

**НАВОИЙ КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТИ
НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ
“КОНЧИЛИК” ФАКУЛЬТЕТИ
“КОНЧИЛИК ИШИ” КАФЕДРАСИ**

“Геодезия” фанидан

Маъруза матнлари

***5540200-“Кончилик иши”, ва 5540900-“Касб таълими
” (5540200-Кончилик иши)” йўналишлари бўйича
бакалаврлар учун.***

Навоий – 2010 йил.

Геодезия фанидан маъруза матнлари

Маъруза 1

Кириш. Геодезия фани, унинг аҳамияти ва вазифалари.

Дарснинг мақсади: Талабаларга фан ҳақида, унинг бўлимлари, бошқа фанларга муносабати тўғрисида маълумотлар бериш. Шу билан бирга фанинг ривожланиш тарихи, тарихда ва ҳозирда фан соҳасида улкан ишлар қилган олимлар, уларнинг бажарган ишлари ҳақида маълумотлар бериш.

Режа:

1. Геодезия фани ҳақида умумий маълумотлар.
2. Геодезия фанининг бошқа фанлар билан боғлиқлиги.
3. Геодезия фани тарихидан қисқача маълумот.

Геодезия сўзи грекча сўз бўлиб гео-ер, dezus-бўлиш деган маънони билдиради.

Геодезия фани-ернинг шакли ва улчамлари, ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ўрнини аниқлашда, ер юзининг харита, план, қирқимларини, тузишда ҳамда муҳандислик иншоотларини қуришда бажариладиган ўлчашлар назарияси ва амалиёти ҳақидаги фандир.

Шунга кўра, геодезия фани амалий геометрия (ер ўлчаш) деб ҳам юритилган. Лекин ҳозирда геодезия халқ хўжалигининг турли соҳаларидаги қурилишга доир муҳим ва мураккаб масалаларни ечиш билан шуғулланади. Масалан, ер шакли ва катталигини аниқлаш, ер юзаси маълум қисмининг план, карта ва профилларини чизиш, қишлоқ хўжалигини планлаштириш, турли иншоотлар барпо қилишда бажариладиган қидириш, ўлчаш ва лойиҳалаш ишларини турли асбоблар ёрдамида амалга ошириш йўллари ўрганиш ҳозирги геодезия фанининг умумий вазифасидир. Бажариладиган ишнинг мазмуни ва усулига қараб геодезия қуйидагича бўлинади ва таърифланади.

Ер юзаси бўлақларининг кўриниши ва катталигини аниқлаб, уни план, карта ва профилларда тасвирлаш йўллари ва бунда ишлатиладиган асбобларни ўргандиган фан **геодезия** дейилади.

Бутун ернинг умумий шакли ва ўлчамларини аниқлаш, ер юзасида бир системада планий ва баландлик бўйича таян пунктлар ўрнатиш ва уларнинг тармоқларини барпо этиш масалаларига доир ўлчаш ва ўлчаш натижаларини тенглаш ишлари билан шуғулланувчи фан **олий геодезия** дейилади.

Геодезиянинг халқ хўжалигидаги турли соҳаларда бино, йўл, канал, аэродром, станция каби инженерлик иншоотлари ўрнини аниқлаш, уларни план, карта ва профилда лойиҳалаш, жойга кўчириш ва қуриш ҳамда ундаги ўзгаришларни кузатиш ишларига доир ўлчаш усулларини ўрганувчи махсус бўлим **инженерлик геодезияси** дейилади.

Демак, инженерлик геодезияси геодезия фани қоидаларини турли инженерлик иншоотлари барпо этишга доир ўлчаш ишларига татбиқ этиш йўллари ўрганади.

Ер юзасининг ката қисмини қоғозда тасвирлашнинг қоида ва усулларини ўрганувчи фан **картография** дейилади.

Авиациянинг тараққий этиши билан геодезиянинг съёмка (план олиш) ишларида жойни ҳаводан суратга олиш усули қўлланила бошлади: бу усул қоидаларини ўрганувчи фан **аэрофото-геодезия** дейилади.

Ернинг сунъий йўлдошидан туриб Ер шаклини аниқлаш ва ер юзаси суратини олиш усулларини ўрганувчи фан **космик геодезия** деб аталади.

Ер массасида узлуксиз бўлиб турган геологик ва геофизик ҳодисалар ер шакли ва юзасининг ўзгаришсиз қолмайди. Шунга кўра, ҳозирги геодезия фанининг вазифаси ер юзасида бўладиган ҳодисаларни статикавий ҳол деб қарамай, балки мураккаб динамикавий жараён деб қараб, геофизика ва гравиметрия фанлари ютуқлари асосида геодинамик полигон усулини татбиқ этиб тадқиқот ишлари олиб боришдан иборатдир.

Давримизда саноат, кишлок хўжалиги ва бошқа соҳаларда кенг кўламда жадал олиб борилаётган турли қурилиш ишлари, масалан, темир ва тош йўллар ўтказиш, канал қозиш, катта-кичик бинолар, тўғон, аэродром, турли станциялар каби иншоотлар қуриш инженерлик геодезияси олдига катта, мураккаб ва масъулиятли вазифалар қўймоқда; булар геодезия фанининг турли ихтисосликларга бўлиниб ўсишига ундади, янги иш усули ва янги асбоблар яратилишига катта ёрдам берди ва бермоқда.

Ҳар қандай қурилиш иши геодезияга оид ўлчаш ишлари билан бошланади, давом этади ва тугайди. Масалан, канал қозиш ёки йўл ўтказиш учун аввал шу иншоот ўтишига мўлжалланган жой картада белгиланади, кейин у билан жойда танишилади (бу иш *рекогносцировка* дейилади), йўлнинг ўқ чизиғи белгиланадики, иншоот қуриш учун мўлжалланган бу жой *трасса* дейилади.

Трассанинг ўқ чизиғи белгиланиб жой съёмка қилинган, нивелирланади. Ўқ чизиғи профили чизилиб, лойиҳа чизиқлари ўтказилган, иш отметкалари ҳисобланади. Сўнгра лойиҳадаги нуқталар отметкалари бўйича жойга кўчирилади. Шундан кейингина қурилиш иши бошланади.

Геодезиянинг бошқа фанларга боғлиқлиги. Геодезия фани математика, астрономия, география фанлари билан бир вақтда ва ҳаммуносабатда тараққий этди. Геодезик асбоблар назарий жиҳатдан физик қонунлари асосида ясалади, ўлчаш натижалари математик ҳисоблар бўйича ҳисобланади. Ер юзасида нуқталар ўрни географик ва астрономик координаталар бўйича белгиланади. Ер шакли ва унинг ўзгаришидаги жараёнларни ўрганишда геофизика ва геология каби фанлардан фойдаланилади. Ҳозирги даврда геодезия фани механика, автоматика, электроника фанлари билан ва, ҳатто, космик кузатиш натижалари билан боғлиқ ҳолда тараққий этмоқда.

Геодезия фани тарихидан қисқача маълумот. Геодезия қадимий фан бўлиб, кишилик жамияти яшаш шароитининг талабига кўра вужудга келди, унга мосланиб тарққий этди ва этмоқда. Тарихий обидалар ва археологик қазилмаларда топилган ноёб қолдиқлар тасдиқлашча қадимий Миср, Месопотомия, Ҳиндистон, Хитой, Юнонистон (Греция), Ўрта Осиё ва бошқа мамлакат халқлари ўз эҳтиёжларини қондириш учун деҳқончилик қилиш ва суғориш каналлари қозиш, турли бино ва иншоотлар қуриш, экин ва бино жойларини узаро тақсимлаш каби ҳаётий масалаларни ечишда геодезик ўлчаш ишларини татбиқ этганлар. Масалан, милoddан илгари Мисрда Нил дарёсининг тошиши натижасида ўғитланган нам ерларнинг деҳқонлар (фаллохлар) орасида бўлиниши геодезия фанининг дастлабки ишларидан бири эканлиги эҳтимолдан холи эмас.

Қадимий маданият ўчоғи бўлган Бобил-Осурийлар ерида олиб борилган археологик қазилмаларда милoddан 3 минг йил илгари чизилган жой плани топилган.

Дажла (Тигр) ва Фирот (Евфрат) дарёларининг сувидан суғоришда фойдаланиш учун сунъий гидротехникавий қурилмалар барпо этилган. Ҳатто милoddан 2150 йил илгари Фирот дарёси тагидан 0,9 км узунликдаги тоннел қозиш учун дарё бошқа жойдан ўтказилган.

Мисрда Нил дарёсидан суғориш канали ўтказишда харобот номли 6 м ли ёғоч нов ёрдамида нивелирлаш иши бажарилган. Харобот сув билан тўлдирилиб, икки учига шовун осилганки, булар харобот учларининг ер юзасидан баландлигини кўрсатган. Шу асбоб ёрдамида Нил дарёсидан Сувайш каналигача 150 км масофа нивелирланган. Бу сув нивелири ҳозирги нивелернинг дастлабки кўриниши дейиш мумкин.

Мисирдаги тенги йўқ маҳобатли эҳромлар (пирамидалар), сарой ва қасрлар қуриш албатта геодезик ишларсиз бўлмаган. Иншоот қуриш, суғориш каналлари ўтказиш, лойиҳани жойига кўчириш ва турли режалаш ишларини геометрик жиҳатдан тшғри амалга оширишда геодезик ишлар бажарилганки, бу ҳол геодезиянинг ҳам ривожланишига йўл очган. Миср, Бобил-Осурия, Ҳиндистон ва Хитой ерларида ҳам бўлганки, бунга етти мўъжиза ва уларнинг қолдиқлари гувоҳдир.

Қундалик ҳаёт тақозосига жавоб тариқасида бажарилган амалий геодезик ишлар билан бирга Ер шакли ва унинг катталиги (ўлчами) ҳақида ҳам янги илмий фикрлар тўғилди.

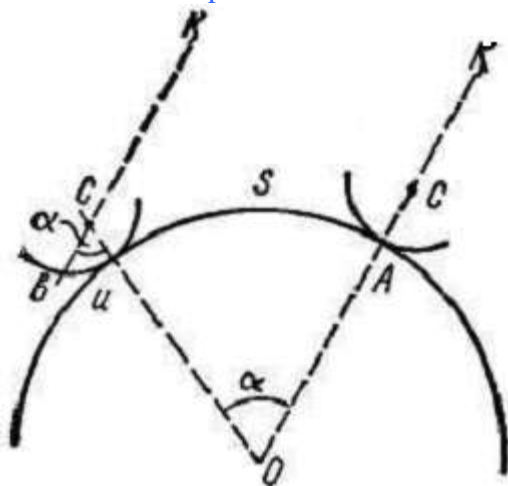
Табиатдаги кундалик ҳодисларни синчиклаб кузатиш ва тафаккур қилиш Ер шар шаклида деган фикрни уйғотди. Дастлаб Ерни шар шаклида деган шахс милоддан 7-6 аср илгари яшаган Аниксимандр (610-546) ёки Фалес (639-548) эди деган фикрга эътироз билдириб, “бу фикр жанубий Италия ва Сицилия оролларида яшовчи грекларга мансуб” дегувчилар ҳам бор.

Шу нарса аниқки, милоддан 7-6 аср илгари ҳозирги Ироқ жанубида яшаган холдейлар Ерни шар деб фараз қилдилар ва унинг радиуси R узунлигини ўлчаб, 6310,50 км чиқардилар, лекин буни қандай чиқарганликлари ҳақида маълумот йўқ.

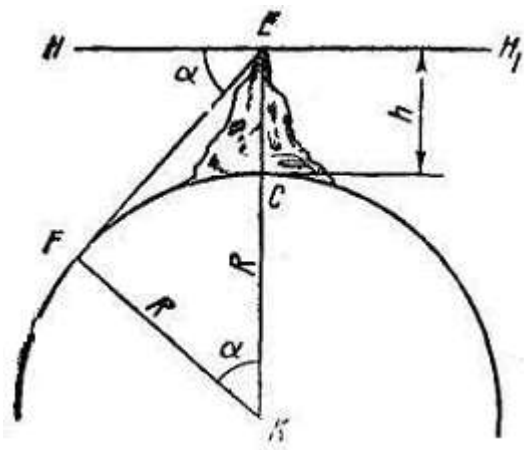
Афлотун (427-348) сўзича унинг устози Сукрот (милоддан олдинги 450 йил атрофида) Ерни шар деб унинг катталигини аниқлашга уринган. Маълумотларга кўра, кнедлик астоном Эвдокс (408-355) Кнед ороли ва Мисрда туриб Канопус юлдузини кузатиш йўли билан Ер шари айланасининг узунлигини $C=400$ минг стадия чиқарди. Агар стадияни 176 м десак, $C=70\ 400$ км, стадияни 150 м десак, $C=60\ 000$ км бўлади. Лекин бу сони машҳур Арасту (384-322) биринчи бўлиб эълон қилганидан унинг номи билан юритилади. Бу сонинг қандай топилганлиги маълум эмас.

Ер ўлчамини аниқлашда Эвдокс, Дикеарх (326-266) ёки Аристарх (милоддан 4-3 асрлар илгари) Асвон ва Дарданеллдаги Лисимахия номли жойни бир меридианда ётади деб, бу шаҳарлардан маълум юлдузга қараб зенит масофани ўлчаганлар. Зенит масофасининг фарқи меридиан айланасининг ўн бешдан бирига тенг деб олганлар. Шу вақт Ер айланасининг узунлиги C кузатиш ўтказилган шаҳарлар орасидаги масофа S дан 15 марта катта бўлади, яъни $C=15S$. Икки шаҳар оралиғини 20000 стадия деб олиб (стадия 176 м), Ер айланаси узунлигини 300 000 стадия (52800 км) Ер радиусини эса $R=8400$ км чиқарганлар. Буни дастлабки градус ўлчаш усули десак бўлади. Ерни шар деб, унинг ўлчамини назарий тўғри аниқлаган Олим исқандариялик Эротосфен (276-194) бўлган. Эротосфен Ер ўлчамини аниқлаш учун Искандария (кенглиги 31°) билан Асвон (кенглиги 24°) шаҳарларини бир меридианда ётади деб, шаҳарлар орасидаги масофани (S) карвонлар юриш муддати 5000 стадияга тенг деб олади. Асвонда (A) ёзги қиём вақтида қуёш нури KC (1.1-шакл) қудуқ тагигача тушишини ва вертикал турган таёқ (гномон) нинг сояси бўлмаслигини аниқлади. Бу ҳол қуёш (K) зенитда (тикка тепада) бўлиб, зенит оралиғи 0° га тенг эканини кўрсатади. Худи шундай вақта Искандарияда (I) қуёш зенитдан ўзоқлашиши сабабли гномон сояси I_6 қуёш соати косаси гардишининг (айланасининг) 50 дан бирига тенг ($7^\circ 12'$) ёй ҳосил қилишини аниқлади. Кейин 5000 ни 50 га купайтириб, Ер айланасининг узунлигини 250 000 стадияга тенг чиқарди.

Стадия турли даврда турлича бўлган. Стадияни 172 м га тенг деб олиб, Ер ўлчамлари ҳисобланса, айлана узунлиги 43000 км, радиуси 6844 км, бир градус меридиан ёйи узунлиги 119,4 км бўлади. Эротосфен бу иши билан Ер ўлчамларини аниқлашда ҳозирга қадар қўлланиладиган “Градус ўлчаш усули” га асос солган деб ҳисобланади ва бу усул унинг номи билан юритилади.



1.1 шакл.



1.2 шакл.

Улуғ олим Беруний (973-1048) ўз асарларида геодезия фани тарихига оид бой ва қимматли маълумотлар берди. Беруний ёзишича, Ер ўлчамларини аниқлашга 5-6 асрларда яшаган ҳинд олимлари ҳам ўз ҳиссаларини қўшган. Масалан, Арьябхата ҳисобича, Ер радиуси 8287,44 км, лекин Брахмагупта аниқлашича 6239,26 км бўлиб, бу ҳақиқатга анча яқин.

Берунийнинг ўз ҳаёти давомида ёзган 150 номдаги асаридан 40 таси геодезияга оиддир. Ўша даврларда геодезияга мустақил фан деб қаралмай, геодезик масалаларни математика, астрономия ёки география фанларига оид деб қарадилар. Лекин Беруний биринчи бўлиб, геодезик масалаларни бошқа фанлардан ажратиб, геодезияни мустақил фан ҳолига келтирди.

Беруний султон Маҳмуд Ғазнавийнинг Ҳиндистонга қилган сафарида у билан бирга бўлди. У ерда 1021-1024 йилларда Мультон ёнидаги Нандна қўрғони яқинидаги кенг саҳрода уфқнинг пасайиш бурчаги α ни ўлчаш усулини татбиқ этиб, Ер радиуси R ни аниқлади. Бунда саҳро ёнидаги тепа баландлиги h ни ўзи яратган баландлик ўлчаш асбоби билан икки марта ўлчаб, уни $h=652,055$ зироъ, яъни 321,659 м, уфқнинг пасайиш бурчаги α ни эса $\alpha=0^{\circ}34'$ чиқарди (1.2-шакл). Кейин

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

формула бўйича ўша даврда қўлланиладиган 60-лар системасини татбиқ этиб, Ернинг радиуси R ни ҳисоблаб, қуйидагини чиқарди:

$$R = \frac{652,055 \cdot 0,9999492644033}{0,0000507355967} = 12851369,845 \text{ зироъ}$$

1 зироъ 0,4933 м десак, $R=6339580,745$ м = 6339,58 км чиқади. Беруний жаҳонда биринчи бўлиб чизикли триангуляция ва полигонометрияни татбиқ этиб, шаҳарларнинг координаталарини ҳисоблади. Картографияда стереографик проекция усулини татбиқ этиб, юлдузлар жойлашган само ва ер юзаси картасини чизиш йўллари кўрсатди. Биринчи бўлиб Ер глобусини ясади.

1.1-жа д в а л.

Аниқлаш вақти	Олимлар номи	Радиус узунлиги, км	Бир градус меридиан ёйи узунлиги, км	Айлана узунлиги С, км	Қайси кенг-ликда
Милоддан 6 аср илгари	Холдейлар	6 310,50	110,14	39 650,13	—
4 аср	Арасту	9 549,27	166,67	60 000,00	—
2,5 „	Эратосфен	6 843,65	119 44	43 000,00	30
1.0 „	Посидоний	6 569,90	114,67	41 280,00	35
II асрда	Птолемей	6 059,01	105,75	38 070,00	40
V—VI „	Брахмагупта	6 239,26	108,89	39 202,51	—
627 йилда	Арабистонда	6 406,51	111,82	40 253,28	35
1037 „	Беруний	6 339,58	110,65	39 832,76	32
1528 „	Фернель	6 337,01	110,60	39 816,72	49
1616 „	Снеллиус	6 153,13	107,39	38 661,34	52
1633 „	Норвуд	6 412,66	111,92	40 292,01	52
1670 „	Пикар	6 372,01	111,21	40 036,60	49

Берунийдан кейин 1528-1680 йиллар орасида Франция олимлари Фернель ва Пикар, Голландия олими Снеллиус, инглиз олими Норвуд ва бошқалар ҳам градус ўлчаш усулида ер шари ўлчамларини аниқладилар.

Таянч иборалар: ер, булиш, ернинг шакли ва ўлчамлари, нуқталар ўрни, харита, план, қоғозда тасвирлаш, математика, астрономия, физика, механика, космик, Миср, Греция, Хитой, Урта Осиё, Нил дарёси, харобот, Пифогор, Эвдокс, Эратосфен, градус ўлчаш усули, Беруний, Ҳиндистон, уфқнинг пасайиш бурчаги.

Назорат саволлари.

1. Геодезия фани нималарни урганади?
2. Бажариладиган ишнинг мазмуни ва усулига қараб геодезия қандай номланади ва тарифланади?
3. Геодезия қайси фанлар билан узвий боғлиқ?
4. “Градус ўлчаш усули” га ким асос солган?
5. А. Р. Берунийнинг фан соҳасида амалга оширган ишлари.

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983 й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984 г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976 й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988 г.

Маъруза 2

Ернинг шакли ва ўлчамлари.

Дарснинг мақсади: Ернинг шакли ва ўлчамлари ҳақидаги кейинги қарашлар, назариялар тўғрисида маълумотлар бериш. Ернинг шакли ва ўлчамларини аниқлашда қабул қилинган сатҳий юза, геоид, референц эллипсоид каби формалар, ўлчаш усуллари ва натижалар борасида тушунчалар бериш.

Режа:

1. Ернинг шакли ва ўлчамлари ҳақида янги қарашлар.
2. Сатҳий юза.
3. Геоид.
4. Референц эллипсоид.

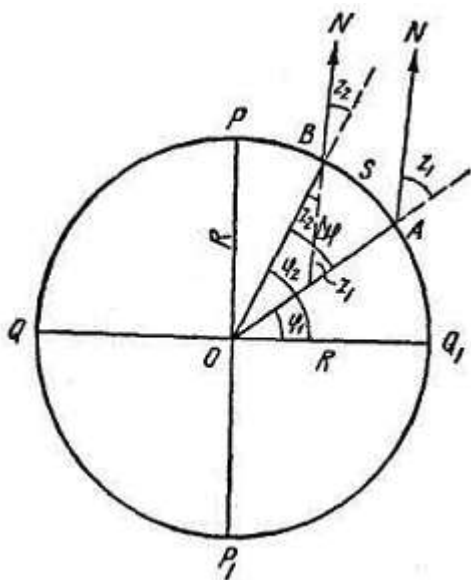
Ер шаклини ва катталигини (ўлчамларини) билиш ер юзасини қоғозда тасвирлаш, турли илмий ва техник ишлар олиб бориш учун зарур. 1682 йили машҳур олим И. Ньютон (1643-1727) эълон қилган назария-бутун дунё тортишиш қонунига биноан, Ер ўз ўқи атрофида катта тезлик билан айланиши туфайли у шар шаклида бўлмай, балки икки қутби бўйича сиқилган сфероид (эллипсоид) шаклида бўлиши керак. Буни текшириш учун Франция Фанлар академияси иккита экспедиция тузди. Уларнинг бири шимолий Финляндия (Лапландия) да, иккинчиси эса Перуда бир градус меридиан ёйининг узунлигини ўлчадилар.

Бунда қутб яқинидаги Лапландияда бир градус ёйининг узунлиги (111,6 км) экватор яқинидаги Перуда бир градус ёйининг узунлиги (110,6 км) дан катта эканлиги аниқланди. Бу ҳол Ер шар шаклида бўлмай, балки қутблар бўйича сиқилган *эллипсоид* шаклида эканини кўрсатади. Шундан кейин Ерни эллипсоид шаклида деб, унинг ўлчамларини аниқлай бошладилар. Кўрамизки, градус ўлчаш усули билан ёлғиз ер шари ўлчамларинигина эмас, балки Ер шарини ҳам аниқлаш мумкин.

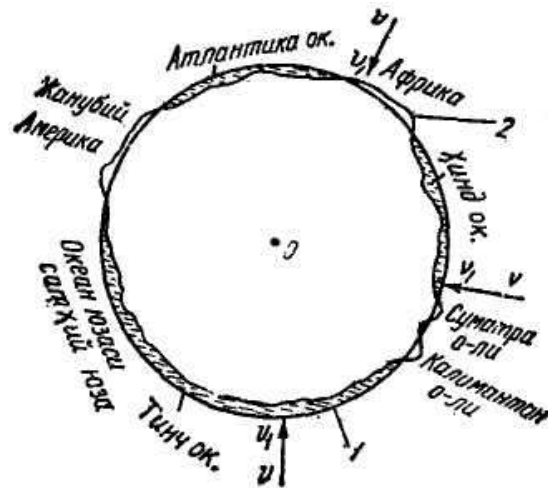
Ҳозир градус ўлчаш усули татбиқ этилганда Эратосфен фойдаланган йўл ўрнига, фан ютуқларидан фойдаланиб, қуйидагича иш тутилади. Ер юзасида бир меридианда ётувчи A ва B нуқталардан бир самовий ёриткич (юлдуз)га қараб (AN ва BN), нуқталарнинг зенит масофаси Z_1 ва Z_2 ўлчанади (2.1-шакл.) ёки астрономик кузатишлар орқали A ва B нуқталар кенгламаси φ_1, φ_2 аниқланади. $AB=S$ масофа аниқ ўлчанади. AN ва BN параллел. $OP=OP_1=OQ=R$ - Ернинг радиуси бўлса, шакл бўйича марказий бурчак $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ ёки $\Delta\varphi = Z_1 - Z_2$ бўлади. $\Delta\varphi$ радиан ўлчовида олинса, $S=R \cdot \Delta\varphi$, бўлади; бундан

$$R = \frac{S}{\Delta\varphi} \quad (2.1)$$

келиб чиқади. Ҳозир градус ўлчашда шу усулдан фойдаланилади.



2.1-шакл



2.2-шакл.

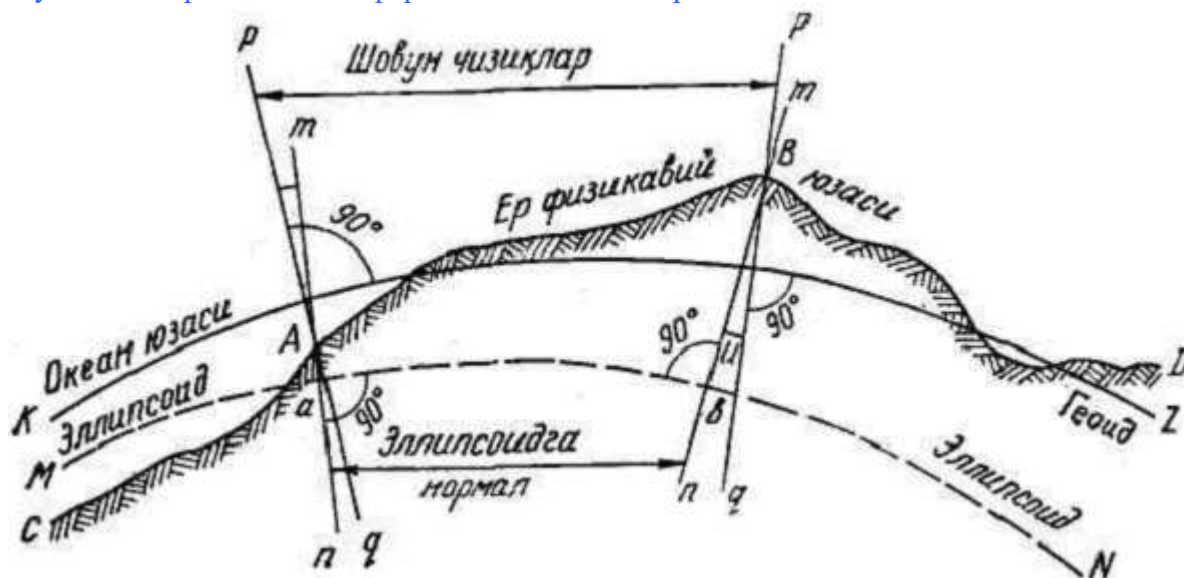
Ер юзаси ва сатҳий юза: 1—сатҳий юза; 2—ернинг физик юзаси (геоид).

Сатҳий юза. Маълумки, ер юзасида баланд тоғлар (баландлиги 8848 м булган Эверест тепалигидаги Жомолунгма чўққиси) ва турли чуқурликдаги океанлар (Тинч океанда чуқурлиги 11022 м бўлган Мариан нови) бор. Қуруқлик бутун ер юзасининг 29 процентини, денгиз ва океан сувлари эса 71 процентни ташкил этади. Қуруқликларнинг денгиз юзасидан бўлган ўртача баландлиги 875 м. У ҳолда Ернинг шакли қандай деган масала туғилади. Қуруқлик сув эгаллаган жойга нисбатан кичик ва қуруқликнинг сув юзасидан баландлиги Ернинг катталигига нисбатан сезиларли эмас (2.2-шакл), шунинг эътиборга олиб, ер шаклини белгилашда денгиз ва океан сувларининг тинч тургандаги юзаси асос қилиб олинади. Бу юза ер сиртидаги ҳар бир нуктада шовун чизикқа, яъни Ернинг тортиш кучи ва марказдан қочирма кучнинг тенг таъсир этувчиси бўлган оғирлик кучи йўналишига перпендикуляр (нормал) бўлади; бундай юза *сатҳий юза* дейилади. Сатҳий юза ҳамма нуктада горизонтал бўлади. Ҳар бир нуктанинг ўз сатҳий юзаси бўлади; океан сувларининг ўртача юзаси асосий сатҳий юза деб қабул қилинади.

Геоид. Асосий сатҳий юза фикран қуруқликлар таги бўйича давом эттирилса, сатҳий юза билан чегараланган думалоқ шакл ҳосил бўладики, бунинг билан Ер шакли деб қабул қилинади; бу шаклни 1873 йили немис физиги Листинг (1808-1882) *геоид* (ер шакли) деб атади. Сатҳий юза шовун чизик (оғирлик кучи) йўналиши орқали белгиланади, оғирлик кучи йўналиши эса Ер қобиғидаги массаларнинг турли зичликда жойланишига қараб турлича бўлади. Шунга қўра, сатҳий юза билан чегараланган эллипсоидсимон геоид жуда мураккаб шаклда бўлиб, геометрик шаклларнинг ҳеч бирига ўхшамайди. Ер қобиғидаги масса зичлигини аниқ билмай туриб, геоиднинг материкдаги юзаси кўринишини аниқлаб ҳам бўлмайди.

Ер қаърида узлуксиз давом этувчи геологик ўзгаришлар туфайли Ер узлуксиз керишиб туради, бу ҳол геофизикавий ўзгаришлар сабабчиси бўлганидан, Ер шаклини ўрганишда унга статикавий ҳолатда деб қарамай, балки динамикавий жараён таъсиридаги ҳаракат шакли деб қараш тўғрироқ бўлади. Шунга қўра, ўзгарувчан ҳаракатдаги бу геоиднинг шакл ва ўлчамларини математика формуллари билан ифодалаб бўлмайди. Бу геоид ўрнига юзаси математикада аниқланадиган, ўзи геоидга энг яқин келадиган (ўхшашроқ бўлган) бошқа математик шакл қабул қилинади. Кўп тадқиқот ишларининг натижаси бўйича геоидга энг яқин келадиган шакл айланиш эллипсоиди деб топилди; геоид юзасига эллипсоид юзаси кўпроқ тўғри келиши аниқланди. 2.3-шаклда Ернинг тахминий физикавий юзаси *СABД*, геоид *KL* ҳамда эллипсоид *MN* келтирилган. Геоид юзаси *KL* бир текис кетмай, ернинг ички зичлигига қараб, тўлқинсимон кўринишда кетган. *A* ва *B*

нукталардан эллипсоидга нормал тушган mn билан шу A ва B нукталардаги шовун чизиклар pq орасидаги u бурчак шовун чизикнинг оғиши дейилади. Бу оғиш бурчагининг қиймати эллипсоид юзасида ўртача $3-4''$, баъзи жойларда $50''$ гача боради. Икки нуктадаги шовун чизиклар оғишининг фарқи 100 гача ҳам боради.



2.3-шакл. Геоид ва эллипсоид кўриниши.

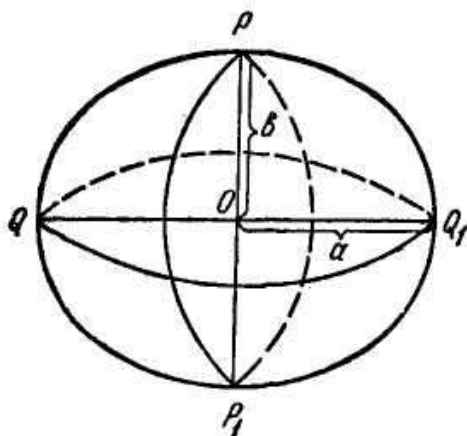
pq — шовун чизиги, mn —эллипсоидга нормал (перпендикуляр) чизик; u —шовун чизиги оғиши.

Референц эллипсоид. Геоид ўрнига қабул қилинадиган эллипсоид маркази ернинг тортиш кучи марказига, экватор текислигига, кичик (айланиш) ўқи ернинг айланиш ўқиغا тўғри (мос) келиб, ҳажми геоид ҳажмига тенг бўлиши керак. Шу шарт асосида қабул қилинган эллипсоид юзасидан геоид юзасининг баландлик бўйича фарқлари квадратларининг йиғиндисиминимум бўлиши ҳам керак. Юқоридаги асосларга биноан танланган эллипсоид ер танасига ҳар тарафлама яхши жойлашиши керакки, бу-*эллипсоидни ориентирлаш* дейилади. Агар эллипсоид геоидга ёки геоид эллипсоидга жойланса, булар бир-бирига ҳамма нукталари билан ёпишиб турмайди (урунмайди), балки геоиднинг баъзи нукталари эллипсоиднинг устидан ёки ичидан ўтади. Бу юзларнинг тенгмаслиги (фарқи) 150м дан ошмайди.

Геоиднинг шаклини ва ернинг физик юзасини ўрганишда уларнинг қай нуктада қандай фарқ қилиши аниқланади. Бу фарқ ва эллипсоид параметрлари асосида геоид ва ҳақиқий ер шакли моделини ясаш мумкин.

Ер юзасининг турли участкасида олиб борилган ўлчаш натижаларини математик ишлаб чиқиш бир юзада бўлиши учун ўлчаш лойиҳалаш йўли билан бир эллипсоид юзасига келтирилади, яъни бир юзага нисбат берилади. Масалан, жойда ўлчанган AB масофа (2.3-шаклга қаранг) тузатмалар берилиб, MN эллипсоид юзасидаги av билан ифодаланади ва ҳисоблаш ишларида av дан фойдаланилади.

2.4-шакл. Эллипсоид.



Геоид ўрнига қабул қилинган эллипсоид юзаси PQP_1Q_1 (2.4-шакл) PP_1 ўқ атрофида айланишдан ҳосил бўлган, унинг ўлчамлари эллипсоиднинг ката ярим ўқи $OQ=OQ_1=a$ ва кичик ярим ўқи $OP=P_1=b$ қийматлари билан ёки катта ярим ўқи a ва сфероид (эллипсоид) нинг сиқилиши дейиладиган α билан аниқланади.

α қиймати қуйидагича бўлади:

$$\alpha = \frac{a - b}{a} \quad (2.2)$$

Ернинг ўлчамларини аниқловчи a , b ва α лар ер эллипсоидининг *параметрлари* дейилади. Ернинг математик шакли юзасини ўрганишда шундай эллипсоид топиладики, у ўз параметрининг қийматлари жиҳатидан геоидга юқоридаги шартлар асосида энг яқин келадиган ва Ернинг танасига яхши жойлашадиган бўлсин. Бундай ер эллипсоиди *референц-эллипсоид* дейилади. Ҳар хил мамлакатлар қабул қилган референц-эллипсоид ўлчамлари, уларнинг аниқланиш йили ва авторлари номи 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1 ж а д в а л

Аниқланган н йиллар	Мамлакатнинг номи	Олимнинг номи	a	b	α
			м		
1800	Франция	Деламбр	6 375 653	6 356 564	1:334,0
1341	Германия	Бессель	6 377 397	6 356 079	1:5299,0
1880	Англия	Кларк	6 378 249	6 356 515	1:293,5
1893	Россия	Жданов	6 377 717	6 356 433	1:299,6
1909	Ш.Америка	Хейфорд	6 378 388	6 356 912	1:297,0
1940	СССР	Красовский	6 378 245	6 356 863	1:298,3

Эллипсоид ўлчамларининг турлича бўлиши турлича изоҳланади. 1859 йили рус ҳарбий геодезисти Ф. Ф. Шуберт буни “Ер уч ўқли эллипсоид бўлишидан” деди. Унингча Ер ёлғиз айланиш ўқи бўйича сиқилмай, экватор ўқи бўйича ҳам сиқилган ва бу сиқилиш 1:8870 га тенг. Ўша даврда Ф. Ф. Шуберт фикрига эътироз билдирувчилар ҳам бўлди. Лекин кейин Ф. Н. Красовский бажарган ишлар натижаси Ф. Ф. Шуберт ҳақ эканини кўрсатди.

1880 йили Кларк Ер уч ўқли бўлиб, узун меридиан ўзоқламаси ғарбий $8^{\circ}15'$ да, калтаси шарқий $81^{\circ}45'$ да, экватор ярим ўқлари узунлигидаги фарқ 450 м, деган фикрни айтди. Бу соҳада Ф. Н. Красовский раҳбарлигида А. А. Изотов ва бошқалар бажарган иш Ернинг уч ўқли эканини очик кўрсатди.

Собиқ Итфоқ олимларидан А. А. Михайлов, М. С. Молоденский ва бошқалар кейинги вақтда Ер шаклини гравметриқ усул билан (оғирлик кучини ўлчаш орқали) аниқлай бошладилар, чунки градус ўлчаш усулини ёлғиз куруқликдагина татбиқ этиш мумкин, денгиз ва океанларда эса мумкин эмас. Гравметриқ усулни эса куруқда ҳам, денгизларда ҳам татбиқ этса бўлади. Бу олимлар оғирлик кучи ва унинг аномалиясига (ўзгаришига) доир назарияни ривожлантириб, зарур формулалар бердилар. Бу усулни Ер шакли ва ўлчамини аниқлашга татбиқ этдилар. Геодезик ва гравметриқ ўлчаш натижаларини бирга қўшиб ишлаб, Ер ўлчамларини аниқладиларки, бу дунёда биринчи марта қилинган иш эди. Ер шакли ва ўлчамларини гравметриқ аниқлаш *физик геодезия* дейилади.

Собиқ СССР, Европа ва Америкада олиб борилган геодезик ва гравметриқ кузатиш ишларининг натижалари Ернинг уч ўқли эканини тасдиқлади. 1942 йилнинг 4 декабрида Ер эллипсоиди уч ўқли деб қуйидаги ўлчамлар қабул қилинди: экватор бўйича катта ярим ўқи узунлигининг ўртача қиймати $a=6378245$ м; кутбий сиқилиши $\alpha=1:298,3$; экватор бўйича сиқилиши $\varepsilon = 1:30\ 000$; узун меридиан 15° шарқий узокликда; узун ва қисқа меридианлар ўртасидаги фарқ 213 м. Қабул қилинган бу эллипсоид *Красовский эллипсоиди* дейилади.

Ер эллипсоиди ва геоидни бир-биридан фарқ қилиб ҳисоблаш катта территорияда бажариладиган геодезик ишларда татбиқ этилади. Инженерлик ишларида геоид ва эллипсоид юзалари бир-бирига мос (бир хил) деб ҳисоблаш мумкин. Баъзи амалий

масалаларни ҳал қилишда Ерни шар деб олиш ҳам мумкин. Бунда эллипсоид ҳажмига тенг шарнинг радиуси $R = \sqrt[3]{\frac{9}{16}a^2b}$ бўлади. Красовский эллипсоида $R=6371,11$ км.

Таянч иборалар: Ньютон назарияси, кутблар, эллипсоид, градус ўлчаш усули, сатҳий юза, оғирлик кучи, денгиз сатҳидан баландлик, геоид, Листинг, геологик ўзгаришлар, шовун чизик, референц эллипсоид, экватор текислиги, айланиш ўқи, ориентирлаш, ер параметрлари, гравметрик аниқлаш, физик геодезия, Шуберт, Красовский эллипсоиди.

Назорат саволлари.

1. Бутун дунё тортишиш қонунига асосан ер қандай шаклга эга?
2. Градус ўлчаш усулини тушунтиринг.
3. Сатҳий юзани тушунтиринг.
4. Геоидни тушунтириб беринг.
5. Референц эллипсоидни тушунтиринг.
6. Красовский эллипсоиди қандай ўлчамга эга.

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983 й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984 г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976 й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988 г.

Маъруза 3

Геодезияда қўлланиладиган координаталар системалари.

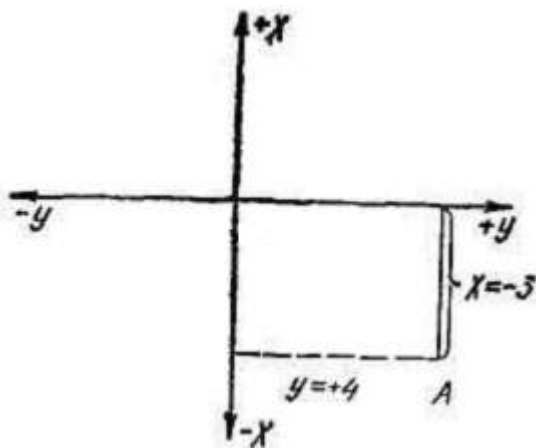
Дарснинг мақсади: Ер юзасидаги нуқталар ўрнини аниқлашда геодезияда қўлланиладиган координаталар системаси, уларнинг турлари, уларнинг элементлари, ишлатилиш жойлари, аниқланиш соҳалари, жойдаги нуқталар баландликларини урганиш.

Режа:

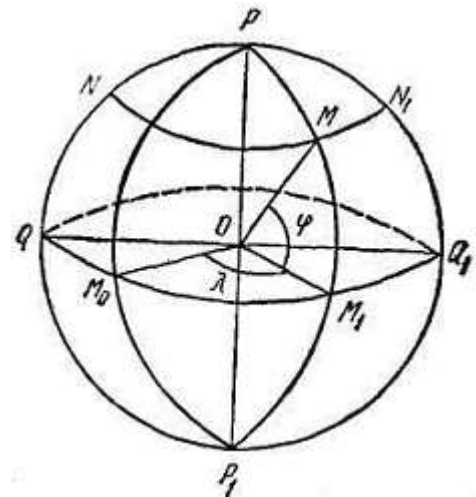
1. Тўғри бурчакли координаталар системаси.
2. Астрономик координаталар системаси.
3. Геодезик координаталар системаси.
4. Нуқталар баландлиги.

Ер юзасидаги участка планини ёки картасини чизишда жойдаги нуқталар ўрнини текисликда тўғри тасвирлаш учун жой катталиги ва Ер шаклининг қандай олинишига қараб, тўғри бурчакли, геодезик ва астрономик координаталар системаси ишлатилади.

Тўғри бурчакли координаталар системаси. Бу система аналитик геометриядаги каби иккига бўлинади: а) *текисликдаги координаталар*, б) *фазовий координаталар*. Агар жой кичик бўлиб, Ернинг сфера эканлиги ҳисобга олинмай, у текисликда тасвирланса, тўғри бурчакли яъни Декарт системаси координаталари қўлланилади. Бунда меридиан йўналиши x деб қабул қилиниб, унинг қиймати ўқдан шарққа томон мусбат, ўқдан ғарбга томон манфий ишорада олинади. x ўққа перпендикуляр экватор йўналиши y ўқ бўлиб, x қийматлари y ўқдан шимолга томон мусбат, жанубга томон манфий ишора билан олинади. Икки ўқ кесишган O нуқта координаталар боши бўлади. А нуқтанинг ўрни координаталари $(-3, +4)$ бўйича 3.1-шаклдаги каби кўрсатилади. Икки ўқнинг кесишуvidан ҳосил бўлган чораклар номери шимоли-шарқ чорагидан бошлаб, ўнгга томон шаклдаги каби ошиб боради.



3.1-шакл.



3.2-шакл.

Инженерлик ишларида ўқлари ихтиёрий қабул қилинган координаталар системаси ҳам ишлатилади. У *хусусий координаталар системаси* дейилади.

Нуқта ўрни фазога нисбат бериб (уч ўқли қилиб) белгиланса, *фазовий координаталар системаси* дейилади. Масалан, космик геодезияда йулдошлар ўрнини аниқлашда фазовий тўғри бурчакли координаталар системаси қўлланилади. Бунда координаталар боши сифатида Ер эллипсоидининг маркази олинади. Ернинг кутбий айланиш ўқи z ўқи деб, экватор текислигининг бош меридиан билан кесишган нуқтаси x ўқи, x ўқига перпендикуляр йўналиш y ўқи деб қабул қилинади. Бу ситема геодезияда кам қўлланилади.

Астрономик координаталар системаси. Бу система астрономия, география, геофизика каби фанларда кўп қўлланиладиган координаталар системаси бўлиб, унда шовун чизик йўналиши ва сфера юзаси-сатҳий юза асос қилиб олинади. Нуқта ўрни бош меридиан ва экваторга нисбатан аниқланади. Лондон яқинидаги Гринвичдан ўтган меридиан дунё бўйича бош меридиан деб қабул қилинган. Шунга кўра x ўқи сифатида бош меридиан йўналиши, y ўқи сифатида эса экватор йўналиши қабул қилинган. Бу ўқлар кесишган нуқта (Гвиней кўрфазиди) координаталар боши бўлади. Берилган нуқтадаги шовун чизик йўналиши билан экватор текислиги орасидаги вертикал бурчак нуқтанинг *астрономик* ёки *географик кенглиги* дейилади ва φ ҳарфи билан белгиланади. Кенглик экватордан шимолда бўлса, *шимолӣ*, жанубда бўлса, *жанубӣ* дейилиб, қиймати экватордан қутбларга томон 0° дан 90° гача бўлади (3.2-шакл).

Берилган нуқтадан шовун чизик бўйича ўтиб, Ернинг айланиш ўқиға параллел бўлган текислик *астрономик меридиан* дейилади. Нуқта астрономик меридиани билан бош меридиан текислиги орасидаги икки ёқли бурчак *астрономик узоқлик* дейилади ва λ ҳарфи билан белгиланади. Узоқлик бош меридиандан икки томонга, яъни шарққа ва ғарбга 0 дан 180° гача ўсиб боради, булар *шарқӣ* ёки *ғарбӣ* узоқлик дейилади. Кенглик φ ва узоқлик λ нуқтанинг *географик координаталари* дейилади. Бу координаталарнинг қийматлари астрономик кузатиш орқали аниқланади.

Геодезик координаталар системаси. Бу системада нуқтанинг планий ўрни Референц эллипсоид юзаси ва унга нормал тушган чизик асосида аниқланади. Координата ўқлари сифатида геодезик меридиан ва параллел қабул қилинади. Берилган нуқтадан Ер эллипсоиди юзасига нормал ва Ер эллипсоиди кичик ўқиға (PP_1 га) параллел бўлиб ўтадиган текисликнинг эллипсоид юзаси билан кесишган чизиги *геодезик меридиан* дейилади. Берилган нуқтадан эллипсоиднинг кичик ўқиға перпендикуляр бўлиб ўтган текисликнинг эллипсоид билан кесишув чизиги *геодезик параллел* дейилади. Эллипсоид марказидан ўтган параллел текислигининг эллипсоид билан кесишув чизиги *экватор* деб аталади. Эллипсоид юзасидаги нуқтанинг ўрни шу нуқтадан ўтган геодезик меридиан ва параллелнинг кесишув орқали аниқланади. Меридиан ўрни узоқлик билан, параллел ўрни эса кенглик билан белгиланади.

Берилган нуқтанинг геодезик меридиани билан бош геодезик меридиан орасидаги икки ёқли бурчак *геодезик узоқлик* дейилади ва L ҳарфи билан белгиланади. Берилган нуқтадан Ер эллипсоиди юзасига тушган нормал билан экватор текислиги орасидаги бурчак *геодезик кенглик* деб аталади ва B ҳарфи билан белгиланади.

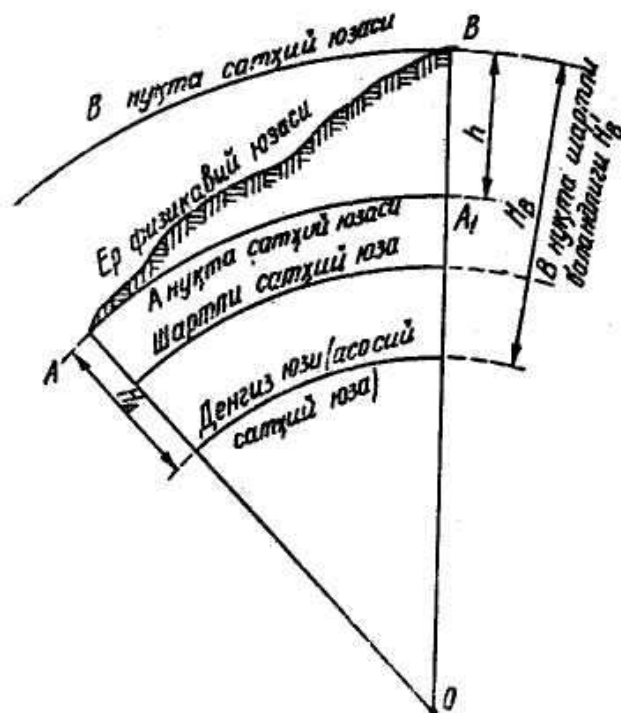
Юқоридагилардан маълум бўлишича, нуқтанинг астрономик ва геодезик координаталари орасидаги фарқ шундан иборатки, астрономик координаталарда шовун чизик йўналиши, геодезик координаталарда эса эллипсоид юзасига тушган нормал чизик йўналиши асос қилиб олинади. Бу нормал ва шовун чизикларнинг ҳар хил бўлиши шовун чизикнинг оғишига боғлиқ бўлади, бу ҳар хиллик эса Ер қобиғидаги массанинг турлича бўлишидан келиб чиқади. Бу оғиш орқали нуқтанинг геодезик ва астрономик координаталари орасидаги фарқ 3-4" бўлиб баъзи жойларда бундан ошади. Бир секунд меридиан ёйининг узунлиги 31 м эканлиги эътиборга олинса, бир нуқтанинг икки системадаги координаталари орасидаги фарқ 100 м бўлади.

Нуқтанинг астрономик ва геодезик координаталари орасидаги фарқ оз бўлгани сабабли, бу иккала координаталар системасини бир ном билан *географик координаталар системаси* деб аталади.

Нуқталар баландлиги. Геодезик кенглик ва узоқликлари нуқтанинг Ер физик юзасидаги ўрнини аниқламай, балки эллипсоид юзасидаги ўрнини аниқлайди. Нуқтанинг Ер юзасидаги ҳақиқий ўрнини аниқлаш учун нуқтанинг эллипсоиддан баландлигини ҳам билиш керак. Геодезик ишларда нуқтанинг баландлигини аниқлашда ҳисоб юритиладиган бош юза сифатида геоид юзаси бўлмиш сатҳий юза қабул қилинади. Нуқтанинг денгиз юзасидан бўлган баландлиги *абсолют баландлик* дейилиб H ҳарфи билан белгиланади. H

нинг қиймати сон билан ифодаланса, у *абсолют отметка* деб аталади. Бу сон нуқта ўрнини аниқлашда учинчи координата бўлади.

3.3-шакл.



Ҳисоб юритиладиган сатҳий юза сифатида Балтика денгизидаги Кронштат оролининг гидрометрик пости футоштоги (рейка) даги сувнинг ўртача баландлигини кўрсатувчи ноль белгиси қабул қилинади. Нуқтанинг абсолют баландлиги (отметкаси) H ҳамиша ҳам маълум бўлавермайди. Бундай ҳолда амалий ишлари бажариш учун бир нуқта баландлиги ихтиёрий олинади, олинган бу баландлик *шартли баландлик* дейилади. Бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан бўлган баландлиги *нисбий баландлик* деб аталади ва h билан белгиланади (3.3-шакл). Шаклда абсолют, шартли баландликлар, нисбий баландлик ва нуқталарнинг сатҳий юзалари кўрсатилган.

Таянч иборалар: текисликдаги, фазовий, координаталар системаси, хусусий координаталар системаси, астрономик, географик, кенглик, узоклик, астрономик меридиан, геодезик меридиан, геодезик параллел, экватор, абсолют баландлик, абсолют отметка, шартли баландлик, нисбий баландлик.

Назорат саволлари.

1. Нималарга асосланиб маълум бир координаталар системаси ишлатилади?
2. Геодезияда қайси координаталар системалари ишлатилади?
3. Тўғри бурчакли координаталар системаси ҳақида гапириб беринг.
4. Астрономик кенглик ва узокликни тушунтириб беринг.
5. Геодезик координаталар системаси ҳақида гапириб беринг.
6. Нуқтанинг абсолют, шартли ва нисбий баландликларини таърифланг.

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983 й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984 г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976 й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988 г.
5. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 4
Ориентирлаш бурчаклари.
Жойда чизиклар йўналишини аниқлаш.

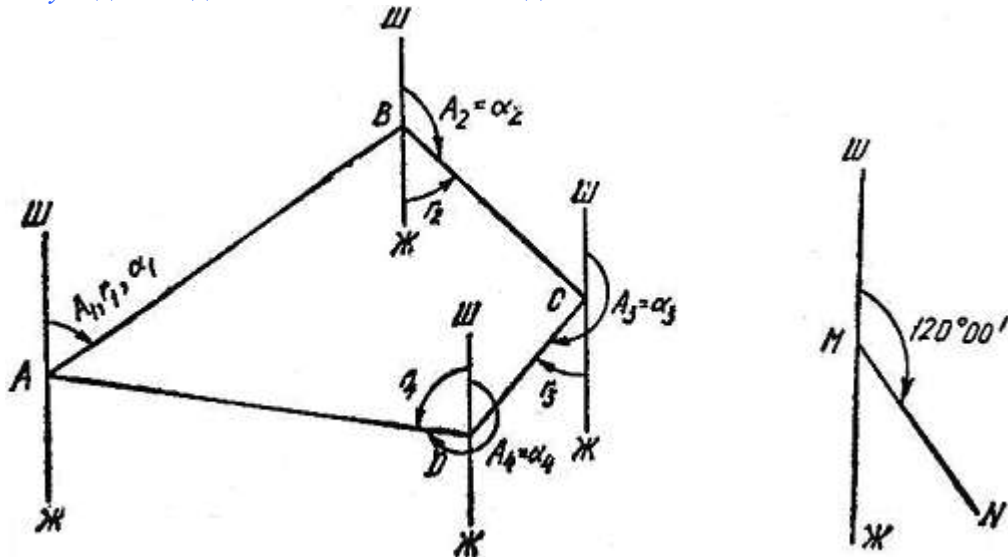
Дарснинг мақсади: Талабаларга чизикнинг йўналишини аниқлаш бурчаклари: азимут, румб, дирекцион, ҳақиқий ва магнит азимутларни, улар орасидаги муносабатлар ҳақида маълумотлар бериш.

Режа:

1. Азимутлар.
2. Румблар.
3. Меридианларнинг яқинлашиш бурчаги.
4. Дирекцион бурчаклар.
5. Дирекцион бурчак билан румб бурчак орасидаги муносабат.
6. Ҳақиқий ва магнит азимутлар.

Берилган чизик йўналишини Ернинг тўрт томонига нисбатан қандай кетишини бирор бош йўналишга нисбатан аниқлаш *чизикни ориентирлаш* дейилади. Маълумки, Ер юзасидаги ҳар қандай нуқтадан ёлғиз бир меридиан ўтади ва унинг йўналиши ўзгармайди. Шунга кўра, нуқтадан ўтган чизикнинг йўналиши шу нуқта меридианининг йўналишига нисбатан берилган чизик ҳосил қилган бурчак орқали аниқланади. Бу бурчаклар азимут, румб ва дирекцион бурчакларга бўлинади.

Азимутлар. Жойда берилган чизик учидан ўтган меридианнинг шимол йўналишидан соат стрелкасининг юриши бўйича чизик горизонтал қўйилишининг йўналишигача бўлган бурчак *азимут* дейилади ва A билан белгиланади.

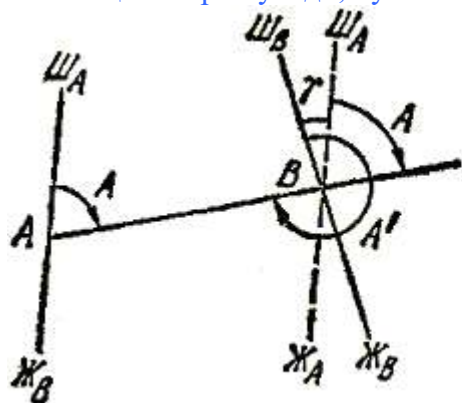


4.2-шакл.

Масалан, $ABCD$ полигонда AB чизикнинг (4.1-шакл) азимути A_1 га тенг бўлиб, $A_{AB} = A_1$ шаклида ёзилади. Худди шунга ўхшаш, BC чизик азимути $A_{BC} = A_2$ ва $A_{CD} = A_3$, $A_{DA} = A_4$. Азимут қиймати 0° дан 360° гача бўла олади, яъни $0^\circ \leq A \leq 360^\circ$. Азимут қиймати берилса, шу азимутга тегишли чизикни яшаш мумкин. Масалан, MN чизикнинг азимути $A_{MN} = 120^\circ 00'$ бўлса, чизикни яшаш учун M нуқтани белгилаб (4.2-шакл), ундан меридиан $ШЖ$ ўтказилади; кейин транспортир ёрдамида M нуқтада шимолдан ҳисоблаб 120° бурчак ясалади.

Тўғри ва тескари азимут. Геодезияда чизик номини икки ҳарф билан белгилашда ҳарфларнинг олдин-кейинлигига қараб, чизик йўналиши ўзгаради ва, шунга яраша, чизик

азимутининг қиймати ҳам турлича бўлади. Масалан, 4.3-шаклда AB чизикни тўғри десак BA чизик тескари бўлади; бу чизикларнинг азимутлари ҳам тўғри ва тескари дейилади.



4.3-шакл.



4.4-шакл.

AB чизикнинг A нуктасидан $Ш_AЖ_A$ меридианини, B нуктасидан $Ш_BЖ_B$ меридианини утказсак, азимут таърифи бўйича AB чизикнинг азимути $A_{AB}=A$ тўғри азимут, BA чизикнинг азимути $A_{BA}=A'$ тескари азимут бўлади. Тўғри ва тескари азимутлар орасидаги муносабатни қуйидагича чиқариш мумкин. B нуктадан A нукта меридиани $Ш_AЖ_A$ га параллел $Ш_AЖ_A$, чизик ўтказиб, бурчакларни шаклдагича белгиласак қуйидагини ёзамиз:

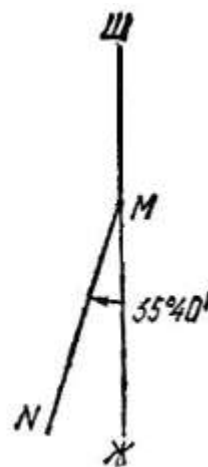
$$A' = A + 180^\circ + \gamma, \quad (4.1)$$

бу ерда γ — икки меридиан орасидаги бурчак бўлиб, меридианларнинг яқинлашиш бурчаги дейилади. Шундай қилиб, тескари азимут тўғри азимут билан 180° ва меридианлар яқинлашиш бурчаги йиғиндисига тенг. A нуктага нисбатан B нукта ўнгда (мисолдаги каби) бўлса, γ мусбат, чапда (ғарбда) бўлса, γ манфий бўлади, шунга кўра (4.1) формула ўзгармайди, γ ўз ишораси билан олинади.

Румблар. Чизик йўналишини ўткир бурчак билан ҳам аниқлаш мумкин. Чизикнинг горизонтал қўйилиши билан чизик учидан ўтган меридиан орасидаги ўткир бурчак *румб бурчаги* дейилади ва r ҳарфи билан белгиланади (4.1-шакл). Румб бурчагининг ёлғиз градус қиймати чизик йўналишини белгилаш учун кифоя қилмайди ва румб бурчаги бўйича чизикни ясаб ҳам бўлмайди. Чизик румбининг градус қиймати билан бирга, чизикнинг ернинг тўрт томонига нисбатан қандай йўналганлигини чораклар билан кўрсатиш керак. Масалан, 4.4-шаклда O нуктадан ўтган меридиан ва унга перпендикуляр чизик билан текислик тўрт чоракка бўлинган; чораклар шимолдан соат стрелкасининг айланиши бўйича I , II , III ва IV билан номерланган. Шунда I чорак шимол билан шарқ орасида бўлганидан, шу чоракда ётувчи чизиклар румбининг номи шимоли-шарқ ($ШШ_к$), II чоракда — жануби шарқ ($ЖШ_к$), III чоракда — жануби ғарб ($ЖҒ$) ва IV чоракда — шимоли ғарб ($ШҒ$) деб аталади ва кавслар ичидаги каби белгиланади.



4.5-шакл.



4.6-шакл.

Чизикнинг румб қийматларини ёзишда аввал чорак номи ёзилиб, унинг кетидан икки нукта қўйилади-да, румб бурчагининг соний қиймати ёзилади. 4.5-шаклда O нуктадан чораклар бўйича чиққан нурларнинг азимутлари, румблари ва чоракдаги румб номлари кўрсатилган. OA чизик I чоракда бўлганидан унинг румби $ШШ_к:r_1$ тарзида, OB чизик II чоракда, румби $ЖШ_к:r_2$, OC чизик III чоракда, румби $ЖФ:r_3$ ва OD чизик IV чоракда, румби $ШФ:r_4$ тарзида ёзилади.

Агар чизик румбининг номи ва градус қиймати берилса, чизик қуйидагича ясалади.

Масалан, $r_{MN} = ЖФ:35^{\circ}40'$ бўлган чизикни ясаб кўрайлик. Бунинг учун ихтиёрий M нукта олиниб, ундан меридиан ўтказилади, кейин меридиан жанубий қисмининг ғарб томонида (4.6-шакл) транспортёр ёрдами билан $35^{\circ}40'$ ли бурчак ясалади.

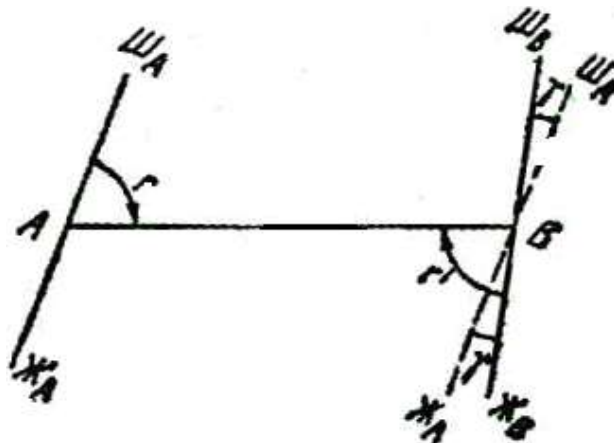
4.1-шаклда полигон томонларининг азимут ва румблари кўрсатилган. AB томон румби $r_{AB} = ШШ_к:r_1$; $r_{BC} = ЖШ_к:r_2$ ва ҳоказо.

Тўғри ва тескари румб. Чизик румблари ҳам тўғри ва тескари бўлади. 4.7-шаклдаги AB чизикнинг тўғри румби $r_{AB} = ШШ_к:r$ бўлса, тескари чизик BA нинг румби, яъни тескари румби $r_{BA} = ЖФ:r'$ бўлади.

Бир чизикнинг тўғри ва тескари румбларини аниқлашда ҳам меридиан-ларнинг параллел бўлмаслигидаги меридианлар яқинлашиш бурчаги γ ни ҳисобга олиш керак. Шакл бўйича тўғри румб $ШШ_к:r$, тескари румб $ЖФ:r'$ бўлади, ёки

$$r' = r + \gamma, \quad (4.2)$$

яъни тескари румб тўғри румб қиймати билан меридианлар яқинлашиш бурчагининг йиғиндисига тенг бўлиб номларида ўхшаш ҳарфлар бўлмайди.



4.7-шакл.

Меридианларнинг яқинлашиш бурчаги. Чизик йўналишини азимут ва румблар билан аниқлашда меридианларнинг параллел эмаслигини эътиборга олиб, азимут ёки румб қийматига меридианларнинг яқинлашиш бурчагини қўшиш ёки айириш керак. Икки нуктадан ўтган меридианлар орасидаги бурчак *меридианларнинг яқинлашиш бурчаги* дейилади.

Агар ер шари юзасида бир хил параллелда ётувчи A ва B нукталарни (4.8-шакл) олиб, улардан меридианларига уринмалар AC ва BC ўтказилса, ярим кун чизиғи бўлганидан улар орасидаги γ бурчак меридианлар яқинлашиш бурчаги бўлади. A ва B нукталар кенгламасини φ , узокламаларини λ_A ва λ_B десак улар айирмаси $\lambda_B - \lambda_A = \Delta\lambda$ узокламалар фарқи бўлади. Ер шари радиусини R десак, параллелнинг радиуси $AO = r$ бўлса, $A_1O_1A = \varphi$, $O_1A = O_1A_1 = R$, $O_1A \perp AC$ эканини эслаб, O_1AO учбурчакликдан қуйидагини ёзамиз: $OA = AO_1 \cos \varphi$, ёки

$$r = R \cos \varphi \quad a)$$

O_1AC тўғри бурчакли учбурчакликдан $AC = AO_1 \operatorname{tg}(90^{\circ} - \varphi) = AO_1 \operatorname{ctg} \varphi$, ёки

$$AC = R \operatorname{ctg} \varphi \quad (б)$$

Параллел ёйи $AB=l$ нинг марказий бурчаги $\Delta\lambda$ орқали $l=r\Delta\lambda$ ёки (а) ни эсласак,

$$l=R \cos \varphi \Delta\lambda \quad (в)$$

бўлади. ACB сектордан C даги марказий бурчак γ ни қуйидагича ёзиш мумкин:

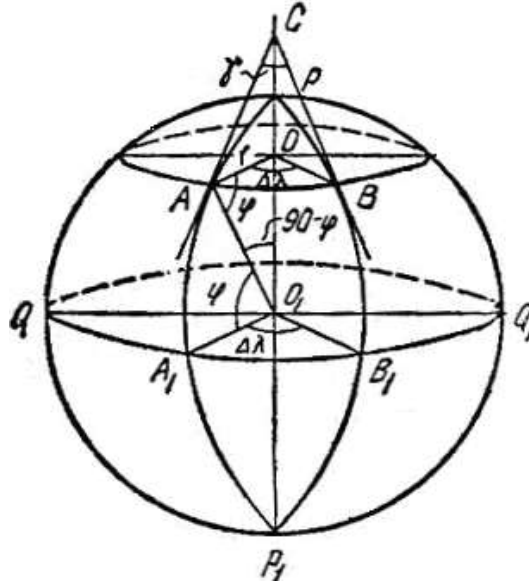
$$\gamma = \frac{l}{AC}, \text{ ёки } \gamma = \frac{R \cos \varphi \Delta\lambda}{R \cos \varphi},$$

бу ифодани соддалаштирсак,

$$\gamma = \Delta\lambda \sin \varphi \quad (4.3)$$

бўлади, яъни меридианлар яқинлашиш бурчаги γ икки нукта узоқламалари айирмаси билан нукталар ўртача кенгламасининг синуси орасидаги кўпайтмага тенг. Бу формула меридианлар яқинлашиш бурчагининг қийматини ҳисоблашда асосий формула ҳисобланади.

Агар $\varphi = 0^\circ$ бўлса, $\gamma = 0$ бўлиб, меридианлар параллел бўлади, $\varphi = 90^\circ$ бўлса, $\gamma = \Delta\lambda$ бўлади.



4.8-шакл.

Агар икки нукта оралиғини узунлик бирлигида (км ҳисобида) ифодаласак (4.3) формула қуйидагича ёзилади; 4.8-шаклга кўра,

$$\Delta\lambda = \frac{l}{r} = \frac{l}{R \cos \varphi}$$

бўлади. Буни (4.3) га қўйсак,

$$\gamma = \frac{1}{R \cos \varphi} \cdot \sin \varphi = \frac{l}{R} \operatorname{tg} \varphi$$

чиқади. Агар γ ни минутда ифодаласак $\rho' = 3438'$ га кўпайтирамиз; R ўрнига унинг

қиймати $R = 6371$ км ни қўйсак, $\lambda = \frac{3438'}{6371} \times l_{\text{км}} \operatorname{tg} \varphi$ бўлади. Буни соддалаштирсак,

$$\gamma' = 0,54 l_{\text{км}} \operatorname{tg} \varphi \quad (4.4)$$

бўлади.

$l_{\text{км}}$ —икки нукта орасидаги масофа км ҳисобида олинади.

Зона системасида ордината 5 километргача бўлганда меридианлар яқинлашиш бурчаги $2'$ бўлади. Инженерлик ишларида бурчак ўлчашда йўл қўйиладиган хато ҳам жойига қараб шунга яқин бўлади. Шунинг учун масофаси 5 км гача бўлган жойларда меридианлар яқинлашиш бурчагини ҳисобга олмай, меридианларни параллел десак катта хато бўлмайди. Меридианларни параллел деб аниқланган азимут бурчаги *дирекцион бурчак* дейилади, румб бурчаклар эса *ўқий румб* деб аталади.

