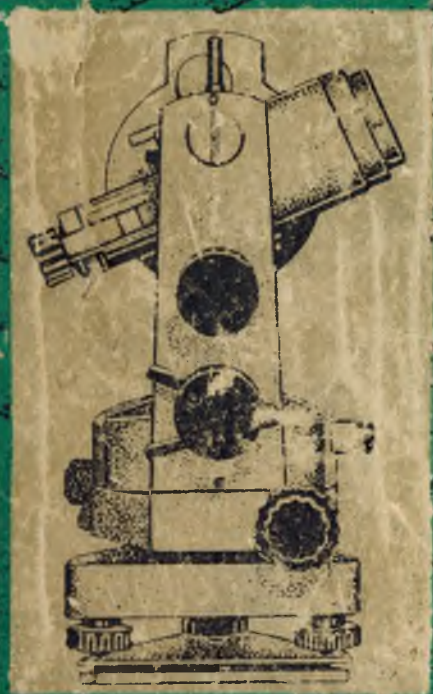


Т. КУЗИБОЕВ

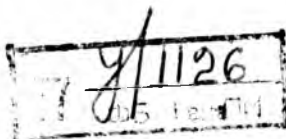
ГЕОДЕЗИЯ



Т. ҚЎЗИБОВ

ГЕОДЕЗИЯ

*Ўзбекистон ССР Олий ва махсус ўрта
таълим министрлиги олий ўқув юрт-
ларининг студентлари учун дарслик
сифатида тавсия этган*



«ЎҚИТУВЧИ» НАШРИЯТИ
Тошкент — 1976

Ушбу дарслик олий ўқув юртлари учун геодезия фани бўйича тасдиқланган программага мувофиқ ёзилган.

Дарсликнинг биринчи бўлимида геодезия ҳақида умумий маълумотлар, геодезияда қўлланиладиган координата системалари, ориентирлаш, план олиш ва ўлчаш хатолари тўғрисида тушунча берилган. „Топографик карта ва план“ деб аталган иккинчи бўлимда СССРдаги топографик карталар ҳақидаги умумий маълумотлар, топографик карталарнинг математик элементлари ва географик объектларни топографик карталар бўйича ўрганиш, шунингдек, карталардаги хилма-хил ўлчаш ишлари баён этилган. Дарсликнинг учинчи бўлими жойда ўлчаш ишларини бажаришга бағишланган бўлиб, жойда бурчак ва масофа ўлчаш, нуқталарнинг баландлигини аниқлаш ҳамда бу ишларни бажаришда ишлатиладиган асбоблар ҳақида тўлиқ маълумот берилган. „Геодезия таянч шохобчалари“ деб аталган тўртинчи бўлимда давлат геодезик таянч шохобчалари, маҳаллий шохобчалар, план олиш ва баландлик шохобчалари кўриб чиқилган. Дарсликнинг охириги бешинчи бўлимида теодолит билан план олиш, тахеометрик план олиш, мензула билан план олиш, жойда стереофотограмметрик план олиш ҳамда аэрофототопографик план олиш баён қилинган. Китобда жойда геодезик ўлчаш ишлари ва жойнинг планини олиш ҳақидаги назарий маълумотлар билан бир қаторда геодезик ишларни бажариш тўғрисида амалий кўрсатмалар ҳам берилган.

Дарслик олий ўқув юртлари студентларига мўлжалланган. Дарсликдан геодезик ишлар билан шуғулланадиган инженер ва техниклар ҳам фойдаланиши мумкин.

© „Ўқитувчи“ нашриёти, 1975 й.

К 20700—IV 401 138—75
М 353 (06)—75

СЎЗ БОШИ

Республикамиздаги кўпчилик олий ўқув юртларида геодезия фани ўқитилади. Лекин ҳозиргача геодезиядан ўзбек тилида дарслик яратилмаган, бу эса студентларнинг мазкур фанни ўзлаштиришини анча қийинлаштирмоқда. Студентларнинг шундай дарсликка муҳтожлиги ҳисобга олиниб ушбу дарсликни ёзиш лозим топилди.

Дарсликни ёзишда республикамиздаги олий ўқув юртларининг ўзига хос хусусиятлари эътиборга олинди. Олий ўқув юртларининг баъзи бир мутахассисликларига мўлжалланган ўқув планида бу фан „Геодезия“ дейилса, бошқа бирларида „Инженерлик геодезияси“ деб юритилади. Бу фанларнинг программасида темалар икки қисмга бўлинади: 1) барча мутахассисликлар ўрганадиган темалар; 2) ҳар бир мутахассисликнинг фақат ўзи ўрганадиган махсус темалар. Бу дарсликдан кўпчилик факультет студентлари фойдалана олиши учун унга барча мутахассисликлар ўрганадиган темалар киритилди. Шу билан бирга республикамиздаги „Геодезия“ ва „Инженерлик геодезияси“ фанларини ўрганадиган студентларнинг кўпчилиги қурилиш факультетлари студентлари эканлигини назарда тутиб, дарсликка „Инженерлик геодезияси“ программасининг биринчи — „Геодезия“ қисми асос қилиб олинди. Дарсликни ёзишда республикамиз олий ўқув юртларининг геология, география, тоғ-металлургия, архитектура ва автомобиль йўллари факультетларида ўрганиладиган геодезия фани программасидаги талаблар ҳам эътиборга олинди.

Дарсликни ёзишда Бутуниттифоқ астрономия-геодезия жамиятининг Ўзбекистон бўлими йиғилишларида геодезия фанини ўқитиш ҳақида айтилган фикрлар, республикамиз олий ўқув юртлари ўқитувчиларининг, жумладан, Абду Райҳон Беруний номидаги Тошкент политехника институти, В. И. Ленин номидаги Тошкент давлат университети, Улуғбек номидаги Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ўқитувчиларининг фикр ва мулоҳазалари эътиборга олинди

Қўлёмани кўриб чиқиб, дарсликнинг сифатини яхшилашга ўз маслаҳатлари билан ёрдам берганликлари учун автор Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш инженерлари институти доценти, техника фанлари кандидати А. Н. Назировга, В. И. Ленин номидаги Тошкент давлат университетининг доценти, география фанлари кандидати Т. М. Мирзалиевга, Тошкент астрономия институтининг катта илмий ходими, физика-математика фанлари кандидати А. Р. Раҳимовга, Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент политехника институтининг катта ўқитувчиси М. И. Қувандиқовга, шу институтнинг ассистентлари Д. Р. Носирова, М. Ф. Расулев ва бошқа ўртоқларга миннатдорчилигини изҳор этади.

Дарслик ўзбек тилида биринчи марта нашр қилинаётганлиги сабабли унда айрим хато ва камчиликлар учраши мумкин. Дарсликнинг мазмуни, тузилиши, ундаги терминлар тўғрисидаги фикр ва мулоҳазаларини қуйидаги адресга ёзиб юборган ўртоқлардан миннатдор бўлар эдик:

*Тошкент, Навоий, 30, „Ўқитувчи“ нашриётининг
умумтехника адабиёти редакцияси*

УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

I боб

КИРИШ

1-§. Геодезия фани, унинг аҳамияти ва вазифалари

Геодезия фани ва унинг тармоқларга бўлиниши. Геодезия—Ернинг шакли ва катталигини ўрганишда, ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ўрнини аниқлашда, ер юзининг карта, план ва профилларини тузишда ҳамда инженерлик иншоотларини барпо қилишда бажариладиган ўлчашлар назарияси ва практикаси ҳақидаги фандир.

(Ер юзида бажариладиган геодезик ўлчашлар хилма-хил бўлиб, унда асосан ер юзининг қуйидаги элементлари: 1) ер юзида чизиқлар узунлиги; 2) чизиқлар орасидаги горизонтал ва вертикал бурчаклар; 3) ер юзидаги нуқталарнинг бошланғич нуқта деб қабул қилинган нуқтага нисбатан баландлиги ўлчанади) Бу ўлчашларда хилма-хил асбоблар ишлагилади. Геодезик ўлчашлардан фойдаланиб бирор амалий ёки илмий масалани ечишда ўлчаш натижалари математик жиҳатдан ишлаб чиқилади, яъни ҳисоблаш ишлари бажарилади; ҳисоблаш натижасида ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ўрни аниқланади. Геодезик ўлчашлар график расмийлаштирилиб, ер юзининг қоғозда кичрайтирилган тасвирлари, топографик карта, план ва профиллари ҳосил қилинади. Геодезик ўлчашлардан фойдаланиб Ернинг шакли ва катталиги аниқланади. Умуман, халқ хўжалигининг турли соҳаларида, хилма-хил амалий масалаларни ечишда геодезик ўлчашлар бажарилади.

Ер юзида ўлчаш ишларини бажариш, ўлчаш натижаларини математик жиҳатдан ишлаб чиқиш ёки график расмийлаштириш геодезик масалаларни ечишда асосий метод бўлиб ҳисобланади. Геодезик ўлчашлар ер юзидагина эмас, балки ер бағрида, денгиз сатҳида ва фазода ҳам олиб борилади. «Геодезия» грекча сўз бўлиб, ge—Ер, daizo—бўлиш демакдир. Геодезиянинг бу мазмуни унинг қадим замонларда кишилиқ жамиятининг ҳаётий талаблари асосида вужудга келганлигини билдиради.

Ишлаб чиқариш кучлари, фан ва техниканинг тараққиёти натижасида геодезия фани ҳам ривожлана борган, эндиликда

Ернинг шакли ва катталигини аниқлаш, ер юзини карта ва планларда тасвирлаш, инженерлик иншоотларини қуриш ҳамда турли амалий ва илмий масалаларни ечиш учун ўлчаш ишларини бажаришнинг янгидан-янги методлари яратилиб, геодезия шўп тармоқли фанга айланди.

Ернинг шакли ва катталигини аниқлашнинг бир неча методи мавжуд. Шулардан бири *геодезик методдир*. Бу методда мукамал асбоблар ёрдамида жуда аниқ ўлчашлар бажарилади ва улар *асосий геодезик ишлар* деб аталади. Асосий геодезик ишлар натижасида координаталари ва абсолют баландлиги аниқланган, ўрни жойда махсус геодезик белгилар билан мустаҳкамланган пунктлар системаси ҳосил қилинади. Бу пунктлар системасининг йиғиндиси геодезик таянч шохобчаларини ташкил қилади. Геодезик таянч шохобчалари Ернинг шакли ва катталигини аниқлашда, шунингдек барча геодезик ўлчашларни ягона системага бирлаштиришда ҳамда турли масштабдаги карта ва планлар тузишда асос бўлиб хизмат қилади. Асосий геодезик ишлар натижаси Ер пўстдоғининг ҳаракати, материкларнинг силжиши, океан ва денгизлар сатҳларининг бир-биридан фарқи каби масалаларни ечишга имкон беради.

Ернинг шакли ва катталигини аниқлаш, геодезик таянч шохобчаларини барпо қилиш олий геодезиянинг вазифалари ҳисобланади.

Ер сунъий йўлдошлари ва космик кемалар учирлиши натижасида геодезия Ернинг шакли ва катталигини аниқлашда янги муҳим воситага эга бўлди. Совет Иттифоқида Ернинг биринчи сунъий йўлдоши 1957 йилда учирилди, шундан бери ўтган давр ичида Ернинг сунъий йўлдошларини геодезик мақсадларда кузатиш натижасида Ернинг шакли ва катталиги тўғрисида жуда муҳим маълумотлар тўпланди. Ернинг сунъий йўлдошлари ва космик кемалардан Ернинг шаклини аниқлаш билан бирга, олий геодезик методларда ечиб бўлмайдиган баъзи масалаларни ҳал қилишда, чунончи, материклардан Дунё океанидаги оролларга нуқта координаталарини узатишда, ер юзида ўтказилган асосий геодезик ишларни ягона системага бирлаштиришда ва материклардаги геодезик таянч шохобчаларини текширишда ҳам фойдаланилмоқда. Бунинг натижасида геодезиянинг *космик геодезия* деб юритиладиган соҳаси вужудга келди.

Геодезияда радиолокациядан ҳам кенг фойдаланилади. Ҳозирги вақтда радиолокация денгиз ва ҳаво навигациясининг асоси ҳисобланади. Геодезияда радиоэлектроникадан асосан масофа ўлчашда фойдаланилиб, бу методда масофа ўлчайдиган асбоблар *радиодальномер* ва *светодальномер* деб юритилади. Геодезиянинг масофа ўлчашда радиоэлектроника методлари билан шуғулланадиган тармоғи *радиогеодезия* деб аталади.

Геодезиянинг асосий амалий вазифаларидан бири ер юзининг топографик карта, план ва профилларини тузишдир. Топографик карта, план ва профилларни тузиш учун бажариладиган геодезик ишлар йиғиндиси *план олиш* дейил.ди. Ҳозирги вақтда план олишнинг турли усуллари қўлланилмоқда. Геодезиянинг топографик план олиш назарияси ва практикаси билан шуғулланадиган соҳаси *топография* деб аталади.

Топографик карта ва планлар тузишда авиация ва фотографиянинг кенг ишлагилиши туфайли геодезияда *фототопография* ва *аэрофототопография* деган соҳалар ҳам вужудга келди. Фототопография жойнинг ерда туриб олинган суратларига асосланиб топографик карта ва планлар тузиш иши билан, аэрофототопография эса жойнинг самолётга ўрнатилган махсус асбоблар ёрдамида олинган суратларига асосланиб карта ва планлар тузиш иши билан шуғулланади. Фототопография—кичик территорияларнинг, аэрофототопография эса катта территорияларнинг топографик карталарини тузишда қўлланилади.

Геодезиянинг шахта, туннель, метро ва бошқа ер ости иншоотларини қуришда ер бағрида ўлчаш ишларини бажариш билан шуғулланадиган соҳаси *маркшейдерия* деб юритилади. Маркшейдерия геодезиянинг тоғ фани ва техникасида қўлланилишидир.

Ер юзини геологик, географик ва бошқа жиҳатдан ўрганишда, табиий бойликларни ҳисобга олишда, улардан унумли фойдаланишда, шунингдек турли инженерлик иншоотлари қуришда, масалан, гидротехника, гидромелиорация, саноат, уй-жой, коммунал хўжалик қурилишларида ва бошқа шу каби илмий-амалий ишларда геодезик ўлчашлар жуда ҳам кўп бажарилади. Мамлакатимиз территориясида турли инженерлик-қидирув ишлари олиб борилиши ва хилма-хил инженерлик иншоотлари қурилиши натижасида геодезиянинг яна бир соҳаси—*инженерлик геодезияси* вужудга келди. Инженерлик геодезияси турли инженерлик-қидирув ишларида, инженерлик иншоотларини лойиҳалаш ва қуришда, улардан фойдаланишда геодезик ишларни ташкил қилиш ва бажариш билан шуғулланади.

Геодезия фани ва техникаси кундан-кунга ривожланмоқда ва механизациялаштирилмоқда, янгидан-янги ўлчаш методлари қўлланилмоқда, автоматик, оптик-механик, электрон ва радио-геодезик асбоблар ўзлаштирилмоқда, улардан фойдаланилмоқда.

Геодезиянинг бошқа фанлар билан боғлиқлиги. Ернинг сунъий йўлдошларини геодезик мақсадларда кузатишда, геодезик таянч шохобчаларини барпо этишда, ер юзидаги нуқталарнинг географик координаталарини аниқлашда геодезия астрономия фанига таянади. Ернинг шаклини ўрганишда ва катталигини аниқлашда геодезия гравиметрия, геология, геофизика ва бошқа фанларга оид маълумотлардан фойдаланади.

Бирор территорияни топографик картада географик жиҳатдан тўғри тасвирлаш учун территориянинг географик ландшафтини ўрганиш, бунинг учун эса география, геоморфология ва бошқа фанларнинг асосларини билиш зарур. Маълумки, геодезик ўлчаш натижалари математик жиҳатдан анализ қилинади ва қайта ишлаб чиқилади; бунда геодезия математика фанига таянади. Геодезик асбобларни яратишда физика, механика, электроника ва бошқа фанлар соҳасида эришилган ютуқлардан фойдаланилади ва ҳоказо. Шу айтилганлардан маълум бўлишича, геодезия жуда кўп фанлар, жумладан, астрономия, математика, физика, электроника, география, геология ва бошқалар билан узвий боғлиқ бўлиб, ўз фаолиятида бу фанлар тараққиётидан кенг фойдаланади. Ўз навбатида бошқа фанлар геодезия фани ютуқларидан фойдаланади. Масалан, Ернинг шакли ва катталиги тўғрисидаги маълумотлар астрономия, география, геология, геофизика ва бошқа фанлар учун жуда ҳам керакдир.

Геодезиянинг аҳамияти. Ернинг шакли ва катталигини аниқлаш, ер юзининг топографик карта, план ва профиллари тузиш илмий жиҳатдангина эмас, балки амалий жиҳатдан ҳам муҳим аҳамиятга эга.

Ернинг шакли ва катталиги тўғрисидаги маълумотлар ер юзиде турли геометрик масалаларни ечиш, ер юзини глобус ва географик карталарда тасвирлаш, Ернинг сунъий йўлдошлари, космик кемалар ва ракеталарни учуриш, авиация, денгиз ва океанларда кемаларни бошқариш, шунингдек радиоалоқалар ва телевидение учун керак.

Топографик карта ва план территорияни ўрганиш, ўзлаштириш билан боғлиқ бўлган барча илмий текшириш ва хўжалик ишларида муҳим урин гутади. Топографик карта унда тасвирланган территорияга бормасдан бу территория билан ганишиш ва уни ўрганиш, ундаги географик объектларнинг сони ва сифатини, жойланиши, узаро алоқаси, бир-бирига боғлиқлигини ҳамда тарқалиш қонуниятларини билиб олиш имкониятини беради. Бу, топографик картанинг муҳим хусусиятларидан бири ҳисобланади.

Геологлар топографик карта ва аэрофотосъёмка материалларидан фойдаланиб территорияни геологик жиҳатдан ўрганиш ва геологик карталар тузиш билан бирга, турли фойдали қазилмаларни қидириб топиш, уларнинг запасларини аниқлаш, хилма-хил нодир ва рангли металллар, нефть ва газ, қурилиш материаллари ҳамда бошқа конларни ўзлаштириш тадбирларини ишлаб чиқадилар.

Гидроресурсларни ўрганишда, гидротехника иншоотларини қуришда топографик карта ва аэрофотосъёмка материаллари муҳим роль ўйнайди. Волга, Днепр, Ангара, Сирдарё, Амударё ва шу каби бошқа дарёларда йирик гидротехника иншоотлари қуриш ишини топографик картасиз ва аниқ геодезик

ўлчашларсиз амалга ошириб бўлмайди, албатта. Тўғон, шлюз, гидроэлектр станция қуриладиган, каналлар ўтказиладиган жойлар топографик карталар ёрдамида ўрганилади ва аниқланади. Бундай иншоотларни лойиҳалаш, лойиҳаларни жойга кўчириш ва иншоотни бевосита қуришдагина эмас, ҳатто қурилиб бўлган иншоотларнинг лойиҳага мувофиқлигини текширишда ҳам геодезик ўлчашлар бажарилади; фойдаланилаётган иншоотда рўй бераётган деформацияларни аниқлашда эса геодезик ўлчаш методлари қўлланилади.

Геодезик ишлар саноат ва граждандан қурилиши, йўл қурилишида ҳам муҳим аҳамиятга эга. Ҳар қандай бино, уй ва йўл қурилишининг самарадорлиги, қурилиш нархи, улардан фойдаланиш иқтисодий кўрсаткичлари асосан геодезик ишларнинг қанчалик аниқ бажарилганлигига ва геодезик маълумотлардан қанчалик тўғри фойдаланилганлигига боғлиқ.

Янги шаҳар ва қишлоқларни барпо этиш, аҳоли яшайдиган пунктларни планлаштириш, уларни ободонлаштириш ва қайта қуриш лойиҳаларини тузиш каби муҳим масалаларни геодезик ишларсиз ва топографик карталарсиз амалга ошириб бўлмаслиги турган гап.

Геодезик ўлчаш ишлари, топографик карталар ва аэрофотосъёмка материаллари мамлакатимиз мудофаа қобилиятини ошириш воситаларидан биридир. Топографик карта ва аэросуратлардан тактик, стратегик масалаларни ҳал қилишда ҳамда бошқа ҳарбий ишларда кенг фойдаланилади.

Умуман, геодезия мамлакатимиз халқ жўжалигининг барча тармоқларини ривожлантиришда ва мудофаа қобилиятини оширишда жуда муҳим аҳамиятга эга.

2-§. Геодезиянинг қисқача тарихи

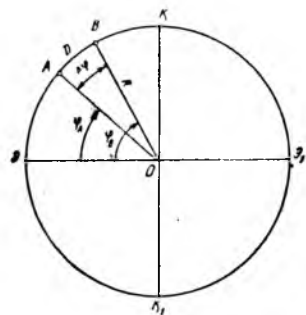
Геодезия энг қадимий фанлардан биридир. У кишилик жамиятининг ҳаётий талаблари асосида вужудга келган ва ишлаб чиқариш кучларининг тараққий этиши билан ривожлана борган.

Тарихий ёдгорликлардан маълум бўлишича, эрамыздан бир неча асрлар аввал қадимги Мисрда. Нил дарёси водийсида деҳқончилик жуда ривожланган, чунки Нил дарёси ҳар йили тошиб, дарё соҳилида унумдор тупроқ қолдираверганидан бу ерларда экиндан юқори ҳосил олиш учун жуда қулай шароит яратилган. Сув тошқини сабабли ер участкаларининг чегараси ўзгариб турганлигидан мисрликлар чегараларни қайтадан белгилаш, унумдор ерларни қисмларга бўлиш ва ер ўлчаш билан тез-тез шуғуланганлар. Улар ер бўлишни — геодезия ва ер ўлчашни геометрия деб атаганлар. Дастлаб геодезия билан геометриянинг мақсади бир бўлган, шу туфайли улар бир неча асрлар давомида биргаликда ривожланган. Кейинчалик геодезия жойларни ўлчаш ва Ернинг катталигини аниқлаш билан,

геометрия эса жисмларнинг фазовий шакли ва ўзаро муносабатини аниқлаш билан шуғулланадиган фанга айланган.

Қадим замонларда геодезик ўлчаш ишлари ерларни бўлиш-дагина эмас, балки йирик инженерлик иншоотлари қуришда ҳам бажарилган.

Қадимги Греция ва Миср олимлари Ернинг шакли ва катталигини аниқлаш устида ҳам иш олиб борганлар. Қадимги грек олими Пифагор (тахминан эрамиздан олдинги 580—500 йиллар), Ер шарсимон бўлса керак, деган фикрни айтган; философ Аристотель (эрамиздан олдинги 384—322 йиллар) ва бошқа грек олимлари эса Ернинг шарсимон эканлигини исбот этганлар. Тарихий маълумотларга кўра, Ер шарининг катталигини биринчи бўлиб александриялик (Миср) олим Эратосфен (эрамиздан олдинги 276—195 йиллар) аниқлаган.



1-шакл.

Ер шари катталигини аниқлашнинг геометрик (геодезик) методи *градус ўлчашлар* деб юритилади. Ер шар шаклида деб олинганда, градус ўлчаш—бир меридианда жойлашган икки нуқта (1-шаклда A ва B) орасидаги масофа (D) ни геодезик усулда ва бу нуқталар орасидаги марказий бурчак ($\Delta\varphi$) ни астрономик усулда ўлчаб, меридианнинг 1° ёғи узунлигини аниқлашдан иборат бўлади. Ер меридианининг 1° ёғи узунлиги $S = \frac{D}{\Delta\varphi}$ га тенг. Меридианнинг 1° ёғи узунлиги (S) маълум бўлса, Ер шари радиусини

$$R = \frac{360^\circ}{2\pi} \cdot S$$

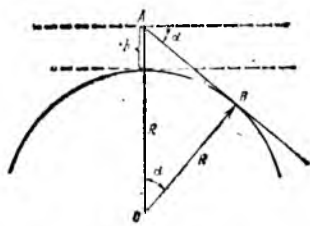
формула ёрдамида ҳисоблаб чиқариш мумкин.

Геодезия фани қадимги замондаги маданий мамлакатлардан бўлган Арабистон, Хитой, Ҳиндистон ва Ўрта Осиёда математика, астрономия фанлари билан бир қаторда тараққий этган. Бу Шарқий мамлакатларнинг буюк олимлари Ернинг катталигини аниқлаш устида кўп иш қилганлар. Масалан, IX асрнинг бошларида араб халифаси Мамун топшириғи билан Месопотамия текислигида Ер шарининг катталигини аниқлаш мақсадида градус ўлчаш иши олиб борилган. Бу ишга Халид Абдумалик ал Мерверруди, Али ибн ал Астурлаби ва Аҳмад ибн ал Бухтури аз Зарра раҳбарлик қилган [5]. Шу вақтда Мамун халифалигининг сиёсий ва илмий маркази—Боғдод шаҳри обсерваториясида ишлаётган хоразмлик улуғ математик ва астроном, ҳозирги замон алгебрасининг асосчиси Муҳаммад ибн Мусо Хоразмий (VIII аср охири ва IX аср бошлари) ҳам

катнашган [39]. Олимлар Ер шари меридианининг 1° ёйи узунлиги $52,2/7$ араб милага (1 араб мили 1973,2 м) ёки ҳозирги ўлчов бирлигида 111,8 км га тенг эканлигини аниқлаганлар. Ҳозирги маълумотларга кўра, меридиан 1° ёйининг ўртача узунлиги 111,2 км; демак, юқорида айтилган градус ўлчаш ишлари ўз даври учун анча аниқ бажарилган ҳисобланади.

Ернинг катталигини аниқлаш мақсадида ўтказилган градус ўлчашларда энг қийини—бир-биридан жуда узоқда жойлашган икки нуқта орасидаги масофани ўлчашдир. Қадимги олимлар ер юзидаги узоқ масофани ўлчамасдан Ер шари катталигини аниқлаш усулини яратиш устида иш олиб борганлар. Бу усуллардан бири—баландлиги маълум бўлган тоғ тепасида туриб горизонт пасайиш бурчагини ўлчаш йўли билан меридианнинг 1° ёйи узунлигини аниқлашдир. Бу усулдан биричи

бўлиб IX асрнинг охирларида астроном Абу Тайиб Синд Али фойдаланган. Улуғ ўзбек олими Абу Райҳон Беруний (973—1052 йиллар) Ер шари катталигини аниқлашда шу усулни қўлланган [5]. У Маҳмуд Ғазнавийнинг Ҳиндистонга қилган юришларидан бирида Нанданада (32° шимолий кенгликда) текисликда қад кўтариб турган тоғ тепасига чиқиб, астролябия, яъни бурчак ўлчагич асбоб ёрдамида горизонт пасайиш бурчагини



2-шакл.

