanoq asosiy gorizontal ip bo‘yicha olinadi. Sanoq olishda avval gorizontal ip to‘g‘ri kelgan detsimetrli bo‘lak qiymati o‘qiladi, masalan, 8.7- shaklda 14; keyin detsimetrli bo‘lakning yuqori chetidan gorizontal ipgacha to‘liq santimetrli bo‘laklar har qaysisi 10 mm dan hisoblanib, oxirgi to‘liq bo‘lmagan santimetrli bo‘lakning millimetrdagi qiymati chomalab olinadi — 65. Demak, sanoq «o‘n to‘rt-u oltmish besh» deb aytilib, to‘rt xonali son ko‘rinishda yoziladi, ya‘ni 1465. Nivelirdan reykgacha bo‘lgan masofani aniqlashda dalnomer iplaridan ham shu tartibda sanoq olinadi.

8.9. Geometrik nivelirlash aniqligi

O‘rtadan geometrik nivelirlash formulasi (8.2) ga ko‘ra o‘lchangan nisbiy balandlikning o‘rta kvadratik xatosi quyidagiga teng bo‘ladi (V bobga qaralsin):

$$m_h = \sqrt{m_a^2 + m_b^2} . \quad (8.27)$$

Bu yerda: m_a , m_b — orqadagi va oldingi reykalaridan olingan sanoqlar o‘rta kvadratik xatosi.

Yuqorida (V bobda) ko‘rib chiqilganiga asosan $m_a = m_b = m_{\text{qar}}$ deb quyidagicha yozish mumkin:

$$m_h = m_{\text{qar}} \sqrt{2} \quad (8.28)$$

Reykaga qarash xatosi m_{qar} qiymatiga ta‘sir etuvchi xatolar quyidagicha hisoblanadi.

1. Ko‘rish trubasining vizir o‘qini gorizontal holatga keltirish xatosi $m_{o'}$. Bu xato quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$m_{o'} = \frac{m_{\text{adl}}''}{\rho''} S, \quad (8.29)$$

bu yerda: m_{adl} — silindrlil adlak pufakchasini nol punktga keltirish xatosi; S — asbobdan reykgacha bo‘lgan masofa (mm da).

Tadqiqotlar natijasiga asoslanib aniqlanishicha, $m_{adl} = 0,1\tau$, bu yerda τ — adilakning bo‘lak qiymati. Agar $\tau = 20''$ va $S = 100$ m bo‘lsa, $m_{vo} \approx \pm 1$ mm.

2. Reykadan sanoq olishning o‘rta kvadratik xatosi m_{rs} , quyidagiga teng:

$$m_{rs} = \pm \left(0,136 \frac{S}{V} + 0,0292t \right). \quad (8.30)$$

Bu yerda: V — ko‘rish trubasining kattalashtirishi;
 t — reykaning bo‘lak qiymati (mm da).

Agar $S = 100$ m; $V = 20\times$; $t = 10$ mm bo‘lsa, $m_{rs} = \approx \pm 1$ mm.

3. Ko‘rish trubasining hal qilish qobiliyatiga bog‘liq bo‘lgan reykadan sanoq olish xatosi m_{hq} , masofaga proporsional holda ta‘sir etadi:

$$m_{hq} = \pm 0,0001 S, \quad (8.31)$$

$V = 20\times$; $S = 10$ mm bo‘lsa, $m_{hq} = \approx \pm 1$ mm.

4. Reykaning detsimetri bo‘laklarining tasodifiy xatosi m_{rb} ni $\approx \pm 0,5$ mm deb qabul qilish mumkin.

Ko‘rib chiqilgan xatolar biri-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda o‘lchash natijasiga ta‘sir etadi deb qabul qilib, reykadan sanoq aniqligini quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{qar} = \sqrt{m_{o'}^2 + m_{rs}^2 + m_{hq}^2 + m_{rb}^2}. \quad (8.32)$$

Bu formulaga qiymatlarini qo‘yib chiqib (8.28) ga asosan $m_h = 2\sqrt{2} = \pm 3$ mm ni topamiz.

Shunday qilib, texnik nivelir va shashkali reykalar bilan bitta stansiyada nivelirlashning o‘rta kvadratik xatosini 3 mm deb qabul qilish mumkin. Nivelirdan reykagacha masofa $S = 100$ m bo‘lganda 1 km nivelir yo‘lida stansiyalar soni $n = 5$ ga teng bo‘lsa, bu yo‘lning xatosi quyidagiga teng:

$$m_{km} = m_h \cdot \sqrt{n} = 3\sqrt{5} = \pm 7$$
 mm.

Chekli xato 1 km yo‘l uchun $f h_{\text{chekli}} = 3$ m = 3·7 = 21 mm, bu esa IV klass nivelirlash aniqligiga to‘g‘ri keladi.

8.10. Trigonometrik nivelirlash

Trigonometrik nivelirlashda nivelirlanadigan nuqtalar orasidagi chiziqli uzunligi va uning og'ish burchagi o'lchanadi. Bu nivelirlash yordamida balandlik uzoq masofaga tez va oson uzatiladi.

Joydagi A va B nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik h ni o'lchash uchun (8.16- shakl) nuqtalarning biriga (masalan, A da) teodolit B nuqtaga esa reyka o'rnatiladi va ko'rish trubasini reyka uchiga qaratib og'ish burchagi ν o'lchanadi (ν burchakni o'lchash 6.10 da berilgan). Agar AB chizig'ining gorizontall quyilishi d bo'lsa, asbob balandligi i va reyka balandligi l ni tashkil qilsa, keltirilgan shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$h + l = h' + i$$

yoki:

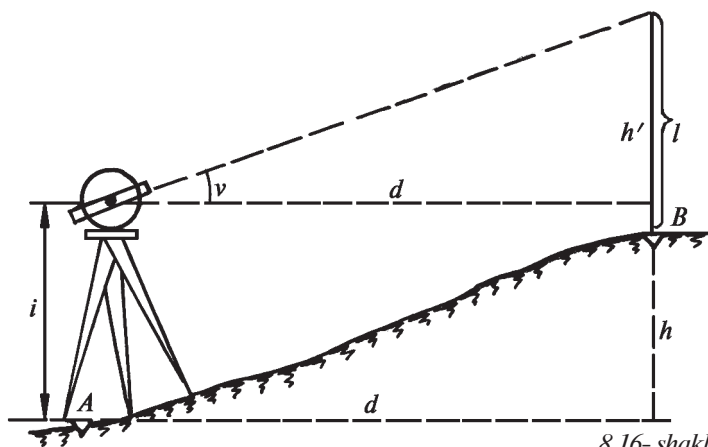
$$h = h' + i - l. \quad (8.33)$$

Xuddi shu shakldan $h' = dtgv$ bo'lgani uchun nisbiy balandlik qiymati quyidagiga teng:

$$h = dtgv + i - l. \quad (8.34)$$

Bu formula yer egriligi va refleksiya ta'sirini hisobga olmasdan chiqarildi. Yer egriligi va refleksiya ta'siri uchun kiritiladigan tuzatma f bilan ifodalansa, (8.34) formula quyidagicha bo'ladi:

$$h = dtgv + i - l + f. \quad (8.35)$$



8.16- shakl.

Bu formula trigonometrik nivelirlashning asosiy formulasi deyiladi.

Nivelirlanadigan nuqtalar orasidagi masofa $d = 300$ m bo'lganda, (8.24) formuladan $f = 0,01$ m bo'lishini aniqlaymiz. Trigonometrik nivelirlashda, ko'pincha, nisbiy balandlik qiymati $0,01$ m gacha yaxlitlab olinadi va shunga ko'ra $d = 300$ m gacha bo'lganda f tuzatma hisobga olinmasligi mumkin.

Agar v ni o'lchashda ko'rish trubasi reykada belgilangan asbob balandligiga qaratilsa (ya'ni, $i = l$), yuqoridagi (8.35) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$h = dtgv. \quad (8.36)$$

Ipli dalnomerda o'lchangan qiya chiziqli uzunligi D ni gorizontali quyilishi qiymati d quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$d = (Kn' + c)\cos^2 v.$$

n' — qiya turgan reykaning dalnomer iplari bo'yicha sanoqlar farqi.

Bunda d qiymatini (8.36) ga qo'yib, og'ish burchagining qiymati 10° gacha bo'lganda, $\sin 2v = \sin v$ ekanini hisobga olib yozamiz:

$$h = \frac{1}{2}(Kn' + c)\sin 2v. \quad (8.37)$$

Bu formuladagi $Kn' + c$ ni D bilan ifodalab yozamiz:

$$h = \frac{1}{2}D \sin 2v. \quad (8.38)$$

Amaliy hisoblashlarda ushbu formula ishlatiladi. Nisbiy balandlik qiymatlarini hisoblashni osonlashtirish maqsadida ishlab chiqilgan maxsus «taxeometrik jadvallar» yoki nomogrammalardan foydalanish mumkin. Trigonometrik nivelirlashda asbob balandligi i va qaratish balandligi l qiymatlari $0,01$ m aniqlikda o'lchab topiladi va u kichik bo'lgani uchun e'tiborga olmaslik mumkin. Shunday qilib, trigonometrik nivelirlash aniqligiga asosan chiziqli uzunligining o'lchash xatosi ta'sir etadi.

Og'ish burchagining qiymati 10° gacha va masofa $D = 100$ m bo'lib u 1:200 aniqlikda o'lchansa, (8.38) formula bo'yicha hisoblangan nisbiy balandlikning chekli xatosi $\Delta_h \approx \pm 4$ sm ni tashkil qiladi.

8.11. Yangi texnologiyaga asoslangan nivelirlar

Keyingi yillarda yuqori aniqlikdagi nivelirlarning yangi turi — raqamli nivelirlar ishlab chiqilib qo'llanilmoqda. Bularga misol qilib Dini 11, Dini 21 (Germaniya); NA 2002, NA 2003 (Shveytsariya)larni keltirish mumkin.

An'anaviy nivelirlardan farq qilib, raqamli nivelirlar elektronika bilan jihozlangan va maxsus ish dasturlari bilan ta'minlangan bo'ladi.

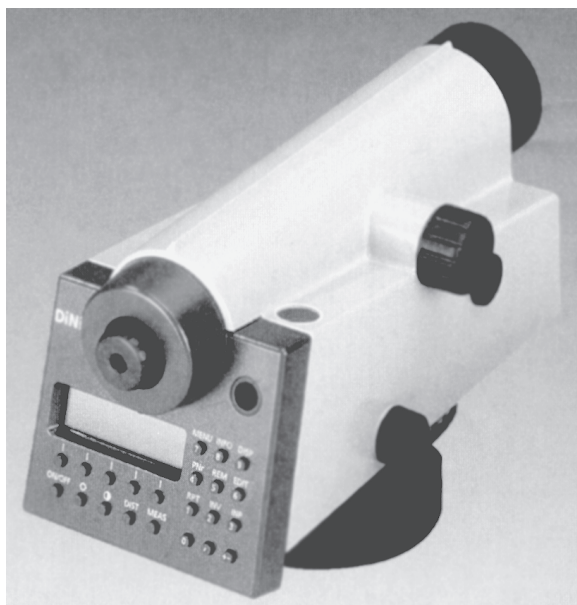
Bu esa dala o'lchash ishlarini va natijalarni ishlab chiqish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi, jumladan:

- shtrix-kodli nivelir reykası bo'yicha sanoq olishni avtomatik ravishda bajaradi;

- o'lchash natijalariga truba vizir o'qining silindrlı adılak o'qıga parallel emaslıgı (*i* burchagıga), yer egrılıgı va refleksıya xatolari uchun tuzatmalarnı avtomatik ravishda kiritadı;

- nivelir bilan reyka orasidagi masofa 100 m gacha bo'lganda gorizental quyilishni 25 mm gacha aniqlikda avtomatik o'lchaydi;

- o'lchash natijalarini avtomatik ravishda ichki yoki tashqi yodlash modulıga yozadı;



8.17- shakl.