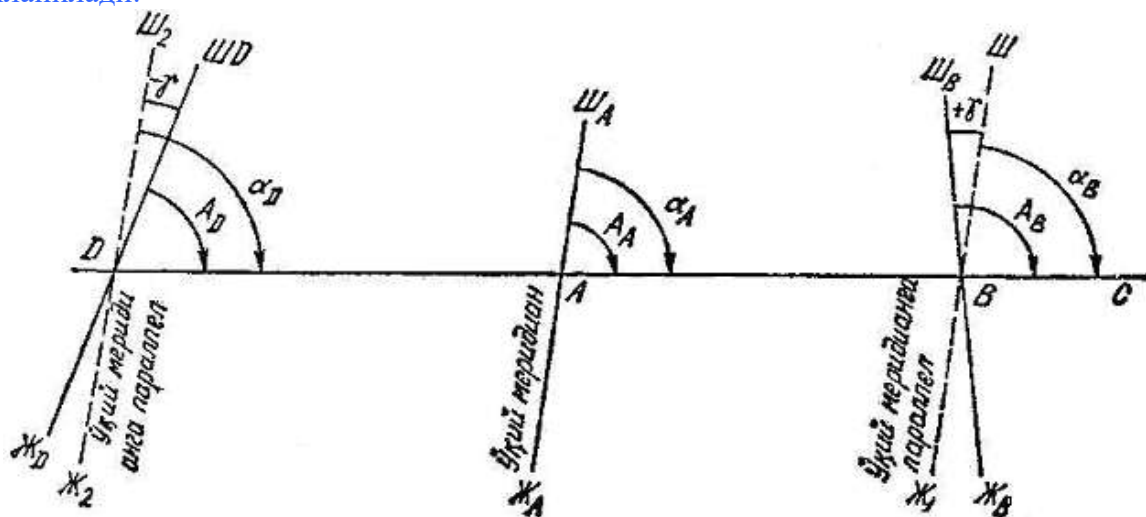
Дирекцион бурчаклар. Зона системасида иш олиб берилганда чизик йўналишини аниқлашда зонанинг ўқий меридиани асос қилиб олинади ва полигон учларида ўқий меридианга параллел чизиклар ўтказилиб, шунга нисбатан чизикнинг йўналиши топилади. Шунда чизик учидан ўқий меридианга параллел ўтган чизикнинг шимолий йўналишидан соат стрелкаси юрадиган томон бўйлаб берилган чизиккача бўлган горизонтал бурчак *дирекцион бурчак* бўлиб, α ҳарфи билан белгиланади. Дирекцион бурчак ҳам азимут бурчаги каби 0° дан 360° гача бўлади, яъни $0^\circ < \alpha < 360^\circ$. Кичик жойларда чизик азимути ва дирекцион бурчаги бир хил бўлганидан, азимутни дирекцион бурчак деб олинади. Бир йўналишдаги чизикнинг дирекцион бурчаги чизикнинг ҳамма нуқтасида бир хил бўлади (4.9-шакл). DC чизикнинг D , A ва B нуқталаридан $Ш_DЖ_D$, $Ш_AЖ_A$ ва $Ш_BЖ_B$ меридианлар ўтказиб, DC чизик азимутлари топилган; шаклга кўра: $A_D < A_A < A_B$.

D ва B нуқталардан A нуқта меридианига (ўқий меридиан) параллел чизиклар ўтказилган, яъни $Ш_2Ж_2 \parallel Ш_AЖ_A \parallel Ш_1Ж_1$.

Шу параллел меридианлар шимолидан DC чизиккача ҳисобланган дирекцион бурчаклар ҳамма ерда бир хилда, яъни $\alpha_D = \alpha_A = \alpha_B$. Меридианлар яқинлашиш бурчаги ўқий меридиандан шарқдаги (ўнгдаги) нуқтада мусбат ($+\gamma$), ғарбдаги (чапдаги) нуқтада манфий ($-\gamma$) ишора билан олинади. 4.9-шаклдан қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$A = \alpha + \gamma, \quad (4.5)$$

яъни азимут дирекцион бурчакка меридианлар яқинлашиш бурчагининг алгебраик қўшилганига тенг. Бу формула меридианлар яқинлашиш бурчаги ғарбий бўлганда ҳам қўлланилади.



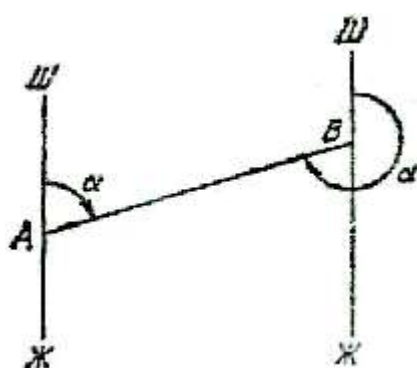
4.9-шакл.

Масалан, D нуқтада $\alpha_D = 125^\circ 10'$, $\gamma = -30'$ бўлса, $A_D = 125^\circ 10' - 00^\circ 30' = 124^\circ 40'$ бўлади.

Тўғри ва тесқари дирекцион бурчак. Тўғри чизик AB нинг дирекцион бурчаги $\alpha_{AB} = \alpha$ билан, тесқари чизик BA нинг дирекцион бурчаги $\alpha_{BA} = \alpha'$ орасида, 4.10-шаклга кўра қуйидаги муносабатни ёзиш мумкин:

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ \text{ ёки } \alpha' = \alpha + 180^\circ, \quad (4.6)$$

4.10-шакл.



яъни тесқари дирекцион бурчак тўғри дирекцион бурчакка 180° қўшилганига тенг.

Дирекцион бурчак билан румб бурчаги орасидаги муносабат. Юқорида кўрдикки, жойдаги бир чизик йўналишини азимут ёки дирекцион бурчак ва румб бурчаклари ёрдамида аниқлаш мумкин. Шунга кўра, дирекцион ва румб бурчаклари орасида қуйидаги математик муносабат бор. 4.1 ва 4.5-шакллардан кўринадики, I чоракда $\alpha_1 = r_1$, II чоракда $r_2 = 180 - \alpha_2$ ва

хоказо. Бу муносабатни қуйидаги 4.1-жадвалда келтирамиз.

4.1-жадвал

Дирекцион ва румб бурчаклари орасидаги муносабат.

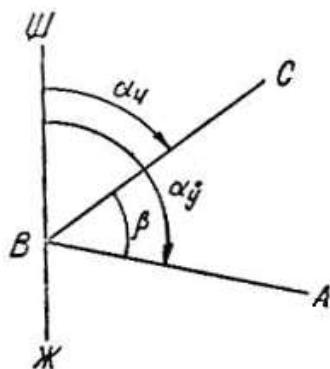
Чораклар	Дирекцион бурчак қиймати	Румб номи	Дирекцион бурчак орқали румбни ҳисоблаш	Румб орқали дирекцион бурчакни ҳисоблаш
I	$0^\circ < \alpha_1 < 90^\circ$	$ШШ_K$	$r_1 = \alpha_1$	$\alpha_1 = r_1$
II	$90^\circ < \alpha_2 < 180^\circ$	$ЖШ_K$	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2$	$\alpha_2 = 180^\circ - r_2$
III	$180^\circ < \alpha_3 < 270^\circ$	$ЖФ$	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$	$\alpha_3 = 180^\circ + r_3$
IV	$270^\circ < \alpha_4 < 360^\circ$	$ШФ$	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4$	$\alpha_4 = 360^\circ - r_4$

Бурчак томонларининг дирекцион бурчаклари орқали ички бурчакни ҳисоблаш. Бир бурчак икки ён томонининг дирекцион ёки азимут бурчаклари орқали β бурчакнинг қиймати қуйидагича бўлади (4.11-шакл):

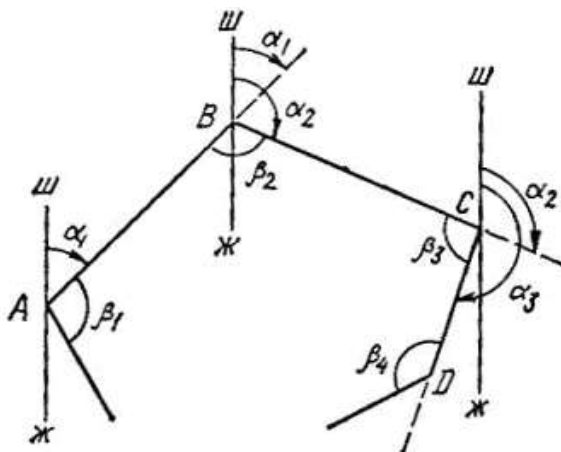
$$\beta = \alpha_{\bar{y}} - \alpha_u, \quad \text{ёки} \quad \beta = A_{\bar{y}} - A_u, \quad (4.7)$$

яъни β нинг қиймати бир нуқтадан чиққан икки чизик орасидаги бурчакнинг ўнг томонидаги дирекцион (азимут) бурчаги билан чап томонидаги дирекцион (азимут) бурчаги айирмасига тенг. Бу тенгламада $\alpha_{\bar{y}}$, α_u —ўнг ва чап томон дирекцион бурчаклари.

Полигон бурчаклари орқали томонларнинг дирекцион бурчакларини ҳисоблаш. Одатда жойда полигоннинг бир томони йўналиши (азимут ёки дирекцион бурчаги) аниқланиб, полигоннинг ҳамма бурчаклари ўлчанади. Кейин ўлчанган бурчаклар тенглангач, маълум томоннинг дирекцион бурчаги бўйича, ички бурчаклар орқали, қолган томонларнинг дирекцион бурчаги ҳисобланади.



4.11-шакл.



4.12-шакл.

$ABCD \dots A$ полигоннинг ички ўнг бурчаклари $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ (4.12-шакл) ўлчанган ва бош томоннинг дирекцион бурчаги α_L аниқланган, қолган томонларнинг дирекцион бурчаклари $\alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ ни аниқлаш керак, дейлик. B нуқтадаги BC томон дирекцион бурчаги α_2 шаклга биноан қуйидагича аниқланади:

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

ёки

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

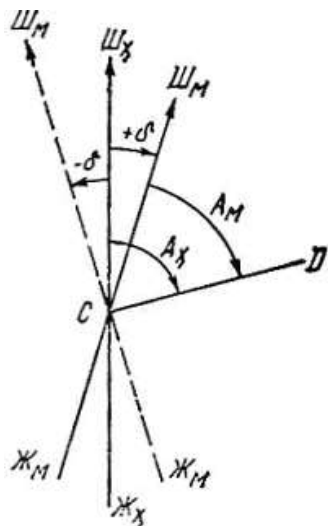
Кейинги томонларнинг дирекцион бурчаклари ҳам (а), (б), (в) даги қоида асосида ҳисобланади, яъни кейинги томон дирекцион бурчаги илгариги томон дирекцион бурчагига 180° қушилганидан шу икки томон орасидаги ўнг бурчакнинг айирилганига тенг. Шунда n -томоннинг дирекцион бурчаги қуйидагича ёзилади:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (4.8)$$

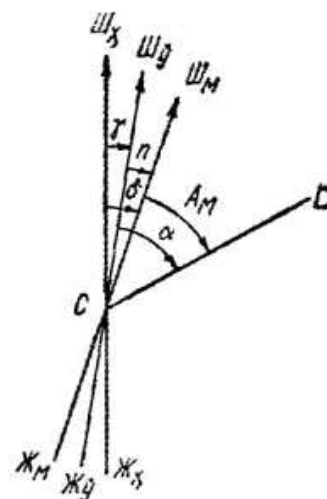
Агар полигоннинг соат стрелкаси бўйича юришда чап бурчаги γ ўлчанган бўлса (4.13-шакл), ўнг бурчак $\beta=360^\circ-\gamma$ бўлиб, у (4.8) га қўйилса,

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \gamma_n \quad (4.9)$$

бўлади,



4.13-шакл.



4.14-шакл.

Ҳақиқий ва магнитавий азимутлар. Ер юзасидаги ихтиёрий нуқтадан ўтган географик (ҳақиқий) меридиан йўналишини исталган вақтда аниқлаш мумкин бўлавермайди. Ҳақиқий меридиан йўналиши астрономик кузатишлар орқали (масалан, Берунийнинг ҳинд айланаси ёрдамида, кутб юлдузини кузатиш билан) аниқланади. Кундалик геодезик ишларни олиб боришда ҳақиқий меридиан ўрнига магнит стрелканинг йўналиши бўлган магнитавий меридиан қабул қилинади.

Магнит стрелкани эркин айланадиган қилиб сихча устига горизонтал ҳолда илинса, у Ернинг магнитавий майдонидаги кучлар таъсирида маълум йўналишни эгаллайди. Ер шимолий ва жанубий ярим шарининг ҳамма нуқтасидаги магнитавий куч чизиқлари ўз давомида шимолий ярим шарда бир нуқтада, жанубда ҳам бир нуқтада кесишадики, бу нуқталар *шимолий* ва *жанубий магнитавий қутблар* дейилади. Магнитавий қутблар Ернинг географик қутбларига тўғри келмайди. Берилган нуқта магнитавий ўқининг сатҳий юзага тушган проекцияси *магнитавий меридиан* дейилади.

Чизик учидан ўтган магнитавий меридиан шимолий йўналишидан соат стрелкаси юрадиган томонга йўналган чизикқача бўлган бурчак *магнитавий азимут* дейилади ва A_M билан белгиланади (4.13-шакл).

Магнит стрелканинг оғиш бурчаги. Бир нуқтадан ўтган географик ва магнитавий меридианлар бир йўналишда ётмай, ўзаро δ бурчак ҳосил қилиб кесишади, бу δ бурчак *магнит стрелканинг оғиш* (қийшайиш) *бурчаги* ёки, қисқача қилиб, *магнитавий оғиш бурчаги* дейилади. Магнитавий стрелканинг шимолий учи шимолий ярим шарда ҳақиқий меридианга нисбатан шарқда томон оғса, *оғиш шарқий* дейилиб, мусбат ишора билан, ғарбда бўлса—*ғарбий* дейилиб, манфий ишора билан олинади. Баъзан бу оғиш δ_X ва δ_F каби *Ш* (шарқий) ва *Ғ* (ғарбий) белгилар билан ёзилади.

4.13-шаклда CD чизикнинг C учидан ҳақиқий меридиан $ШЖ$ ва магнитавий меридиан $ШМЖ$ ўтказилган. CD чизикнинг ҳақиқий A_X ва магнитавий A_M азимутлар орасидага муносабат қуйидагича:

$$A_X = A_M + \delta, \quad (4.10)$$

яъни чизикнинг ҳақиқий азимути магнитавий азимут билан магнитавий оғиш бурчагининг алгебраик йиғиндисига тенг. Оғиш ғарбий бўлганда ҳам формула (4.10) тўғри келади. Масалан $\delta_X = -3^\circ$; $A_M = 75^\circ 18'$ бўлганда $A_X = 75^\circ 18' - 3^\circ = 72^\circ 18'$ бўлади.

A_X , A_M , α , δ ва γ бурчаклар орасидаги муносабат. Агар CD чизикнинг учи C дан (4.14-шакл) ҳақиқий меридиан $Ш_XЖ_X$ магнитавий меридиан $Ш_MЖ_M$ ва ўқий меридиан $Ш_ўЖ_ў$ ўтказилса, CD чизикнинг ҳақиқий азимути A_X , магнитавий азимути A_M , магнит

стрелканинг оғиш бурчаги δ , дирекцион бурчак α ва меридианлар яқинлашиш бурчаги γ ҳосил бўлади. Шакл бўйича бу катталиклар орасидаги муносабатни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$A_X = A_M + \delta; \quad A_X = \alpha + \gamma,$$

бундан

$$A_M + \delta = \alpha + \gamma,$$

ёки

$$\alpha = A_M + \delta - \gamma, \quad (4.11)$$

яъни дирекцион бурчак чизикнинг магнитавий азимутига оғиш бурчагини қўшиб, меридианлар яқинлашиш бурчагининг айирилганига тенг. (4.11) даги

$$\delta - \gamma = P \quad (4.12)$$

ифода магнит стрелканинг оғиш ва меридианлар яқинлашишига бўлган *қўшма тузатма* дейилади. Шунда

$$\alpha = A_M + P, \quad (4.13)$$

бўлади. 4.14-шаклда P , α ва A_M аниқ кўрсатилган. Магнитавий оғиш бурчаги δ ер шарининг магнитавий хоссасига боғлиқ бўлиб, Ер юзасининг турли жойида турлича қийматга эга. Бундан ташқари, магнит стрелканинг ҳолатига юқори вольтли электр узатиш тармоқлари ҳам таъсир этади. Ўзбекистон территориясида магнитавий оғиш δ нинг қиймати 0° дан $\pm 15^\circ$ гача боради. Топографик карталарнинг қуйи томонида жойдаги ўртача оғиш бурчаги қиймати кўрсатилган бўлади.

Оғиш бурчагининг қийматини изогонли картадан олиш мумкин. Изогонли карта оғишнинг асрий ўзгариши асосида чизилади. Оғиш бурчаги бир жойнинг ўзида ҳам вақти билан ўзгаради. Бу ўзгариш асрий, йиллик ва кундалик ўзгаришларга бўлинади. Кундалик ўзгариш Ўзбекистонда $\pm 15'$ дан ошмайди, лекин асрий ўзгариш катта бўлади. Масалан, 500 йилда асрий ўзгариш $22,5^\circ$ гача боради. Темир рудаси кўп баъзи жойларда магнит стрелкасининг оғиши жуда катта ўзгаради, бу ҳодиса *магнитавий аномалия* дейилади. Бундай жойларда магнит стрелка билан ишлаб бўлмайди. Магнитавий оғишнинг ўзгариб туриши сабабли чизқ азимут ва румбларини топиш аниқлиги ўрта ҳисобда $\pm 15'$ бўлади.

Магнит стрелкасининг энгашуви. Сихчага горизонтал қилиб эркин осилган магнит стрелканинг иккала учи ҳамиша ҳам бир горизонтал текисликда ётмайди. Шимолий ярим шарда стрелканинг шимолий учи шимолий магнитавий қутбнинг тортиши туфайли горизонтал чизикдан пастга энгашади, жанубий учи кўтарилади. Бу ҳодиса *магнит стрелканинг энгашуви* дейилади. Бу градус халқасидан санок олиш аниқлигига таъсир этади. Стрелка горизонтал ҳолатда туриши учун жанубий учи томонига пулат сурма хомутча боғланади. Ишлаш жойининг кенглама бўйича ўзгаришига қараб, хомутча сурилади. Масалан, шимолга борган сари энгашадиш кўпайгани сабабли хомутча стрелка жанубий учига сурилади.

Таянч иборалар: чизикнинг йўналиши, азимутлар, меридиан, соат стрелкасининг йўналиши, тўғри азимут, тескари азимут, меридианларнинг яқинлашиш бурчаги, румб бурчаклар, ўткир бурчак, тўғри ва тескари румб, чораклар, дирекцион бурчак, тўғри ва тескари дирекцион бурчак, ҳақиқий ва магнит азимут, магнит стрелканинг оғиш бурчаги, тўғри ва тескари магнит азимутлар, магнит стрелкасининг энгашуви.

Назорат саволлари.

1. Чизикни ориентирлаш деганда нимани тушунасиш?
2. Азимут бурчакка таъриф беринг.
3. Чизикнинг румб бурчаги.
4. Мериданилар яқинлашиш бурчагини тушунтиринг.
5. Чизикнинг дирекцион бурчаклари.
6. Дирекцион ва румб бурчаклар орасида қандай муносабат мавжуд?
7. Магнит азимут билан ҳақиқий азимут орасида қандай фарқ бор?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъёмки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 5

Жойнинг план, карта ва профили. Масштаблар.

Дарснинг мақсади: Жойнинг план ва карталари, уларнинг турлари ҳақида тушунчалар бериш. План ва карталардаги чизикнинг профилини куришни урганиш. Масштаблар, масштаб турлари, масштаблар яшаш, масштаб аниқлиги ва уни аниқлашлар ҳақида маълумотлар бериш. Шу билан бирга план ва картадаги тўғрива эгри чизиклар узунлигини аниқлаш усуллари урганиш.

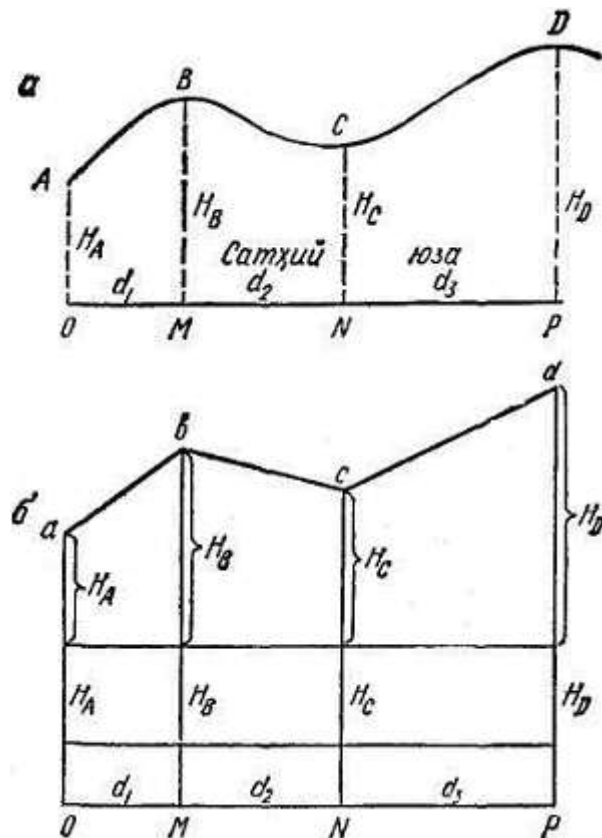
Режа.

1. План.
2. Карта.
3. Профиль.
4. Масштаблар.
5. Планда синиқ ва эгри чизик узунликларини аниқлаш.

Ер юзасидан тўғри фойдаланиш учун берилган участканинг чегараси геометрия қоидалари бўйича қоғоздан план, карта шаклида тасвирланиши керак. Планда жойдаги бино, йул, канал, тоғ-тепа, сой каби жойлар юзасини ҳарактерловчи нарсалар (улар ички тафсилот ёки ситуация дейилади) ўрни тўла кўрсатилиши керак. Жойни сфера ёки текисликка проекциялаш орқали жой картаси ёки плани чизилади. Бунда проекция жойга ўхшамаслиги (карта) ёки ўхшаш бўлиши мумкин.

План. Жой кичик бўлагининг Ер эгрилигини ҳисобга олмай кичрайтиб, ўхшаш ҳолда горизонтал текисликка туширилган проекцияси *план* дейилади. Планда жой тафсилоти тўла кўрсатилиб, жойнинг баланд-пастлиги (рельефи) кўрсатилмаса, у *контур* ёки *тафсилот* плани дейилади. Планда жой тафсилоти билан бирга жой рельефи ҳам тасвирланса, у *топографик* план деб аталади.

Карта. Ер юзасининг катта бўлаги сфера бўлганидан уни текисликка ўхшаш ҳолда проекциялаб бўлмайди. Катта жойни қоғозда тасвирлашда картографик проекциялаш қоидаларига амал қилиниб, бирмунча ўзгартириб туширилади. Ер юзасининг катта қисмини Ернинг эгрилигини ҳисобга олиб, математик қоидалар асосида бир оз ўзгартириб, кичрайтиб қоғозда тасвирланган проекцияси *карта* дейилади. Картада бутун Ер юзасини ёки унинг бир қисмини тасвирлаш мумкин. Карталар турли масштабда тузилади. Масштабига қараб карталар учга бўлинади: а) *йирик масштабли карталар*; бу карталарга масштаб 1:100 000 гача бўлган карталар киради; б) *ўрта масштабли карталар*; бўлар жумласига масштаб 1:100 000 гача бўлган карталар киради; в) *майда масштабли карталар*; бўларга масштаб 1:1000 000 дан кичик бўлган карталар киради. *Йирик масштабли карталар топографик карталар* бўлади. Жойнинг рельефи горизонталлар билан тасвирланади. *Ўрта масштабли карталар обзор топографик карталар* дейилади. *Майда масштабли карталар географик карталар* бўлади.



5.1-шакл

Профиль. Чизғий иншоотларда (йўл, канал ва бошқаларда) планий лойиҳалаш кифоя қилмайди. Бунда маълум чизикдаги нуқталарнинг вертикал текисликдаги ўринлари ҳам вертикал текисликда тасвирланиши керак бўлади. Жойда бир йўналишдаги чизикнинг вертикал кесимининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвири *профиль* дейилади. Профилда чизғий иншоотлар лойиҳаланади. 5.1-шаклда рельефнинг характерли нуқталари *A, B, C* ва *D* ларнинг сатҳий юзадан баландлиги *H* лар топишган (5.1-шакл). Кейин шу отметкалар бўйича профиль чизилган. Бунинг учун *OP* тўғри чизик олиниб, *O* дан жойдаги d_1, d_2, d_3 лар горизонтал масофа масштаби бўйича қўйилиб, *M, N, P* нуқталар топилади (5.1-шакл, б). Бу масофалар қаторидан юқоридаги қаторга нуқта отметкалари ёзилади. Отметка қийматлари вертикал масштаб бўйича қўйилиб топишган *a, в, с* ва *d* нуқталар билан туташтирилса, вертикал текисликдаги *авсд* синиқ чизик, ясаладик, бу чизик жойдаги *ABCD* нинг профили бўлади.

Масштаблар. План, карта ва профиль жойда ўлчанган горизонтал, вертикал узунликларни бир неча марта кичрайтиб қоғозга тушириш орқали чизилади. Узунликни кичрайтиб ёки катталаштириб ифодалаш *масштаб* дейилади. Пандаги кесма узунлиги *l* нинг шу кесманинг жойдаги узунлиги *L* га бўлган нисбати $\frac{l}{L}$ *план масштаби* деб аталади.

Кичрайтиш даражасини сон ёки чизик билан ифодалаш мумкин; шунга кўра, масштаб *сонли* ва *чизигий* (график) бўлади. Сурати бир бўлиб, махражи кичрайтиш даражасини кўрсатувчи оддий қаср *сонли масштаб* дейилади. Масалан, пландаги $l=5$ см жойдаги

$L=100$ м бўлса, планнинг сонли масштаби $\frac{l}{L} = \frac{5_{см}}{100_{м}} = \frac{5}{10000} = \frac{1}{2000}$ бўлади, яъни план

чизишда жойда ўлчанган чизик ўзунлиги 2000 марта кичрайтиб қоғозга туширилади. Сонли масштаб махражи кичик сон бўлса, *йирик масштаб*, катта сон бўлса, *майда*

масштаб дейилади. Масалан, $\frac{1}{200}$ -йирик, $\frac{1}{5000}$ -майда масштаб. Инженерлик

геодезияси ишларида $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$ ва $\frac{1}{5000}$ масштаблар кўпроқ қўлланилади.

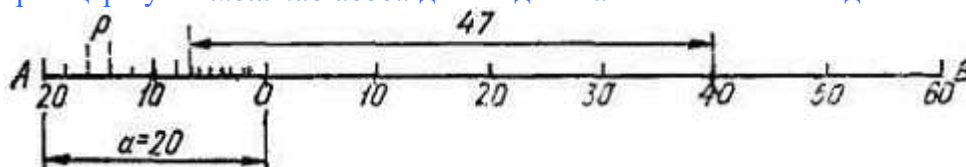
Кичрайтиш даражасини кўрсатувчи сонли масштаб махражини M десак, $\frac{l}{L} = \frac{1}{M}$ бўлади. Бундан

$$L = M \cdot l \quad (5.1)$$

келиб чиқади. План асосан чизғий масштаб бўйича чизилади.

Кичрайтириш узунлик бирлиги билан ифодаланса, бундай масштаб *чизигий масштаб* дейилади; чизигий масштаб оддий ва кўндаланг чизигий масштабларга бўлинади.

Оддий чизигий масштабда кичрайиш бир тўғри чизик кесмалари орқали графикавий равишда ифодаланади. Бир AB тўғри чизик чап учидан бошлаб, 2 см дан қўйиб чизилади. 2 сантиметрли ҳар бўлак *масштаб асоси* дейилади ва a билан белгиланади.



5.2-шакл.

Чапдаги биринчи асоси 10 га тенг бўлакка бўлинади (5.2-шакл). Асосининг ўндан бир

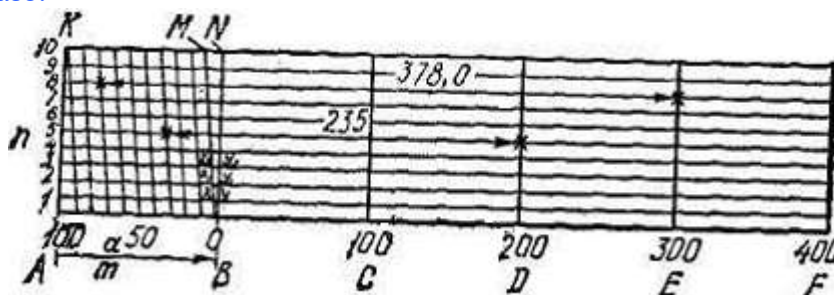
бўлаги, яъни $\frac{a}{10}$ энг кичик бўлак p дир.

Шунда $a = 10 \cdot p$ бўлади. Масалан, сонли масштаб 1:1000 бўлса, пландаги 1 см жойдаги 10 м га, 2 см—20 м га тўғри келади, бунда $a=20$ м. Асос 10 бўлакка бўлинганда бир

бўлакнинг қиймати $P = \frac{20}{10} = 2$ м бўлади. Биринчи асоснинг ўнг учига ҳамиша 0, чап

учига эса асоснинг a қиймати (мисолда 20) ёзилади. Қолган асосларнинг ўнг учига тўғри келган қийматлари шаклдаги каби (20, 40, 60) ёзилади. Масштаб бўйича 47 м ни кўрсатиш учун ўлчагичнинг бир оёғи 40 ёзилган бўлакка, иккинчи оёғини эса 0 дан чапдаги 3,5 бўлакка қўйилади (0,5 м гача чамалаб олинади). Оддий чизигий масштабнинг аниқлиги кичик бўлганидан, инженерлик ишларида кўпроқ кўндаланг масштаб ишлатилади.

Кўндаланг чизигий масштаб геометрия қоидаларига асосланган формула бўйича ясалиб, бунда чизик узунликлари аниқ топилади. Масштаб яшаш учун AF тўғри чизикнинг чап учидан 2 сантиметрли $AB=BC=CD$ кесмалар қўйиб чиқилади (5.3-шакл). Булар *масштаб асослари* дейилади. Асоснинг жойдаги узунлигини a билан белгилайлик. Асослар учидан чиқарилган перпендикулярнинг узунлиги ихтиёрий олинади, яъни $AK=BN$ ва ҳоказо.



5.3-шакл.

Масштаб куримли бўлиши учун перпендикуляр баландлигини асосга тенг қилиб, яъни 2 см олиш қулайроқ. Кейин K дан AB га параллел ўтказилса, квадратлар ёки тўғри тўрт бурчакликлар чиқади. Чапдаги асос t бўлакка, баландлик n бўлакка бўлинса, масштаб

асосининг бир бўлаги $p = \frac{AB}{m}$, баландликнинг бир бўлаги эса $q = \frac{AK}{n}$ бўлади. B нукта

нолавий нукта дейилиб, у N дан кейинги бўлак M билан туташтирилса, BM қия чизик ясала-дики, бу чизик *транверсал* дейилади ва масштаб *транверсалли масштаб* бўлади. Асос бўлакларидан транверсал BM га параллел чизиклар ўтказилса, KN ҳам m та тенг бўлакка бўлинади. AK нинг бўлаклари учидан асосга параллел чизиклар ўтказилса, кўндаланг масштаб ясалган бўлади. Масштабдаги энг кичик кесма xy (K нинг тагидаги бўлак ҳам) *масштабнинг энг кичик бўлаги* дейилади. Бунинг қиймати масштаб яшаш ва ундан фойдаланишда қўлланилади. Энг кичик бўлакнинг қиймати қуйидагича аниқланади.

Учбурчакликлар Bxy ва BMN нинг ўхшашлигидан $\frac{xy}{MN} = \frac{By}{BN}$ ёки $xy = \frac{By}{BN} \cdot MN$

бўлади. Шаклга кўра, $By = \frac{AK}{n} \cdot BN = AK$, $MN = \frac{AB}{m}$.

Бўлар ўринларига қўйилса, $xy = \frac{AB}{mn}$ чиқади. AB масштабнинг шаклдаги асоси бўлиб, унинг жойдаги узунлик қиймати a эканини эсласак,

$$xy = \frac{a}{mn} \quad (5.2)$$

бўлади, бу ифода *кўндаланг масштаб формуласи* дейилади.

Агар BMN ва Bx_1y_1 учбурчакликларнинг ўхшашлигидан, юқоридаги каби, x_1y_1 ни топсак,

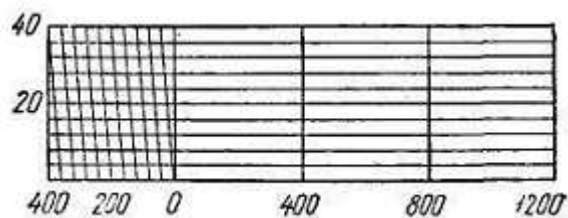
$x_1y_1 = 2 \frac{a}{mn}$; Bx_2y_2 ва BMN учбурчакликларнинг ўхшашлигидан эса $x_2y_2 = 3 \frac{a}{mn}$ ва ҳоказо

чиқади. Кўрамизки, транверсал бўйича ҳар бир бўлак юқорига кўтарилишда транверсал чизиги перпендикулярдан xy қийматича чапга қочади; чизикнинг узунлигини масштаб бўйича аниқлашда транверсалли масштабнинг ана шу хоссасидан фойдаланилади. Берилган сонли масштабга кўра чизигий масштаб яшашни кўриб чиқайлик.

Масалан, 1:5000 сон масштабга кўра энг кичик бўлаги $xy=1$ м бўлган кўндаланг масштаб яшаш учун аввал масштаб асосининг қийматини билиш керак. Сон масштабга кўра, пландаги 1 см га жойда. 5000 см, яъни 50 м тўғри келади. Масштаб асоси сифатида 2 см олиниши кераклигидан, асос узунлиги 2 см га жойдаги 100 м тўғри келади, бу эса асос

қиймати бўлади, яъни $a=100$ м. Бу қийматларни (5.2) га қўйсак $1 = \frac{100}{mn}$ ёки $mn=100$ келиб

чиқади. Энди mn қийматларини топиш учун 100 ни икки кўпайтувчига ажратсак $mn = 10 \cdot 10$ ёки $m=10$, $n=10$ бўлади. Асоси 2 см, $m=10$, $n=10$ бўлган масштаб *нормал юзли масштаб* дейилади. Масштаб яшаш учун AF чизикни юқоридаги каби асосларга, кейин чапдаги асосни 10 га бўлиб, баландликни ҳам 10 га бўлсак, параллел ва транверсал чизиклари ўтказсак, масштаб ясалган бўлади. Бу масштаб шаклдаги каби расмийлаштирилади. Масштаб бўйича план ёки картадаги кесма узунлигини аниқлаш учун ўлчагич ёрдамида картадан кесма узунлиги олиниб, масштабга қўйилади. Ўлчагичнинг бир оёғини чизик узунлигига қараб, ундаги 100 ёки 200 ёзилган чизикча қўйиб, иккинчи оёғи асос бўлакларидан қайси бирига тўғри келиши аниқланади. Масалан, масштаб бўйича 235 м ни кўрсатишда ўлчагичнинг ўнг оёғи 200 ёзилган чизикча устида, чап оёғи эса 0 дан чапдаги учинчи бўлакка қўйилади. Асоснинг бир бўлаги 10 м бўлганидан ўлчагич икки оёғининг ораси 230 м бўлади. Яна 5 м олиш учун учинчи транверсал бўйича 5 хона кўтарилиш керак. Ўлчагичнинг иккала оёғи бир горизонтал чизикда ётиши лозим. Шу вақт ўлчагичнинг оёқлари 235 м ни кўрсатди. (5.4-шакл, а). 0,5 м бўлаклардан чамалаб олинади. Шаклда 378,5 м кўрсатилган.



5.4-шакл, а.

Масштаб чизғич ва транспортирда нормал юзликли масштаб ясалган бўлади. Бу масштабни турли сонли масштабга татбиқан ишлатишда аввал сонли масштаб бўйича асос

қиймати a ни, кейин асоснинг бир бўлаги қиймати p ни ($p = \frac{a}{10}$) ва энг кичик бўлак

қиймати $xy = \frac{a}{100}$ ни топиш керак. Масалан, нормал масштаб $\frac{1}{2000}$ сон масштабга

қўлланганда $a=40$ м, $p=4$ м, $xy=0,4$ м бўлади. $xy=0,4$ м бўлиши масштабдан фойдаланиш учун ноқулай. Бундай вақтда $xy=0,5$ м бўлган махсус масштаб яшаш ва ундан фойдаланиш лозим. Бундай масштабни яшаш учун m ва n қийматлари аниқланади. (5.2) бўйича

$0,5 = \frac{40}{mn}$ ё $mn = 80$ ёки $m = 8 \cdot 10$; бундан $m = 8$, $n = 10$, яъни асос 8 бўлакка,

баландлик эса 10 бўлакка бўлинади. Бу масштабда $a=40$, $p=5$, $xy=0,5$ м бўлади.

Масштаб аниқлиги. Масштаб бўйича планда кўрсатиш мумкин бўлган жойдаги энг кичик чизик, узунлиги *масштаб аниқлиги* дейилади ва t билан белгиланади. Планда лупасиз, соғлом кўз билан 0,1 мм кесмани ажратиш мумкин. 0,1 мм дан кичик чизикни кўрсатиб бўлмайди. Шунга кўра, пландаги 0,1 мм *график аниқлиқ* дейилади; жойда бунга тўғри келган узунлик *масштаб аниқлиги* деб аталади. Масштаб аниқлиги масштаб маҳражининг 0,1 мм га кўпайтирилганига тенг, яъни

$$t = 0,1 \cdot M \quad (5.3)$$

Масалан, 1:2000 масштабнинг аниқлиги $t=0,1 \cdot 2000=200\text{мм}=0,20$ м; 1:5000 масштабники $t=0,1 \cdot 5000=0,50$ м. Нормал юзликли масштабда аниқлик масштаб энг кичик бўлагининг ярмига тенг, яъни

$$t = \frac{xy}{2} \quad (5.4)$$

Масалан, 1:2000 масштабда $a=40$ м, $xy=0,40$ м, $t=0,20$ м; 1:5000 масштабда эса $a=100$ м, $xy=1$ м, $t=0,50$ м бўлади. (5.3) формула бўйича ҳисобланган турли соний масштаблар аниқлиги 5.1-жадвалда келтирилган.

5.1-жадвал

Сонли масштаблар	Масштаб аниқлиги, м	Сонли масштаблар	Масштаб аниқлиги, м
1:200	0,02	1:10 000	1,0
1:500	0,05	1:25 000	2,5
1:1000	0,1	1:50 000	5,0
1:2000	0,2	1:100 000	10,0
1:5000	0,5	1:200 000	20,0

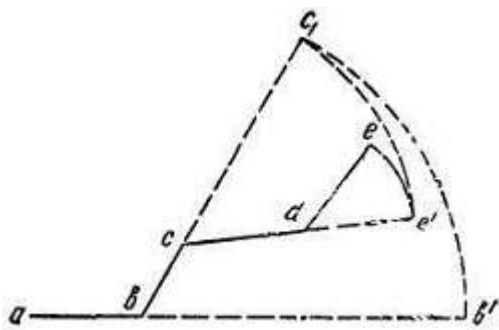
Масштаб аниқлиги бўйича кичрайтиш даражаси M ни ва план масштабни топиш мумкин. Масалан, $t=0,5$ м бўлганда (5.3) бўйича $\frac{t}{0,1} = \frac{0,5\text{м}}{0,1\text{мм}} = 5000$ бўлади; шунга

кўра, план масштаби 1:5000 бўлади. Бўлардан ташқари, масштаб аниқлиги ёрдамида карта масштаби бўйича картада тасвирлаш мумкин бўлмаган жой контўри шаклини ва нарсалар

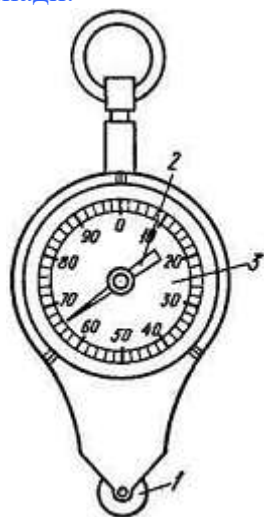
ўлчамини аниқлаш, жойдаги керакли объектларни ўзига ўхшаш қилиб планга тушириш учун қандай масштаб олиш кераклигини ҳам билиш мумкин.

Ўтма масштаб. Эски рус ўлчовида чизилган план, карта ва аэросурат масштабларининг махражлари ўнлик системадаги яхлит сон бўлмай, балки ўнлар системаси қоидасига хилоф сонлар бўлади. Бундай масштаблардан фойдаланиш анча нокулай. Шунга кўра план ёки аэросуратдаги масофани (чизик узунлигини) ҳеч қандай ҳисоблаш қилмасдан метр системасидаги ўлчов бирлигида ифодалаш учун ўтма масштаб ясалади. Масалан, аэросурат сон масштаби 1:15400 бўлсин. Бунга ўтма масштаб яшаш учун қуйидаги пропорция тузилади: аэросуратда сон масштаб бўйича 154 м га 1 см тўғри келса, 200 м га x тўғри келади. Бундан $x=200:154=1,298$ см, яхлитласак $x=1,3$ см бўлади. Асос узунлиги 2 см дан кичик бўлмасин дейилса, у 2 га кўпайтирилади. Шунда асос узунлиги 2,6 см бўлиб, бунга 400 м тўғри келади. Масштаб яшаш учун тўғри чизик бўйича 2 см ўрнига 2,6 см дан қўйилади. Юзли масштаб қоидасига кўра $m=10$, $n=10$ олиб юқоридагидек юзли (ўтма) масштаб ясалади. Масштаб асосининг қиймати $a=400$ м бўлиб, $p=40$ м, энг кичик бўлаги 4 м бўлади (5.4-шакл, а). Ўтма масштабнинг метрик масштабдан фарқи шундаки, метрик масштабда асосга 2 см олинади, ўтмада эса 2,6 см ёки соний масштабга қараб бошқа сон олинади. Бу масштаб бўйича олинган кесма узунлиги чизикнинг метр системасидаги узунлиги бўлади.

Планда синиқ чизик узунлигини аниқлаш. Пландаги тўғри чизик узунлигининг қийматини аниқлашда чизик узунлиги ўлчагичда олиниб, сўнгра масштабга қўйилади. Агар планда узунлиги аниқланиши керак бўлган чизик бир неча калта $ав$, $вс$, ... чизиклардан иборат бўлса, (5.5-шакл) $авсде$ узунлигини аниқлашда ҳар бир калта чизик узунлигини алоҳида аниқлаб, кейин улар бир-бирига қўйилади. Бунинг ўрнига синиқ чизиклардан бир чизик ясаб, кейин унинг узунлигини топиш қулай. Масалан, қиркуль учини d га қўйиб, de радиуси бўйича ёй чизилади-да, cd давомидаги e' топилади. Кейин c марказдан ce' радиус бўйича ёй чизиб, $вс$ давомидаги c' топилади. Охирида $в$ ни марказ қилиб, $вс'$ радиус бўйича ёй чизилиб, $в'$ топилади. Сўнгра ҳосил бўлган $ав'$ ҳамма чизиклар йиғиндиси бўлганидан унинг узунлиги масштаб бўйича аниқланади.



5.5-шакл.



5.6-шакл. Курвиметр

Эгри чизик узунлигини аниқлаш. План ёки картадаги эгри чизик узунлигини аниқлашда курвиметр номли махсус прибор ишлатилади (4.6-шакл). Курвиметр чизикнинг бош нуқтасига қўйилади ва шкаласидаи стрелка 2 бўйича санок n_1 олинади. Кейин курвиметрнинг ғилдираги 1 текисликка перпендикуляр қўйилиб, чизик бўйича юргизилади ва охириги нуқтада тўхтаб, санок n_2 олинади. Шунда чизикнинг узунлиги $L=\mu(n_2-n_1)$ бўлади. μ - курвиметр шкаласи бир бўлагининг қиймати, μ қийматини аниқлаш учун узунлиги маълум L_0 чизик бўйича бир неча марта юргизиб, n_1 , n_2 саноклар олинади

ва бу саноқлар айирмаси топилади; айирмаларнинг ўртачаси $(n_2 - n_1)_0$ ҳисобланади. Шунда

$$\mu = \frac{L_0}{(n_2 - n_1)_0} \text{ бўлади.}$$

Таянч иборалар: план, контур, тафсилот, сфера, топографик план, карота, йирик масштаб, ўрта масштаб, майда масштаб, топграфик карталар, географик карта, профиль, чизғий иншоот, масштаб, план масштаби, кичрайтириш даражаси, сонли ва чизғий масштаб, йирик ва майда масштаб, узунлик бирлиги, чизғий масштаб, кўндаланг ва оддий чизғий масштаб, трансверсал, нормал юзли масштаб, масштаб аниқлиги, график аниқлик, ўтма масштаб, синиқ чизик, эгри чизик, курвиметр.

Назорат саволлари.

1. План билан картанинг фарқи нимада?
2. масштабига қараб карталар қандай карталарга бўлинади?
3. Профиль нима?
4. Кичрайтириш даражасининг ифодаланишига қараб қандай масштаблар мавжуд?
5. План қандай масштабда чизилади?
6. Масштаб аниқлиги нима?
7. Планда синиқ ва эгри чизик узунлигини қандай аниқлаймиз?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 6

Топографик карта ва план номенклатураси. Зонавий координаталар системаси.

Дарснинг мақсади: Талабаларга карта варақларини белгилаш системаси, ер шари юзасининг бўлиниши, турли масштабдаги карта варақларини ҳосил қилиш усуллари ва тартибини ўргатиш. Карта ва планлар билан ишлашда геодезияда қўлланиладиган ясси тўғрибурчакли Гаус-Крюгер ва зонавий тўғри бурчакли координаталар системалари ҳақида тушунчалар бериш. Тўғрибурчакли координаталар системасидан картада тўғри фойдаланиш учун қўлланиладиган километр тўрлари ҳақида тушунчалар бериш.

Режа.

1. Топографик карта ва унинг номенклатураси.
2. Ясси тўғри бурчакли Гаусс-Крюгер координаталари.
3. Зонавий тўғри бурчакли координаталр системаси.
4. Километрлар тўри.

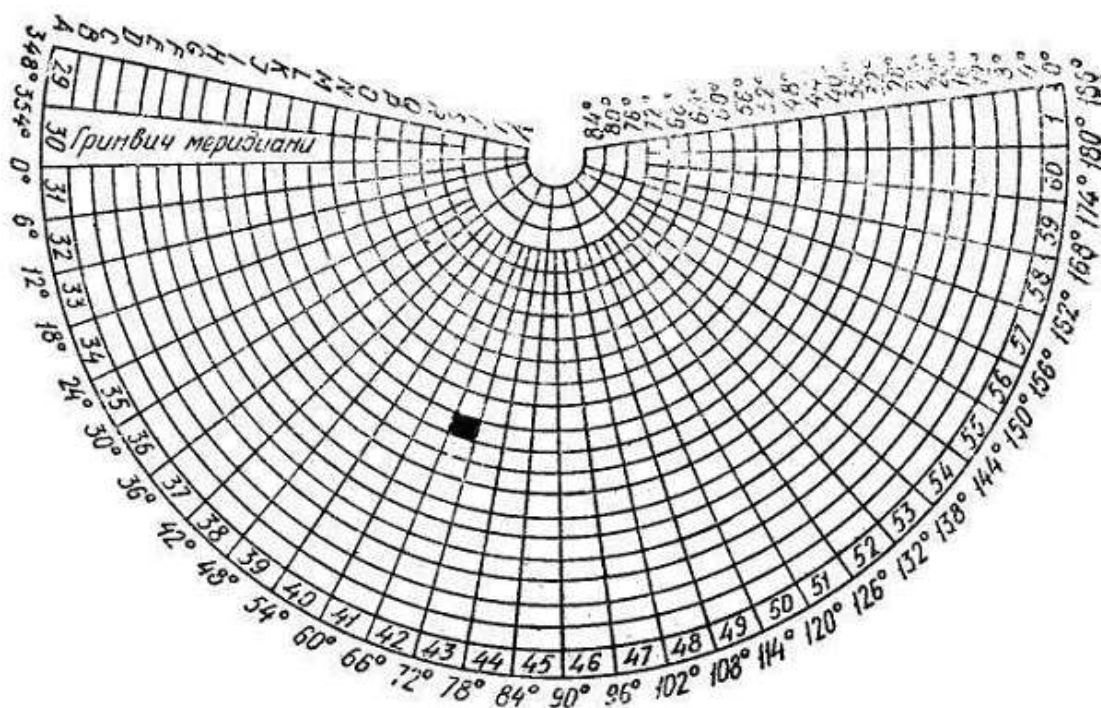
Тўрли масштабдаги карталар номенклатурасига 1:1000000 масштабли давлат картаси асос қилиб олинган.

Карта варақларини белгилаш системаси топографик карта номенклатураси дейилади.

Картани варақларга бўлиш ҳамда варақлар номенклатурасини белгилаш учун бутун ер шарининг юзаси ҳар 6° дан ўтказилган меридианлар билан 60 та *колоннага* бўлинади: колонналар араб рақамлари билан номерланади, номерлаш узоқламаси 180° бўлган меридиандан бошланиб, ғарбдан шарққа томон 1 дан 60 гача ошиб боради (6.1-шакл).

Колонналар экватордан бошлаб, шимолий ва жанубий қутбларга томон ҳар 4° дан ўтказилган параллеллар воситасида *қаторларга* бўлинади. Қаторлар ўрни латин алфавитининг бош ҳарфлари билан белгиланади. Юқоридагидек ўтказилган меридиан ва параллеллар билан ер юзасида 1:1000000 масштабдаги карталарнинг бир қанча трапецияси ҳосил бўлади. Ҳар қайси трапеция битта алоҳида варақда тасвирланади; меридиан ва параллел чизиқлар эса шу варақ рамкаси бўлади. 1:1000000 масштабдаги карта бир варағининг номенклатураси шу карта трапецияси жойлашган қатор ўрнини кўрсатувчи ҳарф ва колонна номеридан иборат бўлади (масалан, *K-42* ва *M-53*). Қатор ва колонналарга бўлиш, номерлаш, белгилаш 6.1-шаклда тўла кўрсатилган.

Қаторнинг қайси ярим шарда эканлигини билиш учун номенклатура олдида шимолий ярим шарда *N* ҳарфи, жанубий ярим шарда эса *S* ҳарфи ёзилади. Масалан, *N, M-53* каби.



6.1-шакл.

Нутқанинг географик координатлари φ (кенглик) ва λ (узюклик) маълум бўлса, 1:1 000 000 масштабда картанинг шу нуқта жойлашган варағининг номенклатурасини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин (колонна номери m , қатор номери n деб олиган):

$$\begin{aligned} m &= \frac{\lambda^0}{6} + 31 \\ n &= \frac{\varphi}{4} + 1 \end{aligned} \quad (6.1)$$

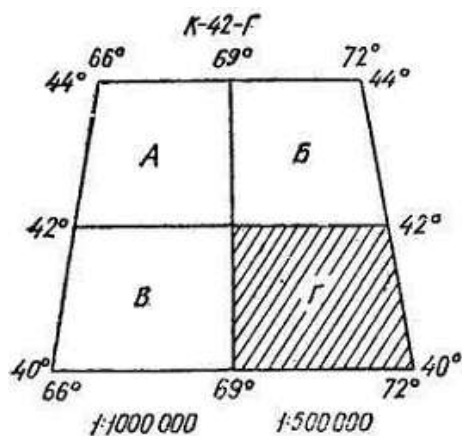
Агар $\lambda > 180^\circ$ бўлса,

$$m = \frac{\lambda - 180^0}{6} + 1 \quad (6.2)$$

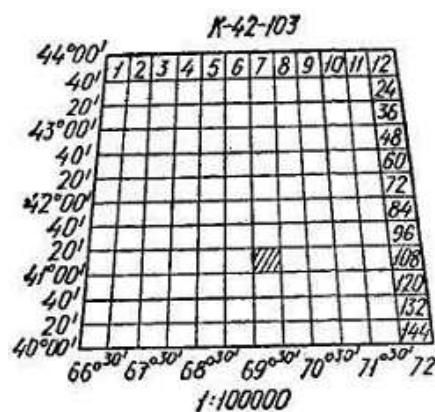
бўлади. Бу формуладан фойдаланишда φ ва λ ларнинг фақат градус қийматлари тегишлича 6 ва 4 га бўлиниб, бутун бўлинмалар олинади ва улар қийматига тегишлича 31 ва 1 қўшилади. Масалан, шимолий ярим шарда бирор нуқтанинг географик координатлари $\varphi = 41^\circ 18'$; $\lambda = 69^\circ 17'$ дейлик, шунда колонна номери

$$m = \frac{69^0}{6} + 31 = 11 + 31 = 42, \text{ қатор номери эса } n = \frac{41^0}{4} + 1 = 10 + 1 = 11 \text{ бўлади.}$$

Латин алфавитининг 11 ҳарфи K бўлганидан карта варағининг номенклатураси $N, K-42$ кўринишда ёзилади. Лекин мамлакатимиз фақат шимолий ярим шарда жойлашгани учун карта, варағининг номенклатурасини N ҳарфини ташлаб, $K-42$ кўринишида ёзиш қабул қилинган.



6.2-шакл.



6.3-шакл.

1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варағини 4 та тенг бўлакка булиб, 1:500 000 масштабдаги картанинг 4 варағи ҳосил қилинади; уларнинг номлари рус алфавитининг бош ҳарфлари *А, Б, В, Г* билан белгиланади ва бу миллионли варақ номенклатураси давомига *К-42-Г* тарзида ёзилади (6.2-шакл).

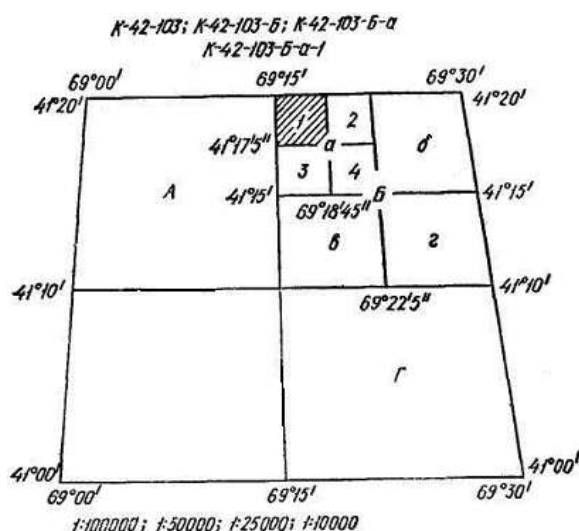
1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варағини 144 (12x12) бўлакка бўлиб, 1:100 000 масштабдаги карта варақлари ҳосил қилинади; бўлар 1 дан 144 гача араб рақами билан белгиланади ҳамда варақ номери миллионли варақ номенклатураси давомига *К-42-103* тарзида ёзилади (6.3-шакл).

1:50 000 ва ундан йирик масштабдаги карталар учун 1:100 000 масштабдаги карта варағи асос бўлади. Номенклатураларни белгилашда 1:1 000 000 масштабли карта номенклатураси кетидан 1:100 000 ли карта варағининг номери, сўнгра эса йирик масштаб варағини белгиловчи ҳарф ёки номер ёзилади.

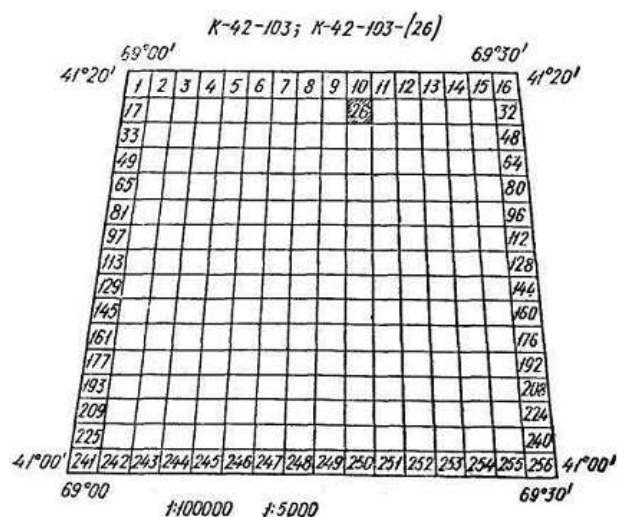
1:100 000 масштабдаги картанинг бир варағида 4 та 1:50 000 масштабдаги карта варағи жойлашади, бўлар рус алфавитининг бош ҳарфлари *А, Б, В, Г* билан белгиланади. Мисолимизга тегишли 1:50 000 масштабдаги карта варағининг номенклатураси *К-42-103-Б* деб ёзилади (6.4-шакл).

1:50 000 масштабдаги картанинг бир варағига 4 та 1:25 000 масштабли карта варағи жойлашади, бўлар рус алфавитининг кичик ҳарфлари *а, б, в, г* билан белгиланади ва керакли варақ ҳарфи 1:50 000 масштабли карта варағи номенклатураси давомига ёзилади, бунда 1:25 000 масштабли карта номенклатураси ҳосил бўлади. Мисолимизда *К-42-103-Б-а* бўлади (6.4-шакл).

1:25 000 масштабдаги картанинг бир варағида 4 та 1:10 000 масштабли карта варағи жойлашади, бўлар 1-4 гача араб рақамлари билан номерланади ва карта номенклатурасини белгилашда варақ номери йигирма беш мингли карта варағининг номенклатураси охирига ёзилади. Мисолда *К-42-103-Б-а-1* бўлади. Бу варақларнинг жойланиши ва номенклатураси 6.4-шаклда кўр-сатилган.



6.4-шакл.



6.5-шакл.

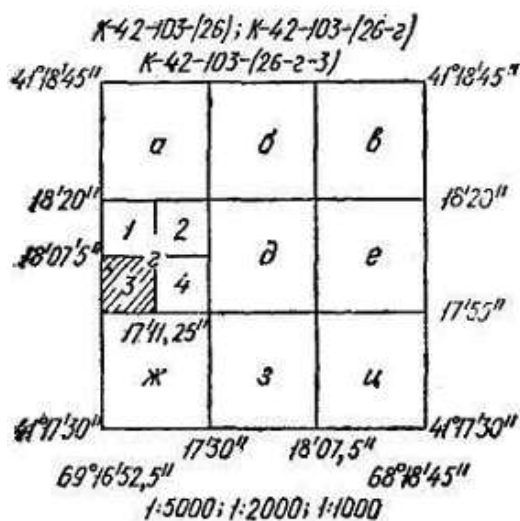
1:5 000 ва ундан йирик масштабдаги планни варақларга бўлиш ва номенклатурасини белгилаш учун 100 000 масштабли карта варағи асос қилиб олинган.

1:100 000 масштаб карта варағида 256 (16X16) та 1:5000, масштабли план варағи жойлашади, ва 1 дан 256 гача араб рақамлари билан номерланади.

1:5 000 масштабли карта варағининг номенклатурасини белгилаш учун керакли варақ номери юз мингли карта варағи номенклатураси давомига қавс ичида *K-42-103-(26)* тарзида ёзилади. (6.5-шакл).

1:5 000 масштабдаги план бир варағида 9 та (3X3) 1:2000 масштабли план варағи жойлашади, бўлар рус алфавитининг кичик ҳарфлари, *а, б, в, г, д, е, з, и* билан белгиланади ва уларнинг ҳар бири беш мингли план варағининг номенклатураси давомига (қавс ичида) ёзилади. Шунда 1:2000 масштабли план номенклатураси ҳосил бўлади. Масалан, *K-42-103-(26-з)* (5.6-шакл).

1:2 000 масштабдаги планнинг бир варағига 4 та 1:1 000 масштабдаги планнинг варағини жойлаштириш мумкин: бўлар 1, 2, 3, 4 рақамлари билан белгиланиб, икки мингли план варағи номенклатураси давомига масштабли план номенклатураси ҳосил бўлади: *K-42-103-(26-з-3)*.

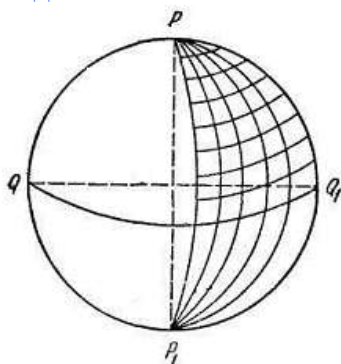


6.6-шакл.

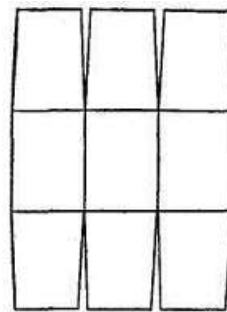
Ясси тўғри бурчакли Гаусс-Крюгер координаталари ҳақида тушунча.

Сферани (шарни) текисликка ёйиб бўлмаганидан, ҳар қандай карта маълум даражада бўзилиб (хато билан) чизилади. Ҳар карта варағи тўғри чизиқли трапеция бўлиб тасвирланса ҳам, жойда, ер шари ёйидан иборат бўлган томони эгри чизиқли трапеция

кўринишидаги жойдир. Агар шу трапецияларнинг бир нечаси ёнма-ён қўйилса, бир-бирига ёпишган кўпёқлик ясалади (6.7-шакл). Агар текисликдаги трапецияларни бир текисликка ёнма-ён қилиб жойласак ўртадаги варақлар бир-бирига ёпишса ҳам ўртадан юқори ва пастдаги варақлар орасида узилиш (очиқлик) ҳосил бўлади; (6.8-шакл). Бу камчиликни топографик карталарда йўқотиш учун 1928 йили К. Ф. Гаусс проекцияси қабул қилинди. Бу проекцияда Ернинг сатҳий юзасидаги икки меридиан билан чегараланган жойнинг текисликдаги ясси проекциясини (тасвирини) ҳосил қилиш мумкин. Икки меридиан орасида шимолдан жануб гача чўзилган сфера юзасидаги жой *зона* дейилади. У проекциялаш усулига тенг бурчакли *кўндаланг-цилиндрик проекция* дейилади.



6.7-шакл.



6.8-шакл.

Бу усулни 1830 йилда К. Ф. Гаусс назарий жиҳатдан асослаган эди; 1912 йилда Крюгер ҳисоблаш формулаларини ишлаб чиқди. Шунинг учун ҳам у, *Гаусс-Крюгер проекцияси* дейилади. Бу проекцияда чизиклар орасидаги бурчаклар ўзгармайди, бир-бирига ўхшаш тарзда тасвирланганидан у *тенг бурчакли ёки конформ (ўхшаш) проекция* дейилади.

Бу проекцияда ер юзаси 6° ёки 3° дан ўтказилган меридианлар билан 60 (ёки 120) та зонага бўлинади.

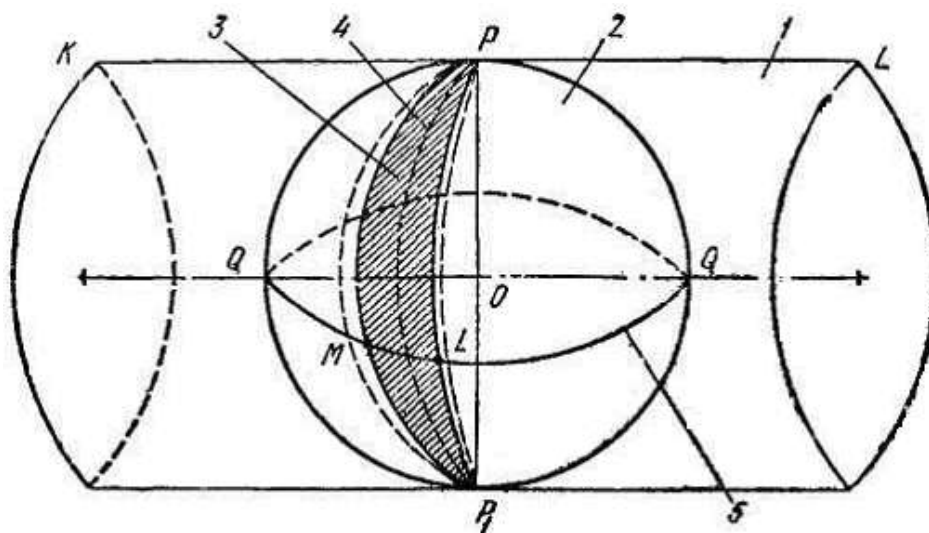
Ҳар зона юзаси шу зона ўрта меридианига уринма бўлиб ўтган цилиндр ички юзасига проекцияланади (6.9-шакл). Олти градусли зоналар 1:1 000 000 масштабдаги колонналарга мос бўлиб, колонна ва зона чегара меридианлари бир хил, лекин зона номерлари бош меридиандан бошланиб шарққа томон 60 гача ўсиб боради. Колонна номеридан 30 га фарқ қилади. Ҳар зонанинг ўрта меридиани *ўқий меридиани* дейилади. Проекциялашда ҳар зона ўз ўқий меридиани бўйича цилиндрга уринади.

Зона номери N нукта узоклиги λ бўйича қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$N = \frac{\lambda^0}{6} + 1 \quad (6.3)$$

Зона ўқий меридианининг узоклиги λ_0 қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_0 = 6N - 3^\circ \quad (6.4)$$



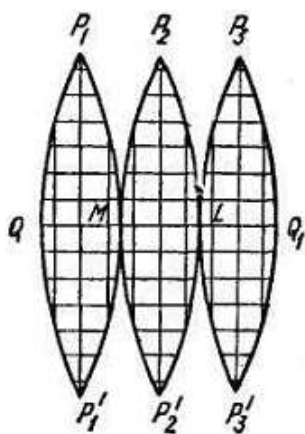
6.9-шакл. Зонани кўндаланг цилиндрга проекциялаш:
1-цилиндр; 2-шар; 3-зона; 4-зонаннг ўқий меридиани; 5-экватор.

М и с о л. Узоқлиги $\lambda = 69^\circ 18'$ бўлган нукта жойлашган зона номери $N = \frac{69^\circ}{6} + 1 = 11 + 1 = 12$, яъни нукта 12 зонада ётади, бу зона ўқий меридианининг узоқлиги $\lambda_0 = 6N - 3 = 6 \cdot 12 - 3 = 69^\circ$ бўлади.

Зонани проекциялашда қуйидагича иш кўрилади. Ер шари цилиндр ичига шундай киритиладики, зонанинг ўқий меридиани цилиндрининг ички юзасига уринма бўлади. Кейин зона чегара чизиқлари ва зонадаги ҳарактерли нукталар шар радиуси йўналиши бўйича цилиндр ички юзасига проекцияланади. Кейин цилиндр KL ясовчиси бўйича кесилиб ёйилса, текислик ва унда зона проекцияси ҳосил бўлади. Бундай проекциялашда кичик участканинг цилиндридаги тасвири жойдаги (сферадаги) га ўхшаш бўлади: шунга кўра мос чизиқлар орасидаги бурчаклар ҳам сфера ва проекцияда тенг бўлади. Лекин проекциядаги чизиқлар узунлигида бузилиш (ўзгариш) ҳосил бўлади, яъни проекциядаги ҳамма чизиқлар сатҳий юзадаги горизонтал қўйилишдан бир оз узун бўлади. Шунга кўра, бутун зона проекцияси бир оз-катталашади. 6.9-шаклда пунктир эгри чизиқ билан зонанинг цилиндр юзасидаги проекцияси кўрсатилган. 6.10-шаклда қўшни зоналарнинг текисликдаги проекцияларининг тасвири келтирилган. Проекция чизигининг қанчалик ўзгариши Δd , яъни $\Delta d = D - d$ қуйидаги формула ёрдамида топилади

$$\Delta d = D - d = \frac{y^2}{2R^2} d \quad (6.5)$$

бу ерда d -сатҳий юзадаги чизиқ узунлиги; $D-d$ нинг проекциядаги узунлиги; y -чизиқ ўрта нуктаси билан ўқий меридиан орасидаги масофа, $y = \frac{y_1 + y_2}{2}$; R -ер шарининг радиуси.



6.10-шакл.

PP-зонанинг ўқий меридиани; QQ₁-экватор.

Бу формулага кўра, чизик ўқий меридиандан қанча узоқда тўрса, проекциядаги катталашиш y^2 қадар катта бўлади. $y=0$ бўлганда, яъни чизик ўқий меридианда жойлашганда тасвир ўзгармайди. Энг катта ўзгариш зонанинг икки ёнидаги меридианларнинг экватор билан кесишган нуқтаси M ва L да бўлади. Агар ўзгаришни нисбий хато билан ифодаласак,

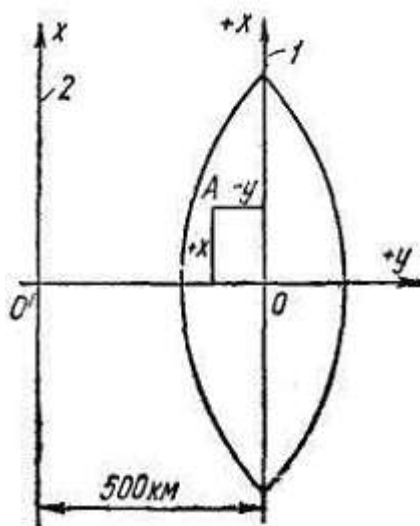
$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{y^2}{2R^2} \quad (6.6)$$

бўлади. M ва L нуқталардаги бир градус ёй узунлиги $l_1^\circ = 111,1$ км десак, 6° ли зонада M ва L нуқталар ўқий меридиандан 3° узоқда бўлганидан, $y = 111,1 \times 3 = 333,3$ км бўлади. Бундаги

нисбий хато $\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{800}$, умуман бу ўзгаришдан келадиган нисбий хато 1:1500 дан 1:6000

гача бўлади. Бу хато карта чизишда қилинадиган хатодан катта бўлмаганлиги учун, уни ҳисобга олмай, Гаусс проекциясида чизилган зона карталарининг ҳамма ерида масштаб бир хил деб қабул қилиш мумкин. Лекин йирик масштаблардаги карта (план) ларда бузилиш нисбий хатоси план чизиш хатосидан катта бўлганидан, бузилиш ҳисобга олинади, ёки 3° ли зона қабул қилинади; Бу усул билан зоналар проекциясини номерига қараб, 6.10-шаклдаги каби, кетма-кет қўйиш билан бутун ер шари юзасининг проекциясини ҳосил қилиш мумкин. Бундай зоналар орасида узилиш бўлган проекция амалий жиҳатдан ҳеч аҳамиятга эга эмас. Лекин бу проекциянинг муҳим афзаллиги ҳам бор. Бу проекциялаш бутун Ер юзаси бўйича бир системада ясси тўғри бурчакли координаталар қабул қилиб, ҳар зона учун бир координаталар боши олишга имкон беради.