(2-шаклда α бурчак) ўлчаган. Шу билан бирга, тоғнинг баландлиги (h) ни ҳам аниқлаган. 2-шаклдан кўринишича, Ер шарининг радиуси $R = \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha} h$ га тенг. Берунийнинг аниқлашича,

Ер меридианининг 32° шимолий кенгликдаги 1° ёйининг узунлиги 55,887 милга ёки ҳозирги ўлчов бирлигида 110,275 км га тенг. Ҳозирги ҳисобларга кўра, 32° шимолий кенгликда меридиан 1° ёйининг узунлиги 110,88 км дир. Демак, Берунийнинг градус ўлчаш натижалари ўз даври учун жуда аниқ бўлиб ҳисобланади.

Голландиялик олим В. Снеллиус (1580—1626 йиллар) узоқ масофаларни ўлчашда триангуляция методини (81-§) қўллади; шундан кейин меридиан ва параллелларнинг исталган қисми узунлигини аниқлашга имкон туғилди. XVI—XVII асрларда бир неча олим триангуляция методини қўллаб, Ер шарининг радиусини ҳисоблаб чиқишган. Масалан, 1669—1670 йилларда француз олими Ж. Пикар (1620—1682 йиллар) Париж ва Амьен шаҳарлари орасида триангуляция ўтказиб, Ер шари радиуси 6371,62 км эканлигини аниқлайди. Шундай қилиб, XVII асрнинг 70-йилларида Ернинг шар шаклида эканлиги илмий жиҳатдан исботланди ва Ер шарининг катталиги тўғрисида бир мунча аниқ маълумотлар тупланди.

1680 йилда И. Ньютон (1643—1727 йиллар) ўзининг дунё тортилиш қонунига асосланиб, Ер — қутблари бир оз ботиқ шар яъни эллипсоид шаклдадир, деган фикрни олға сурди. Шундан сўнг Ернинг катталигини аниқлашда янги давр бошланди. Агар Ер эллипсоид шаклда бўлса, экватордан қутбларга томон 1° ёйнинг узунлиги, оз бўлса-да орға бориши керак. Буни текшириб кўриш мақсадида Париж Фанлар академияси томонидан Перуда (1732—1742 йиллар), Лапландияда (1736—1737 йиллар) ва Францияда ўтказилган градус ўлчаш натижалари меридиан 1° ёйининг узунлиги географик кенгликка боғлиқ эканлигини кўрсатди; шундай қилиб, Ернинг эллипсоид шаклда эканлиги тасдиқланди.

XIX аср бошларида турли мамлакатларда астрономия-геодезия соҳасида олиб борилган ишлар Ернинг шакли эллипсоиддан бир оз фарқ қилишини кўрсатди. Масалан, улуғ олим Лаплас Франция ва бошқа давлатларда олиб борилган градус ўлчашлар натижасини анализ қилиб, меридиан 1° ёйининг узунлиги экватордан қутбларга томон бир хилда камаймаслигини аниқлади. Шунга асосланиб, Ер ўзига хос ноаниқ ва мураккаб шаклга эга экан, деган хулосага келинди. 1873 йилда немис физиги И. В. Листинг (1808—1882 йиллар) Ернинг бундай шаклини геоид деб аташни таклиф этди. Шундан сўнг Ернинг ҳақиқий шакли бўлган геоид шаклига яқин келадиган ва ундан жуда кам фарқ қиладиган эллипсоиднинг қатталигини аниқлаш зарур бўлиб қолди. Бунинг учун ер юзининг фақат бир қисмидагина эмас, балки турли жойларида ўтказилган градус ўлчаш натижаларидан фойдаланишга тўғри келди. Геоид шакли Ернинг тортиш кучига боғлиқ бўлганлигидан гравиметрик ишлар ҳам олиб борилди.

Россияда геодезик ишлар билан қадим замонлардаёқ шуғулланишган. Масалан, 1068 йилда Керч бўғозининг кенглиги муз устида ўлчанганлиги ҳақидаги маълумотлар бунинг исботидир. XV асрда Москва давлатида солиқ тўплаш мақсадида ерларни ҳисобга олиш учун ер ўлчаш ишлари олиб борилган ва схематик карталар чизилган. XVI асрнинг ўрталарида Москва давлатининг биринчи картаси „Большой чертёж“ тузилган. Сибирь Москва давлатига қўшилгандан кейин 1667 йилда Сибирь губернясининг воеводаси П. И. Годунов, 1701 йилда географ ва тарихчи С. У. Ремезовлар Сибирнинг карталарини тузишган. Лекин улар бу карталарни аҳолининг ҳикоясига, сайёҳларнинг кузагишларига ва территорияларнинг ёзма тасвирларига асосланиб тузганлар.

Россияда геодезик асбоблар ёрдамида план олиш Пётр I давридан бошланган. Пётр I даврида бажарилган геодезик ишлар ичида 1696 йилда Волга билан Дон дарёлари оралигидаги баландликларда олиб борилган ҳамда геодезистлар И. М. Евреинов билан Ф. Ф. Лужинларнинг 1718 — 1722 йилларда

Камчатка ва Курил оролларида бажарган геодезик ишлари айниқса диққатга сазовордир.

1739 йилда Россия Фанлар академияси қошида ташкил этилган географик департамент Россияни топографик ва картографик жиҳатдан ўрганишга катта ҳисса қўшди. Бу департаментнинг айниқса машҳур олим М. В. Ломоносов (1711—1765 йиллар) раҳбарлик қилган даврдаги ишлари (1757 йилдан 1765 йилгача) жуда самарали бўлди. У геодезик ва план олиш ишларига раҳбарлик қилиш ва уларни бажариш билан бирга, Россиянинг карта ва атласларини тузиш билан ҳам шуғулланди. Масалан, 1745 йилда Россия Европа қисмининг 13 варақли ва Осиё қисмининг 6 варақли карталари нашр қилинди. 1822 йилда Россияда ҳарбий топографлар корпуси ташкил қилингандан кейин план олиш иши жадаллик билан ривожланади. Ҳарбий топографлар корпуси дастлаб Россиянинг чегара районларида, кейинчалик мамлакатнинг бошқа районларида ҳам ҳарбий ва хўжалик жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга бўлган территорияларнинг турли масштабдаги топографик планини олади. Ўрта Осиё Россияга қўшилгандан кейин чегара районлар ҳамда хўжалик жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга бўлган территориялар, жумладан, Тошкент, Самарқанд, Бухоро, Жиззах, Фарғона, Андижон ва бошқа шаҳарларнинг ҳам плани олинади.

Россияда ҳарбий топографлар корпусидан ташқари, Деҳқончилик ишлари министрлиги, Геология комитети, Россия география жамияти, Кўчириш ишлари (Переселенческое) бошқармаси ва бошқа ташкилотлар ҳам турли хусусий мақсадларда план олиш ва карта тузиш билан шуғулланган.

Кўчириш ишлари бошқармаси Туркистон ўлкасида Чирчиқ, Фарғона, Зарафшон водийларини планга олган; бундан кўзланган мақсад—ер солиғини белгилаш ва Россиядан аҳолини кўчириб келтириш учун ортиқча ерларнинг ҳисобини олишдир. Шундай қилиб, Андижон, Наманган уездларининг, Мирзачўл атрофларининг карталари тузилиб, уларда асосан қишлоқ хўжалигига яроқли ерлар, йўللар, аҳоли яшайдиган пунктлар, сув манбалари кўрсатилган.

Ернинг катталигини аниқлашда Россияда бажарилган градус ўлчашнинг аҳамияти жуда катта. Масалан, 1816 йилдан бошлаб геодезист К. И. Теннер (1783—1860 йиллар) раҳбарлигида Россиянинг ғарбий чегарасидаги губерняларда, астроном В. Я. Струве (1793—1864 йиллар) раҳбарлигида Болтиқ бўйи губерняларида градус ўлчаш ишлари олиб борилиб, бу ишлар 1850 йилгача давом этган ва Дунай дарёсининг қуйилиш жойидан то Скандинавия ярим оролининг шимолий қирғоғигача бўлган $25^{\circ} 20'$ меридиан ёйининг узунлиги ҳисоблаб чиқарилган. Бу ёйга „Струве ёйи“ деб ном берилган. Бу XIX асрнинг биринчи ярмида бажарилган энг йирик градус ўлчаш ҳисобланади. 1899—1902 йилларда Петербург Фанлар академиясининг ташаббуси билан Швеция Фанлар академияси иш-

тирокида Ер шарининг энг шимолидаги Шпицберген оролида градус ўлчаш ишлари олиб борилган. Рус олимларининг ўлчаш натижаларидан Ернинг катталигини ҳисоблаб чиқаришда кенг фойдаланилган.

Геодезия фанини назарий жиҳатдан ривожлантиришда рус олимлари, хусусан П. Л. Чебишев, А. П. Болотов, Н. Я. Цингер, А. А. Тилло, В. В. Витковский ва бошқалар салмоқли ҳисса қўшдилар.

3-§. СССР да геодезиянинг ривожланиши

Россияда Октябрь социалистик революциясига қадар олиб борилган геодезик ва топографик ишлар натижасида Россия территориясининг 10% игина топографик жиҳатдан ўрганилган ва бунда асосан ҳарбий талабларгина кўзда тутилганлиги сабабли кўпроқ ҳарбий аҳамиятга эга бўлган чегара районларнинг планигина олинган эди. Бу геодезик ишлар, тузилган топографик карталар мазмуни ва ишланиш техникаси, аниқлиги жиҳатидан планли социалистик хўжалик талабларига жавоб беролмас эди. Шунинг учун СССР территориясини геодезик ва топографик жиҳатдан ўрганиш вазифаси қўйилди.

Совет ҳокимиятининг дастлабки кунлариданоқ мамлакатимиз территориясини геодезик ва топографик жиҳатдан ўрганишга катта аҳамият берилди. Ёш Совет республикаси ташқи ва ички душманларга қарши курашаётган пайтда В. И. Ленин 1919 йил 15 мартда Олий Геодезик бошқарма ташкил қилиш ҳақидаги декретни имзолаганлиги бунинг далилидир. Бу декрет ҳамда кейинчалик Совет Иттифоқи Коммунистлар партияси ва Совет ҳукумати томонидан чиқарилган қарор ва кўрсатмалар мамлакатимиз территориясини геодезик ва топографик жиҳатдан ўрганишда программа бўлиб хизмат қилди. Бу программани амалга ошириш натижасида СССР ўз территориясини геодезик ва топографик жиҳатдан ўрганиш ҳамда геодезия фанининг тараққиёти бўйича дунёда биринчи ўринга чиқиб олди.

Ҳарбий интервенциялар ва граждандар уруши йилларида (1918—1920 йиллар) совет геодезияси Қизил Армиянинг топографик карталарга бўлган талабларини қондиришга қаратилган бўлса, халқ хўжалигини тиклаш ва мамлакатни социалистик индустриштиришнинг биринчи кунларидан бошлаб асосан хўжалик қурилишларига хизмат қила бошлади. Мамлакатимизнинг саноат ва қишлоқ хўжалиги нуқтаи назаридан муҳим аҳамиятга эга бўлган районларининг топографик карталарини тузиш мақсадида план олиш ишлари авж олдириб юборилди.

1928 йилда машҳур совет геодезисти профессор Ф. Н. Красовский (1878—1948 йиллар) СССР территориясида геодезик таянч шохобчаларини барпо этиш ва топографик план олиш ишларининг программасини ишлаб чиқди. Илмий жиҳатдан асосланган бу программага мувофиқ, геодезик таянч шохоб-

чалари барпо қилинди, турли масштабда топографик планлар олинди.

Мамлакатни социалистик индустрлаштириш, қишлоқ хўжалигини коллективлаштириш, халқ хўжалигининг барча тармоқларини янги, замонавий техника асосида қайта қуриш, мамлакатимиз мудофаа қобилиятини ошириш ҳамда бепоён мамлакатимиздаги табиий ресурсларни ўрганиш, ҳисобга олиш, улардан унумли фойдаланиш ва бошқа вазифалар топографик карталарга бўлган талабни янада кучайтирди. Шу муносабат билан Совет ҳокимияти геодезик ўлчаш ва план олишнинг энг самарали ва арзон усулини—аэрофототопографик усулда план олишни ўзлаштириш ва кенг қўлланиш вазифасини қўйди. Аэрофотосъёмка материалларидан фойдаланиб, топографик карталар тузиш 1929 йилда бошланди. Аэрофотосъёмка материалларидан топографик карталар тузишдагина эмас, балки мамлакатимиз халқ хўжалигининг турли тармоқларида ҳам кенг фойдаланила бошланди. Шу муносабат билан 1932 йилда Ер ишлари Халқ Комиссарлиги қошида „Сельхозаэросъёмка“ ташкилоти тузилди. Кейинчалик геология, йўл, коммунал хўжалик, ўрмон хўжалиги ва бошқа министрликлар ҳузурида ҳам аэрофотосъёмка билан шугулланувчи ташкилотлар вужудга келди. Мамлакатимизда геодезик ва топографик ишларни бажариш учун мутахассис кадрлар тайёрлаш мақсадида махсус институт, техникум ва бошқа ўқув юртлари ташкил қилинди.

Совет ҳокимияти ўз фаолиятининг биринчи йиллариданоқ асосий геодезия ишларини давом эттириб, мамлакатимиз территориясини топографик жиҳатдан ўрганиш билан бирга, Ернинг катталигини аниқлаш вазифасини қўйди. Шу мақсадда 1933 йилда СССР территориясининг гравиметрик планини олиш ишлари олиб борилди. Астрономик-геодезик ва гравиметрик ишларнинг биргаликда олиб борилиши градус ўлчаш ишларини янги босқичга кўтарди. СССРда олиб борилган градус ўлчаш натижалари бошқа кўпгина илмий ва амалий ишларда қўлланилиши билан бирга, Ер эллипсоидининг катталигини аниқлашга имкон берди. Бу иш 1930 йилдан бошлаб Геодезия, аэрофотосъёмка ва картография илмий текшириш институтида проф. Ф. Н. Красовский ва унинг шогирди А. А. Изотов раҳбарлигида олиб борилиб, 1940 йилда Ер эллипсоидининг ўлчами ҳисоблаб чиқилди.

Улуғ Ватан уруши йилларида (1941—1945 йиллар) давлат геодезия ва картография муассасалари армиямизни зарур карта ва бошқа геодезик материаллар билан таъминлаб турди. 1945 йилда мамлакатимиз территориясининг 1:1 000 000 масштаби карталари тузиб тамомланганлиги Улуғ Ватан уруши йилларида совет геодезияси ва картографиясининг нақадар тараққий қилганлигини кўрсатади. Бу карталарни тузганлиги учун Геодезия ва картография бош бошқармаси 1947 йилда СССР

география жамиятининг катта Олтин медали билан мукофотланди

Улуғ Ватан урушидан кейинги беш йилликларда Геодезия ва картография бош бошқармаси Итгифоқимиз территориясида геодезик таянч шохобчалари тузишни тугаллаш, мамлакатимиз халқ хўжалигини ривожлантириш перспектив планларини тузиш ва халқ хўжалиги барча тармоқларининг топографик карталарга бўлган эҳтиёжини қондириш устида иш олиб борди ва асосан аэрофотосъёмка материалларидан фойдаланиб турли масштабда топографик карталар тузди.

Кейинги йилларда йирик гидротехник иншоотлар, атом электр станциялари, каналлар, кўп қаватли бинолар, метро ва туннеллар, космодром ва аэродромлар, темир йўл ва автомобиль йўллари, нефть ва газ қувурлари ҳамда бошқа инженерлик иншоотларининг лойиҳаларини тузиш ва бу иншоотларни қуришда муҳим геодезик ишлар бажарилди. Шу билан бирга, ноёб инженерлик иншоотлари деформацияларини аниқлашнинг янги геодезик методлари яратилди.

Совет олимлари совет геодезияси фанини тараққий эттиришга ўз илмий ишлари билан ҳисса қўшдилар.

Совет олимларидан Ф. Н. Красовский (1878—1948), А. А. Изотов, А. С. Чеботарев, А. И. Дурнев (1904—1963) ва бошқаларнинг геодезик таянч шохобчаларини барпо этиш программасини, методларини, бу шохобчалар схемасини ишлаб чиққанлиги, М. С. Молоденскийнинг Ер шаклини ва унинг гравитация майдонини ўрганиш тўғрисидаги янги назарияни яратганлиги Совет геодезия фани соҳасидаги катта ютуқлардир. М. С. Молоденский, А. А. Михайлов ва бошқа олимлар олиб борган илмий текшириш ишлари натижасида геодезиянинг янги тармоғи—*гравиметрик геодезия* фанига асос солинди.

Аэрофототопографик план олиш ва аэрофотосъёмкани мамлакатимиз халқ хўжалиги турли тармоқларида татбиқ этиш ишларига М. Д. Бонч-Бруевич (1870—1956), Ф. В. Дробишев, М. Д. Коншин, А. Н. Лобанов ва бошқа олимлар, турли инженерлик иншоотларини барпо этишда геодезик ишларни бажариш методларини яратишга олимлардан Н. Г. Видуев, Г. Ф. Глотов, Н. Н. Лебедев, Г. П. Левчук, А. Ф. Лютц, М. С. Муравьёв ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар.

Совет ҳокимияти даврида янгидан-янги, мукамал, оптик ва автоматик асбоблар, аэрофотосъёмка аппаратлари, фотограмметрик асбоблар ҳамда светодальномер, радиодальномер ва лазеродальномерлар яратилди ва ўзлаштирилди. Бу асбобларни яратишда ва ўзлаштиришда олим ва конструкторлардан В. А. Белицин (1903—1957), Ф. Б. Дробишев, А. В. Стодолкевич (1885—1948), М. М. Русинов ва бошқаларнинг хизматлари каттадир.

Картография соҳасида ҳам катта ютуқларга эришилди ва йирик картографик асарлар яратилди; 2 томли Катта Совет

дунё атласи (1937—1939 йиллар), РККА командири атласи (1938 йил), Офицер атласи (1947 йил), 3 томли Денгиз атласи (1950—1963 йиллар), Дунё атласи (1954 йил) ва бошқалар шулар жумласидандир. Совет картографиясини ривожлантиришга В. В. Каврайский (1884—1954 йиллар), К. А. Салишев, М. Д. Соловьев (1887—1965), В. И. Сухов, Г. А. Гинзбург, М. И. Никишов ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар.

Иттифоқимизда сунъий Ер йўлдошларининг учирилиши ва ҳаво кемаларининг космосга парвози геодезиянинг ривожланишида янги давр очди. Ернинг сунъий йўлдошларининг ҳаракатини кузатиш натижасида Ернинг шакли ҳақида бирмунча аниқ маълумотлар олинди. Инсоният Ернинг ҳақиқатга яқин шаклини аниқлашга бир неча юз йил сарф қилган булса, сунъий Ер йўлдошлари ёрдамида геодезик усулдан фойдаланиб, қисқа муддат ичида бу тўғрида нисбатан аниқроқ маълумотлар олинди. Совет космонавтлари дунёда биринчи бўлиб Ернинг юмалоқ шаклда эканлигини ўз кўзлари билан кўрдилар ва уни космосдан туриб суратга олдилар. Совет сунъий Ер йўлдошлари, автоматик станциялар ва Луноходлар эса Ойнинг суратини олдилар, шу суратларга асосланиб Ойнинг бир неча картаси тузилди.

Совет геодезия фани капиталистик мамлакатлардагига қарама-қарши ўлароқ, халқ манфаатини кўзлаб, халқ хўжалигининг турли тармоқларини ривожлантириш ва мамлакатимиз мудофаа қобилиятини ошириш учун хизмат қилмоқда.

II боб

ГЕОДЕЗИЯДА ҚўЛЛАНИЛАДИГАН КООРДИНАТА СИСТЕМАЛАРИ

4-§. Умумий тушунча

Бирор нуқтанинг бошланғич деб қабул қилинган нуқтага нисбатан жойлашган ўрнини ифодаловчи миқдорлар шу нуқтанинг координаталари дейилади. Фан ва техниканинг турли соҳаларида хилма-хил координата системалари қўлланилади. Геодезияда асосан географик координата, тўғри бурчакли координата ва қутбий координата системаларидан фойдаланилади.

Географик координата катта территорияларда геодезик таянч шохобчалари ўтказиш натижаларини ишлаб чиқишда, Ернинг шакли ва катталигини аниқлашда, Ер сунъий йўлдошларини кузатишда, космик триангуляция ўтказишда ва бошқа масалаларни ечишда қўлланилади. Ер сунъий йўлдошларини кузатишда ва бошқа махсус масалаларни ечишда фазовий тўғри бурчакли координата системасидан фойдаланилади.

1923 йилдан бошлаб мамлакатимизда геодезик масалаларни ечишда ва топографик карталар тузишда зонал системали тўғ-

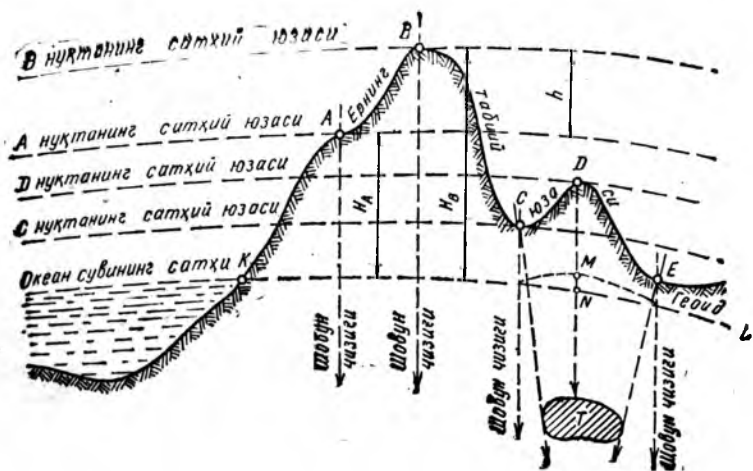
ри бурчакли координата кенг қўлланила бошланди. Ер юзидаги нуқталарнинг координаталарини аниқлашда бу координата географик координата билан биргаликда асосий координата бўлиб ҳисобланади.

Кичик территорияда олиб бориладиган геодезик ўлчашлар вақтида нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ўрнини аниқлашда ясси тўғри бурчакли координата ва қутбий координата системаларидан фойдаланилади.

Нуқталарнинг координаталарини ҳисоблаб чиқаришда Ернинг шакли ва катталиги асос қилиб олинганлигидан координата системаларидан аввал Ернинг шакли ва катталиги ҳақида қисқача тўхтаб ўтаемиз.

5-§. Ернинг шакли ва катталиги

Ернинг табиий юзаси баландлик ва чуқурлик, тоғлик ва текислик, тизма тоғ ва водийлардан иборат. Утказилган геодезик ўлчашдан фойдаланиб ер юзидаги нуқталарнинг координаталари ва баландликларини ҳисоблаб чиқаришда Ернинг умумий шаклига ўхшаш ва уни ифодалай оладиган маълум бир юза бошланғич деб қабул қилинади. Геодезияда бошланғич юза қилиб Ернинг асосий сатҳий юзаси олинган. Ер юзидаги ҳар бир нуқтадан сатҳий юза ўтказиш мумкин (3-шакл). Сатҳий юза ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, унинг барча нуқталарида шовун чизиги (ипга осилган юк йўналиши) перпендикуляр йўналган бўлади, яъни сатҳий юза ер юзининг ҳар бир нуқтасидан туширилган шовун чизигини тўғри бурчак билан кесиб ўтади.



3-шакл.

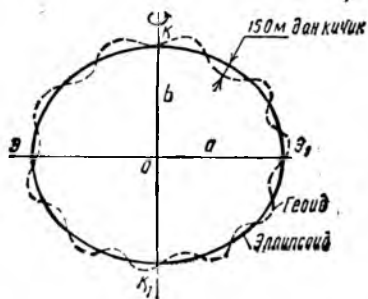
Ернинг асосий сатҳий юзаси—океанларнинг тинч турган сув сатҳини Ернинг қуруқлик қисми остидан, у ҳамма жойда шовун чизиғини тўғри бурчак билан кесиб ўтадиган қилиб давом эттирилган деб фараз қилинганда ҳосил бўладиган сатҳий юзadır. Ернинг асосий сатҳий юзаси билан чекланган юмалоқ геометрик шакл Ернинг шакли бўлиб, геонид деган ном билан юритилади. Бинобарин, Ернинг шакли деганда, унинг қуруқлик қисмидаги паст-баландликлар эътиборга олинмайди. Чунки Ер юзининг кўпроқ қисмини (71%) океан ва денгизлар, озроқ қисмини (29%) қуруқлик ташкил этади. Бундан ташқари, қуруқликнинг океан сатҳидан ўртача баландлиги атиги 875 м; бу эса Ернинг умумий катталигига нисбатан ниҳоятда кичикдир.

Ернинг геонид шакли тортиш кучи таъсирига, тортиш кучи эса Ер бағридаги жинсларнинг жойланиши ва зичлигига боғлиқ. Жинсларнинг жойланиши ва зичлиги ернинг ҳамма қисмида бир хил бўлмаганлигидан геонид юзаси ҳам мураккаб— „тўлқинсимон“ бўлади. Масалан, ер бағрининг бирор қисмида атрофдаги тоғ жинсларига нисбатан юксак зичликдаги T масса жойлашган, дейлик. Бу массанинг тортиш кучи атрофдаги жинсларнинг тортиш кучидан ортиқ бўлганлигидан C ва E нуқталардаги шовун чизиқлари T массага томон огишади. Натижада сатҳий юза KNL ёни бўйича эмас, балки KML ёни бўйича ўтади.

Ер пўстлоғини ташкил этган жинсларнинг зичлиги ҳозирга қадар тўлиқ ўрганилмаганлиги сабабли геониднинг аниқ шаклини билиш ҳал қилиниши қийин бўлган жуда оғир масаладир. Кейинги йилларга қадар геонид шаклини аниқлаш олий геодезиянинг асосий вазифаси деб ҳисобланилар эди. Совет олими М. С. Молоденский бир неча йиллар давомида олиб борган илмий ишлари натижасида олий геодезиянинг асосий вазифаси геонид шаклини аниқлаш эмас, балки Ернинг гравитацион майдонини ва табиий юзасини ўрганиш эканлигини исботлади. Ернинг табиий юзасини ўрганиш учун у геонид шаклига яқин келадиган квазигеонид деб аталадиган ёрдамчи юзани таклиф этди. Океанлар сатҳида геонид билан квазигеонид юзалари бир-бирига мос, лекин қуруқликда улар бир-биридан фарқ қилади: текисликларда улардаги фарқ бир неча сантиметр бўлса, тоғли районларда энг кўпи 1 м, баланд тоғ районларида 2 м га яқин. Шунинг учун геодезияда кўпчилик масалаларни ечишда геонид билан квазигеонид юзаси бир-бирига тўғри келади деб қабул қилинади.