— nivelirlash yelkalari (nivelirdan orqa va oldingi reykalargacha masofalar) tengligi va nisbiy balandliklarni o'lchash natijasini avtomatik tekshirib boradi;

— o'lchangan natijalarni avtomatik ishlab chiqib, nuqtalar balandligini beradi;

— o'lchab topilgan ma'lumotlarni yozib saqlash uchun RSMSIA kartasidan foydalanadi;

— asbobni boshqarish jarayoni qulay, shuningdek, undan foydalanishni o'zlashtirib olish oson.

Dini 11 va Dini 21 raqamli nivelirlar (8.17- shakl) bilan 1 km yo'lni to'g'ri va teskari yo'nalishlarda invar reyka qo'llab, 0,3 mm aniqlikda, oddiy shtrix kodli reyka qo'llab esa 1 mm aniqlikda o'lchash mumkin. Stansiyada turib, 2,5 m dan 100 m gacha masofadagi nuqtalar 4 daqiqa vaqtda o'lchanadi. Nivelirda o'rnatilgan kompensatorning ishlash chegarasi $\pm 15'$ ga teng. Nivelirda gorizontal doira o'rnatilgan bo'lib, uning bo'lak qiymati 1° ni tashkil qiladi.

Nivelirda joylashtirilgan dastur quyidagi ishlarni bajarishni ta'minlaydi: alohida o'lchashni, qayta o'lchashni, o'rtadan va oldinga nivelirlashni, rejalash ishlarini va nivelir yo'lini tenglashni.

Reykalardan olingan sanoqlarni nivelir yodiga yozib saqlash yoki asbob displeyi (ekrani) dan o'qib jurnalga yozish mumkin.

GEODEZIK TARMOQLAR

9.1. Umumiy ma'lumotlar

Yerning katta qismida yoki biron-bir davlat hududida, ma'lum geometrik shaklda va mumkin qadar bir xil oraliqda joylashgan, markazlari joyda mustahkam qilib o'rnatilgan, bitta sistemada koordinatalari (x, y) va balandliklari (H) aniqlangan alohida punktlar tizimiga **bosh geodezik tarmoqlar** yoki **davlat geodezik tarmoqlari** deyiladi. Geodezik tarmoqlar planli-balandlik (x, y va H ma'lum), faqat planli (x, y ma'lum) va faqat balandlik (H ma'lum) tarmoqlarga bo'linadi.

Katta hududda bitta koordinatalar va balandliklar sistemasida qurilgan geodezik tarmoqlar shu hududda syomka ishlarini har xil joylarda, har xil vaqtda, bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda tashkil qilib, ularning natijasidan foydalanib, hududning umumiy kartasini tuzish imkonini beradi. Bundan tashqari geodezik o'lchashlar xatosini butun hudud bo'yicha teng yoyilishi imkonini beradi hamda xatolar darajasini tekshirib borishni ta'minlaydi.

Geodezik tarmoqlar umumiydan yakkaga o'tish tarzida quriladi, ya'ni avval katta hududda siyrak va juda yuqori aniqlikdagi punktlar (nuqtalar) tarmog'i hosil qilinadi, keyin esa tarmoq punktlari bosqichma-bosqich zichlashtiriladi, bunda har bir keyingi bosqich oldingisiga bog'lanadi va aniqligi esa pasayib boradi.

Planli geodezik tarmoqlar, asosan, triangulatsiya, poligonometriya va trilateratsiya usullarida quriladi. Triangulatsiya usulida uchburchaklar tarmog'i tuzilib, uchburchaklarning hamma burchaklari va boshlang'ich hamda oxirgi tomonlarning uzunligi o'lchanadi. Tomonlardan birining uzunligi va uchburchaklar burchaklari orqali tarmoq uchburchaklarining tomonlari hisoblanadi.

Tomonlardan birining direksion burchagi va punktlardan birining koordinatalari orqali qolgan hamma punktlarning koordinatalari hisoblanadi. Triangulatsiya usulining asosiy

mazmuni shundan iborat. Lekin amalda triangulatsiyani qo‘l-lash ma’lum darajada murakkab ishlar bilan bog‘liq va shuning uchun u maxsus fan — oliy geodeziya tomonidan amalga oshiriladi.

Poligonometriya usulida siniq chiziqlardan iborat yo‘llar tarmog‘ida hamma burilish burchaklari va tomonlar uzunligi o‘lchanadi. O‘lchash aniqligi yuqori darajada ta’minlangan bo‘lishi kerak. Bu usul, asosan, o‘rmon va shahar hududlarida (nuqtalarning bir-biridan ko‘rinishi qiyin sharoitda) ko‘proq qo‘llaniladi. Tomonlar uzunligini elektron dalnomerlar bilan yuqori aniqlikda o‘lchash imkoniyati tug‘ilgandan keyin bu usul, ayniqsa, unumli bo‘ldi.

Trilateratsiya usulida uchburchaklar tarmog‘i qurilib, ularda burchaklar o‘rniga faqat tomonlar uzunligi o‘lchanadi. Hisoblashlar yo‘li bilan yakuniy natija — uchburchaklar uchlari nuqtalarning koordinatalari topiladi.

Planli geodezik tarmoqlar davlat planli geodezik tarmoqlari, zichlash tarmoqlari va syomka tarmoqlariga bo‘linadi.

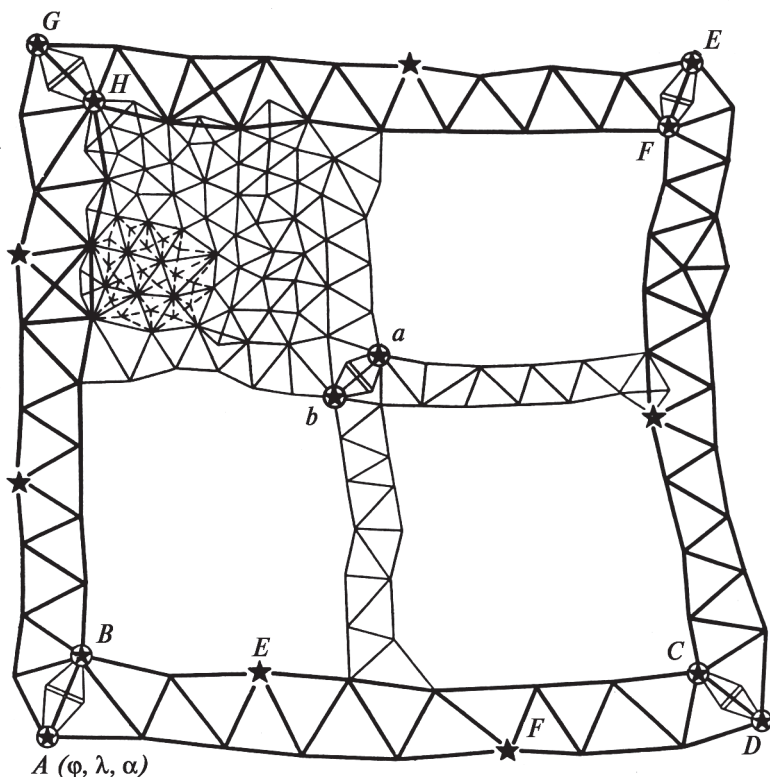
9.2. Davlat planli geodezik tarmoqlari

Davlat geodezik tarmog‘i barcha masshtablarda bajariladigan topografik syomkalarining bosh geodezik asosi hisoblanadi. Davlat planli geodezik tarmoqlari triangulatsiya, poligonometriya, trilateratsiya usullarida qurilib, to‘rt klassga (1, 2, 3 va 4) bo‘linadi, ular bir-biridan burchaklarni va tomonlarni o‘lchash aniqligi bilan, uchburchak tomonlarining uzunligi va ularni qurishning birin-ketinligi bilan farq qiladi.

Davlat geodezik tarmog‘i ma’lum sxema asosida umumiydan yakkaga o‘tish (yuqori klassdan quyi yakkaga o‘tish) prinsipida quriladi.

Triangulatsiya usuli bilan davlat geodezik planli tarmog‘ini hosil qilish sxemasini ko‘rib chiqamiz. Birinchi navdatda 1-klass triangulatsiyasi uchburchaklar qatori meridian va parallellar yo‘nalishi bo‘yicha quriladi (9.1- shakl). Uchburchaklar qatori o‘zaro tutashgan poligonlarni hosil qiladi. Ushbu poligon uchburchaklari zvenosining uzunligi 200 km dan oshmasligi kerak.

Poligonning har bir burchagida bazis tomonlari olinib (AB, CD, EF, GH), ularning uzunligi o‘lchanadi yoki bazis



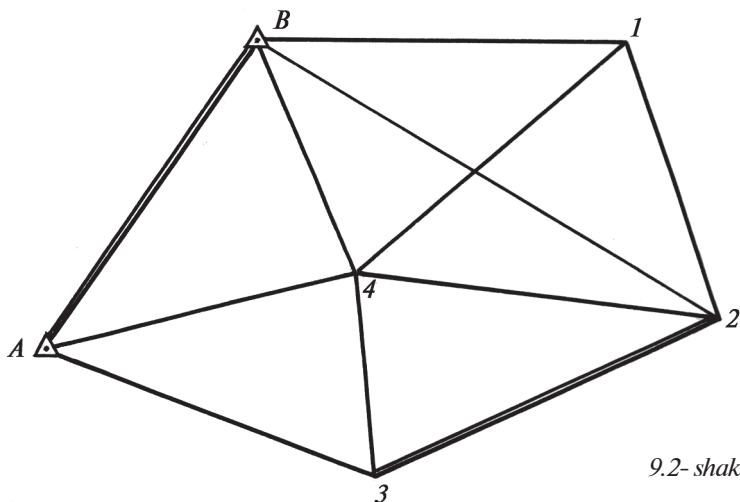
9.1- shakl.

tarmog'i hosil qilinib, unda chiqish tomonining uzunligi (AB) ni hisoblash uchun kichik bazis o'lchanadi. Bunday bazis uzunligi 6 km dan kichik bo'lmasligi kerak va o'lchash aniqligi esa 1:1 000 000 ni tashkil qilishi kerak.

Bazis va chiqish tomonlarining ikkala uchida ham astronomik kenglik, uzoqlik va azimut aniqlanadi. Triangulatsiya zvenolari o'rniga poligonometriya zvenolari qurilishi mumkin.

2- klass triangulatsiyasi 1- klass poligonini yoppasiga to'ldiruvchi uchburchaklar tarmog'i ko'rinishida (9.1- shakl) quriladi. Bu tarmoq ichida (taxminan o'rta qismida) bazis tomon *ab* (9.1- shakl) o'lchanib, uning uchlarida astronomik kenglik, uzoqlik va azimut o'lchanadi. 1- va 2- klass tarmoqlarini qurishda astronomik o'lchashlar bajarilishi tufayli ularni **astro-nomo-geodezik tarmoqlar** deyiladi. 1- va 2- klass tarmoqlari 3-klass punktlari bilan va keyin esa 4-klass punktlari bilan zichlashtiriladi. 3- klass va 4- klass triangulatsiyasi ayrim

vaqtlarda katta bo'lmagan tarmoqlar (9.2- shakl) shaklida ham quriladi. Iqtisodiy tomondan maqsadga muvofiq joylarda trirangulatsiya klasslari ularga tegishli poligonometriya yoki trilateratsiya klassi bilan almashtirilishi mumkin. Davlat geodezik planli tarmoqlarining tavsifi quyidagi 10- jadvalda berilgan.



9.2- shakl.