Зонавий тўғри бурчакли координаталар системаси. Зоналарнинг текисликка тушган тасвиридаги нуқтанинг ўрни шу зонанинг координаталар системасига нисбатан аниқланади. Ҳар зонанинг ўқий меридиани зонанинг абсциссалар ўқи деб, унга перпендикуляр йўналишида бўлган экватор йўналиши эса ординаталар ўқи деб қабул қилинади. Бу ўқларнинг кесишган нуқтаси координаталар боши бўлади. Абсциссалар (x) шимолий ярим шарда мусбат, жанубий ярим шарда эса манфий бўлади. Мамлакатимизнинг ҳамма ери шимолий ярим шарда бўлганидан, ҳамма вақт абсциссалар мусбат ишора билан олинади. Ординаталар (y) ўқий меридиандан шарққа томон мусбат, ғарбга томон эса манфий бўлади. 6.11-шаклда $A(+5; -3)$ нуқта ўз координаталари билан белгиланган. Ординаталарнинг ҳам ҳамиша мусбат ишорада бўлиши учун координаталар бош ўқий меридиандан 500 км ғарбга сурилган. Бу *шартли координаталар боши* дейилади. Нуқтанинг ординатаси ҳамиша шу шартли координаталар бошидан ҳисобланади. Агар ордината қиймати 500 км дан катта бўлса, нуқта зона ўқий меридианидан шарқда, 500 км дан кичик бўлса, ўқий меридиандан ғарбда бўлади. Ордината қиймати чапига зона номери ҳам ёзилади.



6.11-шакл. Зона системасидаги координата ўқлари;
0-координата боши, 0'-шартли координата боши,
1-ўқий меридиан, 2-шартли абсцисса ўқи.

Масалан, географик координаталари $\varphi=41^{\circ}35'$, $\lambda=69^{\circ}40'$ бўлган нуқтанинг тўғри бурчакли Гаусс-Крюгер системасидаги координатаси қуйидагича ёзилади:

$$x=4\,405\,653,80 \text{ м};$$

$$y=12\,555\,558,95 \text{ м}.$$

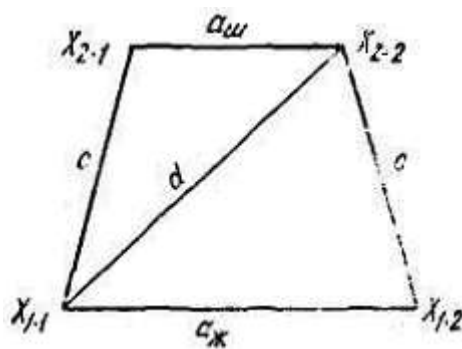
Ордината қиймати нуқта 12 зонада бўлиб, у зона ўқий меридиандан шарқда $555\,558,95 - 500\,000 = 55\,558,05$ м масофада ётганини кўрсатади.

Километрлар тўри. Топографик карталар варағидаги географик ва тўғри бурчакли координаталардан осон фойдаланиш ва картада турли масалалар ечиш учун ҳар қайси картада зона координата ўқларига параллел қилиб ҳар километрдан чизиклар ўтказилади, бу билан квадрат тўр (катаклар) ясалдики, у *километрлар тўри* дейилади. Бу тўр ёрдамида исталган нуқтанинг тўғри бурчакли ва географик координатасини аниқлаш мумкин. Картада, масштабига қараб, километр чизиклари турли масофадан ўтказилади. Масалан, масштаби 1:10000, 1:25 000 ва 1:50 000 бўлган карталарда ҳар бир километрдан, масштаби 1:100 000 бўлган картада ҳар икки километрдан, майда масштабли карталарда 10 километрдан ўтказилади.

Километрлар тўри берилган масштабдаги ҳар қайси трапеция учун ясалади. Бунинг учун нуқтанинг географик координаталари бўйича «Гаусс-Крюгер координаталари жадвали» дан берилган нуқта жойлашган трапеция учларининг координаталари топилади. Агар карта масштаби 1:10 000 бўлса, трапеция учларининг координаталари 1:25 000 масштабли трапеция ўлчамлари координаталари орқали интерполяция қилиш йўли билан топилади.

Трапеция учларининг координаталари бўйича (6.12-шакл) трапецияга километрлар тўри ясаш учун томонлари 10 см бўлган квадрат катаклар қилинади; абсцисса ва ординаталари белгиланиб, квадрат томонларига километр билан ифодаланган қийматлари ёзилади (6.13-шакл). Сўнгра координаталари бўйича трапеция учларининг ўринлари топилади ва трапеция ясалади. Ясалган трапециянинг тўғрилигини текшириш учун томонлари узунлиги $a_{жс}$, $a_{ш}$, c ва d нинг қийматларини чизма бўйича ўлчаб, жадвалда берилган қийматларига таққосланади.

Трапеция томонлари тўғри бурчакли координаталар тўрининг томонлари устида ётиши ёки унга параллел бўлиши шарт эмас.



6.12-шакл.

Трапеция учлари аниқлангач, улар асосида рамка ясалади. Трапеция томонларидан 10—12 мм қолдирилиб, ўрта чизик, ундан 1,5 мм қолдирилиб, четки чизик чизилади. Трапеция томонлари ўрта чизикқача давом эттирилиб, рамка учларидаги бу чизиклар ёнига трапеция учларининг географик координаталари ёзилади. Тўғри бурчакли координаталар тўрининг чизиклари ҳар 1 км дан ўтганлиги учун, километр чизиклар ҳам ўрта чизикқача давом эттирилади. Бу тўр чизиклари фақат трапеция ичига чизилади. Тўрнинг пастки ва юқориги чизигининг икки учига шу чизиклар абсциссаси километр ҳисобида ёзилади. Масалан, бизнинг мисолимизда пастига 4 574, юқорисига 4 577 ёзилган, қолган оралик чизикларнинг юқорисига абсциссанинг фақат кейинги рақами (75 ва 76) ёзилган.

Ўқий меридианга параллел бўлган чизикларнинг икки четки чизиклари ёнига шу чизикларнинг шартли ординатаси 12 521, 12 526 ёзилади; сонлардаги биринчи икки рақами (12) зона номерини кўрсатади. Бунда ҳам оралик чизикларнинг ўнг томонига ординаталарнинг охириги икки рақами (22, 23, 24 ва 25) ёзилади.

Ўрта ва четки чизиклар орасидаги 1,5 мм ли ораликда минут қийматлари кўрсатилади. Масалан, кенглама бўйича трапециядаги фарқ $41^{\circ}20' - 41^{\circ}17'30'' = 2' 30''$. Трапециянинг ён томони юқоридан пастга қараб, 2,5 бўлакка бўлинади, биринчи бўлак ички томонининг ярми (бўйига) бир бўлак оралатиб қорага бўялади. Бу минутий рамка трапециянинг тўрт томонида ҳам ясалади. Бўлар географик координаталар бўйича масала ечишда ишлатилади.

Координатомер. Картада нуқталар координаталарини аниқлашда махсус координатомер номли қурол ишлатилади, бу турли кўринишда бўлади; бурчакли координатомер кўпроқ ишлатилади. Координатомернинг *УВТ* шифрли, координатомер *тўри* номли ва бошқа турлари ҳарбий ишларда қўлланилади.

Картада берилган *A* нуқтанинг координаталари x_a, y_a ни аниқлашда қуйидаги формула қўлланилади:

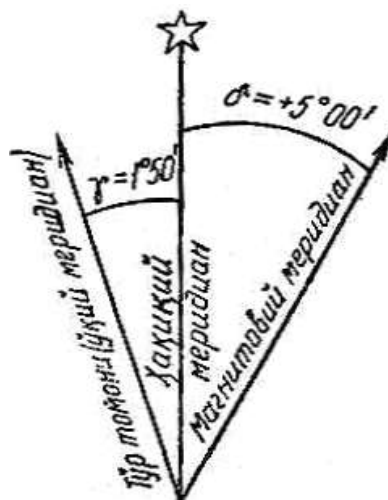
$$x_a = x + x'; \quad y_a = y + y' \quad (6.7)$$

x —берилган *A* нуқта тагидаги километр чизик абсцисса қиймати бўлиб, шаклда $x=4575$ км; y —эса *A* нуқта чапидаги километр чизик ординатаси бўлиб, $y=12\,524$ км. x' y' лар эслатилган километр чизикларидан нуқтагача бўлган масофа бўлиб, уларни координатомер ёрдамида ёки ўлчагич орқали олиб масштаб бўйича аниқлаш мумкин. 6.13-шаклда бурчакли координатомер ёрдамида аниқлаш кўрсатилган. (Шаклда 2 см га 1000 м, 1 мм га 50 м тўғри келган).

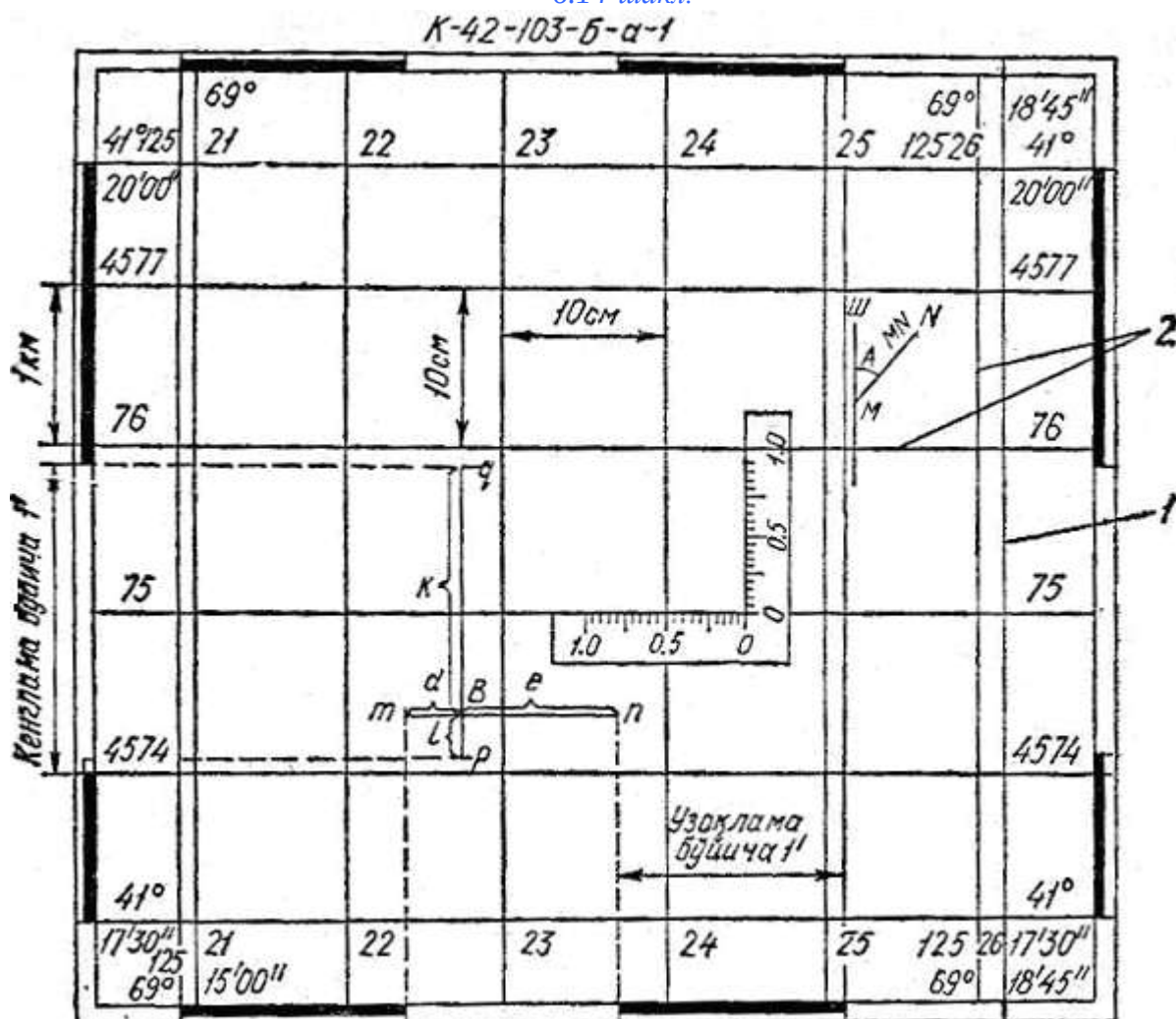
Координатомер бўйича $x=360$ м; $y=550$ м, шунга кўра (5.7) га биноан $x=4\,575\,000+360=4\,575\,360$ м; $y=12\,524\,000+550=12\,524\,550$ м бўлади. Географик координаталар ҳам рамка четидаги минут ораликлар ёрдамида аниқланади. Масалан, *B* нуқтанинг географик координаталарини аниқлаш учун *B* нуқтадан трапеция томонларига параллел қилиб *pBq* ва *mBn* чизиклар ўтказилади. $Bp=l$, $Bq=K$, $Bm=d$ ва $Bn=e$. Кесмалар узунлиги карта масштаби бўйича аниқланади. $d+e=mn=1' \approx 60''$; $l+k=pq=1' \approx 60''$; p ва q нуқталар кенглигини $\varphi_{ж}$ ва $\varphi_{ш}$; m ва n нуқталар узоклигини λ_c ва $\lambda_{шк}$ деб белгиласак, *B* нуқта координатаси φ ва λ қуйидагича бўлади:

$$\varphi = \varphi_{ж} + \frac{1}{l+k}(\varphi_{ш} - \varphi_{ж}) \text{ ёки } \varphi = \varphi_{ж} + \frac{1}{l+k} \cdot 60'';$$

$$\lambda = \lambda_z + \frac{d}{d+l}(\lambda_z - \lambda_{шк}) \text{ ёки } \lambda = \lambda_z + \frac{d}{d+l} \cdot 60''.$$



6.14-шакл.



6.13-шакл.

Топографик карта чизиш тугагач, рамканинг ташқарисига карта тепаси ёки ёнига қўшимча чизма ва ёзувлар қилинади, яъни карта расмийлаштирилади. Рамка тепасининг ўртасига

карта номенклатураси, баъзан тепадан чап бурчаги устига карта зонасининг номери ёзилади. Карта тагига ўртага соний масштаб: 1:10 000, тагига 1 см 100 метрга деб ёзилади ва бунинг тагига оддий чизиқий масштаб, унинг тагига варақнинг жойланиш схемаси чизилади. Горизонталлардаги кесим баландлиги “сидирға горизонталлар 2 м дан ўтган” деб ёзиб қўйилади. Чизиқли масштабдан ўнгда қўйилиш графиги чизилади.

Картанинг чап ва қуйи томонига шу жойдаги магнитавий стрелканинг йиллик оғиши ва меридианлар яқинлашиш бурчагининг қиймати ёзилади. Шу билан бирга юқоридаги қийматларнинг, яъни меридианлар яқинлашиш бурчаги γ ва магнитавий стрелканинг оғиши δ ни кўрсатувчи график (шакл) чизилади (6.14-шакл). Бу график ёрдамида картадаги чизиқнинг магнитавий ёки ҳақиқий азимутни аниқлаш мумкин. Охирида варақнинг ўнг ва қуйи томонида съёмка қилган шахснинг фамилияси ва ташкилот номи, съёмка йили кўрсатилади.

Таянч иборалар: карта номенклатураси, варақларини номерлаш, варақларга бўлиш, колонна, меридиан, параллел, қатор, номерлаш узоқламаси, экватор, масштаб, сфера, трапеция, Гаусс проекцияси, зона, тенг бурчакли, конформ проекция, ўқий меридиан, зона номери, шартли координаталар боши, километрлар тўри, координатомер.

Назорат саволлари.

1. Карталар номенклатураси нима?
2. Колонналарга бўлишни тушунтиринг.
3. Қаторларга бўлишни тушунтиринг.
4. 1:500 000 масштабдаги картани қандай ҳосил қиламиз?
5. Зона деб нимага айтилади?
6. Ўқий меридиан нима?
7. Шартли координаталар боши нима?
8. Километрлар тўри нима?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъёмки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 7
Топографик карталар тузилиши.
Топографик карталарда шартли белгилар.

Дарснинг мақсади: Талабаларга топографик карталар тузилиши, ундаги шартли белгилар, жой тафсилоти, масштаб, жой ўринларининг белгиланиши, шартли белгиларнинг характери ҳақида тушунча бериш.

Режа.

1. Топографик карта ва планларда тафсилотни ифодалаш.
2. Топографик карта ва планларда рельефни тасвирлаш.

Топографик карта ва планлар аниқ бўлиш билан бирга, жой кўринишини, яъни жойнинг баланд-пастлигини (рельефини) ва жойда бор тафсилотни (йўл, ариқ, бино ва бошқаларни) яққол кўрсатиши керак. Планни кўрган киши жой ҳақида тўғри тасаввур ҳосил қилиши керак. Бунинг учун план ва карталарда турли тушунтириш билан бирга жой тафсилотини ва рельефни яққол кўрсатувчи шартли белгилар қўлланилади. Тафсилотни кўрсатувчи *шартли белгилар контурли ёки масштабли* ва *масштабсиз* бўлади. Контурли (масштабли) шартли белгилар жойдаги нарсалар (бино, йўл, канал кабилар) ўлчами план масштабида кичрайтирилиб кўрсатилса ҳам уларнинг шакли аниқ бўлиши керак.

Жойдаги нарса ўлчами план масштабининг графикавий аниқлигидан кичик бўлса, яъни уни план масштаби бўйича кўрсатиб бўлмаса, объект муҳим аҳамиятга эга бўлганда масштабсиз шартли белги қўлланилади. Масалан, геодезик белгилар, қудуқ, алоқа линиялари, йўл, ариқ, трубопроводлар каби нарсаларни масштабда кўрсатиб бўлмаса ҳам ўринлари шартли белги билан кўрсатиладики, улар масштабсиз шартли белгилар дейилади. Баъзан шартли белгиларнинг узи кифоя қилмай, тушунтириш ёзувлари илова қилинади. Масалан, қишлоқда яшовчи хонадонлар сони, кўприкнинг юк кўтариш қуввати, сувнинг оқиш йўналиши ва тезлиги, ўрмоннинг қалин-сийраклиги ва дарахтларнинг тури кабилар тушунтириш ёзуви ва белгилар билан кўрсатилади.

Қабўл қилинган шартли белгиларнинг шакл ва ўлчамлари геодезия ва картография бош бошқармаси тузган шартли белгилар ҳақидаги кўрсатмада берилган. План чизишда ана шу қўлланмадан фойдаланилади. Шартли белгилари тўғри ва аниқ чизилган план жой тафсилотини яққол кўрсатганидан жой ҳақида тўла тасаввур ҳосил қилиш мумкин.

Жойнинг рельефи ҳам ўзига хос турли шартли белгилар билан тасвирланади. Бунда бўёқлар, турли штрихлар, горизонталлар ва бошқа усуллар қўлланилади. Лекин топографик карталарда рельеф горизонталлар билан тасвирланади. Рельефнинг турларига қараб, горизонталларнинг турлича ўтиши билан жойнинг баланд-пастлиги яққол кўрсатилади.

Планни *пардозлашда* ёзувлар юқори ва қуйи рамкага параллел қилиб ёзилади. Дарё, канал ва тизма тоғларнинг номлари уларнинг оқиш ва пасайиш томони бўйича ёзилади. Горизонталлар отметкаси горизонтални узиб, орасига сон жойнинг кўтарилиши бўйлаб, яъни рақам усти баландликка қарайдиган қилиб ёзилади. Ҳар 5 ёки 10 м дан ўтувчи горизонталлар йўғонроқ чизилади. Горизонталлар оралиғи катта жойларда икки ёнма-ён горизонтал орасида кесим баландлиги h нинг ярмига тўғри келадиган жойдан яна горизонтал ўтказилади. Лекин у *пунктир* билан чизилади ва *ярим горизонтал* дейилади. Жойнинг пастлашиш ёки кўтарилишини яққол кўрсатиш учун пасайишга томон *берг штрихлар*, чизилади.

План тузишда турли бўёқлар ишлатилади. Сув ҳавзаларининг чегараси кук ўртаси эса ҳаво ранг бўёқ билан, рельеф ва қумликлар жигар ранг бўёқ билан кўрсатилади. Ёзувлар қора тушда ёзилади. Йўл, бино чегара чизиқлари ҳам қора тушда чизилади.

Таянч иборалар: карта, план, рельеф, шартли белгилар, контурли, масштабли, масштабсиз, ёзувларда ифодалаш, белгиларда ифодалаш, бўёқлар, горизонталлар, кесим баландлиги, пунктир, ярим горизонтал, берг штрихлар.

Назорат саволлари.

1. Топографик планларда жой тафсилоти қандай ифодаланиши шарт?
2. Тафсилотни кўрсатувчи шартли белгилар қандай масштаб бўйича қандай ифодаланиши мумкин?
3. Қандай вазиятда масштабсиз шартли белгилар ишлатилади?
4. Топографик карта ва планларда жойнинг рельефи қандай ифодаланади?
5. Топографик карта ва планларни пардозлашда нималарга эътибор бериш керак?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 8

Жойнинг рельефи ва уни топографик карта ва планда тасвирлаш.

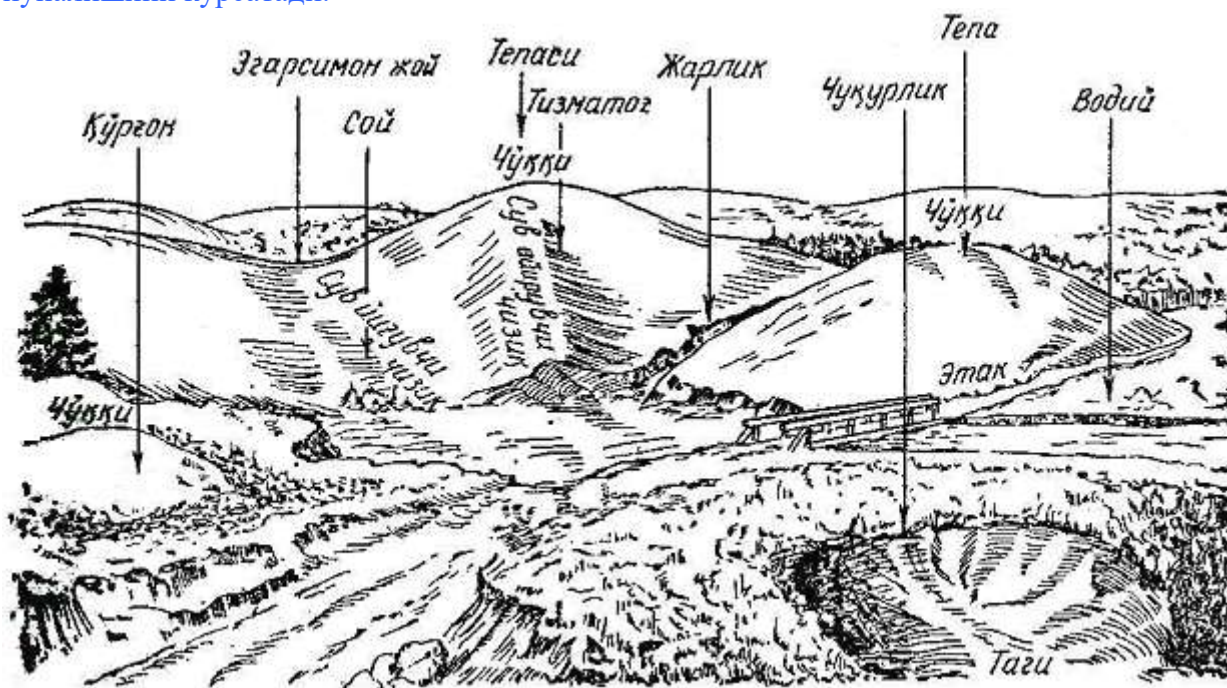
Дарснинг мақсади: Талабаларга топографик карта ва планда рельеф турлари, рельефни тасвирлаш, нуқталарнинг отметкалари бўйича горизонталлар ўтказиш усуллари хақида маълумот бериш.

Режа.

1. Рельеф турлари.
2. Рельефни тасвирлаш.
3. Горизонталларнинг хоссалари.
4. Нуқталарнинг отметкалари бўйича горизонталлар ўтказиш.
5. Аналитик усул.
6. График усул.

Ҳар қандай инженерлик иншооти қуришдан аввал у топографик план ёки картада лойиҳаланади. Шунга кўра, жойдаги ситуация ва жой рельефи планда тўғри тасвирланган бўлиши керак. Бунинг учун жой рельефининг турларини бир-биридан яхши ажрата билиш ва уларни планда горизонталлар билан тасвирлаш йўлларини ўрганиш лозим.

Рельеф турлари. Ер юзидаги баланд-пастликлар *рельеф* дейилади. Жойнинг рельефи *баландлик* ва *пастликларга* бўлинади. Тоғ, тепа, тизма тоғ, эгарсимон жойлар-баландликка; чуқурлик, сой, жарлик эса пастликка киради (8.1-шакл). Асосий рельеф турларининг кўриниши схематик равишда 8.2-шаклда кўрсатилган. Стрелка пасайиш йўналишини кўрсатади.



8.1-шакл.

Рельефнинг асосий турларини қўйидагича характерлаш мумкин.

1. *Тоғ (тепа)*-юқорига конус тарзида кўтарилган жой бўлиб, унинг энг баланд нуқтаси чўққи, ён томонлари-қиялик (ён бағир), атроф билан туташган чизиғи-*тоғ этаги* дейилади (8.2-шакл, а).



Дарёлар водийнинг сув йиғилувчи чизиги бўйича оқади. Фарғона водийсидаги Сирдарё бунга мисол бўла олади. Агар сойда сув йиғилувчи чизик нишаблиги катта ва тупроқ юмшоқ бўлса, сел оқимлари орқали ювилиб, ўпирилади, кейин бу ерда *жарлик* ҳосил бўлади. Водийда текис майдончалар учрайдики, улар *terraca* дейилади.



Рельефни тасвирлаш. Рельеф қоғозда бир неча усулда тасвирланади. Нукталар отметкаларини ёнига ёзиш, баландлигига қараб турли бўёқлар билан бўяш, турли йўғонликда ва турли қалинликда штрихлар чизиш, горизонталлар ўтказиш каби усуллар қўлланилади. Топографик план ва карталарда рельеф горизонталлар билан тасвирланади

Отметкаси бир хил нукталардан ўтган эгри ёки тўғри чизик *горизонтал* дейилади. Юқорида танишиб чиқилган рельеф турларини горизонталлар воситасида яққол, 0,5 м ва ундан кам кесимда аниқ тасвирлаш мумкин. Горизонталларнинг моҳияти 8.3-шаклда равшан кўрсатилган. Тепалик бир-биридан h баландликда жойлашган бир неча горизонтал текислик (сатҳий юза) W, T, P , ва S лар билан кесилган. Кесишув нукталари K, L, A, E, B, C, M , ва F проекцияси горизонтал текислик Q га туширилса, шаклдаги концентрик айланаларга ўхшаш ёпиқ чизиклар ҳосил бўладики, улар жойнинг h кесимидаги горизонталларидир. W, T, P ва F лар орасидаги h кесим баландлиги деб аталади. T сатҳий юза кесгандаги AE кесимларнинг Q даги горизонтали ae бўлиб, бўлар бир хил отметкада бўлади. Шаклдаги BAN учбурчакликнинг BN томони va га параллел, BA қия чизик гипотенуза бўлиб, унинг Q текисликдаги проекцияси $va=d_1$, $BN=d$; бу проекция қўйилиши дейилади. BA қия чизикнинг оғиш бурчаги v қиялик бурчаги ёки вертикал бурчак деб аталади. (8.3-шаклдаги $AN=h$) бўлганлигидан қуйидагини ёзиш мумкин.

$$\operatorname{tg} v = \frac{AN}{BN} = \frac{h}{d} \quad (8.1)$$

Горизонталларнинг хоссалари. Горизонталларнинг қўйидаги асосий хоссаларини эсда тутиш керак:

1)горизонталлар бир-бирига қанча яқин бўлса, жой қиялиги шунча тик бўлади; бир-биридан узоқ бўлса, қиялик ётиқ бўлади. ($ak > el$).

Ёнма-ён икки горизонтал орасидаги энг қисқа масофа энг тик жой бўлади;

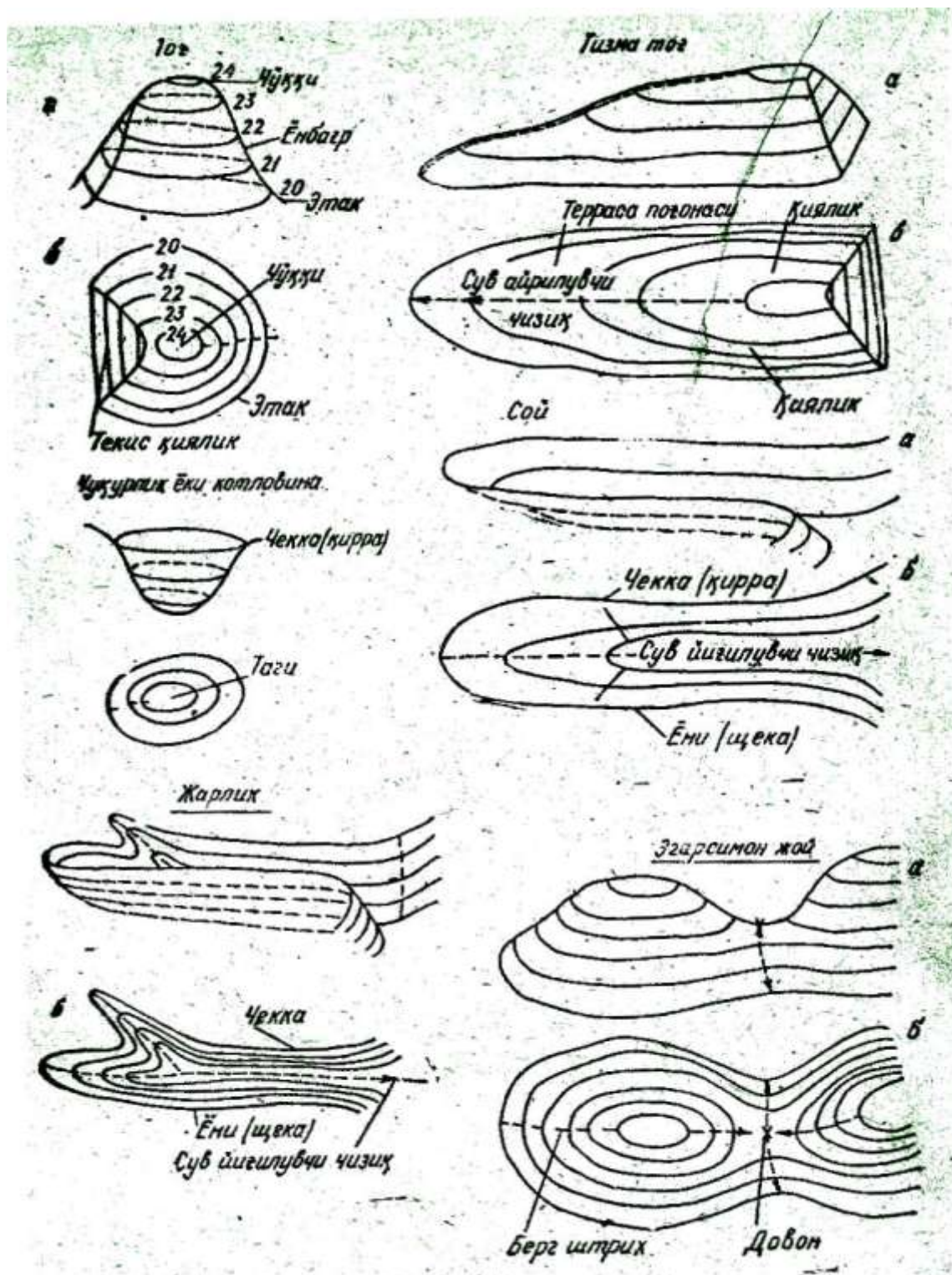
2)турли отметкадаги горизонталлар ўзаро кесишмайди;

3)пландаги горизонталлар ёпиқ чизик бўлади ёки план четида тугайди;

4)горизонталга перпендикуляр чизик энг катта нишабликда бўлади; (8.1) формуладан қуйидаги хулосалар келиб чиқади:

а)кесим баландлиги h ўзгармаса ва вертикал бурчак v катта бўлса, қўйилиш d кичик бўлади: v кичик бўлса, d катта бўлади;

б)бир йўналишда горизонталлар оралиғи бир хил бўлса, жойнинг нишаблиги ҳам бир хил бўлади.



8.4-шакл.

Агар қиялик бурчаги ν ўзгармаса, қўйилиш, d кесим баландлиги h га пропорционал ўзгаради. 8.4-шаклда рельеф турлари (а) ва уларнинг горизонталлар билан тасвирланиши (б) келтирилган.

Рельефни тўғри тасвирлаш учун унинг характер нукталарини бир-биридан ажрата билиш керак. Масалан, тоғ ва чуқурлик горизонталлар билан ўхшаш тасвирланади, лекин уларни ажратиш учун горизонтал чизиғидан пасайиш томонга қаратиб штрих чизилади, бу штрих *берг штрих* дейилади.

Берг штрихлар тизма тоғ ва сойларда ҳам қўйилади, бу рельефни аниқлашга ёрдам беради. Тоғ, тизма тоғ, чуқурлик сой ва уларнинг характерли нукталари (чукки, таги) ва

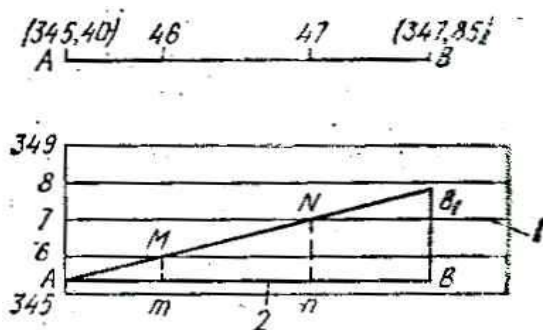
чизиклари (сув айрилувчи ва бўлинувчи чизиклар) жойнинг характерли ўринларики, уларни ажрата билиш жуда муҳимдир.

Рельефни горизонталлар билан тасвирлаш учун аввал унинг юқоридаги турларининг баландлик бўйича характерли нуқталарини белгилаш, кейин эса отметкаларини нивелирлаш йўли билан аниқлаш керак. Бу ишлар юза нивелирлаш ишларида бажарилади.

Нуқталарнинг отметкалари бўйича горизонталлар ўтказиш. Рельефнинг характерли нуқталарининг отметкалари нивелирлашнинг турли усули билан аниқланади. Жой рельефини горизонталлар билан тасвирлаш учун нуқталарнинг отметкалари бўйича исталган кесим баландлиги h да горизонталлар ўтказилади. Горизонталлар кўпинча бутун отметкали нуқталардан ўтказилади. Кесим баландлиги h жой рельефига боғлиқ, бўлиб, топографик планларда горизонталлар ҳар 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 м ва ҳоказодан ўтказилади.

Берилган икки нуқта отметкалари бўйича шу нуқталарни туташтирувчи чизикда маълум кесим баландлигидаги горизонталлар ўтадиган нуқталар ўрнини аниқлаш *интерполяция қилиш* дейилади. Интерполяция *аналитик* ёки *график* усул билан бажарилиши мумкин. График усуллар аналитик усулга асосланганлигидан, аввал аналитик усулнинг моҳияти билан қисқача танишиб чиқамиз.

Аналитик усул. Пандаги A ва B нуқталар отметкаси бўйича ҳар метрда горизонталлар ўтказиш керак бўлсин. Масалан, нуқталарнинг отметкалари $H_A=345,40$ м. $H_B=347,85$ м бўлиб (8.5-шакл), ҳар метрдан ($h=1$ м) горизонталлар ўтказиш керак. Мисолимизда A ва B нуқталар орасидан отметкаси 346,00 ва 347,00 м бўлган икки горизонтал ўтади. Шу отметкали нуқталар ўрнини аниқлаш *интерполяция қилиш* дейилади.



8.5-шакл.

Аналитик усулда интерполяция қилиш учун, 8.5-шаклдаги каби, 0,5 ёки 1 см дан параллел чизиклар 1 ўтказилиб, уларга мисолдаги энг кичик отметкадан бошлаб сонлар ёзилади (мисолда 345,0 дан бошланган). Кейин A отметкаси бўйича нуқта белгиланиб, шаклдаги каби AB чизик чизилади. B дан чиқарилган тик чизикда B нинг отметкаси бўйича B_1 нуқта белгиланади, у A билан туташтирилса, AB чизик профили AB_1 топилади. AB_1 нинг 346,00 ва 347,00 отметкали горизонтал чизиклар билан кесишган M ва N нуқталарнинг AB га туширилган проекциялари m ва n белгиланади. AMm ва ANn ларнинг ABB_1 учбурчакликка ўхшашлигидан қуйидагиларни ёзамиз:

$$\frac{Am}{Mm} = \frac{An}{nN} = \frac{AB}{BB_1} \text{ ёки } Am = \frac{AB}{BB_1} \cdot Mm; \quad An = \frac{AB}{BB_1} \cdot nN;$$

бу ердаги белгисиз $Am=d_1$ ва $An=d_2$ ларни аниқлаш учун тенгламадаги ҳадлар қийматини қўямиз. $AB=d$ -масштаб бўйича ўлчаб топилади.

$$BB_1 = H_B - H_A; \quad Mm = H_M - H_A; \quad nN = H_N - H_A = H_M + h;$$

шунда

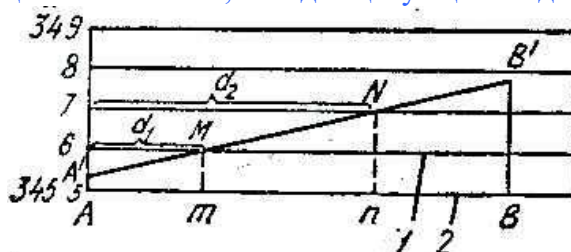
$$d_1 = \frac{d}{H_B - H_A} (H_M - H_A), \quad (a)$$

$$d_2 = \frac{d}{H_B - H_A} (H_N - H_A), \quad (б)$$

бўлади. Маълум қийматлар (а) ва (б) га қўйилиб, d_1 ва d_2 топилгач, 8.5-шакл, а да A дан d_1 ва d_2 ни масштаб бўйича ўлчаб қўйсак 346,00 м ва 347,00 отметкали m ва n нуқталар топилади. Аналитик усулда кўп ҳисоблаш ишлари ҳамда ортиқча вақт талаб қилинганлигидан, графикавий усул ишлатилади.

График усул. Интерполяция қилишнинг қуйидаги график усуллари қўлланилади;

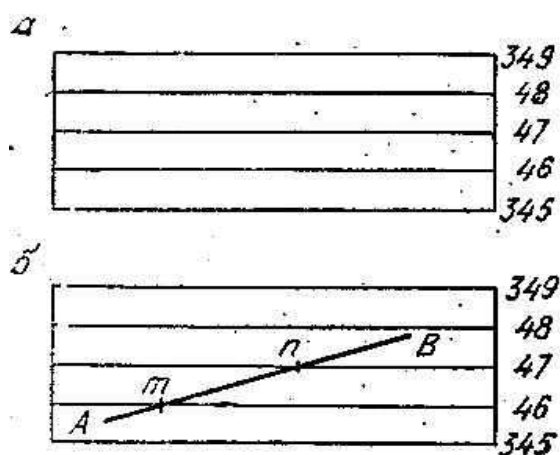
1. *Ўлчагич ишлатилиб интерполяция қилиш.* В нуқтанинг отметкаси 347,85 м, А нуқтаники эса 345,40 м. Шу икки нуқта оралиғида отметкалари 347,00 м ва 346,00 м бўлган нуқталар ўрнини топиш учун миллиметрли қоғоз олиб, ҳар 1 ёки 0,5 см дан горизонтал чизиклар 1 белгиланади; сўнгра AB томон узунлиги миллиметровканинг бир куюқ горизонтал чизик бўйича қўйилади (8.6-шакл). Чизик учлари A ва B билан белгиланади ва шу чизик отметкаси 345,00 м деб қабул қилинади.



8.6-шакл.

A ва B нуқталардан чиқарилган перпендикуляр чизиклар бўйича ихтиёрий йирик масштабда (масалан, 1 см ни 0,5 м деб қабул қилиб) A ва B нуқталарнинг 345,00 дан бўлган баландлиги (яъни AB чизикдан юқорига 0,40 м ва 0,85 м) ўлчаб қўйилади. Топилган A ва B нуқталар туташтирилса, B ва A нуқталар ўртасидаги чизик профили ҳосил бўлади. Энди отметкалари 346,00 м ва 347,00 м бўлган горизонтал чизикларнинг AB чизик билан кесишган M ва N нуқталарининг AB чизикқа туширилган горизонтал проекциялари m ва n лар белгиланади. Бу нуқталар отметкаси 346,00 м ва 347,00 м бўлган горизонталлар ўтайдиган нуқталар ўрни бўлади. Ўлчагич билан Am ва An кесмалар AB томонига A учидан бошлаб қўйилса, планда отметкалари 346,00 м ва 347,00 м бўлган горизонталлар ўтувчи нуқталар ўрни топилади.

2 *Калька билан интерполяция қилиш.* Бунинг учун 10×10 см катталиқда калька (восковка) олинади ва оралари бир-бирига тенг бўлган параллел чизиклар чизилади. Бу чизиклар учига отметкаларнинг энг кичигидан бошлаб ёзилади (8.7-шакл).

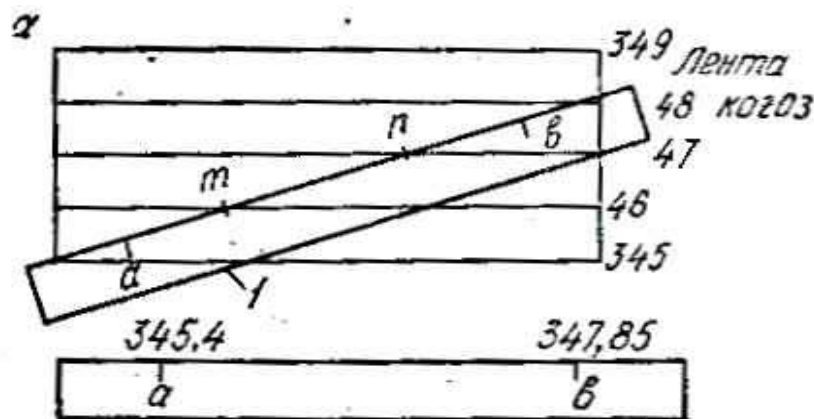


8.7-шакл.

Сўнгра AB чизик устига калька шундай қўйиладики, A учи устига 345,00 ва 346,00 отметкали параллел чизиклар орасидаги 345,40 м отметкали нуқта тўғри келсин. Шу туришда B учи устига 347,00 ва 348,00 отметкали параллел чизиклар орасидаги 347,85 отметкали нуқта тўғри келгунча калька бурилади. Калькани шу вазиятда тутиб, ундаги

346,00 м ва 347,00 м отметкали параллел чизикларнинг пландаги AB томон билан кесишган m ва n нуқталарини қалам учи билан босиб, ўринлари планга туширилади. Сўнгра калька олиниб, нуқта ўрни қалам билан белгиланади. Туширилган бу нуқталар AB чизикдаги 346,00 м ва 347,00 м отметкали горизонталлар ўтадиган нуқталар бўлади.

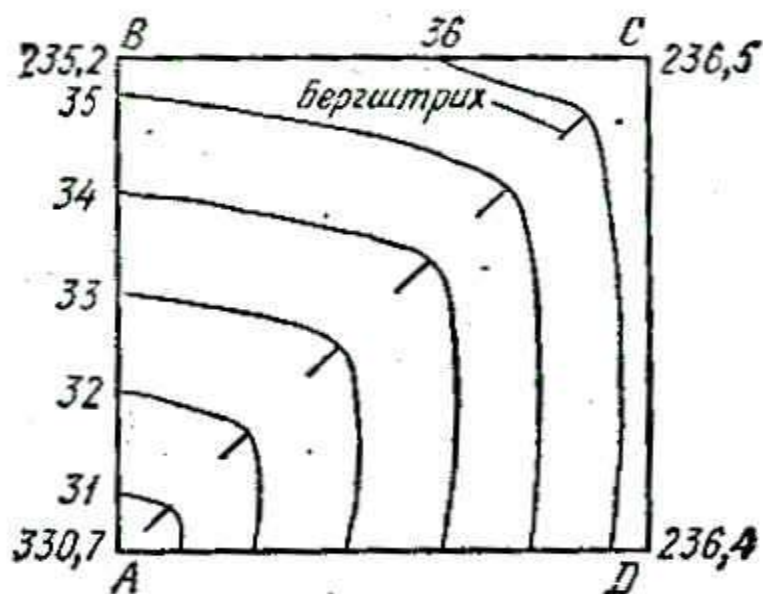
3. *Лента қоғоз билан интерполяция қилиш* учун 10×10 см катталиктидаги миллиметровка (миллиметрларга бўлинган қоғоз) олиб, бир ёки ярим сантиметрдан чизилган параллел чизиклар учига нуқталар отметкасига ва кесим баландлигига қараб отметкалар ёзилади (8.8-шакл).



8.8-шакл.

Сўнгра қалин оқ қоғоздан эни 2 см, узунлиги 10 см бўлган лента қирқиб олинади. Лентанинг бир чети AB чизикда қўйилиб, лента четига A ва B нуқталар ўрни a ва b белгиланади. Кейин лента қоғоз миллиметровка устига шаклда кўрсатилганидек шундай қўйиладиган, белгиланган a нуқта 345,40 отметка устида, b нуқта эса 347,85 отметка устида ётсин. Кейин ab чизикнинг 346,00 ва 347,00 отметкали горизонтал чизиклар билан кесишган нуқталари m ва n лентада белгилаб олинади. Сўнгра лента миллиметровкадан олиниб, AB устига шундай қўйиладиган, A устида a нуқта, B устида b нуқта турсин. Кейин лента четига белгиланган m ва n нуқталар бўйича AB да 346,00 ва 347,00 отметкали горизонталлар ўтадиган нуқталар белгиланади.

Рельефни горизонталлар билан тасвирлашда ҳамма вақт юқоридагидек ҳар қайси чизик икки учи отметкалари бўйича интерполяция қилиниб, нуқталар топилади. Кейин бир хил отметкадаги нуқталар туташтирилиб, горизонталлар ўтказилади. Мисол учун $ABCD$ тўрт бурчаклик юзасининг рельефини тасвирлайлик (8.9-шакл).



8.9-шакл.

Аввал ҳар қайси томони учларининг отметкалари бўйича юқоридаги усулларнинг бири билан интерполяция қилинади. Бунга қўшимча қилиб, икки учининг отметкалари бири-биридан катта фарқ қиладиган бир диагональ бўйича ҳам интерполяция қилинади (мисолда *СА* диагональ). Кейин отметкалари бир хил нуқталар шаклдаги каби равион эгри чизик билан туташтирилади. Мисолдаги шаклда сой тасвирланган бўлиб, *СА* диагональ сув йиғилувчи чизик бўлади. Шунга қўра, берг штрихлар *А* га томон чизилган. Горизонталлар жой рельефининг характериға қараб, тўғри чизик кўринишида, эгри чизик ҳолида, параллел бўлиб ҳам ўтиши мумкин.

Таянч иборалар: рельеф, баландлик, пастлик, тоғ, тизма тоғ, эгарсимон жой, чуқурлик, сой, сув йиғилувчи чизик, терасса, рельефни тасвирлаш, горизонтал, кесим баландлиги, қиялик бурчаги, вертикал бурчак, горизонталларнинг хоссалари, штрих, горизонталлар ўтказиш, интерполяция қилиш, аналитик усул, график усул, ўлчагич, калька, лента қоғоз.

Назорат саволлари.

1. Рельеф нима?
2. Рельефнинг асосий турларини айтинг.
3. Горизонтал нима?
4. Горизонталнинг хоссаларини айтинг.
5. Интерполяция қилиш усулини тушунтириб беринг.
6. Интерполяция қилишнинг қандай усуллари мавжуд?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 9

Топграфик карта ва планда масалалар ечиш. Топографик карта ва планда юзани ҳисоблаш.

Дарснинг мақсади: Талабаларга топграфик карта ва планда масалалар ечишдан асосийларидан бўлган, майдон ўлчашнинг кенг қўлланиладиган усулларининг бажарилиш тартиб-қоидалари, унда ишлатиладиган асбоблар ва уларнинг тузилиши, иўлатиш тартиблари ҳақида маълумотлар бериш.

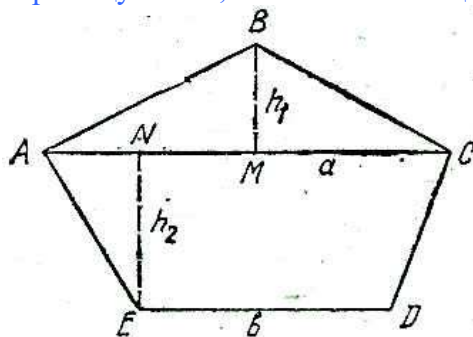
Режа.

1. Геометрик усул.
2. Аналитик усул.
3. График усул.
4. Механик усул.
5. Планиметрнинг тузилиши.
6. Қутбли планиметр назарияси
7. Қутбли планиметрни синаш ва текшириш.
8. Планиметр ёрдамида участка юзини аниқлаш.
9. Юз ҳисоблаш аниқлиги.
10. Юзни ҳисоблашда натижаларни тенглаш.
11. ПП-2К планиметри.
12. ПП-М планиметри.

Жойдаги участка плани маълум масштаб билан чизилгач, шу участка эгаллаган майдон юзини квадрат, метр ёки гектарда ифодалаш керак. Бунда жой контурининг кўриниши ва талаб қилинган аниқликка қараб, юз ҳисоблашнинг қуйидаги усуллари қўлланилади:

- 1) геометрик усул;
- 2) аналитик усул;
- 3) график усул;
- 4) механик усул.

Геометрик усул. Агар полигон томонлари тўғри чизикли бўлиб, полигоннинг ўзи эса мунтазам геометрик шаклда бўлса, полигон диагоналар ўтказиш йўли билан учбурчаклик ҳамда трапецияларга бўлинади. Ҳосил бўлган учбурчаклик ва трапеция юзлари геометрик йўл билан ҳисобланиб, бир-бирига қўшилса, полигон юзи чиқади (9.1-шакл).



9.1-шакл.

Масалан, $ABCDE$ кўпбурчакликни AC диагональ ABC учбурчаклик билан $ACDE$ трапецияга бўлган. Агар учбурчаклик юзини S_1 , трапеция юзини S_2 , умумий полигон юзини S десак,

$$S = S_1 + S_2 \quad (9.1)$$

бўлади. Агар $AC = a$, $ED = b$, $BM = h_1$, $NE = h_2$ бўлса, $S_1 = \frac{1}{2}ah_1$, $S_2 = \frac{1}{2}(a+b)h_2$ бўлади;

уларни 9.1 формулага қўйсак $S = \frac{1}{2}[ah_1 + (a+b)h_2]$ чиқади.

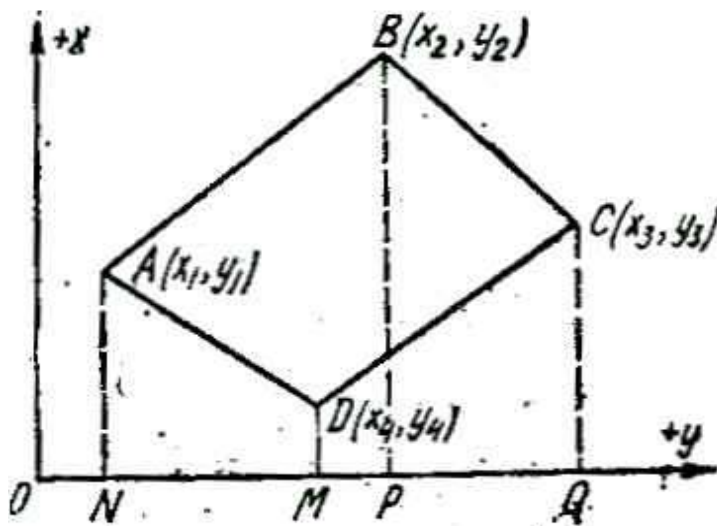
Аналитик усул. Агар полигон томонлари тўғри чизиқли, бурчак учларининг координаталари маълум бўлса, полигон юзи бурчак учларининг координаталари асосида ҳисоблаб топилади.

Берилган $ABCD$ полигон (9.2-шакл) учларининг координаталари $A(x_1, y_1)$; $B(x_2, y_2)$; $C(x_3, y_3)$ ва $D(x_4, y_4)$ бурчак учларининг у уқидаги проекциялари N , M , P ва Q бўлсин, $ABCD$ полигоннинг юзини S десак у трапециялар юзи орқали қуйидагича аниқланади: $S = NABP$ юзи + $PBCQ$ юзи — $NADM$ юзи — $MDCQ$ юзи. Бу трапециялар юзини координаталар орқали ифодаласак қуйидагича ёзилади:

$$S = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 + x_3)(y_3 - y_2) - \frac{1}{2}(x_1 + x_4)(y_4 - y_1) - \frac{1}{2}(x_4 + x_3)(y_3 - y_4)$$

ёки умумий махраж бериб соддалаштирсак қуйидаги чиқади:

$$2S = x_1y_2 + x_2y_2 - x_1y_1 - x_2y_1 + x_2y_3 + x_3y_3 - x_2y_2 - x_3y_2 - x_1x_4 - x_4y_4 + x_1y_1 + x_4y_1 - x_4y_3 - x_3y_3 + x_4y_4 + x_3y_4 = x_1y_2 - x_2y_1 + x_2y_3 - x_3y_2 - x_1y_4 + x_4y_1 - x_4y_3 + x_3y_4$$



9.2-шакл.

Бу ҳадларни группалаб, x_i лар қавс олдида олинса, қуйидаги чиқади:

$$2S = x_1(y_2 - y_4) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_1 - y_3)$$

Бу йиғиндидаги ҳадлар сони бурчаклар сонига тенг бўлиб, қавслар олдидаги абсциссалар ва қавслар ичидаги ординаталар айирмаси маълум қоидага биноан ўзгаради. Агар қавс олдида x_i бўлса, қавс ичидаги айирмани $y_{i+1} - y_{i-1}$ деб ёзиш мумкин. Бу сон билан кўрсатилса, қуйидагича бўлади: $i=2$ бўлса, қавс ичида $y_3 - y_1$ бўлади, шунда кўпайтма $x_2(y_3 - y_1)$ бўлади. $i=3$ бўлса, $x_3(y_4 - y_2)$ ва ҳоказо ёки умумий кўринишда $x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$ бўлади.

Агар қавс олдида y_i олинса, у вақтда кўпайтманинг бир ҳади $y_i(x_{i-1} - x_{i+1})$ бўлади. Шунда полигоннинг иккиланган юзи $2S$ қуйидагича топилади:

$$2S = \sum x_i(y_{i+1} - y_{i-1}) \quad (9.2)$$

ёки

$$2S = \sum y_i(x_{i+1} - x_{i-1}) \quad (9.3)$$

Бу формулалар ёрдамида юзни ҳисоблашда, махсус жадвал тузилади.

График усул. План ва картада тасвирланган қўл, ўрмон каби эгри чизиқли шакллар юзини график усул билан аниқлашда палетка қўлланилади. Палетка тўғри чизиқли ва эгри чизиқли бўлади. Тўғри чизиқли палетка параллел чизиқли, квадрат катакли бўлиши мумкин.

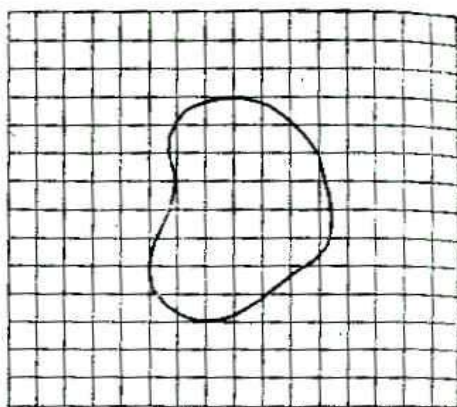
Квадрат катакли палетка кўпроқ қўлланилади, у восковка, плексиглас, ойна, целлулоид каби шаффоф нарсдан квадрат шаклида тайёрланган варақ бўлиб (9.3-шакл),

унга томон узунлиги 1 мм ёки 2 дан 10 мм гача бўлган квадрат катаклар чизилган бўлади. Агар квадрат томони a мм бўлса бир квадратнинг юзи $s=a^2$ бўлади.

План масштабига қараб, квадрат юзи s жойдаги турли юзга тўғри келади. Агар план масштаби $\frac{1}{M}$ бўлса (M —масштаб махражи), квадратнинг жойдаги юзи

$$s=(Ma)^2 \quad (9.4)$$

бўлади.



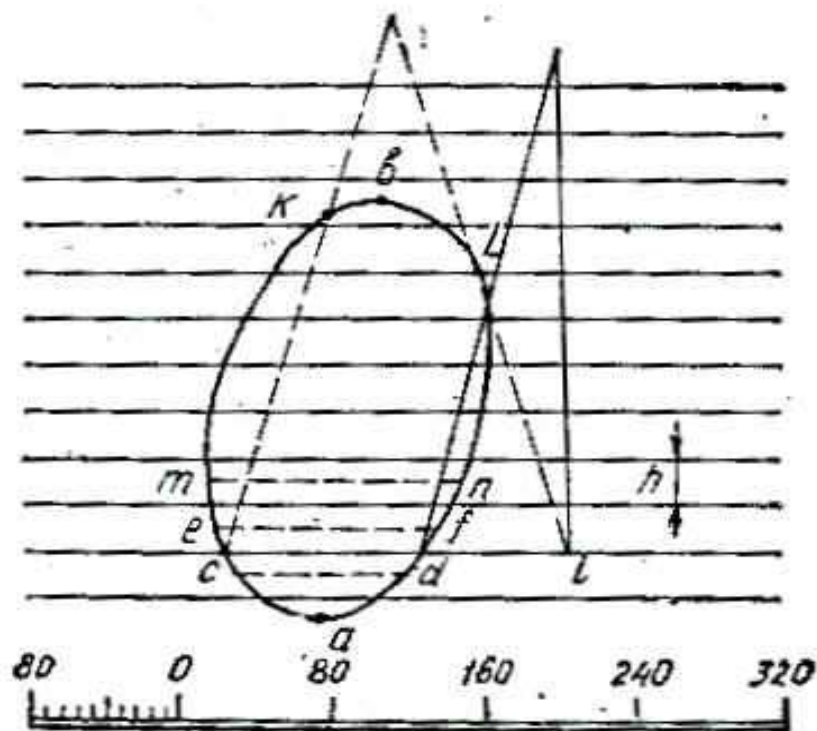
9.3-шакл.

Мисол $a=2$ мм; план масштаби 1:5000 бўлса, бир катакнинг юзи, (9.4) га кўра, $s=(2 \cdot 5000)^2=(10000 \text{ мм})^2=(10 \text{ м})^2=100 \text{ м}^2$ бўлади.

Берилган эгри чизиқли шакл юзини аниқлаш учун палеткани пландаги эгри чизиқли шакл устига қўйиб, аввал юзага тўғри келган бутун квадрат сони аниқланади. Кейин шакл эгаллаган ярим катаклардан чамалаб, бир-бирига қўшиб бутун катаклар ясалади ва улар сони ҳам ҳисобга олинади. Агар ҳамма катаклар сони n бўлса, шакл юзи S қуйидагича топилади:

$$S=sn=(Ma)^2 \cdot n \quad (9.5)$$

Параллел палетка—ҳам плексиглас, целлулоид, восковка каби шаффоф нарсдан 10×10 см ўлчамда тайёрланган варақ бўлиб, унга ҳар 2—3 мм дан параллел чизиқлар чизилган (9.4-шакл).



9.4-шакл.

Палетка эгри чизикли шакл устига шундай қўйиладики, шаклнинг a ва b нуқталари параллел чизиклар ўртасида турсин. Шунда параллел ораси трапеция шаклида, трапеция ўрта чизиклари (пунктир чизиклар) эса уларнинг асослари бўлади. Параллел чизиклар кесмаси ўрта чизиклар бўлади. Ҳамма трапецияларнинг баландликлари параллел ораликлари бўлади, буни h десак трапециялар асосларини $cd, ef, mn, \dots, kL$ деб, бўларнинг узунлигини план масштабида аниқлагач, $cd=d_1, ef=d_2, \dots, kL=d_n$ десак шакл юзи S қуйидагича бўлади:

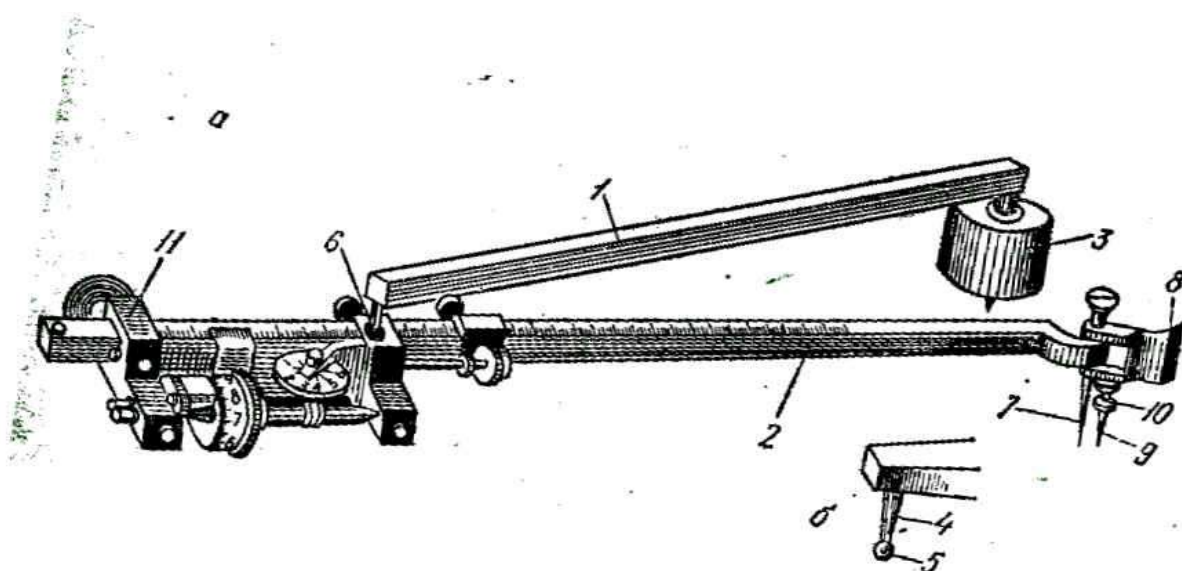
$$S=h(d_1+d_2+\dots+d_n)=h\sum d. \quad (9.6)$$

Механик усул. Бу усулда тўғри ва эгри чизикли шакл юзи турли кўриниш ва тузилишдаги планиметр ёрдамида аниқланади. Планиметр чизғий ва кутбли бўлади.

Чизғий планиметрларда шаклнинг чегараси бўйлаб айланишда асбобнинг ҳамма қисми ҳаракат қилади, роликли ва топорик планиметри шундай планиметр ҳисобланади.

Кутбли планиметрлар. Кутбли планиметр энг кўп ишлатиладиган қурол бўлиб, кутбий ва айлантериш ричагларидан иборат. Бу ричагларнинг бир-бирига бўлган муносабатига қараб, *оддий* ва *компенсацион* планиметрларга бўлинади. Компенсацион планиметр Амслер-Коради деб аталади. Шаклга нисбатан кутб турли томонда туриши мумкинки, бунда, асбобдаги хатолар йўқолади. Кутб ричаги узунлиги ўзгармас, айлантериш ричагининг узунлиги эса ўзгармас ва ўзгарадиган бўлади. Ҳозирги кутбли планиметрлар ўзгарувчан ричагли қилиб тайёрланади.

Планиметрнинг тузилиши. Кутбли планиметр (9.5-шакл) асосан кутб ричаги 1, айлантериш ричаги 2 ва ҳисоблаш механизми (каретача) 11 дан иборат. Ҳисоблаш механизми айлантериш ричагининг бир учига ўрнатилган бўлиб, ричаг бўйлаб сурилади ва ричаг узунлиги R ни ўзгартиради.



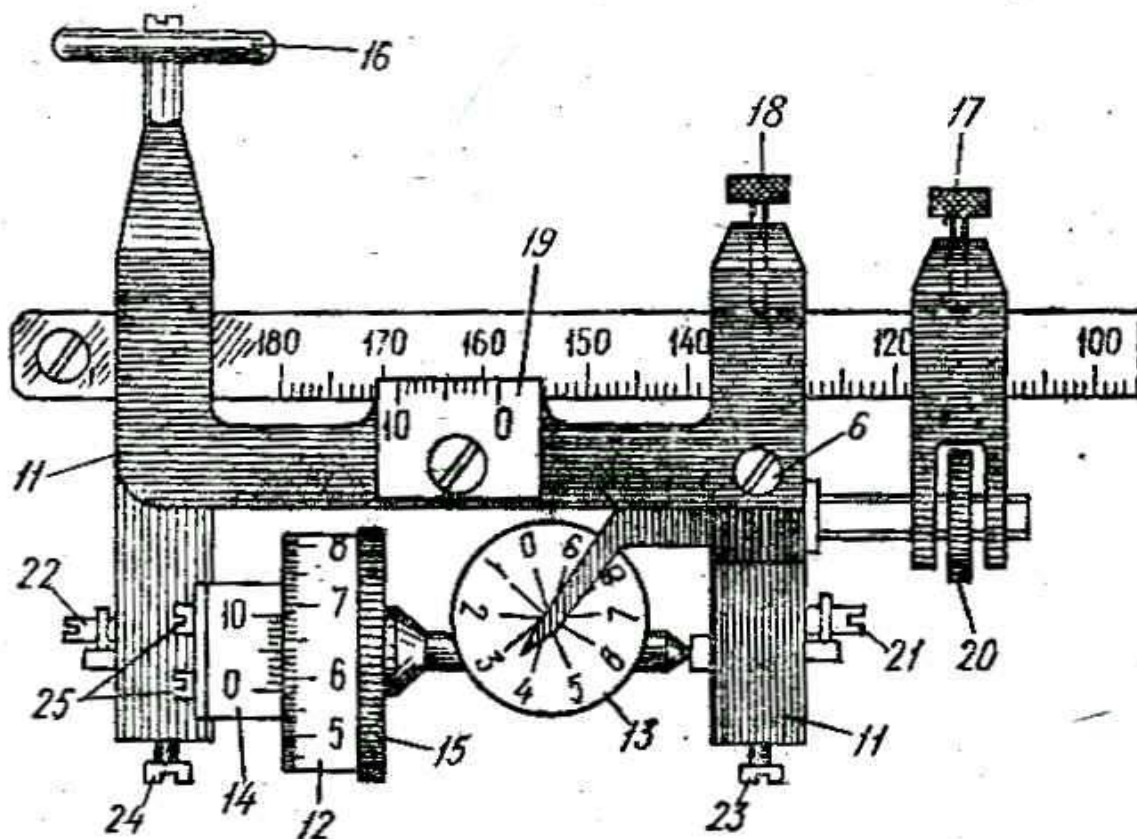
9.5-шакл. Кутбли планиметр.

1—кутбли ричаг, 2—айлантириш ричаги, 3—нинали оғир юк, 4—тўқмоқчасимон штифт, 5—штифт каллаги, 6—штифт чуқурчаси, 7—айлантириш игнаси, 8—даста, 9—штифт, 10—гайка, 11—каретача.

Кутб ричагининг бир учига оғир юк 3 бўлиб, қоғозда қўзғалмай туриши учун тагига игна ўрнатилган, бу кутб дейилади. Иккинчи учи тўқмоқчасимон штифтли 4 бўлиб, унинг учига айлантириш ричагидаги махсус чуқурча 6 га мосланган каллак 5 бор, бу орқали кутбли ричаг иш даврида айлантириш ричаги билан бирлашади.

Айлантириш ричагининг бир учига шакл чегараси (контури) бўйлаб юргизиладиган игна 7, ричаг дастаси 8 ва стержень-штифт 9, унинг гайкаси 10 бор, штифт таянч хизматини ўтайди. Иккинчи учига планиметрнинг асосий қисми бўлган ҳисоблаш механизми ўрнатилган. Ричаг учигаги игна 7 дан кутб ричаги бирлашадиган чуқурча 6 гача бўлган оралиқ ричаг узунлиги бўлади. Ричагнинг бор бўйи штрихлар билан бўлакларга бўлинган, ричаг учидан бошлаб миллиметр ҳисобидаги қийматлари ёзилган; каретачадаги махсус верньер 19 орқали ричаг узунлиги R аниқланади.

Каретача айлантириш ричагининг бир учига махсус мослама йўли билан ўрнатилиб, ўрнатиш винтлари ёрдамида маҳкамланади (9.6-шакл). Икки стержень орасига циферблат 13, ҳисоблаш ғилдираги 12 ва ғилдирак верньери 14 ўрнатилган. Ғилдиракнинг вертикал текислиги ричаг йўналишига перпендикуляр қилиб ўрнатилади. Айлантириш ричаги санок олиш ғилдираги гардиши 15, каретача ролиги 16 ва штифт 9, ёрдамида қоғозда туради.