Геонид (квазигеонид) шакли мураккаб бўлганлигидан, уни бирон маълум геометрик шакл билан ифодалаш мумкин эмас. Шунинг учун геодезик масалаларни ечишда бевосита геонидга асосланиб бўлмайди.

Геодезик ўлчашлар геониднинг айланма эллипсоидга, яъни эллипсоиднинг кичик ўқи b атрофида айланишидан ҳосил бўлган



4- шакл.

геометрик шаклга яқин эканлигини кўрсатди (4- шакл). Бу шаклда эллипсоид узулксиз чизиқ билан, геоид эса пунктир чизиқ билан берилган; ер юзининг баъзи нуқталарида геоид билан эллипсоиднинг фарқи 150 м дан ошмайди. Шунинг учун геодезияда Ер айланма эллипсоид шаклида деб қабул қилинади. Ҳар бир давлатда геодезик ишлар учун маълум катталиқдаги Ер эллипсоиди қабул қилинган бўлиб, бунга *референц-эллипсоид* дейилади. Ер эллипсоидининг катталиги унинг элементлари билан ифодаланади. Бу элементлар эллипсоиднинг кагга ярим ўқи (a) ва қутбларининг сиқиқлиги ($\alpha = \frac{a-b}{a}$) дан иборатдир.

Ер эллипсоидининг элементлари градус ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади. Бир қанча мамлакатларнинг олимлари Ер эллипсоиди элементларини ҳисоблаб чиқарганлар. Шу ҳисоблардан баъзилари 1-жадвалда берилган.

1- ж а д в а л

Ер эллипсоидининг ўлчамлари

Олимнинг фамилияси	Ер эллипсоидининг ҳисоблаб чиқарилган йили	Эллипсоид катта ярим ўқининг узунлиги, м	Қутбларининг сиқиқлиги
Деламбр	1800	6 375 653	1 : 334,00
Бессель	1841	6 377 397	1 : 299,15
Хейфорд	1909	6 378 388	1 : 297,00
Красовский	1940	6 378 245	1 : 298,30

Француз олими Деламбрнинг ҳисоблаб чиқарган Ер эллипсоиди ҳозирги вақтда фақат тарихий аҳамиятга эга, холос. Деламбрнинг Ер эллипсоидини ҳисоблашдан мақсади метрик ўлчов бирлигининг узунлигини аниқлаш эди. Деламбр эллипсоидининг экваторидан қутбигача бўлган масофа 10 000 км га тенг. Чунки бунда чорак меридианнинг 10 000 000 дан бир бўлаги 1 м қилиб қабул қилинган.

СССРда 1946 йилгача геодезик ишларда немис астрономи Ф. В. Бессель (1784—1846 йиллар) ҳисоблаб чиқарган Ер эллипсоиди элементларидан фойдаланилар эди. Кейинги йилларда Совет олимлари Бессель эллипсоиди СССР территориясида геоид шаклидан анча фарқ қилишини аниқлашди.

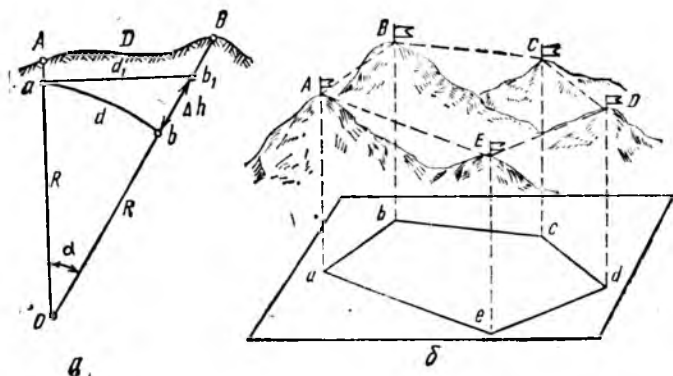
Америкалик олим Хейфорд Ер эллипсоидининг элементларини ҳисоблаб чиқаришда АҚШда ўтказилган градус ўлчашлар натижаларига асосланди. 1924 йилда Халқаро Геодезия ва геофизика жамияти бу эллипсоидни халқаро эллипсоид деб қабул қилишни таклиф этди. Шундан сўнг геодезик ўлчаш ишларида АҚШ, Аргентина, Бельгия, Португалия, Туркия ва бошқа давлатлар Хейфорд эллипсоидини асос қилиб ола бошладилар. Кейинги йилларда СССРда олиб борилган геодезик ишлар Хейфорд эллипсоиди Ернинг ҳақиқий шаклидан бирмунча фарқ қилишини кўрсатди.

1940 йилда совет олимлари Ф. Н. Красовский (1878—1948 йиллар) билан А. А. Изотов раҳбарлигида Ер эллипсоидининг элементларини ҳисоблаб чиқишди. Бу эллипсоидга Красовский референц-эллипсоиди деб ном берилди. СССР Министрлар Советининг 1946 йил 7 апрелдаги қарорига мувофиқ, мамлакатимизда олиб бориладиган барча геодезик ишларда Красовский эллипсоиди асос қилиб олинадиган бўлди. Кейинги йилларда бир неча социалистик мамлакатларда ҳам геодезик ишларда Красовский эллипсоидига асосланилмоқда. Красовский эллипсоиди элементларини ҳисоблаб чиқаришда СССРда, АҚШ ва Ғарбий Европада ўтказилган градус ўлчаш натижаларидан фойдаланилди. Красовский эллипсоиди Ернинг ҳақиқий шакли бўлган геоидга жуда яқин. Ернинг шакли Ернинг сунъий йўлдошларини кузатиш натижаларидан фойдаланиб текшириб кўрилганда ҳисоблар Красовский эллипсоидининг аниқлигини тасдиқлади. Масалан, 1960 йилда совет олими проф. И. Д. Жонголович СССРда учирилган учта сунъий йўлдошни кузатиш натижаларидан фойдаланиб Ер эллипсоиди қутбларининг сиқиклигини ҳисоблаб чиқди ва унинг 1:298,2 эканлигини аниқлади. 1961—1962 йилларда эса америкалик олим И. Қозан АҚШ да учирилган Ер сунъий йўлдошларини кузатиш натижаларига асосланиб, Ер эллипсоиди қутбларининг сиқиклиги 1:298,3 эканлигини аниқлади [17]. Катта аниқлик талаб қилинмайдиган геодезик ишларда Ер шарсимон ҳисобланиб, радиуси Ф. Н. Красовский ва А. А. Изотовларнинг маълумотларига кўра, 6371,11 км га тенг қилиб олинади.

6-§. Ер сфериклигининг горизонтал ва вертикал масофаларга таъсири. Геодезияда проекциялаш методи

Ернинг табиий юзаси жуда мураккаб бўлганлигидан, геодезик ўлчаш натижаларини математик жиҳатдан қайта ишлашда улар маълум методда эллипсоид юзига проекцияланади. Масалан, Ернинг табиий юзасида бирор масофа (5-шаклда AB чизиқнинг узунлиги D) ўлчанган бўлса, турли геодезик масалаларни ечиш учун, бу масофа маълум тузатиш киритилиб, референц-эллипсоид юзига проекцияланади. Шунда Ернинг табиий юзасидаги масофа (D) нинг эллипсоид юзидаги гори-

горизонтал проекцияси (d) ҳосил бўлади. Худди шунингдек, Ер юзидаги A ва B нуқталарнинг эллипсоид юзидаги планли ўрни a ва b нуқталардан иборатдир. Геодезик ҳисоблашларда мазкур ўлчанган чизиқнинг ҳақиқий узунлиги (D) дан эмас, балки унинг горизонтал проекцияси (d) дан фойдаланилади. Ер юзидаги нуқталар шартли қабул қилинган эллипсоид юзига шовун чизиқлар ёрдамида проекцияланади. Ер юзидаги бирор нуқтанинг планли координатаси дейилганда, бу нуқтанинг Ер юзидаги ўрни эмас, балки Ер эллипсоиди юзидаги ўрни тушунилади. Ер эллипсоидининг маълум қисмини ясси деб қабул



5- шакл.

қилиш мумкин. Бунда Ернинг сфериклиги эътиборга олинмай, жойдаги контурлар тик чизиқлар воситасида текислик деб қабул қилинган сатҳий юзага туширилади. Масалан, 5- шакл б да ер юзидаги $ABCD$ ва E нуқталар текислик деб қабул қилинган сатҳий юзага туширилганда нуқталарнинг планли ўрни a, b, c, d ва e нуқталардан иборат бўлади. Худди шу каби, ab, bc, cd ва ea чизиқлар ер юзидаги AB, BC, CD ва EA чизиқларнинг ҳамда bae, cde ва бошқа бурчаклар ер юзидаги BAE, CBA ва бошқа бурчакларнинг горизонтал проекциялари ҳисобланади. Демак, Ернинг табиий юзаси катталигига қараб, эллипсоид юзига ёки текисликка проекцияланади. Шунга кўра ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ўрни эллипсоид юзида ёки текисликда аниқланади. Нуқтанинг эллипсоид юзидаги ёки текисликдаги ўрнини аниқлаш учун маълум координата системалари қўлланилади.

Юқорида, Ер эллипсоидининг маълум қисмини ясси деб қабул қилиш мумкин, деган эдик. Унинг текислик деб қабул қилинадиган қисми катталигини аниқлаш учун Ер сфериклиги (дўмбоқлиги) нинг горизонтал ва вертикал масофаларга қандай таъсир этишини билиш керак. Бунинг учун Ерни радиуси 6371 км га тенг бўлган шар ҳисоблаб, шар юзидаги a ва b

нуқталар орасидаги ёйни d билан белгилаймиз (5-шакл a); a нуқтага уринма горизонтал текислик ўтказилса, бу текислик bb_1 тўғри чизиқни b_1 нуқтада кесиб ўтади. Шунда Ернинг сферик юзаси (ab) ни текис юза (ab_1) билан алмаштирган бўламиз. Ернинг сферик юзасини текислик билан алмаштирганда масофа (Δd) ва баландлик (Δh) хатолари рўй беради. Масофа хатолари $\Delta d = ab_1 - ab$ га тенг. Oab_1 тўғри бурчакли учбурчакдан қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\text{Шунда } ab_1 = d_1 = R \operatorname{tg} \alpha; \quad ab = d = R \alpha.$$

$$\Delta d = R(\operatorname{tg} \alpha - \alpha).$$

d_1 нинг узунлиги Ер радиуси (R) га нисбатан шунда кичик бўлганлигидан α бурчак ҳам кичик бўлади.

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

шунда

$$\Delta d = R \frac{d_1^3}{3} \approx R \frac{d^3}{3R^3} \approx \frac{d^3}{3R^2}. \quad (\text{II-1})$$

Ернинг сферик юзасини текис деб қабул қилсак, юқоридаги формулани нисбий хато формуласига айлантирганда рўй берадиган хато (Δd) нинг бу текислик узунлиги (d_1) га нисбати

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{12} \left(\frac{d}{R} \right)^2 \quad (\text{II-2})$$

бўлади. Агар $R = 6371$ км ва $d_1 = 20$ км бўлса, $\Delta d = 1,64$ см ёки $\frac{1}{121\ 8000}$ га тенг бўлади.

Ҳозирги вақтда энг аниқ геодезик ўлчашларда ҳам 10—20 км масофа $\frac{1}{1000\ 000}$ хатолик билан аниқланади. Шунга кўра Ер сферик юзасининг 20×20 км катталиқдаги қисмини текислик деб қабул қилиш мумкин.

5-шакл a да a ва b нуқталар оралиғидаги сферик юза текислик деб қабул қилинганда рўй берадиган баландлик хатоси (Δh) ни aOb тўғри бурчакли учбурчак асосида қуйидагича ёзиш мумкин: $\Delta h = Bb - Bb_1$;

$$Ob = R \text{ ва } Ob_1 = R \sec \alpha; \quad d^2 = (R + \Delta h)^2 - R^2 = 2R\Delta h + \Delta h^2;$$

бундан

$$\Delta h = \frac{d^2}{2R + \Delta h}. \quad (\text{II-3})$$

Бунда Ернинг сфериклиги туфайли баландликка киритилган тузатиш (Δh) Ер радиуси (R) га нисбаган жуда кичик бўлганлигидан II-3 формуласининг ўнг томонидаги Δh эътиборга олинмайди.

Шунда Ер сфериклигининг баландликка таъсири қуйидаги-
га тенг бўлади:

$$\Delta h = \frac{d^2}{2R}. \quad (\text{II}-4)$$

Бу формуладан маълум бўлишича, ер юзидаги нуқталар-
нинг баландлигини аниқлашда Ернинг сфериклиги натижасида
руй берадиган хато эътиборга бўлиниши керак. Масалан, $R =$
 $= 6371 \text{ км}$, $d = 1 \text{ км}$ бўлганда $\Delta h = 78,5 \text{ мм}$; $d = 100 \text{ м}$ бўл-
ганда эса $\Delta h = 0,8 \text{ мм}$ бўлади. Геодезик ўлчашларда нуқталар
баландлиги 1 мм гача аниқликда ҳисобланади. Шунинг учун
оралари яқин ($50-100 \text{ м}$) бўлган икки нуқтанинг бир-бирига
нисбатан баландлигини аниқлашда ҳам Ернинг сфериклиги нуқ-
та баландлиги ~~ни~~ канчалик таъсир этишини эътиборга олиш
зарур.

7-§. Географик координаталар

Географик координата системасида ер юзидаги нуқтанинг
ўрни унинг географик кенглиги ва узунлиги билан аниқла-
нади.

Ер юзидаги нуқтанинг географик координаталари аниқлаш
усулига қараб астрономик ва геодезик координаталарга бўли-
нади. Астрономик координаталар осмон ёриткичларини куза-
тиш йули билан, геодезик координаталар эса ер юзида олиб
борилган ўлчаш натижаларидан ҳисоблаб чиқарилади.

Геодезик координаталар. Геодезик координата системасида
бирон нуқтанинг ўрнини аниқлашда асосий координата юзаси
қилиб референц-эллипсоид юзаси, асосий координата чизиқла-
ри сифагида эса геодезик меридиан ва параллеллар қабул қи-
линади. Ер эллипсоидадаги бирор нуқтанинг ўрнини аниқлашда
шу нуқтадан ўтказилган меридиан ва параллелнинг кесишган
нуқтасидан фойдаланилади. Бирор нуқтадан ўтказилган мери-
диан шу нуқтанинг геодезик узунлигини, параллел эса геодезик
кенглигини билдиради. Геодезик кенглик ва узунлик тўғ-
рисида гапиришдан аввал экватор, геодезик меридиан ва
параллелни тушунтириб ўтмоқчимиз.

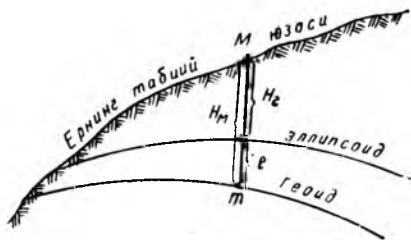
Ер эллипсоидининг кичик (кўтбий) ўқи орқали бўйламасига
ўтказилган кесма — *меридианал текислик*, бу текисликнинг
эллипсоид юзаси билан кесишишидан ҳосил бўлган чизиқ эса
геодезик меридиан дейилади. Ер эллипсоидининг бирор нуқта-
сидан унинг ўқига перпендикуляр ўтказилган кесма *параллел*
текислик, бу текисликнинг эллипсоид юзаси билан кесишиши-
дан ҳосил бўлган чизиқ эса *параллел* деб аталади. Ер эллип-
соиди марказидан ўтказилган параллел кесма — *экватор текис-*
лиги, унинг эллипсоид юзаси билан кесишишидан ҳосил бўл-
ган чизиқ эса *экватор* дейилади.

6-шаклда Ер эллипсоидадаги нуқта геодезик координата-
сининг геометрик мазмуни кўрсатилган. Ер эллипсоидадаги

лиги шу нуқтадан денгиз сатҳигача бўлган шовун чизигининг узунлигига тенг. Масалан, A нуқтанинг абсолют баландлиги H_A чизиқ билан, B нуқтаники эса H_B чизиқ узунлиги билан ифодаланган (3- шаклга қаралсин). Одатда ҳар бир мамлакат территориясидаги нуқталарнинг абсолют баландлиги шу мамлакат территориясида жойлашган бирон-бир денгиз сатҳига нисбатан аниқланади. Масалан, СССР да нуқталарнинг абсолют баландлиги Кронштадт (Балтика денгизи) футштогининг нолига нисбатан ҳисобланади. Кронштадт футштоги—Кронштадт айланма каналидаги кўприкнинг гранит устунига маҳкамланган мис рейкадир. Бу рейкага Фин қўлтиғи сувининг кўп йиллар давомида кузагиш натижасида аниқланган ўртача сатҳи чизилган. Ана шу чизиққа Кронштадт футштоги ноли дейилади. У нуқтанинг баландлигини бошланғич деб қабул қилинган Балтика денгизи сатҳига нисбатан аниқлашнинг иложи бўлмаган жойларда бирор нуқта бошланғич деб қабул қилиниб, шу нуқтанинг баландлиги шартли баландлик ҳисобланади.

Ер юзидаги нуқталарнинг абсолют баландликлари ўртасида и фарқ *нисбий баландлик* дейилиб, h билан белгиланади. Нуқта абсолют баландлигининг рақам билан ифодаланган миқдори шу нуқтанинг *отметкаси* дейилади. Нуқтанинг геодезик баландлигини аниқлашда геоид билан эллипсоид юзалари ўртасидаги фарқни эътиборга олиш зарур.

Баландлик аномалияси деб аталувчи бу фарқ e билан белгиланади (7- шакл). Баландлик аномалияси астрономик-гравиметрик нивелирлаш натижасида топилиб, ундан геоид (квазигеоид) шаклини аниқлашда фойдаланилади. Кичик территорияда бажариладиган инженерлик-геодезик ишларда геоид билан эллипсоид юзалари бир-бирига тўғри келади деб қабул қилинади.



7- шакл.

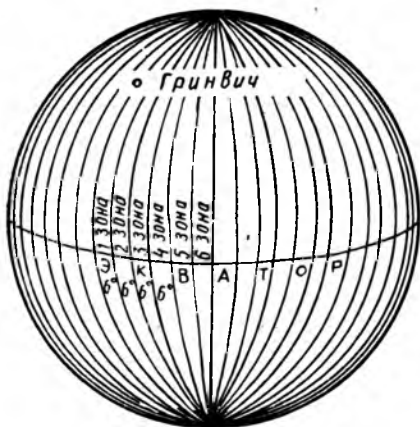
9- §. Фазовий тўғри бурчакли координата системаси

Фазовий тўғри бурчакли координата системаси Ер эллипсоиди сиртидаги барча нуқталар учун ягона система ҳисобланади. Бу системادا Ер эллипсоидининг маркази (O) координатанинг бошланиш нуқтаси деб, Ернинг айланиш ўқи (KK)—кўтёний ўқ (Z), бош меридианнинг экватор текислигидаги кесмаси—абсцисса (X) ўқи, бош меридианга перпендикуляр кесма эса ордината (Y) ўқи деб қабул қилинади (6- шаклга қаралсин).

Фазовий тўғри бурчакли координата системасидан Ер сунъий йўлдошларини кузатишда, ер юзида геодезик таянч шохобчалар барпо қилишда, координаталарни узоқ масофаларга узагишда фойдаланилади. Инженерлик-геодезия ишларида фазовий тўғри бурчакли координата системаси деярли қўлланилаётгани йўқ, чунки бу системادا нуқталар ўрнини аниқлашда жуда мураккаб формулалар ишлатилади.

10-§. Гаусс-Крюгернинг тўғри бурчакли координата системаси

Ҳисоблаш ишлари ясси тўғри бурчакли координата системасида бажарилганда содда геометрия ва тригонометрия формулаларидан фойдаланиладики, бу формулалар географик координаталар ва фазовий тўғри бурчакли координата системаларида ишлатилган формулалардан соддароқдир. Шунинг учун топографик план олишда ва инженерлик-геодезия ишларида асосан ясси тўғри бурчакли координата системаси қўлланилади.



8- шакл.

Катта территория учун тўғри бурчакли координаталарнинг зонал системасидан фойдаланилади. Бунда Ер шари Гринвич меридианидан бошлаб 6° ли 60 та меридионал зоналарга бўлинади (8- шакл). Ҳар бир зона ўртасидан ўтган меридиан шу зонанинг ўқ меридиани бўлади. Шарқий ярим

шардаги ҳар бир зона ўқ меридианининг географик узунлиги қуйидаги формуладан топилади:

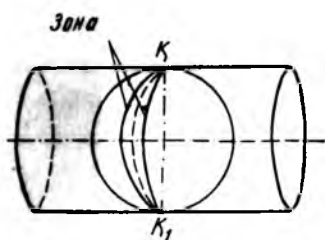
$$L = 6^\circ \cdot n - 3^\circ; \quad (11-5)$$

бу ерда n —зона номери. Масалан, ўн иккинчи зона ўқ меридианининг географик узунлиги $L = 6^\circ \times 12 - 3^\circ = 69^\circ$, ўн олтинчи зонаники эса $L = 6^\circ \times 16 - 3^\circ = 93^\circ$ ва ҳ. к.

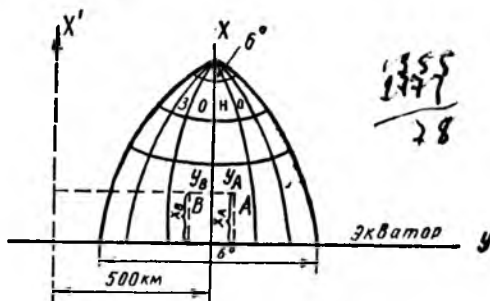
Зоналар номери Гринвич меридианидан бошлаб ғарбдан шарққа томон ҳисобланади. СССР территориясига бу зоналарнинг 29 таси (4 дан 32 гача) тўғри келади. Тўғри бурчакли координата зонал системасини ҳосил этишни қуйидагича тушунтириш мумкин.

Ер шари (эллипсоиди) ни текисликда яхлит тасвирлаб бўлмаганлигидан ҳар бир меридионал зона алоҳида-алоҳида цилиндр ичига жойлаштирилган, ҳар зонанинг ўқ меридиани цилиндрнинг ички юзасига тегиб туради, деб фараз қиламиз (9-шакл). Сўнгра ҳар бир зонадаги меридиан ва параллеллар цилиндрнинг ички юзасига проекцияланади, бироқ бунда бурчаклар ўзгармаслиги, яъни бурчакларнинг қиймати уларнинг цилиндр ички юзасига проекцияланиш қийматига тенг бўлиши шарт. Меридиан ва параллеллар проекцияланган цилиндрни биров ясовчи бўйича қирқиб, сўнгра ёйсақ, ҳар бир зонанинг ўқ меридиани ва экватор бўлаги тўғри чизиқ тарзида, бошқа барча

меридиан ва параллеллар эса эгри чизиқ тарзида тасвирланади (10-шакл). Бунда ҳар бир зона ўқ меридианининг ва экватор бўлагининг ҳамма қисмида масштаб бир хил бўлади (ўзгармайди). Ўқ меридиандан бошқа меридианлар эса ўқ меридианга нисбатан узунроқ чизиқлар тарзида тасвирланиб, бир оз хатоси бўлади. Параллеллар ҳақиқий узунликларига нисбатан узунроқ чизиқлар тарзида тасвирланиб, уларда ҳам маълум хато рўй беради. Ҳар бир зонадаги хато ўқ меридиандан шарққа ва ғарбга томон ортиб боради. Масалан, ўқ меридианда масштаб 1 см да 500 метрга тенг бўлса, энг четки меридианда 1 см да 499,5 метрга тенг бўлади, яъни 0,5 метрга фарқ қилади.



9- шакл.



10- шакл.

Лекин бу фарқ карта тузишда ва ўлчаш ишида йўл қўйиладиган хатодан кичикдир. Демак, бу проекцияда Ернинг сфериклиги натижасида рўй берадиган хато жуда кичик бўлиб, амалий жиҳатдан 1 : 10 000 ва ундан майда топографик карталар тузишда йўл қўйиладиган хатодан ошмайди, шунга кўра эътиборга олинмайди. Юқорида баён қилинган проекция кўндаланг цилиндрик проекция деб аталади. Уни немис олими Гаусс (1777—1855 йиллар) таклиф этганлигидан Гаусс проекцияси деб юритилади. Немис геодезисти Крюгер Гаусс проекциясининг тўғри бурчакли координата системасида қўлланилишини ишлаб чиққан. Шунинг учун зонал системали тўғри бурчакли координата Гаусс-Крюгер тўғри бурчакли координата системаси деб юритилади.

Гаусс проекциясида тўғри чизиқ тарзида тасвирланган ҳар бир зонанинг ўқ меридиани шу зона тўғри бурчакли координата системасининг абсцисса ўқи (X), экватор булаги—ордината ўқи (Y) қилиб, ҳар иккала ўқнинг кесишган нуқтаси эса координатанинг боши (бошланиши) деб қабул қилинади.

Демак, зонал системали тўғри бурчакли координатада абсцисса экватордан қутбларга томон ҳисобланиб, шимолий ярим шарда жойлашган нуқталар абсциссаларининг ишораси—мусбат, жанубий ярим шарда жойлашган нуқталарники эса манфий қийматли бўлади. Ордината ҳар бир зона ўқ меридианидан

ғарбга ва шарққа томон ҳисобланиб, ўқ меридиандан шарқда жойлашган нуқталар ординаталарининг ишораси—мусбат, ғарбда жойлашган нуқталарники эса манфий қийматга эга бўлади.

СССР территорияси шимолий ярим шарда жойлашганлиги учун бу территориядаги барча нуқталарнинг абсциссалари мусбат қийматлидир, лекин ординаталари манфий ёки мусбат бўлиши мумкин.