10- jadval

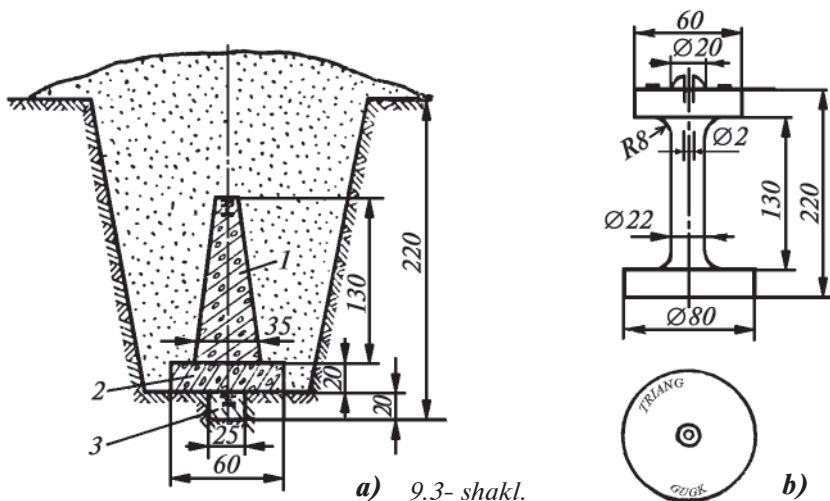
Klass	Triangulatsiya				Poligonometriya		Trilateratsiya
	S, km	m_{β}	$m_{\beta\text{chekli}}$	$m_s:S$	m_{β}	$m_s:S$	$m_s:S$
1.	>20	0,7	3	1:400 000	0,4	1:400 000	—
2.	7-20	1,0	4	1:300 000	1,0	1:200 000	—
3.	5-8	1,5	6	1:200 000	1,5	1:100 000	1:100 000
4.	2-5	2,0	8	1:200 000	2,0	1:400 000	1:400 000

Jadvaldagi belgilar: S — tomon uzunligi, km ; m_{β} — burchak o'lchashdagi o'rta kvadratik xato, c ; $m_{\beta\text{chekli}}$ — uchburchak burchaklari yig'indisining yo'l qo'yarli xatosi (xato cheki) m_s ; S — bazis tomon uzunligini o'lchash nisbiy o'rta kvadratik xatosi.

1- va 2- klass punktlari joylashmagan katta bo'lmagan hududlarda 1 : 5 000 va 1 : 2 000 masshtablardagi topografik syomkalar uchun geodezik asos sifatida 3- va 4- klass mustaqil geodezik tarmoqlarni qurishga ruxsat etiladi. Bunda har bir triangulatsiya tarmog'ida ikkitadan kam bo'lmagan tomonlar o'lchanishi kerak; poligonometriya tarmog'i uchun 3- klassda poligon perimetri 60 km dan, 4- klass uchun esa 35 km dan oshmasligi kerak.

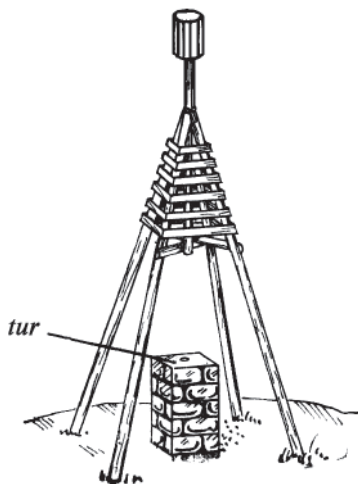
Davlat geodezik planli tarmoq punktlari joyda uzoq muddatga qo'zg'almas qilib qo'shma markaz (9.3- shakl), tog'li hududlarda esa turlar (9.4- shakl) bilan mahkamlanadi.

Punktlarning markazlari yerning muzlamaydigan qatlamidan pastda o'rnatiladi. Triangulyatsiya punktlarining markazi ustma-ust joylashtirilgan cho'yan quymasidan yasalgan ikkita markalardan iborat (9.3- shakl). Ikkala markaning markazi bitta shovun chizig'ida joylashishi kerak. Quyi markaz yaxlit beton (3), beton langar (yakor) (2) va yuqori markaz hisoblangan yaxlit beton (1) dan iborat. Yaxlit betonlar (1) va (3) ustiga cho'yan markalar sement qorishmasi bilan mahkamlanadi. Cho'yan marka 9.3- b shaklda berilgan. Punkt koordinatalari marka teshigining o'rtasiga, balandligi esa marka o'rtasidagi yarim sfera bo'rtiqning yuqori nuqtasiga to'g'ri keladi. Markaz ustiga tuproq uyilib, tepacha qilinadi (9.3- a shakl), atrofi esa chuqurligi 0,4—0,5 m to'rtburchak shaklida ariqcha qilib kavlab qo'yiladi. Planli geodezik tarmoqlar

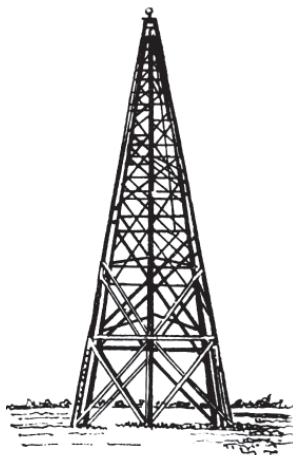


punktlari orasida o‘zaro ko‘rinishni ta’minlash uchun ularning markazlari ustiga tashqi belgilar — piramidalar (9.4- shakl) yoki signallar (9.5- shakl) quriladi. Piramidaning balandligi 10—12 m, signallarning balandligi esa 15—40 m gacha bo‘lib, yog‘och yoki metallardan yasaladi.

Burchak o‘lchashda teodolit piramidaning ostiga, yerga, signalda esa signal yuqori qismida joylashtirilgan maxsus stolchaga o‘rnatiladi. Signalning tepa qismida kuzatuvchi uchun maxsus maydoncha ham bo‘ladi. Piramida va signal uchiga vizirlash silindri o‘rnatiladi.



9.4- shakl.

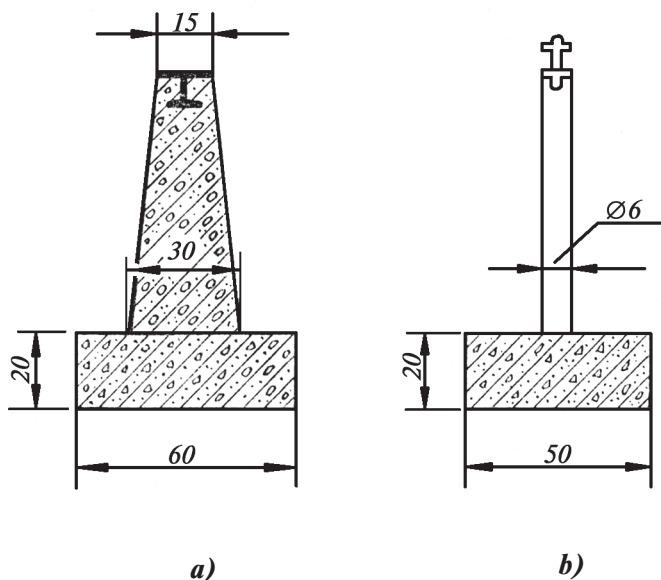


9.5- shakl.

9.3. Davlat balandlik geodezik tarmoqlari

Davlat balandlik geodezik tarmoqlari, asosan, geometrik va trigonometrik nivelirlash usullari bilan barpo etiladi. Geometrik nivelirlash tarmoqlari ikkita: davlat va texnik nivelirlash tarmoqlariga bo‘linadi. Davlat nivelirlash tarmoqlari to‘rt klassga bo‘linadi. Dastlab bir-biridan uzoq oraliqda I klass nivelirlash yo‘llari o‘tkaziladi, I klass punktlari ketma-ket II, III va IV klass punktlari bilan tegishli klass nivelir yo‘llarini o‘tkazib zichlashtiriladi. I va II klass yo‘llari tarmog‘i butun davlat hududi uchun yagona balandlik asos vazifasini bajaradi.

I klass nivelir yo‘llari mamlakat chegaralarida joylashgan dengizlar sathini tutashtiruvchi yo‘nalishlar bo‘yicha o‘tkazilib, eng yuqori aniqlikda bajariladi.



9.6- shakl.

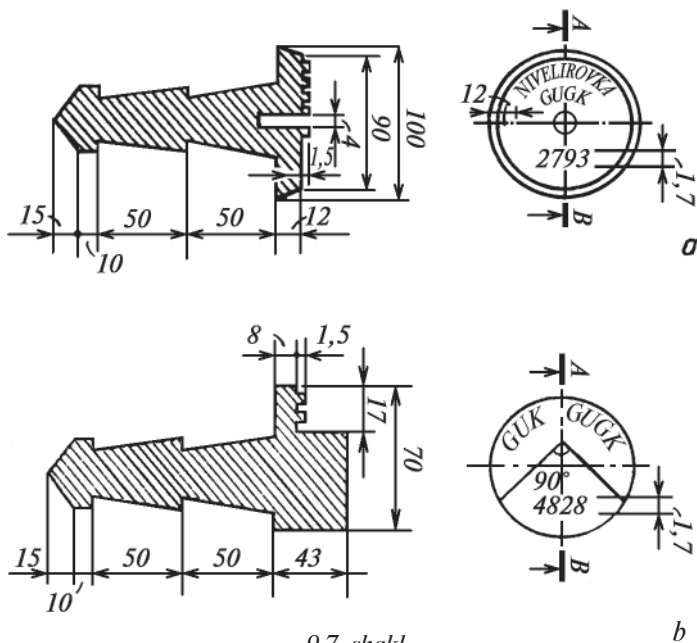
II klass nivelirlash tarmogʻi I klass tarmogʻi punktlariga tayanib hosil qilinadi. I va II klass nivelir yoʻllari nivelirlash uchun qulay boʻlgan joylardan (temir yoʻllar, avtomobil yoʻllar va katta daryolar yoqalab) oʻtkaziladi.

III klass nivelirlash tarmogʻi I va II klass punktlariga tayanib hosil qilinadi va perimetri oʻrtacha 150 km ni tashkil qiladi. 1:5000 masshtabdagi syomkalarni taʼminlash uchun poligon perimetri 60 km dan oshmasligi kerak.

IV klass nivelirlash yoʻllari bitta yoʻnalish boʻyicha yuqori klass punktlari orasida oʻtkaziladi. Bu yoʻllarning uzunligi 50 km dan oshmasligi kerak. IV klass nivelirlash yoʻllarining punktlari bevosita syomkalarining balandlik asosi boʻlib xizmat qiladi.

Barcha klass nivelirlash yoʻllari har 5 km da joylashadigan reper (9.6- shakl) va devoriy marka yoki devoriy reperlar (9.7- a, b shakllar) bilan mustahkamlanadi.

Grunt reperlar (9.6- shakl) yaxlit betondan yoki ost tomoni beton langarli temir trubadan yasilib, (9.6- b shakl) ustiga marka oʻrnatiladi. Reperning balandligi marka ustidagi yarim sferik boʻrtiqning yuqori nuqtasida toʻgʻri keladi. Grunt reperining markasi yer yuzidan 60—80 sm chuqurlikda, langar asosi esa yerning muzlash chuqurligidan 0,5 m pastda



9.7- shakl.

joylashishi kerak. Devoriy markalar mustahkam binolarning devoriga oʻrnatiladi. Markaning mutlaq balandligi marka teshigining markaziga toʻgʻri keladi. Devoriy reper binolarning peshtoq (sokol) qismiga oʻrnatiladi.

Davlat nivelirlash tarmoqlari quyidagi aniqlikda barpo etilishi kerak:

I klass nivelirlash yoʻlida nivelirlashning oʻrta kvadratik xatosi 1 km ga $m_h = \pm 0,5$ mm; II klass $m_h = \pm 2,5$ mm; III klass uchun $m_h = \pm 5,0$ mm va IV klass uchun $m_h = \pm 10$ mm dan oshmasligi kerak.

Syomka masshtabiga qarab davlat planli va balandlik geodezik asos punktlari kerakli zichlikda quriladi va ular joyda mumkin qadar teng masofada joylashtiriladi.