9.6-шакл. Қутбли планиметрнинг ҳисоблаш механизми (каретчаси).

12—ҳисоблаш гилдираги, 13—циферблат, 14—гилдирак верньери, 15—гилдирак гардиши, 16—ролик, 17, 18—маҳкамлаш винтлари, 19—айлантириш рычаги верньери, 20—микрометрик винт, 24—25—турли винтлар.

Верньер 19 ни маълум санокқа аниқ қўйишда микрометрик винт 20 бура-лади. Гилдирак 12 нинг айланаси C 10 бўлакка бўлиниб, штрихлар чизилган ва уларга 0 дан 9 гача рақамлар ёзилган. Ҳар қайси бўлак 10 га бўлинган, шунда гилдиракдаги бир бўлак (штрихлар ораси) айлана узунлиги C нинг юздан бири бўлади. Бунинг ўндан бири айлана узунлигининг мингдан бири бўлади. Гилдирак айланасидан санок верньер 14 ёрдамида

олинади. Гилдирак айланасининг узунлиги C нинг 1000 дан бир бўлаги $\tau = \frac{C}{1000}$.

Гилдирак тишли мослама воситасида циферблатга боғланган. Циферблат 10 бўлакка бўлиниб, 0 дан 9 гача ёзилган ва бундан махсус индекс (қўрсаткич) орқали санок олинади. Гилдирак бир марта тўла айланганда циферблат индекси бир хона сурилади. Шунга кўра, гилдирак 10 марта айланганда циферблат бир марта айланади. Санок механизмидан тўрт рақамли санок олинади: циферблат индекси бўйича бир рақам (шаклда 3) гилдиракдан икки рақам, бири верньернинг ноль штрихигача рақамлар ёзилган штрихлардан (шаклда 5), иккинчиси шу санок олинган штрихдан верньер нолигача бўлган бўлақлар сони (шаклда 8), кейин верньер бўлақларидан гилдирак штрихига тўғри келгани (шаклда 1); шунда санок 3581 бўладики, бу санок ҳеч нарсани билдирмайди. Планиметрии бир шакл чегараси бўйлаб айлантириш олдида ва айлантириб чиққандан кейин олинган саноклар айирмаси физикавий маънога эга бўлиб, шу саноклар айирмаси орқали юз ҳисобланади, бун қуйида кўриб чиқамиз.

Планиметрии шакл чегараси бўйлаб айлантиришда игна 7 контурда белгиланган бош нуктага қўйилади, даста 8 дан ушланиб игна соат стрелкасининг айланиш йўналиши бўйича чегара чизигидан бош нуктага томон юргизилади. Бошда олинган санок n_1 дан

охирги олинган санок n_2 катта бўлиши керак; агар кичик бўлса, унга 10 қўшилади. Сихчани чегара бўйлаб бир хил тезликда охисталик билан юргизиш керак.

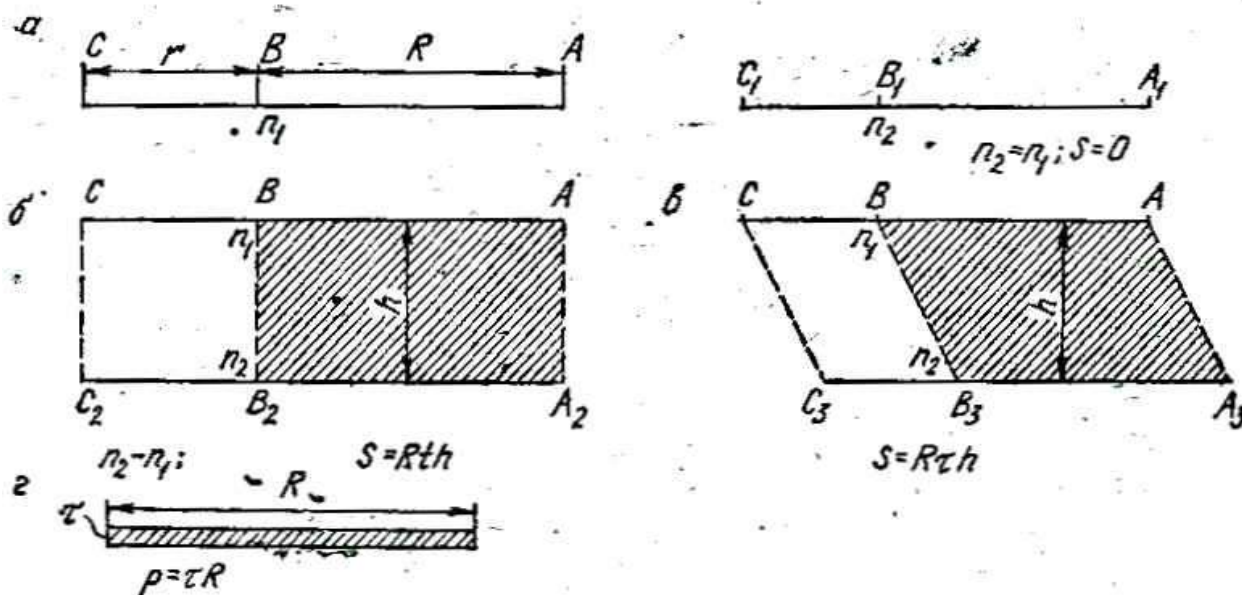
Кутбли планиметр назарияси. Кутбли планиметр билан юз ҳисоблаш мураккаб назарияга асосланади. Айлантериш рычаги R ўзининг турли ҳаракатида ўз йўлида ҳар хил юз ҳосил қилиши мумкин. Масалан, 9.5-шаклдаги игна 7 ни 9.7-шаклда A , нуқта 6 ни шаклда B , 9.16-шаклдаги ғилдирак гардиши 15 ни C ва бунинг B дан узоқлигини r деб, бош санокни n_1 дейлик. Кейин планиметрии қуйидагича ҳаракат қилдирайлик (9.7-шакл). Рычаг CA ўз йўналиши бўйича ҳаракатланганда (a ҳоли) рычаг йўлида юз S ҳосил бўлмайди ва ғилдирак айланмай, ёлғиз сурилади, шунинг учун санок ҳам ўзгармайди, яъни $n_2=n_1$, $S=0$ бўлади. Агар CA ўзига параллел ҳаракат қилиб (b ҳоли) C_2A_2 ҳолатни эгалласа, BA рычаг ўз йўлида тўғри. тўртбурчаклик BAA_2B_2 нинг юзи S ни ҳосил қилади; ғилдиракнинг юрган йўли $BB_2=AA_2=h$ бўлади. Баландлик h санок ва бир бўлакнинг қиймати орқали аниқланса, $h=(n_2-n_1) \tau$ бўлади. Шунда тўртбурчаклик юзи,

$$S=Rh=R\tau(n_2-n_1) \quad (9.7)$$

ёки $R\tau=P$ десак,

$$S=P(n_2-n_1) \quad (9.8)$$

бўлади; бу ерда P —планиметр бир бўлагининг қиймати, у баландлиги τ , томони R бўлган тўғри тўртбурчаклик юзига тенг (9.7-шакл, z), n_1 —айлантеришдан олдинги санок, n_2 —айлантеририлгандан кейинги санок.



9.7-шакл.

Агар рычаг ўзига параллел ва CA нинг йўналиши бўйлаб ҳаракатланса (a ҳоли), ғилдирак қисман айланади ва қисман сурилади, натижада рычаг йўли параллелограмм ҳосил қилади. Унинг юзи S ҳам $S=hR$ ёки $S=P(n_2-n_1)$ бўлади.

Агар айлантериш рычаги билан кутб рычаги бирлаштирилса (9.8-шакл), кейин M нуқтадан бошлаб, MN чизик бўйича юргизилса, BA рычаг B_1A_1 ҳолатга келганда айлантериш рычагининг йўли BAA_1B_1 параллелограмм юзи бўлади, кейин B_1 нуқтада B_1A_1 ўрнига α бурчак қадар бурилса, $B_1A_1A_1'$ сектор юзи чиқади. Бунда ғилдирак тескари айланганидан C_1 нуқта C_1' га ўтади ва CC_1' ёйи ҳосил бўладики, бу радиан ўлчовида $CC_1'=\alpha r$ га тенг. Бунда ғилдиракнинг ҳамма айланиши $h=\alpha r=\tau(n_2-n_1)$ ёки $h=\tau(n_2-n_1)+\alpha r$ бўлади.

Параллелограммнинг юзи $S_1=Rh=R\tau(n_2-n_1)+Rr\alpha$ бўлади. Кутб рычагининг узунлигини R_1 десак у ҳам OB дан OB_1 га ўтишда β га бурилиб, OBB_1 секторини ҳосил қилади. Шунда сектор $B_1A_1A_1'$ нинг юзини S_2 , сектор OBB_1 нинг юзини эса S_3 десак кутб ва айлантериш рычаглари нинг юришидан ҳосил бўлган ҳамма юз $S=S_1+S_2+S_3$ бўлади.

$BB_1=R_1\beta$; $A_1A_1'=R\alpha$ эканини эсласак секторлар юзи $S_2=\frac{1}{2}\alpha R^2$, $S_3=\frac{1}{2}\beta R_1^2$ бўлади. Бу қийматларни S ифодасига қўйсак ва $R'\tau=P$ эканини эсласак,

$$S = P(n_2 - n_1) + Rr\alpha + \frac{1}{2}\alpha R^2 + \frac{1}{2}\beta R_1^2 \quad (\text{a})$$

чиқади.

Агар ричагларни юқоридагидек ўнг томонга айлантирсак, ҳар қайси элементар суришга мос (а) каби бир неча тенглик чиқади Буларнинг йиғиндисини олсак,

$$S = P(n_2 - n_1) + Rr \sum \alpha + \frac{1}{2} R^2 \sum \alpha + \frac{1}{2} R_1^2 \sum \beta \quad (6)$$

бўлади. Агар айлантеришни шаклдаги M нуқтадан бошлаб, шакл чегараси бўйича айланиб чиқсак планиметр кутби O нинг шаклга нисбатан туриш жойига қараб, қуйидаги икки ҳол бўлади.

1. Агар қутб O шакл ичида турса, бутун чегарани айланиб чиққанда $\sum\alpha=\sum\beta=2\pi$ бўлади. Буни (б) га қўйсак,

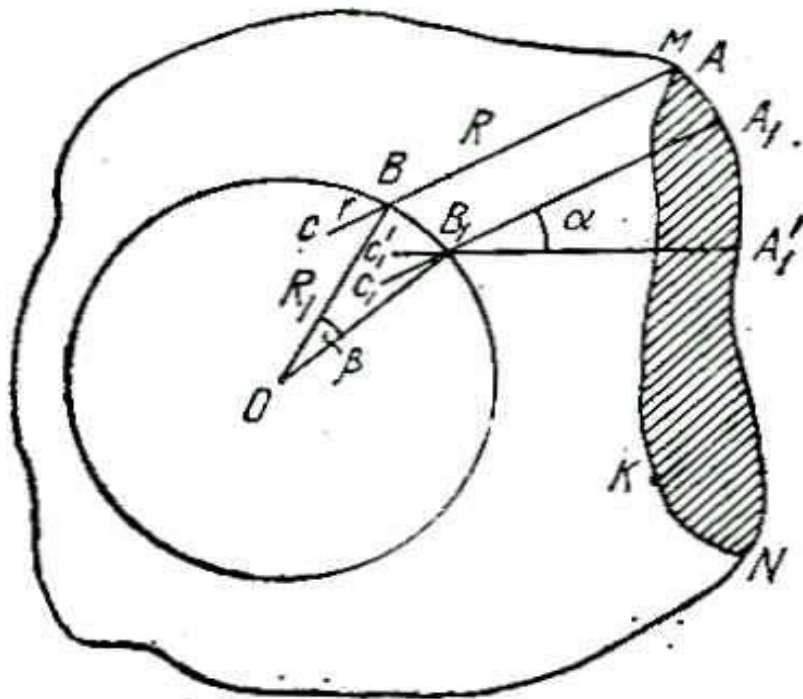
$$S=P(n_2-n_1)+2\pi Rr+\pi R^2+\pi R_1^2 \quad (\text{B})$$

чиқади. Ўзгармас миқдорлар йиғиндиси $\pi(R^2+R_1^2+2Rr)=Q$ десак,

$$S=P(n_2-n_1)+Q \quad (9.9)$$

чиқади. Q планиметрнинг константаси дейилади. Бу формула планиметр кутби шаклида турганда қўлланилади.

2. Агар кутб O шакл ташқарисига ўрнатилиб, шакл чегараси бўйлаб айлантириб чиқилса, масалан, 9.8-шаклда штрихланган участка чегараси бўйича A дан бошлаб N нуктагача юргизишда α ва β бурчаклар қиймати ошиб боради; N дан чапга NKM бўйича юрганда эса камаяди ва бош нукта M га келганда ноль, яъни $\sum\alpha=\sum\beta=0$ бўлади.



9.8-шакл.

Шунда (б) ифода қўйидагича ёзилади:

$$S=P(n_2-n_1), \quad (9.8)$$

яъни планиметр қутби шакл ташқарисида турганда шаклнинг юзи планиметр бир бўлаги қийматининг саноклар айирмасига кўпайтирилганига тенг.

Планиметр билан юз ҳисоблашдан аввал унинг бир бўлак қиймати P ва ўзгармас сон Q аниқланади. Бу иккала миқдорнинг қиймати R га боғлиқ бўлиб, R ўзгартирилмаса, P ва Q қийматлари ҳам ўзгармайди. Лекин ишлашда шакл катталиги ва бошқа сабабга кўра, R қиймати ўзгартирилади.

P ни аниқлаш. Агар R ва τ қийматлари ва план масштаби маълум бўлса, P қуйидагича топилади:

$$P = M^2 R \tau \quad (9.10)$$

бу ерда M —масштаб махражи. Одатда, M ва R маълум бўлса ҳам τ қиймати маълум бўлмайди. Шунга кўра P қиймати план масштабига қараб амалий йўл билан топилади. (9.8) формуладан:

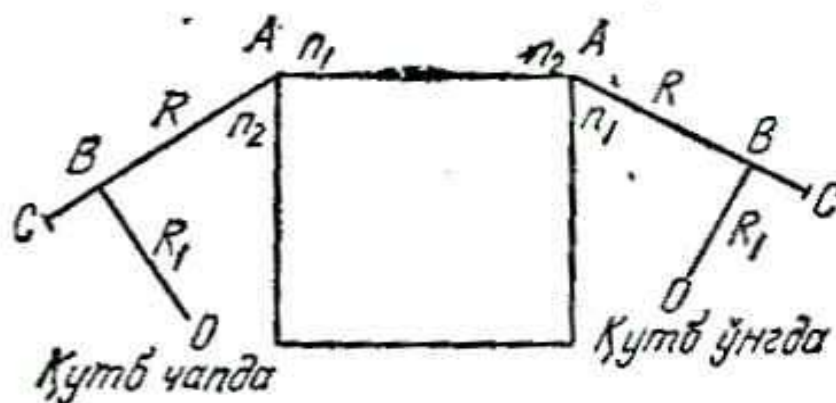
$$P = \frac{S}{n_2 - n_1} \quad (9.11)$$

Бу формула ёрдамида P ни аниқлаш учун пландаги квадратлардан бири ёки бир нечтаси олинади ва унинг юзи план масштаби бўйича математик усулда ҳисоблаб топилади. Катак томонининг узунлиги 5 см бўлса, план масштаби 1:2000 бўлганда, бу узунлик жойдаги 100 м га тўғри келади. Шунинг учун бир катакнинг юзи $S = 100 \times 100 = 10000 \text{ м}^2$ бўлади.

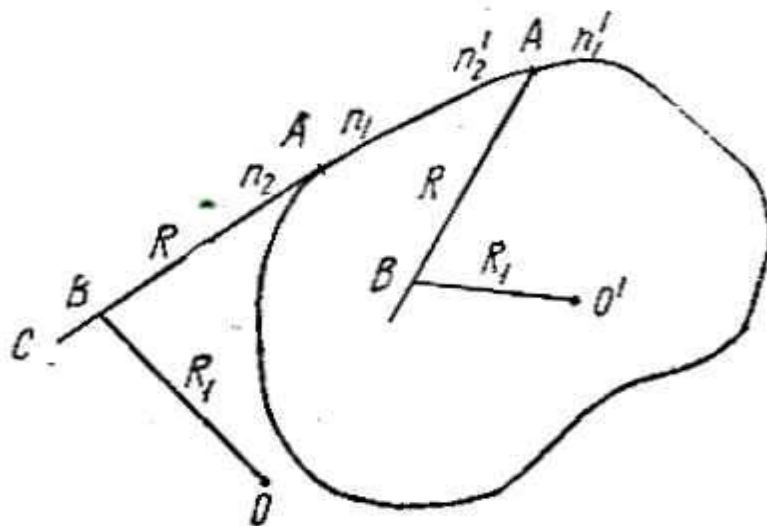
Планиметр олинади, унинг номери ва айлантириш ричагининг узунлиги R (верньер бўйича олинб) ведомость тепасига ёзилади. Кейин планиметр кутби квадратнинг чап томонига (ҚЧ) ўрнатилиб, айлантириш нинаси (сихчаси) квадрат томонида белгиланган бир нуқтага қўйилади-да, санок олинади; бу n_1 бўлади. Сўнгра нина катак томонидан соат стрелкасининг юриш йўли бўйича юргизиб, белгиланган нуқтага қайтилади ва санок олинади; бу n_2 бўлади (9.9-шакл).

Шу хилда айлантириб санок олиш уч марта такрорланади, олинган саноклар махсус жадвалга ёзилади. Бунда биринчи марта айлантиришдаги саноклар айирмаси билан иккинчи айлантиришдаги саноклар айирмаси орасидаги фарқ, шакл юзининг катта-кичиклигига қараб, 3—5 бирликдан ошмаслиги керак.

Сўнгра планиметр кутбини квадрат катакнинг ўнг томонига қўйиб, бунда ҳам уч марта айлантириб саноклар олинади ва айирмалари топилади. Кейин барча айирмаларнинг ўртача қиймати топилиб, (9.11) формула ёрдамида P нинг қиймати аниқланади.



9.9-шакл.



9.10-шакл.

Лекин (9.11) формулага саноклар айирмаларининг арифметик ўрта қиймати $(n_2 - n_1)$ қўйилади, яъни $P = \frac{S}{(n_2 - n_1)_0}$ бўлади.

Q ни аниқлаш. $Q = Pq$ деб олиб, буни (9.8) даги Q ўрнига қўйсак

$$S = P(n_2 - n_1) + Pq = P(n_2 - n_1 + q) \quad (a)$$

бўлади. Ихтиёрий бир шакл олиб, планиметр кутби O ни шакл ташқарисига қўйиб айлантриб (9.10-шакл), n_1, n_2 саноклар олинади. Бунда (9.7) га биноан шакл юзи,

$$S = P(n_2 - n_1) \quad (b)$$

бўлади.

Кейин кутбни шакл ичидаги O' га қўйиб, айлантриб n_1', n_2' саноклар олинади. Бунда (a) га биноан шакл юзи,

$$S = P(n_2' - n_1' + q) \quad (b)$$

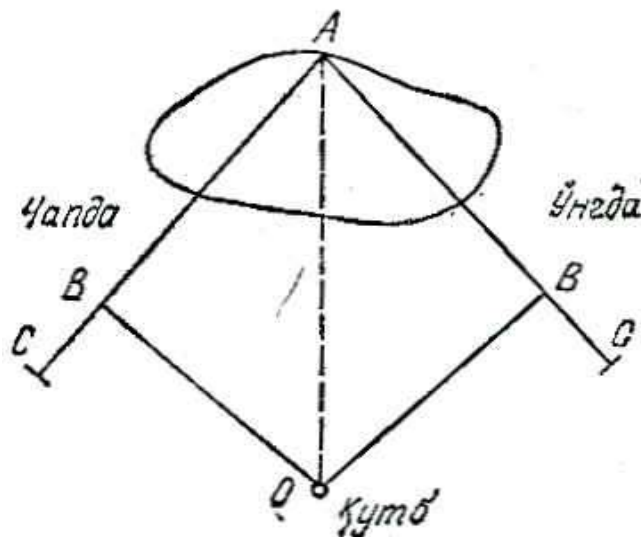
бўлади. (б) ва (в) нинг чап томонлари тенг бўлганидан, ўнг томонлари ҳам тенг, шунинг учун $P(n_2 - n_1) = P(n_2' - n_1' + q)$, бу ердан

$$q = (n_2 - n_1) - (n_2' - n_1') \quad (9.12)$$

бўлади. q топилгач, $Q = Pq$ бўйича Q топилади.

Кутбли планиметрии синаш ва текшириш. Бошқа асбоблар каби планиметр ҳам қуйидаги шартлар бўйича синалади ва текширилади.

1. Ҳисоблаш механизмининг ғилдираги (ролиги) эркин ва тебранмай бир текис айланиши керак. Буни синаш учун планиметрнинг айлантриш ричагини бир қўлга олиб, иккинчи қўл билан ғилдиракни айлантриганда у 3—4 секунд бир текис айланиши керак. Верньер билан ғилдирак орасида ёзув қоғози сиғадиган тирқиш бўлиши лозим. Агар шарт бажарилмаса стопор винтлар 23 ва 24 бўшатилиб, кейин 21 ва 22 винтлар билан тузатилади.



9.11-шакл.

2. Верньер юзаси ғилдирак юзаси билан бир текисликда ётиши керак. Агар паст ёки баланд бўлса, 25 винтлар билан тузатилади.

3. Верньер ва ғилдирак бўлаклари тўғри бўлиши лозим. Бу теодолит лимби ва верньеридаги каби текширилади. Бундан кейин геометрик шартлар текширилади.

4. Санок олиш ғилдирагининг вертикал текислиги айлантириш ричагига перпендикуляр бўлиши керак. Буни текшириш учун бир ихтиёрий шакл олинади-да, планиметр қутбини шаклдаги каби (9.11-шакл) ўрнатиб, каретача шаклга нисбатан ўнг ва чап томонга ўрнатилади; бунда ричаглар орасидаги бурчак 30° дан кичик 150° дан катта бўлмайдиган қилиб қўйилади. Икки туришда шаклни айлантириб саноклар олинади. Қутбнинг айлантириш ричагидан ўнгидаги (ҚУ) саноклар фарқи қутбнинг чапидаги (ҚЧ) саноклар фарқига тенг бўлиши ёки ораларидаги айирма улар арифметик ўрта миқдорининг 1:250 дан катта бўлмаслиги (3 бўлакдан ошмаслиги) лозим. Агар катта бўлса, планиметр қутбининг икки туришида ишлаш керак. Бунда юқоридаги хато ўзаро ейишиб, натижага таъсир этмайди. Шунинг учун у планиметр *компенсацияси* дейилади.

Бу текширишни планиметрнинг контрол линейкаси орқали амалга ошириш маъқул.

Планиметр ёрдамида участка юзини аниқлаш. Планиметрнинг P ва Q қийматлари аниқлангач, пландаги полигон юзини аниқлашда ҳам p ни аниқлашдаги каби ишланади. Берилган шаклнинг юзи қутб шаклнинг ташқарисида турганда $ҚЎ$ ва $ҚЧ$ ҳолатида уч мартадан айлантириб олинган саноклар айирмасининг арифметик ўрта қиймати $(n_2 - n_1)_0$ топилади. Кейин, (9.7) формулага биноан, яъни $S = P(n_2 - n_1)_0$ формула ёрдамида полигон юзи топилади.

Полигоннинг юзи катта бўлиб, қутб ташқарига қўйилганда планиметр ричаглари таъмин этолмаса, қутбни полигон ичида ўрнатиб, (9.8) формула ёрдамида ҳисоблашда аввал Q аниқланиши керак. Бунинг ўрнига Q ни аниқламай, полигон юзини ихтиёрий диагональ чизиқлар билан бир неча бўлакка бўлиб, ҳар қайси бўлакнинг юзи $S_1, S_2, \dots, S_n$ ни (9.7) бўйича топиш, кейин эса улар йиғиндисини олиш ҳам мумкин. Бунда шаклнинг умумий юзи S бўлакларнинг юзлари йиғиндисига тенг бўлади:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$$

План, картада йўл, канал, дахлсиз полосалари каби тор жойлар бўлса, бундай жойларнинг юзини ҳисоблаш учун шу жойда тик чизиқлар ўтказиб, тўғри тўртбурчакликлар ясалади. Тўртбурчакликлар бўйи ва эни пландан масштаб бўйича олиниб, юзи тўғри бурчакли тўртбурчакликники каби топилади. Бунда ортган ёки камайган жойлар ҳисобга олинади.

Юз ҳисоблаш аниқлиги. Геометрик усулда геометрик шаклнинг асоси ва баландлигининг қийматлари масштаб бўйича пландан олинганида хато ошади. Шунинг

учун, кўпроқ, ўлчанган миқдорлардан фойдаланиш керак. Бу усулда юзни аниқлашдаги хато f_s қуйидаги чегарада бўлиши лозим:

$$f_s \leq 0,01 \frac{M}{1000} \sqrt{S} ; \text{бу ерда } M\text{—масштаб махражи; } S\text{—шакл юзи гектар ҳисобида.}$$

Палетка билан аниқлаш хатоси $f_s \leq 0,025 \frac{M}{1000} \sqrt{S}$ бўлади.

Аналитик усул энг тўғри усул бўлиб, томон узунлиги 1:2000 аниқликда ўлчанганда юзни ҳисоблашдаги хато 1:1500 бўлади.

Кичик ёки чўзиқ майдон (дарё, йўл) юзларини график ёки геометрик усулда ҳисоблаган маъқул.

Юзни планиметр билан ҳисоблашда ричаглар орасидаги бурчак 90° га яқин олиниши керак.

Проф. Волков Н. М. аниқлашича, шаклни тўрт марта айлантеририб юзини ҳисоблашнинг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$m_s = \pm(0,38 + 0,44\sqrt{n_2 - n_1}) ; \quad (9.13)$$

(9.9) ва (9.10) формулалардан:

$$n_2 - n_1 = \frac{S}{m^2 R \tau}$$

бўлади, яъни майдоннинг юзи қанча катта бўлса, у шунча аниқ топилади; майда масштабни планга қараганда, йирик масштабни планда юз аниқроқ ҳисобланади. Кичик майдоннинг юзини аниқлашда ричаг узунлиги кичикроқ қилиб олинса, натижа анча тўғри чиқади. Панда юзи 15 см^2 га яқин шаклнинг юзини яхши шароитда ҳисоблашнинг нисбий хатоси 1:400 га тенг. Умуман, планиметр билан юз ҳисоблашнинг нисбий хатоси 1:250 атрофида бўлади.

Юзни ҳисоблашда натижаларни тенглаш. Агар полигон тўғри чизикли ва бурчак учларининг координаталари маълум бўлса, унинг юзи S_k (9.2) формула ёрдамида ҳисобланади. Полигон ичидаги айрим участкалар (экин, бино, йўл ўринлари) юзини планиметр билан ҳисоблаб, уларни $S_1, S_2, \dots, S_n$ десак, планиметр билан ҳисобланган юзлар йиғиндиси $\sum S$ полигон юзи S_n бўлади, яъни $\sum S = S_n$. Бу S_n координата билан ҳисобланган S_k га тенг бўлиши керак; лекин хато сабабли тенг бўлмай, ораларида фарқ f_s

бўлади, яъни $S_n - S_k = f_s$. Бу фарқ юзлардаги *боғланмаслик хатоси* дейилади. $\frac{f_s}{S_k} \leq \frac{1}{250}$

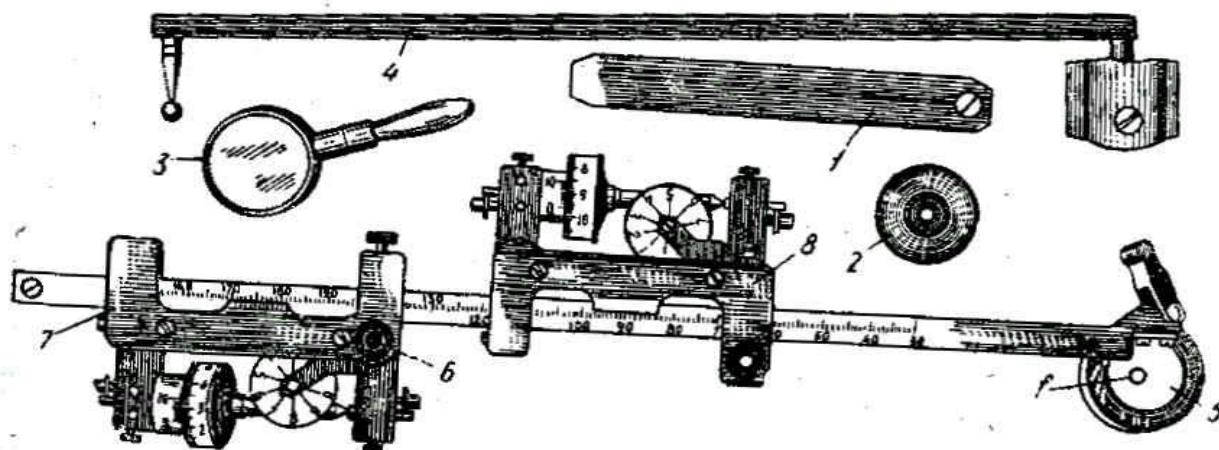
бўлиши керак. Шарт бажарилса, f_s нинг қиймати S_i ларга пропорционал тарқатилади, яъни

$$\frac{f_s}{S_k} = \frac{\Delta S}{S_1} ; \text{бундан } \Delta S_1 = \frac{f_s}{S_k} S_1 ; \Delta S_2 = \frac{f_s}{S_k} S_2 ; \dots \text{умумий кўринишда } \Delta S_i = \frac{f_s}{S_k} S_i$$

бўлади; ΔS_i лар *тузатма* дейилади. $\sum \Delta S_i = f_s$ бўлиши керак ΔS_i лар f_i га тескари ишора билан S_i ларга тарқатилгач, тузатилган юзлар топилади, яъни $S_{mi} = S_n + \Delta S$. Шунда $\sum S_{mi} = S_k$ бўлади.

ПП-2К планиметри. Проф. А. В. Маслов таклифига кўра, икки кареткали қилиб чиқариладиган планиметр шифри ПП-2К (кутбли планиметр-компенсацион 2) деб номланади. Бунда асосий ҳисоблаш механизмидан ташқари, айлантеририш ричагининг орқа томонида иккинчи каретка ўрнатилган. Айлантеририш ричагининг учидаги сихча ўрнига шишадан ишланган доиравий ойна 5 қўйилган, унинг марказидаги белги f (нукта) шакл чегараси бўйлаб айлантеририлади. Белгининг пландаги нукта устида тўғри туриши ёндан қараб эмас, балки устидан қараб нуктага тўғрилаш керак бунда чизикдан юргизиш аниқлиги ошади (9.12-шакл).

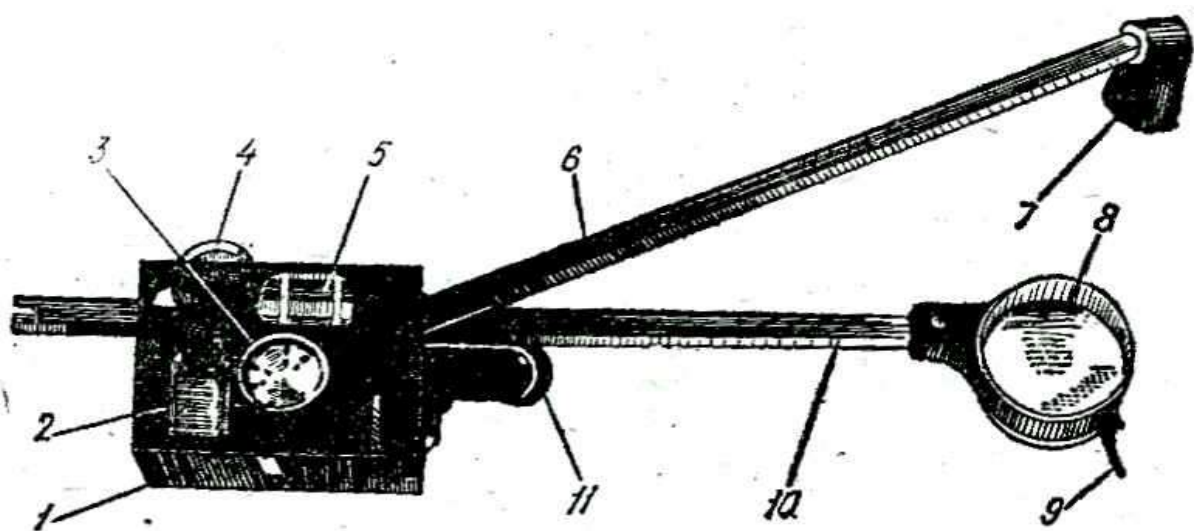
Бу планиметр *МИИЗ* (Москва ер тузиш инженерлари институти) планиметри деб ҳам аталади. Кареткача иккита бўлганидан юз ҳисоблашда қутб икки томонга қўйилмай, ёлғиз бир томонга қўйиб айлантрилади, лекин иккала кареткачадан санок олинади. Бунда асбоб хатолари йўқолади. Чапдагиси асосий, ўнгдагиси эса қўшимча дейилади; бўлар бир-бирини текширишга имкон беради. Бу планиметрнинг назарияси ва ундан фойдаланиш юқорида кўриб ўтилган планиметрдаги кабидир. Агар иккала ғилдиракнинг диаметрлари бир хил бўлганда ричагнинг узунлиги R бир хил бўлгани учун бир бўлакнинг қиймати P ҳам бир хил бўлиши керак.



9.12-шакл.

Лекин ғилдираклар турли бўлганидан, иккала каретачанинг P лари айрим-айрим топилади, кейин уларнинг арифметик ўртаси олинади.

ПП-М планиметри. ПП-М планиметри (кутбли планиметрнинг такомиллашгани)— компенсацион ва бир каретачали (9.13-шакл). Айлантриш ричаги 10 учиди сихча ёки айлантриш лупаси 8 бўлади. Буларни алмаштириш мумкин, бунинг учун махсус винт бўшатилади-да бири олиниб, иккинчиси қўйилади. Лупа икки бўлакдан иборат бўлиб, тагидаги шиша ўртасига доирача чизилган, унинг марказида нуқта белгиланган. Устки қисми қабарик линза бўлиб, у лупа каби катталаштириб кўрсатади. Лупа шаклнинг чегараси бўйлаб даста 9 ёрдамида юргизилади. Каретача ричаг 10 бўйлаб махсус микрометрик винт 11 воситасида сурилади. Ҳисоблаш механизми кирланмаслиги учун ёпиқ қилинган, ғилдирак ва унинг верньери 2 ҳамда ричаг верньери 5 лупасимон линза билан қопланган, бўлар катталаштириб кўрсатади. Циферблат 3 нинг усти ярим очик бўлиб, стрелканинг учи кўринади. Планиметр кутби махсус тўртбурчаклик юк 7 билан таъминланган. Планиметрни текшириш ва ишлатиш юқорида кўриб ўтилгани каби бажарилади.



9.13-шакл.

Таянч иборалар: график усул, геометрик шакл, учбурчак, трапеция, полигон, аналитик усул, координаталари, иккиланган юза, график усул, палетка, квадрат катакли, параллел палетка, механик усул, чизиғий планимерлар, кутбли планиметрлар, оддий, компенсацион, планиметр тузилиши, рычаг, кутб, санок олиш механизмлари, карета, циферблат, верьнер, шакл ичида , шакл ташқарисида, планиметр константаси, бир булак қиймати, юзаси аниқ майдон, синаш , текшириш, ҳисоблаш аниқлиги, натижаларни тенглаш, такомиллашган, лупа.

Назорат саволлари.

1. Юз ҳисоблашнинг қандай усуллари мавжуд?
2. Планиметр тузилишини айтиб беринг.
3. Планиметр бир бўлагининг қиймати қандай аниқланади?
4. Планиметр константаси қандай аниқланади?
5. Планиметрни синаш ва текширишларини айтиб беринг.
6. Планиметр ёрдамида участка юзи қандай аниқланади?
7. Планиметр билан юз ҳисоблашнинг нисбий хатоси қандай?
8. Планиметр билан юз ҳисоблашда рычаглар орасидаги бурчак қандай бўлиши керак?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 10

Ўлчаш ва унинг турлари. Ўлчаш хатолари назарияси.

Дарснинг мақсади: Талабаларга геодезидаги ўлчаш ишлари турлари, ўлчаш хатоликлари ва турлари, ўлчаш хатоларининг қонуниятлари ва ўлчаш хатоликларини камайтириш усуллари ҳақида маълумотлар бериш.

Режа:

1. Ўлчаш ва унинг турлари.
2. Ўлчаш хатолари ва турлари.
3. Хатолар қонунияти.
4. Тенг аниқли ўлчаш.
5. Тенг аниқсиз ўлчаш.

Геодезик ўлчаш ишларини жойда ёки қоғозда бажаришда турли катталикларнинг қийматини аниқлаш талаб қилинади. Бирор катталикни шу жинсдаги ўлчов бирлигига таққослаб, унинг шу бирликдан қанча катталигини аниқлаш *ўлчаш* деб аталади; бу катталикни кўрсатувчи сон *ўлчаш натижаси* бўлади.

Геодезик ишларда чизикнинг узунлиги, икки чизик орасидаги бурчак, ҳаво температураси, босими каби катталиклар ўлчанади. Ўлчашда ўлчанадиган катталик турига қараб турли асбоблардан фойдаланилади.

Ўлчаш қандай бажарилишига қараб, иккига-*воситасиз (бевосита)* ўлчаш билан *воситали (билвосита)* ўлчашга бўлинади.

Агар ўлчанадиган катталик қиймати ўлчаш воситаси билан тўғридан-тўғри ўлчаб олинса (масалан, масофа пўлат лента билан ўлчанса), бу *бевосита ўлчаш* бўлади. Агар ўлчанадиган катталик қиймати ўлчаш воситаси билан тўғридан-тўғри ўлчанмай, балки ўлчанган бошқа катталик қиймати орқали математик муносабатлар асосида ҳисоблаб топилса, *билвосита* ўлчаш бўлади. Масалан, бирор учбурчакликнинг иккита α ва β бурчаги теодолит билан ўлчаб топилса, *бевосита ўлчаш*, учинчи γ бурчаги формула $\gamma=180-(\alpha+\beta)$ билан ҳисоблаб топилганда эса *воситали (билвосита)* ўлчаш бўлади.

Ўлчаш сонига қараб, ўлчаш *зарурий* ва *ортиқча ўлчашга* бўлинади. Номалум катталикнинг қийматини аниқлаш учун зарур ўлчаш сони *зарурий ўлчаш* бўлади. Ўлчаш сони бундан ошса, *ортиқча ўлчаш* дейилади. Масалан, номалум катталик қийматини аниқлаш учун уни камида бир марта ўлчаш *зарурий ўлчаш* бўлади. Агар шу катталик n марта ўлчанса, $n-1$ *ортиқча ўлчаш* бўлади. Ортиқча ўлчаш ўлчаш натижасини текширишга ёрдам беради. Ҳар қандай катталик камида икки марта ўлчанади. Ўлчаш шароитининг ўзгариш-ўзгармаслигига қараб, ўлчаш *тенг аниқли* ва *тенг аниқсиз* ўлчашга бўлинади. Ўлчаш иши бир шароитда, бир асбоб ва бир киши томонидан бир усул билан бажарилса, топилган натижалар бир хил аниқликда бўлади ва *тенг аниқли ўлчаш* дейилади. Ўлчаш иши турли шароитда, турли асбоб билан, бир неча киши томонидан бажарилса, ўлчаш натижалари бир хил аниқликда бўлмайди, бундай ўлчаш *тенг аниқсиз ўлчаш* дейилади.

Ўлчаш хатолари ва турлари. Ҳар қандай шароитда бир катталикни бир неча марта ўлчаш натижалари бир хил бўлмайди, улар бир-биридан фарқ қилади. Ўлчаб топилган натижа катталикнинг ҳақиқий қийматидан ҳам фарқ қилади. Бу ҳол ўлчаш хатосиз бўлмаслигини кўрсатади, яъни ўлчашда албатта хато бўлади. Ўлчаш иши тўғри, аниқ асбоблар билан энг мукамал усулдан фойдаланиб тажрибали киши қулай шароитда бажарганда ҳам хато бўлади, лекин хатонинг абсолют қийматлари кичик бўлади. Ўлчанадиган катталикнинг ўлчаб топилган қиймати билан ҳақиқий қиймати орасидаги айирма *ўлчаш хатоси* бўлиб, у кўпинча, *ҳақиқий хато* дейилади.

Агар катталикнинг ҳақиқий қиймати x ўлчанган қиймати l бўлса; хато Δ қуйидагича аниқланади:

$$\Delta=l-x \quad (10.1)$$

яъни ўлчаш хатоси катталикнинг топилган қийматидан ҳақиқий қийматнинг айрилганига тенг.

Асбобнинг камчилиги, ўлчовчининг етарли тажрибага эга эмаслиги, ташқи муҳитнинг асбобларга ва ўлчаш ишига таъсир этиши ва ҳоказолар натижасида ўлчаш хатолари келиб чиқади. Бўлар *асбоб*, *шахсий* ва *шароит хатоси* дейилади. Ҳар қайси фактор хатоси *элементар хато* бўлиб, уларнинг йиғиндиси *мураккаб хато* дейилади.

Бир катталик n марта ўлчаниб, $l_1, l_2, \dots, l_n$ қийматлари топилган дейлик; шу катталикларнинг ҳақиқий қиймати x бўлса, ўлчаш хатолари қуйидагича ифодаланади:

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= l_1 - x \\ \Delta_2 &= l_2 - x \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta_n &= l_n - x\end{aligned}\tag{10.2}$$

Хатолар бир қаторга: $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ шаклида ёзилса, хатолар қатори ҳосил бўлади.

Хатолар қаторидаги абсолют қийматига кўра, бошқа хатолардан анча катта бўлган хато *қўпол хато* дейилади. Қўпол хато ўлчаш вақтидаги адашишдан келиб чиқади. Масалан, лентадан санок олишда 6 ўрнига 9 деб ёзилса, 3 м хато қилинади, бу қўпол хато бўлади. Қўпол хатони йўқотиш учун шу катталик қайта ўлчанади.

Хатолар қаторидаги бирор хато бир хил ишора ва қиймат билан системали равишда такрорланаверса, бу хато *систематик хато* дейилади. Масалан, лента узунлиги 20 м дан 2 см узун ёки калта бўлса, шу 2 см хато ҳар ўлчаш натижасига бир хил ишора ва қийматда таъсир этади.

Систематик хато асбобнинг камчилигига ва ўлчовчининг малакасига боғлиқ бўлади. Асбобни яхшилаб текшириб тузатиш ҳамда ўлчашда турли усуллардан фойдаланиш йўли билан систематик хатони камайтириш мумкин.

Хатолар қаторида хато турли ишора ва турли қийматда бўлиб, абсолют қиймати маълум чегарадан ошмаган ҳолда такрорланаверса, бу хато *тасодифий хато* дейилади.

Тасодифий хато маълум қонуният билан такрорланавермайди. Тасодифий хатонинг келиб чиқиш сабаби ҳам номаълум бўлади, демак уни йўқотиш ҳам мумкин бўлмайди.

Тасодифий хато кузатувчи шахс, асбоб ва шароит таъсиридан ва бошқа манбалардан келадиган элементар (кичик) хатолар йиғиндисидан содир бўлади.

Тасодифий хатоларнинг такрорланиш хоссалари, ўлчаш натижасига уларнинг таъсири ва уни камайтириш йўллари *ўлчаш хатолари назариясида* ўрганилади.

Геодезик масалаларни ҳал қилишда тасодифий хатоларнинг қуйидаги хоссалари эътиборга олинади:

1. Бир хил ўлчаш натижасида тасодифий хатолар абсолют қийматига кўра маълум чекдан ошмайди; бу ҳол хатоларнинг *чеклилик хоссаси* дейилади.
2. Абсолют қиймати кичик хатолар абсолют қиймати катта хатолардан кўпроқ учрайди; бу ҳол хатоларнинг *унимодал хоссаси* дейилади.
3. Абсолют қиймати тенг бўлган мусбат ва манфий хатолар бир миқорда учрайди; бунга хатоларнинг *симметриклик хоссаси* деб аталади.
4. Тасодифий хатоларнинг арифметик ўрта қиймати ўлчаш сони кўпайиши билан нолга интилади; бу ҳол хатоларнинг *компенсация (ўзаро ейишиши) хоссаси* дейилади.

Тўртинчи хосса юқоридаги 2 ва 3 хоссалардан келиб чиқади, уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} \tag{10.3}$$

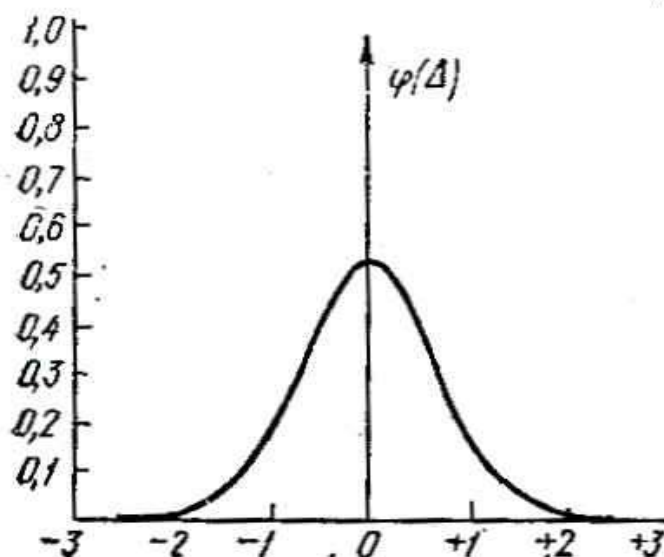
5. Ўлчаш шароити бир хил бўлса, тасодифий хато қуйидагича ифодаланади:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta^2]}{n} = \overline{m}^2, \tag{10.4}$$

бу ерда m —ўзгармас катталик бўлиб, *стандарт* дейилади, $\overline{m^2}$ —*дисперқия (сочилиши)* деб аталади.

Хатолар қонунияти. Тасодифий хатолар содир бўлишининг сабабларини аниқ билиб бўлмаса ҳам, лекин ўлчаш жараёнида хатолар маълум қонуният асосида такрорланади. Хатолардаги бу қонуниятни дастлаб ўрганган ва уни математик ифодалаган олим Гаусс бўлди. Шунга кўра, хатоларнинг маълум қонун ва қоида бўйича такрорланиши “*хатоларнинг Гаусс қонунияти*” дейилади.

Агар тасодифий хатолар қиймати ўсишига қараб, абсциссалар ўқиға (аналитик геометрия системасида), хатоларнинг такрорланиш сони ординаталар ўқиға қўйилса, ўлчаш сони чексиз бўлганда шундай эгри чизик ҳосил бўладики, бу эгри чизик тасодифий хатолар хоссаларини тўла тасвирлайди (10.1-шакл). Бу эгри чизик ҳам *Гаусс эгри чизғи* дейилади; у қуйидагн тенглама билан ифодаланади:



10.5-шакл.

$$f(\Delta) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 \Delta^2}, \quad (10.5)$$

бу ерда $f(\Delta)$ —хатонинг нисбий такрорланиши; e —натурал логарифм асоси; h —кўзатиш қаторининг суратини белгиловчи катталик (аниқлик ўлчови); 10.1-шаклда $h=1$ деб олинган.

Умуман хатолар назарияси ва тенглаш ҳисоблари Гаусс қонунияти асосида олиб борилади. Бу қонуният “*нормал тарқалиш*” деб ҳам аталади.

Тенг аниқли ўлчаш. *Арифметик ўрта миқдор принципи.* Тенг айикли ўлчашда бир катталикнинг n марта ўлчанган қийматларини $l_1, l_2, \dots, l_n$ десак бу қийматларнинг арифметик ўртаси L билан белгиланиб, қуйидагича ифодаланади:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{\sum l}{n}$$

ёки йиғинди Гаусс белгилашича ёзилса,

$$L = \frac{[l]}{n} \quad (10.6)$$

бўлади. Бу ифода *тенг аниқли ўлчаш натижаларининг арифметик ўртаси* дейилади. Бу қиймат ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қийматиға энг яқин бўладики, бу қуйидагича исботланади. (10.2) бўйичаа:

$$\Delta_1 = l_1 - x$$

$$\begin{aligned}\Delta_2 &= l_2 - x \\ \Delta_n &= l_n - x \\ [\Delta] &= [l] - nx;\end{aligned}$$

тенгликнинг икки томонини қўшиб, натижани n га бўлсак, қуйидаги чиқади

$$\frac{[\Delta]}{n} = \frac{[l]}{n} - x = L - x. \quad (10.7)$$

L —*х-арифметик ўртанинг ҳақиқий хатоси* дейилади. (10.7) бўйича ўлчаш сони n чексиз бўлганда $\frac{[\Delta]}{n} = 0$ бўлади, шунга кўра

$$L - x = 0 \text{ ёки } L = x \quad (10.8)$$

чиқади, яъни ўлчаш сони чексиз бўлганда ўлчанган миқдорнинг *арифметик ўртаси ҳақиқий қийматига* тенг бўлади. Одатда, ўлчаш сони n чексиз бўлмай, балки маълум миқдордан ошмайди. Шундай бўлганда ҳам арифметик ўрта ҳар қандай бошқа сонда ҳақиқий қийматга энг яқин ҳисобланади ва *энг эҳтималий қиймат* дейилади. ҳақиқий қиймат маълум бўлмаганда унинг ўрнида ишлатилади.

Ўлчаш аниқлигини баҳолаш. Номаълум катталиқнинг ўлчаб топилган қийматлари қандай хато билан топилганлигини, яъни қандай аниқликда ўлчанганлигини кўрсатиш *ўлчаш аниқлигини баҳолаш* дейилади. Ўлчаш аниқлиги ўлчашдаги тасодифий хатолар орқали ифодаланадиган *ўрта квадратик чекли хато*, *эҳтимолий*, *ўртача хато* деб аталадиган хатолар билан баҳоланади.

Ўрта квадратик хато. Тенг аниқли ўлчаш натижаларининг аниқлик даражасини баҳолашда *ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси* дейиладиган хато m қабўл қилинган, у қуйидаги формула бўйич ҳисобланади:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = + \sqrt{\frac{[\Delta]^2}{n}} = + \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}, \quad (10.9)$$

бу ерда m —*бир ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси* деб ҳам аталади, яъни ҳақиқий хато квадратлари арифметик ўртасининг квадрат илдизи бир ўлчаш ўрта квадратик хатоси бўлади. Ўрта квадратик хато ўлчаш аниқлигини баҳолашда мезон тариқасида қўлланиладиган бошқа номдаги хатолардан бирмунча афзаллиги бўлганидан, аниқликни баҳолашда асосий мезон бўлиб хизмат қилади. Бу хатонинг афзалликлари қуйидагича:

1. (10.9) формуладан кўринадики, m ни ҳисоблашда ҳамма мусбат ва манфий тасодифий хатолар квадратга оширилиб, кейин йиғиндиси олинганидан, хатоларда ўзаро ейилиш бўлмайди; абсолют қиймати катта хатолар. ўрта квадратик хато қийматига кўпроқ таъсир этиши билан ўрта квадратик хато қиймати ортадики, бу ҳол ўлчаш сифатини яхшилашга ундайди.

2. (10.9) формулани чиқаришда ўлчаш сони n чексизга интилиши эътиборга олинган, лекин амалда ўлчашлар сони чекланган (5—10 марта) бўлади. Тажрибанинг кўрсатишича, шунда ҳам ишончли натижа олинади. Шунга кўра ўрта квадратик хатони ўлчаш аниқлигини баҳолашда энг турғун мезон деб қабўл қилиш мумкин.

Ўрта квадратик хато m ни ҳисоблашда қилинадиган хатони m_m десак у қуйидагича бўлади:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}} \quad (10.10)$$

Агар ўлчашлар сони $n=8$, $m=0,5'$ бўлса, $m_m=0,25m$ бўлади, яъни m_m ни ҳисоблашда m қийматининг 25 процентига хато қилинган, у тахминан $0,1'$ га тенг, n қиймати камайса, m хатоси ошади.

Чекли хато. Ўлчаш натижалари аниқлигини ўрта квадратик хато орқали баҳолаш билан бирга, шу ўлчашда йўл қуйилиши мумкин бўлган энг катта хато, яъни *чекли хато* дейиладиган хато ҳам қўлланилади.

Эҳтимоллар назариясининг кўрсатишича ўрта ҳисобда 1000 хатодан фақат уч хато ўрта квадрат хатонинг учланган қийматидан катта бўлади. Шунга кўра, ўрта квадратик хатонинг учланган қиймати $3m$ чекли хато деб қабул қилинади. Чекли хато Δ_{lim} белги билан кўрсатилади:

$$\Delta_{\text{lim}} = 3m \quad (10.11)$$

Лекин геодезик ишларда аниқ ўлчашга талабни қаттиқроқ қўйиб, чекли хато $2m$ деб олинади, яъни

$$\Delta_{\text{lim}} = 2m \quad (10.12)$$

(10.12) га кўра, 100 хатодан ёлғиз беш хато $2m$ дан ошад.

Ўртача хато. Баъзан чет давлатларда ўлчаш аниқлиги ўртача хато билан баҳоланади. Тасодикий хатолар абсолют қийматларининг арифметик ўртаси *ўртача хато* дейилади ва ν билан белгиланади:

$$\nu = \frac{(\Delta_1) + (\Delta_2) + \dots + (\Delta_n)}{n} = \frac{[(\Delta)]}{n} \quad (10.13)$$

Ўртача хато ν билан ўрта квадратик хато m орасида қуйидаги муносабат бор:

$$\nu = 0,8m. \quad (10.14)$$

Эҳтимолий хато. Баъзи чет элларда (АҚШ) мезон тариқасида эҳтимолий хато қўлланилади ва r ҳарфи билан белгиланади. Ўлчашдаги тасодикий хатолар абсолют қийматларининг ўсиши жиҳатидан бир қаторга ёзилса, қатор икки четидан тенг узокликда ётган хато *эҳтимолий хато* бўлади.

Эҳтимолий хато билан ўрта квадратик хато орасида қуйидаги муносабат бор:

$$r = 0,6745m \text{ ёки } r = \frac{2}{3}m \quad (10.15)$$

Энг эҳтимолий хато ва унинг хоссаси. Бу хато ҳозир ўлчанган катталиқ қийматлари l_1 нинг арифметик ўрта қиймат L дан *четланиши* дейилади ва ν ҳарфи билан белгиланади.

$$\nu_i = l_i - L \quad (10.16)$$

Ўлчанадиган микдорнинг ҳақиқий қиймати X ҳамма вақт ҳам маълум бўлмайди, шунга кўра тасодикий хато қийматини ҳам ҳисоблаб бўлмайди. Бундай вақтда ҳақиқий қиймат ўрнига унга энг яқин бўлган *энг эҳтимолий қиймат*—*арифметик ўрта* L қабул қилинади. Катталиқнинг ўлчанган қийматлари билан арифметик ўрта қиймат орасидаги айирма *энг эҳтимолий хато* ёки ўлчанган қийматнинг арифметик ўртадан *четланиши* бўлади. Бу четланишнинг қуйидаги хоссаси ҳисоблаш ишларида кўп қўлланилади. Бу хоссани аниқлаш учун (10.16) каби n та тенглик ёзилади ва иккала томони қўшилади:

$$\begin{aligned} \nu_1 &= l_1 - L, \\ \nu_2 &= l_2 - L, \\ &\dots\dots\dots \\ \nu_n &= l_n - L \\ \hline [\nu] &= [l] - nL \end{aligned}$$

$[l] = nL$ эканлиги эсланса,

$$[\nu] = 0$$

бўлади, яъни энг эҳтимолий хатолар йиғиндиси нолга тенг.

Нисбий хато. Ўлчанадиган катталиқ узунлик бирлиги билан ўлчанса, ўлчаш аниқлигини баҳолашда юқоридаги абсолют қиймат билан ифодаланадиган хато мезонлари жуда ҳам тўғри келавермайди. Бунда ўлчаш хатосининг чизик узунлигига бўлган нисбати билан баҳоланади; бу нисбат *нисбий хато* дейилади. Агар ўлчанган чизик узунлиги d , ўлчашда қилинган хато Δd бўлса, бўлар нисбати *нисбий хато* бўлади ва қуйидагича ёзилади:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{N}, \quad (10.18)$$

бу ерда N —хато Δd чизик узунлигидан қанча кичик эканини кўрсатувчи сон. Нисбий хато ҳамма вақт сурати бир бўлган оддий каср кўринишида ифодаланади ва суратдаги абсолют хато номига қараб аталади. Масалан, l нинг ўрта квадратик хатоси m бўлса,

$$\frac{m}{l} = \frac{1}{N_1} \quad (10.19)$$

бўлади, бу ўрта квадратик нисбий хато дейилади. $\frac{\Delta}{l} = \frac{1}{N_2}$ —ҳақиқий нисбий хато;

$\frac{\sigma}{l} = \frac{1}{N_n}$ —ўртача нисбий хато; $\frac{\Delta_{\text{lim}}}{l} = \frac{1}{N_4}$ —чекли нисбий хато. Нисбий хатони сурати

бир бўлган оддий каср билан ифодалаш учун сурати билан махражи суратдаги сонга бўлинади. Масалан:

$$\frac{m}{l} = \frac{m : m}{l : m} = \frac{1}{l : m}.$$

Тенг аниқсиз ўлчаш. Ўлчаш натижаларининг вазни. Тенг аниқли ўлчашда ўлчаш натижаларининг аниқлиги ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси m орқали баҳоланади. Тенг аниқсиз ўлчашда эса ўрта квадратик хато ҳар ўлчашнинг ўзига хос хусусиятлари, яъни бошқа ўлчашдан ўлчаш сони, ишлатилган усул ва асбоб жиҳатидан афзал туриши эътиборга олингани ҳолда баҳоланади. Бу афзаллик сон билан ифодаланади, бу сон эса *вазн* дейилади. Натижа қанча аниқ ва ишончли бўлса, *вазн* шунча катта бўлади. *Вазн* ўлчаш шароитини ҳисобга олган ҳолда белгиланади. Маълумки, ҳар ўлчашнинг ўзига хос ўрта квадратик хатоси бўлади. Ўлчаш шароити билан аниқланадиган *вазн* ва ўрта квадратик хато орасида математик боғланиш бўлганидан, *вазни* ўрта квадратик хато билан ифодалаш энг тўғри йўл бўлади. Ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси қанча кичик бўлса, ўлчаш шунча тўғри бажарилган ва ўлчаш *вазни* катта бўлади. Ўлчаш *вазни* p билан белгиланади.

Ўлчаш *вазни* p бир ўлчаш ўрта квадратик хатосининг квадрати m^2 га тескари пропорционал бўлиб, қуйидагича ёзилади:

$$p = \frac{K}{m^2}, \quad (10.20)$$

бу ерда K —пропорционаллик коэффициенти. Кўпинча $K=1$ деб олинади; шунда $p = \frac{1}{m^2}$ бўлади.

Агар ўлчаш *вазнини* p , n марта ўлчаш натижаларининг арифметик ўртаси *вазнини* P десак булар орасидаги муносабат қуйидагича бўлади:

$$\frac{P}{p} = \frac{1}{m^2} : \frac{1}{m^2} = \frac{m^2 n}{m^2} = n,$$

яъни арифметик ўртанинг *вазни* ўлчаш *вазнидан* ўлчаш сони n қадар катта. Одатда бир катталиқ *вазнини* бир деб олиб, кейин бошқа катталиқлар *вазни* ҳисобланади. Ўлчаш *вазни* $p=1$ десак арифметик ўртанинг *вазни* P ўлчаш сони n га тенг, яъни $P=n$. Бу тенгликдаги n арифметик ўрта қанча тенг аниқли ўлчаш натижалари бўйича ҳисобланганини кўрсатади.

Мисол. Ўлчанган икки бурчакнинг ўрта квадратик хатоси $m_1=\pm 2'$, $m_2=\pm 8'$ бўлса, бурчакларнинг ўлчаш *вазни* қанча бўлади? Биринчи бурчак *вазнини* P_1 , иккинчи бурчак *вазнини* P_2 десак бу *вазнлар* орасида қуйидаги муносабат бўлади:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{m_1^2} : \frac{1}{m_2^2} = \frac{m_2^2}{m_1^2} = \frac{8^2}{2^2} = \frac{64}{4} = 16$$

Агар $p_1=1$ десак, $p_2=16$ бўлади; аксинча, $p_2=1$ десак, $p_1=16$ бўлади, чунки биринчи бурчак аниқ ўлчанган.

Мисол. Ўрта квадратик хатоси m бўлган ўлчашнинг вазни p ; вазни бир бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси μ аниқлансин. Бу ерда ҳам юқоридагидек вазнлар

нисбатини оламиз, яъни: $\frac{p}{1} = \frac{\mu^2}{m^2}$, бундан

$$\mu = m\sqrt{p} \quad (10.21)$$

чиқади, яъни вазни бир бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси ўлчаш ўрта квадратик хатоси билан ўлчаш вазнининг квадрат илдизи орасидаги кўпайтмага тенг.

Умумий арифметик ўрта миқдор. Тенг аниқсиз ўлчашда турли вазн билан ўлчанган катталикнинг арифметик ўртаси ўлчаш сонлари бўйичагина эмас, балки ўлчаш вазнлари эътиборга олинган ҳолда ҳисобланади, бу катталик *умумий арифметик ўрта катталик* дейилади ва L_0 билан белгиланади.

Масалан, бирор катталикни бир киши p_1 марта тенг аниқли ўлчаб топган қиймати l_1 ; иккинчи киши p_2 марта ўлчаб топган қиймати l_2 ва ниҳоят, n -киши p_n марта ўлчаб топган қиймати l_n бўлсин. Бу ердаги ўлчаш сонлари $p_1, p_2, \dots, p_n$ ўлчаш вазнлари бўлади. Бу катталикнинг барча ўлчаш натижалари орқали топиладиган арифметик ўрта қиймати умумий арифметик ўрта қиймат бўлади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$L_0 = \frac{p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{[pl]}{[p]} \quad (10.22)$$

Бу L_0 ни баъзан *вазний ўрта қиймат* деб ҳам юритилади.

Тенг аниқсиз ўлчаш натижаларининг умумий арифметик ўртаси ҳар қайси ўлчаш натижасини ўз вазнига бўлган кўпайтмалари йиғиндисининг вазнлар йиғиндисига бўлинганига тенг. Бу формула мураккаб геодезик масалаларни ечишда кўп қўлланилади.

Вазни бирга тенг бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси. Тенг аниқсиз ўлчаш қаторларини бир-бирига таққослаш учун ҳар қаторнинг вазни бирга, тенг бўлган ўлчаш ўрта квадратик хатоси аниқланади, бу хато, кўпинча *вазн бирлиги хатоси* дейилади ва μ билан белгиланади.

Агар тенг аниқсиз ўлчаш натижалари $l_1, l_2, \dots, l_n$, уларнинг вазни $P_1, P_2, \dots, P_n$, ўрта квадратик хатолари $m_1, m_2, \dots, m_n$, тасодифий хатолари $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_n$ бўлсин. Вазни бир бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси μ ни (10.21) га кўра қуйидагича ёзамиз:

$$\mu = m_1 \sqrt{P_1}, \mu = m_2 \sqrt{P_2}, \dots, \mu = m_n \sqrt{P_n}$$

ёки буларни квадратга ошириб, чап ва ўнг томонларини қўшсак

$$n\mu^2 = [m^2 P]$$

чиқади, бундан

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[m^2 p]}{n}} \quad (10.23)$$

бўлади. Ўлчаш сони кўпайганда n ни Δ билан алмаштириш мумкин, шунда

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2 p]}{n}} \quad (10.24)$$

бўлади. Энг эҳтимоллий хато билан μ қуйидагича ифодаланади:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{v^2 p}{n-1}} \quad (10.25)$$

Умумий арифметик ўртанинг ўрта квадратик хатоси. Тенг аниқсиз ўлчашдаги арифметик ўртанинг ўрта квадратик хатосини аниқлашда ўлчаш вазнлари ҳисобга олинади. Умумий арифметик ўрта L_0 нинг ўрта квадратик хатосини M_0 десак бунинг вазни ҳамма вазнлар йиғиндиси $[P]$ га тенг бўлади. Шу сабабли (10.21) га биноан қуйидагини ёзамиз:

$$\mu = M_0 \sqrt{[p]} \quad \text{ёки} \quad M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}}$$

Агар μ қиймати ўрнига қўйилса, тасодифий хато орқали

$$M_0 = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2 P]}{n[P]}} \quad (10.26)$$

энг эҳтимолий хато орқали эса

$$M_0 = \pm \sqrt{\frac{v^2 [P]}{(n-1)[p]}} \quad (10.27)$$

бўлади.

Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш. Жойда турли катталикларни ўлчашда қилинадиган хато билан, унинг турлари ва сабаблари билан танишдик. Бир катталик қийматини тўғри аниқлаш учун бир марта ўлчаш кифоя қилмайди. Ўлчаш натижаларини математика қоидалари асосида ишлаб, шулардан ўлчанган катталикнинг ҳақиқий қийматига энг яқин ва мақбўл қиймат чиқариш лозим, ҳисоблашда ўлчанган катталиклар орасидаги математик муносабатга биноан ўлчашда қилинган хатолар қиймати аниқланади; хато йўл қўярли бўлганда уни ўлчаш натижаларига турлича тарқатиб тузатмалар берилади, бу орқали ўлчаш натижалари математик муносабатларга мувофиқлаштирилади; бу мувофиқлаштириш *тенглаш* дейилади.

Ўлчанган қийматлар номаълум элементларнинг математик боғланишларга мос келиши ёки келмаслиги мумкин; мос келмасликдаги фарқ *боғланмаслик хатоси* дейилади ва f ҳарфи билан белгиланади. Масалан, L —катталикнинг ўлчанган қиймати ёки йиғиндиси, X —математик қиймати бўлса, боғланмаслик хатоси қуйидагича ифодаланади:

$$L - X = f \quad \text{ёки} \quad L - f = X \quad (10.28)$$

f нинг ишораси турлича бўлиши мумкин. f га миқдор номига тегишли ҳарфий белги қошиб ёзилади. Масалан, бурчак β хатоси (f_β), нисбий баландлик h хатоси (f_h) каби. Боғланмаслик хатоси ўлчаш, жадвал, ҳисоблаш каби манбалардан келган хатолар йиғиндиси бўлиб, уни аниқлашда ҳамиша ўлчаб топилган қийматдан бўлиши керак бўлган қиймат айрилади (10.28). Тенглашда f қиймати майдаланиб, ўлчанган катталиклар қийматига турли қоида бўйича тарқатиладики, у *тузатмалар* дейилади. Тузатмалар ҳамиша боғланмаслик хатосига тескари ишора билан тарқатилади. Агар тузатмаларни $v_1, v_2, \dots, v_n$ десак улар йиғиндиси $v_1, v_2, \dots, v_n = [v]$ боғланмаслик хатоси f га тенг бўлиши керак яъни $[v] = f$. Шунда ўлчанган ҳар қайси катталикка берилган тузатма билан тузатилган қиймат ҳақиқий қийматга энг яқин бўлади, яъни:

$$l_1 + v_1 = X_1, l_2 + v_2 = X_2, \dots, l_n + v_n = X_n \quad (a)$$

бу ерда, l_i —ўлчанган катталик қийматлари; v_i —тузатмалар, X_i —ўлчанган катталикнинг ҳақиқий қиймати. (a) нинг икки томонини қўшсак,

$$l_1 + l_2 + \dots + l_n + v_1 + v_2 + \dots + v_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad \text{чиқади ёки} \\ [e] + [v] = [x] \quad \text{ёки} \quad L + f = X \quad (10.29)$$

бўлади. Математик муносабатлар бўйича X ўрнида 0 (ноль) бўлиши мумкин. Масалан, учбурчаклик ички бурчаклари йиғиндиси $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 180^\circ$ ёки $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 180^\circ = 0$ бўлиши

керак. Лекин ўлчашдаги хатолар туфайли нолга тенг бўлмай, ноль ўрнига бошқа сон чиқади, яъни $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 180^\circ = f_\beta$. Бу f_β бурчаклардаги боғланмаслик хатоси дейилади. f_β ни ўлчанган учта бурчакка (β, β_2, β_3) га бўлиб, тузатма v_1, v_2, v_3 лар топилади; $[v] = -f_\beta$ бўлиши керак Буларни ўз бурчакларига қўшиб ёки улардан айириб, кейин тузатилган бурчаклар йиғиндисини олсак математик муносабатга тўғри келади, яъни $\beta_1 + v_1 + \beta_2 + v_2 + \beta_3 + v_3 = 180^\circ$ ёки $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + [v] = 180^\circ$ бўлади. Шунда учбурчакликнинг бурчаклари тенгланади.

Бурчак ўлчашдаги назарий (йўл қўярли) чекли хато f_{β_n} куйидагича бўлиши керак:

$$f_{\beta_n} = 1,5t\sqrt{n} \quad (10.30)$$

бу ерда t —санок олиш хатоси, n —бурчаклар сони.

Амалий хато f_{β_a} назарий хато f_{β_n} дан кичик бўлганда, хато томоннинг узунлиги кичик бўлган бурчакларга тарқатилади.