Нуқталар ординаталарининг турли ишорали бўлиши ҳисоб ишларини бир оз қийинлаштиради; баъзан кишини янглиштириши ҳам мумкин. Бу камчиликни йўқотиш учун ҳар бир зонанинг ўқ меридиани шартли равишда 500 км ғарбга сурилади. Шунда ҳар бир зонада жойлашган барча нуқталарнинг ординаталарига 500 км қўшилиб, ординаталар мусбат ишорага эга бўлади. Масалан, A ва B нуқталарнинг координаталари: $x_A = + 5550$ км, $y_A = + 150$ км ва $x_B = + 5550$ км, $y_B = - 150$ км дейлик. Мисолимизда ординаталар мусбат ва манфий қийматга эга; уларга 500 км қўшилгандан кейин ($x_A = + 650$ км ва $y_B = + 350$ км) ишоралари мусбатга айланади.

Маълумки, зонал системали координатада 60 та зонадан ҳар бирининг ўз координата боши бор. Нуқтанинг қайси зонадалигини белгилаш учун ҳар бир нуқта ординатасининг қиймати олдида шу нуқта жойлашган зонанинг номери қўйилади. Масалан, A ва B нуқталар 12 зонада жойлашган бўлса, уларнинг шартли ординаталари $y_A = 12\ 650$ км ва $y_B = 12\ 350$ км бўлади.

Ер сферик шаклда бўлганлигидан ҳар бир зонанинг текисликка проекциялангандаги майдони унинг ҳақиқий майдонидан бир оз бўлса-да, каттароқ қилиб тасвирланади. Шунинг учун йирик масштабли план олишда Ернинг сфериклигидан келиб чиқадиган хатога тузатиш киритишга тўғри келади. Бу хатонинг таъсирини камайтириш мақсадида йирик масштабли топографик план олишда ҳамда иккита зона чегарасида план олишда 3° ли зоналар қўлланилади. Бу зоналарнинг ўқ меридиани 6° ли зоналарнинг ўрта ёки четки меридианларига тўғри келади. 3° ли зона ўқ меридианининг географик узунлиги қуйидаги формула билан топилади:

$$L = 3^\circ \cdot n.$$

Масалан, 15 номерли 3° ли зона ўқ меридианининг географик узунлиги 45°; 16 номерли зонаники эса 48° ва ҳоказо.

СССР территориясида 6° ли зонанинг эллипсоид юзасидан текисликка ўтишдаги хатоси 1:1100; 3° ли зонада эса бу хато тўрт баравар кичикдир.

Саноат объектлари ва шунга ўхшаш бошқа инженерлик иншоотлари қурилишидаги геодезик ишларда эллипсоид юзасидан текисликка ўтишда рўй берадиган бурчак ва ~~чи~~зиқ узун-

ланиш мумкин. Бунда тўғри бурчакли координата ўқлари текисликни тўрт бўлакка, яъни чоракларга бўлади, ҳар бир чоракнинг ўз ишораси бўлади. Чораклар соат стрелкаси йўналишида, яъни шимолдан шарқ, жануб ва ғарбга томон ҳисобланади. 2-жадвалда тўғри бурчакли ясси координата чоракларининг ишоралари берилган.

2-жадвал

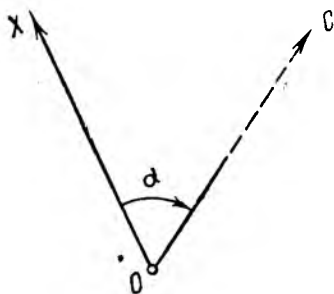
Тўғри бурчакли ясси координата чоракларининг ишоралари

Координата чораклари	Координата ўқлари	
	абсцисса— X	ордината— Y
I	+	+
II	—	+
III	—	—
IV	+	—

Тўғри бурчакли координата системасида бирор нуқтанинг координатасини аниқлаш учун бу нуқтадан координата ўқларига перпендикуляр чизиқлар туширилади. A нуқтанинг абсциссаси— x_A га, ординатаси— y_A га, B нуқтаники эса x_B ва y_B га тенг.

Тўғри бурчакли ясси координата системасида координата боши қилиб ихтиёрий бир нуқга қабул қилинади. Бундай пайтда тўғри бурчакли координата маҳаллий системадаги координата деб юритилади.

Қутбий координата.—Агар тўғри бурчакли координата системасидаги ўзаро перпендикуляр X ва Y ўқлар ўрнига фақат X ўқ ва координата бошланиш нуқтаси O олинса, қутбий координата системаси ҳосил бўлади (12-шакл). Қутбий координата системасида вертикал чизиқ (OX) қутбий ўқ, координатанинг бошланиш нуқтаси (O) эса қутбий нуқта деб қабул қилинади. Бирор нуқта (12-шаклда C нуқта) нинг қутбий нуқтага нисбатан ўрнини аниқлаш учун бу нуқтани қутбий нуқта билан туташтирувчи чизиқнинг узунлиги (OC) ва қутбий ўқ (OX) билан OC чизиқ орасидаги бурчак (α) ўлчанади. OC чизиқ радиус-вектор, α бурчак эса ориентирлаш бурчаги деб юритилади (ориентирлаш бурчаги ҳақидаги маълумот 13-§ да берилган).



12-шакл.

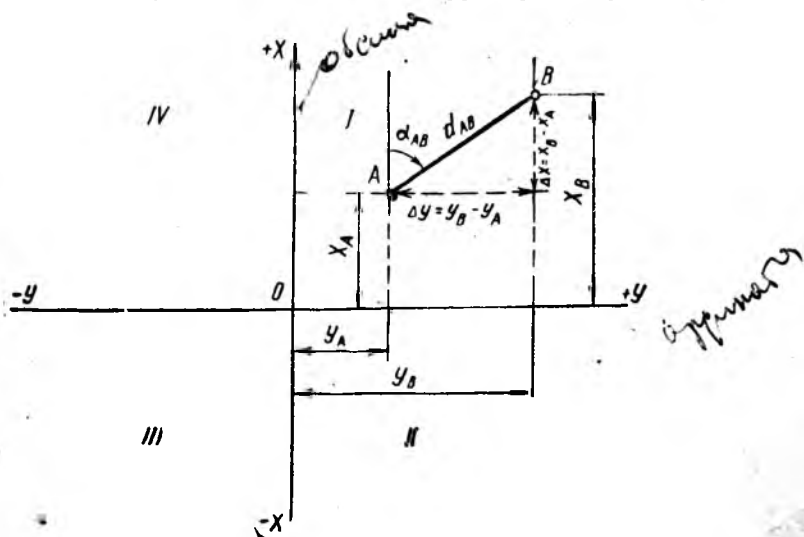
лиги хатоларини камайтириш учун 6° ёки 3° ли зоналарнинг ўқ меридиани эмас, балки иншоот қурилаётган территориянинг ўртасидан ўтган меридиан бошланғич меридиан қилиб қабул қилинади.

11- §. Тўғри бурчакли ясси координата ва қутбий координата

Кичик территорияларнинг планини олишда ва катта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳисобларда тўғри бурчакли ясси координата ҳамда қутбий координата системаларидан фойдаланилади.

Тўғри бурчакли ясси координата. Тўғри бурчакли ясси координата системасида нуқталарнинг бир-бирига нисбатан тутган ўрни ўзаро перпендикуляр икки чизиқнинг кесишган нуқтасига нисбатан аниқланади. Ўзаро перпендикуляр икки чизиққа *координата ўқлари*, уларнинг кесишган нуқтасига эса *координата боши* дейилади. Бу координата системаси Декарт тўғри бурчакли ясси координата системаси деб юритилади. Декарт координата системасида вертикал чизиқ—ордината (Y), горизонтал чизиқ эса абсцисса (X) ўқи дейилади. Геодезияда, аксинча, вертикал чизиқ—абсцисса, горизонтал чизиқ эса ордината деб қабул қилинган (11- шакл). Чунки геодезияда асосий йўналиш деб қабул қилинган меридиан чизиғи тўғри бурчакли координатанинг вертикал чизиғига тўғри келади.

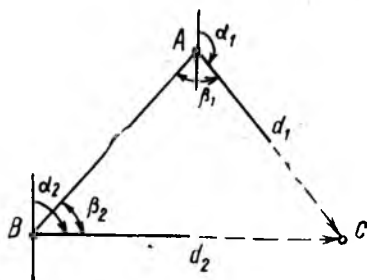
Тўғри бурчакли координата системасини Ер сферик юзасининг ясси деб қабул қилинган кичик территорияси учун қўл-



11- шакл.

Қўш қутбли координага.

Қўш қутбли координагада бирор нуқта (C) нинг икки нуқта (A ва B нуқталар)га нисбатан ўрни қутбий нуқталар (A ва B) дан ўрни аниқланаётган нуқтагача бўлган чизиқлар (AC ва BC) узунлиги (d_1 ва d_2) ёки AB чизиқ билан AC ва BC чизиқлар орасидаги бурчаклар (β_1 ва β_2) қийматлари ёрдамида аниқланади. Бундан ташқари, C нуқтанинг ўрнини AC ва BC чизиқлар йўналишининг ориентирлаш бурчаклари (α_1 ва α_2) билан ҳам аниқлаш мумкин.



13-шакл.

12-§ Тўғри ва тескари геодезик масалалар

Тўғри геодезик масала. Бирор нуқтанинг координаталари ҳамда бу нуқтадан бошқа нуқтагача бўлган масофа (чизиқ) нинг горизонтал проекцияси ва ориентирлаш бурчаги маълум бўлса, иккинчи нуқтанинг координаталарини аниқлашга тўғри геодезик масала дейилади. Тўғри геодезик масала текисликда, сферада ва эллипсоид юзасида ечилиши мумкин. Биз бу ерда тўғри геодезик масаланинг ер юзининг текис деб қабул қилинган қисмида ечилиши билан танишиб чиқамиз. Масалан, унча катта бўлмаган территориядаги A нуқтанинг координаталари (x_A ва y_A) ҳамда AB чизиқнинг горизонтал проекцияси (d_{AB}) ва дирекцион бурчаги (α_{AB}) маълум бўлса, (11-шаклга қаралсин), B нуқтанинг координаталарини қуйидаги формула бўйича топиш мумкин:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + \Delta x \\ y_B &= y_A + \Delta y. \end{aligned} \right\} \text{тўғри геодезик} \quad (\text{II}-6)$$

Чизиқ икки учининг координаталари айирмаси *орттирма* дейилади,

$$\begin{aligned} \text{яъни} \quad x_B - x_A &= \Delta x, \\ y_B - y_A &= \Delta y; \end{aligned} \quad (\text{II}-7)$$

бу ерда Δx — абсцисса орттормаси:

Δy — ордината орттормаси. Координата орттормалари қуйидагига тенг:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= d \cos \alpha \\ \Delta y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (\text{II}-8)$$

Координата орттирмаларининг ишораси тўғри бурчакли координата системасида чизиқнинг қайси чоракда жойлашганлигига қараб аниқланади (2-жадвалга қаралсин).

Тескари геодезик масала. Икки нуқтани туташтирувчи чизиқнинг горизонтал проекцияси (d_{AB}) ни ва ориентирлаш бурчаги (α_{AB}) ни бу нуқталарнинг маълум координаталари x_A, y_A ва x_B, y_B бўйича аниқлаш тескари геодезик масала дейилади. Тескари геодезик масала ҳам ер юзининг текис деб қабул қилинган қисмида, сфера ва эллипсоидда ечилиши мумкин. Ер юзининг текис деб қабул қилинган қисмида AB чизиқнинг (11-шаклга қаралсин) ориентирлаш бурчаги (дирекцион бурчаги) қуйидагига тенг:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (\text{II}-9)$$

AB чизиқ горизонтал проекциясининг узунлиги d_{AB} қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$d_{AB} = \frac{y_B - y_A}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{\cos \alpha_{AB}}$$

ёки

$$d_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \quad (\text{II}-10)$$

Тескари геодезик масалада текшириб кўриш ёки контроль қилиш мақсадида чизиқ горизонтал проекциясининг узунлиги уч марга ҳисоблаб кўрилади. Чизиқнинг қайси чоракда жойлашганлиги координата орттирмаларининг ишоралари бўйича аниқланади. Ҳисоблаб чиқарилган $\operatorname{tg} \alpha_{AB}$ бўйича тригонометрик жадваллардан фойдаланиб дирекцион бурчак топилади.

III б о б

ОРИЕНТИРЛАШ

13-§. Ориентирлаш бурчаги Азимут, дирекцион бурчак ва румб

Жойдаги бирор чизиқнинг бошланғич деб қабул қилинган чизиққа нисбатан йўналишини аниқлаш шу чизиқни *ориентирлаш* дейилади. Ҳар қандай чизиқнинг йўналиши бу чизиқ билан бошланғич йўналиш деб қабул қилинган чизиқ орасида ҳосил бўлган бурчак ёрдамида аниқланади. Бу бурчак *ориентирлаш бурчаги* деб аталади. Масалан, OX чизиғи бошланғич йўналиш деб қабул қилинса (12-шаклга қаралсин), OC чизиғининг бу чизиққа нисбатан йўналиши α ориентирлаш бурчаги ёрдамида аниқланади.

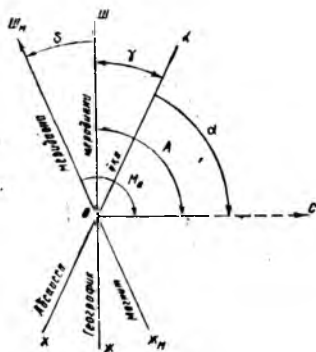
Жойдаги бирор чизик йўналишини аниқлашда бошланғич йўналиш қилиб географик меридиан қабул қилинса, улар орасидаги ориентирлаш бурчагига *ҳақиқий азимут*, магнит меридиани қабул қилинса—*магнит азимут*, ўқ меридиан ёки унга параллел чизик қабул қилинса—*дирекцион бурчак* дейилади. Ҳақиқий азимут, магнит азимут ва дирекцион бурчак бошланғич йўналишнинг шимол томонидан бошлаб соат стрелкаси йўналишида 0 дан 360° гача ўлчанади.

Масалан, OC чизигининг ҳақиқий азимут A бурчакдан, магнит азимут M_a бурчакдан, дирекцион бурчаги эса α бурчакдан иборат (14-шакл). Ҳақиқий азимут билан магнит азимут δ бурчакка, ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак γ бурчакка фарқ қилади. δ бурчак магнит оғиш бурчаги, γ эса меридианларнинг яқинлашиш бурчаги бўлиб, улар ҳақидаги маълумот кейинги параграфларда берилган.

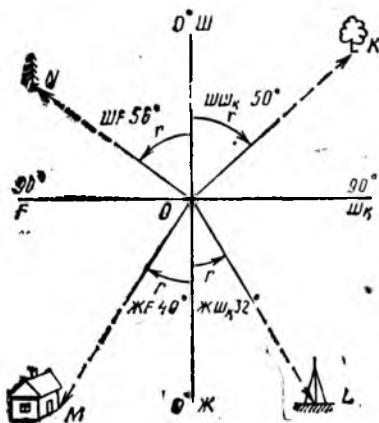
Геодезияда ишлатиладиган тригонометрик функциялар жадваллари кўпинча 0 дан 90° гача берилади. Шунинг учун геодезияда азимут ва дирекцион бурчак билан бирга румбдан ҳам фойдаланилади.

Румб—бошланғич йўналишнинг шимолий ва жанубий томони билан чизик йўналиши орасидаги бурчакдир; у 0 дан 90° гача ўлчанади.

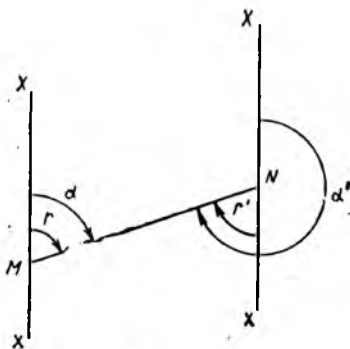
Румб магнит меридианидан бошлаб ҳисобланса—магнит румб, географик меридиандан бошлаб ҳисобланса—ҳақиқий румб, абсцисса ўқидан бошлаб ҳисобланса—дирекцион румб дейилади. Дирекцион румб жадвал бурчаклари деб ҳам юритилади.



14-шакл



15-шакл.



16-шакл.

Румб 0 дан 90° гача шимол ва жануб томондан шарқ ва ғарбга томон ҳисобланиши сабабли унинг тўғри бурчакли координатанинг қайси чорагида эканлигини ифодалаш учун румб қиймати олдига чизиқ жойлашган координата чорагининг номи ёзилади (15-шакл). Йўналиш биринчи чоракда бўлса, румб шимоли-шарқий (ШШқ), иккинчи чоракда бўлса — жануби-шарқий (ЖШқ), учинчи чоракда бўлса — жануби-ғарбий (ЖҒ), тўртинчи чоракда бўлса — шимоли-ғарбий (ШҒ) деб аталади.

Ер юзидаги ҳар бир чизиқнинг тўғри ва тескари ориентирлаш бурчаги бўлади. Масалан, 16-шаклда MN чизиқнинг M нуқтадан бошланган йўналишининг дирекцион бурчаги (α) — тўғри дирекцион бурчак. N нуқтадан бошланган йўналишининг дирекцион бурчаги (α') эса тескари дирекцион бурчак ҳисобланади. Шаклдан кўринишича, чизиқ йўналишининг тўғри ва тескари дирекцион бурчаги бир-биридан 180° фарқ қилади, яъни

$$\alpha' = \alpha \pm 180^\circ. \quad (\text{III} - 1)$$

Агар тўғри дирекцион бурчак $\alpha < 180^\circ$ бўлса, тескари дирекцион бурчакни ҳисоблашда 180° қўшилади, тўғри дирекцион бурчак $\alpha > 180^\circ$ бўлганда эса 180° айрилади.

Худди шунингдек, ҳақиқий азимут, магнит азимути ва румб ҳам тўғри ва тескари бўлади. Масалан, MN чизиқнинг тўғри румби r дан, тескари румби эса r' дан иборат. Тўғри ва тескари румблар қиймати бир-бирига тенг бўлиб, уларнинг фақат номлари ўзгаради. Масалан, тўғри румб ШШқ бўлганда тескари румб ШҒ бўлади ва, аксинча, тўғри румб ЖҒ бўлганда тескари румб ШШқ бўлади.

14-§. Меридианлар яқинлашиш бурчаги. Ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак ҳамда румб ўртасидаги муносабат

Меридианлар яқинлашиш бурчаги. Маълумки, тўғри бурчакли координаталар зонал системасида абсцисса ўқлари ҳар бир зонанинг ўқ меридианига параллел қилиб ўтказилган чизиқлардан иборат (10-§). Географик меридианлар иккита нуқтага, яъни географик қутбларда бирлашади. Шунинг учун географик меридиан йўналиши билан абсцисса ўқининг йўналиши ҳар бир зонанинг ўқ меридианидагина бир-бирига тўғри келади. Бошқа меридианлар йўналиши абсцисса (ўқ меридианга параллел чизиқлар) йўналишига тўғри келмасдан, меридиан билан абсцисса ўқи орасида қандайдир бурчак ҳосил бўлади (17-шакл). Бу бурчак *меридианлар яқинлашиш бурчаги* дейилади. Меридианлар яқинлашиш бурчагининг тақрибий қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\gamma = \Delta \lambda \sin \varphi; \quad (\text{III} - 2)$$

бу ерда $\Delta\lambda$ — ўқ меридиан билан берилган нуқта меридиани географик узунликларининг айирмаси;

φ — берилган нуқтанинг географик кенглиги.

Меридианлар яқинлашиш бурчагининг қиймати нуқтанинг географик кенглигига ва ўқ меридиандан узоқ-яқинлигига боғлиқ: нуқта экватордан қанча шимолдaroқ ва жанубдaroқ бўлиб, ўқ меридиандан қанча узоқда жойлашса, меридианлар яқинлашиш бурчаги шунча катта бўлади. Ҳар бир зонада меридианлар яқинлашиш бурчаги 0° дан (ўқ меридианда) $\pm 3^\circ$ гача (зонани чегараловчи четки меридианларда) бўлади.

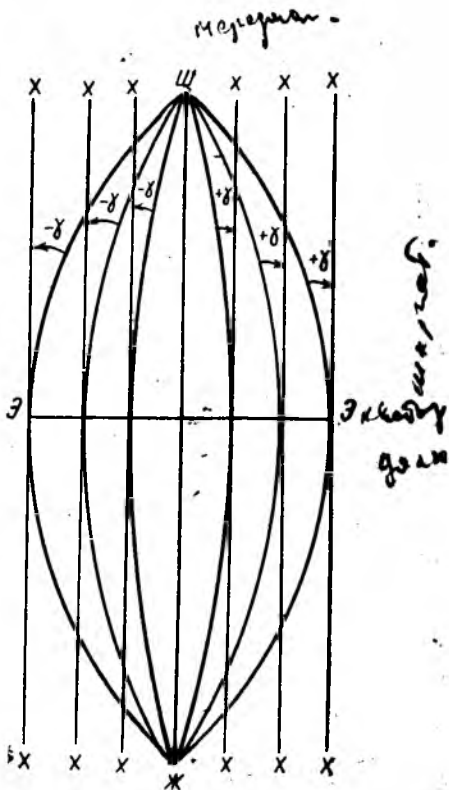
Меридианлар яқинлашиш бурчагининг ишораси абсцисса ўқининг географик меридианга нисбатан ўрнига боғлиқ: абсцисса ўқи географик меридианнинг шарқ томонидан ўтса, меридианлар яқинлашиш бурчаги шарқий дейилади ва ишораси мусбат бўлади, ғарб томонидан ўтса, ғарбий дейилиб, ишораси манфий бўлади.

Бирор территориядаги меридианлар яқинлашиш бурчагининг ўртача қиймати шу территория топографик картасининг жанубий рамкаси остида берилади.

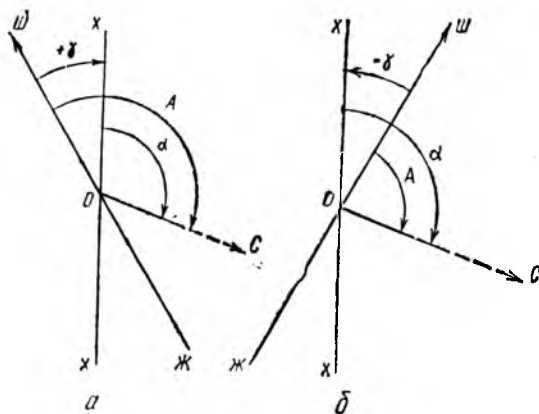
Ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак ўртасидаги муносабат. Йўналишнинг ҳақиқий азимути ва шу жойдаги меридианлар яқинлашиш бурчаги маълум бўлганда унинг дирекцион бурчагини, дирекцион бурчаги ва меридианлар яқинлашиш бурчаги маълум бўлганда эса, ҳақиқий азимутини аниқлаш қийин бўлмайди. Масалан, 18-шаклда OC чизигининг ҳақиқий азимути (A) ва дирекцион бурчаги (α) нинг бир-бирига муносабати берилган, демак 18-шакл, a да

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= A - \gamma_{шк} \\ A &= \alpha + \gamma_{шк} \end{aligned} \right\}$$

(III—3)



17-шакл.

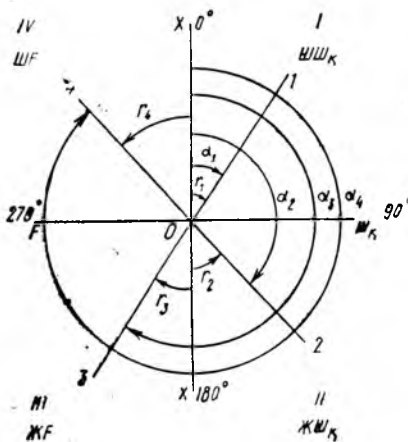


18- шакл.

шакл б да

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= A + \gamma_r \\ A &= \alpha - \gamma_r \end{aligned} \right\} \quad (\text{III}-4)$$

бўлали



19- шакл

Дирекцион бурчак билан румб ўртасидаги муносабат. Йўналишнинг дирекцион бурчаги маълум бўлганда румбини, румби маълум бўлганда эса дирекцион бурчагини топиш мумкин. Масалан, 19-шаклда дирекцион бурчак билан румбнинг бир-бирига муносабати берилган; йўналишларнинг дирекцион бурчаклари маълум бўлганда бу шаклдан фойдаланиб румбни қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин.

I чоракда ШШқ	$r = \alpha$	} (III-5)
II чоракда ЖШқ	$r = 180^\circ - \alpha$	
III чоракда ЖФ	$r = \alpha - 180^\circ$	
IV чоракда ШФ	$r = 360^\circ - \alpha$	

Йўналишларнинг румби маълум бўлса, дирекцион бурчакни қўйидаги формулаларда аниқлаш мумкин:

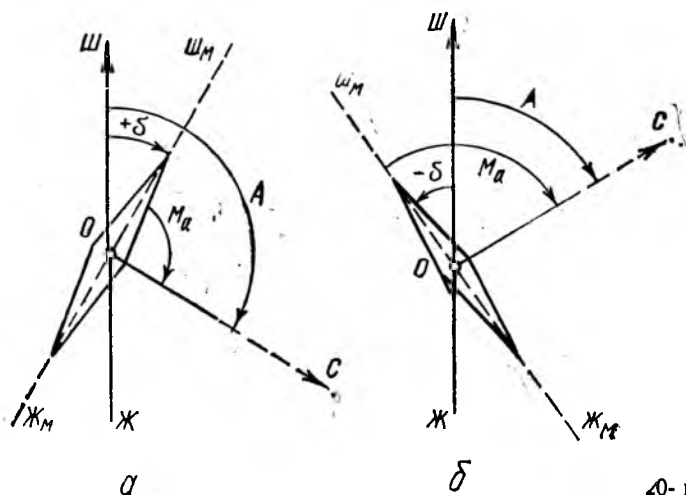
$$\left. \begin{array}{l} \text{I чоракда } \alpha = r \\ \text{II чоракда } \alpha = 180^\circ - r \\ \text{III чоракда } \alpha = 180^\circ + r \\ \text{IV чоракда } \alpha = 360^\circ - r \end{array} \right\} \quad (\text{III} - 6)$$

Йўналишнинг азимути маълум бўлганда унинг румбини, румби маълум бўлганда эса азимутини шу формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин. Бунда формулалардаги дирекцион бурчак (α) ўрнига азимут (A) қўйилади, холос.