SYOMKA GEODEZIK TARMOQLARI. PLANLI TARMOQLAR

10.1. Teodolit yo‘llari va ularni qurish

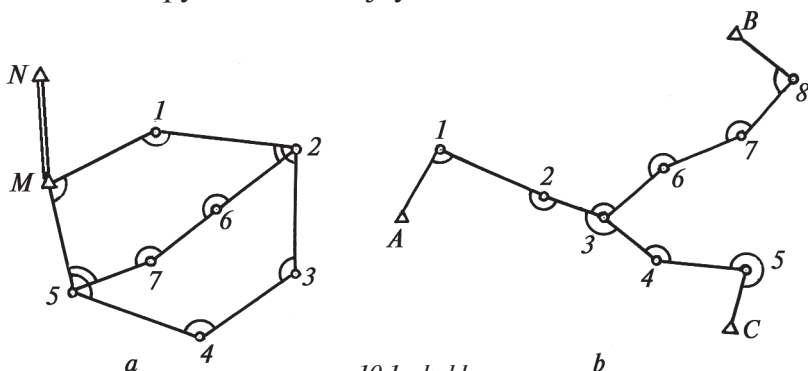
Yer bo‘lagini syomka qilishda teodolit yo‘li syomka asosi sifatida ko‘pincha uning chegaralari bo‘yicha, diagonal yo‘l esa uning ichkarisida o‘tkaziladi (10.1- *a* shakl). Bir nechta teodolit yo‘llari tugun nuqta orqali o‘zaro tutashsa, tugun nuqtali syomka tarmog‘i deyiladi (10.1- *b* shakl).

Teodolit yo‘llarini o‘tkazish ishi, odatda, joyning mavjud planlarini topish va ular bilan tanishib chiqishdan boshlanadi. Natijada yo‘l nuqtalari hamda joyda mavjud geodezik punktlar o‘rni aniqlanib, yo‘lning dastlabki loyihasi tuziladi. Keyin esa joyga chiqib joy sharoiti bilan bevosita tanishib chiqiladi (rekognossirovka ishlari bajariladi), natijada loyihaga qo‘shimcha aniqliklar kiritiladi va yo‘l nuqtalarining joydagi o‘rni tanlab olinib mahkamlanadi.

Teodolit yo‘li loyihasini tuzish va rekognossirovka ishlarini bajarishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak bo‘ladi:

1. Yo‘l burilish nuqtalari (hech bo‘lmaganda uchta qo‘shni nuqtalar), bir-biridan ko‘rinishni ta‘minlash maqsadida, ular mumkin qadar do‘nglik joylarda olinishi kerak.

2. Yo‘l tomonlari tekis va o‘lchash lentasi bilan o‘lchashga qulay joylardan (yo‘llar, kanallar yoqalab) hamda og‘ish burchaklari qiymati kichik joylardan o‘tishi kerak.



10.1- shakl.

3. Tomonlarining uzunligi 400 m dan katta va 50 m dan kichik bo'lmashligi, o'rtacha 250 m atrofida bo'lishi kerak.

4. Umuman, tomonlarning uzunligi o'zaro bir-biriga yaqin bo'lsa, maqsadga muvofiq hisoblanadi.

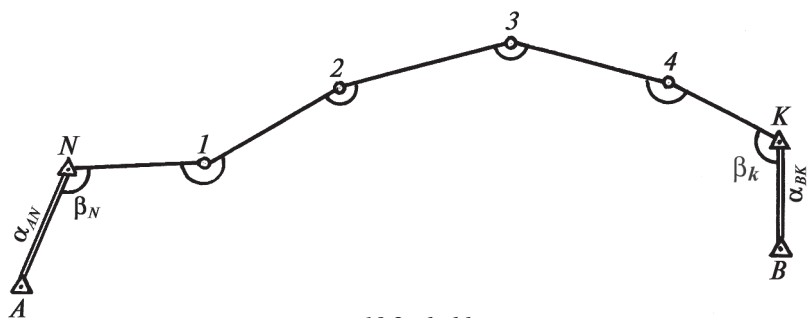
5. Tomonlar orasidagi burchaklar qiymati 180° ga yaqin bo'lishi, ya'ni yo'l cho'zinchoq bo'lishi kerak.

Teodolit yo'li tomonlari orasidagi burchaklar 1 yoki 0,5 minutli teodolitlar bilan to'la qabulda (6.8 ga qaralsin), yarim qabullar orasida limb holatini 90° ga o'zgartirib, o'lchab chiqiladi. Har bir tomon uzunligi o'lchov lentasi yoki ikkilangan tasvirli dalnomer bilan ikki marta — to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchab chiqiladi. Birdaniga qiyalikda o'tgan tomonlar og'ish burchagi o'lchab boriladi. Tomonlar uzunligini bevosita o'lchash imkoni bo'lmasa (daryo, jar va h.k. orqali o'tsa), uni borib bo'lmas masofani aniqlash usulida topiladi (10.3- shaklga qarang). Teodolit yo'lining chekli nisbiy xatosi qiymati yo'lning vazifasiga, uning shakliga va joy sharoitiga

qarab belgilanadi. Bu qiymat, odatda, $\frac{1}{1000}$ dan $\frac{1}{2000}$ gacha

bo'ladi. Aholi punktlari syomkasini bajarishda aniqlikka yuqoriroq talab qo'yiladi (syomka masshtablari $1:500$ — $1:5000$ bo'lganda). Ayrim vaqtlarda aniqligi oshirilgan ($1:3000$ — $1:4000$) teodolit yo'llari quriladi.

Teodolit yo'llari topografik syomkalar uchun syomka asosini sifatida ham ishlatiladi. Teodolit yo'llarining chekli uzunligi (perimetri) asosan syomka masshtabiga bog'liq — masshtab qancha yirik bo'lsa, yo'l shuncha kalta bo'lishi kerak. Masalan, syomka masshtabi $1:2000$ bo'lganda yo'l uzunligi 2 — 3 km atrofida bo'lishi kerak.



10.2- shakl.

Geodezik asos punktlarida, direksion burchak va koordinatalarni teodolit yo'liga uzatish maqsadida bajarilgan o'lchash ishlari **teodolit yo'lini bog'lash** deb ataladi.

Ochiq teodolit yo'li ikkita geodezik asos punktlari orali-g'ida o'tkaziladi (10.2- shakl). Shaklda N va K nuqtalari yo'lining boshlang'ich va oxirgi bog'lash nuqtalari hisoblanadi. Bu punktlardan eng kamida bittadan punkt (A va B) larga qarab yo'nalishlar (direksion burchaklar α_{AN} va α_{KB}) ma'lum bo'lishi kerak.

Teodolit yo'lini geodezik tayanch punktlar N , K , A va B larga bog'lash uchun N va K nuqtalarida yo'l bo'yicha o'ng yoki chap tomonda joylashgan β_N va β_K burchaklar o'lchanadi. Tekshirish uchun har bir nuqtada bu burchaklarni 360° ga to'ldiruvchi burchaklari ham o'lchanadi.

Bunga bevosita bog'lash deyiladi. Agar teodolit yo'lini faqat bitta nuqtasigina geodezik punktga bog'lansa, o'lchashda yo'l qo'yilgan xato yo'lining hamma nuqtalariga bir xil ta'sir etadi, ya'ni ular teng surilgan bo'ladi. Shuning uchun yo'l eng kamida geodezik asosning ikkita punktiga bog'lanishi kerak.

Teodolit yo'lida burchaklar va tomonlar uzunligini o'lchash natijalari quyida keltirilgan dala o'lchash jurnaliga (11- jadval) yoziladi.

11- jadval

Stan-siya	Kuza-tilgan nuqta-lar	Limb doirasidan olingan sanoqlar	Burchak-ning hisob-langan qiymati	Burchak -ning o'r-tacha qiymati	O'lchan-gan to-monlar uzunligi, m	Og'ish bur-chagi, "
1	2	3	4	5	6	7
			DO' (doira o'ng)			
	1	212°22,5			186,67	+3°50'
			144°52,0		(1—2)	(1—2)
	3	67°30,5'			186,61 (2—1)	
2			DCH (doira chap)	144°51,5'	186,64	
	1	116°50'				

1	2	3	4	5	6	7
			144°51'			
	3	331°59'				

10.2. Borib bo'lmas masofalarni aniqlash

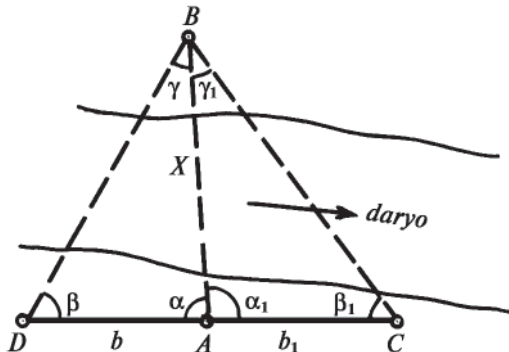
Yuqorida aytib o'tilganidek, teodolit yo'lining biron-bir tomoni, masalan, daryoni kesib o'tgan bo'lsa, uni bevosita o'lchab chiqish imkoniyati bo'lmaydi va bunda borib bo'lmas masofani aniqlash usuli qo'llaniladi. Masalan, teodolit yo'lining AB tomoni daryodan o'tgan bo'lsin (10.3- shakl).

Uning uzunligini topish uchun daryo yoqasi bo'ylab lenta bilan o'lchanishi qulay bo'lgan $AD=b$ chizig'i olinib, uchlari yog'och qoziqlar bilan joyda mahkamlanadi va ularning orasi o'lchash lentasi bilan mumkin qadar aniq o'lchanadi. Bu chiziqqa bazis deyiladi. ADB uchburchakda imkoni bo'lsa hamma burchaklar teodolit bilan o'lchanadi. Agar uchburchakda faqat α va β burchaklari o'lchansa, γ burchak $\gamma=180-(\alpha+\beta)$ formulasi orqali hisoblab topiladi.

Shunda sinuslar teoremasiga asosan 10.3- shakldan yozish mumkin:

$$AB = X = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \cdot b, \quad (10.1)$$

bu yerda: $AD = b$ — bazis tomonning uzunligi.



10.3-shakl.

Topilgan qiymatni tekshirish uchun joyda qo'shimcha bazis b_1 va burchaklar α_1 va β_1 o'lchanadi (10.3- shakl), shunda tomon uzunligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$(10.2)$$

Tomon uzunligi x ni anqlash uchun uchburchak shunday tanlanishi kerakki, bazis va aniqlanadigan tomon qarshisidagi burchaklar qiymati 30° dan kichik va 120° dan katta bo'lmasin, shunda tomon uzunligi aniqroq topiladi.

x qiymatlari orasidagi farq 1:1 000 dan katta bo'lmasligi kerak. Bu shart bajarilsa, qiymatlarning o'rtachasi olinadi.

10.3. Teodolit yo'li tomoniga direksion burchakni uzatish

Teodolit yo'li tomoniga direksion burchakni uzatish quyidagi uch usul bilan amalga oshiriladi:

1. Astronomik o'lchash (masalan, quyoshni kuzatish yo'li bilan joydagi chiziq haqiqiy azimutini topish) yoki maxsus giroteodolit asbobi bilan bevosita chiziqning haqiqiy azimuti o'lchanib, unga meridianlar yaqinlashishi uchun tuzatma kiritiladi. Bu usul aniq hisoblanadi, lekin u ancha murakkab va maxsus asboblarni talab qiladi.

2. Maxsus bussol yordamida chiziqning magnit azimuti o'lchanadi va unga magnit milining og'ishi hamda meridianlar yaqinlashishiga tuzatmalar kiritiladi. Bu usuldan kichik yer uchastkalarini syomka qilishda foydalaniladi.