Тенглашда турли усул қўлланилади. Кўпроқ қўлланиладиган асосли усул *энг кичик квадратлар усулидир*. Бу усулнинг моҳияти шундаки, маълум шароитдаги ўлчаш натижаларини тенглашда ўлчанган катталикларга бериладиган тузатмалар квадратининг йиғиндисини энг кичик (minimum) бўлиши керак, яъни

$$[v^2] = \text{minimum} \quad (10.31)$$

Таянч иборалар: ўлчаш, ўлчаш натижаси, бевосита ўлчаш, билвоста ўлчаш, зарурий ўлчаш, ортиқча ўлчаш, тенг аниқли ва тенг аниқсиз ўлчаш, ўлчаш хатоси, ҳақиқий хато, асбоб хатоси, шахсий ва шароит хатоси, мураккаб хато, қўпол хато, систематик хато, тасодифий хато, чеклилиқ, унимадол, симметриклик, компенсация хоссалари, Гаусс қонуниятини, нормал тарқалиш, арфметик ўрта миқдор принципи, эҳтимолий қиймат, ўрта квадратик, чекли, эҳтимолий, ўртача хатолар, вазн, тенглаш, боғланмаслик, тузатмалар.

Назорат саволлари.

1. Ўлчаш деб нимага айтилади?
2. Ўлчаш бажарилишига қараб қандай ўлчашларга бўлинади?
3. Тенг аниқли ва тенг аниқсиз ўлчаш деб нимага айтилади?
4. Ўлчаш хатосининг қандай турлари мавжуд?
5. Тасодифий хатонинг қандай хоссаларини эътиборга олиш керак?
6. Гаусс қонуниятини тушунтириб беринг.

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 11

Теодолит ёрдамида горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш.

Дарснинг мақсади: Талабаларга горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш асбобларидан асосийси ҳисобланган теодолитлар, унинг тузилиши, қисмлари, теодолит турлари, теодолит билан ишлаш тартиб қоидалари ва горизонтал ва вертикал бурчак ўлчаш усуллари ҳақида тушунчалар бериш.

Режа:

1. Горизонтал бурчак ўлчаш моҳияти.
2. Теодолит ва унинг қисмлари.
3. Қўриш воситалари.
4. Қўриш трубасини қўзга ва нарсага тўғрилаш.
5. Теодолит турлари.
6. Бурчак ўлчаш усуллари.
7. Вертикал доира, вертикал бурчакларни ўлчаш.

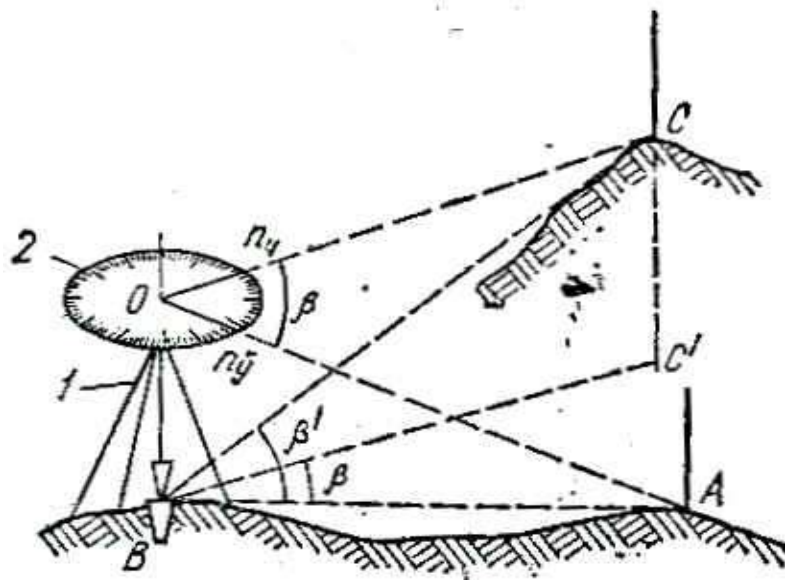
Горизонтал бурчак ўлчаш моҳияти. Жойда бир нуқтадан чиққан икки ёки бир неча йўналиш орасидаги бурчакларнинг горизонтал қўйилишини ўлчаш керак бўлади. Масалан, B нуқтада (11.1-шакл) туриб, турли баландликда ётувчи A ва C нуқталарга қараш йўли билан ABC бурчакнинг горизонтал қўйилиши β ни ўлчаш керак дейлик. Шаклдан кўринадики, C нуқта баландда, B ва A нуқталар эса C га нисбатан пастликда. Шунга кўра, BA ва BC томонлар орасидаги β' қия текисликдаги бурчак десак ABC' горизонтал проекцияси бўлади. β нинг қийматини аниқлаш учун штатив 1 устига айланаси градусларга бўлинган доира 2 горизонтал вазиятда урнатилади; унинг маркази O дан чап нуқта C га қараб $n_{\text{ч}}$, кейин доирани қўзғатмай, ўнг нуқта A га қараб $n_{\text{ў}}$ саноклар олинса, β бу саноклар айирмасига тенг бўлади:

$$\beta = n_{\text{ў}} - n_{\text{ч}}, \quad (11.1)$$

яъни бир нуқтадан чиққан икки йўналиш орасидаги бурчакнинг горизонтал қўйилиши ўнг нуқтага қараб олинган санокдан чап нуқтага қараб олинган санокнинг айирмасига тенг. Айланасининг йўналган қирраси бўлақларга бўлинган ва горизонтал ҳолга келтирилиб санок олинадиган доира 2 лимб дейилади. Агар O дан C га ва A га қаралган қўриш нурларидан вертикал текисликлар ўтказилса, бу текисликлар *коллимацион текисликлар* дейилади.

Бу текисликлар орасидаги бурчак ўлчанадиган бурчакнинг қиймати бўлади.

Икки чизик орасидаги бурчакни гониометр ёрдамида ҳам ўлчаш мумкин. Асосан, бурчакнинг горизонтал қўйилиши теодолит ёрдамида ўлчанади.



11.1-шакл.

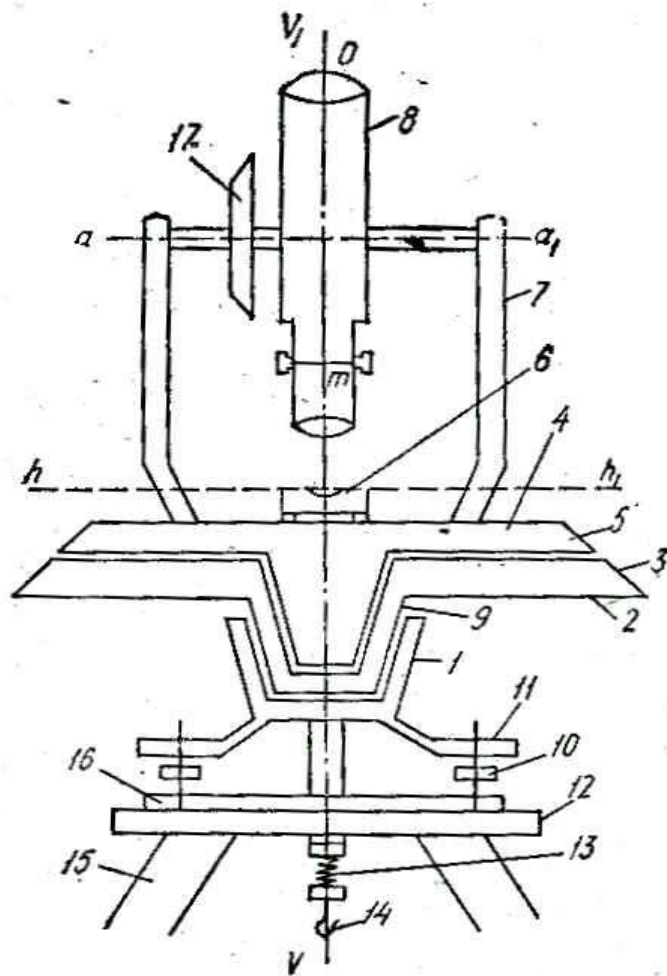
Теодолит ва унинг қисмлари. Теодолит жойда бурчакнинг горизонтал қўйилишини ўлчаш асбоби бўлиб, 11.2-шаклда кўрсатилганидек қуйидаги асосий қисмлардан иборат: таглик 1, лимб 2, алидада 4, адилак 6 ва кўриш трубаси 8.

Теодолитнинг лимби айланмаса, бу теодолит *оддий*, айланса—*такрорий теодолит* дейилади. Такрорий теодолит лимбининг махсус маҳкамлаш ва қаратиш винтлари бўлади, оддий теодолитда эса улар бўлмайди.

Теодолитлар лимбининг нимадан ясалишига қараб, улар *металл лимбли ва оптик теодолитларга* бўлинади. Металл лимбли теодолитларнинг горизонтал ҳамда вертикал доиралари мис ёки бронзадан ясалади (ТТ-50, ТТ-5 маркали теодолит—тахометрлар).

Оптик теодолитларнинг лимблари эса шишадан ясалган бўлади (Т-30, Т-15, Т-5). Кейинги даврда кўпроқ оптик теодолитлар ишлатила бошлади. Энди теодолитнинг қисмлари билан танишиб чиқамиз.

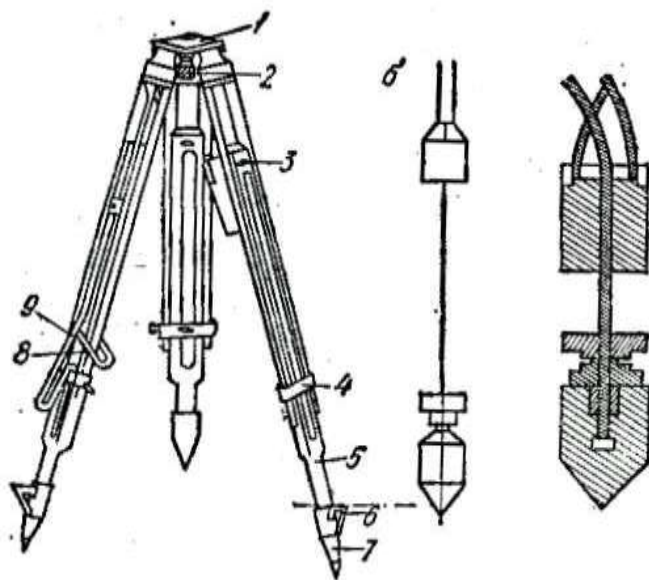
Таглик—магнитавий хоссаси бўлмаган металлдан учбурчаклик шаклида ясалган мослама 1 бўлиб (11.2-шакл), учбурчаклик учларида (11) ўрнатилган уч кўтаргич винт 10 лар ёрдамида штатив устига ўрнатилади. Қуйи томонда тагликни штативга маҳкамлаш учун махсус (пружинали ёки пружинасиз) ўрнатиш винти 13 бўлади, у ўрнатиш винти дейилади. Кўтариш винтлари билан адилак 6 ёрдамида асбоб горизонтал вазиятга келтирилади.



11.2-шакл. Теодолит схемаси.

VV_1 —асбоб айланиш (вертикал) ўқи; hh_1 —цилиндрик адилак ўқи; a, a_1 —труба айланиш ўқи; O —объектив маркази; t —тўр маркази; tO —кўриш ўқи; 1—таглик; 2—лимб; 3—лимбнинг йўнилган қирраси, 4—алидада, 5— алидаданинг йўнилган қирраси, 6—цилиндрик

адилак, 7—труба таглиги, 8—кўриш трубаси, 9—лимби, 10—кўтаргич винт, 11—таглик кўтаргичи, 12—штатив боши, 13—ўрнатиш винти ва пружинаси, 14—шовун илгаги, 15 штатив оёғи, 16—трегер—пластинка, 17—вертикал доира.



11.2а-шакл. Штатив ва шовунлар.

а—оёғи ўзгарадиган ёғоч штатив, б—мосламали шовунлар; 1—штатив боши, 2—ўрнатиш винти, 3—оёқ узунлигини бошқарувчи, 4—сиқув мосламаси, 5—оёғи, 6—таянч, 7—металл учли қалпоқ, 8—оёқ ремени, 9—елка ремени.

Штатив. ГОСТ 11897—78 га кўра,

штативлар икки типга бўлинади.

1. ШН штативи, бу штатив яхлит уч оёкли, узунлиги ўзгармайди.
2. ШР штативи, бу штатив сурилувчи иккиланма уч оёкли, қуйидаги ўлчамда бўлади (11.2-шакл, а):

ШН-200 штативи (200—штатив доиравий бошининг диаметри мм да), оёқларининг узунлиги 1,70 м бўлиб, Т1, ёруғлик дальномери СБ-6 ўрнатилади.

ШН-160 штативи, оёқлари 1,60 м бўлиб, Н-05 га мосланган.

ШР-160 штативи йиғма оёқларининг узунлиги 1,60 м бўлиб, Т2, Т5, Т15, ТЗО теодолитларига, ТЭ, ТД, ТВ, ТН тахеометрларига, СМ-2, СМ-5 ёруғлик дальномерларига мосланган.

ШР-120 штативи йиғма оёқларининг узунлиги 1,60 м бўлиб НЗ, Н-10 ва КН ларга мосланган.

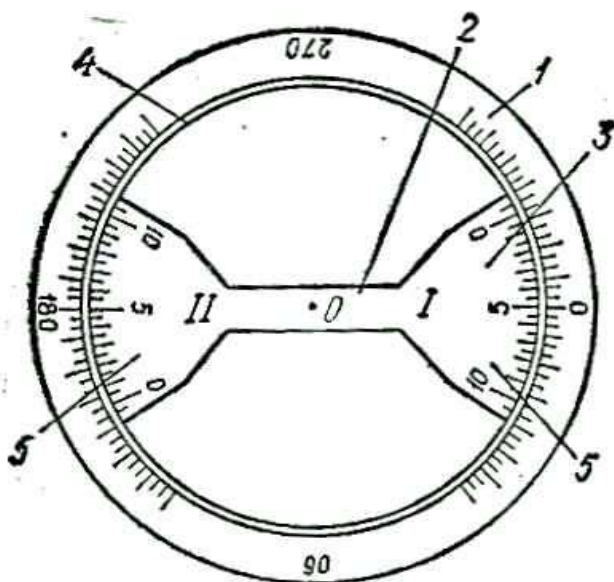
Штативнинг кўриниши ва оёқ учларининг ясалиши, қисмлари ва номи (11.2-шакл, а) да келтирилган.

Лимб—диаметри 10—12 см ли баркаш (доира) 1 бўлиб (11.3-шакл), айланасининг қирраси 3 йўнилган ва 0 дан 360° гача булакларга бўлинган. Лимбнинг бир бўлагининг қиймати l билан белгиланса, у ҳозирги теодолитларда 10', 20' ёки 30' га тенг бўлади. Лимб марказидаги махсус бўртмали мослама билан тагликка ўрнатилади ҳамда вертикал ўқи атрофида айланади. Лимбнинг маҳкамлаш ва қаратиш (микрометрик) винтлари бўлиб, маҳкамлаш винти қотирилгандан кейингина қаратиш винти ишлайди. Қаратиш винти кўриш трубасини нарсага аниқ қаратишда ишлатилади. Лимб марказида алидада доираси айланади.

Алидада—лимб марказида айланувчи, учиди маълум мослама бўлган чизгич 2 дир. Теодолитларда алидада лимб марказида айланувчи доира 4 бўлиб, бир диаметрининг икки учиди йўнилган қирра (5) га қилинган махсус штрихлар (верньер) ёрдамида лимб бўлакларидан санок олинади (11.3-шакл). Алидаданинг ҳам маҳкамлаш ва қаратиш винтлари бўлади.

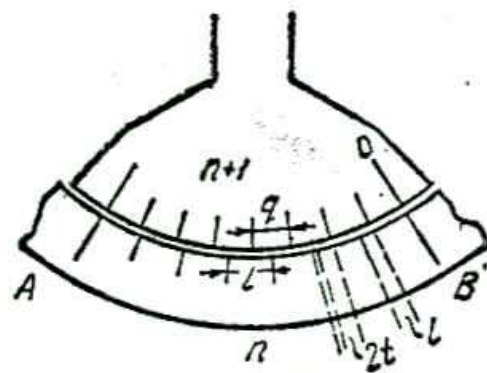
Верньер ва унинг назарияси. Верньер лимб ва планиметр ғилдираги бўлакларидан санок олишда ишлатилади. У қуйидагича ясалади. Агар AB ёйи лимб бўлаги бўлиб, ундан n та бўлак олинса, бир бўлагининг қиймати l дейилса, $AB=nl$ бўлади. AB ёйга тенг ёй

алидаданинг қиррасидан олиниб, $n+1$ бўлакка бўлинса ва бир бўлакнинг қиймати q дейилса, $AB=(n+1)q$ бўлади (11.4-шакл).



11.3-шакл. Лимб ва алидада схемаси;

1—лимб, 2—алидада, 3—лимбдаги градус бўлаклари, 4—алидада доираси, 5—верньер



11.4-шакл.

Шунда

$$nl=(n+1)q$$

(а)

$l-q=t$ бўлади деб олинса, бу верньер аниқлиги дейилади. t ни топиш учун q ўрнига унинг

(а) даги қиймати $q = \frac{nl}{n+1}$ ни қўйсак,

$$t = \frac{l}{n+1} \quad (11.2)$$

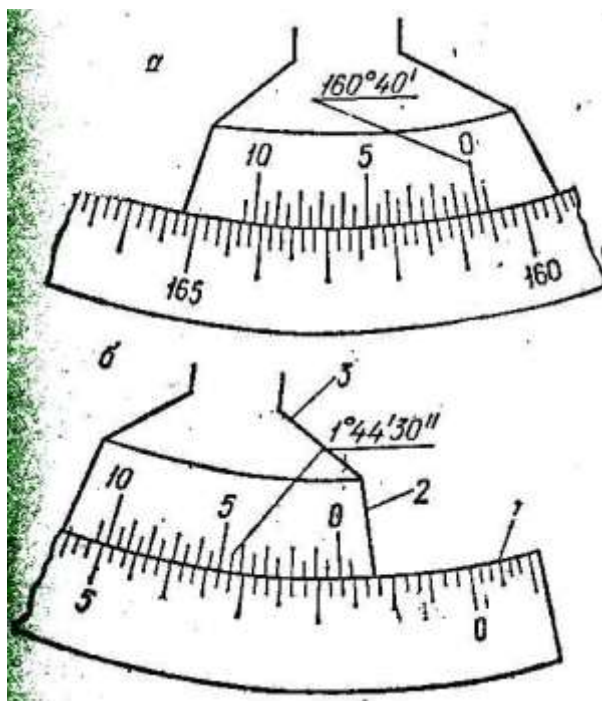
чиқади, яъни верньер аниқлиги лимбнинг бир бўлаги қиймати (l) ни верньер бўлаklarининг сони ($n+1$) га бўлинганига тенг. Верньер (11.2) формулага асосланиб ясалади. Масалан, ТТ-5 теодолитида лимб бўлаklarининг сони 2160 та бўлганидан

$$l = \frac{360^\circ}{2160} = \frac{21600'}{2160} = 10' \text{ бўлади. Аниқлиги } t=0,5'=30'' \text{ ли верньер яшаш учун лимбдан}$$

олинадиган бўлаклар сони n (11.2) формуладан топилади. Шу вақт $n+1 = \frac{l}{t} = \frac{10'}{0,5'} = 20$

бўлади, яъни лимбдан 19 бўлак олиб, уни верньерда 20 та бўлакка бўлиш лозим.

Лимб ва верньер бўлаklarидан катталаштириб санок олиш учун верньерга лупа ўрнатилади. Верньердан санок олишда қуйидаги қоидага амал қилинади. Лимб, алидада маҳкамлангач, лимб бўлаklarидан верньер 0 штрихгача бўлган градус ва ўнли минутлар сони аниқланади; кейин верньернинг ноль штрихидан чапдаги верньер штрихларидан нечанчиси лимб штрихига тўғри келгани топилади. 11.5-шаклда ТТ-5 да верньернинг кўриниши ва ундан санок олиш келтирилган.

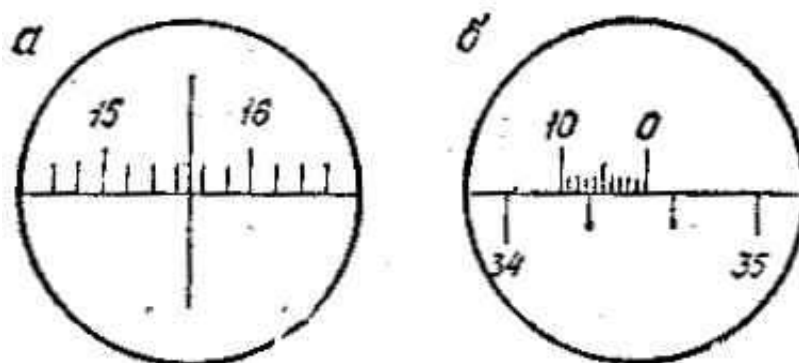


11.5-шакл.

Умуман санок олишда лимб бир булаг l нинг қийматини ва верньер аниқлиги t ни яхши билиш керак. ТТ-5 да верньернинг минутли штрихлари узун, $30''$ ли штрихлари эса қисқа чизилган. 11.5-шакл, б да верньернинг 0 штрихи лимбнинг 1° ли штрихидан тўрт бўлак ўтган, шунга кўра лимбдаги санок $1^\circ 40'$ бўлади; кейин верньернинг 0 штрихидан чапдаги 5 рақаи ёзилган штрих ўнг томонидаги кичик штрих, яъни 0 штрихдан чапдаги 9-штрих лимбнинг штрихига тўғри келган; шунга кўра санок $9 \times 0,5' = 4,5'$ бўлади. Шунда верньер саноғи $1^\circ 40' + 4,5' = 1^\circ 44,5'$ бўлади, 11.5-шакл, а да эса санок $160^\circ 40'$ га тенг.

Микроскоплар. Металл лимбни майда бўлақларга бўлиш мумкин бўлмаганидан верньерлар ёрдамида $30''$ дан кичик аниқлик билан санок олиш мумкин бўлмайди. Оптик теодолитларда верньер ўрнида микроскоплар ишлатилади. Микроскоп *штрихли* ва *шкалли* бўлади.

Штрихли микроскоп. Микроскоп верньер лупаси ўрнида ёки бошқа йўл билан лимб штрихларидан санок олиш мосламасидир. Бунда труба ичига, линзаларидан ташқари, бир шиша пластинка ҳам ўрнатилади. Бу пластинка ўртасига ёлғиз бир вертикал штрих чизилади ва бу штрих бўйича бўлақлардан санок олинади (11.6-шакл, а), бу штрих *индекс* дейилади. Санок олишда лимб бўлақларидан индексгача градус ва $10'$ ли бўлақлар санаб олинади; шаклда 15° дан кейин штрих 3-бўлакни кўрсатганидан, санок $15^\circ 30'$ бўлади; кейин бу қийматга бўлак ораси индексгача чамалаб олинади, $0,5$ га тўғри келадики, бу $5'$ бўлади.



11.6-шакл. Микроскоплар:

a —штрихли, саноқ $15^{\circ}36'$, b —шкалали,
саноқ $34^{\circ}20'+6,4'\cdot 2=34^{\circ}20'+13,2=34^{\circ}32,8'$.

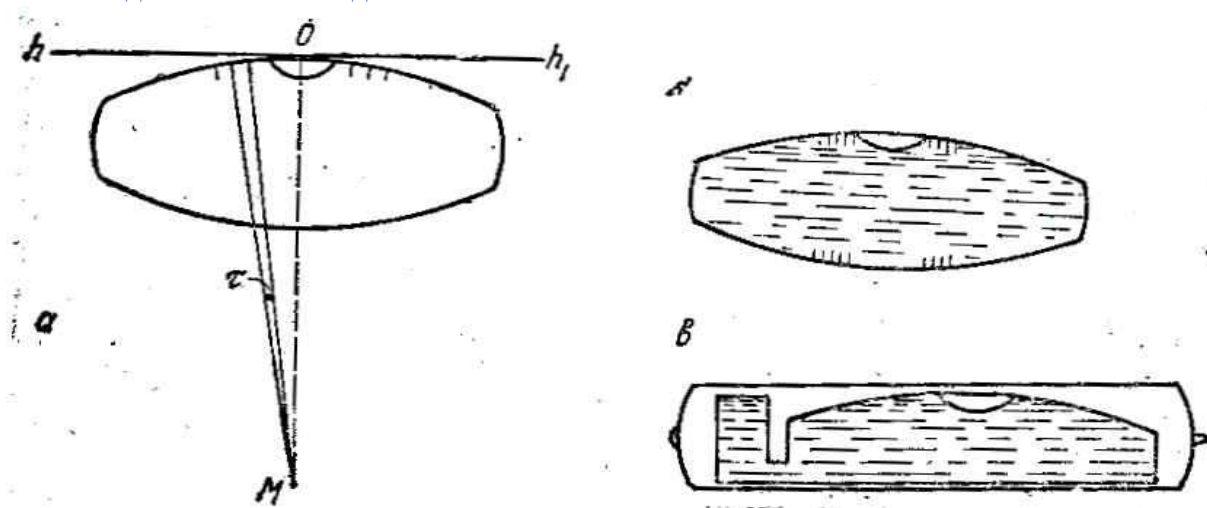
Шунга кўра тўла саноқ $15^{\circ}30'+5'=15^{\circ}35'$ бўлади. Баъзи теодолитларда бир кўриш майдонида горизонтал ва вертикал доира лимб бўлаклари кўринади. Бундай вақтда ҳам бир микроскоп штрихидан иккала доира лимби бўйича саноқ олинади.

Шкалали микроскоп. Штрихли микроскопнинг аниқлиги кам бўлганлиги учун аниқ асбобларда шкалали микроскоп ишлатилади.

Бу микроскопда шиша пластинкага штрих ўрнига шу асбоб лимб бўлакларига мос шкала ишланади; шунга кўра, шкалали микроскопнинг тури кўп. 11.6-шакл, b да лимби $20'$ дан бўлинган доиранинг бир қисми (бир градуси) кўрсатилган. Пластинкада лимбнинг бир бўлагига баравар ёй олиб, у 10 бўлакка бўлинган, шунга кўра шкаланинг бир бўлаги $2'$ га тенг. Шунда шакл бўйича саноқ $34^{\circ}20'+6,6'\cdot 2=34^{\circ}33,6'$ бўлади. Т-15 ва Т-5 теодолитларидаги шкалали микроскоплар турлича бўлади, улар билан кейинроқ танишамиз.

Адилаклар. Адилак геодезик асбобларни ишлатишдан олдин уларни горизонтал вазиятга келтириш учун керак бўладиган асбоб бўлаги бўлиб, кўриниши жиҳатидан *доиравий* ва *цилиндрик* бўлади. Цилиндрик адилак аниқроқ бўлганидан кўп ишлатилади. Адилаклар ампула, ғилоф ва тагликдан иборат.

Ампула—ички юзаси маълум градусли ёй қилиб ишланган шиша най (11.7-шакл). Ампула иссиқ. эфир сульфат ёки спирт билан тўлдирилгач, найнинг оғзи кавшарлаб қўйилади. Ампула ичидаги суюқлик совигач, пуфакча (бўшлиқ) ҳосил бўлади; у ҳамиша энг баланд жойни эгаллайди.



11.7-шакл. a . Цилиндрик адилак ампуласи; b —реверсион адилак ампуласи, c —камерали адилак ампуласи.

τ —адилак бир бўлагининг қиймати, hh_1 —адилак ўқи.

Ампула бўлакларининг ўрта нуқтаси (0) адилакнинг ноль нуқти дейилади; 0 га уринма бўлган чизиқ hh_1 цилиндрик адилак ўқи деб эталади. Пуфакча ноль пунктда турганда адилак ўқи горизонтал бўлади. Ёй 0 пунктдан икки томонга 2 мм дан бўлакларга бўлинади. Ҳар бўлакка адилак бир бўлагининг қиймати дейилиб, τ билан белгиланади. τ нинг қиймати орқали адилакнинг сезувчанлиги белгиланади. Агар бўлакнинг чизғий қийматини l , ёй радиусини R деса l нинг бурчак қиймати

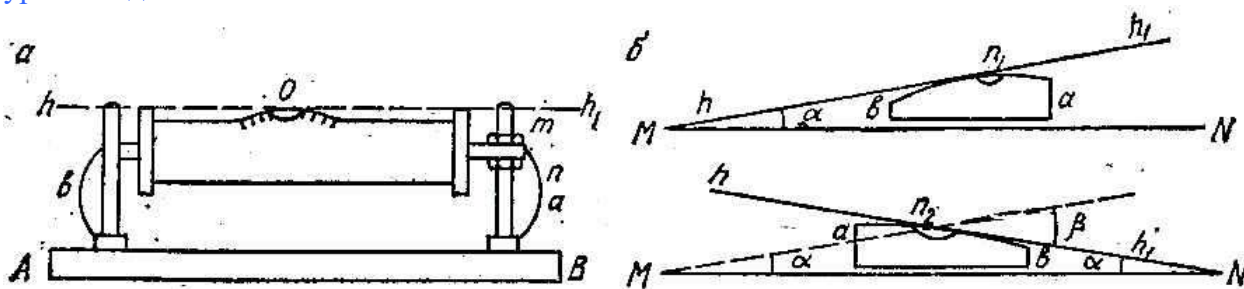
$$\tau = \frac{l}{R} \rho \quad (11.3)$$

бўлади; бу ерда $\rho=206265''$. Теодолитларда $\tau=15 \dots 60''$ гача бўлади. τ нинг қиймати қанча кичик бўлса, адилак шунча сезувчан ҳисобланади.

Баъзан ампула ички юзасининг ҳаммаси ёй қилинади ва икки томони бир хил бўлакларга бўлинади; бундай адилак *реверсион* (айланадиган) *адилак* дейилади. Ампула ғилофи ҳам шунга мосланиб, икки томони очик бўлади (11.7-шакл, б).

Ҳаво температураси ўзгариши билан пуфакча ўлчами ҳам ўзгаради. Иссиқ кунлари суюклик ҳажми ортиши билан пуфакча кичиклашади, адилакнинг сезувчанлиги камаяди, совуқда аксинча, пуфакча катталашади. Пуфакча ўлчамини ўзгартириш учун баъзи ампуланинг бир томонида камера (бўшлик) бўлиб, у ампула ичидан таги очик тўсиқ билан ажратилган (11.7-шакл, в). Ампулани турли томонга силкитиб, суюкликни камерага қочириб ёки камерадан чиқариб, пуфакча ўлчамини ўзгартириш мумкин; бундай адилак *камерали адилак* дейилади.

Адилак ғилофи-(қутиси). Адилак ампуласи шиша бўлганидан, у синиб қолмаслиги учун махсус металл ёки ёғоч қутига жойланади (11.8-шакл, а). Ампула уст томонининг ўртаси очик қутига солинган, қутининг учидаги бўртма *AB* асосга таянган икки устунга ўрнатилади.



11.8-шакл. а. Адилак ғилофда (оправада);

hh_1 —адилак ўқи, m ва n —гайкалар, AB —ғилоф асоси. б—адилакни текшириш схемаси.

Бир учини m ва n гайкалар ёрдамида кўтариш ёки тушириш мумкин. Баъзан гайка ўрнида пружина бўлади ва *тузатиш винти* дейилади.

Адилакни текшириш. Цилиндрик адилак ўқи hh_1 оправанинг (ғилоф) қуйи текислигига параллел бўлиши керак яъни $hh_1 \parallel AB$. Бу шарт a ва b устунлар тенг бўлгандагина бажарилади. Масалан, $a > b$ бўлсин. Текшириш учун адилакни ихтиёрий MN текисликка қўйиб (11.8-шакл, б), a томонга қочган пуфакча учидан n_1 санок олинади. Бунда адилак ўқи hh_1 текислик MN билан M нуқтада кесишиб, α бурчак ҳосил қилади; бу бурчаги hh_1 нинг AB га параллел бўлмаганлигидан келган хатодир. Кейин адилак 180° айлантирилади, a ўрнига b ни, b ўрнига a қўйилиб, пуфакча учидан n_2 санок олинади. Бунда hh_1 ўқ MN билан N нуқтада α бурчак ҳосил қилиб кесишади. Ўқнинг икки туриши орасидаги β

бурчак ташқи бурчак бўлганидан, 2α га тенг, яъни $\beta = 2\alpha$, ёки $\alpha = \frac{\beta}{2}$; β бурчак пуфакча

учидан ўнг ва чапга сурилганда олинган саноклар йиғиндисига тенг, яъни $\beta = n_1 + n_2$.

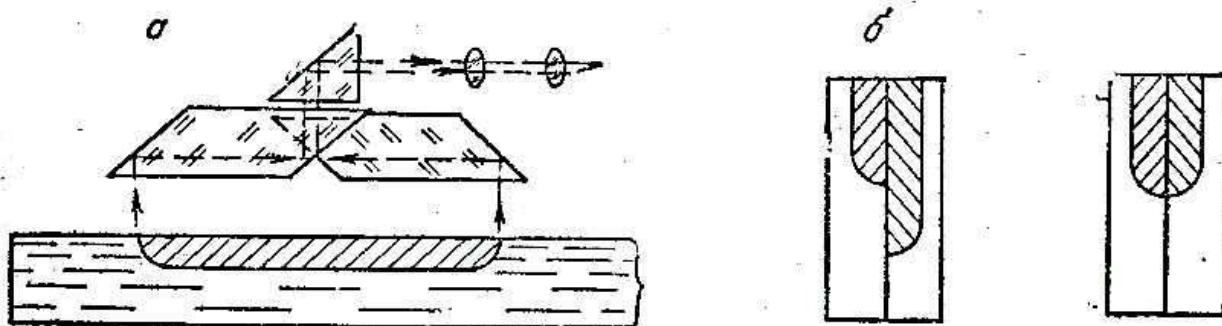
Мисол. Биринчи ҳолда пуфакча ўртадан 5 бўлак ўнга ($n_1 = 5$), иккинчи ҳолда эса 3 бўлак чапга ($n_2 = 3$) сурилган бўлсин. Шунда $\beta = 5 + 3 = 8$ бўлади; хато бурчак α эса $8 : 2 = 4$. Буни тузатиш учун a устундаги гайка ёки пружина ёрдамида пуфакча ўнг томонга 4 бўлак сурилади.

Адилакни қуйидагича ҳам текшириш ва тузатиш мумкин. Адилакни бир ихтиёрий юзага қўйиб, паст учи остига нарса қистириб пуфакча ўртага келтирилади. Кейин 180° га айлантириб қўйилади. Пуфакча ўртадан қанча (неча бўлак), масалан, n бўлак қочса, ана

шу β бурчак қиймати бўлади. Кейин тузатиш винти билан пуфакча $\frac{\beta}{2}$ бўлак ўрта томонга сурилади.

Теодолитда адилак алидада доираси устига ўрнатилган, адилакнинг асоси алидада усти бўлади.

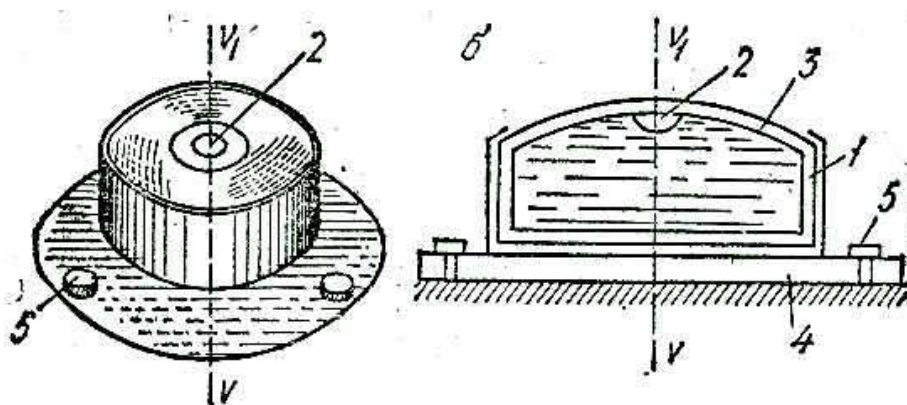
Контактли адилаклар. Аниқ асбобларда, кўпинча нивелирларда, контактли адилаклар ишлатилади. Бундай адилаклар асбоб ён томонида бўлиб, унинг устига призмалар системаси жойланади; призмалар орқали пуфакча ҳолати трубаинг кўриш майдонида иккита ярим палла бўлиб кўринади (11.9-шакл, *а*); 11.9-шакл, *б* да пуфакчалар бирлашмаган адилак ўқи горизонтал эмас;



11.9-шакл.

11.9-шакл, *в* даги каби пуфакчалар бирлашганда, адилак ўқи горизонтал ҳолатда бўлади. Пуфакчаларни бирлаштириш учун асбобда махсус винт бўлади. Масалан, НЗ нивелиридаги махсус винт *элевацион винт* дейилади.

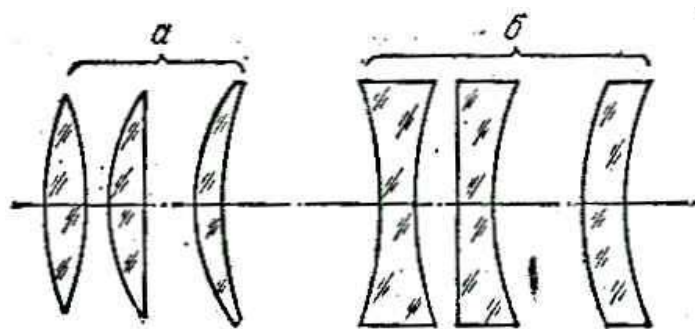
Доиравий адилак. Аниқлиги цилиндрик адилак аниқлигидан кичик бўлганлигидан геодезик асбобни тахминан горизонтал ҳолатга келтиришда ишлатилади. 11.10-шакл, *а* да доиравий адилакнинг умумий кўриниши, 11.10-шакл, *б* да эса вертикал кесими келтирилган. Ампуласидаги бўлақлар ўрнига айлана чизилган айлана бўлақлари 2 мм дан қилинган. Пуфакча диаметри 2—4 мм га тенг. Айлана маркази *О* нуқта ҳисобланади. *О* нуқтадан ампуланинг сферик юзасига перпендикуляр бўлиб ўтган вертикал чизик *адилак ўқи* дейилади. Пуфакча доирача ичида тўрганда ўқ вертикал вазиятда бўлади. Доиравий адилакнинг ўқи асбоб айланиш ўқига параллел бўлиши керак. У цилиндрик адилак каби текширилади, хато бўлса, адилак тагидаги учта тузатиш винти ёрдамида тузатилади.



11.10-шакл. Доиравий адилак:

а—умумий кўриниши, *б*—вертикал кесими; VV_1 —адилак ўқи, 1—қути, 2—пуфакча, 3—адилак устки шишаси, 4—асоси, 5—тузаткич винт.

Кўриш воситалари. Геодезик асбобларда майда бўлақлардан санок олиш, узок нуқталарга қараш учун турлича ясалган кўриш қуруллари ишлатилади. Кўриш воситалари лупа, микроскоп ва кўриш трубаларига бўлинади. Ҳозирги кўриш воситалари бир ёки бир неча мусбат (11.11-шакл) ва манфий линзаларнинг турли вазиятларда ўрнатилиши орқали ясалади.

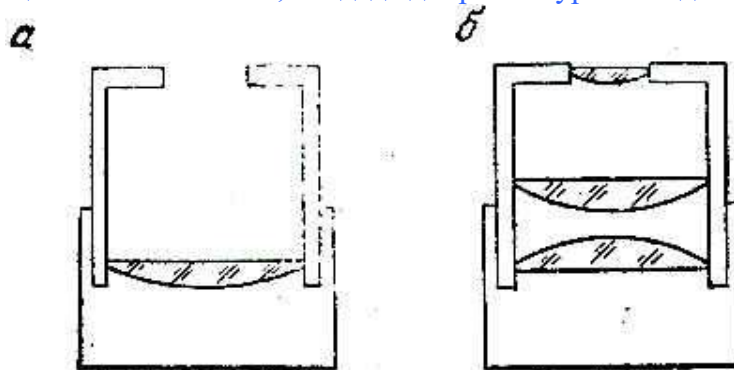


11.11-шакл.

Нарсанинг тасвири трубаларда қуйидаги уч нурнинг иккиси орқали ҳосил бўлади:

- 1) оптикавий ўққа параллел тушган нур;
- 2) линза марказидан ўтган нур;
- 3) линза фокусидан ўтган нур.

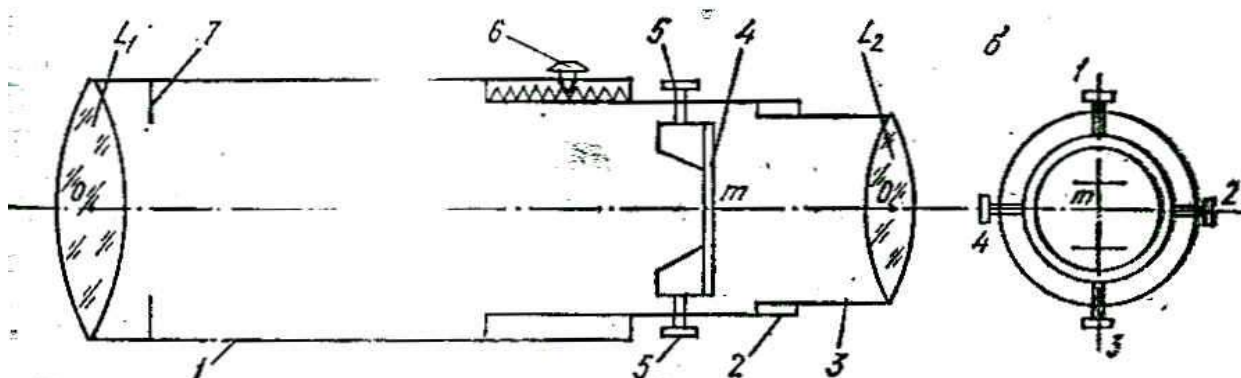
Лупа. Лупа лимб бўлакларидан санок олишда ишлатилади ва трубага ўрнатилган бир ёки бир неча линзалар системасидан ясалади (11.12-шакл). Лупанинг бир линзалиси—*оддий*, кўп линзалиси—*мураккаб* лупа дейилади. Лупа махсус мослама ёрдамида верньер бўлакларидан санок олишга мосланиб, алидада доирасига ўрнатилади.



11.12-шакл.

Кўриш трубалари. Геодезик асбоблар жойда турли масофадаги нарсаларга кўриш трубалари орқали қаратилади. Кўриш трубалари алидада доираси устидаги икки тагликка (11.2-шакл, 7), ўрнатилган бўлиб, горизонтал aa_1 ўқ атрофида вертикал текисликда айланади. Кўриш трубаларида нарса тасвирининг кўриниш ҳолатига қараб, трубалар астрономик ва ер трубаларига бўлинади. Астрономик трубалар—қаралган нарсанинг тескари тасвирини, ер трубалари эса тўғри тасвирини ҳосил қилади.

Астрономик труба. Энг оддий астрономик труба Кеплер трубаси бўлиб, у 11.13-шаклда кўрсатилганидек икки томони қабарик объектив L_1 ва окуляр L_2 дан ясалади. Бу линзалар катта ва кичик цилиндрга ўрнатилади ва *объектив тирсаги 1* ва *окуляр тирсаги 2* дейилади. Окуляр бир учига кичик диаметрли трубка 3 ўрнатилган, бу трубкага окуляр линзаси L_2 маҳкамланган. Окуляр тирсагида тўртта винт 5 ёрдамида доиравий диафрагма (махсус тусиқ 4) ўрнатилган. Бу винтлар *иплар тўрининг тузатиш винтлари* дейилади. Диафрагма ўртасига шиша пластинка жойланиб унга ингичка ип каби вертикал ва горизонтал чизиклар (11.13-шакл, б) тортилган, бу чизиклар *иплар тўри* дейилади. Окуляр тирсагининг объектив тирсаги ичида тишлар ёрдамида сурилишини ростлаш учун махсус винт 6 ясалган, бу винт *кремальер винт* деб аталади. Кремальер винт ёрдамида окуляр тирсаги объектив тирсаги ичида сурилади ва бунда труба узунлиги ўзгаради.

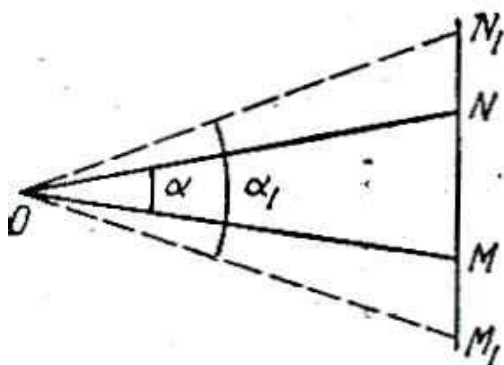


11.13-шакл. а—ташқи фокусладиган (астрономик) кўриш трубаси; L_1L_2 —объектив ва окуляр линзалари, 1—объектив тирсаги, 2—окуляр тирсаги, 3—окуляр трубкачаси, 4—иплар тўри, 5—тўрнинг тузаткич винти, 6—кремальер винт, 7—диафрагма. б—иплар тўрининг схемаси; 2, 4—горизонтал тузаткич винт, 3, 5—вертикал тузаткич винт.

Бундай кўриш трубаси *ташқи фокусладиган труба* дейилади. Объектив линзаси четига тушган нурларни окуляр томон ўтказмаслик учун объективдан ич томонда ўртаси очик доиравий диафрагма—тусиқ 7 қўйилган. Тўрдаги вертикал ва ўртадаги горизонтал иплар кесишган m нукта *тўр маркази* дейилади. Объектив маркази O билан тўр маркази m ни туташтирувчи Om чизик *кўриш ўқи* деб аталади. Нарсага қаралганда жойдаги нуктага тўрнинг m нуктаси тўғриланади. Объектив маркази O билан окуляр маркази O_1 ни туташтирувчи чизик *оптик ўқ* деб аталади. Объектив ва окуляр тирсакларининг (цилиндрларнинг) ўқлари бир чизикда ётиши керак бу чизик трубанинг *геометрик ўқи* дейилади. Тўғри асбобда оптик ва геометрик ўқлар бир чизикда ётиши лозим.

Тўғри тасвирли кўриш трубалари. Кузатиладиган нарса тасвирини ўзидек қилиб кўрсатадиган труба *ер трубаси* дейилади. Бундай трубани даставвал машҳур олим—Галилей (1564—1642) ишлатган, шунга кўра у, кўпроқ *Галилей трубаси* ҳам дейилади. Галилей трубаси узун бўлгандагина нарса тасвирининг катталашуви ортади, лекин равшанлиги камаяди. Шунга кўра, геодезик ишларда тескари тасвир берувчи астрономик трубалар ишлатилади. Лекин кейинги даврда қурилиш ишларида бажариладиган баъзи геодезик ишларни амалга оширишда тўғри тасвир берувчи трубаларнинг афзаллиги сезилди. Шунга кўра, баъзи геодезик асбоблар кўриш трубалари тўғри тасвир берадиган қилиб чиқарилмоқда. Оптика техникасининг ўсиши билан кўриш трубаларида бир неча мусбат ва манфий линзалар системаси шундай ўрнатиладики, равшанлик камаймайди ва труба узунлиги ҳам ошмай, тўғри тасвир олинади. Масалан, Т15К, КБ1 асбобларнинг трубалари тўғри тасвир беради.

Кўриш трубасининг катталаштириши. Кўриш трубасининг катталаштириши кўриш бурчакларининг нисбати билан ифодаланади. Кўриш бурчаги



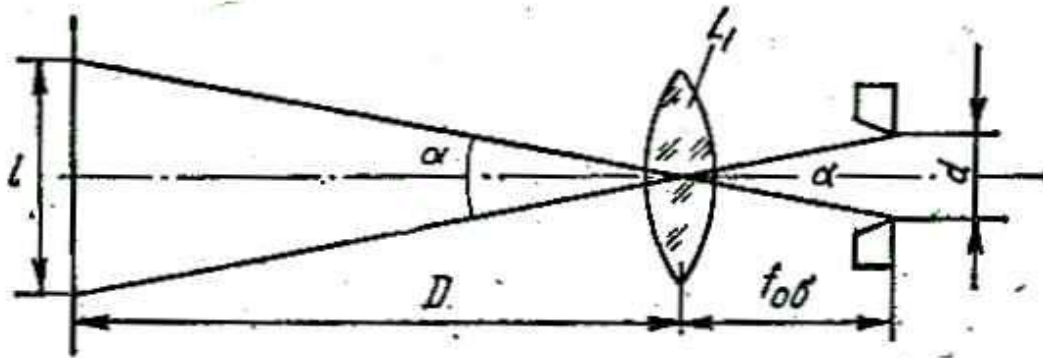
11.14-шакл.

деганда нарсанинг четки нукталаридан кўз қорачиғига тушган икки нур орасидаги бурчак тушунилади (11.14-шакл). O нуктадан MN ни кўриш бурчаги α бўлса, M_1N_1 ни кўриш бурчаги α_1 бўлади; $\alpha_1 > \alpha$ бўлганидан $M_1N_1 > MN$, яъни қаралган нарсанинг кўриниш катталиги кўриш бурчаги катталигига тўғри пропорционал ўзгаради. Шунда трубаaning катталаштириши ν кўриш бурчакларининг нисбатига тенг бўлади:

$$\nu = \frac{\alpha_1}{\alpha} \quad (11.4)$$

Трубаaning қуриш майдони. Тинч ҳолатдаги трубадан қараб ундан кўринган фазо трубаaning кўриш майдони дейилади.

Бу майдон (11.15-шакл) α бурчакнинг катталиги билан аниқланади. Бурчакнинг катталиги эса, шаклда кўрсатилганидек иплар тўри диафрагмасининг диаметри d_1 ва объектив фокус масофаси $f_{об}$ га боғлиқ. Шаклга кўра



11.15-шакл.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1}{2f_{об}} \quad \text{ёки} \quad \frac{\alpha}{2} \cdot \sin 1' = \frac{d_1}{2f_{об}},$$

бундан

$$\alpha = \frac{d_1}{f_{об} \sin 1'} = \frac{d_1}{f_{об}} \rho \quad (a)$$

бўлади.

Тўр диафрагмасининг диаметри d_1 трубаaning тузилиши ва окулярнинг фокус масофаси $f_{ок}$ га боғлиқ бўлиб, улар орасидаги муносабатни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$d_1 = f_{ок} \cdot q \quad (б)$$

q —боғланиш коэффициента бўлиб, 0,5—0,75 га тенг. Бу қийматларни (a) га қўйсак,

$$\alpha = \frac{f_{ок} q \rho}{f_{об}}$$

ёки соддалаштирсак

$$\alpha = \frac{q \rho}{\nu} \quad (в)$$

бўлади. Агар $\rho = 3438'$, $q = \frac{2}{3}$ деб, буларни (в) га қўйсак,

$$\alpha = \frac{38,2^\circ}{\nu} \quad (11.5)$$

чиқади, яъни кўриш майдони трубаaning катталаштиришига тескари пропорционал. Кўриш трубаaning катталаштириши оширилса, кўриш майдони кичиклашади, кузатиладиган

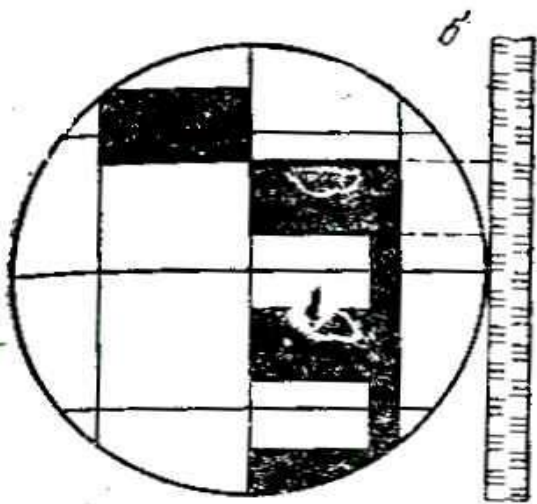
нуқтани топиш қийинлашади. Шунга кўра трубанинг катталаштириши ортиқ бўлган теодолитларга, катталаштириши кичик кўриш майдони эса катта бўлган қўшимча труба ўрнатилади ва бу труба *изловчи труба* дейилади. Аввал изловчи труба билан нуқтани топиб, кейин асосий труба билан қаралади.

Кўриш трубасининг катталаштиришини аниқлаш. Трубанинг катталаштириши ҳар қайси асбобни чиқарган заводнинг асбобга қўшиб бериладиган йўлланмасида кўрсатилган бўлади. Бунинг амалда қуйидагича аниқлаш ҳам мумкин.

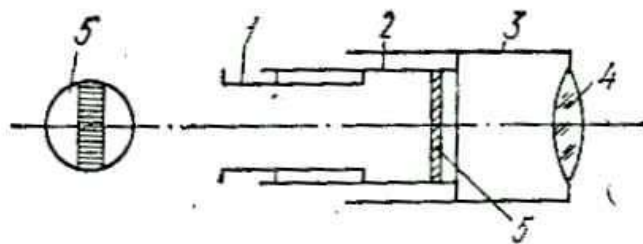
Рейка ёрдамида (Галилей усули)-15—20 м масофага рейкани вертикал ҳолда қўйиб, бир вақтда бир кўз билан рейкага трубасиз, иккинчи кўз билан эса рейкага труба орқали қаралади. Труба орқали қаралгандаги маълум оралиққа кўз билан қараганда неча бўлак труба орқали қараганда неча бўлак тўғри келгани аниқланади. Кўз билан қаралганда кўринган бўлаklar сони ($n_{\text{кўз}}$), труба билан қаралгандаги бўлаklar сони (n_T) га бўлинса, трубанинг катталаштириши ν чиқади:

$$\nu = \frac{n_{\text{кўз}}}{n_T} \quad (11.6)$$

11.16-шаклда чап томонда (а) труба орқали қараш, ўнг томонда (б) кўз билан қарашдаги ҳолат кўрсатилган. (а) даги бир бўлакка (б) да 20 бўлак тўғри келган, яъни $n_{\text{кўз}}=20$, $n_T=1$; шунда (11.6) га кўра $\nu=20:1=20*$ бўлади, яъни (а) даги 3 бўлакка (б) да 60 бўлак тўғри келади, $\nu=60:3=20*$ бўлади.



11.16-шакл.



11.17-шакл.

Трубанинг катталаштиришини формула билан аниқлаш. Бунда

$$\nu = \frac{a}{b} \quad (11.7)$$

формула билан аниқланади. Бунинг учун объектив диаметри чизғич билан ўлчанади, бу a бўлади. Нур чиқиш тешигининг диаметри b ўлчаш лупаси ёки *динаметр* ёрдамида ўлчанади (11.17-шакл). Динаметр турли диаметрдаги учта (1, 2, 3) трубадан ясашиб, катта диаметрли трубага лупа 4 ўрнатилган. 2 труба учига пластинка ўрнатилиб, унга қиймати 0,1 мм бўлган шкала 5 чизилган. Шкалага лупа 4 дан қаралади, равшан қилиш учун 2 труба 3 ичида ҳаракат қилади. Кўриш трубаси узоқ нуқтага қаратилиб фокуслангач, унинг окулярига динаметр ўрнатилиб, 1 труба 2 труба ичида ҳаракатлантирилади-да, шкала юзасида ёруғ доирача ҳосил қилинади; бу ёруғ доирача диаметри чиқиш тирқишининг, яъни объективдаги нур кўриш тирқишининг окуляридаги тасвири бўлади. Бу доирача диаметри шкала бўлаklари орқали ўлчанса, у b қиймат бўлади. Кейин a ва b орқали (11.7) формула бўйича ν ни аниқлаш мумкин.

Кўриш майдонини аниқлаш. Амалий йул билан куриш майдонини аниқлаш учун асбобдан D масофага (11.15-шакл) рейкани вертикал қўйиб, кўринган оралик l аниқланади. Шунда $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{l}{2D}$ ёки

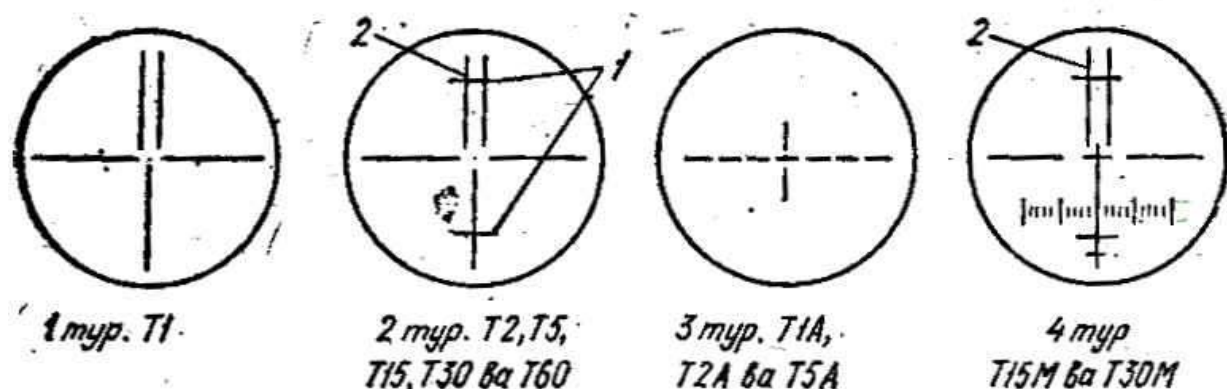
$$\alpha = \frac{l}{D} \rho \quad (11.8)$$

бўлади. $\rho = 3438'$.

Вертикал доирали теодолитларнинг кўриш майдони қуйидагича аниқланади. Маълум масофадан бир нуктага кўриш майдонининг юқори чети қаратилиб, вертикал доирадан санок $n_{ю}$ олинади. Кейин қуйи чети қаратилиб, яна санок $n_{к}$ олинади. Шунда кўриш майдон α саноклар айирмасига тенг бўлади:

$$\alpha = n_{ю} - n_{к}. \quad (11.9)$$

Иплар тўри. Трубани нуктага бир хилда аниқ қаратиш учун трубада бел-гили нукта булиши керак. Бундай нукта сифатида кўриш трубасининг окуляр тирсагида окуляр трубчасининг объектив томонида махсус диафрагма шишасига чизилган вертикал, горизонтал чизиқлар кесишган нукта m қабул қилинади (11.13-шакл, б), бу нукта *тўр маркази* ҳам дейилади.



11.18-шакл.

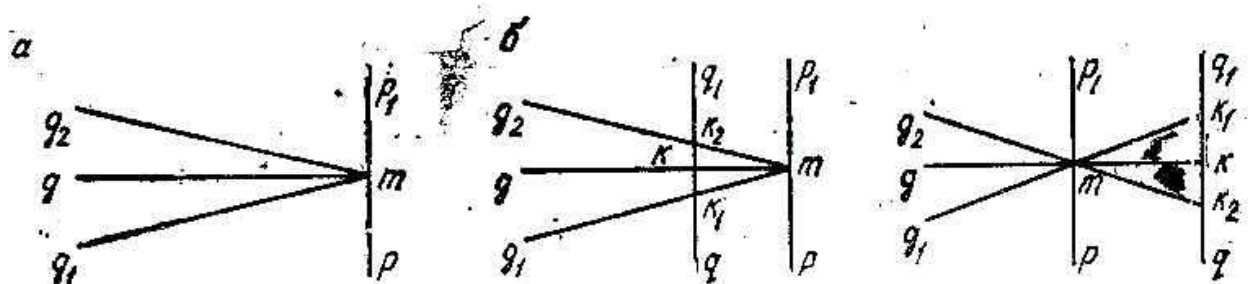
Бу иплар чизилган шиша 4 диафрагмага ўрнатилиб, у иплар тўри дейилади ва ўрнатилган металл мослама тўрт винт 5 ёрдамида ушлаб туриладики, булар иплар тўрининг тузатиш винтлари деб аталади. Бу винтлар ёрдамида иплар тўрини ўнг-чапга, юқори-қуйига суриш мумкин. 11.18-шаклда, ГОСТ 10529—79 га биноан, теодолитларда ишлатиладиган тўрдаги ипларнинг қандай чизилганлиги (тўртта тури) ва улар ўрнатилган теодолитлар кўрсатилган. Икки ипнинг вертикал ёнма-ён ўтказилгани 2 *биссектор* дейилади. 1—дальномер иплари.

Кўриш трубасини кўзга ва нарсага тўғрилаш.

Кўзга тўғрилаш. Кўриш трубасини ишлашдан олдин кўзга тўғрилаш керак. Кузатувчи трубани осмонга ёки очик деворга қаратганда тўр иплари равшан ва қорамтир бўлиб кўринмай, хира кўринса, буни яхшилаш учун окуляр трубчаси 3 (11.13-шакл) иплар якқол кўрингунча ўнг ёки чапга буралади. Бу процесс *трубани кўзга тўғрилаш* дейилади. Янги асбобларда окуляр трубчаси махсус ҳалқасимон мосламага ўрнатилади, бу мослама ёрдамида буралиб кўзга тўғриланади; бу *диоптрия ҳалқа* дейилади.

Трубани нарсага тўғрилаш. Кузатиладиган нарса асбобга нисбатан турли узоқликда бўлади, шунга кўра, унинг тасвири фокусга яқин бўлмаганидан нарса тасвири хира кўринади. Тасвирни равшан қилиш учун кремальер винт 6 ёки ички фокусладиган янги

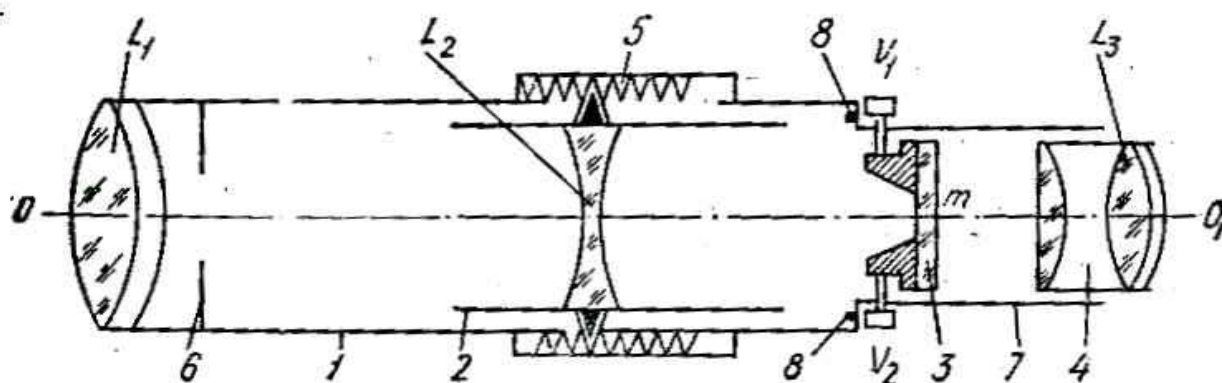
асбобларда трубадаги кремальер ҳалқа тасвир тиниқ ва равшан бўлгунча буралади. Бу процесс *трубани нарсага тўғрилаш ёки трубани фокуслаш* дейилади. Труба ҳар нуктага қаратилганда фокусланиши керак. Трубани фокуслашда қуйидагига эътибор бериш лозим. Агар кузатилган нарса узоқда бўлса, кремальер винт трубкасини (винтини) чапга (соат стрелкаси юришига тескари), яқинда бўлса, ўнгга (соат стрелкаси юриши томонига) бураш керак.



11.19-шакл.

Иплар тўрининг параллакси. Труба тўғри фокусланмаса, иплар тўри параллакси вужудга келади. Тўғри фокусланганда тасвир qq_1 иплар тўри текислиги PP_1 да (фокал текисликда) ҳосил бўлади. Параллакс борлигини билиш учун окуляр олдида кўз g ўнг ёки чапга, юқори ёки пастга (g_1 ва g_2 нуктага) ҳаракат қилдирилади; шу вақт тасвир qq_1 нукта m да ўзгармай турса (11.19-шакл, а) тўғри фокусланган бўлади. Агар фокуслаш етарли даражада тўғри бўлмаса, тасвир иплар тўри олдида (11.19-шакл, б) ёки орқасида (11.19-шакл, в) ҳосил бўлади. Бу ҳодиса *иплар тўрининг параллакси* дейилади. Бунинг йўқотиш учун кремальер винтини бир оз бураш, яъни тўғри фокуслаш керак.

Ички фокусладиган труба. Ташқи фокусладиган трубаларни фокуслашда окуляр тирсаги объектив тирсагида ташқи тишлар (зубчатка) ёрдамида ҳаракат қилади, бунда труба узунлиги ўзгаради ва ҳаводаги чанг-тузон ва намлик таъсирида тишлар кирланиши ва занглаши мумкин,



11.20-шакл. Ички фокусладиган кўриш труба.

L_1 —объектив, L_3 —мураккаб окуляр, L_2 —фокуслаш линзаси, V_1V_2 —тўрнинг тузатгич винтлари, 00_1 —оптикавий ўқ; 1—объективли тирсак, 2—патрубка, 3—иплар тўри, 4—окуляр трубкачаси, 5—кремальер винт, 6—диафрагма, 7—окуляр тирсаги, 8—окуляр ва объектив тирсаклар бирлашган жойи, m —тўр маркази.

шу сабабли окуляр равон ҳаракат қилмаганидан кўриш ўқининг ҳолати ўзгаради. Бу камчилиكنи йўқотиш учун кўриш трубалари ички фокусладиган қилиб ишланади. 11.20-шаклда ички фокусладиган трубаининг кесими ва оптикавий схемаси берилган.

Труба фокусловчи линза L_2 ни кремальер винт 5 ёки ҳалқа ёрдамида труба ичида ҳаракатлантириш йўли билан фокусланади.

Теодолит турлари. Теодолитлар бўлақларининг бир-бирига бўлган муносабатига қараб оддий, такрорий ва буриладиган лимбли бўлади. Теодолит лимби айланмаса, оддий, айланса—такрорий бўлади. Такрорий теодолитда лимб ва алидада айланганидан, ҳар қайсисининг ўзига хос сиқувчи ва қаратиш винтлари бўлади.

Буриладиган горизонтал доирали теодолитда сиқувчи ва қаратиш винтлари бўлмайди. Горизонтал доира айланиш ўқидаги махсус барабанча ёрдамида бурилади.

Теодолитлар *металл лимбли* ва *шиша лимбли* бўлади. Лимби шишадан ишланган теодолитга *оптик теодолит* дейилади.

ГОСТ 10529—79 бўйича металл лимбли теодолитлар чиқарилмайди.

Теодолитлар бурчак ўлчашдаги аниқлигига қараб бир неча турга бўлинади. Бурчакни бир приём билан ўлчашдаги ўрта квадратик хато қийматига қараб шифрланади. Масалан, бурчакни бир приём билан ўлчашдаги хато $\pm 30''$ бўлса, теодолит шифри Т30 каби ёзилади, яъни «теодолит» сўзидан Т ҳарфи ва аниқлиги ёзилади. ГОСТ га кўра оптиквий теодолитлар уч гурппага бўлинади ва қуйидаги шифр билан чиқарилади:

1. энг аниқ теодолитлар—горизонтал бурчак ўлчашда ўрта квадратик хатоси $\pm 1,0''$; шифри Т1;

2. аниқ теодолитлар—хатоси $\pm 2''$ дан $\pm 7''$ гача, шифри Т2 ва Т5;

3. техник теодолитлар—аниқлиги $\pm 15''$ дан $\pm 30''$ гача, шифри Т15 ва Т30.

Булар билан бир қаторда, ўқув теодолити номи билан, тўғри тасвирли Т60 шифрли теодолит ҳам чиқарилади.

Бу теодолитлар билан бирга уларнинг такомиллаштирилгани ҳам чиқарилади. Чунончи, маркшейдрлик ишларида қўлланиладиган Т15М ва Т30М шифрли теодолитлар; Т5К, Т15К ва Т30К шифрли, компенсатор ўрнатилган теодолитлар; Т1А, Т2А, Т5А шифрли, кўриш трубази автоколлимацион окулярли теодолитлар; Т15К ва Т60 каби тўғри тасвир берувчи ер трубази теодолитлар шифрига «П» ҳарфи қўшиб ёзилади, масалан, Т5КП теодолита. ГОСТ 10529—79 га кўра, Т1, Т2, Т6, Т15, Т30 теодолитларининг астрономик трубазилари билан бир қаторда ер трубазиларини ҳам чиқариш мўлжалланади.

Модификациянинг тартиб номери шифр олдига ёзилади; масалан, 2Т5А каби. ГОСТ га биноан, Т1 ва Т2 да санок лимб диаметрининг икки учидан олинishi керак. Т1, Т2 ва Т5 ларда қидирувчи доира ўрнатилади. Т15 ва Т5 лар адилаги реверсион қилиб ишланади.

Ҳозирги техник теодолитларда вертикал доира ва иплар тўрида дальномер иплари ўрнатилган; улар вертикал бурчак ва масофани ўлчаш учун ишлатилади ва теодолит-тахеометр деб аталади.

Баъзи теодолит трубалари устига махсус мослама ёрдамида қўйма адилак ўрнатилган, бу билан кўриш ўқи горизонтал ҳолга келтирилади. Бундай теодолит ёрдамида нивелирлаш ҳам мумкин. Металл лимбли теодолит ТТ-5 (теодолит-тахеометр) кўпроқ тарқалганидан ҳозир ишлатилади. Теодолитларнинг дальномер коэффициентига $K=100\pm 0,54$ га тенг.

11.1-жадвалда баъзи теодолитларнинг асосий характеристикаси берилган.