15-§. Магнит стрелкасининг оғиш бурчаги. Ҳақиқий азимут билан магнит азимути орасидаги муносабат

Магнит стрелкасининг оғиш бурчаги. 13-§ да ер юзидаги бирор чизиқнинг ҳақиқий азимути билан магнит азимути бири-биридан магнит стрелкасининг оғиш бурчагича фарқ қилади, дейилган эди. Маълумки географик меридиан географик қутбларни, магнит меридиани эса магнит қутбларини туташтиради. Географик қутблар билан магнит қутблари бир нуқтада жойлашмаганлигидан географик меридиан билан магнит меридиани орасида қандайдир бурчак ҳосил бўлади. Бу бурчак *магнит стрелкасининг оғиш бурчаги* дейилади.

Магнит меридианининг йўналиши магнит стрелкасининг йўналишига тўғри келади. Ер юзида фаразан ўтказилган географик меридианнинг бирор нуқтасига магнит стрелкаси ўрнатилса, у географик меридиандан ғарбга оғиши, яъни ғарбий (манфий) бўлиши ёки шарққа оғиши, яъни шарқий (мусбат) бўлиши мумкин (20-шакл). Магнит стрелкасининг оғиш бурчаги турли нуқталарда турлича бўлади. СССР территориясида магнит стрелкасининг оғиш бурчаги 0 дан $\pm 25^\circ$ гача ўзгаради. Масалан, Балтика денгизи соҳилларида 0° , Тошкентда $+5^\circ,6$, Кара денгизи соҳилларида $+25^\circ$, Якутия АССР да -13° дир. Магнит стрелкасининг турли нуқталардаги оғиш бурчаги вақт ўтиши билан ўзгаради. Бу асрий, йиллик, суткалик ва тасодифий ўзгаришдан иборат. Ернинг магнит қутби асрлар давомида ўзгариб туриши сабабли магнит стрелкаси тахминан беш аср давомида географик меридиандан шарққа ёки ғарбга томон $22^\circ 5$ гача оғишади. Бунга асрий оғиш дейилади. СССР территориясида магнит стрелкасининг йил мобайнида оғиши $3' - 7'$ атрофида, суткалик оғиши эса СССР территориясининг ўрта қисмларида $15'$ гачадир. Шунга кўра, СССР территориясида магнит стрелкаси билан чизиқ йўналиши тахминан $15'$ гача аниқликда ориентирланиши мумкин. Темир конлари бор жойларда магнит стрелкасининг оғиш бурчаги жуда катта бўлганлигидан (ма-



20-шакл.

салан, Курск ва Темиргов магнит аномалиялари) магнит стрелкасининг курсатишидан умуман фойдаланиб бўлмайди.

Магнит стрелкасининг бирор территориядаги оғиш бурчагини ифодаловчи қийматни магнит стрелкасининг шу территориядаги оғиш бурчагини систематик равишда кузагиб турувчи метеостанциялардан олиш мумкин. Бундан ташқари, бундай маълумот шу территория топографик картасининг жанубий рамкаси остида ҳам бериледи. Магнит стрелкасининг оғиш бурчаклари тасвирланган махсус карталар бўлади. Бу карталарда магнит стрелкасининг оғиш бурчаги бир хил қийматли нуқталар эгри чизиқ (изогон)лар билан туташтирилган бўлади.

Ҳақиқий азимут билан магнит азимути ўртасидаги муносабат. Бирор чизиқнинг мағниг азимути билан шу жойдаги магнит стрелкасининг оғиш бурчаги маълум бўлса—унинг ҳақиқий азимутини, чизиқнинг ҳақиқий азимути билан магнит стрелкасининг оғиш бурчаги маълум бўлганда эса магнит азимутини ҳисоблаб чиқариш мумкин. Масалан, *ОС* чизиқнинг ҳақиқий азимути (*A*), магнит азимути (*Ma*) ва магнит стрелкасининг оғиш бурчаги (δ) берилган. 20-шакл *a* да

$$\begin{aligned} A &= M_a + \delta_{\text{шқ}} \\ M_a &= A - \delta_{\text{шқ}}, \end{aligned} \quad (\text{III}-7)$$

шакл *b* да эса

$$\begin{aligned} A &= M_a - \delta_r \\ M_a &= A + \delta_r. \end{aligned} \quad (\text{III}-8)$$

16- §. Ориентирлаш бурчаги б илан горизонтал бурчак орасидаги муносабат

Бир нуқтада туташган икки чизиқнинг ориентирлаш бурчаклари (дирекцион бурчаги, ҳақиқий ва магнит азимутлари) маълум бўлса, бу чизиқлар орасидаги горизонтал бурчакнинг қийматини аниқлаш мумкин. Бунда бурчак учига нисбатан ўнг томондаги чизиқнинг ориентирлаш бурчаги қийматидан чап томондаги чизиқнинг ориентирлаш бурчаги қийматини айтириш керак. Масалан, 21-шаклда бурчак учига нисбатан ўнг томондаги чизиқ (OM) нинг дирекцион бурчаги $\alpha_{\text{ўнг}}$, чап томондаги чизиқ (ON) нинг дирекцион бурчаги $\alpha_{\text{чап}}$ маълум бўлса, бу икки чизиқ орасидаги горизонтал бурчак

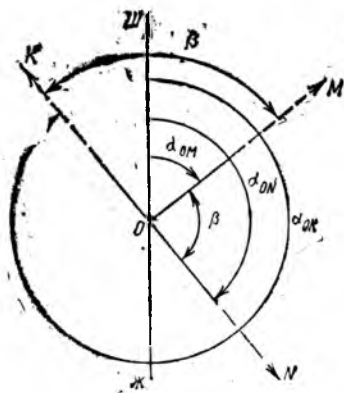
$$\beta = \alpha_{ON} - \alpha_{OM} = \alpha_{\text{ўнг}} - \alpha_{\text{чап}} \quad (\text{III}-9)$$

бўлади. Агар ўнг томондаги чизиқнинг дирекцион бурчаги чап томондаги чизиқнинг дирекцион бурчагидан кичик (шаклда α_{OM} дан α_{OK} кичик) бўлса, ўнг томон дирекцион бурчагига $360'$ қўшилади. $\beta = \alpha_{OM} + 360 - \alpha_{OK}$.

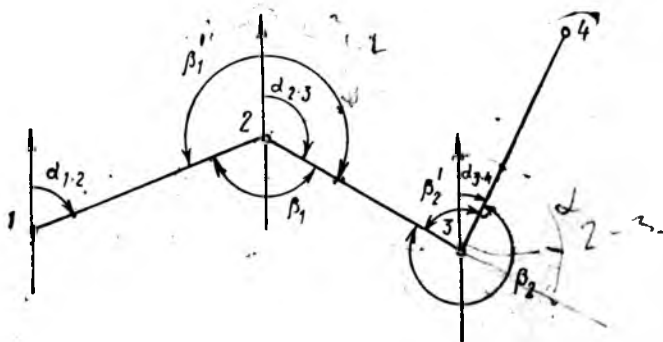
Бир-бирига туташган бир неча чизиқ орасидаги (22-шакл) ўнг горизонтал бурчаклар (β) ҳамда бошланғич чизиқнинг дирекцион бурчаги (α_{1-2}) маълум бўлса, қолган чизиқларнинг дирекцион бурчагини топамиз;

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^\circ - \beta_i \quad (\text{III}-10)$$

га тенг. Бир-бирига туташган чизиқлар орасидаги чап горизонтал бурчаклар (β') ва бошланғич чизиқнинг дирекцион бур-



21- шакл.



22- ш акл.

чаги (α_{i+2}) маълум бўлганда эса қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_i - 180^\circ. \quad (\text{III}-11)$$

Ҳисоблаб чиқарилган дирекцион бурчак манфий қийматга эга бўлса, унга 360° қўшилади, дирекцион бурчак 360° дан катта бўлса, ундан 360° айрилади.

Бир-бирига туташган бир неча чизиқдан биринчисининг азиमुти ҳақиқий азимут ёки магнит азимути ва улар орасидаги горизонтал бурчаклар маълум бўлса, қолган чизиқларнинг ҳақиқий ва магнит азимутлари ҳам (III—10 ва III—11) формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади; лекин бунда формулалардаги дирекцион бурчак (α) ўрнига ҳақиқий азимут (A) ёки магнит азимути (M_a) ишлатилади.

17-§. Компас ва у билан чизиқ йўналишининг магнит азимутини ўлчаш

Компас. Компаслар хилма-хилдир. 23 шаклда Адрианов компаси берилган. Бу компас доиравий шаклдаги пластмасса қутичадан иборат бўлиб, марказида ўткир учли игнаси бор;



23- шакл.

шу игнага магнитланган стрелка ўрнатилган. Қутичанинг усти ойна билан бекитилган, ойна устига директриса леб юригиладиган чизиқ чизилган, қутичанинг ён томонида арретир деб аталадиган мосламаси бор. Арретир бўшатирилганда магнит стрелкаси игна устида эркин айланиб, магнит меридиани йўналишини кўрсатади. Компас ишлатилмайдиган вақтда стрелка арретир ёрдамида кўтарилиб, ойнага тақаб қўйилади. Компас қутичасининг тагига горизонт томонларини ифодаловчи ҳарфлар

ёзилган ва айланаси 0 дан 360° гача градусларга бўлинган лимб деб аталувчи ҳалқача бириктирилган. Компас қутичаси айланадиган қилиб ясалган. Қутичанинг ойнаси устидаги чизиқ, яъни директриса ёрдамида компас лимбидан санок олинади. Буюмларни нишонга олиш учун компас қутичасига диоптр (буюм диоптри) ўрнатилган ва кичкина учбурчак (кўз диоптри) ўйилган. Адрианов компасидан кечаси ҳам фойдаланиш мумкин бўлиши учун стрелканинг шимолий учига, горизонт гомонларини ифодаловчи ҳарфларга, директрисага фосфор қопланган, шу туфайли улар кечаси ёришади.

Жойда ориентирлаш учун тоғ компасидан ҳам фойдаланилади. Бу компас тўртбурчак шаклидаги мис ёки пластмасса пластинка ўрасига жойлаштирилган. Тоғ компаси лимбидаги градус қийматлари соат стрелкасига тескари йўналишда ёзилган, йўналишларнинг магнит азимутларини ўлчашда ундан санок олиш жуда қулай. Компас ишлатилмаган вақтда стрелкаси арретир ёрдамида компас ойнасига қисиб қўйилади; бу компас билан ёнбағирларнинг қиялик бурчагини ўлчаш мумкин.

Жойда аниқ ориентирлашда мураккаб конструкцияли компас—буссоль ишлатилади. Буссолнинг тузилиши 18-§ да берилган.

Компасни ишлатишдан олдин текшириб кўриш керак. У қуйидаги талабларга мос бўлиши лозим:

1. Компаснинг магнит стрелкаси сезгир бўлиши шарт. Буни аниқлаш учун компас горизонтал ҳолатда ўрнагилиб, магнит стрелкасининг шимолий учи лимбдаги қандай рақамга тўғри келганлигига эътибор бериледи. Сўнгра компасга темир парчаси яқинлаштирилиб, магнит стрелкаси оғиштирилади; агар темир парчаси компасдан узоқлаштирилгандан кейин стрелка яна дастлабки рақам устига қайтса, компас сезгир ҳисобланади. Стрелка дастлабки жойига қайтмаса уни магнитлаш керак.

2. Магнит стрелкаси тинч турган пайтида аниқ горизонтал ҳолатда бўлиши шарт. Агар стрелканинг бир учи паст ва бир учи баландроқ бўлса, кўтарилиб турган учини сўргич ёки мумгомизиб, стрелканинг мувозанати тўғриланади.

3. Компаснинг магнит стрелкаси эксцентритет хатосидан холи бўлиши, яъни стрелканинг шимолий учи кўрсатадиган рақам жанубий учи кўрсатадиган рақамдан 180° фарқ қилиши керак.

4. Компас диоптрларининг марказидан ўтган текислик лимбнинг 0° ва 180° ли диаметридан ўтиши лозим. Бунинг учун бирор чизиқнинг текширилган буссоль билан ўлчанган азимути компас ёрдамида яна ўлчаб кўрилади. Шунда у олдин аниқланган азимугдан фарқ қилмаслиги керак. Ўргада фарқ бўлган тақдирда, у коллимация ҳағоси дейлиб, ўлчаш натижаларида эътиборга олинishi керак.

Йўналиш азимугини компас билан аниқлаш учун компас горизонтал ҳолатда тутилиб, стрелкасининг қисқичи



24- шакл.

бўшатилади ва стрелканинг шимолий учи лимбдаги 0 рақамига тўғри келгунча компас айлантирилади. Стрелканинг бир учи С ҳарфи, иккинчи учи Ю ҳарфи устига келиши компаснинг магнит меридиани бўйича ориентирланганини билдиради. Сўнгра компаснинг буюм диоптри буюмга йўналтирилиб, шу буюм кўз диоптри орқали мўлжалга олинали ва буюм диоптри остидаги саноқ (градус ҳисобида) ёзиб олинади. Бу саноқ йўналишнинг магнит азимути бўлади. Ўлчанган азимутларга асосланиб йўналишлар румбини ҳамда йўналишлар орасидаги бурчакни ҳисоблаб чиқариш мумкин. Масалан, 24- шаклда ва 3- жадвалда объектларнинг ўлчанган магнит азимутлари ҳамда уларга асосланиб ҳисоблаб топилган магнит румблари ва чизик йўналишлари орасидаги горизонтал бурчаклар берилган.

3- ж а д в а л

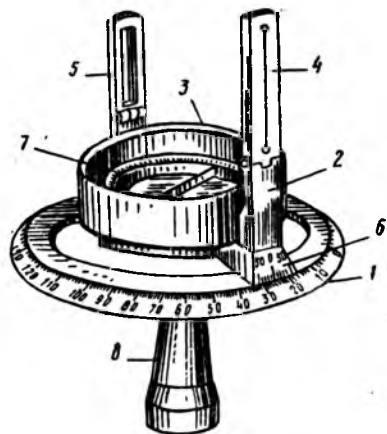
Магнит азимутлари ҳамда магнит румблари ва чизик йўналишлари орасидаги горизонтал бурчаклар

Объектларнинг номи	Магнит азимути	Магнит румби	Горизонтал бурчак
Якка дарахт	50°	ШШқ 50°	$135° - 50° = 85°$
Завод биноси	135°	ЖШқ 180° — —135° = 45°	$210° - 135° = 75°$
Тригонометрик пункт	210°	ЖФ 210° — 180° = 30°	$330° - 210° = 120°$
Якка уй	330°	ШФ 360° — 330° = 30°	$50° + 360° - 330° = 80°$

18-§. Буссоль ва у билан чизик йўналишининг магнит азимутини ўлчаш

Буссоллар хилма-хилдир. Геодезияда асосан БС ва БШ маркали буссоллар ишлатилади. БС маркали буссолни XIX асрнинг ўрталарида рус ҳарбий академиясининг бошлиғи Г. Ф. Стефан ихтиро қилган. Бу буссоль лимб 1, алидада 2 ва компас 3 дан иборат (25-шакл). Лимб соат стрелкаси йўналишида 0 дан 360° гача чизиклар билан бўлинган. Ҳар икки чизикча ораси, яъни лимб бўлақларининг аниқлиги 1° га тенг; ҳар беш ва ўн градусга тўғри келадиган чизикчалар бошқаларидан узунроқдир. Ҳар ўнинчи градуснинг қиймати рақам билан ифодаланган. Алидада лимбнинг ўқи атрофида айланадиган қилиб ўрнатилган. Алидадага кўз диоптри 4 ва буюм диоптри 5 ўрнатилган. Диоптрлар пластинкалардан иборат бўлиб, кўз диоптрининг кичикроқ, буюм диоптрининг эса каттароқ кесиги бор. Буюм диоптрининг кесиги ўргасидан қил тортилган. Буссоль ишла-

тилмайдиган вақтда диоптрлар компас устига ётқизилади. Диоптрлар остидаги алидада ёйига верньер шкаласи 6 чизилган. Верньер бўлақларининг аниқлиги 5'. Буссоль компасига румбли ҳалқа 7 ўрнатилган. Ундаги градус бўлақлари шимолий ва жанубий нуқталаридан бошлаб чап ва ўнгга томон 0 дан 90° гача ёзилган. Буссолдаги компаснинг магнит стрелкасини ҳаракатга келтириш учун компас қутичасини соат стрелкаси йўналишида айлантириш керак, қутича соат стрелкасига тескари йўналишда айлантирилганда стрелка кўтарилиб, компас ойнасига тегиб қолади.

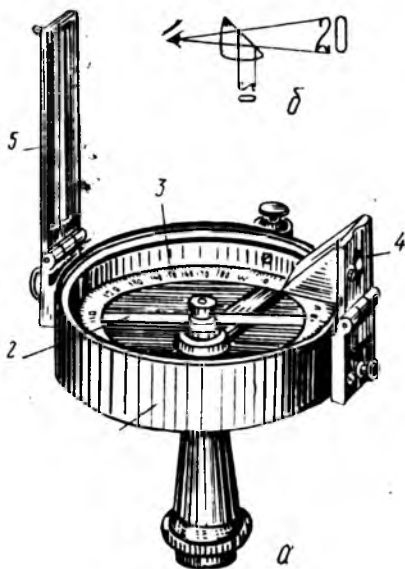


25-шакл.

Буссолни нуқтага ўрнатишда унинг втулкаси 8 штатив учига кийгизилиб, винг билан маҳкамланади, сўнгра штатив нуқтага ўрнатилади. Буссолни ишлатишдан олдин яхшилаб текшириш керак. Компас қандай текширилса, буссоль ҳам шундай текширилади.

Жойда йўналишнинг магнит азимутини БС маркали буссоль билан ўлчаш учун бу асбоб йўналишнинг бошланғич нуқтасига ўрнагилади. Бунда буссоль штатив устида айлантрилиб, магнит стрелкасининг шимолий учи лимбдаги 0° га тўғри келтирилиши лозим. Сўнгра буссолнинг кўз ва буюм диоптрлари орқали ўтган чизиқ йўналиши аниқланаётган чизиқнинг охири нуқтасига ўрнагилган таёқ (веха)га тўғрилаб, кўз диоптри остидаги верньердан градус ва минутлар, буюм диоптри остидаги верньердан эса фақат минутлар олинади. Ҳар иккала верньердан олинган минутларнинг ўртача арифметик миқдори чиқарилиб, кўз диоптри томонидаги верньердан олинган градус ҳисобилаги сонга қўшилади. Бу миқдор йўналишнинг магнит азимутини бўлади. БС маркали буссолдан жойнинг контурли планини олишга ҳам фойдаланилади.

БШ маркали буссолни (26-шакл, а) инглиз механиги Шмалькальдер ихтиро қилган. Бу буссоль доиравий шаклдаги қутича 1 дан иборат бўлиб, қутича марказидаги игнага магнит стрелкаси 2 ўрнатилган. БШ маркали буссолда магнит стрелкасига енгил қоғоз ёки алюминийдан ясалган буссоль ҳалқаси 3 бириктирилган бўлиб, стрелка ҳалқа билан биргаликда айланади. Буссоль ҳалқасига соат стрелкаси йўналишида бир градус оралагиб градус чизиқлари чизилган, бу штрихлар қиймаги ҳар 10° га ёзилган. Буссолнинг 180° ни ифодаловчи чизиғи шимолга, 0° ни ифодаловчи чизиғи эса жанубга ориен-



26- ш. кл.

тирланган, чунки саноқ фақат кўз диоптри 4 дан олинади. Буюм диоптри 5 нинг кесигидан қил ўтказилган, уни ошиқмошиқ ёрдамида букиб қутича устига ётқизиш мумкин. Кўз диоптри кесигининг пастки учи тешик билан тугайди. Кўз диоптрининг шу тешигидан қараганда диоптрдаги уч қиррали оптик призма буссоль ҳалқасидаги чизиқларни катта-таштириб кўрсатади (26-ш. кл., б). Жойдаги чизиқларнинг магнит азимутини БШ Маркали буссоль билан ўлчаган вақтда бу асбобни чизиқнинг бошланғич нуқтасида мумкин қадар горизонтал ҳолатда ушлаб туриш ҳамда кўз ва буюм диоптрлари орқали ўтган чизиқни йўналиши аниқланаётган чизиқнинг

охирги нуқтасидаги вехага тўғрилаб, буссоль ҳалқасидан саноқ олинади. Бу саноқ чизиқ йўналишининг магнит азимутини бўлади.

IV б. б

ПЛАН ОЛИШ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

19-§. План олиш турлари

Бирор жойнинг картаси, плани ва профилини тузиш учун бажариладиган ишлар йиғиндиси *план олиш* дейилади.

Планлар нима мақсадда, қандай усулда, қандай асбоблар ёрдамида олинганлигига ва бошқа хусусиятларига қараб хилма-хил бўлади. Олиниш мақсадига қараб, планилар контурли, баландлик ва топографик планларга бўлинади.

Планда жойдаги тафсилотлар контури тасвирланадиган бўлса, бунга *контурли план олиш* дейилади. Контурли план олишда жойдаги чизиқларнинг йўналишлари орасидаги горизонтал бурчаклар ўлчанади; бунинг учун бурчак ўлчанадиган асбоб—теодолит ишлатилса, бу усулга теодолит билан план олиш дейилади. Кичик территориянинг йирик масштабли планини тузишда ана шундай контурли план олинади.

Планда жойнинг рельефи тасвирланадиган бўлса, бунга *вертикал план олиш* ёки *нивелирлаш* дейилади. Нивелирлаш натижасида ер юзидаги нуқталарнинг нисбий ва абсолют ба-

ландликлари аниқланади ёки жойнинг профили ҳамда рельефи горизонталлар билан тасвирланган план ҳосил бўлади. Нивелирлаш қандай методда бажарилганлигига ва ишлатилган асбобларнинг хилига қараб геометрик, тригонометрик, физик, механик ва бошқа турдаги нивелирлашларга бўлинади.

Контурли ва вертикал план олиш биргаликда бажарилса, бунга топографик план олиш дейилади. Топографик план олиш натижасида жойнинг ҳам рельефи, ҳам тафсилотлари берилган карта ёки план ҳосил бўлади.

Топографик план олиш инструментал ва фототопографик план олиш деган турларга бўлинади. Инструментал план олиш ишлагилган асбоб номи билан юритилади. Масалан, топографик план олишда горизонтал ва вертикал бурчаклар ўлчанадиган асбоб—тахеометр ишлатилса, тахеометрик план олиш, горизонтал бурчаклар графика усулда чизиладиган асбоб—мензула ва вертикал бурчаклар ўлчанадиган асбоб—кипрегель ишлатилса, мензула билан план олиш дейилади. Тахеометрик ва мензула билан план олишлар кичикроқ жойнинг йирик масштаби топографик картаси ёки планини тузишда қўлланилади.

Фототопографик план олиш жойда бажариладиган фототопографик ҳамда аэрофототопографик план олишларга бўлинади. Жойда бажариладиган фототопографик план олиш стереофотограмметрик план олиш деб ҳам юритилади. Бунда фотоаппарат билан теодолитнинг бирлашмасидан иборат бўлган, фототеодолит деб аталувчи асбоб ишлатилади. План олишда фотоаппарат билан жой суратга олинади, теодолит билан эса горизонтал ва вертикал бурчаклар ўлчанади. Олинган суратларни ва ўлчаш натижаларини фотограмметрик усулда қайта ишлаш натижаларига асосланиб жойнинг топографик картаси ёки плани тузилади. План олишнинг бу усули фототеодолит билан план олиш деб ҳам юритилади ва бошқа усулларда план олиш қийин бўлган тоғли районларда, шунингдек йўл қурилишида, фойдали қазилмаларни қидиришда, архитектура ёдгорликларини қайта тиклашда ва бошқа ишларда қўлланилади.

Аэрофототопографик план олиш материаллари (аэросураглар) ни қайта ишлаш натижаларига асосланиб топографик карта ёки топографик план тузилади. Топографик план олишда ишнинг бир оз қисми жойда бажарилади, лекин карта тузишда ишнинг кўпчилиги қисми корхонада бажарилади ва иш ҳажми анча қисқаради. Шунинг учун топографик карта тузишнинг аэрофототопографик усулида иш нисбатан тез бажарилади ва маблағ кам сарфланади. Бошқа усулларни қўлланиш қийин бўлган жойларда (ботқоқлик, қумлик, саҳро, тоғли районларда) бу усул жуда қўл келади. Ҳозирги вақтда катта территорияларнинг топографик карталари асосан аэрофототопографик усулда тузилади. Аэрофототопографик план олиш материаллари (аэро ураг, фотоплан, фотосхема ва бошқалар) топографик карта тузиш учунгина эмас, балки халқ хўжалигининг

турли соҳалари учун, хилма-хил илмий ва амалий ишларни бажариш учун ҳам керак бўлади.

План олишда илмий ва техника жиҳатдан ишлаб чиқилган программа ва кўрсатмаларга асосланилади. Бу программа ва кўрсатмаларда план олишнинг тартиби, қонидаси ва методикаси ҳамда тузиладиган карта ёки планнинг мазмуни берилади. Ҳар бир масштабдаги карта ёки планнинг мазмуни унинг олдига қўйилган мақсадга кўра аниқланади.

Умумлавлат аҳамиятига эга бўлган топографик карта ва планлар Геодезия ва картография бош бошқармаси томонидан ишлаб чиқилган махсус кўрсатма ва қўлланмаларга мувофиқ олинади. Бундай план олишлар мамлакатимиз халқ хўжалиги ва мудофааси эҳтиёжи учун, илмий жиҳатдан ишлаб чиқилган программага асосланиб мамлакатимиз территориясининг турли масштабдаги топографик карталарини тузиш учун керак бўлади. Бирор идоранинг кўрсатмасига ва қўлланмасига мувофиқ план олишлар ҳам бўлади. Бундай план олишлар кичик территорияларнинг йирик масштабдаги топографик картаси ёки планини тузиш учун керак бўлади. Бу идоранинг кўрсатма ва қўлланмалари ҳам Геодезия ва картография бош бошқармаси томонидан тасдиқланади.

20- §. План олиш тартиби

Планда ер юзидаги турли тафсилотлар (кўл, сув омбори, дарё, сой ва канал қирғоқ чизиқлари, бино ва иморатлар, боғ ва экинзорлар, ўрмон ва бошқалар)нинг контурлари тасвирланади. Бунинг учун контурга хос нуқталар, масалан, контурнинг бурчак учлари танланади. Сўнгра бу нуқталарнинг бири-бирига нисбатан ўрни аниқланади. Нуқталар қоғозга туширилиб чизиқлар билан туташтирилгач, жойдаги тафсилотнинг контур (тасвири) ҳосил бўлади.