3. A va B nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqning direksion burchagini nuqtalarning ma'lum koordinatalari orqali hisoblash va uni joyda belgilangan B—1 chiziqqa uzatish (10.4- shakl). Amalda bu usul ko'proq qo'llaniladi, shuning uchun uni batafsil ko'rib chiqamiz. AB chizig'ining direksion burchagi α_{AB} A va B nuqtalarining koordinatalari berilgan bo'lsa, teskari geodezik masalani yechish orqali topiladi. 1—2 chizig'ining direksion burchagi α_{1-2} ni hisoblash uchun joyda B va 1- nuqtalarda gorizont burchaklar β_B va β_1 o'lchanishi kerak (10.4- shakl). Yo'l bo'yicha bu burchaklar o'ng burchaklar hisoblanadi. Direksion burchak chiziqning hamma nuqtalarida o'zgarmas bo'lishiga asoslanib, boshlang'ich direksion burchak α_{AB} ni A

nuqtasidan B ga ko‘chiramiz (10.4- shakl) va ushbu shaklga asoslanib quyidagilarni yozamiz:

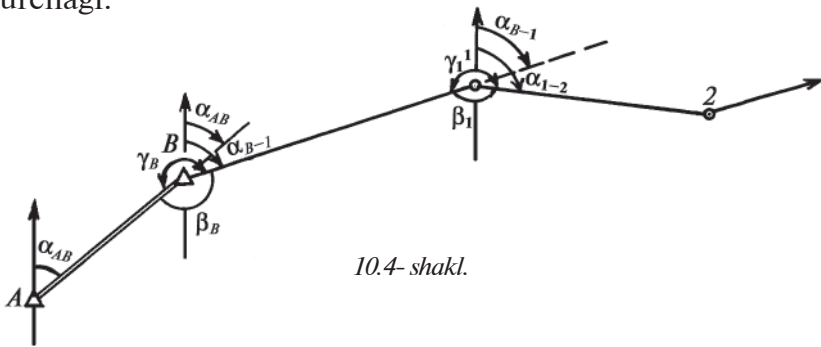
$$\left. \begin{aligned} &\alpha_{B-1} = \alpha_{AB} + 180 - \beta_B \\ &\alpha_{1-2} = \alpha_{B-1} + 180 - \beta_1 \\ &..... \\ &..... \\ &\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180 - \beta_n \end{aligned} \right\} \quad (10.3)$$

(10.3) formuladan ko‘rinishicha, keyingi chiziqning direksion burchagi orqadagi chiziqning direksion burchagiga 180° ni qo‘shib, undan o‘ng tomonda yotgan burchakni ayirilganiga teng.

Agar tomonlar orasidagi o'ng burchaklar o'rniga chap burchaklar γ_B va γ_1 o'lchangan bo'lsa, o'sha 10.4- shaklga asosan (10.3) formula o'rniga quyidagilarni yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{B-1} &= \alpha_{AB} + \gamma_B - 180 \\ \alpha_{1-2} &= \alpha_{B-1} + \gamma_1 - 180 \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ \alpha_n &= \alpha_{n-1} + \gamma_n - 180 \end{aligned} \right\} \quad (10.4)$$

ya'ni, keyingi chiziqning direksion burchagi orqadagi chiziqning direksion burchagiga tomonlar orasidagi o'lchangan chap burchakni qo'shib, yig'indidan 180° ni ayirilganiga teng. (10.3) va (10.4) formulalarda α_n – yo'l oxirigi tomoni direksion burchagi.



10.4. To'g'ri va teskari geodezik masalalarni yechish

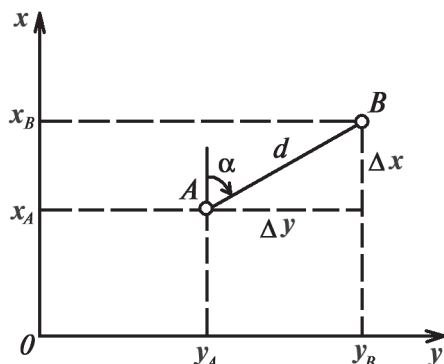
Teodolit yo'li nuqtalarining koordinatalarini hisoblashda, inshoot loyihasini joyga ko'chirishda va boshqa maqsadlarda to'g'ri va teskari geodezik masalalarni yechishga to'g'ri keladi.

To‘g‘ri geodezik masalada AB chizig‘ining A nuqtasi koordinatalari x_A va y_A (10.5- shakl) chiziqning direksion burchagi α va gorizonttal quyilishi d lardan foydalanib, B nuqtasining koordinatalari x_B va y_B topiladi. Masalani yechish uchun berilgan qiymatlar: x_A va y_A ; α va d . Topish kerak: x_B va y_B larni.

Keltirilgan 10.5- shakldan quyidagilarni yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= d \cos \alpha \\ \Delta y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (10.5)$$

bu yerda: Δx va Δy koordinatalar orttirmalari deyiladi.



10.5-shakl.

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= d \cos \alpha \\ \Delta y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\}$$

AB chizig‘ining gorizonttal qo‘yilishi d va direksion burchagi α qiymatlari berilganini hisobga olib, shakldagi to‘g‘ri burchakli uchburchakdan quyidagilarni topamiz:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + \Delta x \\ y_B &= y_A + \Delta y \end{aligned} \right\} \quad (10.6)$$

Ushbu formula bo‘yicha hisoblanadigan Δx va Δy ishoralari $\cos \alpha$ va $\sin \alpha$ ishoralariga bog‘liqdir.

(10.6) formulalar bo‘yicha Δx va Δy qiymatlari trigonometrik funksiyali kalkulatorlarda oson hisoblanadi.

(10.6) formulani (10.5) ga qo‘yib topamiz:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + d \cos \alpha \\ y_B &= y_A + d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (10.7)$$

Teskari geodezik masalada AB chizig‘ining uchlari koordinatalari x_A va y_A ; x_B va y_B lar berilgan bo‘lsa, ushbu chiziqning direksion burchagi α va uzunligi d hisoblash mumkin.

(10.5) formuladan yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x_B - x_A \\ \Delta y &= y_B - y_A \end{aligned} \right\}. \quad (10.8)$$

10.5- shakldan AB chizig'ining direksion burchagi α_{AB} quyidagiga teng:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (10.9)$$

Bu formuladan kalkulator bo'yicha rumb burchagi topiladi va Δy hamda Δx ishoralariga qarab rumbdan direksion burchakka o'tiladi.

Chiziq uzunligini hisoblash uchun (10.6) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}. \quad (10.10)$$

Bundan tashqari, chiziq uzunligi d 10.5- shakldagi uchburchakdan quyidagicha topilishi mumkin:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{AB}}. \quad (10.11)$$

10.5. Yopiq poligon nuqtalarining koordinatalarini hisoblash

Teodolit yo'llarini matematik ishlab chiqish ular nuqtalarining koordinatalarini topish maqsadida bajariladi. Hisoblash ishlari jurnaldagi yarim qabullardagi burchak qiymatlari va ular bo'yicha hisoblangan o'rtacha qiymatlarni qayta tekshirishdan boshlanadi. Jurnalning (11- jadval) 5- va 6-ustunlarida yozilgan burchak va chiziqlarning tekshirilgan o'rtacha qiymati siyoh bilan yozib chiqiladi. Bu yerda yopiq poligon va uning nuqtalariga uchlari bilan bog'langan ochiq poligon teodolit yo'llarini (10.6- shakl) matematik ishlab chiqish ko'rib chiqiladi.

Burchak bog'lanmasligi qiymatini aniqlash va burchaklarni tenglash. Dala jurnalida hisoblangan qiymatlar tekshirib chiqilgandan keyin burchaklar o'rtacha qiymati jurnaldan koordinatalar hisoblash vedomostining (13- jadval) 2- ustuniga

ko'chirib yoziladi va burchaklar yig'indisi topilib, o'sha ustunning ostiga yoziladi. Yopiq poligonda burchaklar bog'lanmasligi qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n . \quad (10.12)$$

Bu yerda f_{β} — burchaklar bog'lanmasligi; —

o'lchangan burchaklar yig'indisi; — burchaklarning

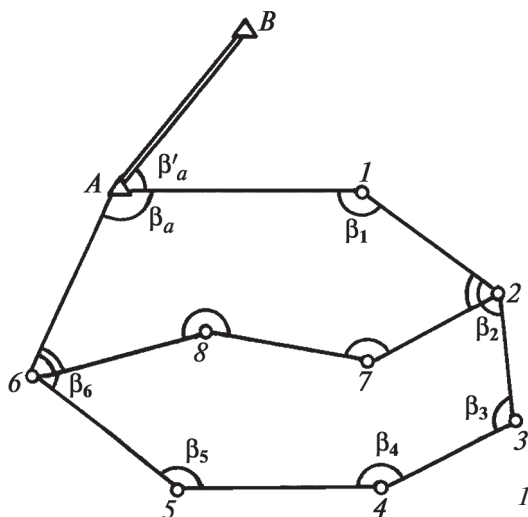
nazariy yig'indisi. Yopiq poligon burchaklarining nazariy yig'indisi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sum_1^n \beta_n = 180^\circ (n - 2) . \quad (10.13)$$

Bu yerda: n — o'lchangan burchaklar soni.

Bizning misol uchun (10.12) va (10.13) formulalardan foydalanib, $f_{\beta} = -02'$ ni topamiz (hisoblash tartibi 13- jadval ostida berilgan). Teodolit yo'lidagi burchaklar bog'lanmasligi cheki quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f_{\beta \text{ reki}} = 1' \sqrt{n} . \quad (10.14)$$



10.6- shakl.

Yopiq poligon nuqtalarining koordinatalarini hisoblash vedomosti

№	Ichki bur-chaklar (o'ng)		Direksion bur- chaklar	Poligon tomonl. goriz. quyil. (m)	Orttirmalar (m)										Koordinatalar (m)			
	O'l- changani	Tuza- tilgani			Hisoblangani			Tuzatilgani										
					±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	Δy	±	x	±	y
1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		
B	β-α = 29°80'		227°08'	—														
A	128°20'	128°20'												4100,00	+	2500,00		
	+0,5'		76°16'	221,28	+	52,55	+	214,95	+	52,45	+	214,95						
1	97°55,5'	97°56'												4152,45	+	2714,95		
	+0,5'		158°20'	254,78	—	236,78	+	94,06	—	236,90	+	94,06						
2	174°26,5'	174°27'												3915,55	+	2809,01		
			163°53'	165,92	—	159,40	+	46,04	—	159,48	+	46,04						

Bizning misol uchun (10.14) formuladan:

$$f_{\beta \text{ chekli}} = 1' \sqrt{n} = 1' \sqrt{7} \approx 02,6'.$$

Agar o'lchangan burchaklarning bog'lanmaslik qiymati ushbu formula bo'yicha hisoblangan qiymatdan katta bo'lsa, hisoblash natijalari qayta tekshiriladi, kerak bo'lsa, burchaklarni qayta o'lchab xatolik topiladi va tuzatiladi. Bog'lanmaslik yo'l qo'yarli, ya'ni $f_{\beta} \leq f_{\beta \text{ chekli}}$ bo'lsa, u hamma o'lchangan burchaklarga teng va o'zining ishorasiga teskari ishora bilan tarqatib beriladi, ya'ni:

$$v_{\beta} = \frac{-f_{\beta}}{n}. \quad (10.15)$$

Ushbu formula bo'yicha tuzatmalarni hisoblashda hamma burchaklar teng aniqlikda o'lchangan deb qabul qilinadi. Amalda bog'lanmaslik kamdan-kam holatda burchaklar soni n ga qoldiqsiz bo'linadi. Shu sababli ayrim burchaklarga boshqalariga qaraganda kattaroq tuzatma berishga to'g'ri keladi. Qisqa tomonlar orasidagi burchaklar uzun tomonli burchaklarga qaraganda kattaroq xatolik bilan o'lchanishini hisobga olib, ularga kattaroq tuzatma beriladi. Burchaklar qiymatini yaxlit minutilarga keltirish hisobi bilan ham tuzatma tarqatilishi mumkin. Bunda tomonlar uzunligi kalta bo'lsa, yo'l aniqligining pasayishiga olib keladi. Tarqatib berilgan tuzatmalar yig'indisi bog'lanmaslik qiymatiga teskari ishora bilan teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\sum_1^n v_{\beta} = -f_{\beta}. \quad (10.16)$$

Tarqatilgan tuzatmalar burchak qiymatlari ustiga yoziladi (2-ustunga qaralsin) va ularning ishorasi hisobga olinib, tuzatma kiritilgan burchaklar qiymati 3-ustunga yoziladi. Tuzatilgan burchaklarning yig'indisi (3-ustun) nazariy yig'indiga teng bo'lishi kerak.