11.1-жадвал

Характеристикаси	Теодолит турлари				
	ТТ5	Т60	Т30	Т15	Т5
Кўриш трубазининг катталаштириши, v^x	25	15	20	25	27
Кўриш майдони, α	$1^\circ 25'$	2°	2°	$1^\circ 30'$	$1^\circ 30'$
Қаратишдаги энг қисқа масофа, м	2	1	1,2	1,2	2
Микроскопнинг катталаштириши, v_m	—	—	18^x	72^x	70^x
Лимбнинг диаметри, мм: горизонтал доира	100	70	70	76	90

вертикал доира	72	70	70	72	70
Лимб бир бўлагининг қиймати, l:					
горизонтал доира	10'	10'	10'	1°	1°
вертикал доира	10'	10'	10'	1°	1°
Санок олиш микроскопи бўлагининг қиймати	—	—	10'	1'	1'
Микроскопдан санок олиш аниқлиги	—	—	1'	0,1°	0,1°
Теодолит оғирлиги, кг	3,1	2	2,2	3,0	3,6

Бурчак ўлчаш усуллари.

Асбобни иш ҳолатига келтириш ва нарсага қаратиш. Теодолит синалиб, текширилиб, тузатилгач, у билан жойда горизонтал бурчакни ўлчаш учун қуйидаги ишлар қилинади:

- 1) асбоб нуқтага марказлаштирилади;
- 2) горизонтал ҳолатга келтирилади;
- 3) труба кузатишга тайёрланади.

Теодолит шовун ёки оптик мослама ёрдамида марказлаштирилади. Шовун билан ишлаганда асбоб штативга ўрнатилиб, тургизиш винти билан маҳкамлангач, штатив *B* нуқта устига қўйилади, штатив боши тахминан горизонтал ҳолатга келтирилади ва штатив оёқлари ерга маҳкам ўрнатилади. Бунда кўтариш винтлари резъбалар ўртасида туриши керак. Кейин тургизиш винти илгагига шовуннинг ипи илиниб қаралади. Агар шовуннинг учи нуқта қозиғи устида турмаса, тургизиш винти бўшатилиб, теодолит штатив устида шовун нуқта устига аниқ келгунча ўнг-чапга сурилади. Шовун юкининг учи нуқта устига тўғри келгач, асбоб марказлашган бўлади, тургизиш винти маҳкамланади.

Оптик марказлаш анча аниқ, бунинг учун аввал юқоридагидек шовун билан ишланади; кейин шовунни олиб қўйиб, тургизиш винтини бир оз бўшатиб, асбоб штатив устида бир оз сурилади-да, оптик марказлаш ишлар тўри доирачаси нуқтага тўғриланади, кейин тургизиш винти маҳкамланади.

Асбоб лимби горизонтал ҳолатга келтирилиши керак; бу иш *асбобни нивелирлаш* дейилади.

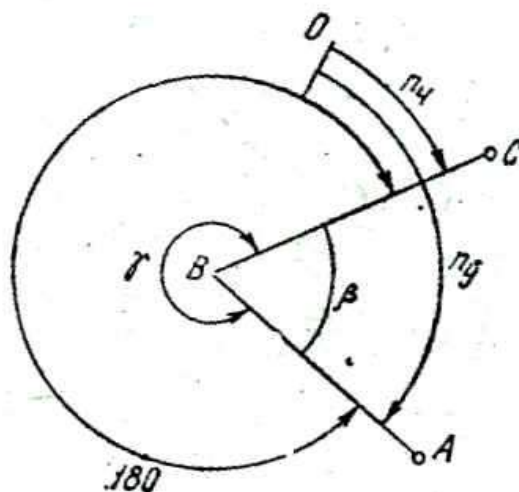
Трубани кузатишга тайёрлашда кузатувчи трубани аввал ўз кўзига тўғрилаши керак.

Кейин трубани нуқтага қаратиш учун лимб маҳкамланиб, алидада ва труба бўшатилади, труба устидаги мушка ёки визир орқали қараб труба нарсага тўғриланади, кузатиладиган нарса тасвири трубада кўрингач, труба ва алидада маҳкамланади. Нарса узоқда бўлса, кремальер винт чапга, яқинда бўлса, ўнгга буралиб, труба фокусланади, яъни нарса тасвири равшанлаштирилади. Кейин труба ва алидада қаратиш винтларини бураб ишлар, тўрининг маркази нуқтага аниқ қаратилади. Веха ерга қадалганда вертикал бўлмаслиги мумкин, шунинг учун вехага қараганда тўр маркази веха тагига қаратилади.

Шаклда кўрсатилган *BA* ва *BC* чизиқлар орасидаги бурчакнинг (11.21-шакл) горизонтал қўйилишини ўлчаш учун *B* нуқтага асбоб юқоридагича ўрнатилгач, алидада бўшатилиб, аввал ўнг нуқта *A* га қаралади-да n_{γ} санок олинади, кейин чап нуқта *C* га қараб n_{α} санок олинади. Шунда *B* нуқтадаги ўнг бурчак β қуйидагича бўлади:

$$\beta = n_{\gamma} - n_{\alpha} \quad (11.10)$$

яъни бурчак ўнг санокдан чап санокнинг айрилганига тенг. *B* нуқтадаги чап бурчак γ ҳам бу бурчак ўнг саногидан чап саногининг айрилганига тенг бўлади. Мисолда β нинг ўнг саноғи n_{γ} γ нинг чап саноғи, β нинг чап саноғи n_{α} эса γ нинг ўнг саноғи бўлади, шунга кўра: $\gamma = n_{\alpha} - n_{\gamma}$.



11.21-шакл.

Бурчак ўлчаш усуллари. Қўйилган аниқлик талабига қараб, теодолит билан горизонтал бурчакни ўлчашда қуйидаги усуллар қўлланилади: 1) приём усули; 2) доиравий приём усули; 3) такрорлаш усули; 4) нолларни тўғрилаш усули ва бошқалар.

1. **Приём усули.** Теодолитни В нуқтага ўрнатиб (11.21-шакл) иш вазиятига келтиргач, лимбни маҳкамлаб, труба ва алидада бўшатилади-да, ДЎ ҳолатида ўнг нуқта А га қаралади, алидадани маҳкамлаб, I верньердан градус, минут ва секунд ($215^{\circ}45'30''$), II верньердан эса минут ва секунд ($46'30''$) саноклари олинади ва улар махсус бурчак ўлчаш журнализига ёзилади (11.2-жадвал); минут, секундларнинг арифметик ўртаси ҳисобланиб ($46'00''$), «ўртача» деган графага ёзилади (бунда марказлашмаслик хатоси йўқолади), бу n_y саногига бўлади. Кейин алидадани бўшатиб, труба чап нуқта С га қаратиладида юқоридагича саноклар олинади ва ўртачаси ҳисобланиб, «уртача» графасига ёзилади ($95^{\circ}43'30''$), бу n_c саногига бўлади. Ўртача графадаги ўнг санок n_y дан чап санок n_c айрилса, бурчак қиймати топилади. Бу *биринчи ярим приём қиймати* дейилади ($90^{\circ}02'30''$). Агар ўнг санок чап санокдан кичик бўлса, ўнг санокқа 360° қўшиб, чап санок айрилади.

Кейин лимб бўшатилади ва уни 90° га буриб яна маҳкамланади, труба зенит орқали айлантрилади. Бунда ДЧ ҳолати бўлади. Яна юқоридаги каби ўнга, кейин чапга қараб, саноклар олинади ва бурчак қиймати ҳисобланади ($90^{\circ}01'30''$). Бу *иккинчи ярим приём қиймати* бўлади. Икки ярим приёмдаги бурчак қийматларининг айирмаси $2t$ дан ошмаслиги керак.

11.1-жа д в а л

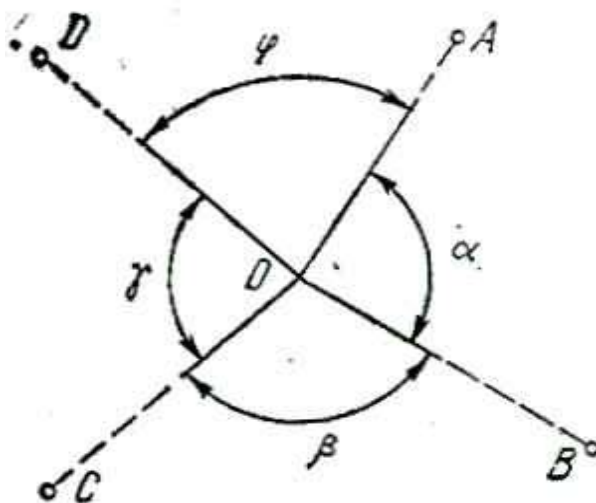
ТТ5 теодолити билан приём усулида бурчак ўлчаш жадвали ТТ5 № 3485

Нукталар номери		Верьер саноклари						Саноклар нинг ўртачаси		Бурчак қиймати			Бурчаклар нинг ўртача қиймати			Магнитавий азимут	Чизикнинг узунлиги, м
		I			II												
турган	қаратган	0	I	II	I	II	I	II	0	I	II	0	I	II			
	A	185	45	30	46	30	Дў 46	00									
B	C	95	43	00	44	00	43	30	90	02	30						

	A	07	17	30	18	30	ДЧ	38	00							
	C	277	17	00	16	00	16	30	90	01	30	90	02	00	1—2	
															58°26'	218,63

Кейин иккала ярим приём қийматларининг арифметик ўртаси ҳисобланади ($90^{\circ}02'00''$); бу *тўлиқ приём қиймати* дейилади. Бу хил ўлчашда коллимацион хато таъсири йуқолади.

2. *Доиравий приём усули*. Агар бир нуктада бир неча йўналиш орасидаги бурчаклар ўлчанса, бунда доиравий приём усули қўлланилади.



11.22-шакл.

Бу усулдан триангуляция ишида кўп фойдаланилади. Масалан, O нуктадан (11.22-шакл) чиққан OA , OB , OC ва OD йўналишлар орасидаги бурчакларни ўлчаш керак бўлса, қуйидагича қилинади. Теодолит ТЗ0 ни $Д\check{U}$ ҳолатида O нуктага ўрнатиб, иш вазиятига келтиргач, I верньер 0° га яқин санокда қўйилади-да, алидада маҳкамланади; лимб айлантирилиб, бош нукта A га қаратилади-да, маҳкамланади. Сўнгра алидада бўшатилиб, труба соат стрелкаси юрадиган томонга бирин-кетин B , C , D ва A нукталарга қаратилади ва микроскопдан санок олиб, журналга ёзилади. A нуктага қараб, дастлаб ва охирда олинган санокларнинг бир хил бўлиши лимб ҳолати ўзгармаслигини кўрсатади. Бу ўлчаш *биринчи ярим приём* дейилади. Кейин трубани зенит орқали айлантириб, $ДЧ$ ҳолатида яна бош нукта A га қараб лимб маҳкамланади ва санок олинади. Кейин алидадани бўшатиб уни соат стрелкаси юрадиган томонга қарши йўналтирилади-да, D , C , B ва A нукталарга қараб санок олинади ва журнал графасига ёзилади. Бу билан *иккинчи ярим приём* тугайди. Икки ярим приём натижаларининг ўртаси тўла приём дейилади. Бунда бутун доира бўйлаб айланилгани учун у *доиравий приём* деб аталади.

$Д\check{U}$ ва $ДЧ$ да олинган саноклар арифметик ўртаси ҳисобланади. α , β , γ ва ϕ бурчакларнинг қийматларини (11.10) формула ёрдамида, ҳар қайси бурчакнинг қийматини ўнг санокдан чап санокни айириш йўли билан топиш мумкин. Амалда кўпроқ аввал йўналишлар саногини ҳисобланиб, кейин келтирилган йўналиш саногини билан керакли бурчак топилади.

3. *Такрорлаш усули*. Бу усул такрорий теодолит билан ишлашда қўлланилиши мумкин. Теодолит верньери ва микроскопидан санок олиш хатоси трубани нуктага қаратиш хатосидан бир неча баравар катта бўлганидан бу усул кўпроқ қаратиб камроқ санок олишга асосланади.

Асбобни *B* нуктага (11.21-шакл) ўрнатиб, иш ҳолатига келтиргач, *ДЎ* ҳолида *I* верньерни *O* га яқин сон ($0^{\circ}03'$) га қўйиб, алидада маҳкамланади. Лимбни айлантрииб, чап нукта *C* га қаралади-да, лимб маҳкамланади. Кейин алидадани бўшатиб, ўнг нукта *A* га қаралади, алидадани маҳкамлаб, санок ($74^{\circ}36'$) олинади ва журналга ёзилади (11.3-жадвал). Бу санок бурчакнинг тахминий қиймати бўлиб, у *контрол санок* дейилади. Бунда ўлчанадиган бурчак лимб текислигига бир марта қўйилган бўлади. Кейин лимбни бўшатиб, чапга айлантриилади-да *C* нуктага қаралади ва лимб маҳкамланади; алидадани бўшатиб, ўнг нукта *A* га қаралади ва алидада маҳкамланади, лекин санок олинмайди. Бунда бурчак лимбга иккинчи марта қўйилган, яъни бурчак икки марта ўлчанган бўлади. Агар бурчак уч марта ўлчанадиган бўлса, яна лимбни бўшатиб, чапга айлантриилади ва *C* нуктага қаралади, сўнггра лимб маҳкамланади. Алидада бўшатилиб, ўнгга бурилади-да, *A* нуктага қараб, алидада маҳкамланади ва санок олинади. Бунда бурчак лимбга уч марта қўйилган бўлади. Бу санок $223^{\circ}45'$ деб фараз қилайлик.

11.3-жадвал

Бурчакни такрорлаш усули билан ўлчаш (Т30 № 66802)

Нукта номи		Такрор ланиш сони	Горизонтал доира саногі		<i>n</i> -каррали бурчак		Бурчак қиймати		Бурчаклар ўртачаси	
турган	қаратилган		0	I	0	I	0	I	0	I
Б	С	3	ДЎ		223	42	74	34		
	А		00	03						
	С		74	36						
	А		—	—						
	С		—	—						
	А		—	—						
	А		323	45						

Бундан бош санок $0^{\circ}03'$ ни айириб, натижа учга бўлинса, бурчакнинг уч марта такрорлаш йўли билан биринчи ярим приёмда ўлчанган қиймати $74^{\circ}34'$ топилади. Худди шу тартибда доиранинг *ДЧ* ҳолатида ҳам ўлчаниб, иккинчи ярим приёмдаги қиймати топилади. Бу натижалар фарқи $2t$ дан ошмаса, буларнинг арифметик ўрта қиймати топилади ва «бурчак ўртачаси» графасига ёзилади (t —санок олиш аниқлиги).

Кўрамизки, бу усулда нукталарга олти марта қаралди, лекин бурчак икки санок айирмаси орқали топилди.

Агар бош санокни a , охири санокни b , такрорлаш сонини n десак, ўлчанадиган бурчак қиймати β қуйидагича топилади:

$$\beta = \frac{a - b}{n} \quad (11.11)$$

Ўлчанадиган бурчак катта бўлиб, лимбнинг 0 (360°) штрихи санок олишда такрорланса, 360° такрорланиш сонига қўпайтрилиб (11.11) суратига қўшилади.

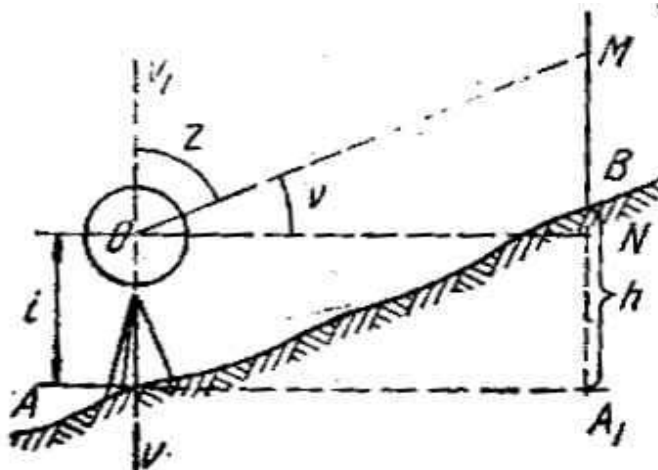
4. *Нолларни тўғрилаш усули.* Бу усул жой тафсилотини кутбий усул билан съёмка қилишда, ўлчанган бурчакларни текширишда, бурилиш бурчакларини ўлчашда қўлланилади. Бу усул билан бурчак ўлчаш учун санок олиш мосламасининг ноль штрихи (верньер ёки микроскоп) лимбнинг ноль штрихига тўғрилангач, алидада маҳкамланиб, лимб бўшатилади-да чап нуктага қаралади. Кейин лимб маҳкамланиб, алидада бўшатилади ва ўнг нуктага қараб олинган санок ўлчанадиган бурчакнинг қиймати бўлади.

Вертикал доира, вертикал бурчакни ўлчаш. Ер юзасида турли баландликда ётган икки нуктани туташтирувчи вертикал текисликдаги қия чизиқнинг горизонтал ва шовун чизиқлар билан кесишуvidан ҳосил бўлган вертикал текисликдаги бурчаклар иккига—*қиялик бурчаги* (вертикал бурчак) билан *зенит оралигига* бўлинади.

Зенит оралиғи кўриш нури *ОМ* билан вертикал чизиқ *VV₁* нинг ке-сишуvidан ҳосил бўлган вертикал текисликдаги бурчак (11.23-шакл) бўлиб, *Z* билан белгиланади.

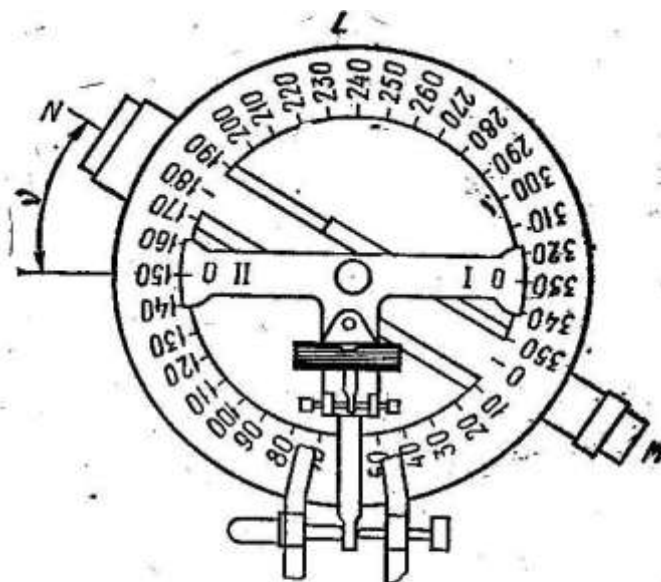
Вертикал бурчак қия кўриш нури OM билан горизонтал текислик ON орасидаги вертикал текисликда ётувчи бурчак бўлиб, ν билан белгиланади. Агар кўриш нури горизонтал текисликдан юқорида бўлса, қиялик бурчаги мусбат ишора билан, пастда бўлса манфий ишора билан олинади. Шаклда

$$\nu + Z = 90^\circ.$$



11.23-шакл.

Зенит оралиғи ва қиялик бурчаги теодолит трубасига маҳкам ўрнатилган махсус вертикал доира билан ўлчанади. Қиялик бурчагини эклиметр, билан ҳам ўлчаш мумкин.

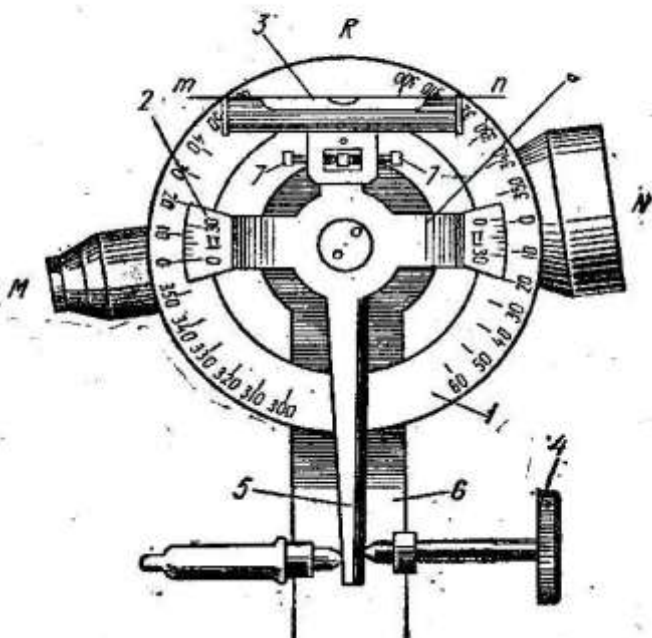


Зенит оралиғи айрим ном билан аталганидан кўпинча, қиялик бурчаги вертикал бурчак деб аталади. Техникавий теодолитлар қиялик бурчагини ўлчашга мосланган бўлади.

Вертикал доиранинг тузилиши. Айланаси йўнилиб градусларга бўлинган 8—10 см диаметрли металл доира 1 кўриш трубагининг айланиш ўқида вертикал вазиятда маҳкамланган бўлиб, труба билан бирга горизонтал ўқда айланади. Доира (лимб) бўлаклари турли асбобларда турлича бўлинган. Секторли доираларда (Т15, 2Т5А) бир диаметрнинг икки учига 0° ёзилган ва улардан икки томонга 60° ёки 75° гача ошиб боради. Ҳозирги ТТ5, Т30 каби теодолитларнинг вертикал доираларида бир диаметрнинг бир учига 0° дан соат стрелкаси юрадиган томонга 360° гача ошиб боради. Лимб 2160 бўлакка бўлинганидан, бир бўлакнинг қиймати $l=10'$; ТТ5 теодолитида градус қийматлари ҳар 10° дан ёзилган; I ва II верньер санокларидаги фарқ 180° га тенг бўлади (11.24-шакл, а).

11.24-шакл. Вертикал доира.

а—градус қийматларининг ҳозирги ёзилиши, б—илгариги ёзилиши; 1—вертикал доира, 2—верньер, 3—



вертикал доира адилаги, 4—алидада микрометр винти, 5—алидада бошқарувчиси, в—труба таглиги, 7—адилак тузатгич винти, 8—алидада, mn —адилак ўқи.

Баъзи теодолит ва кипрегелларда доира 11.24-шакл, б даги каби бўлинган, бу бош штаб бўлиниши дейилади. Бунда бир диаметрининг икки учига 0 дан соат стрелкасининг юриши томон 60° гача, соат стрелкасининг юришига тескари томон 360° дан 300° гача бўлинган. Трубанинг кўриш ўқи MN горизонтал турганда лимбнинг $0—180^\circ$ ёки $0—0^\circ$ диаметри ҳам горизонтал бўлиши керак.

Лимб бўлакларидан санок олиш учун лимб марказига қўзғалмас қилиб алидада 8 ўрнатилган, унинг икки учига горизонтал доирадаги каби I ва II верньерлар 2 ясалган. Верньернинг ноль штрихларини горизонтал вазиятга келтириш учун алидадаги цилиндрик адилак 3 ўрнатилган. Адилак тузатиш винти 7 билан тузаталади. Алидаданинг махсус бўртмаси 5 бўлиб, у микрометрик ввнт 4 ёрдамида сурилади ва санок олишдан олдин адилак горизонтал вазиятга келтирилади, кейин верньердан санок олинади.

Т30 теодолитининг вертикал доирасида махсус адилак ўрнатилмаган. Вертикал доирага параллел ўрнатилган горизонтал доира адилагини аниқ горизонтал вазиятга келтириш кифоя. Компенсаторли теодолитлар (Т15К) нинг вертикал доирасида ҳам адилак бўлмай, доира санок мосламаси компенсатор орқали автоматик равишда горизонтал вазиятга келади.

Вертикал бурчакни ўлчаш. Асбоб вертикал доираси адилагининг ўқи mn (11.24-шакл, б) горизонтал ҳолатга келтирганда ва кўриш ўқи MN горизонтал турганда вертикал доира саногі $0^\circ 00'$ бўлиши керак яъни лимбнинг $0—180^\circ$ ли диаметри билан I ва II верньер нолларини туташтирувчи чизик vv_1 бир чизикда ётиши керак (11.25-шакл, а). Лекин ҳақиқатда бундай булмайди, $0^\circ 00'$ ўрнига бошқа санок олинадики, бу санок ноль ўрни дейилади ва “ $H\check{y}$ ” билан белгиланади. Агар юқоридаги шарт бажарилганда эди $H\check{y}=0$ бўлиб, $D\check{y}$ да юқори нуқтага қараб олинган санок вертикал бурчак қиймати бўларди.

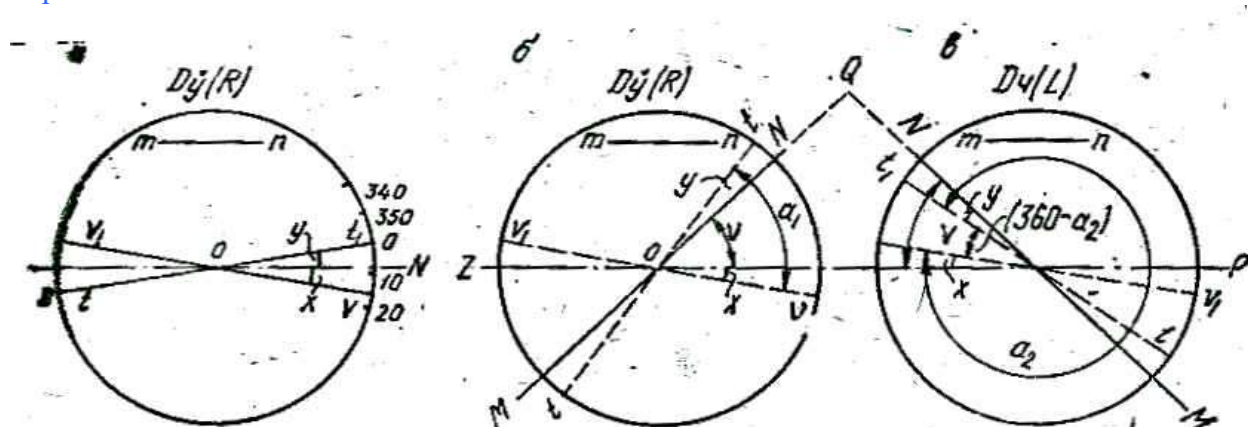
Масалан кўриш ўқи MN алидада адилагининг уқи mn горизонтал турганда лимбнинг $0—180^\circ$ диаметри tt_1 горизонтал чизик билан у бурчак верньер нолларини туташтирувчи vv_1 чизик эса x бурчак ҳосил қилсин (11.25-шакл, а). $D\check{y}$ да олинган санокни R билан, $D\check{y}$ да олинган санокни L билан белгилайлик. Агар $D\check{y}$ ҳолатида бирор Q нуқтага қараб a_1 санок олинса (11.25-шакл, б), $a_1=R$ ва. $R=v+x+y$ ёки

$$v=R-(x+y) \quad (11.12)$$

бўлади. Бу икки хато таъсири йиғиндиси $x+y$ ноль ўрни қиймати бўлиб, уни « $H\check{y}$ » билан белгиласак яъни $x+y=H\check{y}$ деб олсак ва ўрнига қўйсак

$$v=R-H\check{y} \quad (11.13)$$

чиқади, яъни вертикал бурчак доира ўнгдан олинган санок R дан ноль ўрнининг айрилганига тенг.



11.25-шакл.

$H\check{U}$ қийматини аниқлаш учун труба зенит орқали айлантрилади-да, алидада бўшатилиб $ДЧ$ ҳолатида труба яна Q нуқтага қаратилади. Бунда верньер ν_1 дан олинган санок $a_2=L$ ўтмас бурчак t_1 t ν_1 нинг қиймати бўлади. Шунда 11.25-шакл, ϵ га биноан қуйидагини ёзиш мумкин: $\nu=360^\circ-L+x+y$ ёки $\nu=360^\circ+x+y-L=360^\circ+H\check{U}-L$; 360° ташлаб юборилса,

$$\nu=H\check{U}-L \quad (11.14)$$

чиқади, яъни вертикал бурчак ноль ўрнидан вертикал доира чап ҳолатида олинган санокнинг айрилганига тенг.

Бу (11.13) ва (11.14) формулалардан $H\check{U}$ ҳамда вертикал бурчак қийматларини аниқлаш учун уларни қўшсак $2\nu=R-L$ чиқади. Бундан

$$\nu = \frac{R-L}{2} \quad (11.15)$$

бўлади. Агар (11.13) дан (11.14) ни айирсак $0=R-2H\check{U}+L$ ёки $2H\check{U}=R+L$ бўлади; бундан

$$H\check{U} = \frac{R+L}{2} \quad (11.16)$$

чиқади.

Чикарилган формулалар ёрдамида вертикал доирадан олинган санок орқали $H\check{U}$ ҳамда вертикал бурчак ҳисобланади.

Таянч иборалар: горизонтал қўйилиш, коллимацион текисликлар, теодолит, оддий теодолит, такрорий теодолит, металл лимбли, оптик, таглик, ўрнатиш винти, штатив, лимб, алидада, верньер, верньер аниқлиги, микроскоплар, штрихли микроскоп, шкалали микроскоп, адиалаклар, доиравий, цилиндрик адиалаклар, ампула, адиалак ўқи, адиалак ғилофи, контактли адиалаклар, лупа, микроскоп, нур, оддий, мураккаб лупа, кўриш трубаси, астрономик труба, ер трубаси, иплар тўри, ташқи ва ички фокусладиган труба, тескари тасвир, мавҳум, катталашган тасвир, тўғри тасвирли, Галилей трубаси, кўриш трубасининг катталаштириши, кўриш майдони, фокуслаш, динаметр, иплар тўри, тўр маркази, трубани кўзга тўғрилаш, диоптрия ҳалқа, трубани нарсага тўғрилаш, трубани фокуслаш, иплар тўрининг параллакси, кремальер винт, теодолит турлари, шовун ҳолат, ишчи ҳолатга келтириш, асбобни нивелирлаш, приём усули, доиравий приём, такрорлаш усули, нолларни тўғрилаш, вертикал доира, қиялик бурчаги, зенит орилиги, ноль ўрни.

Назорат саволлари.

1. Теодолитнинг тузилишини айтиб беринг.
2. Верньер аниқлиги нима?
3. Қандай микроскоплар мавжуд?
4. Адиалакларнинг қандай турлари бор?
5. Адиалакни қандай текширилади?
6. Нарса тасвирини кўришига қараб трубалар қандай трубаларга ажратилади?
7. Кўриш трубасининг катталаштириши қандай аниқланади?
8. Кўриш трубасини кўзга ва нарсага қандай тўғриланади?
9. Иплар тўрининг параллакси нима?
10. Қандай теодолит турлари мавжуд?
11. Асбобни ишчи ҳолатга келтириш жараёнини айтиб беринг?
12. Асбоб қандай нивелирланади?
13. Бурчак ўлчашнинг қандай усуллари мавжуд?
14. Зенит орилиги нима?
15. Теодолитда вертикал бурчак қандай ўлчанади?
16. Ноль ўрни қандай аниқланади?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Кузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 12

Жойда чизик олиш ва ўлчаш.

Дарснинг мақсади: Талабаларга чизик олиш ва чизик ўлчаш ишларининг тартиб қоидалари, ишлатиладиган қуроллар, уларнинг тузилиши, улар ёрдамида чизик ўлчаш тартиби ҳақида тушунчалар бериш.

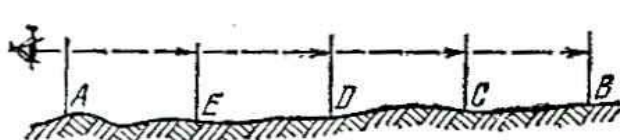
Режа:

1. Чизик олиш.
2. Чизик ўлчаш ва қуроллари.
3. Қия чизикнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш.
4. Эклиметрлар.
5. Инвар сим билан чизик ўлчаш.

Чизик олиш. Ер юзасидаги нуқталар ўрни геодезик ишларда веҳа (ола таёқ) билан белгиланади; у диаметри 3—6 см, узунлиги 2—3 м ли ёғочдан ишланиб, бир учига ерга яхши қадаш учун металлдан ишланган ўткир учлик кийдирилади. Веҳа ҳар 20 см да оқ-қора ёки оқ-қизил бўёқда бўялади.

Нуқталар ерга жойига қараб узунликдаги ёғоч ёки темир қозиклар билан маҳкамланади. Чизик эса унинг икки учига ўрнатилган веҳалар билан белгиланади. Жойда чизик узунлигини ўлчаш учун аввал уни ўлчашга тайёрлаш керак. Узун чизикларни тўғри ўлчаш учун улар бир неча бўлакка бўлиниб, веҳалар билан белгиланади. Жойда бир йўналиш бўйича ўтган вертикал текисликда (створда) ётувчи нуқталар ўрнини белгилаш *чизик олиш* дейилади. Чизик асосан икки усул билан олинади:

1. Жойда берилган *A* ва *B* нуқталардан ўтган створда ётувчи *C*, *D*, *E*, . . . нуқталар ўрнини белгилаш (12.1-шакл). Бунинг учун съёмкачи *A* нуқтада туриб, *A* веҳа орқали *B* даги веҳага қарайди ва унинг кўрсатиши бўйича *A* веҳа *C* ни, *C* веҳа эса *B* ни бекитадиган қилиб, ёрдамчи *C* ни ўрната-ди.



12.1-шакл.



12.2-шакл.

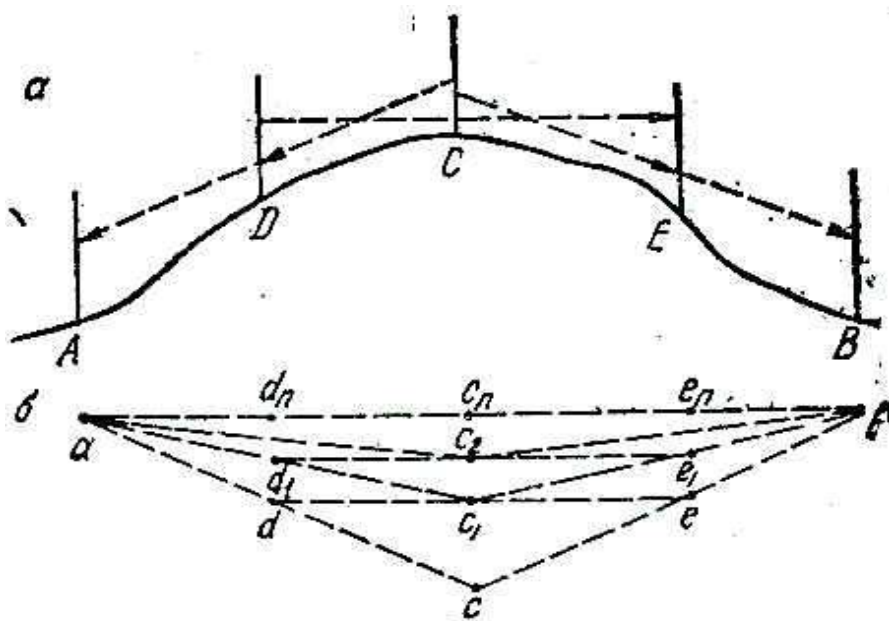
Кейин веҳалар бир-бирини бекитадиган қилиб *D*, *E* ва бошқалар қўйдирилади.

2. Жойдаги *AB* чизикни давом эттириш (12.2-шакл). Бунда съёмкачининг ўзи ишчи ёрдамсиз ишлайди. *B* нуқтадан *AB* давомида 40—50 м масофадаги *C* нуқтада туриб, *B* ва *A* нуқталарни бекитадиган қилиб *C* веҳани, кейин худди шундай йўл билан *D* ва *E* веҳаларни ўрнатадики, бу веҳалар бир створда ётади. Чизик олишда веҳаларни ўрнатиш тартиби 12.1- ва 2-шакллардаги ҳарфлар тартибига мос бўлади.

Чизик тепалик ва жарликдан ўтганда ҳам юқоридаги икки усулдан фойдаланиб чизик олиш мумкин.

Тепалик орқали чизик олиш. *A* ва *B* нуқталар орасида тепалик бўлиб, нуқтанинг бири иккинчисидан кўринмасин; тепада шу нуқталар орасида *A* ва *B* нуқталардан ўтадиган створда ётувчи бир неча нуқта белгилаш керак бўлсин. Бу масала тепалардан йўл ўтказишда кўп учрайди. Бундай вақтда съёмкачи тепада туриб *A* ва *B* нуқталар створида ётган ихтиёрий *C* нуқтани белгилайди; кейин бир ишчини веҳа билан *CA* йўналиши томон юбориб, *D* нуқтага веҳа қўйдиради; иккинчи ишчи *CB* томон юриб, съёмкачи кўрсатиши бўйича *E* нуқтага веҳа қўяди. *D* ва *E* нуқталар шундай олинадики, *D* дан *E*, *C* ва *A*, *E* дан эса *B*, *C* ва *D* кўринсин. Булар 12.3 а-шаклдаги профилда яққол кўриниб турибди. *C* нуқта тахминий олинганидан *C*, *D* ва *E* лар *AB* створида ётмаслиги мумкин. Буни 12.3-шаклнинг б қисмида кўрайлик; *a*, *b*, *c*, *d* ва *e* лар жойдаги *A*, *B*, *C*, *D* ва *E* ларнинг пландаги

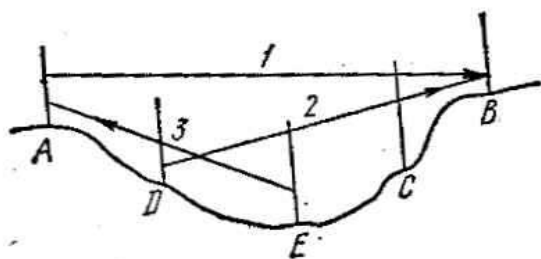
проекциялари бўлсин. Агар C нукта AB створида олинмаса, d дан e га қараганда s четда қолади. d даги ишчи кўрсатиши бўйича съёмкачи s дан s_1 га ўтади; s_1 дан a ва b га қараб, d ва e даги ишчилар d_1 ва e_1 га ўтказилади.



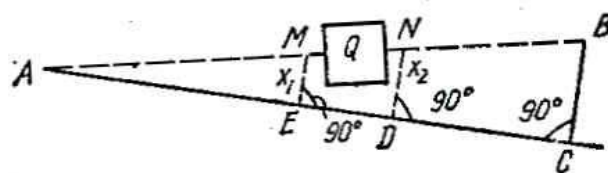
12.3-шакл.

d_1 дан e_1 га қараб, съёмкачи s_1 дан s_2 га кўчирилади. Шу иш давом эттирилса, охирида d_n , s_n ва e_n нукталар чиқади; s_n дан қараганда $s_n d_n a$ ва $s_n e_n b$ створлари ҳосил бўлади. d_n дан e_n га қараганда $d_n s_n e_n$ створи ҳосил бўлади, яъни $d_n s_n$ кесма $d_n s_n e_n$ створида ва $a d_n s_n$ створида ётади; худди шунга ўхшаш $s_n e_n$ кесма ҳам $s_n e_n b$ ва $d_n s_n e_n$ створида ётади. Бу кўрсатадики, $a d_n s_n e_n b$ лар, яъни иккинчи сўз билан айтганда $ADCE$ ва B лар бир створда ётади.

Жарлик орқали чизик олиш. Берилган A ва B нукталар орасида жарлик бўлса, жарлик тагида AB створида C, E, D каби нукталар ўрнини аниқлаш керак дейлик. Бу масала кўпроқ кўприк, акведук каби иншоотлар қуришда учрайди.



12.4-шакл.



12.5-шакл.

Бу юқоридаги икки усулдан фойдаланиб қуйидагича ишланади. A дан B га қараб (12.4-шакл) C веха ўрнатилади. Кейин CB створи орқали D веха ўрнатилади. DA орқали E ўрнатилади. Қараш чизиклари стрелка билан кўрсатилган.

Тўсиқни ёнлаб чизик олиш. Берилган A ва B нукталар орасида тўсиқ (бино, ўрмон ва бошқалар) (12.5-шакл) бўлиб, A дан B кўринмаса AB створида тўсиқнинг икки ёнида ётувчи M ва N нукталар ўрнини топиш учун қуйидагича ишланади. Тўсиқни ёнлаб, AC чизик олинади, B нуктадан AC га перпендикуляр BC туширилади. Кейин $BC=v$, $AC=a$ ўлчанади. AC чизикда тўсиқ чап ва ўнг томонида E ва D нукталар ихтиёрий олиниб, E ва D дан AC га перпендикуляр чиқарилади; $AE=e$ ва $AD=d$ ўлчанади, AB створининг E ва D дан чиққан перпендикулярлар билан кесишган нукталарини M ва N десак тўғри бурчакли

учбурчакликлар AEM ва ACB ҳамда ADN ва ACB нинг ўхшашлигидан қуйидагиларни ёзамиз ($EM=x_1$; $DN=x_2$ десак):

$$\frac{x_1}{e} = \frac{e}{a} \text{ ёки } x_1 = \frac{e}{a} \cdot e; \quad \frac{x_2}{d} = \frac{e}{a}; \text{ ёки } x_2 = \frac{e}{a} \cdot d$$

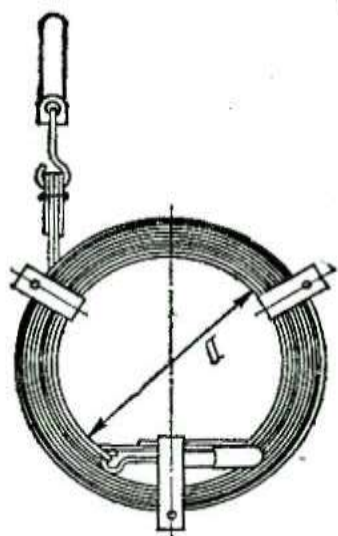
бўлади. Кейин a , e , e ва d ларнинг ўлчанган қийматларини ўринларига қўйсақ x_1 , x_2 қийматлари топилади. Кейин E дан x_1 нинг, D дан x_2 нинг қийматини перпендикулярлар бўйича ўлчаб қўйсақ AB створида ётувчи тўсикнинг икки ёнидаги M ва N нуқталар топилади.

Жойда перпендикуляр чиқариш ва тушириш учун экер номли асбобдан фойдаланилади.

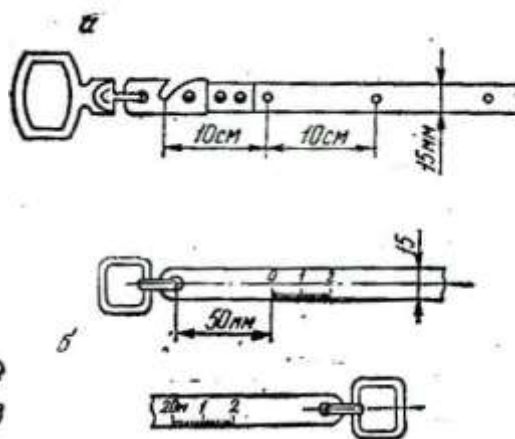
Чизқ ўлчаш ва қуроллари. Ўлчанадиган чизик жойда чизик олиш йўли билан белгилангач, турли чизик ўлчаш қуроллари билан унинг горизонтал қўйилиши ўлчанади. Чизик узунлигини бевосита ўлчашда осма асбоблар ёки ерда ўлчаш қуроллари ишлатилади.

Чизик ўлчашда катта аниқлик талаб қилинмаса, лента ёки рулетка ишлатилади.

Ленталар: 10815—64 ГОСТ га кўра ленталар 20, 24 ва 50 м ли бўлади. Улар ЛЗ—20 (20 метрли ер ўлчаш лентаси), ЛЗ—24 ва ЛЗ—50 деб номланади. Ленталар ичида ЛЗ—20 ҳаммадан кўп ишлатилади. Лента эни 15—20 мм, қалинлиги 0,4—0,6 мм ли пўлат тунукадан ясалади. 20 м ли лентани олиб юришда уни диаметри 20—25 см бўлган темир ҳалқага ўраб винт билан маҳкамланади.



12.6-шакл.



12.7-шакл.

Ўлчашда ҳар қайси лентанинг 6 ёки 11 та сихчаси бўлади. Сихча диаметри 5—6 мм, узунлиги 30—40 см ли темир (йўғон сим) бўлиб, у ерга қадалади-да унга лента илинади (12.6-шакл). Лента учлари штрихли ва шкалали бўлади (12.7-шакл). Штрихли лента кўпроқ ишлатилади, унинг икки учида даста бўлиб, дастага маҳкамланган жойи илгаклик қилиб ишланган: илгакнинг ўртасида штрих чизилган; лента узунлиги икки учидаги штрихлар ораси ҳисобланади. Лентада метрлар лентага ёпиштирилган пластинкага ёзилади. Ярим метрлар доира шаклидаги заклёпка (пистон) билан белгиланган. Дециметрлар диаметри 1,5 мм ли тешиklar билан белгиланади, сантиметрлар кўзда чамалаб олинади. Чизик ўлчашда сихча ерга қадалиб, унга лента илинади, кейин чизик йўналиши бўйича лента таранг тортилиб, иккинчи учи ҳам сихчага илинади.

Чизикни аниқ ўлчашда шкалали лента ЛЗШ ишлатилади. Бу лентанинг икки учидаги дециметр бўлаги миллиметрдан бўлинган бўлиб, ўлчанганда санок миллиметр аниқликда олинади.

Рулетка—чизик ўлчашда ёрдамчи қурол сифатида ишлатилади. У металл ва тесма (материя) дан тайёрланиб, узунлиги 5, 10 ва 20 м бўлади. Рулетка махсус ғилофга ўралган ҳолда олиб юрилади.

Лентани компарлаш. Геодезиянинг ҳамма ишларида ишлатиладиган асбоб ишлатишдан аввал текширилади. Агар тузатиш зарур бўлса, тузатилади, акс ҳолда бу камчилик ишлатишда ҳисобга олинади. Ленталар узунлигини текшириш лентани *компарлаш* дейилади. Компарлаш махсус жойда (компараторда) узунлиги аниқ маълум бўлган намунавий асбоб (эталон) узунлиги билан таққосланади. Компарлаш дала шароитида ўтказиладиган бўлса, текис жойда (асфальт устида) эталон лента билан текшириладиган лента ёнма-ён қўйилиб, иккаласининг 0 штрихлари тўғриланади, кейин ленталар таранг тортилиб, иккинчи учларидаги фарқ миллиметр ҳисобида ўлчанади. Агар лентанинг номинал узунлиги l_N , иш лентасининг узунлиги l десак, улар ўртасидаги фарқ Δl қуйидагича бўлади:

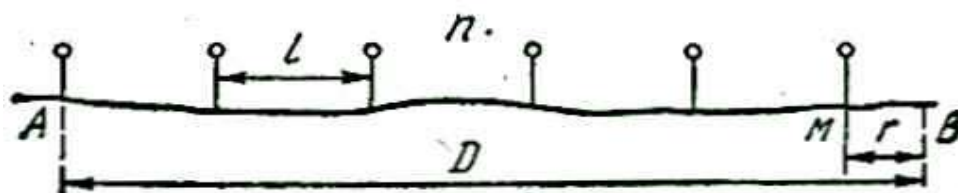
$$\Delta l = l - l_N, \quad (12.1)$$

ёки

$$l = l_N + \Delta l \quad (12.2)$$

Агар иш лентаси нормал лентадан (20 м дан) катта бўлса Δl мусбат, кичик бўлса—манфий бўлади. Δl *компарлаш тузатмаси* дейилади.

Лента билан чизик ўлчаш. Белгиланган чизик узунлигини ўлчашда лента кетма-кет бир неча марта қўйилади. Чизикни икки киши ўлчайди. Чизик учига бир сихча қадалади, ишчи бешта сихчани олиб, B нуқта томон юради (12.8-шакл). Съёмкачи лентанинг бир учини қадалган сихчага илиб, оёғи билан лента дастасини босади-да, ишчини B да ўрнатилган вехага тўғрилайди. Лента AB створида ётгач, ишчи съёмкачи сигнали бўйича лентани таранг тортиб туриб, учига иккинчи сихчани қадайдди. Кейин лентани сихчадан олиб олдинга юради. Орқадаги съёмкачи бошдаги сихчани ердан олиб, бир қўли билан лента дастасидан ушлаб, ишчи кетидан боради. Иккинчи сихча қадалган жойга келиб, лентани сихчага илади, шу тартибда кетма-кет лента қўйиб ишчи қўлида сихча қолмагунча ўлчаш давом эттирилади (12.8-шакл).



12.8-шакл.

Ишчи қўлида сихча қолмагач, у юрмайди, шу вақт съёмкачи қўлида йиғилган сихчани ишчига узатади. Бешта сихчани узатиш 100 м ни кўрсатади. Съёмкачининг қўлидаги сихчалар сони лента неча марта қўйилганини билдиради. 12.8-шаклдаги A ва B оралиғида лента n марта қўйилгач, чизик узунлигидан кичик оралиқ $MB=r$ ортиб қолди дейлик; лента узунлигини l десак, чизик узунлиги $AB=D$ қуйидагича бўлади:

$$D = ln + r \quad (12.3)$$

Агар $l=20 \pm \Delta l$ бўлса, Δl нинг r га таъсирини ҳам ҳисобга олсак, бу қийматлар (12.3) га қўйилганда қуйидаги чиқади:

$$D = 20n \pm \Delta l n + r + r \frac{\Delta l}{20} \quad (12.4)$$

Агар $\Delta l=0$ бўлса, (12.4) формула қуйидагича ёзилади:

$$D = 20n \pm r \quad (12.5)$$

Чизик узунлигини ката аниқлик билан ўлчаш зарур бўлса лента узунлигининг ҳаво температурасига қараб ўзгариши эътиборга олинанди температура тузатмаси ΔD_t қўйилади.

$$\Delta D_t = \alpha \cdot D (t - t_k) \quad (a)$$

бу ерда α — пўлат лентанинг кенгайиш коэффициентини бўлиб, 0,000012 га тенг.

Чизиқни лента билан ўлчаш аниқлиги. Пўлат лента билан ер юзасида чизиқ ўлчаш аниқлигига жойнинг баланд-пастлиги, тупрокнинг тузилиши, ўт-уланлар каби факторлар катта таъсир этади. Бундан ташқари, лентанинг чизиқ створида тўғри ётмаслиги ҳам аниқликни камайтиради. Шунинг учун чизиқ ўлчаш аниқлиги жой тузилишига қараб баҳоланади. Чизиқни ўлчаш аниқлиги нисбий хато билан баҳоланади. Агар бир чизиқ икки марта ўлчаниб D_1 ва D_2 қийматлари топилган бўлса, уларнинг арифметик ўрта қийматини D_0 , икки ўлчаш айирмасини ΔD десак, қуйидагини ёзамиз:

$$D_0 = \frac{D_1 + D_2}{2}, \Delta D = D_1 - D_2.$$

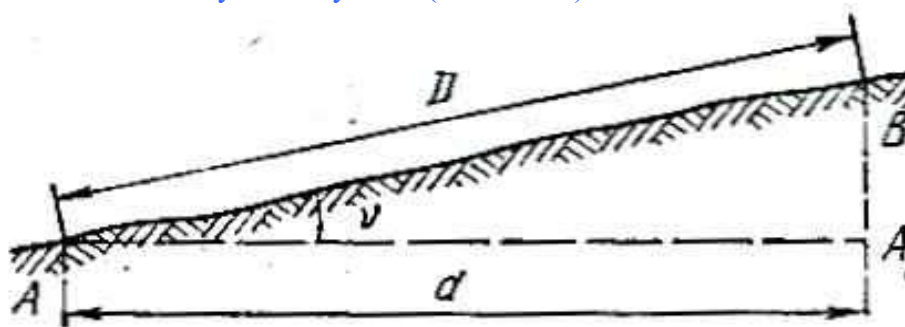
ΔD абсолют хато дейилади. Шунда нисбий хато қуйидагича ёзилади $\frac{\Delta D}{D}$. Чизиқ ўлчанадиган жойни тахминан уч турга бўлсак, шу жойларда ўлчаш аниқлиги қуйидагича чекда бўлиши керак:

I категориядаги жой текис ва ўлчаш шароити яхши — $\frac{1}{3000}$;

II—ўртача қулай жой — $\frac{1}{2000}$;

III—ноқулай жой — $\frac{1}{1000}$.

Қия чизиқнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш. Ўлчанадиган чизиқ ҳамиша горизонтал ҳолда бўлмайди. Жой тузилишига қараб, юқорига ёки пастга оғиб боради. План чизиш учун қия чизиқларнинг горизонтал қўйилишини ўлчаш керак, буни жойга қараб, бавосита ва бевосита ўлчаш мумкин (12.9-шакл).



12.9-шакл.

Масалан, жойдаги AB қия узунлиги $AB=D$ нинг горизонтал қўйилиши AA_1 орасидаги вертикал бурчак ν бўлса, ABA_1 тўғри бурчакли учбурчакликдан қуйидагини ёзамиз:

$$d = D \cos \nu \quad (12.6)$$

Агар қия чизиқ узунлиги D билан унинг горизонтал қўйилиши d орасидаги айирмани Δd десак, у қуйидагича бўлади: $\Delta d = D - d$ ёки (12.6) ни эсласак, $\Delta d = D - D \cos \nu = D(1 - \cos \nu)$, яъни

$$\Delta d = 2D \sin^2 \frac{\nu}{2} \quad (12.7)$$

катталиқ қия чизиқ горизонтал қўйилишининг *тузатмаси* дейилади. Чизиқнинг горизонтал қўйилиши d ни топиш учун жойда қия чизиқнинг узунлиги D лента билан, қиялик брчаги ν эклиметр билан ўлчанади, кейин d ҳисоблаб топилиши керак. d нинг

қийматини D ва ν бўйича ҳисобламай, “Чизик қиялигига тузатма” жадвалидан (12.1-жадвал) Δd ни топиб, кейин d қийматини қуйидаги формуладан топиш мумкин.

$$d = D - \Delta d \quad (12.8)$$

Δd қиймати $\nu \geq 2^\circ$ бўлганда топилади.

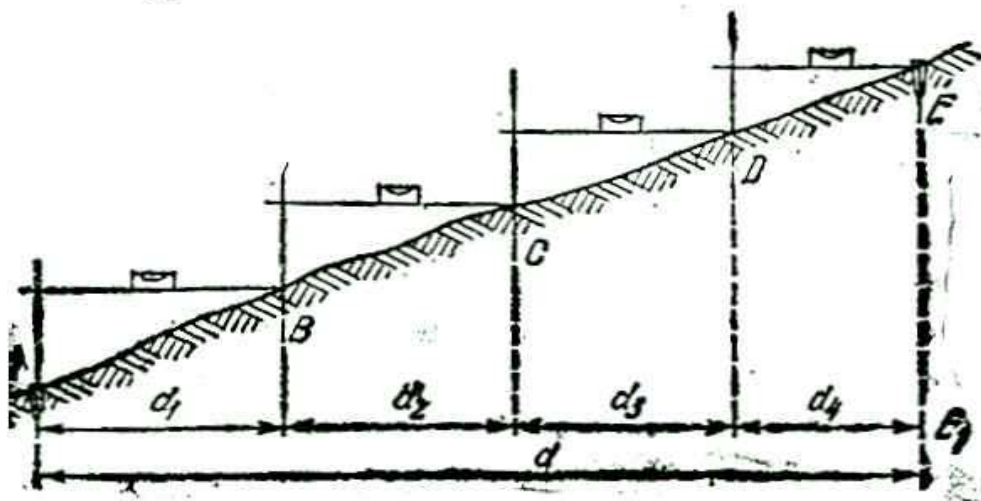
12.1-жадвал

Чизик қиялигининг тузатма жадвали
(тузатма мм ҳисобида берилган)

қиялик бурчаги		Масофа, м									
°	'	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	00	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
1	30	3	7	10	14	17	20	24	27	30	34
2	00	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2	30	10	19	29	33	48	57	67	76	86	95
3	00	14	27	41	55	69	82	96	110	124	137
3	30	19	37	56	75	94	112	131	149	168	187
4	00	24	49	73	98	122	146	171	195	220	244
4	30	31	62	92	123	154	185	216	246	277	308
5	00	38	76	114	152	190	229	267	305	343	381
5	30	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6	00	55	110	164	219	271	329	384	438	493	548
6	30	64	129	193	257	322	386	450	514	579	643
7	00	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745
7	30	86	171	257	342	428	514	599	685	770	856
8	00	97	195	292	389	487	584	681	778	876	973
8	30	110	220	329	439	549	659	769	878	988	1098
9	00	123	246	369	492	616	739	862	985	1108	1231
9	30	137	274	411	548	686	823	960	1097	1234	1371
10	00	152	304	456	608	760	912	1063	1215	1367	1519

Горизонтал қўйилиш d ни бевосита ўлчаш (ватерпаслаш). Агар қия чизик узунлиги қисқа, тик бўлса, унинг горизонтал қўйилишини бевосита ватерпаслаш ёрдамида ўлчаш мумкин. Бунинг учун икки ёки уч метрли рейка олинади, 12.10-шаклдагича A нуқтадаги вертикал вехага рейканинг бир учи текизилиб, иккинчи учи B нуқтага қўйилади; рейка адилак (ватерпас) ёрдамида горизонтал ҳолга келтирилади. Кейин рейка учини B даги вехага тўғрилаб, иккинчи учи C га қўйилади ва шу тартибда охиригача давом эттирилади. Агар рейка билан кетма-кет ўлчанган узунликларни d_1, d_2, d_3, d_4 десак $AE_1 = d$ чизик узунлиги қуйидагича бўлади:

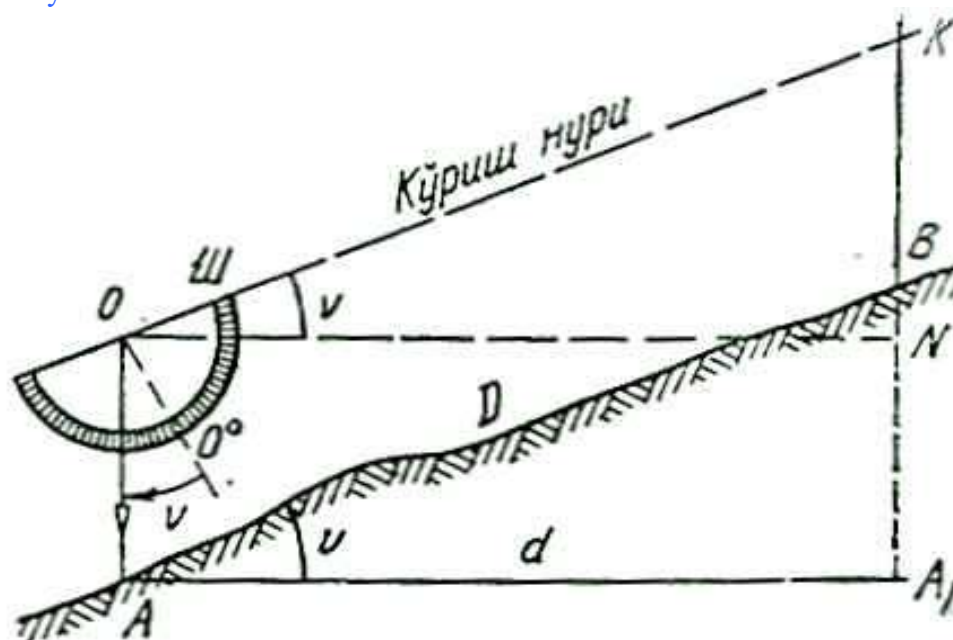
$$AE_1 = d_1 + d_2 + d_3 + d_4. \quad (12.9)$$



12.10-шакл.

Эклиметрлар. Қиялик бурчагини ўлчашда турли кўринишдаги эклиметрлар ишлатилади. Эклиметр оддий, доиравий ва тўртбурчаклик шаклда бўлади.

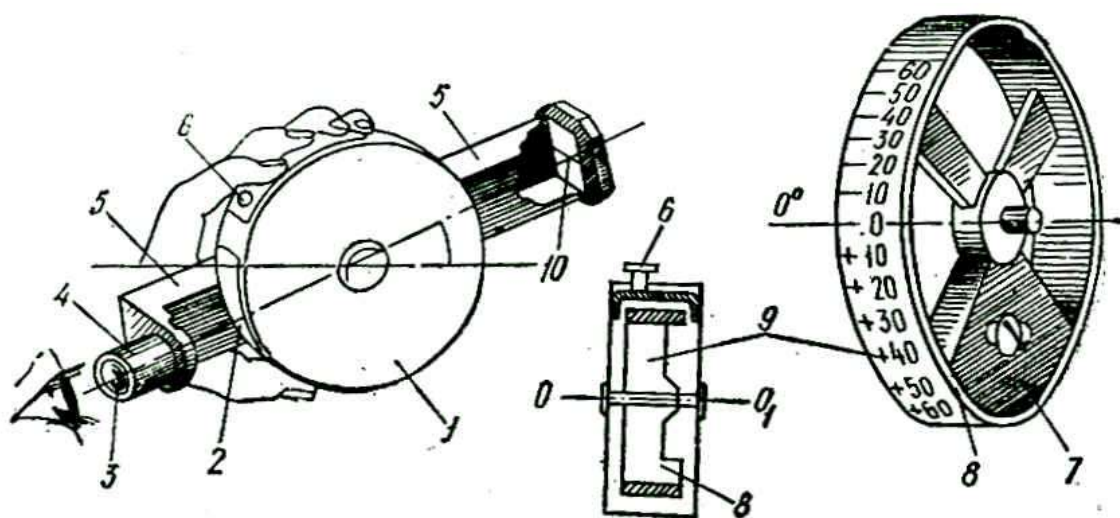
Оддий эклиметрнинг тузлиши ва ишлатилиши 12.11-шаклда кўрсатилган. A нуктадаги таёқ учига ўрнатилган ва марказига шовун осилган транспортирнинг асоси $ОШ$ B нуктадаги вехада белгиланган асбоб баландлиги K нуктага тўғриланади. Шунда шовун ипидан олинган саноқ қиялик бурчаги бўлади. Шаклда $AO=BK=i$ —асбоб баландлиги, OA —шовун йўналиши.



12.11-шакл.

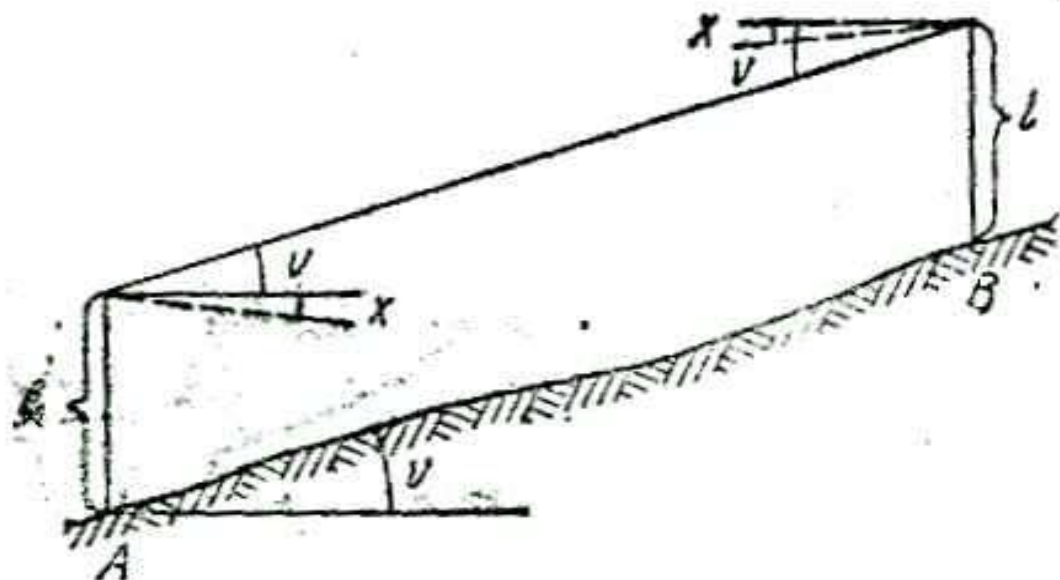
Доиравий эклиметр. 12.12-шаклда кўрсатилганидек металл кутича 1 ичида маятникли диск 8 горизонтал ўқ OO_1 атрофида бемалол айланадиган қилиб ишланган. Диск (ғилдирак) гардиши 9 шаклнинг ўнг томонида кўрсатилгандаги каби, 0 дан $+60^\circ$ гача бўлинган, юқорига қаралганда + ишорали, пастга қараганда — ишорали бўлақлар кўринади. Диска оғир юк 7 маҳкамланганидан OO_1 ўқ ҳамма вақт горизонтал туради.

Қути устидаги пружинали кнопка 6 босилса, диск OO_1 ўқда маятник каби ҳаракат қилиб, горизонтал вазиятда тўхтади. Қути ёнига тўртбурчаклик шаклидаги визирлаш (кўриш) трубаси 5 маҳкамланган, унинг бир учига трубкачага кўз диоптри (тирқиш) 4, иккинчи учига нарса диоптри 10 ўрнатилган.



12.12-шакл. Доиравий эклиметр ва бўлаклари:

1 — қути (коробка); 2—дарча; 3—луна; 4—кўз диоптри (тирқиш); 5—кўриш трубаси; 6—пистон; 7—огир юк; 8—маятникли гилдирак (диск); 9—обводка (тегирчак); 10—нарса диоптри.



12.13-шакл.

Эклиметр билан AB чизикнинг (12.13-шакл) вертикал бурчагини ўлчаш учун A да туриб, B даги веҳада кузатувчининг баландлиги i белгиланади, шу нуктага кўз диоптридан қараб, сим 10 тўғриланади ва кнопка босилади, диск тўхтагач, дарча 2 дан луна орқали қараб, кўринган бўлақлардан сим бўйича санок олинади; бу санок вертикал бурчак ν қиймати бўлади. Бунда бурчак $\pm 30'$ аниқлик билан ўлчанади.

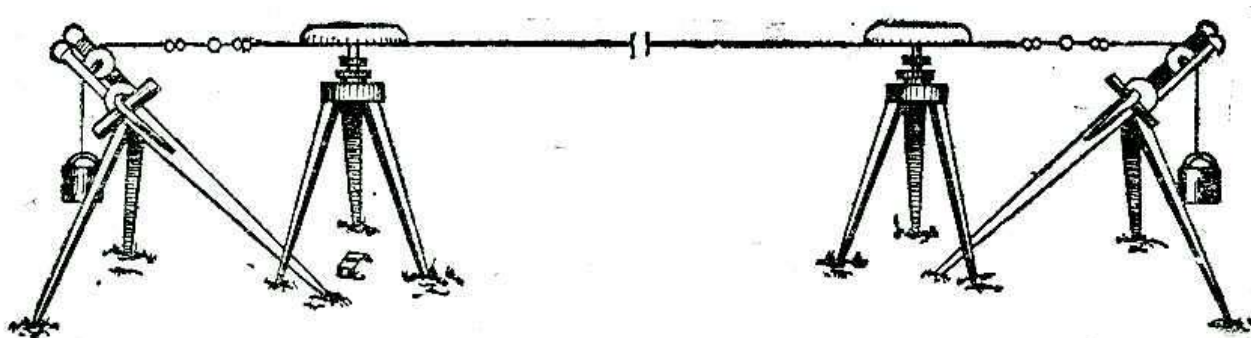
Эклиметрни текшириш. Эклиметр ишлатишдан олдин қуйидаги шарт бўйича текширилади. Эклиметр маятниги вертикал турганда ҳалқасининг ноль диаметри горизонтал бўлиши керак. Буни текшириш учун A нуктада туриб, B нуктадаги веҳага қаралади-да ν_1 санок олинади (12.13-шакл). Кейин B нуктада туриб, A даги веҳага қаралади ва ν_2 санок олинади. Агар асбоб тўғри бўлса, бу саноклар тенг бўлиши керак; бу

санок вертикал бурчак бўлади. Тенг бўлмаса, вертикал бурчак $\nu = \frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$ бўлади. Ноль

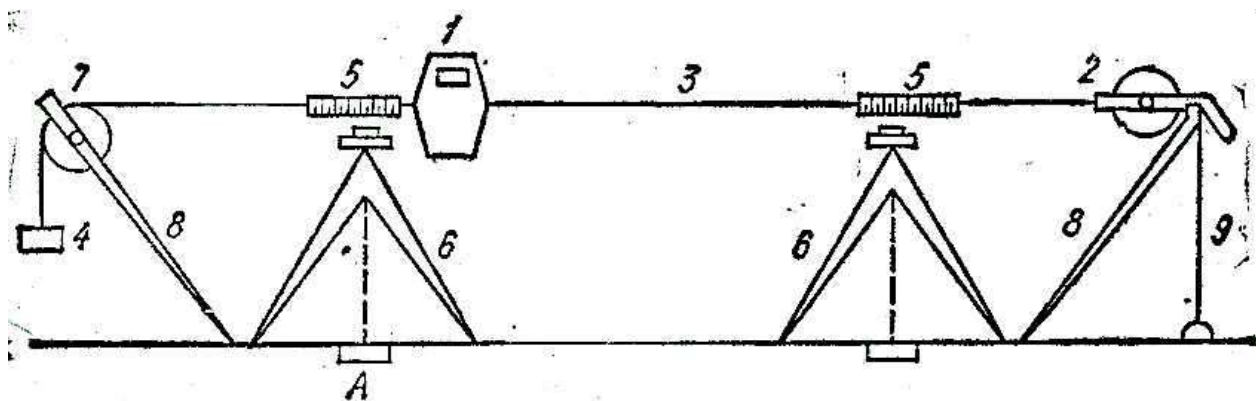
диаметр горизонтал бўлмай, қия бўлса ва горизонтал чизик билан x бурчак ҳосил қилса, бу хато $x = \frac{V_1 - V_2}{2}$ бўлади. Бу хато эклиметр юкини x қадар суриш йўли билан тузатилади.