Демак, план олишда асосан жойдаги нуқталарнинг бири-бирига нисбатан ўрнини аниқлаш керак. Бунла геодезиянинг асосий принципига, яъни умумийдан бўлакка ўтиш принципига амал қилинади. Бу принцип шундан иборатки, дастлаб таянч бўлиб, хизмат қиладиган нуқталарнинг ўрни аниқланади. Бу нуқталар асосий таянч нуқталар деб аталади. Асосий таянч нуқталар йиғиндиси геодезик таянч шохобчаларини ташкил этади.

Геодезик таянч нуқталарнинг фақат планли координатлари аниқланган бўлса, бу нуқтага планли таянч нуқта, баландлик координатаси аниқланган бўлса баландлик таянч нуқтаси дейилади. Одатда, таянч нуқталарнинг ҳам планли координатлари, ҳам баландлик координатаси аниқланган бўлади.

Асосий таянч нуқталар бир-биридан анча узоқда бўлади. Масалан, 1 : 10 000 масштабли план олишда ўрта ҳисобда ҳар 50 км² га, 1 : 5 000 масштабли план олишда ҳар 20 км² га, 1 : 2 000 масштабли план олишда эса ҳар 3–4 км² га битта геодезик

ки, жойни бу нуқтадан туриб планга олиб бўлмайди. Шунинг учун дасглаб жойнинг планга олиш қулай бўлган нуқталари (A, B, C, D, E ва K) ни танлаб, жойда уларнинг ўрнини белгилаймиз. Бу планга олиш нуқталари бирин-кетин физиклар билан тугаштирилса, $ABCDEA$ кўпбурчак (полигон) ва синиқ чизиқ—диагонал йўл (EKC) системаси ҳосил бўлади. Ана шу полигон ва диагонал йўл системаси план олиш шохобчаларини ташкил қилади. Ҳар бир таянч нуқтадан туриб унинг атрофидаги тафсилотлар планга олинади. Жойдаги тафсилотларнинг контурлари тўғри ва эгри чизиқлардан иборат деб фараз қилинса, жойдаги тўғри чизиқ ўрнини аниқлаш учун унинг четки нуқталари, эгри чизиқнинг ўрнини аниқлаш учун эса бу чизиқ кичкина тўғри чизиқлардан иборат деб фараз қилиниб, унинг бурилиш нуқталарининг ўрни аниқланади, сўнгра чизиқ планга туширилади ва жойдаги тафсилотлар контури ҳосил қилинади

21-§. Жойдаги тафсилотларни планга олиш усуллари

Жойдаги тафсилотлар (сой, боғ, уй, якка дарахт ва бошқалар) ўрнини A, B, C, D, E ва K таянч нуқталарга, AB, BC, CD, DE, EK, KC ва EA таянч чизиқларга асосланиб аниқлашда тўғри бурчакли координата, қутбий координата, кесиштириш ва айланиб чиқиш усуллари қўлланилади (27-шаклга қаралсин).

Тўғри бурчакли координата усули. Бу усул таянч чизиққа перпендикуляр тушириш мумкин бўлган ҳар қандай нуқтанинг ўрнини аниқлашда қўлланилади. Шунинг учун перпендикулярлар усули деб ҳам юригилади. Бу усулда иккита таянч нуқтани туташтирувчи чизиқ—абсцисса ўқи деб, бу таянч нуқталардан бири эса ўқ боши деб қабул қилинади. Бирор нуқтанинг абсцисса ўқига ва ўқ бошига нисбатан ўрнини аниқлаш учун абсцисса ўқидан мазкур нуқтага перпендикуляр туширилади. Масалан, 27-шаклда a_1 нуқтанинг ўрнини аниқлаш керак дейлик; бунинг учун шу нуқтага яқин жойлашган таянч чизиқ AB ни абсцисса ўқи. A нуқтани эса ўқ боши деб қабул қилиб, AB чизиқдан a_1 нуқтага aa_1 перпендикуляр чиқарамиз. Шунда aa_1 чизиги a_1 нуқтанинг ординатаси, Aa_1 чизиқ эса унинг абсциссаси бўлади. Агар aa_1 ва Aa_1 чизиқларнинг узунлиги жойда ўлчанса, a_1 нуқтанинг ўрни A нуқтага нисбатан аниқланган бўлади. Худди шунингдек, b_1 нуқтанинг ўрни ҳам Ab ва bb_1 чизиқларни, g_1 нуқтанинг ўрни эса Ag ва gg_1 чизиқларни ўлчаб аниқланади ва ҳ. к.

Қутбий усул. Бу усул план олишда қутбий координата системасини қўлланишдан иборат бўлиб, бирор нуқтанинг ўрнини аниқлашда қутб нуқтаси қилиб шу нуқтага яқин жойлашган таянч нуқта, қутбий ўқ қилиб эса таянч чизиқ олинади. Ма-

салан, шаклда 1 нуқтанинг ўрнини аниқлаш керак дейлик. Бунинг учун 1 нуқтага яқин жойлашган KC чизиқни қутбий ўқ, K нуқтани эса қутб нуқтаси деб қабул қиламиз. Шунда 1 нуқтанинг ўрни $K1$ чизиқ узунлигини ва бу чизиқ билан KC қутбий ўқ орасида ҳосил бўлган β_1 бурчакни ўлчаб аниқланади. β_1 бурчак қутбий бурчак дейилиб, горизонтал бурчак ёки ориентирлаш бурчаги бўлиши мумкин. K нуқтага нисбатан 2 ва 3 нуқталарнинг ўрнини, D нуқтага нисбатан эса 4, 5, 6 ва 7 нуқталарнинг ўрнини қутбий координата усулида аниқлаш кўрсатилган.

Кесиштириш усули. Бу усулда бирор нуқтанинг ўрни иккита таянч нуқтага нисбатан аниқланади. Бунда таянч нуқталарни туташтирувчи чизиқ—базис, ўрни маълум таянч нуқталар эса қутблар деб аталади. Шунга кўра кесиштириш усулини қўш қутбли координаталар усули деб ҳам юритилади. Кесиштириш усули кўпинча бирдан иккинчисига бориб бўлмайдиган ёки бир-бирдан узоқ жойлашган нуқталарнинг ўрнини аниқлашда қўлланилади. Масалан, d нуқтанинг ўрнини аниқлаш керак, дейлик. Бунинг учун B ва C нуқталар қутб нуқталар деб, BC чизиғи эса базис деб қабул қилинади. Базиснинг учларида (B ва C нуқталарда) туриб α_1 ва α_2 бурчаклар ўлчанса, базис (BC) ҳамда унинг иккала ён бурчаги (α_1 ва α_2) орқали график усулда кесиштириш натижасида d нуқтанинг ўрни топилади. Бу нуқтанинг ўрнини аналитик усулда, яъни учбурчак томонларини математик йўл билан аниқлаш ҳам мумкин. Бу ерда шуни айғиш керакки, кесиштириш бурчаклари (α_1 ва α_2) 30° дан кичик ва 150° дан катта бўлмаслиги лозим.

Айланиб чиқиш усули. Бу усул план олиш шохобчаларини барпо этишда ва аҳоли яшайдиган пунктлар планини олишда қўлланилади. Айланиб чиқиш усулида нуқталар ўрнини аниқлаш учун нуқталарни кетма кет туташтирувчи чизиқларнинг узунлиги ҳамда чизиқлар орасидаги бурчаклар ўлчанади. Масалан, AB, BC, CD, DE, EK ва KC чизиқлар ҳамда A, B, C, D, E, K нуқталарда туриб BAE, CBA, DCB, EDC, DEA бурчаклар ўлчанган, дейлик; олинган маълумотлардан фойдаланиб қоғозда худди шундай полигон (кўпбурчак) ясаб A, B, C, D, E ва K нуқталарнинг пландаги ўрнини аниқлаш мумкин. Бу нуқталарнинг бир-бирига нисбатан баландлиги эса нивелирлаш йўли билан аниқланади. Бу ҳақда XI бобда айтилган.

Агар план олиш нуқталари (A, B, C, D, E ва K) нинг координаталари бўйича қоғозга маълум масштабда туширилиб полигон ясалса, кейин ўлчаш натижаларига асосланиб $a, b, c \dots$ ва 1, 2, 3 ... нуқталар ҳам шу масштабда полигонга туширилиб, улар чизиқлар билан туташтирилса, жойдаги тафсилотлар тасвири, яъни план ҳосил бўлади.

ЎЛЧАШ ХАТОСИ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

22-§. Ўлчашлар гури ва ўлчаш хатоси

Геодезик ишларнинг асосий қисми ўлчашдан иборат. Геодезик ўлчаш бевосита ва бавосита ўлчашларга бўлинади.

Бевосита ўлчашда ўлчов бирлиги ҳисобланувчи асбоб ўлчанаётган объектга таққосланади. Масалан, жойда масофани пўлат лента билан, бурчакни теодолит билан ўлчаш, қоғозда эса масофани чизғич билан, бурчакни транспортир билан ўлчаш бевосита ўлчаш бўлиб ҳисобланади.

Бавосита ўлчашда объект бевосита ўлчанмасдан, унинг катталиги бошқа ўлчаш натижаларидан фойдаланиб аниқланади. Масалан, бориб бўлмайдиган масофани аниқлаш учун учбурчакнинг бир томони ва иккита горизонтал бурчаги ўлчанади. Сўнгра масофа бевосита ўлчаш натижаларидан фойдаланиб синуслар теоремасига мувофиқ ҳисоблаб чиқарилади.

Геодезик ўлчашларни тенг аниқликда ёки тенг эмас аниқликда бажариш мумкин. Бир хил малакали ишчиларнинг бир хил шариоитда, бир хилдаги аниқ асбоб билан тенг марта ўлчаши тенг аниқликда ўлчаш бўлади. Бу шартлардан биронтаси ўзгарса, тенг эмас аниқликда ўлчаш бўлади.

Ўлчаш натижаларидан фойдаланишдан олдин объектнинг қанчалик аниқ ўлчанганлигини билиш керак. Ўлчаш аниқлигига баҳо бериш учун ўлчаш пайтидаги хатога нима сабаб бўлишини билиш зарур. Бу масалалар билан ўлчаш хатоси назарияси шугулланади. Ўлчаш хатолари келиб чиқиш сабабларига кўра, қўпол, систематик ва тасодифий хатоларга бўлинади.

Қўпол хато асосан ўлчаш ёки ҳисоблаш вақтида янглишиш, бу ишни бажараётган кишининг парижснхотирлиги, чарчаганлиги ҳамда ишга бепарволик билан қараши натижасида келиб чиқади. Бир объект ўрнига бошқасини ўлчаб қўйиш, ҳисоблаш вақтида янглишиш қўпол хатога мисол бўла олади. Қўпол хатога йўл қўймаслик учун, одатда, ўлчаш ва ҳисоблаш ишлари қайта бажарилади.

Системагик хато бирор объектни бир неча марта ўлчаганда доимо бир хил ишора билан бир хил миқдорда такрорланаврадиган хатодир. Систематик хатонинг келиб чиқишига ўлчаш асбобининг етарли даражада аниқ ва тўғри бўлмаслиги, ўлчаётган кишининг шахсий хусусиятлари, ташқи муҳитнинг таъсири ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бундай хатони камайтириш учун ҳар гал ўлчаш асбоби синчиклаб текширилади ва маълум ўлчаш методи қўлланилади. Агар асбоб ҳамisha бир хил хато кўрсатадиган бўлса, ўлчаш ҳамда ҳисоблаш пайтида асбобнинг хатосини этиборга олиш ва олинган натижа-

ларга тегишлича тузатиш киритиш, шу йўл билан ўлчаш натижаларини системагик хатодан, иложи борича, холи қилиш зарур

Тасодифий хато ўлчаш натижаларидаги қўпол ва систематик хатолар йўқотилгандан сўнг қоладиган хатодир. Ўлчаш пайтида тасодифий хато рўй бериши муқаррар; ўлчаш пайтида уни эътиборга олиб бўлмайди.

Бирор объектнинг ҳақиқий қиймати маълум бўлса, бу объектни ўлчаш пайтида рўй берган тасодифий хатони билиш учун объект бир неча марта ўлчаниб, олинган натижаларни объектнинг ҳақиқий қийматидан айириш керак, шунда ҳар бир ўлчашдаги тасодифий хато келиб чиқади. Масалан, объектнинг ҳақиқий қийматини X билан, уни n марта ўлчаб олинган натижаларни $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ билан ва ҳар ўлчашдаги тасодифий хатони $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$ билан белгиласак, ҳар бир ўлчашдаги ҳақиқий тасодифий хато қуйидагига тенг бўлади:

$$\begin{aligned} l_1 - X &= \Delta_1 \\ l_2 - X &= \Delta_2 \\ l_3 - X &= \Delta_3 \\ &\dots \\ l_n - X &= \Delta_n \end{aligned} \quad (V-1)$$

Объект бир неча марта ўлчаниб, қўпол ва систематик хатолардан холи қилингандан сўнг ҳам ўлчаш натижалари бири-биридан фарқ қилади. Бу фарқ тасодифий хатодан иборат бўлади. Бу хаго тасодифан келиб чиқса ҳам маълум бир қонуниятга бўйсунар экан—тажрибада шу нарса аниқланди. Бу қонуниятни ўрганиш ўлчаш натижаларининг ишончли ва аниқ бўлишига имкон беради.

Тасодифий хатоларга хос хусусиятлар:

1) тенг аниқликда ўлчаган вақтда тасодифий хатонинг абсолют қиймати белгиланган чегарадан четга чиқмайди. Белгиланган миқдордан катта хато тасодифий хато эмас, балки қўпол хато бўлади;

2) ўлчаш вақтида абсолют қиймати кичик хатолар абсолют қиймати катта хатоларга қараганда кўпроқ учрайди;

3) мусбат ишорали тасодифий хаго неча марта учраса, манфий ишорали тасодифий хаго ҳам шунча марта учрайди;

4) бирор объектни кўп марта ўлчаш вақтида келиб чиқадиган тасодифий хатоларнинг ўртача арифметик миқдори ўлчашлар сони ортган сари нолга яқинлаша боради.

Бу тўртинчи хоссани қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n}{n} = 0;$$

бунда $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$ — тасодифий хатолар; n — ўлчашлар сони. Агар тасодифий хатолар ($\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$) йиғиндисини

[Δ] билан белгиласак, формуламиз қуйидаги кўринишга киради:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0. \quad (V-2)$$

Лекин объектни ўлчаш сони $n \rightarrow \infty$ бўлмасдан, маълум чегараси бор. Шунинг учун ўлчашлар натижасида олинган ўртача арифметик миқдор $\frac{[I]}{n}$ бу объектнинг ҳақиқий қиймати (X) дан бирор кичик сонга фарқ қилади, яъни

$$\frac{[I]}{n} - X = \Delta. \quad (V-3)$$

Бу ерда Δ — ҳақиқий тасодифий хатодир. Шуни ҳам айтиш керакки, бирор объектни n марта ўлчаш натижасида ҳосил қилинган ўртача қиймат $\frac{[I]}{n}$ объектнинг ҳақиқатга яқин қиймати, яъни эҳтимолий қиймати бўлиб ҳисобланади.

23-§. Бевосита ўлчаш натижаларининг аниқлигига баҳо бериш. Ўртача хато ва ўртача квадратик хато

Ўлчаш натижаларига ўлчашда рўй берган ўртача хато ва ўртача квадратик хатоларга асосланиб баҳо берилади.

Ўртача хато. Ҳисоблаб чиқариладиган ҳақиқий тасодифий хатолар ($\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$) нинг ишораларини эътиборга олмай, тасодифий хатоларнинг абсолют миқдорларидан ҳисоблаб чиқарилган ўртача арифметик миқдор ўртача хато дейилади. Ўртача хато v қуйидаги формула бўйича топилади:

$$v = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n}. \quad (V-4)$$

Ўртача квадратик хато. Бирор объектнинг қанчалик аниқ ўлчанганлигига баҳо беришда ўлчаш натижаларининг ўртача квадратик хатосидан фойдаланилади. Ўртача квадратик хато m билан, ўлчаш натижаларидаги тасодифий хатолар $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ билан ифодаланса, ўртача квадратик хато қуйидагига тенг бўлади:

$$m^2 = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n} = \frac{[\Delta^2]}{n}$$

ёки

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} \quad (V-5)$$

1- мисол. $\Delta_1 = +3$; $\Delta_2 = -5$; $\Delta_3 = -4$; $\Delta_4 = +6$; $\Delta_5 = +1$. Мисолимиздаги тасодифий хатоларнинг абсолют қиймати $2 + 5 + 4 + 6 + 1 = 18$ га, ўртача хато $v = \frac{18}{5} = 3,6$ га тенг. Бу

мисолдаги тасодифий хатолардан келиб чиқадиган ўртача квадратик хато:

$$m = \sqrt{\frac{(+2)^2 + (-5)^2 + (-4)^2 + 6^2 + 1^2}{5}} \approx 4,05$$

га тенг бўлади

2- мисол. $\Delta_1 = -3$; $\Delta_2 = +12$; $\Delta_3 = -19$; $\Delta_4 = 0$, $\Delta_5 = +10$.
Бунда тасодифий хатоларнинг абсолют қиймати

$$3 + 12 + 19 + 0 + 10 = 44,$$

ўртача хатоси

$$v = \frac{44}{5} = 8,8,$$

ўртача квадратик хатоси

$$m = \sqrt{\frac{(-3)^2 + 12^2 + (-19)^2 + 0^2 + 10^2}{5}} = 11,08.$$

Бу мисоллардан кўринишича, хатонинг ишорасидан қатъи назар, хатонинг абсолют қиймати камайиши билан ўлчаш аниқлиги ошади ва, аксинча, хатонинг абсолют қиймати ортинги билан ўлчаш аниқлиги камайди. Шунинг учун ўртача квадратик хаго ўлчаш натижаларига баҳо беришда жуда қулай восита ҳисобланади. Ўртача квадратик хатоларнинг ўртача хатодан афзаллиги шуки, ўртача хатони ҳисоблашда ҳар бир хатонинг ишора и ўз аҳамиятини йўқотади. Ўртача квадратик хатода эса ҳар бир хато ўз ишораси билан ифодаланади. Бундан ташқари, ўртача квадратик хато тасодифий хатонинг одир бўлиш қонуниятини яққол кўрсатади. Чунки ўртача квадратик хатони ҳисоблашда хатолар квадратга кўтарилганда катта хатолар таъсири яққол кўринади.

24- §. Чекли хато. Нисбий хато

Чекли хато Тасодифий хатолар белгиланган миқдордан ошмаслиги шарт. Бу миқдор хатонинг чегараси ёки чекли хато дейилади. Эҳтимоллик назариясига кўра, нормал шароитда объектни 1000 марта ўлчаганда 3 мартасидагина тасодифий хато қиймаги йўл қўйиладиган ўртача квадратик хато қийматидан ошиши мумкин. Шунга кўра ўртача квадратик хатонинг учланган қиймаги чекли хато деб қабул қилинади.

$$\Delta_{\text{чек}} = \pm 3m, \quad (V-6)$$

бунда m — ўртача квадратик хаго.

Ҳозирги вақтда ўлчаш натижаларига катта талаб қўйилиши муносабати билан чекли хато қилиб ўртача квадратик хатонинг иккиланган миқдори қабул қилинади.

$$\Delta_{\text{чек}} = \pm 2m. \quad (V-7)$$

Агар ўлчашда рўй берган тасодифий хато йўл қўйиладиган энг чекка миқдорга тенг ёки ундан кичик бўлса—ўлчаш қониқарли ҳисобланади, катта бўлса—ўлчаш қониқарсиз ҳисобланади.

Нисбий хато. Ўлчаш аниқлиги ўлчанган объектнинг ўлчамига боғлиқ бўлган ҳолларда объектларнинг тўғри ёки нотўғри ва қай даражада аниқ ўлчанганлиги нисбий хато билан белгиланади. Нисбий хато ўртача квадратик хато абсолют миқдорининг ўлчаш натижасига бўлган нисбати билан ифодаланади. Сўнгра бу миқдор қисқартирилиб, сурати бирга тенг бўлган каср сонга айлангирилади. Демак, ҳар бир ўлчашдаги нисбий хато қуйидагига тенг бўлади:

$$\frac{m}{l} = \frac{m : m}{l : m} = \frac{1}{N}, \quad (V-8)$$

бу ерда m — ўртача квадратик хато; l — ўлчаш натижалари.

25-§. Тенг аниқликдаги бавосита ўлчаш ўртача квадратик хатоси

Бавосита ўлчаш деганда, аниқланиши керак бўлган миқдор билан функционал боғлиқ бўлган миқдорни ўлчаш тушунилади. Бунда объект қиймати аргументлари ўлчанган маълум функцияни ечиш йўли билан ҳисоблаб топилади. Шунга кўра объект қийматининг аниқлиги функция аргументларини ўлчаш аниқлигига боғлиқ бўлади. Объект қиймати аниқлигига баҳо беришда, уни ҳисоблашда қўлланилган функциянинг ўртача квадратик хатосидан фойдаланилади. Қуйида баъзи функцияларнинг ўртача квадратик хатосини ҳисоблаб топиш билан танишиб чиқамиз.

1. *Аниқланиши керак бўлган миқдор ўлчанган иккита миқдорнинг айирмасига ёки йиғиндисига тенг бўлган тақдирда унинг ўртача квадратик хатосини аниқлаш.* Масалан, алоҳида-алоҳида ўлчанган иккита миқдорнинг йиғиндиси ёки айирмаси z га тенг, яъни $z = x_1 \pm x_2$, ўлчаш вақтида Δ_1 ва Δ_2 хатолар рўй берган, яъни объект Δz хатолик билан ўлчанган. Шунда объектнинг қиймати

$$z \pm \Delta z = x_1 \pm \Delta_1 + x_2 \pm \Delta_2, \quad (V-9)$$

ўлчаш хатоси

$$\pm \Delta z = \pm \Delta_1 \pm \Delta_2$$

бўлади. Бу тенгламани ўртача квадратик хатога келтириш, яъни хатолар ишораларини йўқотиш мақсадида унинг иккала қисмини квадратга кўтарсак

$$\Delta z^2 = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 \pm 2\Delta_1\Delta_2 \quad (V-10)$$

бўлади. Агар x_1 ва x_2 аргументларнинг ҳар бири n марта ўлчанган бўлса, ўлчаш ҳағоларининг йиғиндиларини чиқариб-ўлчаш сонига бўлсак, қуйидаги келиб чиқади:

$$\frac{[\Delta z^2]}{n} = \frac{[\Delta_1^2]}{n} + \frac{[\Delta_2^2]}{n} \pm \frac{2[\Delta_1 \Delta_2]}{n}. \quad (V-11)$$

Бу формуланинг охириги ҳади тағодифий хатонинг барча хусу-сиятларига эга бўлганлигидан нолга яқинлашади, қолган ҳағд-лар эса ўлчанган миқдорлар (x_1 ва x_2) нинг ўртача квадратик хатосини иғодалайди. Бу ўртача квадратик хато

$$m_z^2 = m_1^2 \pm m_2^2 \quad (V-12)$$

га тенг. Буни мисол тарзида ёғанимизда

$$m_1^2 = 4,05 \text{ ва } m_2^2 = 11,08,$$

$$m_z = \sqrt{(4,05)^2 + (11,08)^2} = \sqrt{139,17} = 11,8$$

бўлади.

Агар (V-12) формуладаги функция $y = x_1 \pm x_2 \pm \dots \pm x_n$ учун қўлланилса, бундай функциянинг ўртача квадратик хато-си

$$m_z^2 = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \dots + m_n^2$$

ёки

$$m_z = \pm \sqrt{[m_n^2]} \quad (V-13)$$

бўлади.

Агар қўшилувчиларнинг аниқлиги тенг, яъни $m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_n = m$ бўлса, уларнинг ўртача квадратик хатоси

$$m_z^2 = m_n^2 \quad (V-14)$$

ёки

$$m_z = \pm m \sqrt{n}$$

бўлади. Демак, бавосита ўлчаш якуни алоҳида-алоҳида ўлчан-ган иккита миқдорнинг йиғиндиси ёки айирмасидан иборат бўлганда унинг ўртача квадратик хатоси алоҳида-алоҳида ўл-чаш пайтида рўй берган ўртача квадрагик хатолар квадратлари йиғиндиси (айирмаси)нинг квадрат илдиздан чиқарилган миқ-дорига тенгдир.

Масалан, олти бурчакли полигоннинг ҳар бир бурчагини ўлчашда рўй берган ўртача квадратик хато $45''$ га тенг, дей-лик; шунда олтибурчакнинг ўртача квадратик хатоларининг йиғиндиси

$$m_z = \pm 45'' \sqrt{6} = 1'50''$$

бўлади. ↴

2. *Бавосита ўлчаш якуни бошқа муайян ўзгармас миқ-дор кўпайтмасига тенг бўлган вақтдаги ўртача квадратик хатони ҳисоблаб топиш.* Масалан, объектни бавосита ўлчаш якуни (:) бошқа ўлчаш натижаси (x) нинг ўзгармас миқдор

(k) га кўпайтмасига тенг, яъни $z=kx$ дейлик. У ҳолда ўрта ва квадратик хаго

$$m_z = km_x \quad (V-15)$$

бўлади.

Мисол. Айлана радиуси 0,04 м аниқликда ўлчанган бўлсин. Бавсита ўлчашда айлана узунлигидаги ўртача квадратик хатони топиш керак. Бунда ўзгармас миқдор $k=\pm 2\pi$ га тенг ва ўртача квадратик хаго

$$m_z = \pm 2\pi \cdot 0,04 = \pm 2 \times 3,14 \times 0,04 = \pm 0,25 \text{ м}$$

бўлади, Юқоридаги (V-15) формулани n йиғинди $z=k_1 \cdot x_1 \pm k_2 x_2 \pm \dots \pm k_n x_n$ (V-15, a) га қўлланилганда, ўртача квадратик хаго

$$m_z = \pm \sqrt{k_1^2 m_1^2 + k_2^2 m_2^2 + \dots + k_n^2 m_n^2} \quad (V-16)$$

бўлади.