Poligon tomonlarining direksion burchaklari va rumbini hisoblash. Nuqtalar koordinatalarini hisoblash uchun to'g'ri geodezik masalani yechish talab qilinadi. Buning uchun har bir tomonning direksion burchagini hisoblab chiqish kerak bo'ladi. Misolimizda olingan poligon uchun yo'l bo'yicha o'ng

tomondagi burchaklar o'lcanganini hisobga olib, hisoblashda (10.3) formuladan foydalanamiz.

10.6- shaklda berilgan B va A geodezik punktlar koordinatalaridan (10.10) formula bo'yicha BA tomon direksion burchagi $\alpha_{BA} = 227^\circ 08'$ topilib, bog'lash chap burchagi qiymati $\beta'_a = 29^\circ 08'$ va (10.4) formula orqali poligonning boshlang'ich tomoni $A-1$ direksion burchagi α_{A-1} ni quyidagicha topamiz: $\alpha_{A-1} = \alpha_{BA} + \beta'_a - 180^\circ = 227^\circ 08' + 29^\circ 08' - 180^\circ = 76^\circ 16'$. Poligon keyingi tomonlari direksion burchaklarini quyidagicha topamiz:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{A-1} + 180^\circ - \beta_1 = 76^\circ 16' + 180^\circ - 97^\circ 56' = 158^\circ 20';$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2 = 158^\circ 20' + 180^\circ - 174^\circ 27' = 163^\circ 53'$$

va hokazo. Nazorat hisoblash:

$$\alpha_{A-1} = \alpha_{6-A} + 180^\circ - \beta_a = 24^\circ 36' + 180^\circ - 128^\circ 20' = 76^\circ 16'.$$

Demak, hisoblashlar to'g'ri.

Hisoblangan direksion burchaklar 13- jadvalning 4- ustuniga yoziladi. Jadvalning 5- ustuniga burchak o'lcash jurnalidan tomonlar uzunligining o'rtacha qiymatlari ko'chirib yoziladi. Bunda poligonning qaysi tomoni qiya chiziq bo'lib, uning og'ish burchagi o'lcangan bo'lsa, (7.8) formula bo'yicha tuzatma hisoblanadi va chiziq uzunligiga kiritilib, natija jadvalning 5- ustuniga yoziladi. Bizning misolimizda poligonning 3 — 4 tomoni uzunligi $D = 202,18$ m, og'ish burchagi $\nu = 2^\circ 45'$ bo'yicha hisoblangan tuzatma $DD = 0,27$ m bo'lgani uchun chiziqning gorizontaal quyilishi $d = D - DD = 202,18 - 0,27 = 201,91$ m ga teng bo'ladi.

Koordinata orttirmalarini hisoblash. Koordinata orttirmalari yuqorida keltirilgan (10.6) formulalar bilan hisoblanadi. Olingan misolda poligon 1—2 tomoni uchun vedomostning 4 va 5- ustunlaridan α va d qiymatlarini olib topamiz:

$$\Delta x = d \cos \alpha = 254,78 \cdot \cos 158^\circ 20' = -236,78 \text{ m},$$

$$\Delta y = d \sin \alpha = 254,78 \cdot \sin 158^\circ 20' = +94,06 \text{ m}.$$

Hisoblangan orttirmalar vedomostning 6 va 7- ustunlariga yoziladi. Xuddi shu tartibda poligonning qolgan tomonlari uchun ham koordinata orttirmalari hisoblab topiladi.

Koordinata orttirmalarining xatosini aniqlash va ularni tenglash. Yopiq poligonda koordinata orttirmalarining algebraik yig'indisi nazariy jihatdan nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{1}^n \Delta x_n &= 0 \\ \sum_{1}^n \Delta y_n &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (10.17)$$

Amalda esa burchak va tomonlar uzunligini o'lchashda yo'l qo'yilgan xatolar ta'siri natijasida (10.17) formula sharti bajarilmaydi, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{1}^n \Delta x_n &\neq 0 \\ \sum_{1}^n \Delta y_n &\neq 0 \end{aligned} \right\}. \quad (10.18)$$

Shuni hisobga olib, koordinata orttirmalari xatosi uchun yozamiz:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_{1}^n \Delta x_a - \sum_{1}^n \Delta x_n \\ fy &= \sum_{1}^n \Delta y_a - \sum_{1}^n \Delta y_n \end{aligned} \right\}, \quad (10.19)$$

bu yerda: $\sum_{1}^n \Delta x_a$ va $\sum_{1}^n \Delta y_a$ — koordinata orttirmalarining amaliy yig'indisi (13- jadval 6 va 7-ustunlarining tegishli algebraik yig'indisi). (10.17) formula hisobga olinsa, (10.19) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_{1}^n \Delta x_a \\ fy &= \sum_{1}^n \Delta y_a \end{aligned} \right\}. \quad (10.20)$$

Olingan misolimizda ushbu formula bo'yicha hisoblangan fx va fy qiymatlari vedomostning ostiga yozilgan. Hisoblangan orttirmalar bog'lanmaslik qiymati fx va fy lar orqali bo'yicha poligon perimetridagi bog'lanmaslik absolut qiymati fd quyidagi formuladan topiladi:

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2}. \quad (10.21)$$

Absolut bog‘lanmaslik fd ning poligon perimetriga nisbati $fd : \sum_1^n d$ perimetrdagi nisbiy bog‘lanmaslik deyiladi. Nisbiy bog‘lanmaslik surati birga teng oddiy kasr bilan ifodalanadi:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} = \frac{1}{N}, \quad (10.22)$$

bu yerda: $N = \sum_1^n d : fd$.

Perimetrdagi bog‘lanmaslik nisbiy qiymati tomonlar uzunligini o‘lchash sharoiti yaxshi (qulay) bo‘lganda quyidagi shartni ta’minlashi kerak.

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \leq \frac{1}{2000}. \quad (10.23)$$

Bizning misolimizda $fx = +0,79$ va $fy = -0,01$ va (10.21) formuladan $fd = 0,79$ bo‘ladi.

13-jadval 5- ustundagi hamma qiymatlarni qo‘shib topamiz: $\sum_1^n d = 1650,74$ m.

Shunda (10.23) ga ko‘ra aniqlaymiz:

$$\frac{0,79}{1651} = \frac{1}{2089}; \quad \frac{1}{2100} < \frac{1}{2000}.$$

Demak, orttirmalar bog‘lanmaslik qiymati bizning misolimizda yo‘l qo‘yarli chegarada ekan. Agarda ushbu shart bajarilmasa, hisoblashlar tekshiriladi, bo‘lmasa tomon uzunligi joyda qayta o‘lchanadi.

Yuqoridagi misolda fx va fy qiymatlari koordinata orttirmalariga tomonlar uzunligiga proporsional ravishda teskari ishora bilan tuzatma qilib beriladi. Tuzatmalar quyidagicha hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} v_{\Delta x} &= \frac{-fx}{\sum_1^n d} d_i \\ v_{\Delta y} &= \frac{-fy}{\sum_1^n d} d_i \end{aligned} \right\}, \quad (10.24)$$

bu yerda: d_i – tuzatma beriladigan tomonning uzunligi.

Hisoblangan tuzatmalar qiymatining kasr qismini ikki xonagacha yaxlitlab tegishli orttirma qiymati ustiga yoziladi (6 va 7- ustunlarga qaralsin). Tuzatmalar to'g'ri hisoblab tarqatilgan bo'lsa ushbu shart bajarilishi kerak:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n v_{\Delta x} &= -fx \\ \sum_1^n v_{\Delta y} &= -fy \end{aligned} \right\}. \quad (10.25)$$

Har bir tuzatma tegishli orttirma qiymatiga algebraik qo'shilib, natija 13- jadvalning 8 va 9- ustunlariga yoziladi. Tuzatilgan orttirmalarning yig'indisi yopiq poligon uchun nolga teng bo'lishi kerak.

Shundan keyin boshlang'ich nuqtaning berilgan koordinatalari va tuzatilgan orttirmalar qiymati orqali (10.5) formula bo'yicha nuqtalar koordinatalari hisoblanadi, ya'ni:

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y \end{aligned} \right\}, \quad (10.26)$$

bu yerda: i – poligon nuqtalarining tartib raqami: 1, 2, 3, ... n .

Yopiq poligonda nuqtalar koordinatasi ketma-ket hisoblab borilganda oxirida boshlang'ich nuqta koordinatalari takroran kelib chiqadi. Bu esa hisoblashlar tekshiruvini bo'ladi.

10.6. Ochiq poligon (diagonal yo'l) nuqtalarining koordinatalarini hisoblash

Ochiq poligon teodolit yo'lida burchak va orttirmalarni tenglash yopiq poligonga o'xshab bajarilsa ham bog'lanmasliklarni hisoblash o'z xususiyatiga ega. Hisoblash ishlari quyidagi tartibda bajariladi:

1. 14- jadvalning 1- ustuniga poligon nuqtalarining tartib raqami, yo'lning boshlang'ich va oxirgi uchi tayanch nuqtalari bilan birga yoziladi. Misolda 1- va 6- nuqtalar yo'lning boshlang'ich va oxirgi uchining tayanch nuqtalari hisoblanadi (10.6- shakl). 1–2 va 6–A tomonlarning direksion burchaklari α_b va α_{ox} hamda 2- va 6- nuqtalar koordinatalari 13- jadvaldan olinib, 14- jadvalga yozilgan.

2. Jadvalning 2-ustuniga yo‘l bo‘yicha burchaklar dala o‘lchash jurnalidan olib yoziladi va ular yig‘indisi $\sum_1^n \beta_a$ topiladi.

3. «Direksion burchaklar» ustuniga (4- ustun) boshlang‘ich 1 — 2 va oxirgi 6 — A tomonlar direksion burchaklari α_b va α_{ox} 13- jadval 4- ustunidan olib yoziladi.

4. Burchaklar xatosi (10.12) formula bo‘yicha hisoblanadi.

Lekin bunda $\sum_1^n \beta_n$ — burchaklar nazariy qiymati quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$(10.27)$$

bu yerda: α_b va α_{ox} — yo‘lning boshlang‘ich va oxirgi tomonlarining berilgan direksion burchaklari; n — yo‘lda o‘lchangan burchaklar soni.

(10.27) formula yo‘l bo‘yicha o‘ng burchaklar o‘lchangan vaqtda ishlatiladi. Agar chap tomondagi burchaklar o‘lchangan bo‘lsa, formula quyidagicha bo‘ladi:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_{\bar{o}} + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ox}, \sum_1^n \beta_n = \alpha_{ox} + n \cdot 180^\circ - \alpha_b, \quad (10.28)$$

Bizning misolimizda yo‘ldagi o‘ng burchaklar o‘lchangani uchun burchaklar nazariy yig‘indisi (10.27) formula bo‘yicha hisoblanadi.

Bu formulaga qo‘yiladigan qiymatlar 14- jadvalning 4-ustunidan olinadi:

$$\begin{aligned} \sum_1^n \beta_n &= \alpha_b + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ox} = 158^\circ 20' + 4 \cdot 180^\circ - \\ &- 24^\circ 36' = 853^\circ 44'. \end{aligned}$$

(10.27) va (10.28) formulalari bilan hisoblangan natijalarda ortiqcha 360° (bitta davr) paydo bo‘lishi mumkin va bunda natijadan 360° ayirib tashlanishi kerak bo‘ladi.