Инвар сим билан чизик ўлчаш. Чизик узунлигини юқори аниқлик билан ўлчашда 65% темир, 35% никелдан иборат қотишмадан тайёрланган 24 м ли сим ишлатилади. Унинг икки учига миллиметрларга бўлинган 15 см ли металл ясалма (шкала) маҳкамланган бўлиб, симнинг учлари иккита штатив устига қўйилиб, 10 кг юк билан таранг тортилади ва шу он штативлар устидаги ўткир белги бўйича шкалалардан миллиметрнинг 0,1 бўлагигача аниқликда санок олинади (12.14-шакл). Олинган саноклар бўйича чизик узунлиги аниқланади. Инвар сим ёрдамида чизик 1:1 000 000 аниқликда ўлчанади.

Длиномер ва чизик ўлчаш. Полигонометрияда чизик узунлигини ўлчашда АДІМ ишфрли *длиномер* (узунлик ўлчагич) ишлатилади. У диаметри 0,8 мм ли пўлат симдан ясалиб, икки учига шкалали диск ўрнатилган, симнинг узунлиги 500 м, у диаметри 160 мм ли бабин, 2 га ўралган (12.15-шакл). Сим 3 икки учигаги шкаладан 5 штатив устидаги мослама бўйича санок олинади.



12.14-шакл.



12.15-шакл.

Симнинг бир учи узангига ўхшаш мослама 9 га маҳкамланади, иккинчи учига 15 кг ли юк осилади, бунда 1:10 000 аниқлик билан ўлчаш мумкин. 1:5000 аниқлик билан ўлчаш учун *динамометр* ишлатилади. Шкала қиймата 5 мм бўлиб, сим таранг тортилгач, икки фиксатор ва доиравий шкала бўйича сантиметр ва миллиметр саноклари олинади. Ўлчаш ва ҳисоблаш инвар симидаги каби бўлади.

ВНИИ заводи чиқарадиган АД-1 м ишфрли *длиномер* ҳам ишлатиладики, унда чизик пўлат сим ёрдамида ўлчанади.

Кейинги даврда чизик узунлигини ўлчашда турли кўринишдаги дальномерлар ишлатила бошланди. Дальномер, уларнинг тури ва ишлатилиши билан тахеометрик съёмка ҳақидаги маърузаларимизда танишамиз.

Таянч иборалар: чизик олиш, вежа, ёғоч ва темир қозик, створ, тепалик орқали, жарлик орқали, тўсикни ёнлаб, ленталар, сихча, штрихлар, рулетка, тесма, лентани компарлаш, эталон, компарлаш тузатмаси, пўлат лентанинг кенгайиш коэффициентини, жой категорияси, чизикнинг горизонтал қўйилиши, горизонтал қўйилишнинг тузатмаси, горизонтал қўйилишни бавосита ва бевосита ўлчаш, эклиметр, оддий, доиравий, тўртбурчак эклиметрлар, диск гардиши, оғир юк, пружинали кнопка, кўз диоптрии, тирқиш, нарса диоптрии, инвар сим, штатив, длинномер, динометр, теодолит, иплар тўри, дальномер иплар, рейка.

Назорат саволлари.

1. Чизик олиш деб нимага айтилади ва чизик олиш қандай бажарилади?
2. Тепалик орқали чизик қандай олинади?
3. Жарлик орқали чизик қандай олинади?
4. Тўсикни ёнлаб чизик қандай олинади?
5. Чизик ўлчаш қуролларига нималар киради?
6. Лента ва рулеткалар қандай аниқлик талаб қилинганда ишлатилади?
7. Лентани компарлаш нима ва у қандай компарланади?
8. Қия чизикнинг горизонтал қўйилиши қандай аниқланади?
9. Эклиметрлар қандай шаклда бўлади ва у нима учун ишлатилади?
10. Инвар сим билан чизик қандай ўлчанади?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъёмки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Кузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

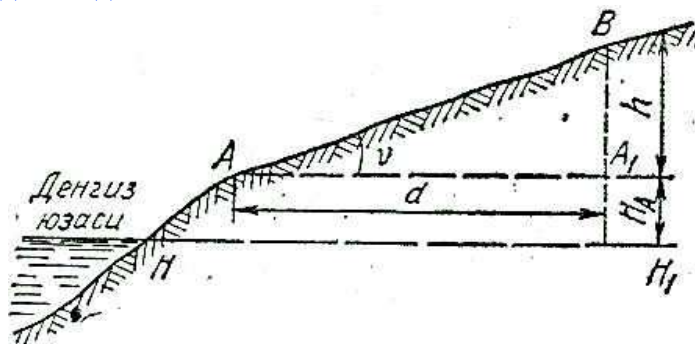
Маъруза 13
Горизонтал съёмка қилиш.
Теодолит съёмкаси.

Дарснинг мақсади: Талабаларга горизонтал съёмка қилиш ишлари, унинг моҳияти, унда бажариладиган ишлар, бажарилиш усуллари ва тартиб қоидалари ҳақида тушунчалар бериш. Шу билан бирга горизонтал съёмка қилишнинг асосий ишларидан бўлган горизонтал бурчак ўлчаш ишлари-теодолит съёмкаси, уни бажариш усуллари, тартиб қоидалари ва теодолит съёмкаси натижаларини ҳисоблаш ишлари ҳақида тушунча бериш.

Режа:

1. Горизонтал съёмканинг моҳияти.
2. Горизонтал съёмка қилиш.
3. Теодолит съёмкаси ва усуллари.
4. Теодолит йўллари ва уларнинг аҳамияти.
5. Горизонтал съёмканинг камерал ишлари.

Горизонтал съёмканинг моҳияти. Ер юзасидаги A ва B нуқталарнинг бир-бирига нисбатан горизонтал ҳамда вертикал текисликда эгаллаган ўрнини аниқлаш геодезиянинг асосий вазифаларидан биридир. 13.1-шаклда $AB=D$ ва B нуқталар орасидаги масофа; HH_1 —сатҳий юза; $AA_1\parallel HH_1$ бўлганидан, $AA_1=d$, D нинг горизонтал проекцияси бўлиб, у *горизонтал қўйилиш* дейилади.



13.1-шакл.

Горизонтал съёмкада икки нуқта орасидаги чизиқнинг ва бу чизиқлар орасидаги бурчакнинг горизонтал қўйилиши ҳамда чизиқларнинг йўналишига қараб, Ернинг тўрт томонига нисбатан жойланиши аниқланади, кейин қоғозда буларни тасвирлаш йўллари ўрганилади. Бу ишда бурчакнинг горизонтал қўйилишини теодолит билан ўлчаш асосий аҳамиятга эга бўлганидан, бу съёмка *бурчак ўлчаш съёмкаси* ва баъзан *теодолит съёмкаси* деб ҳам аталади.

Горизонтал съёмка қилиш. Горизонтал съёмкада берилган жойнинг чегараси ва у ердаги тафсилот съёмка қилиниб, планда ёлғиз жой контурлари тасвирланади.

Съёмка ишларига қуйидагилар киради.

- 1) съёмкага тайёргарлик кўриш,
- 2) полигон ва теодолит йўлини белгилаш;
- 3) полигон ва йўлни пунктга боғлаш;
- 4) полигон элементларини ўлчаш;
- 5) тафсилотни съёмка қилиш.

Бундан кейин камерал ишлар:

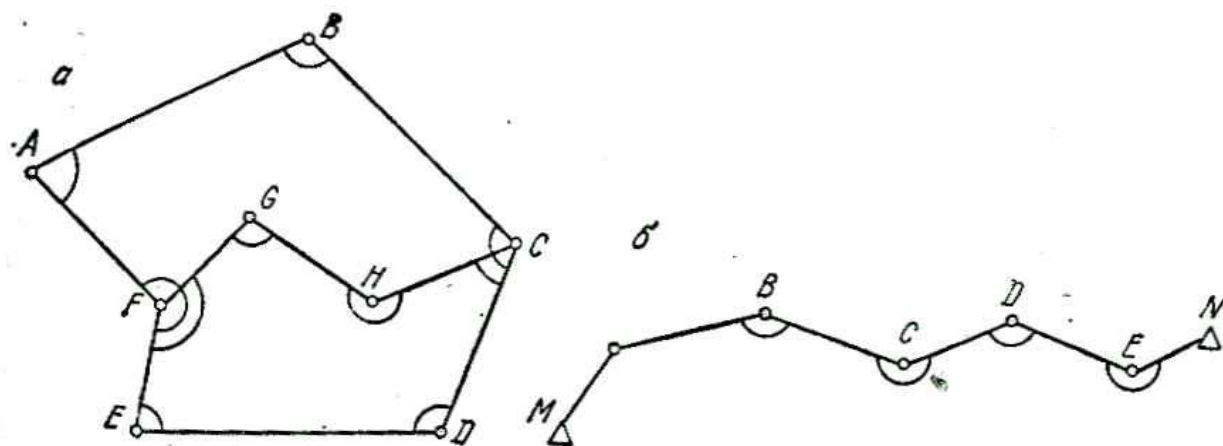
- а) ҳисоблаш ишлари ва
- б) графикавий ишлар бажарилади.

Съёмкага тайёргарлик кўришда съёмка қилинадиган жой карта ёки эски планда аниқланиб, жой ўрганиб чиқилади. Кейин шу жойнинг ўзида *рикогноцировка* ишлари олиб

борилади, яъни жой билан яхши танишиб, таянч пунктлар ва уларга боғлаш йўллари белгиланади, съёмка қулай бўлиши учун теодолит йўлини ва полигонни қандай олиш режалари тузилади. Жойнинг тафсилоти тасвирланган схематик плани чизилади.

Теодолит йўллари келгуси ишларга асос бўлганидан, бурчак учлари мустаҳкам ўрнатилади. Номерлари махсус устунчаларга ёзилади, устунчани ўрнатиш имконияти бўлмаса, бетондан 0,5 м диаметрли *маркировка* (нукта атрофидаги бетонланган текис доира) ишланади ва унинг марказига нукта номери ёзилади. Умуман, далада ўрнатиш нукталар маҳкамланиши билан бирга, уларни осон топиш учун турли белгилар қўлланилади.

Съёмка ишлари жойнинг тузилиши, қуриладиган иншоот ва қўйилган талабга қараб, турлича ташкил қилиниши мумкин. Масалан, завод-фабрика биноси, темир йўл станцияси, аэродром, стадион каби иншоотлар ва колхоз, совхоз ерлари маълум катталиқдаги майдонни эгаллайди; лекин тош ва темир йўл, канал каби қурилишлар маълум кенгликда бир йўналиш бўйича чўзилиб кетган чизикда қурилади. Шуларни ҳисобга олиб, аввал жойга съёмка қилиш учун асос бўладиган нукталар ўрнатилади. Бу нукталар сифатида жойда олинган ёпиқ ёки очик кўп бурчакликларнинг бурчак учлари қабул қилинади. Жойда белгиланган кўпбурчаклик *полигон* дейилади.



13.2-шакл.

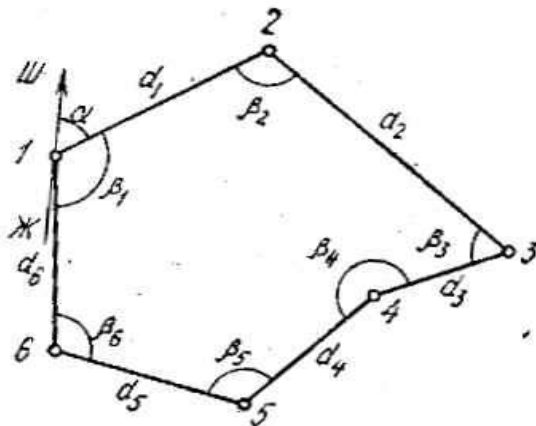
Агар съёмка қилинадиган жой маълум майдон бўлса, полигон томонлари шу майдон чегараси бўйлаб олинади, яъни полигон бир нуктадан бошлаб майдон чегараси бўйича айланиб, яна бош нуктага қайтилса, *ёпиқ полигон* ҳосил бўлади (13.2-шакл, а). Агар полигон координатаси маълум бир нуктадан бошланиб, чизик охирида ҳам координатаси белгили иккинчи бир нуктада тугаса, бундай полигон *очик полигон* дейилади (13.2-шакл, б). Жой тафсилоти полигон томонлари ва бурчак учларига асосланиб съёмка қилинади.

Ёпиқ полигон ўрта еридаги жой тафсилотини съёмка қилиш учун полигон ичидан ўтиб, ёпиқ полигонни икки бурчагини туташтирувчи синик чизик ҳам *очик полигон* бўлиб, бу, кўпинча *диагональ йўл* дейилади. 13.2-шакл, а даги ABCDEFA ёпиқ полигонининг диагональ йўли FG HC бўлади.

Ҳар қандай полигонни съёмка қилишда жойда унинг қуйидаги уч элементини (асосий қисмларини) ўлчаш керак: 1) полигон томонлари узунлигининг горизонтал қўйилишлари $d_1, d_2, \dots, d_n$; 2) томонларнинг йўналишлари $a_1, a_2, \dots, a_n$; 3) томонлар орасидаги бурчакларнинг горизонтал қўйилишлари $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$. Ўлчанган ана шу миқдорлар қиймати план чизиш учун етарли маълумот бўлади.

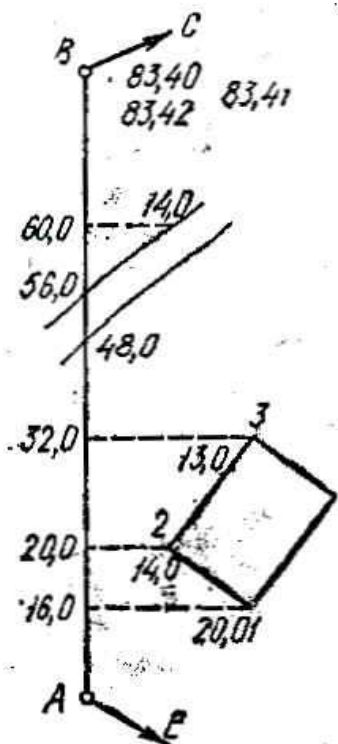
Теодолит съёмкаси ва усуллари. Жойнинг контурли планини чизиш учун аввал жой тафсилоти съёмка қилинади. Тафсилот жойда табиий ва сунъий йўл билан барпо бўлган бино, йўл, ариқ, ўрмон, электр узатиш линияси ва бошқалардир, уларнинг ўрни ва шакли тўғри аниқланиши керак. Съёмкада жойига қараб қуйидаги усуллар қўлланилади.

Айланма усул. Бунда съёмка қилинадиган жой чегараси бўйлаб ёпиқ полигон ҳосил қилинади. Бунинг томон ва бурчак учларига асосланиб, тафсилот съёмка қилинади. Полигон томонларининг узунлиги $d_1, d_2, \dots, d_n$, томонлар орасидаги ўнг бурчак $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$, ёки чап бурчак $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ ва бир ёки ҳамма томонлар азимути ўлчанади (13.3-шакл). Томонларни ўлчашда томоннинг икки ёнида 20—40 м гача бўлган тафсилот характерли нүкталарининг ўрни шу томонга нисбатан перпендикуляр усули билан аниқланади. Ўлчаш натижалари абрис дейиладиган вараққа чизилади ва ёзилади. Чизикни тўғри ва тескари ўлчаш натижалари чизик охирида сурат ва махраж ҳолида ёзилади ва арифметик ўртаси чиқарилади-да ёзиб қўйилади.



13.3-шакл.

Перпендикуляр ёки тўғри бурчакли координаталар усули. Бу усулда ўлчанадиган чизик абсциссалар ўқи деб, унинг учи координаталар боши, абсциссалар ўқида чиқарилган перпендикуляр чизиклар эса ординаталар ўқи деб қабул қилинади. Тафсилот характерли нүкталарининг ўрни абсцисса (x) ва ордината (y) қийматлари бўйича аниқланади (13.4-шакл). Масалан, полигоннинг AB томонини ўлчашда унинг ўнг томонидаги бино ва йўлни съёмка қилиш кўрсатилган. AB томон x ўқи, A нукта координаталар боши деб қабул қилинган. Бинонинг чизикдан кўринган учта бурчагидан x ўқида перпендикуляр туширилиб, уларнинг x ўқи билан кесишган нүкталарининг ўрни координаталар боши A га нисбатан аниқланган, 16,00, 20,00 ва 32,00 м даги перпендикулярлар узунлиги ўлчанган ва бино ёнига ёзилган (20,01; ва 14,0 м). Йўл x ўқи билан 48,00 ва 56,00 м да кесишган; йўл йўналишини аниқлаш учун 60,00 м да x га перпендикуляр чиқарилиб, унинг йўл билан кесишган нүктасининг узоклиги 14,00 м ўлчанган. Бу ишда x ўқи бўйича олинган масофалар лента билан, перпендикуляр чизиклар узунлиги эса рулетка билан ўлчанади. Чизик ва унга чиқарилган перпендикуляр чизиклар абрис қоғозига жойдагидек чизилади ва ўлчаш натижалари ёзилади.



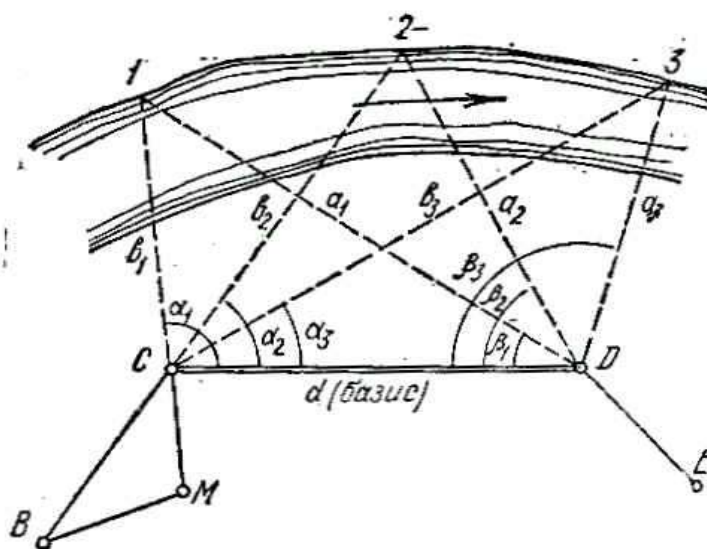
Ёпиқ полигон томонларини ўлчашда ўнг томондаги, очик полигон томонларини (диагонал йўлни) ўлчашда эса икки томондаги, тафсилот съёмка қилинади. Перпендикуляр чизиклар узунлиги 20 м гача бўлганда улар чамалаб, 40 м гача бўлганда экер ёрдамида чиқарилади. Съёмка қилинган тафсилотни планга туширишда ҳам съёмкадагидек ишланади. Полигон томонлари чизилгач, ҳар қайси томонининг абрисини бўйича ўлчанган x ва y қийматлари масштаб бўйича қўйилиб, нүкталар топилади: бу нүкталарни абрисдагидек туташтирилса тафсилот ҳосил бўлади.

Абрис хомакни план бўлиб, съёмка қилинадиган жой тафсилоти ва ўлчаш натижалари қўлда масштабсиз чизилган чизмадир (13.4-шакл). Бурчак ўлчаш журналида махсус бет бўлиб, унга «абрис» деб ёзилган бўлади; абрис шу бетга

чизилади. Ўлчашда ҳар қайси томон абриси алоҳида бетга чизилади.

Агар тафсилот мураккаб бўлмаса, бир бетга икки, уч томон абрисини чизиш мумкин. Съёмканинг ҳамма усулида ҳам ўзига хос абрис чизилади. Жой плани қоғозга чизилганда тафсилот шу абрисга кўра тасвирланади. Шунинг учун абрисда жой тафсилоти тўғри кўрсатилиши ва аниқ ўлчаниши керак.

13.4-шакл.



13.5-шакл.

Кестирма усули. Маълум икки нукта орасидаги масофа ва унинг учларида ўлчанган бурчак томонлари ёки ўлчанган масофаларни кесиштириш орқали учинчи нукта ўрнини аниқлаш кестирма усул дейилади. Бу усул, баъзан қўшқутбий (*биполя*) координаталар усули деб ҳам юритилади. Кестирма икки усулга бўлинади: *чизигий кестирма* ва *бурчак кестирмаси*.

Чизигий кестирма усули. Бу усулда съёмка қилинадиган нукта ўрни шу нуктага яқин бўлиб, ўрни асосий съёмкада аниқланган икки ёки уч нуктадан ўлчанган масофа бўйича аниқланади. Масалан, асосий полигоннинг *BC* томонига яқин якка дарахт ёки столба ўрнини аниқлашда *B* ва *C* нуктадан *M* нуктагача бўлган масофа *BM* ва *CM* ўлчанади (13.5-шакл).

M нуктанинг пландаги ўрни *B* ва *C* нукталардан *BM* ва *CM* радиуслари билан чизилган ёйлар кесишуви орқали топилади.

Бурчак кестирмаси. Бу усул жойда чизик узунлигини ўлчаш нокулай бўлганда қўлланилади. Масалан, *CD* томонга нисбатан (13.5-шакл) дарёнинг нариги соҳилини съёмка қилишда характерли уч нукта (1, 2, 3) белгиланади. Бу нукталар ўрнини аниқлаш учун полигон томони *CD* базис деб қабул қилинади ёки алоҳида базис ўлчанади. Кейин *C* ва *D* да туриб теодолит билан α_1 , α_2 ва α_3 , *D* да туриб β_1 , β_2 ва β_3 ўлчанади. Бу ўлчаш натижалари бўйича 1, 2, 3 нукталарининг пландаги ўрнини икки йўл билан топиш мумкин. Агар *C* нуктада транспортёр ёрдамида *CD* га нисбатан α_1 , α_2 ва α_3 бурчакларни, *D* нуктада *DC* га нисбатан β_1 , β_2 ва β_3 бурчакларини ясаб, бурчак томонларини давом эттирсак, улар кесишуvidан 1, 2 ва 3 нукталар ўрни топилади. Бурчак яшашда хато катта бўлганидан, чизғий кестирма усулидан фойдаланиш маъқул бўлади. Бунинг учун

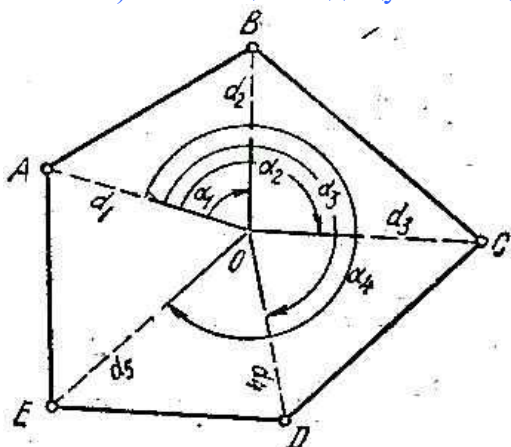
синуслар теоремаси бўйича $C1=a_1$, $C2=a_2$ ва $C3=a_3$ ҳамда $D1=e_1$, $D2=e_2$ ва $D3=e_3$ масофалар аниқланади, яъни

$$a_1 = \frac{d}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \cdot \sin \alpha_1; a_2 = \frac{d}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \cdot \sin \alpha_2; a_3 = \frac{d}{\sin(\alpha_3 + \beta_3)} \cdot \sin \alpha_3;$$

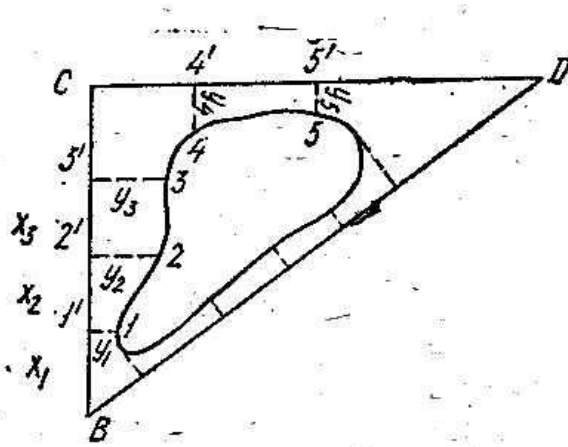
$$e_1 = \frac{d}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \cdot \sin \beta_1; e_2 = \frac{d}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \cdot \sin \beta_2; e_3 = \frac{d}{\sin(\alpha_3 + \beta_3)} \cdot \sin \beta_3$$

Кестирма усулда съёмка қилишда ҳам жой абриси чизишиб, ўлчаш натижалари учун махсус жадвал тузилиши мумкин. Кейин чизғий кестирмадагидек D нуқтадан a_1 , a_2 ва a_3 ларни радиус қилиб, C нуқтадан эса e_1 , e_2 ва e_3 ларни радиус қилиб ёй чизилади; ўтказилган мос ёйларнинг кесишув нуқталари 1, 2 ва 3 нуқталар ўрни бўлади. Дарёнинг бериғи соҳилини шу усул билан ёки CD базисга нисбатан перпендикуляр усули билан аниқлаш мумкин.

Кутбий координаталар усули. Бу усул қисқача кутбий усул деб ҳам аталади. Бу усулда съёмка қилинадиган жой характерли нуқталарнинг ўрнини кутб деб олинган бош нуқтада туриб, маълум чизикка нисбатан ўлчанган бурчаклар ва шу нуқталарнинг кутбдан бўлган масофалари орқали аниқланади. Бу усул майдон ва очик жойларни (пахтазор, бедапоя, полизни) съёмка қилишда қўлланилади.



13.6-шакл.

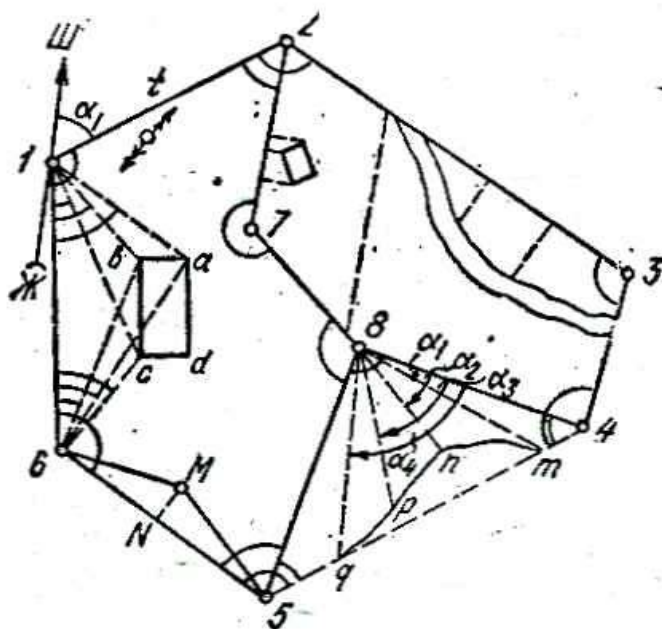


13.7-шакл.

Масалан, берилган майдон чегараси бўйлаб (13.6-шакл) характерли A , B , C , D , E нуқталар белгиланади. Асбобни ҳамма нуқта кўринадиган ва ўрни аниқланган O нуқтага ўрнатиб, иш ҳолатига келтиргач лимб ва I верньер ноллари тўғриланади ва алидадани маҳкамлаб, лимб бўшатилади-да, A нуқтага қаралади ва лимб маҳкамланади. Бунда теодолит OA чизик бўйича ориентирланган бўлади. Кейин алидадани бўшатиб, кетма-кет B , C , D , E нуқталарга қараб санок олинади. Бу саноклар α_1 , α_2 , ..., α_5 бурчаклар қиймати бўлиб, улар *кутбий бурчаклар*, OA чизик эса *кутбий ўқ* дейилади. Съёмка қилишда лента ёки дальнометр билан $OA=d_1$, $OB=d_2$, $OC=d_3$, $OD=d_4$ ва $OE=d_5$ масофалар ўлчанади; бу масофалар *радиус вектор* дейилади. Радиус вектор ва α_1 , α_2 , ..., α_5 бурчаклар *кутбий координаталар* дейилади. Съёмкада жой абрисини чизиб, ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиб бориш мақсадга мувофиқ бўлади.

Планга чизишда аввал O нуқта ва OA йўналиш чизилади. Кейин транспортир билан кетма-кет α_i бурчаклар ясашиб, топилган йўналишлар бўйича d_i лар қиймати масштаб бўйича қўйилса, B , C , D , E нуқталар топилади.

Вехадан вехага қараиш ёки створ усули. Бу усулда съёмка теодолитсиз лента ва рулетка ёрдамида перпендикуляр усули асосида олиб борилади. Масалан (13.7-шакл), полигоннинг BC ва CD томонларининг ўнг тарафидаги экинзор чегарасини съёмка қилиш учун B , C ва D нуқталарга веха қўйилади.



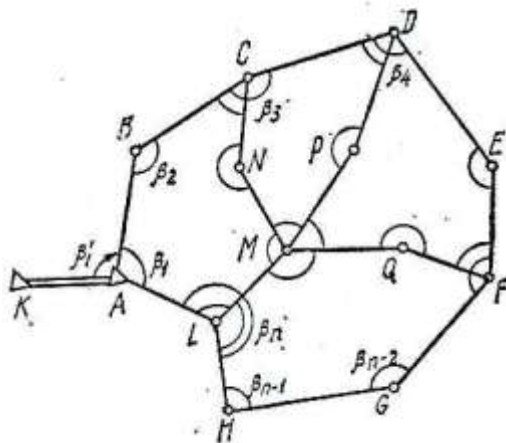
13.8-шакл.

Экинзор чегарасининг характерли 1, 2, . . . нукталаридан BC ва CD га перпендикуляр туширилади, буларнинг асосларигача бўлган $x_1, x_2, \dots$ ва ординаталари узунлиги $y_1, y_2, \dots$ ўлчанади. Шу ўлчаш натижалари бўйича перпендикуляр усулидагидек 1, 2, . . . нукталар ўрни планда аниқланиб, кейин туташтирилса, экинзор чегараси ҳосил бўлади.

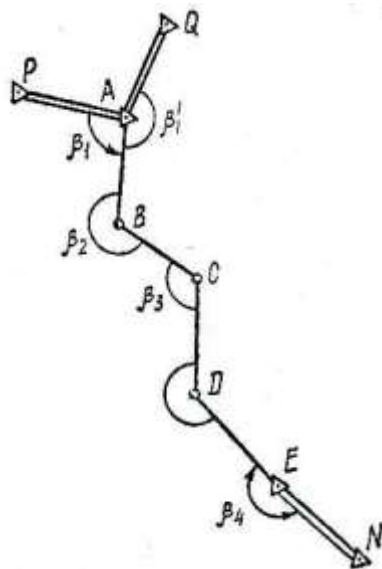
Комбинацияланган усул. Агар жой катта ва тафсилоти мураккаб бўлса, съёмка қилишда қулайлик учун юқоридаги усулларнинг бир нечасидан фойдаланиш мумкин. Ана шу усул комбинацияланган усул дейилади.

Мисол тариқасида, берилган олти бурчакли полигоннинг ички тафсилотини съёмка қилишда юқоридаги усуллар қўллангани кўрсатилган (13.8-шакл). Масалан, 1—2 томонни ўлчашда унинг юқори вольтли линия билан кесишган нуктасининг ўрни аниқланган, 2—7 томонни ўлчашда кичик бино бурчаклари перпендикуляр усули билан съёмка қилинган, 2—3 томонга нисбатан эса створ усули билан ариқ съёмка қилинган. Полигоннинг 4—5 томони қўл орқали ўтганидан уни 4—5—8 учбурчакликнинг ўлчанган 8—4 томонига асосан бевосита ўлчаб бўлмас масофа қилиб топилган. Қўлнинг соҳили характерли m, n, p ва q нукталар орқали белгиланиб, бу 8 нуктадан кутбий усул билан съёмка қилинган. Пахтазор ўртасидаги шийпон $abcd$ ўрни 1 ва 6 нукталардан 1—6 ни базис қилиб, бурчак кестирмаси усули билан съёмка қилинган. 5—6 томон ўнг ёнидаги якка дарахт M нинг ўрни 5 ва 6 нукталардан чизиғий кестирма усулида съёмка қилинган. Умумий полигон айланма усул билан съёмка қилинган.

Теодолит йўллари ва уларнинг аҳамияти. Теодолит съёмкаси катта майдон (колхоз ва совхоз ерлари, завод ва фабрика участкалари, аэропорт, темир йўл станциялари) ёки маълум йуналиш (темир, тош йўллар, канал), бўйича олиб борилишига қараб, шу жойда теодолит билан айрим таянч чизиқ ва нукталар барпо қилинадики, булар *теодолит йўллари* дейилади. Теодолит йўли тригонометрик тармоқ пунктларига боғланган ҳолда олиб борилади. Теодолит йўлига асосланиб, жойда съёмка тармоқлари ясалади ва жой съёмка қилинади, яъни жойдаги тафсилот характерли нукталарининг планий ўринлари аниқланади. Жойига қараб, теодолит йўли ёпиқ (13.9-шакл) ёки очик (13.10-шакл) кўринишда бўлиши мумкин. Жой шароитига қараб, теодолит йўллари бир-бирини кесиб ўтишда ҳосил қилган умумий нукта *тузун нукта* дейилади.



13.9-шакл.



13.10-шакл.

Ёпиқ теодолит йўлида олинган диагонал йўллар кесишган M нукта тугун нукта бўлади. Теодолит йўли томонларининг узунлиги 400 м дан катта, 50 м дан кичик бўлмаслиги, ўртача 200—250 м бўлиши керак.

Теодолит йўли бурчак ва томон ўлчашга қулай бўлган очик ва текис жойдан, йўл ёнидан, дарё бўйидан олинishi керак, бунда съёмка иши осонлашади.

Ҳамма вақт ҳар қандай мустақил геодезик ўлчаш ишларида ёпиқ ё очик йўллар давлат геодезик таянч пунктларига боғланиб олиб борилади.

Теодолит йўли томонларининг йуналиши таянч тармоқ томонлари йуналиши бўйича, йўл бурчак учларининг координаталари таянч тармоқ пунктларининг координаталарига нисбатан аниқланса, бу теодолит йўлини таянч пунктларга боғлаш дейилади. Энди ана шу боғлашнинг бир неча оддий усуллари билан танишамиз.

Бевосита ёндошиш усули. Агар теодолит йўли (полигон) таянч пунктлар A ва K ёнидан ўтиб, пункт A ёпиқ ёки очик полигоннинг бир нуктаси бўлса (13.9-шакл), AK билан AB орасидаги β_1' бурчак ўлчанади; β_1' бурчак ёндош бурчак дейилади. Кейин KA нинг дирекцион бурчаги ва β_1' орқали полигон томони AB нинг дирекцион бурчаги ҳисоблаб топилади. A пункт координатаси бўйича қолган нукталарнинг координаталари ҳисоблаб чиқарилади.

Очик полигонда ҳам таянч пунктлар томони PA ёки QA нинг бошланғич дирекцион бурчаги орқали ёндош бурчаклар β_1 ёки β_1' билан AB томон дирекцион бурчаги аниқланади (13.10-шакл). Охирда DE томон дирекцион бурчаги орқали ёндош бурчак β_n билан тармоқ томони EN нинг дирекцион бурчаги топилади. EN нинг бош ва ҳисобланган дирекцион бурчаклари ораларидаги фарқ топилиб, кейин тузатилади, бу келаси режада кўриб чиқилади.

Агар теодолит йўли ҳеч қандай пунктга боғланмаса, бундай йўл *эркин йўл* дейилади. Агар очик полигон бошда пунктга боғланиб, охирда пунктга боғланмаса, бу йўл *осма йўл* деб аталади. Бу йўлларнинг тўғрилигини текшириб бўлмайди. Умуман асосий теодолит йўлларида эркин ва осма йўллар ишлатилмайди, балки иккинчи даражали съёмка ишларида ёрдамчи йўл қилиб олинади.

Теодолит йўлларининг узунлиги съёмка масштабига қараб турлича бўлади. Масалан, 1:10000 масштабда 6,0 км, 1:5000 да 3,0 км, 1:2000 да 1,2 км.

Горизонтал съёмканинг камерал ишлари.

Камерал ишлар ва уларнинг моҳияти. Горизонтал съёмканинг далада ўлчаб топилган натижаларни математик қоидалар бўйича ишлаш ва уни тўғрилаб (тенглаб) жой планини

чизиш камерал ишлар дейилади. Камерал ишлар ҳисоблаш ишлари билан график ишларга бўлинади.

Ҳисоблаш ишларида микдорларнинг ўлчаб топилган қийматлари микдорлар орасидаги математик муносабат билан таққосланади. Ўлчашда йўл қўйилган хато сабабли ўлчаш натижалари математик муносабатни қаноатлантирмаса, боғланмаслик хатоси юзага келади. Хато тузатма бериш йўли билан тўғриланади.

Тенглаш геодезик ишларда катта аҳамиятга эга бўлиб, анча мураккаб ҳисоблаш ишларини талаб қилади. Ҳисоблаш ишлари тугагач, тенгланган қийматлар бўйича план чизишга керакли микдорлар ҳисобланади.

Полигон бурчакларини тенглаш. Теодолит йўли (полигон) нинг ёпиқ ва очиқ бўлишига қараб ўлчанган бурчакларни тенглашда турли математик формулалар ишлатилади.

Ёпиқ полигон бурчакларини тенглаш. Ясси кўпбурчакликдан иборат ҳар қандай ёпиқ полигон ички бурчакларининг назарий йиғиндисини $\sum \beta_n$ қуйидагича бўлиши керак:

$$\sum \beta_n = 180^\circ (n-2), \quad (13.1)$$

бу ерда n —бурчаклар сони. Ўлчанган бурчакларнинг амалий йиғиндисини $\sum \beta_a$ десак тўғри ўлчанганда $\sum \beta_a = \sum \beta_n$ бўлиши керак. Лекин ўлчашдаги хато сабабли бу йиғиндилар тенг бўлмай, ораларида фарқ бўладики, бу фарқ бурчаклардаги *боғланмасликнинг амалий хатоси* дейилади ва $f_{\beta a}$ билан белгиланади:

$$f_{\beta a} = \sum \beta_a - \sum \beta_n = \sum \beta_a - 180^\circ (n-2) \quad (13.2)$$

Бурчак ўлчашдаги йўл қўярли чекли хато (назарий хато) $f_{\beta n}$ қуйидагича бўлади:

$$f_{\beta n} = \pm 1,5t\sqrt{n}, \quad (13.3)$$

бу ерда t —санок олиш хатоси. ТТ—5 да $t=\pm 30''$, Т30 да $t=\pm 1'$. Агар $f_{\beta a}$ қиймати йўл қўярли ($f_{\beta a} \leq f_{\beta n}$) бўлса, $f_{\beta a}$ томон узунлиги калта бўлган бурчакларга бир минутдан тузатма қилиб берилади. Тузатма ҳамма вақт боғланмаслик хатосининг ишорасига тескари ишора билан тарқатилади. Олти бурчакли полигонни тенглаш ва ҳисоблаш ишлари мисол тариқасида келтирилган (13.1-жадвалда кўрсатилган). Мисолда $f_{\beta a} = 719^\circ 58' - 180^\circ (6-2) = 719^\circ 58' - 720^\circ 00' = -2'$. Бу $-2'$ —бурчаклардаги боғланмаслик хатоси бўлиб, унинг йўл қўярли қиймати $n=6$, $t=1'$ бўлганда (13.3) га кўра $f_{\beta n} = \pm 1,5 \cdot 1' \sqrt{6} = \pm 3,75' \approx 4'$ бўлади; $f_{\beta a} < f_{\beta n}$ бўлганидан $2'$ ни 4 ва 5 бурчакларга $+1'$ дан тарқатамиз. Кейин тузатилган графага бурчаклар қиймати тузатиб ёзилади.

Дирекцион бурчакларни ҳисоблаш. Ёпиқ полигоннинг ўлчанган бурчаклари тузатмалар билан тузатилгач, бош томон дирекцион бурчаги орқали бошқа томонларининг дирекцион бурчаклари юришда ўнг бурчак ўлчанганидан $\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n$ формула ёрдамида ҳисобланади. 13.8-шаклда бош томон дирекцион бурчаги $\alpha_1 = 63^\circ 26'$. Шунга кўра, $\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n$ формулага кетма-кет ички бурчакларнинг тузатилган қийматларини қўйиб, дирекцион бурчаклар ҳисобланган. Масалан, $\alpha_2 = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2 = 63^\circ 26' + 180^\circ - 117^\circ 53' = 125^\circ 33'$. $\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3 = 125^\circ 38' + 180^\circ - 120^\circ 40' = 184^\circ 48'$ ва ҳоказо.

Дирекцион бурчаклар тўғри ҳисоблангани қуйидагича текширилади:

$$\alpha_1 = \alpha_n + 180^\circ - \beta_1, \quad (13.4)$$

яъни ёпиқ полигонда бош томон дирекцион бурчаги охириги томон дирекцион бурчагига 180° ққшиб, натижадан биринчи бурчакнинг айрилганига тенг; бунда α_n — полигон охириги томонининг дирекцион бурчаги.

Ҳисобланган дирекцион бурчак 360° дан катта чиқса, бу қийматдан 360° ни айириб, қолгани ёзилади.

Томонлар румбини ҳисоблаш. Томонлар румбининг қиймати ва румблар номи топилган дирекцион бурчаклар қиймати асосида (13.1) жадвалдан аниқланади. Мисолда $\alpha_1 = 63^\circ 26'$ қиймати 90° дан кичик бўлганидан, румб ҳам биринчи чоракда бўлиб, номи ШШ_к (шимол-шарк), қиймати $r = \alpha_1 = 63^\circ 26'$ бўлади ва $r_1 = \text{ШШ}_к: 63^\circ 26'$ каби ёзилади. $\alpha_2 = 125^\circ 33'$, яъни $90^\circ < 125^\circ 33' < 180^\circ$ бўлганидан чизик иккинчи чоракда бўлиб, r_2 номи ЖШ_к (жануб-шарк), қиймати $r_2 = 180^\circ - \alpha_2 = 180^\circ - 125^\circ 33' = 54^\circ 27'$; ёки $r_2 = \text{ЖШ}_к: 54^\circ 27'$ каби ёзилади ва ҳоказо.

Очиқ полигон бурчакларини тенглаш. Йўл, канал каби чизигий иншоотларни съёмка қилишда очиқ полигон (13.10-шакл) олинади. Ёпиқ полигон ўртасидаги тафсилотни съёмка қилишда ўтказилган (13.8-шаклдаги 2—8—7—6) диагональ йўл бурчаклари ҳам очиқ полигон каби тенгланади. 13.10-шаклда очиқ полигоннинг юришдаги ўнг бурчаклари ўлчанган. Агар PA ни бош томон деб, унинг дирекцион бурчагини α_6 , охирги EN томон дирекцион бурчагини α_o десак $\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n$ формулага биноан қуйидагиларни ёзамиз:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \alpha_6 + 180^\circ - \beta_1; \\ \alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2; \\ &\dots \dots \dots \\ \alpha_o &= \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n\end{aligned}\tag{13.5}$$

(13.5) нинг чап ва ўнг томонидаги, ўхшаш ҳадларни едирсак чап томонда α_o , ўнг томонда эса $\alpha_6 + 180^\circ \cdot n - \sum \beta$ қолади, яъни $\alpha_o = \alpha_6 + 180^\circ \cdot n - \sum \beta$ чиқади. Шундан бурчакларнинг назарий йиғиндисини

$$\sum \beta_n = \alpha_6 - \alpha_o + 180^\circ \cdot n\tag{13.6}$$

бўлади. Бунинг ўлчанган қийматлар йиғиндисидан ($\sum \beta_a$) фарқи очиқ полигон бурчакларидаги боғланмаслик хатоси $f_{\beta a}$ бўлади:

$$f_{\beta a} = \sum \beta_a - (\alpha_6 - \alpha_o) + 180^\circ \cdot n\tag{13.7}$$

13.2-жадвалда 13.8-шаклдаги полигоннинг 2 ва 5 учларини туташтирган 2—7—8—5 диагональ йўл бурчакларини тенглаш мисол тариқасида кўрсатилган.

Бу ерда бош томон сифатида ёпиқ полигоннинг 1—2 томони, охирги томон сифатида эса 5—6 томони қабул қилинган. Шунга кўра $\alpha_6 = \alpha_{1-2}$, $\alpha_o = \alpha_{5-6}$ бўлади. Ўлчанган бурчаклар йиғиндисини $\sum \beta_a = 486^\circ 52'$; назарий йиғиндисини $\sum \beta_n = \alpha_{1-2} - \alpha_{5-6} + 180^\circ \cdot n$. Ёпиқ полигон жадвали (13.2) дан маълумки, $\alpha_{1-2} = 63^\circ 26'$. $\alpha_{5-6} = 296^\circ 36'$, ўлчанган бурчаклар сони $n=4$. Бу қийматлар (13.6) га қўйилса, $f_{\beta a} = 486^\circ 52' - 63^\circ 26' - 296^\circ 36' + (180^\circ \cdot 4) = 486^\circ 52' - 486^\circ 50' = +2'$ чиқади. Диагональ йўлда назарий хато $f_{\beta n} \leq \pm 2t\sqrt{n}$ бўлиши керак. Ўрнига қўйсак, $f_{\beta n} = \pm 2'\sqrt{4} = \pm 4'$ чиқади, амалий хато $+2'$ назарий хатодан кичик шунга кўра $+2'$ ни 2 ва 7 бурчакларга $-1'$ дан тарқатиб тузатилган бурчаклар ҳисобланади.

Дирекцион ва румб бурчаклар тенгланган ички бурчаклар бўйича юқорида баён этилган ёпиқ полигондаги каби ҳисобланади.

План чизиш усуллари. Полигон томонларининг дирекцион ва румб бурчаклари аниқлангач, томонлар узунлиги ва румблари бўйича полигон планини чизиш мумкин. План асосан икки усул билан чизилади.

Ёлиқ полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш жадвали

Бурчак учларининг номери	Ички бурчаклар β		Томон ларни н г дирекц ион бурчаг и α	Томонларнинг румби r		Томонл арнинг горизон тал қўйили ши d , м	Координата ортирмалари, м								Координаталар, м			
	ўлчанган	тузатилган					ҳисобланган ва тузатмалар				тузатилган							
			° ' "	° ' "	° ' "		номи	° ' "	±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	x
1	90 02	90 02	63 26	ШШ _к	63 26	201,26	+	-5 90,02	+	+1 180,00	+	89,97	+	180,01	+	1000,00	+	500,00
2	117 53	117 53	125 33	ЖШ _к	54 27	172,02	-	-3 100,01	+	139,96	-	100,04	+	139,96	+	1089,97	+	680,01
3	120 45	120 45	184 48	ЖҒ	04 48	120,40	-	-3 120,00	-	10,07	-	120,03	-	10,07	+	989,93	+	819,97
4	119 46	119 47	245 01	ЖҒ	65 01	165,52	-	-3 69,90	-	150,03	-	69,93	-	150,03	+	869,90	+	809,90
5	128 24	128 25	296 36	ШҒ	63 24	89,40	+	-2 40,03	-	79,94	+	40,01	-	79,94	+	799,97	+	659,87
6	143 08	143 08	333 28	ШҒ	26 32	178,90	+	-4 160,06	-	79,93	+	160,02	-	79,93	+	839,98	+	579,93
1							+				+				+	1000,00	+	500,00
$\Sigma\beta=$	719 58	720 00				P= 927,50	+	290,11	+	319,96	+	290,00	+	319,96				
							-	289,91	-	319,97	-	290,00	-	319,96				
							$f_x=+0,20$		$f_y=-0,1$			0,00		0,00				

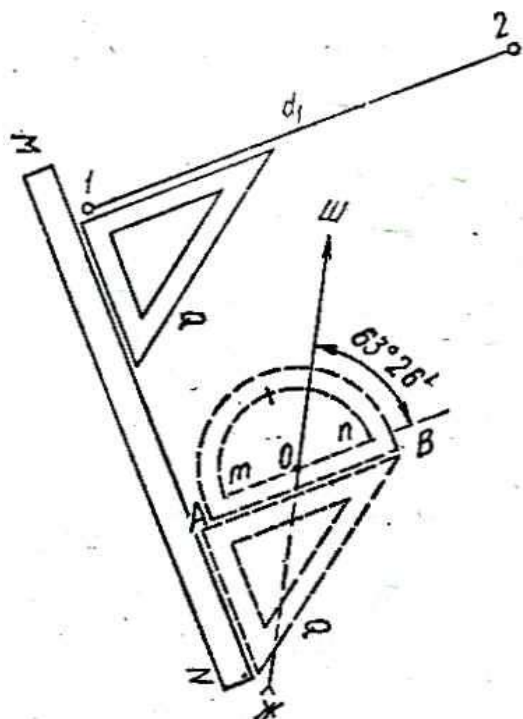
Очиқ полигон (дигонол йўл) учларининг координаталарини ҳисоблаш.

Бурчак учларининг номери	Ички бурчаклар β		Томонларнинг дирекцион бурчаги α	Томонларнинг румби r		Томонларнинг горизонтал қўйилиши d , м	Координата ортирмалари, м								Координаталар, м				
	ўлчанган	тузатилган					ҳисобланган ва тузатмалар				тузатилган								
							° ' "	° ' "	° ' "	номи	° ' "	±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy
1	-1		63 26																
2	57 05	57 04	186 22	ЖҒ	06 22	90,56	-	90,00	-	+1 10,04	-	90,00	-	10,03	+	1089,97	+	680,01	
7	-1 225 24	215 23	150 59	ЖШ _к	29 01	102,93	-	-1 90,01	+	+2 49,93	-	90,02	+	49,95	+	999,97	+	669,98	
8	122 20	122 20	208 39	ЖҒ	28 39	125,30	-	-1 109,97	-	+2 60,08	-	109,98	-	60,06	+	909,95	+	719,93	
5	92 03	92 03	296 36												+	799,97	+	659,87	
6																			
$\Sigma\beta=$	486 52	486 50				P= 318,79	-	289,98	-	20,19	-	290,00	-	20,14					
							f _x =+0,02		f _y =-0,05										

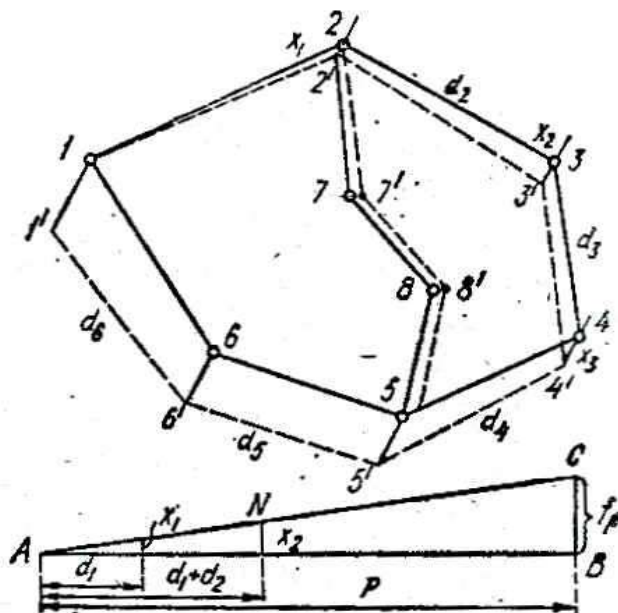
1. Полигон томонларининг узунлиги ва румблари бўйича (бу усул *румб бўйича план чизиш* дейилади);
2. Полигон бурчак учларининг координаталари бўйича (бу усул *координаталар бўйича план чизиш* дейилади).

Румб бўйича план, чизиш. План 13.1-жадвалнинг томонлари румби ва горизонтал қўйилиши номли графаларидаги қийматлар бўйича транспортер, учбурчаклик ва чизғич ёрдамида чизилади.

Қоғозга аввал рамка ясалади; бунинг учун қоғознинг қарама-қарши бурчакларини туташтирувчи диагоналар кесишган нуқтани



13.11-шакл.



13.12-шакл.

марказ қилиб, қоғоз четидан 2—4 см қоладиган тарзда маълум радиус билан диагоналар кестирилади; топилган тўртта нуқта кетма-кет туташтирилса, рамка ҳосил бўлади. Кейин рамка ўртасидан бор бўйича бир тўғри чизик ўтказилади ва у меридиан деб қабул қилинади. Кейин полигон томонлари румбларининг йўналиши ва узунлиги эътиборга олиниб, полигон қоғоз ўртасига симметрик жойланадиган тарзда биринчи нуқта (1) нинг ўрни ихтиёрий белгиланади. Кейин меридиан чизигига нисбатан транспортер ёрдамида биринчи томон румби ясалади (13.11-шакл). MN чизғичнинг туришини бузмай, транспортер асоси AB га қўйилган учбурчаклик MN чизғич бўйича 1 нуқтага сурилади ва 1 нуқтадан AB га қўйилган катет бўйича чизик чизилади; бу чизик биринчи томон йўналиши бўлади. Томон узунлиги d_1 масштаб бўйича ўлчаб қўйилса, иккинчи нуқта 2' нинг ўрни топилади (13.12-шакл). Бошқа нуқталар ҳам кетма-кет шу тартибда топилади. Охирида 6' нуқтадан 6—1 чизикнинг румби бўйича чизик йўналишини топиб, d_6 нинг узунлиги 6' нуқтадан қўйилса, бошдаги 1 нуқта ўрнига 1' нуқта чиқади. Бу 1 ва 1' нуқталар оралиғи $11'$ чизигидаги *чизигий боғланмаслак* хатоси дейилади. $11' = f_p$ десак унинг план масштабида олинган узунлигининг полигон периметри P га нисбати

$$\frac{f_p}{P} \leq \frac{1}{300} \text{ ёки } f_p = \frac{P}{300} \quad (13.8)$$

бўлиши керак. Агар f_p йўл қўярли бўлса, f_p қийматини томон узунликларига пропорционал бўлиб тузатмалар берилади. f_p ҳар қайси нуқта ўрнини топишда қилинган хатоларнинг

йиғиндиси бўлганидан, у P га тўғри келган хатодир. Биринчи томон хатоси орқали 2 нукта x_1 қадар сурилган десак,

$\frac{f_p}{P} = \frac{x_1}{d_1}$ бўлади; бундан $x_1 = \frac{f_p}{P} d_1$ яъни 2 нуктани x_1 қадар суриш керак; учинчи нукта $x_2 = \frac{f_p}{P} (d_1 + d_2)$ га, $x_3 = \frac{f_p}{P} (d_1 + d_2 + d_3)$ га ва ҳоказо сурилиши керак.

Тузатмани аниқлаш формуласи умумий кўринишда қуйидагича ёзилади:

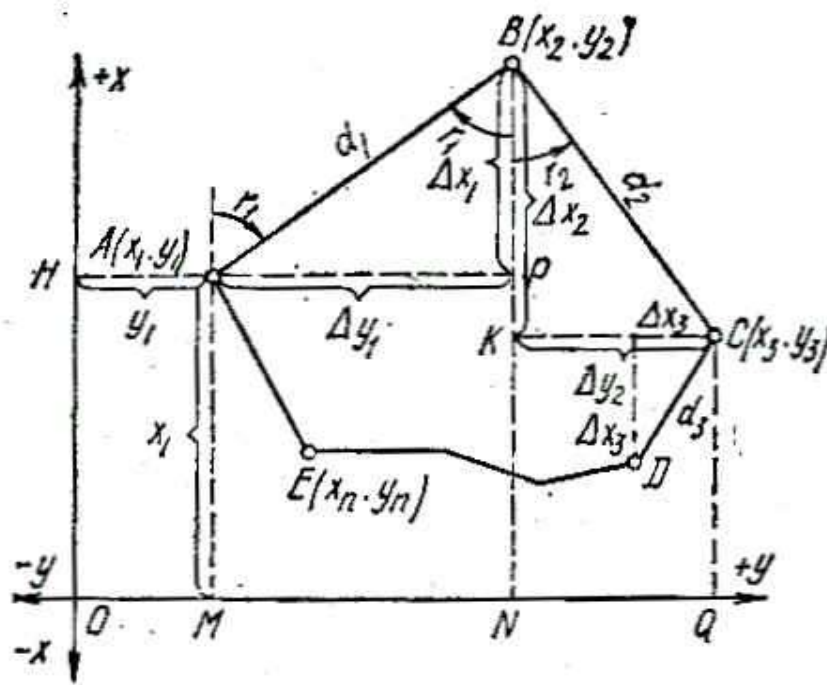
$$x_i = \frac{f_p}{P} d_i \quad (13.9)$$

Охирида $1'$ нукта f_p га сурилиб, 1 нукта устига тушади. $x_1, x_2, \dots, x_n$ лар *чизигий тузатмалар* дейилади. $x_1 + x_2 + \dots + x_n = x_p$ бўлиши керак. Шаклни тузатишда параллел чизиклар усули қўлланилади, яъни ҳамма бурчак учларидан $11'$ чизикқа параллел ўтказилади. Кейин ҳар қайси бурчак учигаги параллел чизикқа нуктадан $1'1$ йўналиши бўйича, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ қийматлари план масштабида қўйилади (13.12-шакл). 1 дан бошлаб топилган $2, 3, \dots$ нукталар кетма-кет туташтирилса, тузатилган $1, 2, 3, 4, \dots$ полигон чиқади. Диагонал йўл тузатилган 2 дан бошлаб қўйилади. Бундаги боғланмаслик ҳам ёпиқ полигондаги каби тарқатилади. Чизигий тузатмаларни аналитик ҳисоблаш ўрнига параллел чизик усулидан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун бир тўғри чизик олиб, ихтиёрий майда масштабда A дан P қиймати қўйилади-да, топилган B нуктадан перпендикуляр чиқарилади, унга f_p қиймати план масштабида қўйилса, C топилади. C ни A билан туташирсак тузатмалар графиги ясалади (13.12-шакл). 3 нукта тузатмасини топиш учун A нуктадан $d_1 + d_2$ қиймати қўйилади, шу нуктадан чиқарилган перпендикулярнинг AC билан кесишув N нуктасининг AB дан баландлиги x_2 3 нукта тузатмаси бўлади.

Полигон бурчак учларининг координаталари бўйича план чизиш. Полигон планини чизишда энг тўғри ва аниқ усул бурчак учлари координаталари бўйича план чизиш бўлиб, бунда аввал полигон учларининг координаталари бош нукта (тригонометрик пункт) координаталари асосида ҳисобланиши керак. Тўғри бурчакли координаталар системасида ҳар зонанинг ўқий меридиани абсциссалар ўқи x деб, бунга перпендикуляр бўлган экватор йўналиши эса ординаталар ўқи y деб қабул қилинади. Ер юзасидаги ихтиёрий нуктанинг ўрни x ва y қийматлари бўйича аниқланади.

Нукталар координатасини ҳисоблаш учун бош нукта координатаси билан бирга полигон томонларининг горизонтал қўйилишлари d ва томон йўналишлари a_i ёки r_i маълум бўлиши керак.

Масалан, $ABCDE$ полигон томонларининг узунликлари $d_1, d_2, \dots, d_n$, румблари $r_1, r_2, \dots, r_n$ ва A нуктанинг координатаси x_1, y_1 берилган бўлиб, қолган бурчак учларининг координаталари $x_2, x_3, \dots, x_n$ ва $y_2, y_3, \dots, y_n$ лар аниқланиши керак (13.13-шакл).



13.13-шакл.

Шаклга кўра, B нуктанинг координаталари $x_2 = NP + PB = MA + PB = x_1 + PB$ (а); $y_2 = ON = HA + AP = y_1 + AP$ (б) ABP учбурчакликдан $PB = A \cos r_1 = d_1 \cos r_1$; $AP = A \sin r_1 = d_1 \sin r_1$; PB ни (а)га, AP ни (б) га қўйсак,

$$x_2 = x_1 + d_1 \cos r_1,$$

$$y_2 = y_1 + d_1 \sin r_1,$$

бўлади. Худди шу тартибда BCK учбурчакликдан $x_3 = CQ = BN - BK = x_2 - BK$ (с); $y_3 = ON + NQ = y_2 + KC$ бўлади. $BK = BC \cos r_2 = d_2 \cos r_2$, $KC = BC \sin r_2 = d_2 \sin r_2$, булар ўрнига қўйилса,

$$x_3 = x_2 + d_2 \cos r_2,$$

$$y_3 = y_2 + d_2 \sin r_2, \quad (d)$$

чиқади. Шу қоида бўйича ишланганда

$$x_4 = x_3 + d_3 \cos r_3,$$

$$y_4 = y_3 + d_3 \sin r_3, \quad (e)$$

чиқади. Бу ердаги $d_i \cos r_i$, $d_i \sin r_i$ координаталар орттирмаси дейилади ва Δx , Δy билан белгиланади. Шунда $d \cos r = \Delta x$, $d \sin r = \Delta y$ ёки

$$\Delta x_i = d_i \cos r_i,$$

$$\Delta y_i = d_i \sin r_i, \quad (13.10)$$

бўлади. Агар бу белгилашни (с), (d) ва (e) ларга қўйиб, Δx ва Δy лар мусбат ишора билан олинса, формула умумий кўринишда қуйидагича ёзилади:

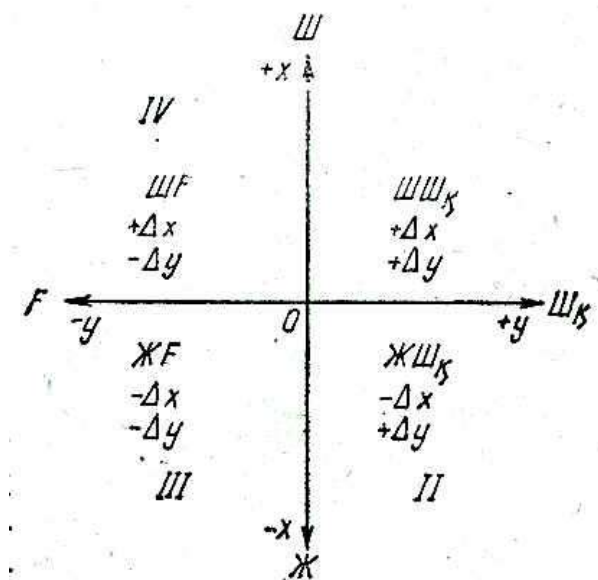
$$x_n = x_{n-1} + \Delta x_{n-1},$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta y_{n-1}, \quad (13.11)$$

яъни кейинги нукта координаталари олдинги нукта координаталарига шу икки нукта орасидаги чизик орттирмасининг қўшилганига тенг. (13.11) даги орттирмалар ишораси чизик румбларининг номларига қараб 13.14-шакл асосида тузилган 13.3-жадвалдан аниқланади.

Орттирмалар ишораси жадвали

Чораклар	Румблар номи	Орттирмалар ишораси	
		ΔX	ΔY
I	ШШ _к	+	+
II	ЖШ _к	—	+
III	ЖҒ	—	—
IV	ШҒ	+	—



13.14-шакл.

Орттирмаларни ҳисоблаш. Чизик узунлиги d_i ва чизик йўналиши r_i , ёрдамида (13.10) формуладан Δx , Δy ларни ҳисоблашда номограммалардан, «тўғри бурчакли координаталар орттирмаларининг жадвали» дан фойдаланиш мумкин. Тажрибада кўпроқ жадвалдан фойдаланилади. Жадвал тузилиши ва ундан фойдаланиш жадвал аввалида берилган. Электрон ҳисоблаш мосламаларидан фойдаланиш ҳам мумкин. Бунда чизикнинг узунлиги d_i тригонометрик жадвалдан олинган $\sin r_i$, $\cos r_i$ қийматларига кўпайтирилса, Δx_i , Δy_i қийматлари чиқади.

Ёпиқ полигонларда координата орттирмаларини тенглаш. Полигон турига қараб орттирмалардаги хато турлича аниқланади ва турлича тенгланади.

Координаталарни ҳисоблаш формуласи (13.11) га биноан, ёпиқ полигон учун қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + \Delta x_1 \\ x_3 &= x_2 + \Delta x_2 \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \quad (a)$$

$$\begin{aligned} x_n &= x_{n-1} + \Delta x_{n-1} \\ x_n &= x_{n-1} + \Delta x_n \\ y_2 &= y_1 + \Delta y_1 \\ y_3 &= y_2 + \Delta y_2 \\ &\dots \dots \dots \\ y_n &= y_{n-1} + \Delta y_{n-1} \\ y_n &= y_{n-1} + \Delta y_n \end{aligned} \quad (6)$$

(а) ва (б) тенгликларнинг айрим ҳолда чап ва ўнг томонларининг йиғиндисини олсак, ўхшашлари еийишганидан кейин қуйидаги чиқади:

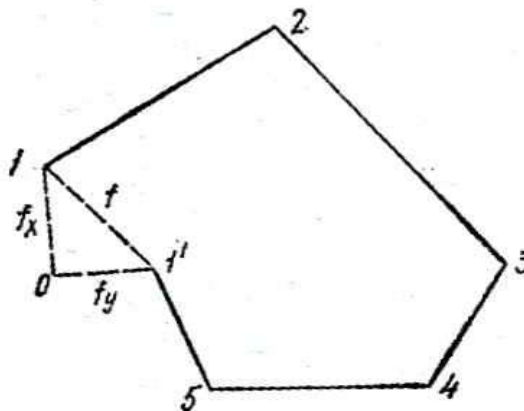
$$\sum x = \sum x + \sum \Delta x; \quad \sum y = \sum y + \sum \Delta y,$$

ёки соддалаштирсак

$$\begin{aligned} \sum \Delta x &= 0 \\ \sum \Delta y &= 0 \end{aligned} \quad (13.12)$$

бўлади, яъни ёпик полигонда координаталарнинг орттирмалари йиғиндисини нолга тенг бўлиши керак. Лекин $\sum \Delta x$ ва $\sum \Delta y$ лар нолга тенг бўлмай, балки бирор бошқа сонга, масалан f_x ва f_y га тенг бўлади, яъни

$$\begin{aligned} \sum \Delta x &= f_x; \\ \sum \Delta y &= f_y. \end{aligned} \quad (13.13)$$



13.15-шакл.

f_x ва f_y ларга *координата орттирмаларининг боғланмаслик хатоси* дейилади. Бу хатоларнинг геометрик маъноси 13.15-шаклда кўрсатилган. f_x ва f_y лар умумий хато f нинг координата ўқларидаги проекцияси бўлиб, шаклга кўра қуйидагини ёзиш мумкин:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad \text{ёки} \quad f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (13.14)$$

f полигон периметридаги абсолют хато бўлиб, унинг полигон периметри P га нисбати

$$\frac{f}{P} = \frac{1}{N} \quad (13.15)$$

нисбий хато бўлади, бу ерда N —чизиқ ўлчанган жой шароитига, ўлчаш қуролига қараб турли (1:3000—1:1000) қийматга эга бўлади. Ўртача шароитда

$$\frac{f}{P} \leq \frac{1}{2000} \quad (13.16)$$

бўлиши керак. Умумий хато f йўл қўярли бўлса, f_x ва f_y ларни Δx ва Δy лар томон узунлиги d_i га пропорционал бўлиб тузатмалар v_{xi} , v_{yi} топилади, Δx ва Δy ларга f_x , f_y ларнинг ишораларига тескари ишора билан тарқатилади. Полигон периметри P бўлса, Δx лар тузатмаси v_x қуйидагича бўлади:

$$\frac{f_x}{P} = \frac{v_{xi}}{d_i}, \quad (13.17)$$

худди шунга ўхшаш

$$v_{yi} = \frac{f_y}{P} d_i \quad (13.18)$$

Агар $\frac{f_x}{P} = m_x$; $\frac{f_y}{P} = m_y$ деб олинса, тузатмалар қуйидагича бўлади; $v_{xi} = m_x d_i$, яъни

$$v_{x1} = m_x d_1, v_{x2} = m_x d_2, \dots, v_{xn} = m_x d_n;$$

$v_{yi} = m_y d_i$, яъни $v_{y1} = m_y d_1, v_{y2} = m_y d_2, \dots, v_{yn} = m_y d_n$. Ҳисобланган тузатмалар йиғиндиси:

$$\begin{aligned} v_{x1} + v_{x2} + \dots + v_{xn} &= \sum v_x = f_x, \\ v_{y1} + v_{y2} + \dots + v_{yn} &= \sum v_y = f_y, \end{aligned} \quad (13.19)$$

бўлиши керак. f_x ва f_y ларни тарқатишда тузатмалар қиймати сантиметргача яхлитланади. Ёпиқ полигон орттирмаларини ҳисоблаш ва тузатмалар бериб тенглаш 13.1-жадвалда келтирилган. Тенгланган орттирмалар бўйича нуқталар координаталари ҳисобланади.

Ёпиқ полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш. Полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш учун учлардан бирининг координаталари маълум бўлиши керак. Бу координата бўйича бошқа учларнинг координаталари топилади. Агар координата маълум бўлмаса, бирор ихтиёрий нуқтанинг қабул қилинган шартли координатаси асосида аниқланади. Ишнинг осон бўлиши учун, қўпинча бош нуқта координатаси нолга тенг қилиб олинади, кейин бошқа нуқталарнинг координаталари шунга нисбатан (13.11) формула ёрдамида топилади.

Орттирмалардаги йўл қўярлимас хатони аниқлаш. Агар (13.14) формула бўйича ҳисобланган f қиймати катта бўлиб, (13.16) шарт бажарилмаса, у ўлчаш вақтида чизик узунлигида ёки томон румбида қўпол хато қилинганини кўрсатади. Бу хато қуйидаги уч ҳолда содир бўлади.

1. Хато чизик узунлигида бўлганида хато чизик (боғланмаслик чизиғи) f полигоннинг нотўғри ўлчанган томонига параллел бўлади. Буни аниқлаш учун $tgr = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ дан r қиймати топилади.