3 Умумий кўринишдаги функцияларнинг ўртача квадратик хатосини ҳисоблаб топиш. Объектнинг қиймати бир-биридан мустақил равишда ўлчанган аргументларга асосланиб ҳисоблаб чиқилган, яъни $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Аммо x_1, x_2, \dots, x_n ларни ўлчашда маълум хатолар рўй берган, дейлик. Объектнинг қийматини ҳисоблаб чиқаришда шу хатолар эътиборга олиниши зарур. Шунда ўлчаш натижалари:

$$(x_1 + \Delta_1), (x_2 + \Delta_2), \dots, (x_n + \Delta_n),$$

объектнинг қиймати эса

$$z + \Delta z = \Delta(x_1 + \Delta_1, x_2 + \Delta_2, \dots, x_n + \Delta_n) \quad (V-17)$$

бўлади. Бу формуладаги хатолар жуда кичик бўлганлигидан, бириинчи даражали ҳадлар билан кифояланиб f функцияни Тейлор методи бўйича қаторларга ёйиб чиқсак:

$$z + \Delta z = f(x_1 + \Delta_1, \dots, x_n) + \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta_n. \quad (V-18)$$

V-18 формуладан V-17 тенгламани айирсак:

$$\Delta z = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta_n$$

бўлади. Бу формуладаги хусусий ҳосила $\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_n}$ лар

ўзгармас миқдорлар бўлиб, уларни k_1, k_2, \dots, k_n билан белгиласак:

$$z\Delta = k_1 \Delta_1 + k_2 \Delta_2 + \dots + k_n \Delta_n,$$

ҳақиқий хатолар $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ ни ўртача квадратик хато m_1, m_2, \dots, m_n лар га айлантирсак

$$m_z = \pm \sqrt{k_1^2 m_1^2 + k_2^2 m_2^2 + \dots + k_n^2 m_n^2}$$

бўлади. Бу формулалаги ўзгармас миқдорларни хусусий ҳо-силалар билан алмаштирсак, умумий кўринишдаги функция-нинг ўртача квадратик хатоси қуйидагича бўлади:

$$m_z = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 m_n^2} \quad (V-19)$$

26- §. Арифметик ўртача миқдорнинг ўртача квадратик хатоси

Қиймати номаълум объект биргина марта ўлчанса, унинг тўғри ёки нотўғри ўлчанганлигини билиб бўлмайди. Шунинг учун объектни бир неча марта ўлчаб, ўлчаш натижаларидан объектнинг ўртача арифметик миқдори ҳисоблаб чиқарилади. Бу қиймат ҳақиқатга яқин бўлганлигидан эҳтимолий қиймат деб аталади. Бу ўртача арифметик миқдор қуйидагича бўлади.

$$L_0 = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{[l]}{n} \quad (V-20)$$

Ўртача арифметик қийматнинг ҳақиқий хато бўйича ҳисобланадиган ўртача квадратик хатосини топиш учун V-20 формулага қуйидаги кўринишни берамиз:

$$L = \frac{1}{n} l_1 + \frac{1}{n} l_2 + \dots + \frac{1}{n} l_n;$$

формуладаги $\frac{1}{n}$ ўзгармас миқдор бўлганлигидан, бу формула V-15,а формулага ўхшайди. Шунда V-16 формулага асосан ўртача арифметик қийматнинг ўртача квадратик хатоси M қуйидагига тенг бўлади:

$$M^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_n^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 [m^2].$$

Ўлчаш натижалари l_1, l_2, \dots, l_n нинг аниқлиги тенг бўлган да $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$ бўлади. Шунда ўртача арифметик қийматнинг ҳақиқий хатолар бўйича аниқланадиган ўртача квадратик хатоси:

$$M^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 m^2 \cdot n = \frac{m^2}{n}$$

ёки

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (V-21)$$

оўлади.

27- §. Эҳтимолий хато ва ундан фойдаланиб ўртача квадратик хатони аниқлаш

Юқорида ҳақиқий қиймати маълум бўлган объектнинг ўлчаш натижалари бўйича ҳақиқий хатоларни топиб ўртача квадратик хатони аниқлаш тўғрисида гап юритдик. Кўпинча объект-

нинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлади ва уни ўлчаш натижаларидан фойдаланиб ҳақиқий ҳамда ўртача квадратик хатоларни аниқлаб бўлмайди. Шундай ҳолларда ўлчаш натижаларини баҳолаш учун ўртача квадратик хато эҳтимолий хатолар бўйича аниқланади.

Эҳтимолий хато v_1, v_2, \dots, v_n ларни топиш учун ҳар бир ўлчаш натижалари (l_1, l_2, \dots, l_n) уларнинг арифметик ўртача қиймати (L) дан айрилади:

$$\begin{aligned} v_1 &= l_1 - L \\ v_2 &= l_2 - L \\ &\dots \\ v_n &= l_n - L \end{aligned}$$

Бу тенглама ҳар бир ҳадининг йигиндисини чиқарсак:

$$[v] = [l] - nL$$

бўлади. $V-20$ формулага кўра, $[l] = nL$. Шунда $[v] = 0$.

Объектнинг ҳақиқий қийматини X билан, ўлчаш натижаларини l_1, l_2, \dots, l_n билан, ўртача арифметик қийматини L билан белгилаб ўлчашдаги ҳақиқий хато $\Delta_i = l_i - X$ лар ва эҳтимолий хато $v_i = l_i - L$ лар топилган бўлса, уларни бир-биридан айирганда ($\Delta - v = L - X = \Delta_0$) ўртача арифметик қийматнинг хатоси Δ_0 келиб чиқади. Шунда хатолар қуйидагига тенг бўлади:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= v_1 + \Delta_0 \\ \Delta_2 &= v_2 + \Delta_0 \\ &\dots \\ \Delta_n &= v_n + \Delta_0 \end{aligned}$$

Тенглама ҳар бир ҳадининг йигиндиси чиқарилиб, квадратга кўтарилса

$$[\Delta^2] = [v^2] + n\Delta_0^2 + 2\Delta_0[v]$$

бўлади. $[v] = 0$ эканлигини эътиборга олиб, тенгламани ўлчаш сонига бўлсак

$$\frac{[\Delta^2]}{n} = \frac{[v^2]}{n} + \Delta_0^2$$

бўлади; бу ерда $\frac{[\Delta^2]}{n} = m^2$ бўлганлигидан,

$$m^2 = \frac{[v^2]}{n} + \Delta_0^2 \quad (V-22)$$

бўлади.

$V-22$ формуладаги ўртача арифметик қийматнинг ҳақиқий хатоси Δ_0 ўрнига унинг ўртача квадратик хатоси $\Delta_0 = M = \frac{m}{n}$ ни қўйсақ, $V-22$ формула қуйидаги кўринишга киради:

$$m^2 = \frac{[v^2]}{n} + \frac{m^2}{n}$$

бундан

$$m^2 = \frac{[v^2]}{n-1}$$

ёки

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}. \quad (V-23)$$

V—23 формуладан объектнинг ўлчаш хатолари маълум бўлса, унинг ёрдамида ҳар бир ўлчашдаги ўртача квадратик хатони аниқлаш мумкин.

V—21 формуладаги M ўрнига унинг V—23 формуладаги қийматини қўйсак, ўртача арифметик қийматнинг ўртача квадратик хатосини эҳтимолий хато бўйича аниқлаш формуласи ҳосил бўлади:

$$M = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}}. \quad (V-24)$$

Мисол. Жойдаги икки нуқта оралиғи пўлат тасма билан тўрт марта ўлчанган (4- жадвал).

4- ж а д в а л

Ўлчаш натижалари ва ўлчаш аниқлиги

Ўлчашлар тартиб номери	Ўлчаш натижаси, м	Ҳар ўлчашдаги эҳтимолий хато, см	Ҳар ўлчашдаги эҳтимолий хатонинг квадрати, v^2 /см
1	132,00	+ 7,5	56,25
2	132,15	- 7,5	56,25
3	132,05	+ 2,5	6,25
4	132,10	- 2,5	6,25
	$L = 132,075$	$[v] = 0,0$	$[v^2] = 125,00$

Ўлчаш натижаларининг ўртача арифметик миқдори

$$L = \frac{132,00 + 132,15 + 132,05 + 132,10}{4} = 132,075 \text{ м.}$$

Ҳар ўлчашдаги ўртача арифметик хато

$$m = \pm \sqrt{\frac{125,00}{3}} = \pm 6,45 \text{ см.}$$

Ўртача арифметик миқдорнинг ўртача квадратик хатоси

$$M = \pm \sqrt{\frac{125}{12}} = \pm 1 \text{ см.}$$

Демак, ўлчанган масофа $132,075 \pm 0,01 \text{ м.}$

28-§. Тенг эмас аниқликда ўлчаш натижаларига баҳо бериш

Ўлчаш натижаларининг вазни. Тенг эмас аниқликда ўлчаганда ўлчаш натижаларининг ҳаммасига бир хилда ишониб бўлмайди; чунки ҳар бир ўлчаш натижаси ўз аниқлигига эга. Тенг эмас ўлчаш натижаларини баҳолашда ҳар бир ўлчаш натижаси бошқа ўлчаш натижасига нисбатан аниқлигини, яъни афзаллигини эътиборга олиш керак бўлади. Ўлчаш натижасининг афзаллиги шу натижанинг вазни деб аталадиган сон билан ифодаланади. Натижа қанча аниқ, яъни ишончли бўлса, унинг вазни шунча катта бўлади. Масалан, бирор масофанинг 4 марта ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, иккинчи масофанинг эса 8 марта ўлчаш натижаларидан фойдаланиб ўртача арифметик қийматлари чиқарилган дейлик. Агар ўлчаш сони вазн деб қабул қилинса, биринчи ўлчаш натижасининг вазни $p = 4$. Иккинчи ўлчаш вазни $p = 8$ га тенг бўлади. Бу вазнларни бир-бирига таққослаб иккинчи вазн биринчи вазнга нисбатан икки баравар катта, яъни иккинчи ўлчаш натижаси биринчи ўлчаш натижасидан икки баравар аниқроқ эканлиги маълум бўлади. Ўлчаш натижалари вазнларини бир хил сонга кўпайтириш ёки камайтириш мумкин; бунда вазнларнинг ўзаро нисбати ўзгармайди. Мисолимиздаги вазнлар $p = 1$ ва $p = 2$ деб олинганда уларнинг ўзаро нисбати ўзгармаганлигини кўрамиз

Тенг эмас аниқликда ўлчаш натижаларини баҳолашда кўпинча ўртача квадратик хатодан фойдаланилади. Ўлчаш натижаларининг вазни ўртача квадратик хатога тескари пропорционалдир, яъни

$$p_1 = \frac{1}{m_1^2}; \quad p_2 = \frac{1}{m_2^2}; \quad \dots; \quad p_n = \frac{1}{m_n^2} \quad (V-26)$$

Бирор объект ўлчанган ва биринчи ўлчаш натижасининг вазни $p_1 = 1 : m_1^2$, иккинчи ўлчаш натижасининг вазни $p_2 = 1 : m_2^2$ дейлик; шунда ўлчаш натижаларининг жами вазни

$$p_1 : p_2 = m_2^2 : m_1^2$$

бўлади.

Мисол. Бирор бурчакни ўлчагандаги ўртача квадратик хатолар $m_1 = 20''$ ва $m_2 = 40''$ бўлса, бурчак ўлчаш натижаларининг вазни қуйидагича бўлади:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{40^2}{20^2} = 8.$$

Агар $p_2 = 1$ деб қабул қилинса, $p_1 = 8$ бўлади. $p_1 = 1$ деб қабул қилинса $p_2 = \frac{1}{8}$ бўлади.

Вазни бир бўлган ўлчашнинг ўртача квадратик хатоси. Маълумки, тенг аниқликдаги қатор ўлчаш натижаларини ба-

ҳолашда айрим ўлчашдаги ўртача квадратик ҳагодан, тенг эмас аниқликдаги қатор ўлчаш натижаларини бир-бирига таққослашда эса ҳар бир қатор учун вазни бирга тенг бўлган ўлчаш ўртача квадратик ҳатосидан, яъни вазн бирлиги ҳатосидан фойдаланилади. Масалан, объект икки марта ўлчанган; биринчи ўлчаш натижасининг вазни p_1 , ўртача квадратик ҳатоси m_1 , иккинчи марта ўлчаш натижасининг вазни $p=1$, ҳатоси эса μ дейлик. V-26 формулага асосланиб қуйидагини ёзиш мумкин:

$$p_1 : 1 = \mu^2 : m_1^2; \quad \mu^2 = p_1 \cdot m_1^2.$$

Агар ўлчаш сони n бўлса,

$$\mu^2 = p_1 \cdot m_1^2; \quad \mu^2 = p_2 m_2^2; \dots; \quad \mu^2 = p_n m_n^2;$$

бу тенгламанинг ҳар бир ҳади йиғиндисини чиқарсак

$$n\mu^2 = [p m^2];$$

бундан

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p m^2]}{n}}. \quad (V-27)$$

Бу формула вазн бирлиги ҳатосини ҳисоблаш формуласи бўлиб, ундан тенг эмас аниқликда ўлчаш натижаларини баҳолашда фойдаланилади.

Ўлчаш сони n етарли миқдорда бўлганда вазн бирлиги ўртача квадратик ҳатосидаги m ўрнига ҳақиқий тасодифий хато Δ дан фойдаланиш мумкин. Шунда V-27 формула қуйидаги кўринишга киради:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p \Delta \Delta]}{n}}. \quad (V-28)$$

Тенг аниқликда ўлчаш вақтида объектнинг ҳақиқий қиймати ва тасодифий хатолари номаълум бўлганлигидан ўлчаш натижаларини баҳолашда тасодифий ҳато Δ лар ўрнига эҳтимолий ҳато v лар олинганидек, тенг эмас аниқликда ўлчашда ҳам V-28 формула ўрнига V-29 формула қўлланилади:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p v^2]}{n-1}}. \quad (V-29)$$

Умумий ўртача арифметик қиймат ва унинг ўртача квадратик ҳатоси. Объектнинг бир неча тенг эмас аниқликда ўлчаш натижаларидан фойдаланиб топилган эҳтимолий қиймати умумий ўртача арифметик қиймат дейилади. Бу қиймат ҳар бир ўлчашнинг ўз вазнига кўпайтмалари йиғиндисини вазнлар йиғиндисига бўлинганга тенг, яъни

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2 + \dots + l_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{[l p]}{[p]}; \quad (V-30)$$

бу ерда l_1, l_2, \dots, l_n — айрим ўлчаш натижалари;
 p_1, p_2, \dots, p_n — шу ўлчашлар вазни.

Умумий ўртача арифметик қийматнинг ўртача квадратик хатосини M_0 билан, унинг вазнини $[p]$ билан, шунингдек вазн бирлигининг ўртача квадрагик хатосини μ билан белгилаб, вазн билан ўртача квадратик хаго ўртасидаги муносабатга асосан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\frac{\mu^2}{M_0^2} = \frac{[p]}{1},$$

бундан

$$M_0 = \pm \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \quad (V-31)$$

V-31 формуладаги μ ўрнига V-29 формуладан унинг қиймати олиб қўйилса

$$M_0 = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{[p](n-1)}} \quad (V-32)$$

бўлади. Бу формула умумий ўртача арифметик қийматнинг ўртача квадратик хатосини аниқлаш формуласи бўлиб, ундан тенг эмас аниқликда ўлчаш натижалари асосида ҳисоблаб чиқарилган ўртача арифметик қийматнинг аниқлигини баҳолашда фойдаланилади.

Функция вазнини аргумент вазни ёрдамида ҳисоблаб топшиш. 1. $z = kx$ —функция вазни. Бу ерда x —аргумент, k —ўзгармас коэффициент. Бу, функциянинг ўртача квадратик хатоси. V-15 формулага кўра, $m_z = km$. Бунини V-26 формулага асосланиб функция вазнига айлантирсак, қуйидагига тенг бўлади:

$$\frac{1}{p_z} = k^2 \frac{1}{p_x} \quad (V-33)$$

2. $z = k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_n x_n$ функциялар вазни. Бу, функциянинг ўртача квадратик хатоси V-16 формулага кўра $m_z^2 = k_1^2 m_1^2 + k_2^2 m_2^2 + \dots + k_n^2 m_n^2$. Уни вазнга айлантирсак

$$\frac{1}{p_z} = k_1^2 \frac{1}{p_1} + k_2^2 \frac{1}{p_2} + \dots + k_n^2 \frac{1}{p_n} \quad (V-34)$$

бўлади.

ТОПОГРАФИК КАРТА ВА ПЛАН

VI боб

ПЛАН ВА КАРТА ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧА. ТОПОГРАФИК КАРТАЛАРНИНГ МАТЕМАТИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ

29-§. Карта ва план

Ер юзидаги барча географик объектларнинг контурлари шартли қабул қилинган эллипсоид ёки шар сиртига проекцияланиб маълум даражада кичрайтирилса, ер юзининг математик модели, яъни глобус ҳосил бўлади. Глобус ер шарининг сферик юзадаги тасвири ҳисобланади.

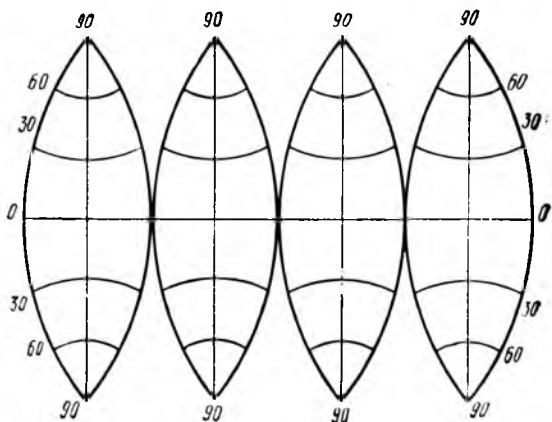
Ер юзининг глобусдаги тасвири қуйидаги геометрик хусусиятларга эга:

1) ер юзидаги барча масофалар глобусда бир хилда кичрайтирилиб тасвирланади, яъни глобус масштаб ўзгармаслиги хусусиятига эга, демак, масштаб глобуснинг ҳамма қисмида бир хил бўлади;

2) ер шаридаги барча бурчаклар глобусда ўзгартирилмасдан тасвирланади, яъни глобусдаги бирор бурчак қиймати ер шаридаги шу бурчакнинг қийматига тенг бўлади; бошқача қилиб айтганда, ер шаридаги ҳар қандай объектнинг қиёфаси унинг глобусдаги қиёфасига ўхшайди. Глобусда барча меридианлар параллелларни тўғри бурчак бўйича кесиб ўтади. Бу хусусиятга тенг бурчаклилик дейилади;

3) глобусда тасвирланган ҳар қандай объектнинг майдони унинг ер шаридаги майдонига тенг бўлади. Бу хусусиятга майдон ўзгармаслиги дейилади.

Демак, географик объектларнинг қиёфаси, ўрни, катта-кичиклиги қабул қилинган масштаб бўйича глобусда геометрик жиҳатдан тўғри тасвирланади. Лекин глобус қанчалик катта бўлмасин, унда ер юзидаги барча тафсилотларни аниқ ва мукамал тасвирлаш қийин. Шунинг учун ер юзини мукамал ўрганишда, турли инженерлик иншоотларининг лойиҳаларини тузишда ва уларни қуришда глобусдан фойдаланиб бўлмайди; бу мақсадда ер юзининг қоғоздаги тасвирдан, яъни плани ёки картасидан фойдаланилади. Лекин ер юзини картада тасвирлашда маълум хатолар рўй беради. Буни қуйидагича тушунтириш мумкин. Глобус меридианлар бўйича кесиб ёйиб юборилса, унинг яхлит тасвири ҳосил бўлмай, орада очиқ жойлар



28 шакл.

қолади (28-шакл). Шунга кўра, Ернинг сферик юзасини текислик (қоғоз)да яхлит тасвирлашда ер юзидаги бир хил узунликдаги чизиқлар ва бир хил катталиқдаги майдонлар қоғоз (карта) га бир хилда кичрайиб тушмайди ҳамда қоғозда тасвирланган бурчаклар ер юзидаги шу бурчакларга тенг бўлмайди. Бинобарин, Ер ва унинг айрим катга қисмининг картадаги тасвирида бурчак ва майдон хатолари рўй беради. Шунга кўра Ер юзини ва унинг айрим катга қисмини картада тасвирлашда Ернинг сфериклигини эътиборга олиш лозим. Бунинг учун Ер юзидаги географик объектларнинг контур ва чизиқлари эллипсоид ёки шар сиртига туширилади, яъни Ер юзининг горизонтал проекцияси ҳосил қилинади, бу проекция маълум математик қонун асосида текисликка туширилади, бунда дастлаб, меридиан ва параллеллар тўри, яъни картографик тўр чизилади. Сўнгра картографик тўр маълум даражада кичрайтирилган географик объектлар билан тўлдирилади. Демак, *карта*—ер юзининг эллипсоид сиртидаги горизонтал проекциясининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвиридир.

Умуман, карта тузишда тасвирланиши керак бўлган территория дастлаб тузилаётган карта масштабидаги глобус юзига туширилган деб фараз қилинади. Сўнгра глобус маълум математик қонунга, яъни картографик проекцияга мувофиқ, текисликка (қоғозга) ёйилади. Шунда проекциянинг баъзи чизиқларида фараз қилинган глобус масштаби сақланади. Бунга *бош масштаб* дейилади. Бош масштаб, одатда, картада кўрсатилади. Проекциянинг бошқа қисмларидаги масштаб бош масштабдан катта ёки кичик бўлиб, *хусусий масштаб* деб юритилади. Демак, картанинг масштаби унинг турли жойида турлича бўлади. Умуман ҳар бир картанинг қандай мақсадда тузилаётганлигига қараб, маълум картографик проекция танла-

нади. Масалан, бурчак ва масофалар ўлчанадиган карталар: топографик карталар, денгиз навигацияси ва аэронавигация карталари учун тенг бурчакли, яъни бурчаклар ўзгармайдиган картографик проекция, майдонлар ўлчанадиган ёки территориялар бир-бирига солиштириладиган карталар учун эса майдонлар ўзгармайдиган картографик проекция танланади.

Ер юзининг катталиги 20×20 квадрат километрдан ошмайдиган қисмининг сатҳий юзага туширилган горизонтал проекциясини ясси деб қабул қилиш мумкин (6-§). Бунда Ернинг сфериклиги натижасида рўй берадиган бурчак ва майдон хатолиги геодезик улчаш вақтида йўл қўйиладиган хатодан катта бўлмайди.

Ер юзининг бирор кичикроқ бўлагини қоғозда тасвирлашда Ернинг сфериклиги эътиборга олинмасдан, жойдаги тафсилотларнинг контурлари ясси деб қабул қилинган сатҳий юзага проекцияланади. Сўнгра жойнинг бу горизонтал проекцияси қоғозда маълум даражада кичрайтирилиб тасвирланади. Жойнинг бундай тасвири *план* деб аталади. Демак, план — ер юзининг ясси деб қабул қилинган бўлагининг текис сатҳий юзага туширилган горизонтал проекциясининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвиридир. Ер юзидаги тафсилотларнинг пландаги қиёфаси жойдаги қиёфасига ўхшатиб тасвирланади, яъни планнинг барча қисмида масштаб бир хил бўлади. План билан карта ўртасидаги асосий фарқ қўйидагилардан иборат:

1) карта — ер юзининг ва унинг айрим катта қисмининг сферик юзага туширилган проекциясининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвири; план эса ер юзи кичик қисмининг текисликдаги горизонтал проекциясининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвиридир;

2) планда жойдаги чизиқларнинг узунлиги, объектлар контурларининг майдони ва йўналишлар орасидаги бурчаклар тўғри тасвирланади, картада эса уларнинг тасвирида маълум хатолар рўй беради;

3) планнинг масштаби унинг ҳамма қисмида бир хил бўлади, яъни планда масштаб ўзгармайди; картада эса масштаб картанинг турли қисмларидагина эмас, ҳатто бир нуқтадан чиқадиган турли йўналишлар бўйича ҳам ўзгариб боради;

4) карта маълум картографик проекция ёки зонал системадаги тўғри бурчакли координатада тузилади; план эса кўпинча шартли ёки маҳаллий тўғри бурчакли координата системасида тузилади.

30-§. Карталар классификацияси. Топографик карта ва унинг элементлари

План ва карталарни мазмуни, масштаби ва бошқа хусусиятларига қараб группаларга бўлиш мумкин. Ер юзаси ва унинг айрим қисмларининг ландшафти бир хил аниқлик ва тўлиқлик-

да тасвирланадиган план ва карталар масштабига кўра учта асосий группага бўлинади: масштаби 1:5000 ва ундан йирик бўлса—топографик план, масштаби 1:10 000 дан 1:500 000 гача бўлса—топографик карта, масштаби 1:1 000 000 ва ундан кичик бўлса—географик карта деб юритилади [32]. План ва карталарнинг бундай уч группага бўлиниши расмий инструкцияларда кўрсатилган [67, 68, 69]. Лекин шуни айтиш зарурки, 1:5000 ва 1:2000 масштабдаги топографик планлар шартли тўғри бурчакли координата системасида тузилмай, СССР да қабул қилинган тўғри бурчакли координаталар зонал системасида тузилган тақдирда ҳар бир 3° ли зонанинг энг чекка қисмларида Ернинг сфериклигидан рўй берадиган чизиқлар хатолиги сезиларли даражада бўлади, план тузишда бу хатони эътиборга олишга тўғри келади. Шунга кўра бундай пайтда 1:5 000 ва 1:2 000 масштаби топографик планлар топографик карта бўлиб ҳисобланади; лекин ишлаб чиқаришда бундай карталарни топографик план деб юритиш қабул қилинган [69].

Топографик планда ва йирик масштаби топографик карталарда территориялар жуда аниқ ва мукамал тасвирланади, улардаги деярли барча тафсилотлар масштаби шартли белгилар билан кўрсатилади. Шунинг учун топографик план ва йирик масштаби топографик карталардан инженерлик ишларида, қурилишда, территорияни мукамал ва аниқ ўрганишда, шунингдек аниқ ўлчаш ва ҳисоблаш ишларида, жойда ориентирланишда ва бошқа ишларда кенг фойдаланилади.

Топографик карта ва планлар асосан жойда план олиш ёки аэрофотосъёмка йўли билан тузилади ва барча бошқа карталарни тузишда асос бўлиб хизмат қилади.

Масштаби 1:200 000 дан 1:500 000 гача бўлган *карталар обзор-топографик* карталар деб ҳам юритилади. Уларда ер юзидаги объектлар йирик масштаби топографик карталардагига нисбатан бирмунча умумлаштириб кўрсатилади. Масалан, топографик карталарда айрим бино, кўча, майдон, парк ва бошқалар батафсил кўрсатилса, обзор-топографик карталарда аҳоли яшайдиган пунктлар кварталлар тарзида тасвирланади. Обзор-топографик карталар асосан топографик карталар ёки аэрофотосъёмка натижаларидан фойдаланиб тузилади. Халқ хўжалигини ривожлантириш планлари ва лойиҳаларини тузишда, йирик қурилиш иншоотларининг ўрнини белгилашда, территорияни дастлабки ўрганишда айни шу карталардан фойдаланилади. Территорияни географик жиҳатдан ўрганишда, махсус карталар ҳамда майда масштаби карталар ва атласлар тузишда обзор-топографик карталарга асосланилади.