Shunga ko‘ra misoldagi nazariy yig‘indini topamiz:

$$= 853^\circ 44' - 360^\circ 00' = 493^\circ 44'.$$

Ochiq poligon (diagonal yoʻl) nuqtalarining koordinatalarini hisoblash vedomosti

№	O'ng burchaklar		Direk-sion bur-chaklar	Poligon tomon goriz. quyil. m his.	O'rttirmalar (m)										Koordinatalar (m)			
	O'l-changan	Tuza-tilgan			Hisoblangani					Tuzatilgani								
					±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy		
					±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	x
1	2	3	4	5		6		7		8		9		10		11		
1																		
	-0,5'		158°20'															
2	88°42,5'	88°42'				+08		-06						3915,55	+	2809,01		
			249°38'	144,26	-	50,20	-	135,24	-	50,12	-	135,30						
3	124°12'	124°12'				+09		-08						3865,43	+	2673,71		
			305°26'	159,50	+	92,48	-	129,95	+	92,57	-	130,03						

$$\Sigma \beta_H = \alpha_b + 12 \cdot 180^\circ - 24^\circ 35' = 493^\circ 44'$$

$$158^\circ 20' + 4 \cdot 180^\circ - 24^\circ 35' = 493^\circ 44'$$

14- jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	258°55'	258°55'			+18	-15			+ 3958,00	+ 2543,68
	-0,5'		226°31'	264,85	- 182,25	192,17	- 182,07	- 192,32		
6	21°55,5'	21°55'							+ 3775,93	+ 2351,36
			24°36'							
A										

$$\begin{array}{l} \Sigma \beta_a = 493^\circ 45' \\ \Sigma \beta_n = 493^\circ 44' \\ \hline f\beta = +01' \end{array} \qquad \begin{array}{l} \Sigma d = 568,61; \quad \Sigma \Delta x_d = -139,97; \quad \Sigma \Delta y_d = -457,36; \\ \Sigma \Delta x_n = (-139,62); \quad \Sigma \Delta y_n = (-457,65); \\ \hline f\hat{x} = -0,35 \qquad \qquad f\hat{y} = +0,29 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \Sigma \Delta x_n = 3775,93 - 3915,55 = -139,62 \\ \Sigma \Delta y_n = 2351,26 - 2809,01 = -457,65 \end{array}$$

$$fd = \sqrt{(0,35)^2 + (0,29)^2} \approx 0,45;$$

$$f\beta_{chekli} = 2'\sqrt{n} = 2'\sqrt{4} = 04'$$

$$\frac{fd}{\Sigma d} = \frac{0,45}{568,61} = \frac{1}{1260} < \frac{1}{1000}.$$

Shunda burchaklar bog‘lanmaslik qiymati (10.12) formula bo‘yicha quyidagiga teng bo‘ladi:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n = 493^\circ 45' - 493^\circ 44' = + 01'.$$

Chekli xato diagonal yo‘l uchun quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

bu yerda: n — o‘lchangan burchaklar soni.

Burchaklar xatosi yopiq poligondagiga o‘xshash tarqatiladi va qiymati tuzatilib, 3- ustunga yoziladi.

5. Tomonlar direksion burchaklari yopiq poligonga o‘xshash hisoblanadi. Direksion burchaklar to‘g‘ri hisoblanganligining isboti bo‘lib, oxirgi tomonning oldindan ma‘lum bo‘lgan direksion burchagining takroran kelib chiqishi xizmat qiladi (bizning misolimizda 4- ustundagi 6-A tomonining direksion burchagi $24^\circ 36'$).

6. Tomonlarning uzunligi o‘lchash jurnalidan olinib, 6-ustunga yoziladi. Bunda qiya chiziqlar o‘lchangan bo‘lsa, ularning gorizontal quyilishi hisoblab olinadi.

7. Yo‘l tomonlarining orttirmasi yopiq poligonga o‘xshash (10.6) formulalar bilan hisoblanadi va 6,7-ustunlarga yoziladi.

8. Orttirmalar bog‘lanmasligi ochiq poligonda quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ f_y &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned} \right\}. \quad (10.29)$$

Bu yerda: $\sum_1^n \Delta x_n$ va $\sum_1^n \Delta y_n$ — orttirmalar nazariy yig‘indisi bo‘lib, quyidagi formulalardan topiladi:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= x_{ox} - x_b \\ \sum_1^n \Delta y_n &= y_{ox} - y_b \end{aligned} \right\}, \quad (10.30)$$

bu yerda: x_b, y_b va x_{ox}, y_{ox} — yo‘l boshlang‘ich va oxirgi tayanch nuqtalarining koordinatalari.

Bizning misolimizda 2 va 6- nuqtalar tayanch nuqtalar bo‘lib, koordinatalari 13- jadvalning 10 va 11- ustunlaridan olinib, 14-jadvalning tegishli ustunlariga yoziladi.

Yuqoridagi (10.29) va (10.30) formulalardan foydalanib,

14-jadval ostida fx, fy, fd va $fd: \sum_1^n d$ qiymatlar hisoblab keltirilgan. Diagonal yo‘l asosiy (yopiq) teodolit yo‘li nuqtalari orasida o‘tkazilganligi uchun unda yo‘l qo‘yilgan xatolar ta’sirida orttirmalar bog‘lanmaslik mutlaq qiymati birmuncha kattaroq bo‘ladi va u $fd: \sum_1^n d \leq 1:1\ 000$ shartni qanoatlantirishi

kerak. Bizning misolimizda $1:1\ 260 < 1:1\ 000$ bo‘lgani uchun (hisoblash 14- jadval ostida keltirilgan) orttirmalar xatosi yo‘l qo‘yarli chegarada ekanligi tasdiqlandi. Orttrimalarni bog‘lash xuddi yopiq poligonga o‘xshash bajariladi. Bog‘langan (tuzatilgan) orttirmalar va boshlang‘ich nuqtaning (misolimizda 2- nuqta) koordinatalari bo‘yicha keyingi nuqtalarning koordinatalari yopiq poligonga o‘xshash ketma-ket hisoblab chiqiladi. Hisoblashlar oxirida yo‘l oxirgi tayanch nuqtasining berilgan koordinatalari kelib chiqishi kerak. Olingan misolda oxirgi tayanch nuqta 6- nuqta bo‘lib, koordinatalari 13- jadvaldan olingan. Demak, uning koordinatalari 14- jadvalda quyidagicha hisoblanadi (10.7- shaklga asosan):

$$x_6 = x_8 + \Delta x = 3958,00 - 182,07 = 3775,93 \text{ m};$$

$$y_6 = y_8 + \Delta y = 2543,68 - 192,32 = 2351,36 \text{ m}.$$

Bu esa hisoblash to‘g‘ri ekanligini bildiradi. Hisoblangan koordinatalar 14- jadvalning 10 va 11- ustunlariga yoziladi.

BALANDLIK TARMOQLARI

10.7. IV klass va texnik nivelir tarmoqlarini loyihalash va ularni joyda mahkamlash

IV klass va texnik nivelirlash balandlik tarmoqlari 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 va 1:500 masshtablardagi topografik syomkalarni bajarish uchun I, II, III va IV klass davlat nivelir

tarmoqlarini zichlash maqsadida quriladi. Balandlik tarmoqlarining zichligi va aniqligi relyef kesimi balandligi, topografik syomka masshtabi hamda kelgusida shu hududda bajariladigan muhandislik-geodezik, yer tuzish va boshqa ishlarni ta'minlashni ko'zda tutishi kerak. Yirik masshtabli syomkalarda balandlik asosni qurish odatda III, IV klass nivelirlash va texnik nivelirlash orqali amalga oshiriladi.

IV klass nivelirlash yo'lining uzunligi 50 km dan oshmasligi kerak. Bunda nivelirlash faqat bir yo'nalishda bajariladi va nivelir yo'li yoki poligoni bo'yicha xatosi quyidagi absolut

qiymatdan oshmasligi kerak: $f_h = 20\sqrt{L}$, mm, bu yerda L—nivelir yo'li uzunligi yoki poligon perimetri, km da.

1:5000, 1:2000, 1:1000 va 1:500 masshtablardagi syomkalarni ta'minlash uchun texnik nivelirlash tarmog'i quriladi. Odatda bu tarmoq o'zidan yuqori klass nivelir yo'lining eng kamida uchta punktiga bog'lanishi kerak. Noiloj hollarda osma (muallaq) texnik nivelir yo'li qurishga ruxsat etiladi. Bunda nivelirlash to'g'ri va teskari yo'nalishda bajarilishi kerak.

Texnik nivelirlash yo'llari yoki poligonlarida nivelirlash xatosining absolut qiymati quyidagidan oshmasligi kerak:

$f_h = 50\sqrt{L}$, mm; bu yerda L — yo'l uzunligi yoki poligon perimetri, km da. Agar 1 km uzunlikdagi nivelir yo'lda nivelir stansiyalarining soni 25 dan oshib ketsa, xato quyidagicha

hisoblanishi mumkin: $f_h = 10\sqrt{n}$ mm, bu yerda n—stansiyalar soni. Syomkalar masshtabiga, relyef kesimi balandligiga va relyef murakkabligiga qarab yuqori klass nivelirlash tarmog'ining punktlari orasida o'tkaziladigan texnik nivelirlash yo'llari uzunligi quyidagi 15- jadvalda berilgan qiymatlardan oshmasligi kerak.

IV klass davlat nivelirlash yo'li har 5 km da doimiy grunt, qoya yoki devoriy reperlar bilan mahkamlab chiqilgan bo'ladi. Topografik syomkalar uchun nivelirlash yo'llari har 1—2 km oraliqda doimiy va vaqtinchali belgilari qo'yilib qo'shimcha mahkamlab chiqiladi. 1:5 000 masshtabdagi syomka uchun har 10—15 kv km ga 1 ta balandlik tarmog'ining reperi, 1:2 000 masshtab uchun 5—7 kv km ga 1 ta reper to'g'ri kelishi kerak. Yirik masshtabli syomkalarni bajarish uchun nivelir tarmog'ini qurish loyihasi planli tarmoqlarni loyihalash bilan

Texnik nivelirlash yo‘li agarda:	Texnik nivelirlash yo‘li uzunligi (km) relyef kesimlarida		
	0,25 m	0,5 m	1 m va ortiq
Yuqori klass punktlari orasida o‘tkazilgan bo‘lsa	4,0	8,0	16
Yuqori klass punktlari va tugun nuqtalar orasida	3,0	6,0	1
Ikki tugun nuqta orasida	2,0	4,0	8

birga olib boriladi. Planli tarmoqning har bir punkti uchun balandlik ham topilishi kerak, shuning uchun dastlab planli tarmoq loyihasi tuziladi va keyin balandlik tarmoqni loyihalashda planli punktlar nivelir yo‘liga qo‘shib olinadi.

Masalan, planli tarmoq poligonmetriya usulida hosil qilinsa, nivelir yo‘llari poligonmetriya tomonlari bilan qo‘shiladi. Nivelir tarmog‘ini loyihalashda ishlar quyidagi tartibda bajariladi:

1. Ushbu joyda ilgari bajarilgan nivelirlash ishlari to‘g‘risida ma’lumotlar to‘plash.
2. Ishlar bajariladigan joyga chiqib tanishib chiqish.
3. Loyihani tuzish.
4. Loyihasi tuzilgan nivelir yo‘llari bilan joyda tanishib chiqish.

IV klass va texnik nivelir yo‘llari 1:10 00—1:25 000 masshtabdagi topografik kartalarda loyihalanadi. Bunday kartaga dastlab ilgari qurilgan planli va balandlik tarmoqlar punktlari, keyin yangi loyihalanayotgan tarmoq punktlari tushiriladi. Yangi loyihalanayotgan IV klass va texnik nivelirlash tarmoqlari joyda ilgari qurilgan tarmoq punktlariga ulanadi.