Кейин полигон томонларидан топилган румбнинг қийматига яқин бўлган томоннинг узунлиги текширилади.

2. Хато томон йўналишида бўлганда $\frac{f_x}{2}$ ва $\frac{f_y}{2}$ ҳисобланади, булар қиймати қайси орттирмага яқин бўлса, шу томон румби текширилади.

3. Румб номидаги бир ҳарф нотўғри бўлса, f_x ва f_y қийматларининг бири катта, иккинчиси кичик бўлади. Хато манбаини аниқлаш учун катта хатонинг ярми ҳисобланиб, чиққан сонга яқин бўлган орттирмага тегишли томон румбининг номи текширилади. (13.11) формула ёрдамида топилади.

Очиқ полигон координата орттирмаларини тенглаш. Очиқ полигоннинг (диагонал йўлнинг) бош ва охириги нуқталарининг координаталари маълум бўлади. Масалан, 13.10-шаклдаги A ни бош ва E ни охириги нуқталар десак, буларнинг координаталари x_o, y_o ва x_e, y_e бўлади. A нуқта координатаси x_o, y_o бўйича (13.11) формула ёрдамида $B, C, \dots E$ нуқталарнинг координаталари ҳисобланса, қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_o + \Delta x_1, & y_1 &= y_o + \Delta y_1, \\ x_2 &= x_1 + \Delta x_2, & y_2 &= y_1 + \Delta y_2, \\ &\dots & & \dots \\ x_n &= x_{n-1} + \Delta x_n, & y_n &= y_{n-1} + \Delta y_n. \end{aligned}$$

Буларнинг чап ва ўнг томонларидаги тенг ҳадларни едириб, қолганларини қўшсак,

$$x_o = x_o + \sum \Delta x; \quad y_o = y_o + \sum \Delta y$$

чиқади. Бу ерда

$$\begin{aligned} \sum \Delta x &= x_e - x_o, \\ \sum \Delta y &= y_e - y_o \end{aligned} \quad (13.20)$$

бўлади, яъни очик полигонда орттирмалар йиғиндиси охириги нукта координатасидан бош нукта координатасининг айирилганига тенг. Лекин амалда ўлчаш хатолари таъсирида (13.20) тенглик сақланмайди, яъни

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x - (x_o - x_o), \\ f_y &= \sum \Delta y - (y_o - y_o) \end{aligned} \quad (13.21)$$

бўлади. Умумий хато эса (13.14) формула ёрдамида ҳисобланади:

$$f = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Диагонал йўллари тенглашда нисбий хато маҳражи 1500 деб олинади, яъни

$$\frac{f}{P} \leq \frac{1}{1500} \quad (13.22)$$

бўлади. Агар f йўл қўярли чиқса, ёпиқ полигондаги каби, f_x ва f_y лар диагонал йўл томонларига пропорционал бўлиниб, орттирмаларга тарқатилади (13.2-жадвалдаги мисолга қаранг).

Ёпиқ ва очик полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш ведомости тўлдирилгандан кейин, ҳисобланган координаталар бўйича жой плани чизилади.

Таянч иборалар: сатҳий юза, горизонтал қўйилиш, бурчак ўлчаш съёмкаси, теодолит съёмкаси, горизонтал съёмка, полигон, теодолит йўли, пунктга боғлаш, полигон элементлари, тафсилот съёмкаси, рекогносцировка, маркировка, ёпиқ полигон, очик полигон, диагонал йўл, айланма усул, перпендикуляр ёки тўғри бурчакли координаталар усули, абрис, кестирма усул, биполяр, чизигий кестирма, бурчак кестирмаси, кутбий координаталар усули, створ усули, комбинацияланган усул, тугун нукта, бевосита ёндошиш усули, камерал ишлар, ҳисоблаш ишлари, график ишлар, бурчакларни тенглаш, тузатма бериш, дирекцион бурчакларни ҳисоблаш, томонлар румбини ҳисоблаш, план чизиш, румб бўйича план чизиш, координаталар бўйича план чизиш, чизигий боғланмаслик хатоси, орттирмаларни ҳисоблаш, орттирмаларни тенглаш, полигон учлари координаталарини ҳисоблаш.

Назорат саволлари.

1. Теодолит съёмкаси деб қандай съёмкага айтилади?
2. Горизонтал съёмка ишлари нималардан иборат?
3. Ёпиқ ва очик полигонни тушунтириб беринг.
4. Теодолит съёмкасида жойга қараб қандай усуллар қўлланилади?
5. Теодолит йўллари деб нимага айтилади?
6. Горизонтал съёмканинг камерал ишлари қайси ишлардан иборат?
7. Полигон қайси усулларда чизилади?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониц В. И. Геодезия, основы аэрофотосъёмки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 14

Тўғри ва тескари геодезик масалалар.

Дарснинг мақсади: Талабаларга тўғри ва тескари геодезик масалар, уларнинг қандай масалаларни ечишда ишлатилиши, уларни ҳисоблаш тартиб қоидаларини ургатиш.

Режа:

1. Тўғри геодезик масала.
2. Тескари геодезик масала.

Тўғри геодезик масала. AB чизиқнинг узунлиги d , йўналиши α (r) ва A нуқтанинг (14.1-шакл) координаталари x_a , y_a берилган, B нуқтанинг координаталари x_b , y_b ни аниқлаш керак бўлса, у *тўғри геодезик масала* дейилади. Ушбу

$$x_n = x_{n-1} + \Delta x_{n-1},$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta y_{n-1}$$

формулага биноан:

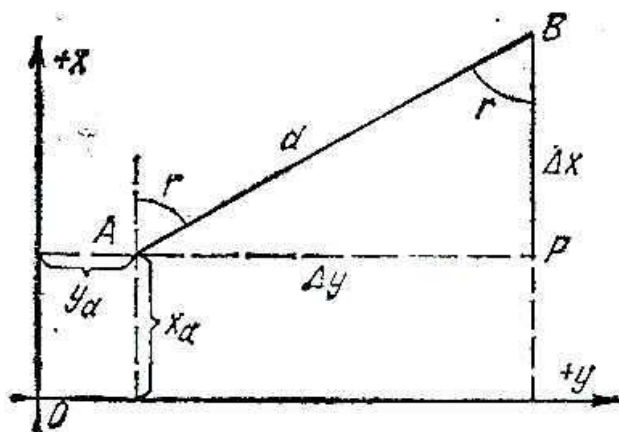
$$x_b = x_a + \Delta x_{ab},$$

$$y_b = y_a + \Delta y_{ab} \quad (14.1)$$

бўлади, бу ерда

$$\Delta x_{ab} = d \cos r;$$

$$\Delta y_{ab} = d \sin r.$$



14.1-шакл.

Тескари геодезик масала. Агар A ва B нуқталарнинг координаталари (x_a , x_b , y_a ва y_b) берилиб шу нуқталарни туташтирувчи чизик узунлиги $AB=d$ ва унинг йўналиши (α ёки r) аниқланса, бу *тескари геодезик масала* бўлади.

Чизик йўналиши 14.1-шаклга кўра қуйидагича:

$$\operatorname{tgr} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \quad (14.2)$$

Топилган tgr нинг қиймати бўйича тригонометрик функциялар жадвалидан румб бурчагининг 90° гача бўлган қиймати топилади. Δx ва Δy ишоралари бўйича 14.1-жадвалдан румб номи аниқланади.

Орттирмалар ишораси жадвали

Чораклар	Румблар номи	Орттирмалар ишораси	
		ΔX	ΔY
I	ШШ _к	+	+
II	ЖШ _к	—	+
III	ЖҒ	—	—
IV	ШҒ	+	—

Кейин румб бўйича дирекцион бурчак қиймати топилади. $AB=d$ узунлик иккала нуктанинг координаталари бўйича қуйидагича бўлади:

$$d = \pm \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \pm \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2} \quad (14.3)$$

Бу формула билан ҳисоблаш анча мураккаб бўлганидан, d ни қуйидагича топиш қулай:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos r} = \frac{\Delta y}{\sin r}, \quad (14.4)$$

ёки

$$d = \Delta x \sec r = \Delta y \csc r. \quad (14.5)$$

Тўғри ва тескари геодезик масалалар полигонни таянч пунктларга боғлашда кўп учрайди.

Таянч иборалар: тўғри геодезик масала, чизик узунлиги, чизик йўналиши, нуктанинг координаталари, тескари геодезик масала, нукталарнинг координаталари, чизик узунлиги, чизик йўналиши, тригонометрик функциялар жадвали, румб бурчаги номи, дирекцион бурчак, полигон, таянч пунктлар, боғлаш.

Назорат саволлари.

1. Тўғри геодезик масала деб қандай масалага айтилади?
2. Тескари геодезик масала деб қандай масалага айтилади?
3. Дирекцион ва румб бурчаклар қийматлари қандай топилади?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониц В. И. Геодезия, основы аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Қузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.

Маъруза 15

Вертикал съёмка. Нивелирлаш.

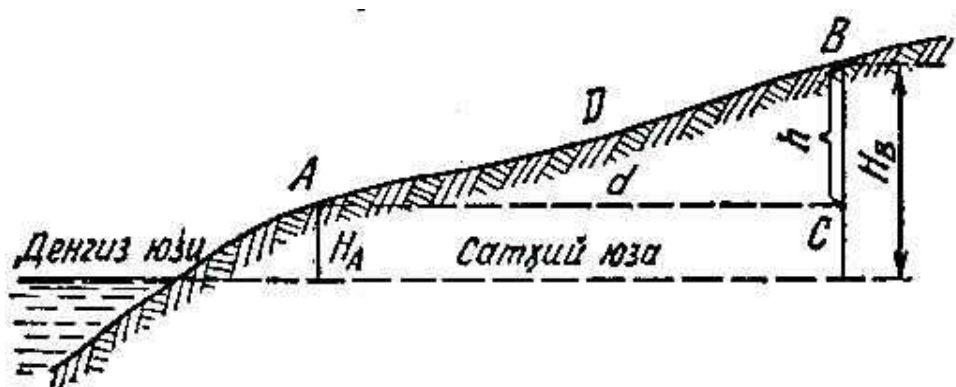
Дарснинг мақсади: Талабаларга жойда нуқталарнинг баландлигини аниқлаш-нивелирлаш ишлари, нивелирлаш турлари, нивелирлашда ишлатиладиган асбоблар, уларнинг турлари, уларни ишлатиш, нивелирлаш ишлари натижаларини жадвал ҳолига келтириш ва ҳисоблаш, натижалар асосида график хужжатларни бажаришларни ургатиш.

Режа:

1. Нивелирлаш ва уларнинг турлари.
2. Геометрик нивелирлаш.
3. Асбоб баландлиги ва асбоб горизонти.
4. Нивелирлар ва уларнинг турлари.
5. Нивелир рейкалари ва санок олиш.
6. Геометрик нивелирлашнинг камерал ишлари.
7. Бўйлама профил чизиш.

Нивелирлаш ва унинг турлари. Инженерлик ишларига доир масалаларни ечишда нуқталарнинг бир-бирига нисбатан фақат горизонтал текисликдаги ўринларини белгилашнинг ўзи кифоя қилмайди, уларнинг вертикал текисликдаги вазиятини, яъни жойнинг баланд-пастлигини аниқлаш ва қоғозда тасвирлаш ҳам талаб қилинади. Горизонтал съёмкада $AB=D$ чизикнинг горизонтал қўйилиши d аниқланади, вертикал съёмкада эса D чизикнинг вертикал текисликка бўлган проекцияси h аниқланади. Нуқталарнинг вертикал текисликда эгаллаган ўринларини аниқлашга доир ўлчаш ишларининг йиғиндиси *вертикал съёмка* дейилади. Ер юзасидаги нуқталарнинг баландлиги асосан денгиз юзига нисбатан аниқланади. Бу баландлик *абсолют баландлик* деб, агар у сон билан ифодаланса, *абсолют отметка* деб аталади ва H билан белгиланади. Масалан, 15.1-шаклдаги A ва B нуқталарнинг абсолют баландлиги H_A ва H_B , буларнинг айирмаси $H_B - H_A = h$ *нисбий баландлик* дейилади. Агар H_A ва h маълум бўлса, B нинг отметкаси H_B қуйидагича бўлади:

$$H_B = H_A + h \quad (15.1)$$



15.1-шакл.

яъни иккинчи нуқта отметкаси биринчи нуқта отметкасига шу нуқталар орасидаги нисбий баландликнинг қўшилганига тенг.

Нуқтанинг отметкасини топиш учун аввал нисбий баландлик аниқланиши керак. Нисбий баландликни аниқлаш *нивелирлаш* дейилади.

Нивелирлаш ишлатиладиган асбоб ва нивелирлаш усулига қараб *астрономик* ва *геодезик* бўлади. Агар нисбий баландлик гравиметрик (Ернинг оғирлик кучини аниқлаш) карта ёрдамида шовун чизиғининг оғишини аниқлаш йўли билан топилса, бу усул *астрономик нивелирлаш* дейилади. Агар нисбий баландлик математик, физикавий ифодалар ёрдамида аниқланса, *геодезик нивелирлаш* дейилади. Геодезик нивелирлашда

қуйидаги усуллар геометрик, тригонометрик, физикавий, механикавий, аэронивелирлаш усуллари қўлланилади. Тригонометрик нивелирлаш иккига: тахеометрик ва геодезик нивелирлашга бўлинади; физик нивелирлаш ҳам барометрик, гипсотермометрик, гидростатик нивелирлашга бўлинади.

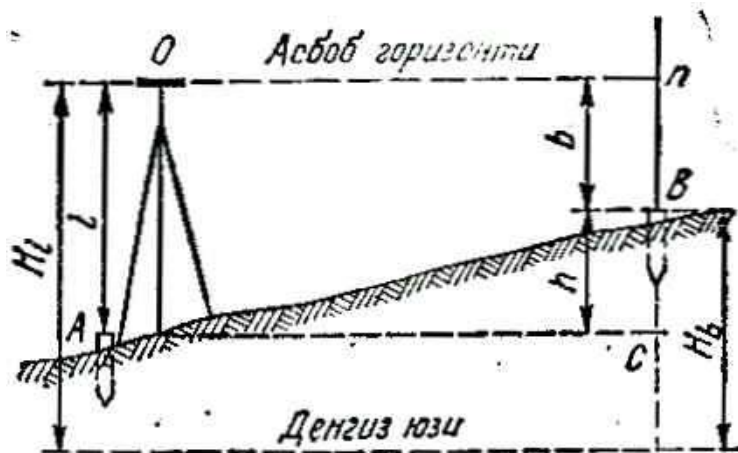
Геометрик нивелирлаш. Нисбий баландлик горизонтал кўриш нури ёрдамида аниқланса, *геометрик нивелирлаш* дейилади ва *нивелир* деб аталадиган асбоб билан бажарилади.

Нивелирлаш, асбобнинг икки нуқтага нисбатан туриш (ўрнатиш) жойига қараб, *олдинга нивелирлаш* ва *ўртадан нивелирлашга* бўлинади.

Олдинга нивелирлаш. *A* ва *B* нуқталар орасидаги (15.2-шакл) нисбий баландликни аниқлаш учун асбобни *A* нуқтага ўрнатиб, горизонтал ҳолатга келтиргач, *A* нуқтадан трубанинг кўриш ўқигача бўлган баландлик *AO* ўлчанади, бу *асбоб баландлиги* дейилади ва *i* билан белгиланади. Кейин *B* нуқтага вертикал қўйилган рейкага қараб, *в* саногини олинади. Шунда *AC* чизик кўриш ўқи *On* га параллел бўлганидан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$h=i-b, \quad (15.2)$$

яъни олдинга нивелирлашда нисбий баландлик асбоб баландлигидан рейка саногининг айрилганига тенг. Агар $i > b$ бўлса, h мусбат бўлиб, жой кўтарилади, $i < b$ бўлганда эса h манфий бўлиб, жой пастлашади.



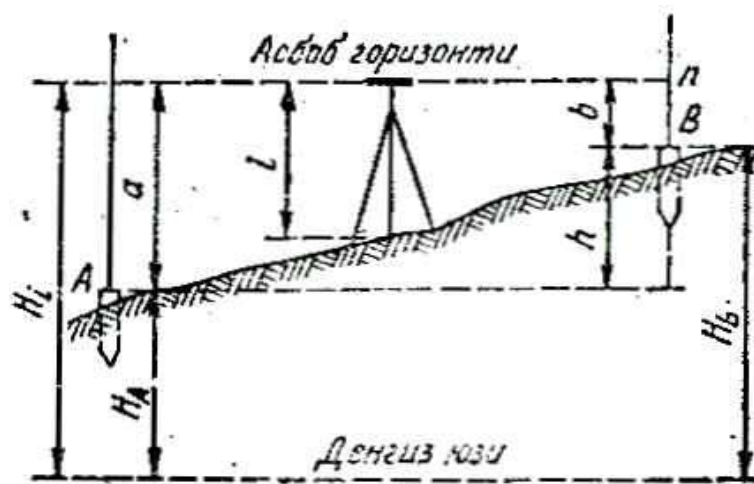
15.2-шакл.

Ўртадан нивелирлаш. Бу энг кўп қўлланиладиган усул бўлиб, нивелир *A* ва *B* нуқталар ўртасига ўрнатилади (15.3-шакл); нивелир горизонтал вазиятга келтирилгач, *A* ва *B* нуқталарга қўйилган рейкалардан аввал *a*, кейин *в* саноклар олинади, шунда нисбий баландлик қуйидагича бўлади:

$$h=a-b, \quad (15.3)$$

яъни ўртадан нивелирлашда нисбий баландлик орқадаги рейкадан олинган санокдан олдинги рейкадан олинган санокнинг айрилганига тенг (a —кетинги санок, $в$ —олдинги санок), a ва $в$ санокларнинг қийматига қараб, h мусбат ёки манфий бўлади. Нивелирлашда нивелирнинг ҳар ўрнатилиши *станция* дейилади. Агар икки нуқтанинг нисбий баландлиги бир станциядан аниқланса, *оддий нивелирлаш*, бир неча станция орқали аниқланса, *мураккаб нивелирлаш* дейилади.

15.2. ва 15.3-шаклдагилар оддий нивелирлаш бўлади.



15.3-шакл.

Мураккаб нивелирлаш. Берилган A ва B нуқталар (15.4-шакл) бир-биридан узоқ бўлиб, булар орасидаги нисбий баландлик h ни бир станциядан аниқлаб бўлмаса, AB оралиғи бир неча ихтиёрий бўлакка бўлинади. Кейин ҳар қайси оралиқ алоҳида станциядан кетма-кет нивелирланиб, нисбий баландликлар $h_i = a_i - b_i$ формула ёрдамида ҳисобланади. Масалан, шаклда AB оралиғи тўрт станция орқали нивелирланган, шунда

$$h_1 = a_1 - b_1,$$

...

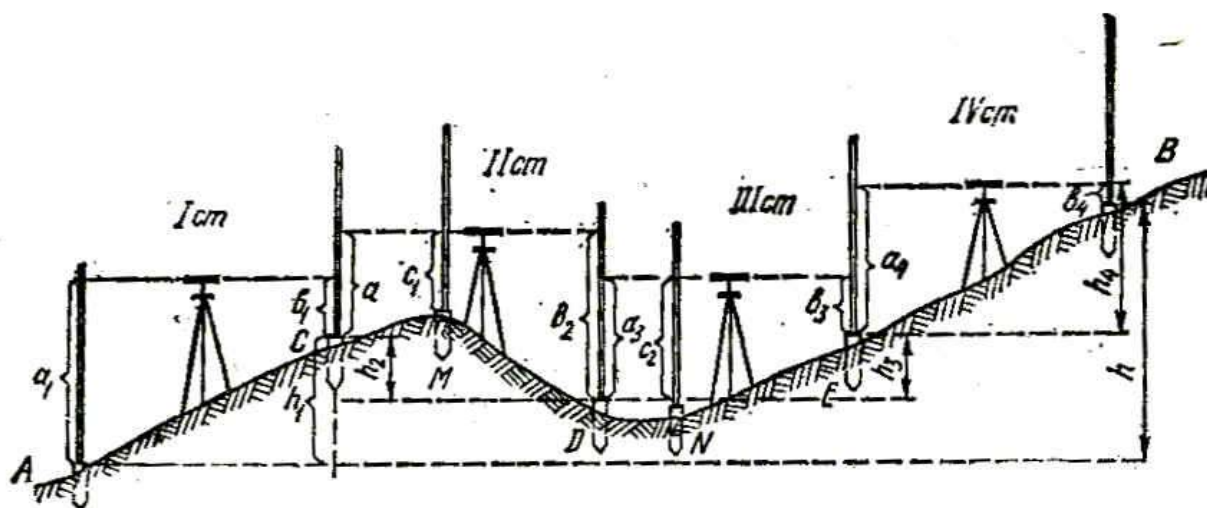
$$h_4 = a_4 - b_4. \quad (15.4)$$

бўлади. B нинг A дан бўлган нисбий баландлиги $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = \sum h_i$ бўлади. Бунга h_i ларнинг (15.4) даги қийматларини қўйсак, $h = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) - (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) = \sum a - \sum b$ бўлади. Станция сони n та бўлганда ҳам шу қоида сақланади. Шунинг учун умумий кўринишда

$$h = \sum h_i = \sum a - \sum b \quad (15.5)$$

бўлади, яъни мураккаб нивелирлашда нисбий баландлик орқа саноклар йиғиндиси $\sum a$ дан олдинги саноклар йиғиндиси $\sum b$ айрилганига тенг.

Маълум йўналиш бўйича мураккаб нивелирлаш олиб борилган чизик *нивелирлаш йўли* дейилади.



15.4-шакл.

Мураккаб нивелирлашда боғловчи ва оралиқ нуқталар бўлади. Агар бир нуқтага икки қўшни станциядан қараб, кетинги (a) ва олдинги (b) саноклар олинса, бу нуқта *боғловчи нуқта* дейилади, чунки у қўшни станцияларни боғлайди.

Икки боғловчи нуқта орасида бўлган, отметкаси аниқланадиган жойнинг баланд-пастлигини билдирувчи нуқта *оралиқ нуқта* дейилади ва бу нуқтага қўйилган рейкадан олинган санок *оралиқ санок* дейилиб, *c* билан белгиланади.

15.4-шаклда бир хил оралиқда *A, C, D, E, B* нуқталар боғловчи, *C* билан *D* орасидаги *M* ва *D* билан *E* орасидаги *N* нуқталар оралиқ нуқталардир.

Асбоб баландлиги ва асбоб горизонти. Нивелирлаш ва унинг натижалари асосида ҳисоблаш ишларини бажарганда асбоб баландлиги билан асбоб горизонти деган тушунчалар кўп учрайди, уларни бир-биридан ажрата билиш керак.

Ҳамма геодезик асбобларда асбоб ўрнатилган нуқтадан трубанинг айланиш ўқиғача (теодолит, кипрегелларда) ёки трубанинг кўриш ўқиғача (нивелирларда) бўлган вертикал масофа (баландлик) *асбоб баландлиги* деб аталади ва *i* ҳарфи билан белгиланади (15.2 ва 3-шакллар). Асбобнинг ҳар туришида ўзига хос баландлиги бўлади, у рейка ёки рулетка билан ўлчанади (15.2-шаклга қаранг). Нивелирлашда асбоб баландлигини ўлчаш учун рейкага окулярни қаратиб объективдан қараб тўр маркази рейкада белгиланади ва шу нуқта баландлиги ўлчанади.

Нивелирларни горизонтал ҳолатга келтиргандан кейинги кўриш ўқининг денгиз сатҳидан бўлган баландлиги (отметкаси) *асбоб горизонти* деб аталади ва H_i билан белгиланади, унинг қиймати ҳисоблаб топилади. Асбоб горизонти рейка қўйилган нуқта отметкасига шу нуқтадаги рейка саноғининг қўшилганига тенг. Ҳар станциянинг ўз асбоб горизонти бўлади. Одатда асбоб горизонти кетинги нуқта саноғи орқали ҳисобланади. Шунга кўра, кетинги нуқта отметкасини H_a десак,

$$H_i = H_a + a \quad (15.6)$$

бўлади; олдинги нуқта отметкаси H_e бўлса,

$$H_i = H_e + b$$

бўлади.

Асбоб горизонти мураккаб нивелирлашда оралиқ нуқталар олинган станциялардагина ҳисобланади ва унинг қиймати асосида оралиқ нуқталар отметкаси ҳисоблаб чиқарилади, Масалан, оралиқ нуқта саноғини *c*, унинг отметкасини H_c десак

$$H_c = H_i - c \quad (15.8)$$

бўлади, яъни оралиқ нуқта отметкаси асбоб горизонтидан оралиқ санокнинг айрилганига тенг.

Нивелирлар ва уларнинг турлари. Нивелир нисбий баландликни горизонтал кўриш нури орқали аниқлашда ишлатиладиган геодезик асбобдир. ГОСТ 10528-69 га биноан, нивелир аниқлиги жиҳатдан *жуда аниқ*, *аниқ* ва *техник* нивелирларга бўлинади. Тузилиши жиҳатидан уч типда чиқарилади:

1) кўриш ўқи цилиндрик адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга келтириладиган нивелирлар (H_1 , H_2 , H_3 , НТ каби);

2) ўзича ўрнашувчи нивелирлар (H_2 , H_3 , H_4 , НТС каби);

3) қия кўриш нури нивелир (НЛЗ).

Нивелирлар тури қабул қилинган шифрига қараб аниқланади. Шифрдаги «Н» нивелир—сўзидан, «Н» дан кейинги рақам шу асбоб нивелирлашнинг қайси классига мўлжалланганлигини кўрсатади. Масалан, III классда ишлатиладиган нивелир шифри H_3 бўлади.

Нивелир типи шифрига рақам билан бирга қўшиб ёзиладиган ҳарфга қараб ажратилади. Ўзича ўрнашувчи нивелирларга «С» ҳарфи қўшиб ёзилади; масалан, IV классда ишлатиладиган ўзича ўрнашадиган нивелир шифри H_4 бўлади. Техникавий нивелирга «Т» ҳарфи қўшиб ёзилади. Масалан, НТС—ўзича ўрнашувчи техникавий нивелир. 15.1-жадвалда ГОСТ 10528-69 га биноан чиқариладиган нивелирлар типи, бир километр масофани нивелирлашдаги ўрта квадратик хатолар кўрсатилган.

Нивелирлашнинг аниқлиги ва тузилиши жиҳатидан бўлиниши

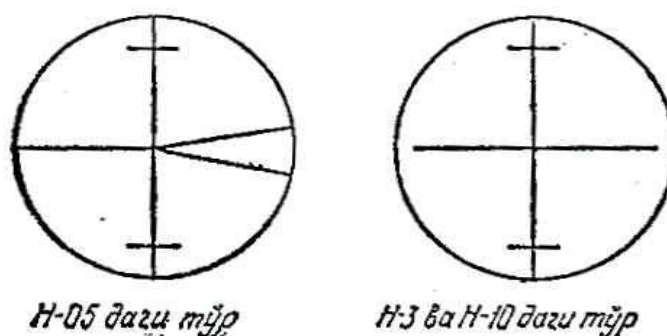
Нивелир шифри	Аниқлик жиҳатидан	Ишлатилиш жойи	Ўрта квадратик хатоси m_n	Тузилиши
Н1	энг аниқ	1 класс нивелирлашда	$\pm 0,5$ мм 1 км да (тўғри ва тескари юришда)	адилакли
Н2	«	II «	± 1 мм «	«
НС2	«	«	« «	ўзича ўрнашувчи
Н3	аниқ	III «	± 4 «	адилакли
НС3	«	« «	« «	ўзича ўрнашувчи
НС4	«	IV «	± 8 бир юришда	« «
НТ	техникавий	техникада	± 15 «	адилакли
НТС	«	«	« « «	ўзича ўрнашувчи
НЛС	«	«	± 30 »	қия нурли

Адилакли нивелирлар ГОСТ 10528-76 га кўра Н—05, Н—3 ва Н—10 шифрлар билан чиқарилади.

Компенсаторли нивелир шифрига К ҳарфи қўшилади. Масалан, Н—05К, Н—3К, Н—10К каби. Н—3, Н—10 ва Н—10К нивелирлари ҳам горизонтал бурчак ўлчаш учун лимбли қилиб ишланган, уларнинг шифрига Л ҳарфи қўшилади. Масалан, Н—10КЛ (Н—10 нивелирли компенсаторли, лимбли). ГОСТ 10528-76 га биноан, нивелирдаги иплар тўри 15.5-шаклдагича ишланиб, Н—3 ва Н—10 да горизонтал ип учлари айланадан радиуснинг камида тўртдан бир қисмича қочиб туради.

Россияда чиқадиган нивелирлар билан бир қаторда, бошқа давлатларда чиқариладиган $Ni-025$, $Ni-050$, $Ni-007$ (Германиядаги «Карл—цейсе» фирмаси), $Ni-A3$, $Ni-B3$, $Ni-B4$, $Ni-B6$ (Венгриядаги МОМ заводи), Ага фирмаси чиқарган компенсаторли лазервий «Геоплан 300» каби нивелирлар ҳам ишлатилади.

Кейинги вақтда нивелирлаш ишларида ЛН—56 шифр-ли (лазерий нивелир) ва ЛВ—5 шифрли (лазерий визир) асбоблар ҳам ишлатилмоқда.

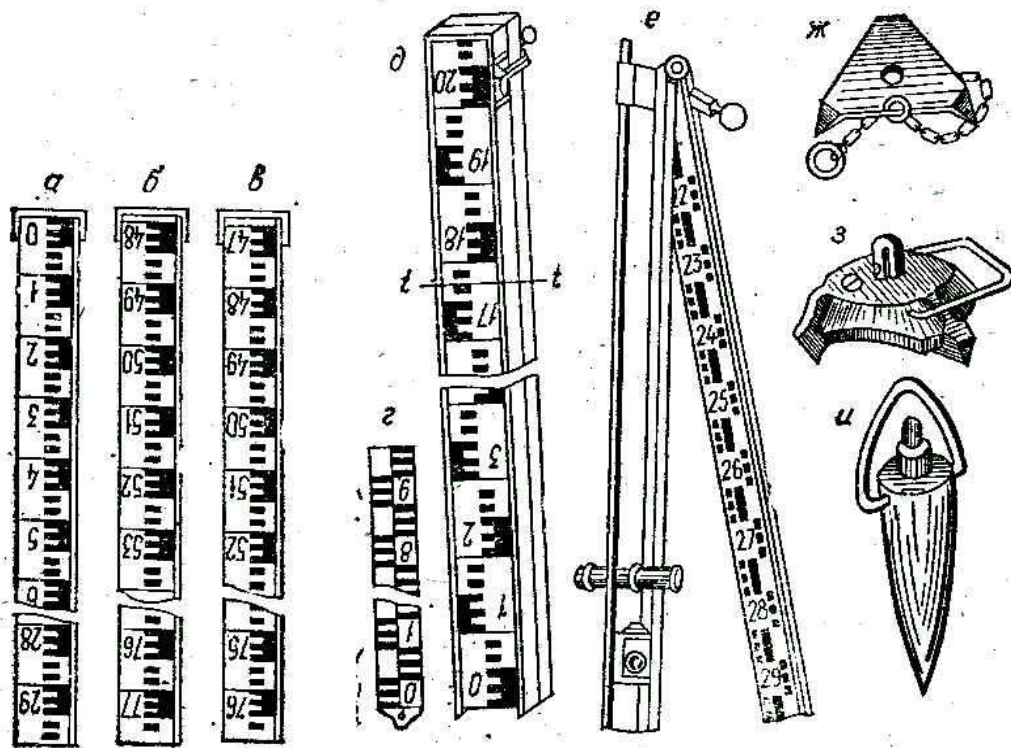


15.5-шакл.

Нивелир асосан таглик, цилиндрик адилак ва кўриш трубасидан иборат бўлиб, илгари бу бўлақларнинг бир-бирига бўлган муносабатига қараб: қуйма, адилак ва трубаси тагликдан олинadиган, трубаси олиниб, адилаги тагликда турадиган нивелирларга бўлинган. Ҳозирги нивелирлар қуйма қилиб чиқарилади. Буларда адилак, труба ва таглик бир-биридан ажралмас қилиб ишланган бўлади. Нивелирлар ёрдамида санок махсус ишланган нивелир рейкаларидан олинади.

Нивелир рейкалари ва санок олиш. ГОСТ 11158-76 га биноан нивелир рейкаларн РН-05, РН-3 ва РН-10 каби белгилар билан чиқарилади. Бу белгилашдаги охириги, рақам—1 км даги нивелирлаш хатосининг қиймати. РН-05 бир томонли штрихли бўлиб, I, II класс

нивелирлашда ишлатилади. РН-3 икки томонли, шкалалари бўлиб, III ва IV класс нивелирлашда ишлатилади. РН-10 техникавий нивелирлашда қўлланилади. ГОСТ 15095-69 га кўра РН1, РН2, РН3, РН4 ва РНТ белгили рейкалар ҳам чиқарилади. Рейкалар 1500, 3000 ва 4000 мм ли бўлади. РН-10 да 4000 мм ли рейка ишлатилади. Рейкалар йиғма (15.6-шакл, е) ва бутун (15.6-шакл, а) қилиб ишланади. Йиғма рейка белгисида С ҳарфи қўшиб ёзилади. Ёзувлар тўғри ва тескари бўлади. Тўғри рейка белгисига П ҳарфи қўшилади. Масалан, РН-3П 4000 С, яъни (III) класс нивелирлашда ишлатиладиган, тўғри, 4000 мм ли нивелир рейкаси, йиғма. Маркага осиладиган рейка 1200 мм ли бўлиб, у осма рейка дейилади (15.6-шакл, з).



15.6-шакл. Нивелир рейкалари, башмаклар, темир қозиқ;

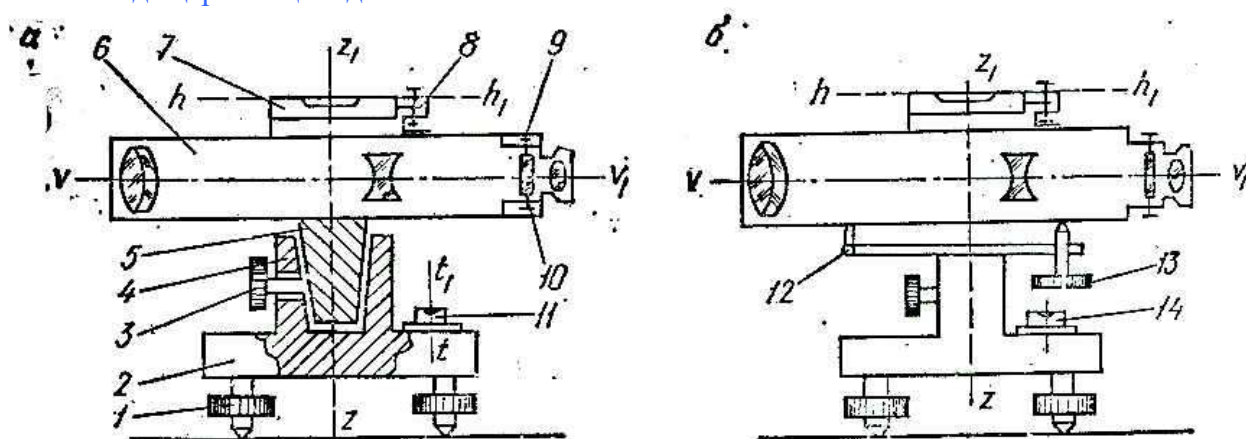
а—рейканинг қора томони, б— ва в—қизил томони, з—осма рейка, д—ва е—бир томонлама қўшалок рейкалар, ж, з—башмаклар, и—темир қозиқ (костиль).

Техник нивелирларда бутун ва йиғма рейкалар ишлатилади; уларнинг бўйи 2—4 м, эни 8—10 см, қалинлиги 2—3 см бўлади ва қуруқ қарағайдан ясалади. Рейка бир томонли ёки икки томонли бўлади. Бир томонли рейкада ёзув ва бўлақлар бир томонда бўлиб, ҳар метр оралатиб қизил ва қора рангда ёзилади. Икки томонли рейкага бир томонга ёлғиз қора рангда, иккинчи томонига эса қизил рангда ёзилади. Шунга кўра, бу томонлар рейканинг қора ва қизил томонлари деб юритилади. Қора томонда рейка тагидан бошлаб, сантиметрли оқ ва қора бўлақларга бўлинади. 3 м ли рейкада ёзувлар 0 дан бошланиб, 3000 да тугайди. Бўлақларнинг ҳар дециметри Е шаклидаги белгидан бошланади ва қиймати дм бирликда ёзилади. Ҳар метр 10 дециметрга, дециметр 10 см га бўлинган. Бир бўлак (шашка) қиймати 1 см. Қизил томонда ёзувлар 0 дан бошланмай, балки бошқа бир катта сондан, масалан, 4687 мм дан (бутун рейкада) ёки 4468 мм дан (йиғма рейкада) бошланади. 15.6-шаклда 4800 ва 4700 дан бошланган. Бу рейкалар жуфт рейкалар дейилади. Труба тескари тасвир берганидан рейка ёзувлари тескари бўлади. Қора ва қизил томон саноғи 100 мм га фарқ қиладиган рейкалар ҳам ишлатилади. Баъзан қора ва қизил ёзувлар рейканинг бир томонида бўлади. Баъзи рейкаларда қора ва қизил томон ёзувлари 0 дан бошланади, лекин қизил томон бўлақларининг қиймати 1 см эмас, балки 1,1 см бўлади. Саноклар текширилганда қизил томон саноғи 1,1 га кўпайтирилади.

Рейкадан саноқ олиш. Нивелирлашда рейкалар эзилмайдиган қаттиқ жой ёки ерга мустақкам қоқилган ёғоч ёки темир қозиклар устига вертикал ҳолда қўйилади. Нивелир йўлини пунктларга боғлашда ерга қозик қоқилмай, кўтариб юриб керакли жойга қўйиладиган махсус мослама (*башмак*) (15.6-шакл, *ж, з*) устидаги бўртмага қўйилади. Юмшоқ жойларда нивелирлашда ерга *костиль* дейиладиган муваққат темир қозик қоқилади (15.6-шакл, *и*).

Техникавий нивелирлашда рейка бўлакларидан саноқ тўрнинг ўрта ипидан миллиметр аниқлигида олинади. Бунда кўриш майдонининг тепасидан пастга томон ўрта ипгача аввал ёзувли метр ва дециметр, кейин ёзувсиз сантиметр бўлақларининг сони аниқланади, охирида сантиметрнинг ўндан бири кўзда чамалаб олинади. Шакл бўйича tt_1 даги саноқ 1770 мм.

Адилакли нивелирлар. 15.7-шаклда ҳозирги адилакли нивелирнинг тузилиш схемаси ва бўлақлари кўрсатилган. Нивелирлашда цилиндрик адилак 7 билан бирга, тахминий горизонтал ҳолатга келтириш учун доиравий адилак 11, 14 ҳам ўрнатилади. Баъзи Н2, НТ, НЗ нивелирларда сиқиш 3 қаратиш винтидан ташқари, цилиндрик адилак пуфакчаси ҳолатини бошқарадиган элевазион винт 13 ҳам ўрнатилади. Бу винтнинг бўлиш-бўлмаслигига қараб, нивелир бўлақларининг тузилиш ва улар муносабати турлича бўлади. 15.7-шакл, *а* да элевазион винт йўқ, *б* да эса элевазион винт 13 ёрдамида труба вертикал текисликда ҳаракат қилади.

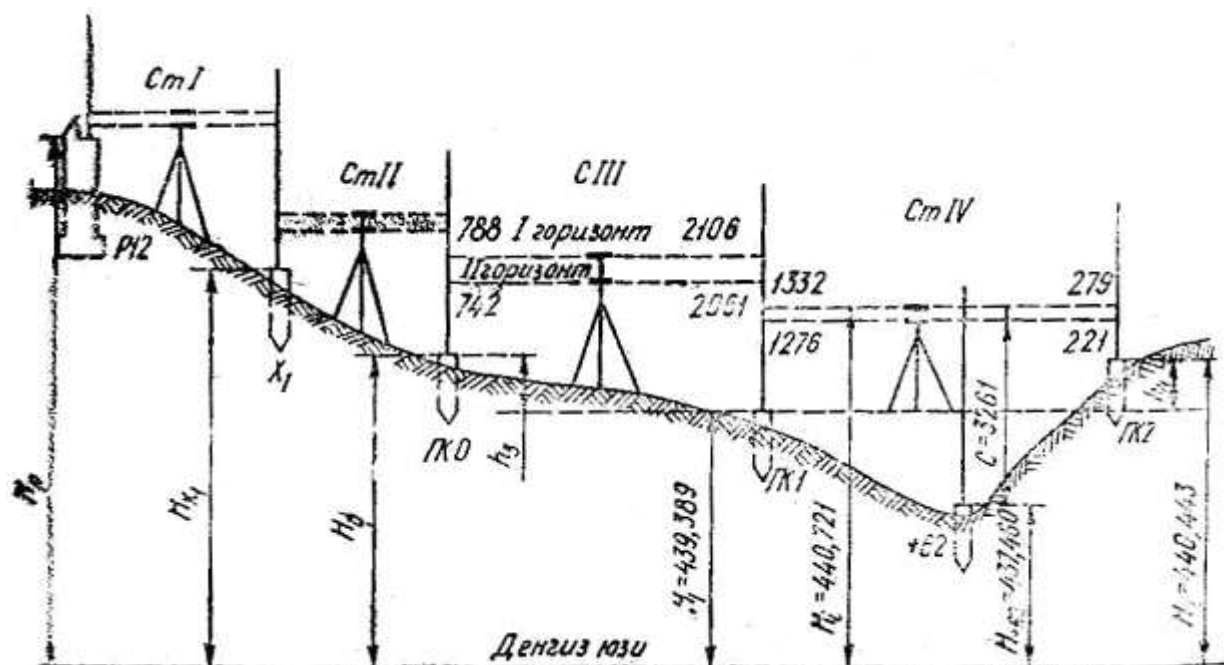


15.7-шакл.

Геометрик нивелирлашнинг камерал ишлари. Геометрик нивелирлаш натижаларини математика қоидаларига биноан ишлаб, керакли қийматларни ҳисоблаш ва бу қийматлар асосида профиль ва бошқа чизмалар чизиш *нивелирлашнинг камерал ишлари* дейилади. Ҳисоблаш ва график ишларга мисол қилиб, қуйидаги нивелирлаш натижаларини кўрсатамиз. Трассанинг ПК0 нуқтаси бир x нуқта репер №12 га боғланган (15.8-шакл). Нивелирлаш иши бир томонли рейка билан икки горизонтда бажарилган. Жойнинг тузилишига қараб, x , ПК1 ва ПК2 лар боғловчи нуқталар. ПК1+62,00 оралиы нуқта бўлган. Шаклда рейкалардан саноқ олиш тартиби, нуқталар отметкаси IV станциядаги асбоб горизонти. Бу орқали +62,00 нуқтанинг отметкасини ҳисоблаш кўрсатилган. 15.2-жадвалда нивелирлаш журналининг бир бети ва унда ёзиш, ҳисоблаш тартиби келтирилган.

Техникавий нивелирлаш журнали

Станциялар аномери	Пикетлар номери	Рейка станоклари, мм					Нисбий баландлик		Асбоб горизон ти, м Н _i	Отметкалар Н, м								
		ўқилгани			ўртачаси													
		кетинг и <i>a</i>	орал икда ги <i>c</i>	олдин ги <i>b</i>	кетинг и <i>a</i> _ў	олдин ги <i>b</i> _ў	+	-										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
I	P-12	418 462	3261	2086 2130	440	1054	1054	1668	440,721	443,656								
	X ₁	270 252			261					2108	441,988							
II	ПК0	788 742		1550 1534	765					1542	1281	440,707						
	ПК1	1276 1332		2106 2061	1304					2083,5	+0,5 1318,5	439,389						
IV	+62 ПК2	340 374		221 279	357					250	612	441,330	437,460 440,443					
	V	ПК3 +30		1563 1499	951 987					1531			959	439,831 438,392				
VI	ўнгга +2,5 +11 +20 чапга +8 +20	840 230		1015 2765 3138	1593 1531 2354 2332 2902 2912 2800 2816					300			1552	031	440,315 438,565 438,192			
	ПК4														320 290 414	418	2348	2043
ПК5	422 750 768														759	2907	2489	439,800
VII	X ₂														2902 2912 2800 2816	2808	2049	437,757
	VIII		ПК6												433,219			
			12270				33145	6135	16572 ₅						1054	11491 ₅		-10,437
			-20875			-10437 ₅		-10437 ₅										



15.8-шакл.

Нивелирлаш йўлининг узунлиги 20 пикет, яъни 2 000 м бўлиб, ПК20 икки станция орқали марка №7 га боғланган. Нивелирлаш йўлида икки бурилиш бурчаги бўлиб, бири ПК4+29,30 да ўнгга бурилган, бурилиш бурчаги $\theta_1 = 35^\circ 40'$, эгри чизик радиуси $R_1 = 300$ м; иккинчиси ПК11+69,16 да чапга бурилган, бурилиш бурчаги $\theta_2 = 40^\circ 30'$, эгри чизик радиуси $R_2 = 400$ м олинган. Бош репер отметкаси $H_6 = H_{p12} = 443,656$ м, охирги марка отметкаси $H_0 = H_{m7} = 439,702$ м; ПК0 дан ПК4+29,30 гача бўлган чизикнинг дирекцион бурчаги $\alpha_6 = 342^\circ 34'$ га тенг.

Жадвалнинг 1—5-графалари нивелирлаш вақтида далада тўлғазилади, қолган графаларга эса камерал иш вақтида (уйда) тўлғазилади.

Нивелирлаш жадвалини тўлдириш. 15.2-жадвални тўлдириш учун қуйидаги ишлар бажарилади:

1. Ҳар қайси бетдаги кетинги (a) ва олдинги (b) саноклар йиғиндиси $\sum a = 12270$ ва $\sum b = 33145$ ҳисобланиб, ўз графаси тагига ёзилади. $\sum a - \sum b = -20875$ ҳисобланиб, 3—4 графалар тагига чизилган чизик тагига ёзилади.

2. Кетинги ва олдинги санокларнинг арифметик ўрта қиймати топилиб, 6, 7-графаларга ёзилади. Масалан, I станциядаги саноклар $a_y = \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{418 + 462}{2} = 440$ ва

$$b_y = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{2086 + 2130}{2} = 2108 \text{ каби.}$$

3. Кетинги ва олдинги ўрта саноклар йиғиндиси ($\sum a_y$ ва $\sum b_y$) ҳисобланиб, бет тагига, ўз графасига ёзилади ва ($\sum a_y - \sum b_y$) топилади. Мисолда $6135 - 16572,5 = -10437,5$. Бу айирма 3- ва 5-графалар йиғиндиси айирмасидан икки марта кичик бўлиши керак, яъни

$$\sum a_y - \sum b_y = \frac{\sum a - \sum b}{2}; \text{ мисолда } \frac{-20875}{2} = -10437,5. \text{ Ҳар қайси бетни шу тартибда}$$

текшириш *бетма-бет текшириш* дейилади.

4. кейинги 8- ва 9-графаларга нисбий баландлик қиймати ўз белгисига қараб ёзилади. Нисбий баландликлар ўртача саноклар бўйича ҳисобланади:

$$h = a_y - b_y. \quad (15.9)$$

мисолда $h = 440 - 2108 = -1668$.

5. 8- ва 9-графалар йиғиндиси ва уларнинг айирмаси ҳисобланиб графалар тагига ёзилади. Биринчи бет ПК6 нинг олдинги саноғи билан тугаган, дейлик; шунда нисбий баландликлар йиғиндисининг айирмаси $\sum(+h)-\sum(-h)=1054-11491,5=-10437,5$ бўлади. Бу ерда ҳам $\sum(+h)-\sum(-h)=\sum a_y-\sum b_y$ бўлиши керак; мисолда: $-10437,5=-10437,5$.

Шуни эсда тутиш керакки, журналнинг ҳар бети *кетинги саноқ билан бошланади, олдинги саноқ билан тугайди*. Мисолда биринчи бет ПК6 нинг олдинги саноғи билан тугаган, иккинчи бет эса ПК6 нинг кетинги саноғи билан бошланади. Бу ерда иккинчи бет саноқлари келтирилмай, охири XXVII станция саноқлари келтирилган. Репер 12 дан 7 маркагача бўлган нивелирлаш натижалари юқоридагича ишлаб чиқилади. кейин ҳар бет тагидаги $\sum(+h)$ ва $\sum(-h)$ ларни қўшиб, нивелирлаш йўлидаги умумий йиғинди $\sum(+h)_y$ ва $\sum(-h)_y$ лар топилади; буларнинг йиғиндиси 12 репер билан 7 марка орасидаги нисбий баландлик h бўлади, яъни $h=\sum(+h)_y-\sum(-h)_y$. Бу нивелирлаш йўлидаги станцияларда аниқланган нисбий баландликлар йиғиндиси бўлганидан уни $\sum h$ билан белгиласак, $\sum h=H_o-H_\delta$ формулага кўра қуйидагича бўлиши керак:

$$\sum h=H_o-H_\delta=H_m-H_p, \quad (15.10)$$

бу ерда H_m, H_p – марка ва репер отметкалари. Нивелирлаш йўлидаги боғланмаслик хатоси $f_h=\sum h - (H_o - H_\delta)$ га кўра қуйидагича бўлади:

$$f_h=\sum h - (H_m - H_p) \quad (15.11)$$

мисолда нивелирлаш йўлидаги $\sum(+h)_y=16393$ мм. $\sum(-h)_y=20350$ мм, Шунга кўра, $\sum h= -3957$ мм ёки $-3,957$ м. Мисолда $H_p=443,656$, $H_m=439,702$ м. (15.11) га кўра, нивелирлаш йўлидаги амалий хато $f_{ha}= -3,957 - (439,702-443,665) = 3,957 - (-3,954) = -0,003$ м = -3 мм бўлади. Мисолда нивелирлаш йўлининг узунлиги 2,5 км га тенг. Йўл кўярли (чекли) хато

$f_{hc} = \pm 30\sqrt{L}$, формулага кўра $f_{hc} = \pm 30\sqrt{2,5} = \pm 48$ мм бўлади, яъни $f_{ha} < f_{hc}$ бўлганидан 3 мм хато тарқатилади.

Нисбий баландликни тенглаш. Нивелирлаш йўлидаги боғланмаслик хатоси f_h Йўл кўярли бўлганда, уни нивелирлаш йўлидаги нисбий баландликларга тузатма тариқасида тарқатиб. нисбий баландликларни математик қоидаларга мослаш *нисбий баландликни тенглаш* дейилади. f_h нивелирлаш йўлидаги станциялар сонига, яъни нисбий баландликлар сонига қараб тарқатилади. Нисбий баландликларга бериладиган тузатмалар f_h ишорасига тесқари ишорада бўлиб, қийматлари 1 мм дан кичик бўлмаслиги керак. агар нивелирлаш йўлидаги нисбий баландлик (станция) сони n , хато f_h бўлса, бир станцияга

тўғри келадиган тузатма $\delta h = \frac{f_h}{n}$ бўлади. δh қиймати 1 мм дан кичик бўлса, нисбий

баландликларнинг ҳаммасига берилмай, оралатиб берилади. Аввал 0,5 мм ли m та нисбий баландликларга, 0,5 мм дан берилади, кейин қолган хато $f_h - 0,5m$ нисбий баландликлар

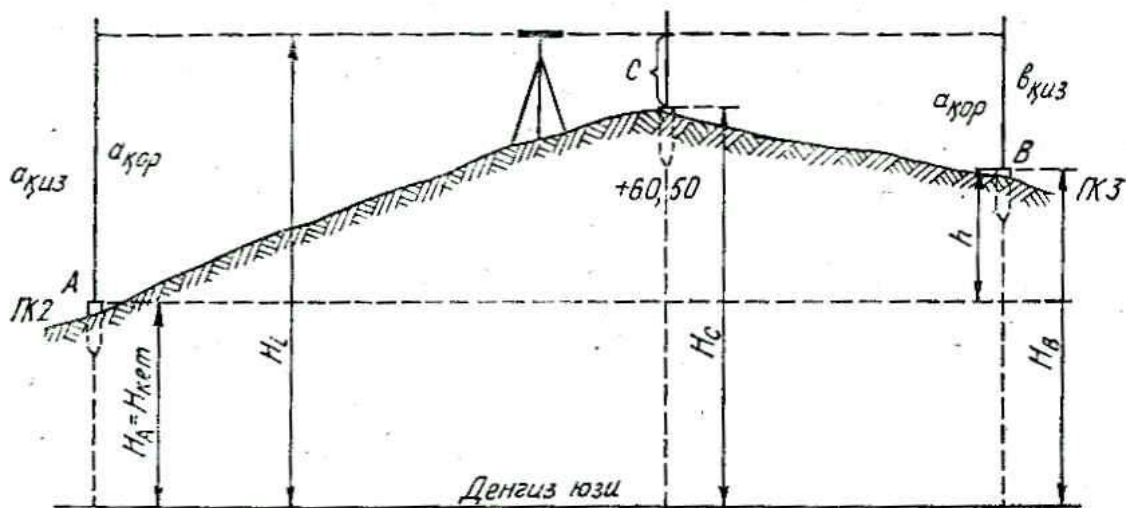
сони n га бўлиб $\frac{f_h - 0,5m}{n}$ берилади. Бунда хато станция сонидан кичик бўлганидан,

тузатма касрли чиқади. Шунинг учун 1 мм хато станцияга тўғри келиши, яъни 1 мм хато

тўғри келган станция сони n' аниқланади: $n' = \frac{n}{f_h - 0,5m}$ бўлади. Кейин $f_h - 0,5m$

қийматини 1 мм дан n' оралатиб h ларга тарқатилади.

Нуқталар отметкасини ҳисоблаш. Тузатмалар бериб тузатилган нисбий баландликлар орқали аввал боғловчи нуқталар отметкаси ҳисобланади. Нуқта отметкаси нисбий баландлик орқали ҳисобланса, *нисбий баландлик усули* деб, асбоб горизонти орқали ҳисобланса, *асбоб горизонти усули* деб аталади (15.9-шакл).



15.9-шакл.

Нисбий баландлик усули. Бу усулда кейинги боғловчи нукта отметкаси олдинги боғловчи нукта отметкасига шу нукталар орасидаги нисбий баландликни қўшиш орқали топилади:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1} \quad (15.12)$$

Бу 15.8-шаклда ҳам сонлар билан кўрсатилган. Масалан,

$$H_x = H_{p12} + h_1 = 443,656 + (-1668) = 441,988 \text{ м};$$

$$H_{нко} = H_x + h_2 = 441,988 + (-1281) = 440,707 \text{ м}$$

ва ҳоказо.

Нисбий баландлик бўйича отметкани ҳисоблашда нисбий баландлик ва унга берилган тузатма ишораси эътиборга олинади, масалан, ПК1 отметкасини ҳисоблашда нисбий баландлик—1318,5 мм, тузатма +0,5 мм, яъни улар турли ишорада бўлганидан нисбий баландликдан тузатма айрилади, кейин чиққан сон $H_{нко}$ га алгебраик қўшилади, яъни

$$H_{пк1} = H_{нко} + h_3 = 440,707 + (-1318) = 439,389 \text{ м.}$$

Асбоб горизонти усули. Боғловчи нукталарнинг отметкалари ҳисоблангач, шу отметкаларга асосланиб, станциядаги оралик нукталар отметкаси асбоб горизонти усули билан ҳисобланади. *Кўриш нури отметкаси асбоб горизонти* дейилади. Асбоб горизонти оралик нукталар олинган станциялардагина ҳисобланади. Оралик саноклар бир томонли рейкаларда иккинчи горизонтда, икки томонли рейкаларда эса қора томондан олингани учун, шу асбоб горизонтининг отметкаси ҳисобланади. Асбоб горизонти (АГ) отметкаси H_i кетинги боғловчи нукта отметкаси ($H_{кет}$) га шу нуктадан олинган санокнинг қўшилганига тенг, яъни иккинчи горизонт саногі бўйича:

$$H_i = H_{кет} + a_2, \quad (15.13)$$

қора томон саногі бўйича:

$$H_i = H_{кет} + a_{қор} \quad (15.14)$$

Бу 15.9-шаклда яққол кўрсатилган. 15.2-жадвалда IV станциянинг асбоб горизонти қуйидагича:

$$H_i = H_{пк1} + a_2 = 439,389 + 1332 = 440,721 \text{ м.}$$

Шу сон асбоб горизонти (10-графа) графасига ёзилади.

Оралик нукта отметкасини ҳисоблаш. Ҳисоблаб топилган асбоб горизонти бўйича шу станциядан қараб, оралик санок с олинган нукталар отметкаси $H_{ор}$ қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$H_{ор} = H_i - c, \quad (15.15)$$

бу ерда c —оралик санок. Юқорида келтирилган мисолдаги IV станцияда оралик нукта +62,00 нинг саногі 3261, отметкаси эса $H_{+62} = H_i - 3261 = 440,721 - 3261 = 437,460$ бўлади.

Бир станциядан бир неча нуктага қараб оралиқ санок олинса, бу нукталар отметкасини ҳисоблашда оралиқ саноклар бир асбоб горизонтдан айрилади.

Кўндаланг нукталар отметкасини ҳисоблаш. Кўндаланг нукталардан ҳам оралиқ нукта каби санок c' асбобнинг иккинчи горизонтда ёки рейка қора томонидан олинади; шунга кўра кўндаланг нукта отметкаси $H_{кўн}$ қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$H_{кўн} = H_i - c' \quad (15.16)$$

Журналда ПКЗ+30 да олинган кўндаланг чизикдаги бир неча (5 та) нукта отметкасини ҳисоблаш кўрсатилган. Саноклар VI станциядан олинганлиги учун (15.13) га биноан $H_i = 439,831 + 1499 = 441,330$ м бўлади. Шунда

$$H_{+2,5} = 441,330 - 1015 = 440,315 \text{ м,}$$

$$H_{+11} = 441,330 - 2765 = 4\,438,565 \text{ м}$$

ва ҳоказо бўлади.

Отметкаларни тенглаш. Юқорида нивелирлаш йўлини нисбий баландликлар усули билан тенглашни курдик. Баъзан, айрим сабабларга кўра аввал бош репер отметкаси бўйича боғловчи нукталар отметкаси тузатилмаган нисбий баландликлар орқали топилади. Бунда охириги репер ёки марканинг ҳисобланган отметкаси H_x унинг берилган отметкаси $H_{бер}$ га тенг бўлмайди. Бу вақт нивелирлаш хатоси f_h қуйидагидан аниқланади:

$$f_h = H_x - H_{бер} \quad (15.17)$$

Агар f_h йўл қўярли бўлса, ҳисоблаб тспилган отметкалар қуйидагидек тенгланади

(тузатилади). Аввал 1 мм хато неча станцияга тўғри келиши $n' = \frac{n}{f_n}$ бўйича аниқланади.

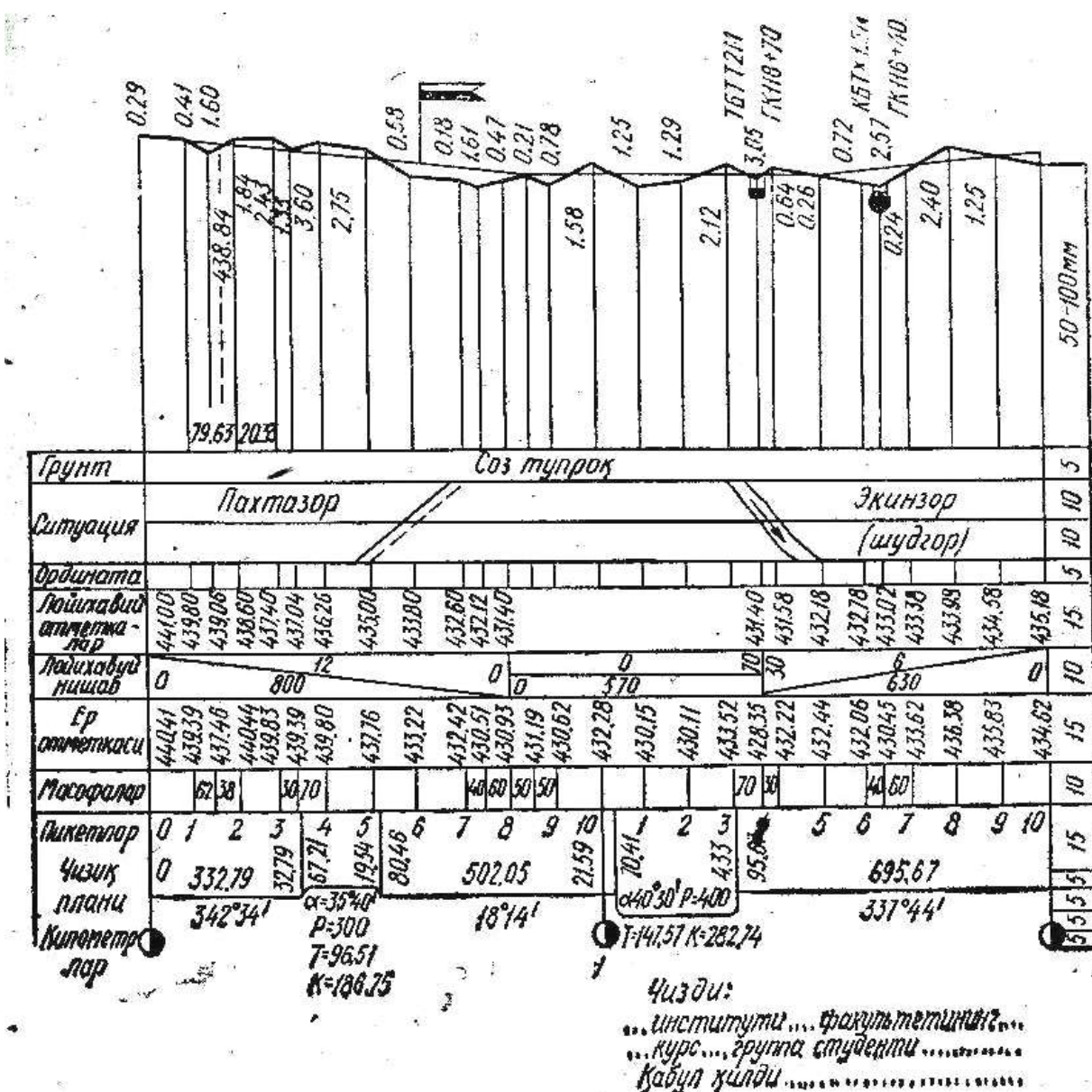
Масалан, 1 мм хато уч нисбий баландликка тўғри келсин. Бунда охириги репернинг ҳисобланган отметкаси ва ундан илгариги икки боғловчи нукта отметкалари f_h га тузатилади. Бу уч отметкадан илгариги уч боғловчи нукта отметкаси $(f_h - 1)$ га, булардан илгариги уч боғловчи нукталар отметкаси $(f_h - 2)$ га тузатилади ва ҳоказо. Булиб берилган тузатмалар f_h ишорасига тескари ишора билан берилади. Шу тартибда тузатмалар берилганда йўлнинг бошдаги икки нуктасининг отметкаси 1 мм га тузатилади, репер отметкаси тузатилмайди. Тузатилган отметкалар журналнинг «тузатилган» деган графасига ёзилади. Тузатилган отметкалар орқали асбоб горизонти ҳисобланиб, бу орқали юқоридагидек оралиқ нукталар отметкалари ҳисоблаб топилади.

Бўйлама профиль чизиш. Ер юзасидаги бир йўналиш вертикал кесимининг кичрайтирилган тасвири *профиль* дейилади. Профиль *бўйлама* ва *кўндаланг* бўлади. Профиллар нукталарнинг нивелирлаш журналидаги ҳисобланган отметкалари бўйича чизилади. Темир йўл, тош йўл ва канал каби чизиғий иншоотларнинг бўйлама профиллари бир-биридан кам фарқ қилади. Темир йўл профиллини чизиш йўли билан танишайлик.

Ҳар қандай профиль икки хил—бири горизонтал, иккинчиси вертикал масштабда чизилади; горизонтал масштабда горизонтал масофалар, вертикал масштабда эса вертикал масофалар чизилади.

Бўйлама профиль чизиш учун, йўлнинг узунлиги ва профиль масштабига қараб, маълум ўлчамда миллиметрли қоғоз олинади. Темир йўл профиллини чизишда горизонтал масофа масштаби 1:10000 (1 см да 100 м), вертикал масофа масштаби эса горизонтал масштабдан ўн марта йирик, яъни 1:1000 (1 см да 10 м) қилиб олинади. Қоғоз тагидан 10 см қолдириб, горизонтал чизик чизилади, бу чизик тагига пикетлар номери ёзилганидан у *пикет чизиги* дейилади. Қоғознинг чап томонидан 5 см қолдириб, вертикал чизик чизилади. Горизонтал, вертикал чизиклар бош чизиклардир, булар асосида *профиль тўри* чизилади (15.10-шакл). Тўр ясаш учун бош горизонтал чизикдан 10 мм юқорида чизик чизилади, бу икки чизик ораси *масофалар графаси* дейилади ва номи чап томонга ёзилади. Бош чизиклар кесишган нукта ПК0 деб қабул қилиниб, горизонтал чизикқа пикетлар номери ёзилади. Масофалар оралиғига эса пикет нукталардан тик чиқарилади; пикетлар орасидаги плус нукталар ўрни белгиланиб, уларнинг олдинги пикетдан бўлган масофалари шу оралиқда горизонтал ҳолда ёзилади.

Иккинчи горизонтал чизикдан 15 мм қолдириб учинчи чизик чизилади. Бу чизиклар орасига ер отметкалари ёки *қора отметкалар* деган сўзлар ёзилади; пикет ва плюс нукталарнинг ҳисобланган отметкалари журналдан сантиметргача яхлитлаб олиниб, ўз нукталарининг тепасига вертикал ҳолда ёзилади. Яна 10 мм қолдириб чизик чизилади ва ораликқа *лойиҳавий нишаб* сўзлари ёзилади. Кейин 15 мм юқоридан чизик чизиб, орасига *лойиҳавий отметкалар* ёки *қизил отметкалар* деган сўзлар ёзилади. 5 мм юқоридан чизик чизиб, орасига *ординаталар* сўзи ёзилади; бунга пикет ва плюс нукталар ўрни белгиланган чизикнинг давоми чизилади. Кейин 20 мм юқорида еттинчи горизонтал чизик чизилиб, орасига *трасса плани* деб ёзилади; бу графага ўқ чизик икки ёнидаги жой ситуацияси чизилади. Кейин беш миллиметр юқорида охириги чизик чизилади ва хонасига *грунт (тупроқ)* деб ёзилади ва бу ораликда тупроқ тури кўрсатилади. Кейин шу охириги чизикдан 7—10 см юқорида жой профили чизилиши керак. Профиль чизиш учун охириги чизик отметкаси сифатида шартли бир сон қабул қилинади; мисолда 370,00 м қабул қилинган. Сўнгра «ер отметкалари» графасидаги пикет ва плюс нукталар ўрни охириги чизикқа нисбатан ўз отметкаларига биноан 1:1000 масштабда топилади. Кейин топилган нукталар кетма-кет туташтирилса, нивелирланган ўқ чизик профили ясалади.



Таянч иборалар: вертикал съёмка, абсолют баландлик, нисбий баландлик, нивелирлаш, астрономик нивелирлаш, геодезик нивелирлаш, геометрик, тригонометрик, физикавий, механикавий, аэронивелирлаш, нивелир, олдинга ва ўртадан нивелирлаш, асбоб баландлиги, станция, оддий ва мураккаб нивелирлаш, нивелирлаш йўли, боғловчи нукта, оралиқ нукта, оралиқ санок, асбоб горизонти, нивелир турлари, цилиндрлик адиалак, ўзича ўрнашувчи, қия кўриш нури, класслар, нивелир рейкалари, санок олиш, кость, башмак, адиалакли нивелирлар, нивелирлашнинг камерал ишлари, пикет, репер, профиль, трасса, нивелирлаш журналы, нисбий баландлик усули, асбоб горизонти усули, бўйлама профиль, профиль тўри, масофалар графаси, қора отметкалар, қизил отметкалар, лойиҳавий нишаб, трасса плани, грунт, масштаб.

Назорат саволлари.

1. Вертикал съёмка деб нимага айтилади?
2. Нивелирлаш деб нимага айтилади?
3. Геодезик нивелирлашнинг қандай усуллари мавжуд?
4. Қандай нивелирлаш геометрик нивелирлаш дейилади?
5. Асбобнинг нуктага нисбатан ўрнатилишига қараб нивелирлаш қандай нивелирлашларга бўлинади?
6. Асбоб баландлиги ва асбоб горизонти нима?
7. Нивелир рейкаларидан санок олишни тушунтиринг?
8. Нивелирлашнинг камерал ишлари қандай ишлардан иборат?

Адабиётлар.

1. Норхўжаев Қ. Н. Инженерлик геодезияси. Тошкент. Ўқитувчи. 1983й.
2. Борщ-Компониец В. И. Геодезия, основы аэрофотосъёмки и маркшейдерского дела. Москва, Недра, 1984г.
3. Т. Кузибоев, «Геодезия», Тошкент, 1976й.
4. А.Г.Григоренко, «Инженерная геодезия», Москва, 1988г.
5. Б.Д.Федоров, «Геодезия», Москва, 1969й.
6. М.Асомов ва бошқалар. «Топография асослари ва картография», Тошкент, 1985й.