IV klass va texnik nivelirlash yo‘llarini loyihalashda bu yo‘llar o‘tadigan joy trassasiga quyidagi talablar qo‘yiladi: trassalar mumkin qadar nishabi kichik bo‘lgan joylarda olinishi kerak; trassalar jarlik, daryo va boshqa to‘siqlarni kesib o‘tmasligi kerak.

Nivelirlash uchun qulay trassalar bo‘lib grunt yo‘llar, shosse, dala yo‘llari va shunga o‘xshashlar xizmat qiladi. Loyihalanayotgan nivelir yo‘llarida o‘rnatiladigan nivelir belgilarining o‘rni quyidagi shartlarga javob berishi kerak: yer

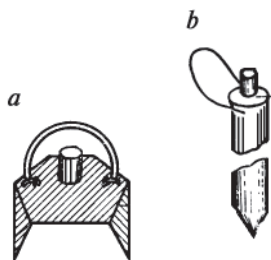
qatlami mavsumiy muzlaydigan mintaqalarda belgi o'zni relyefning balandroq hamda grunti qumloq va yer osti suvlarining sathi 3—4 m dan kam bo'lmagan joylar tanlanishi kerak. Ko'chki, karst, o'pirilish va shunga o'xshashlar ro'y beradigan joylarda belgi o'rnatilishi man etiladi. Nivelir yo'llarida o'rnatiladigan belgilar konstruksiyasi belgi grunt muhitida uzoq muddatga qo'zg'almay turishini ta'minlashi kerak. Belgilarni tayyorlash uchun asosiy material bo'lib beton, temir-beton plitalar va metall quvurlar xizmat qiladi. Nivelir belgilari sifatida ishlatiladigan grunt reper, devoriy reper va markalar turlari 9.6. va 9.7- shakllarda berilgan.

Devoriy reper va markalar 3—4 yil ilgari qurilgan imorat va inshootlar devorida, yerdan 0,4—0,6 m balandlikda o'rnatilishi kerak.

10.8. IV klass nivelirlashni bajarish

IV klass nivelirlash o'rtadan nivelirlash usulida bajariladi. Stansiyada o'rnatilgan nivelirdan reykalargacha masofalar o'rtacha 100 m; vizirlash nurining yer sirtidan balandligi 0,2 m dan kam bo'lmasligi; nivelirdan reykalargacha masofalarning stansiyadagi farqi 5 m gacha, nivelir yo'lining seksiyasidagi farqi 10 m dan oshmasligi kerak.

Vizirlash sharoiti yaxshi hollarda va nivelir trubasining kattalashtirishi 30^x bo'lsa, reykalargacha masofalarni 150 m gacha olish mumkin. Nivelirlashda reykalargacha masofa qadamlab o'lchanadi va u reykanadan o'rtadagi ip hamda dalnomer iplaridan biri bo'yicha olingan sanoqlarning ayirmasini hisoblab tekshirib boriladi (16- jadvalga qaralsin).



10.7-shakl.

Nivelirlash H-3, H-3K va shu aniqlikdagi boshqa nivelirlar hamda PH-3 shashkali nivelir reykalari yordamida bajariladi (bu nivelir va reykalarning tuzilishi VIII bobda ko'rib chiqilgan). Nivelirlash uchun dalaga chiqishdan avval nivelir va reykalarni sinchiklab ko'zdan kechirish, tekshirish va sinashlarni yo'riqnoma ko'rsatmasi asosida bajarish zarur. Nivelirlashda reykarlar metall boshmoq (10.7- a shakl),

kostil (10.7- b shakl) yoki yerga qoqilgan yog‘och qoziqda o‘rnatiladi. Olingan nivelir reykalari turiga qarab nivelirlash stansiyasida o‘lchash quyidagi tartibda bajariladi. Ikki yoqli (qora va qizil) reykalar olingan bo‘lsa:

1) orqadagi reykaning qora tomonidan o‘rta ip va dalnomer yuqori ipi bo‘yicha sanoqlar;

2) oldingi reykaning qora tomonidan o‘rta ip va dalnomer yuqori ipi bo‘yicha sanoqlar;

3) oldingi reykaning qizil tomonidan o‘rta ip bo‘yicha sanoq;

4) orqadagi reykaning qizil tomonidan o‘rta ip bo‘yicha sanoq.

Olingan sanoqlar nivelirlash jurnalining tegishli qator va ustunlarida yoziladi (16- jadval). Bu jadvalda birinchi stansiyada sanoq olish va jurnalga yozish tartib raqami qavslarda berilgan.

IV klass nivelirlash jurnalining nusxasi

(qora va qizil tomonli reykalar)

Yo‘l: 606 grunt reperdan 227 grunt repergacha.

Sana: Boshlandi: Tugatildi: Ob-havo:

16- jadval

Shtativ № reyka №	Orqadagi va oldindagi reykalgacha dalnomer bo‘yicha masofalar	Reykalaridan sanoqlar		Nisbiy balandlik (mm)	O‘rtacha nisbiy balandlik (mm)
		orqadagi	oldindagi		
1	2	3	4	5	6
1 grunt reper 606 2—1	375 (7) 372 (8)	1185 (1) 1560 (2) 6247 (6) 4787 (9)	1058 (3) 1430 (4) 6217 (5) 4787 (10)	+130 (11) +30 (12) +100 (14)	+130 (13)
2 1—2	260 263	1005 1265 6052 4787	1209 1472 6159 4687	—207 —107 —100	—207

1	2	3	4	5	6
3 1—2	311 313	617 928 5615 4687	798 1111 5848 4787	—183 —283 +100	—183
..... Bet bo'yi- cha yig'in- dilar	 Σ3506(21)	 Σ42012(15) -43472(16) -1460(19)	 Σ 43472(16)	 -1460(17) -730(20)	 -730(18)
..... 32 1—2 grunt reper 227	 380 380	 1544 1924 6711 4787	 615 995 5681 4686	 +929 +1030 -101	 +930
606- grunt reperdan 22 7 grunt repergacha seksiya bo'yicha hisob					
29010:10x2- =5802 m= -5,8 km n=32 shtat.	Σ 29010(21)	Σ414508(15) Σ402784(16) +11724(19)	Σ402784(16)	Σ+11724(17) +5862(20)	Σ+5862(18)

Umumiy nisbiy balandlik $h=+5862$ mm.

Stansiyada kuzatish natijasidan 16- jadval 3- grafasida orqadagi reykanidan o'rta ip bo'yicha sanoq (2) va yuqoridagi dalnomer ipi bo'yicha sanoq (1) lar yoziladi. Tegishlixa 4-grafaga oldingi reykanidan o'rta va yuqoridagi iplardan sanoqlar (4) va (3) yoziladi. Shu grafalarga oldingi reyka tomonidan sanoq (5), keyin orqa reykanidan sanoq (6) olib yoziladi. O'rta ipdan sanoqlar 200 mm dan kam bo'lmashligi kerak. Hamma sanoqlar olinib yozilgandan keyin nazorat hamda nisbiy balandlikni hisoblashga o'tiladi. Jurnalning 2- grafasida nivelirdan orqadagi va oldingi reykalargacha masofalar, o'rta ip va yuqoridagi iplardan sanoqlar ayirmalari olinib, (2)—(1) va (4)—(3) yoziladi. Reykalar nollarining farqi (6)—(2)=(9) va (5)—(4)=(10) hisoblanadi hamda reykalarni qora tomoni va qizil tomoni bo'yicha nisbiy balandlik qiymatlari (2)—(4)=(11) va (6)—(5)=(12) topiladi. (10)—(9) va (11)—(12) ayirmalari topiladi, ular o'zaro teng bo'lishi kerak (14). Agar

(10)–(9) va (11)–(12) ayirmalar o‘zaro farq qilsa hisoblashlarda xato borligini bildiradi. Agar farq (14) reykalari nollari ayirmasidan ± 5 mm dan ortiq farq chiqsa, kuzatish qayta takrorlanadi. Reykalar qizil tomonlari nollarining farqi 100 ga teng. Shuning uchun qora tomon bo‘yicha nisbiy balandlik qizil tomon bo‘yicha nisbiy balandlikdan 95 dan 105 mm gacha farq qilishi mumkin. Jurnalning har bir sahifasi oxirida va yo‘l oxirida nazorat hisoblash bajariladi. Yo‘l uzunligi km da hisoblanadi, buning uchun jurnal 2- ustunidagi qiymatlarning (7), (8) va h.k. yig‘indilari olinadi (21) va u 10 ga bo‘linib 2 ga ko‘paytiriladi, yo‘l uzunligi m da topiladi. Orqadagi va oldingi reykalardan o‘rta ip bo‘yicha sanoqlar yig‘indisi olinadi, ya’ni, $\Sigma(2)+\Sigma(6)\dots=(15)$ va $\Sigma(4)+(5)\dots=(16)$ hamda hamma nisbiy balandliklar yig‘indisi $\Sigma(11)+\Sigma(12)\dots=(17)$ va o‘rtacha nisbiy balandliklar yig‘indisi olinadi $\Sigma(13)\dots=(18)$. $(15)-(16)=(19)$ farqi (17) ga teng bo‘lishi kerak. Ularning teng emasligi yelkalar teng emasligini ko‘rsatadi. O‘rtacha nisbiy balandliklar yig‘indisi (18), agarda yo‘ldagi shtativlar soni juft bo‘lsa, $(17):2=(20)$ ga teng bo‘lishi kerak.

Agar nivelir yo‘lidagi shtativlar soni toq bo‘lsa, reykalari nollari farqi oxirgi stansiyadagi ishorasi bilan (17) ga qo‘shiladi va natija 2 ga bo‘linadi.

Nivelirlash tugatilgandan keyin yo‘llar va poligonlar bo‘yicha nivelirlash xatosi hisoblanadi va u quyidagi qiymatdan oshmasligi kerak: $f_{h_{cheke}} = 20\sqrt{L}$ mm.

10.9. Texnik nivelirlashni bajarish

Texnik nivelirlash H-3, H-3K, H-10 seriyali nivelir asboblari va shashkali nivelir reykalari bilan bajariladi. Ular to‘g‘risida VIII bobda batafsil ma’lumotlar berilgan. Texnik nivelirlash yo‘llari joyda doimiy hamda vaqtinchalik belgilar va yog‘och qoziqlar bilan mahkamlanishi mumkin.

Texnik nivelirlash o‘rtadan geometrik nivelirlash usulida bajarilib, nivelirdan reykalargacha masofa 120 m gacha, qulay sharoitda esa 200 m gacha olinishi mumkin. Vizir nurining yer sirtidan balandligi 0,2 m dan kam bo‘lmasligi kerak. Nivelirdan reykalargacha masofalar qadamlab o‘lchanadi va

ularning stansiyadagi farqi 10 m dan, nivelirlash seksiyasida esa 50 m dan oshmasligi lozim. O'lchovchi kishi nivelirni qo'lga olib orqadagi reyka o'rnatilgan nuqtadan oldinga qarab kerakli masofani qadamlab o'lchab nivelirni o'rnatadi. Oldingi nuqtada reyka tutuvchi nivelirdan oldinga qarab shuncha masofani qadami bilan qo'yadi va reykanı o'rnatadi.

Texnik nivelirlash bir yo'nalishda reyakalarnı metall boshmoqlar yoki yog'och qoziqlarda o'rnatib bajariladi.

Syomka tarmog'ini qurishda texnik nivelirlash IV klass nivelirlash tartibida va ketma-ketlikda bajariladi. Faqat bunda dalnomer iplaridan sanoq olinmaydi. Nivelirlash jurnalining shakli ham bir xil bo'lib, faqat texnik nivelirlashda dalnomer masofasi grafasida qadamlab o'lchangan masofalar yoziladi. Nivelirlash jurnalini ishlab chiqish IV klassga o'xshash bajariladi. Nivelir yo'lida yoki poligonidagi nivelirlash xatosi quyidagidan oshmasligi kerak: mm yoki