Географик карталарда территория аңча умумлаштириб тасвирланади. Уларда ер юзидаги объектларнинг деярли барчаси масштабсиз, шартли белгилар билан кўрсатилади. Шунинг учун ҳам территорияни умумий ўрганишда географик карталардан фойдаланилади. Ер юзидаги объектлардан ташқари

турли табиий ва ижтимоий ҳодисалар ҳам тасвирланган географик карталар *махсус карталар* деб юритилади. Махсус табиий географик карталарга геологик, гидрологик, геофизик, ботаник, иқлимий ва бошқа карталарни, махсус социал-иқтисодий карталарга эса тарихий-иқтисодий, маъмурий-сиёсий ва бошқа карталарни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Ҳозирги вақтда план олиш натижасида асосан территориянинг топографик плани ёки йирик масштабли топографик картаси тузилади. Бу карта ва планлардан фойдаланиб, территориянинг бошқа масштабли топографик карталари, топографик карталарга асосланиб обзор топографик карталар, обзор топографик карталарга асосланиб эса обзор ва бошқа географик карталар тузилади. Йирик масштабли карталарда ер юзидаги тафсилотлар бир хилда аниқ ва тўлиқ тасвирланади. Топографик карталар халқ хўжалигининг барча тармоқларида кенг қўлланилиши билан бирга, бошқа барча карталарни тузиш учун асос бўлади.

Топографик карталар йирик масштабли бўлганлигидан уларда территория маълум катталиқдаги қисмларга бўлиниб, ҳар бир қисм алоҳида-алоҳида варақда қабул қилинган картографик проекцияда, масштаб ҳамда рамкада тасвирланади. Топографик картанинг ҳар бир варағидаги территориянинг ўлчами маълум қонда ва номенклатурага асосан олинади. Топографик картанинг ана шу элементлари, чунончи, картографик тўри, масштаби, номенклатурасига унинг *математик элементлари* дейилади; ер юзининг топографик картада тасвирланадиган тафсилотлари эса картанинг *гвографик элементлари* (мазмун) деб аталади. Географик элементлар территориянинг рельефи, гидрографияси, ўсимлик ва тупроқ кўрсаткичлари, аҳоли яшайдиган пунктлар ҳамда баъзи бир хўжалик, сиёсий-маъмурий элементлардан иборат. Топографик картадан фойдаланишни осонлаштириш мақсадида унинг рамкасида ташқарида турли чизма, схема ва ёзувлар берилади. Булар топографик картанинг ёрдамчи элементларидир.

31-§. Топографик план ва карталар масштаби

СССР да топографик планлар тузиш учун асосан 1:500, 1:1000, 1:2000 ва 1:5000 масштаблар, топографик карталар тузиш учун эса 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:300 000 ва 1:500 000 масштаблар қабул қилинган. Совет топографик план ва карталарининг бундай масштабларда тузилиши тасодифий эмас: бунда халқ хўжалиги турли тармоқларининг, мамлакатимиз муҳофазасининг топографик план ва карталарга бўлган ва тобора ўсиб бораётган эҳтиёжини қондириш кўзда тутилган. СССР да тузилган топографик карта ва планлар масштаблари бир-биридан 2 ёки 2,5 баравар йирик ёки майдадир. Бу ҳол план ва карталардан фойдала-

нишни, уларни бир-бирига таққослашни, бир хил масштабдаги карта ёки пландан фойдаланиб бошқа хил карта ёки план тузишни осонлаштиради.

СССР топографик план ва карталарининг масштаблари ҳақидаги қисқача маълумот 5-жадвалда берилган.

Ҳар бир топографик карта ёки планнинг масштаби унинг рамкаси остида берилади. Бунда сонли, натурал ва чизиқли масштаблар кўрсатилади.

Масштаб—ер юзидаги масофалар горизонтал проекцияларининг кичрайтирилиш даражасидир. Рақамлар билан ифодаланган масштаб *сонли масштаб* дейлиб, каср $\left(\frac{1}{M}\right)$ тарзида ёзилади. Касрнинг махражидаги сон (M) масштабнинг кичрайтирилиш даражаси ҳисобланади.

Сонли масштаб сўз билан ифодаланганида *натурал масштаб* деб аталади. Масалан, сонли масштаб 1:5000 бўлса, натурал масштабда пландаги 1 см жойдаги 50 м га, масштаб

5-жадвал

Совет топографик план ва карталарининг масштаби

План ёки картанинг номи	Сонли масштаб	Натурал масштаб, м	Масштабнинг аниқлиги, м	План (карта) даги 1 см ² жой неча гектарга тенг
Беш юзли	1:500	5	0,05	0,0025
Мингли	1:1 000	10	0,1	0,0100
Икки мингли	1:2 000	20	0,2	0,0400
Беш мингли	1:5 000	50	0,5	0,2500
Ўн мингли	1:10 000	100	1	1,00
Йигирма беш мингли	1:25 000	250	2,5	6,25
Эллик мингли	1:50 000	500	5	25,00
Юз мингли	1:100 000	1000	10	100,00
Икки юз мингли	1:200 000	2000	20	400,00
Уч юз мингли	1:300 000	3000	30	900,00
Беш юз мингли	1:500 000	5000	50	2 500,00
Миллионли	1:1 000 000	10 000	100	10 000,00

1:10 000 бўлса—картадаги 1 см жойдаги 100 м га тенг бўлади ва ҳ. к. Ҳар бир топографик план ёки картанинг номи унинг сонли масштаби билан юритилади; масалан, масштаби 1:2 000 бўлса—икки мингли, 1:10 000 бўлса ўн мингли топографик план ёки карта дейилади ва ҳ. к.

Топографик план ёки карталарни масштаби жиҳатидан таққослаб кўрганда сонли масштабнинг махражидаги рақами кичик бўлган план ёки карта йирик бўлади. Масалан, 1:5000

масштабли план 1:10 000 масштабни картага нисбатан икки баравар, 1:50 000 масштабни картага нисбатан эса 10 баравар йирикдир. Ўз навбатида, 1:10 000 масштабни карта 1:50 000 масштабни картага нисбатан беш баравар, 1:100 000 масштабни картага нисбатан эса 10 баравар йирик ҳисобланади.

Ҳар бир топографик план ёки карта варағида тасвирланган территориянинг катта-кичиклиги шу карта ёки планнинг масштабига боғлиқдир. Масалан, 1:2 000 масштабни планда 1:1 000 масштабни пландагига нисбатан 4 баравар катта территория, 1:50 000 масштабни картада 1:25 000 масштабни картадагига нисбатан 4 баравар, 1:10 000 масштабни картага нисбатан эса 16 баравар катта территория тасвирланган бўлади. Масштаб қанчалик йирик бўлса, план (карта) да ўлчаш шунчалик аниқ бўлади. Масалан, 1:5 000 масштабни планда масофа 0,5 м аниқликда ўлчанса, 1:25 000 масштабни картада 2,5 м аниқликда ва 1:50 000 масштабни картада 5 м аниқликда ўлчанади.

Карта ёки планда тасвирланган чизиқнинг жойдаги узунлигини сонли масштабдан фойдаланиб аниқлаш учун чизиқнинг ўлчанган узунлиги сонли масштабнинг махражига кўпайтирилади. Масалан, 1:5 000 масштабни планда чизиқнинг ўлчанган узунлиги 3,7 см бўлса, унинг жойдаги узунлиги $3,7 \times 5000 = 18\,500$ см = 185 м бўлади.

Картадан ўлчаб олинган чизиқнинг жойдаги узунлигини натурал масштаб ёрдамида аниқлаш учун чизиқнинг узунлиги карта (план) масштаби асосига кўпайтирилади. Масалан, 1:10 000 масштабни карта масштабнинг асоси 100 м ва ўлчанган чизиқнинг узунлиги 4,5 см бўлса, унинг жойдаги узунлиги $4,5 \times 100 = 450$ м бўлади. Бу мисоллардан кўринишича, жойдаги масофа узунлигини топишда карта ёки планда ўлчаб олинган чизиқнинг узунлигини сонли ва натурал масштабларда кўпайтириб ҳисоблашга тўғри келади.

Масштаб график шаклида ифодаланса, *чизиқли масштаб* дейилади. Чизиқли масштаб битта чизиқдан ёки иккита параллел чизиқдан иборат бўлиб, чизиқлар маълум узунликдаги кесмаларга бўлинади. Кесма *масштаб асоси* дейилади. Одатда, масштаб асоси 1 ёки 2 см га тенг бўлади. Кесмалар устига унинг ер юзидаги узунлиги ёзиб қўйилади. Чизиқли масштабнинг чап томонидаги биринчи кесма тенг ўн бўлакка бўлинади, ҳар бир бўлак шу масштабнинг *график аниқлиги* деб аталади. Масалан, масштабнинг асоси 1 см бўлса ер юзида 250 м, график аниқлиги 1 мм бўлса, у жойда 25 м га тенг.

Карта ёки планда ўлчанган чизиқнинг жойдаги узунлигини бевосита аниқлашда чизиқли масштабдан фойдаланилади. Чизиқли масштабнинг график аниқлиги унинг тузилишига боғлиқ. Чизиқли масштабнинг биринчи бўлаги қанча кичикроқ бўлакларга бўлинса, масштабнинг аниқлиги шунча ортади. Лекин унинг биринчи бўлагини 1 мм дан ҳам кичикроқ бўлак-

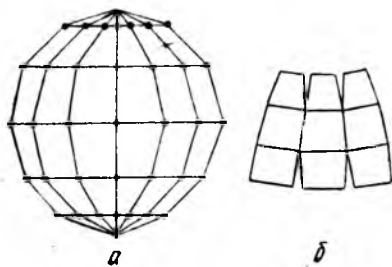
ларга бўлиб бўлмайди, чунки 1 мм дан кичик бўлакларни кўз илғамайди.

Картада ўлчанган чизиқларнинг жойдаги узунлигини аниқроқ ўлчашда кўндаланг масштабдан фойдаланилади. Кўндаланг масштаб металл линейкаларда, баъзи бир геодезик асбобларда ва транспортирларда бериледи. Кўндаланг масштабнинг асоси 2 см, график аниқлиги 2 мм ва энг кичик бўлаги 0,2 мм га тенг. Карта ёки планда ўлчанган чизиқнинг жойдаги узунлигини чизиқли ва кўндаланг масштаблардан фойдаланиб аниқлаш 44-§ да берилган.

32-§. Топографик карталарнинг картографик проекцияси

Топографик карталар турли инженерлик ва муҳофаа ишларида қўлланиладиган бўлганлигидан улардан фойдаланиш осон ва олинадиган натижалар аниқ бўлиши шарт. Бу эъла ер юзининг сфериклиги натижасида рўй берадиган хатонинг жуда кичик бўлишини талаб этади. Шунинг учун топографик карталар тузишда маълум картографик проекция танланиши зарур.

Юқорида (6-§), ер юзининг ясси деб қабул қилинадиган қисмини қоғозда тасвирлаганда рўй берадиган хато жуда кичик бўлиши сабабли уни эътиборга олмасам ҳам бўлади, деган эдик. Шунга кўра катта территорияларнинг карталарини тузишда Ер эллипсоиди юзаси маълум катталиқдаги трапецияларга бўлинган деб фарз қилинади (29-шакл, а). Йирик масштабда топографик карталар тузишда бу трапецияларнинг ҳар бирини текислик деб қабул қилиш мумкин. Ҳар бир трапецияни текисликка ёйганда рўй берадиган хато жуда кичик бўлганлигидан уни эътиборга олмасам ҳам бўлади. Бир



29-шакл.

неча трапецияни ёйганда улар орасида очик жойлар қолади (29-шакл, б), бу очик жойни тўртта, ҳатто тўққизта трапецияга тенг тарқатиш йўли билан йўқотиш мумкин. Лекин кўп трапецияни бир-бирига туташтирганда ҳосил бўладиган очик жойлар карталар тузиш ва улардан фойдаланишни анча қийинлаштиради. Бу қийинчиликни бартараф қилиш мақсадида 1930 йилдан бошлаб СССРда 1:10 000—1:500 000 масштабда топографик карталар тузишда Гаусснинг тенг бурчакли

кўндаланг цилиндрлик проекцияси (10-§) қўлланила бошланди. Бу проекция меридиан бўйича чўзилган территорияларни тасвирлашда жуда қулайдир. Гаусс проекциясини қўлланишда Ер эллипсоиди Гринвич меридианидан бошлаб 6° ли 60 та меридионал зонага бўлинади. Сўнгра ҳар бир зона алоҳида-алоҳида текисликда тасвирланади. Демак, Гаусс проекциясида „кўп қиррали“ проекция „кўп зоналар“ билан алмаштирилади.

Ҳар бир меридионал зонанинг яхлит тасвирини ҳосил этиш учун Ер эллипсоиди кўндаланг цилиндр ичига жойлаштирилади ва ҳар бир зонанинг меридиан ва параллел чизиқлари цилиндрининг ички юзига проекцияланади. Бунда бурчакларнинг ўзгармаслиги шарт қилиб қўйилади. Шунинг учун Гаусс проекциясида тузилган карталарда тасвирланган бурчаклар қиймати ер юзидаги шу бурчаклар қийматига тенг бўлади. Ҳар бир зона проекцияланган цилиндри маълум ясовчи бўйича кесиб текисликка ёйганда ҳар бир зонанинг ўқ меридиани ва экватор бўлагиде масштаб ўзгармайди, лекин ўқ меридиан ва экватордан узоқлашган сайин ўзгара боради. Зонани чегараловчи меридианларда масштаб жуда ўзгаради. Масалан, Гаусс проекциясида тузилган 1:500 000 масштабда картанинг ўқ меридианга тўғри келган варағиде бош масштаб 1 см да 500 м га, энг четки меридианларга тўғри келган варақларида эса хусусий масштаб 1 см да 599,5 м га тенг бўлади, яъни 0,5 м фарқ қилади. Лекин бу фарқ (хато) карта тузишда ва ўлчаш ишларида йўл қўйилмайдиган хатодан кичик бўлганлигидан эътиборга олинмайди. Шунинг учун топографик карталарнинг ҳамма қисмида масштаб бир хил бўлади. Бундан ташқари, топографик карталар Гаусснинг тенг бурчакли кўндаланг цилиндрлик проекциясида тузилганлиги туфайли бу карталардан фойдаланиб нуқтанинг ҳам географик, ҳам тўғри бурчакли координатларини аниқлаш ва бир хил масштабда топографик картадан фойдаланиб бошқа масштабда топографик карталарни тузиш мумкин.

33-§. Топографик план ва карталарнинг варақларга бўлиниши ва номенклатураси

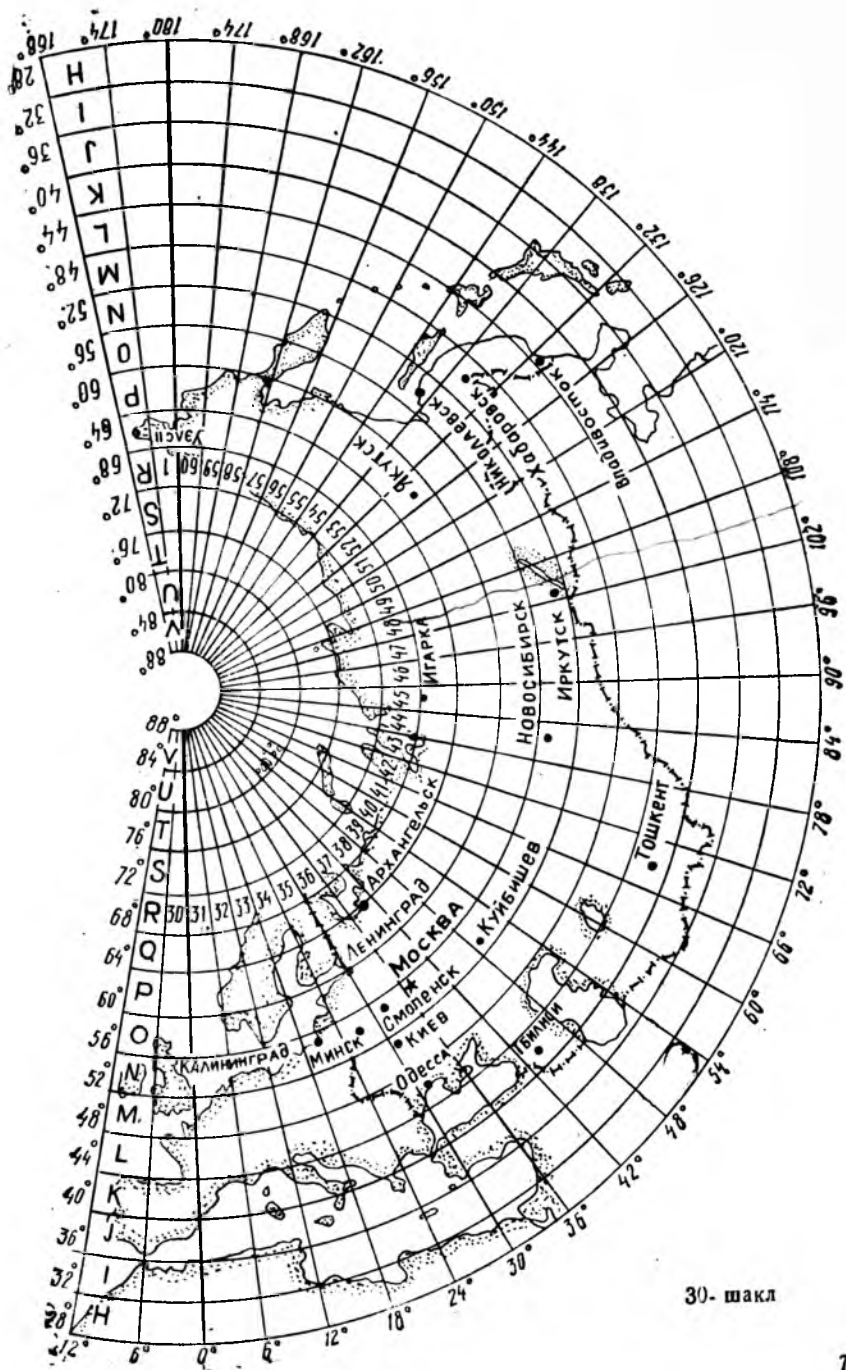
Ер юзининг муайян катталиқдаги турли қисмларининг алоҳида-алоҳида қоғозларда тасвирланган топографик карталари меридиан ва параллел чизиқлар билан чегараланади ва трапеция шаклида бўлади.

Топографик карталарни варақларга бўлиш ҳамда бу варақларни белгилаш, яъни уларга ном бериш системаси *номенклатура* дейилади. Варақ (трапеция) ларнинг ўлчами ва номенклатураси ҳақидаги баъзи маълумотлар б-жадвалда берилган.

Совет топографик карталари ва планларининг номенклатураси

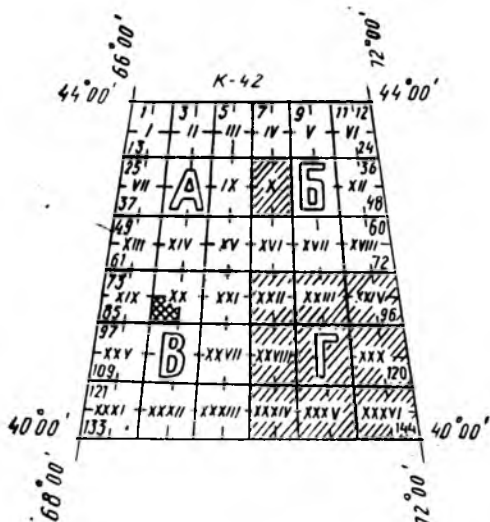
Картанинг масштаби	Карта варагининг ўлчами °		Номенклатураси
	кенглик буйича	узунлик буйича	
1 : 1 000 000	4°	6°	К-42
1 : 500 000	2°	3°	К-42-Г
1 : 300 000	1°20'	2°	IX-К-42
1 : 200 000	40'	1°	К-42-XX
1 : 100 000	20'	30'	К-42-102
1 : 50 000	10'	15'	К-42-102-Б
1 : 25 000	5'	7'30"	К-42-102-В-г
1 : 20 000	2'30"	3'45"	К-42-102-В а-3
1 : 5 000	1'15"	1'52",5	К-42-102 (132)
1 : 2 000	0'25"	0'37",5	К-42-102 (132-д)

Совет топографик карталарининг номенклатураси 1:1000 000 масштаби карта номенклатурасига асосланган. 1:1000 000 масштаби карта варагининг ўлчами меридиан буйича 4° ва параллел буйича 6° га тенг. Картанинг варақларига ном бериш учун экватордан қутбларга томон 4° дан параллеллар ўтказилиб— қаторлар, 180° ли меридиандан бошлаб 6° дан меридианлар ўтказилиб эса колонналар ҳосил қилинади (30-шакл). Қаторлар экватордан қутбларга томон латин алфавитининг бош ҳарфлари билан (А дан Z гача), колонналар эса 180° ли меридиандан бошлаб 1 дан 60 гача араб рақамлари билан белгиланади. Шунда 1:1000 000 масштаби карта ҳар бир варагининг номенклатураси қаторни белгиловчи ҳарф ва колонна номерини кўрсатувчи рақамдан иборат бўлади. Масалан, Тошкент шаҳри жойлашган варақ (трапеция) нинг номенклатураси К-42 бўлади (30-шаклга қаралсин). Агар 1:1000 000 масштаби картанинг бир варағида тасвирланган территория тўртта тенг бўлакка бўлиниб, ҳар бир бўлак алоҳида қоғоз (варақ) да тасвирланса, унинг масштаби 1:500 000, ўлчами эса кенглик буйича 2°, узунлик буйича 3° бўлади. Бу картанинг варақлари рус алфавитининг бош ҳарфлари А, Б, В ва Г билан белгиланади. 1:500 000 масштаби карта варагининг номенклатураси 1:1000 000 масштаби карта варагининг номенклатурасидан ва шу варақни белгиловчи ҳарфдан иборат. Масалан, 31-шаклда штрихланган 1:500 000 масштаби карта варагининг номенклатураси К-42-Г бўлади. Худди шунингдек, 1:1 000 000 масштаби картанинг ҳар бир варағи 1:300 000 масштаби картанинг 9 варағига, 1:200 000 масштаби картанинг 36 варағига,



30- шакл

1:100 000 масштаби картанинг эса 144 varaғига бўлинади. 1:300 000 масштаби карта varaқлари I дан IX гача, 1:200 000 масштаби карта varaқлари I дан XXVI гача рим рақамлари билан, 1:100 000 масштаби карта varaқлари эса 1 дан 144 гача араб рақамлари билан белгиланади. 1:300 000 масштаби карта ҳар бир varaғининг номенклатурасини 1:1000 000 масштаби карта varaғининг номенклатураси ва унинг олдига



31-шакл.

ёзилган рим рақами ташкил этади; 1:200 000 ва 1:100 000 масштаби карта varaғининг номенклатурасини 1:1000 000 масштаби карта номенклатураси ҳамда 1:200 000 ва 1:100 000 масштаби карталарнинг ҳар бир varaғини кўрсатувчи рақамлар ташкил этади. Масалан, 31-шаклда штрихланган 1:200 000 масштаби карта varaғининг номенклатураси K-42-X, катак штрихлар билан белгиланган 1:100 000 масштаби карта varaғининг номенклатураси эса K-42-87 дир.

1:100 000 масштаби топографик картанинг номенклатураси барча йирик масштаби топографик карталар ва планларнинг номенклатураси учун асос қилиб олинган. 1:100 000 масштаби картанинг ҳар бир varaғи 1:50 000 масштаби картанинг 4 varaғига, 1:50 000 масштаби картанинг бир varaғи эса, ўз навбатида, 1:25 000 масштаби картанинг 4 varaғига бўлинади. Худди шунингдек, 1:25 000 масштаби картанинг бир varaғи 1:10 000 масштаби картанинг 4 varaғига бўлинади. 1:50 000 масштаби карта varaқлари А, Б, В ва Г ҳарфлари билан, 1:25 000 масштаби карта varaқлари а, б, в ва г ҳарфлари билан, 1:10 000 масштаби карта varaқлари эса 1, 2, 3 ва 4 рақамлари билан белгиланади. 1:50 000 масштаби карта ҳар

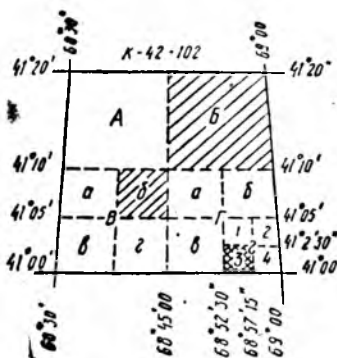
бир варағининг номенклатурасини 1 : 100 000 масштабли карта варағининг номенклатураси ҳамда 1:50 000 масштабли карта варағини кўрсатувчи ҳарфлар ташкил этади. Масалан, 32-шаклда сийрак штрихланган 1 : 50 000 масштабли карта варағининг номенклатураси К-42-102-Б дир. Худди шу каби, 1 : 25 000 масштабли карта варағининг номенклатураси 1 : 50 000 масштабли карта номенклатурасига, 1:10 000 масштабли карта номенклатураси эса 1:25 000 масштабли карта номенклатурасига мазкур варақни ифодаловчи ҳарф ёки рақамни қўшиб ёзиб ҳосил этилади. Шаклдаги зичроқ штрихланган 1 : 25 000 масштабли карта варағининг номенклатураси К-42-102-В-б, катак штрихлар билан белгиланган 1:10000 масштабли карта варағининг номенклатураси эса К-42-102-Б-г-3 дир.

1:5000 ва 1:2000 масштабли топографик планлар номенклатураси ҳам 1 : 100 000 масштабли картанинг номенклатурасига асосланган. 1:100 000 масштабли картанинг ҳар бир варағи 1:5000 масштабли планининг 256 варағига бўлинади. Бу план варағининг номенклатураси 1:100 000 масштабли карта номенклатурасига 1:5000 масштабли карта варағининг тартиб номерини қавс ичида қўшиб ёзиб ҳосил этилади. Масалан, штрихланган 1 : 5 000 масштабли топографик план варағининг номенклатураси К-42-102(132) бўлади (33-шакл).

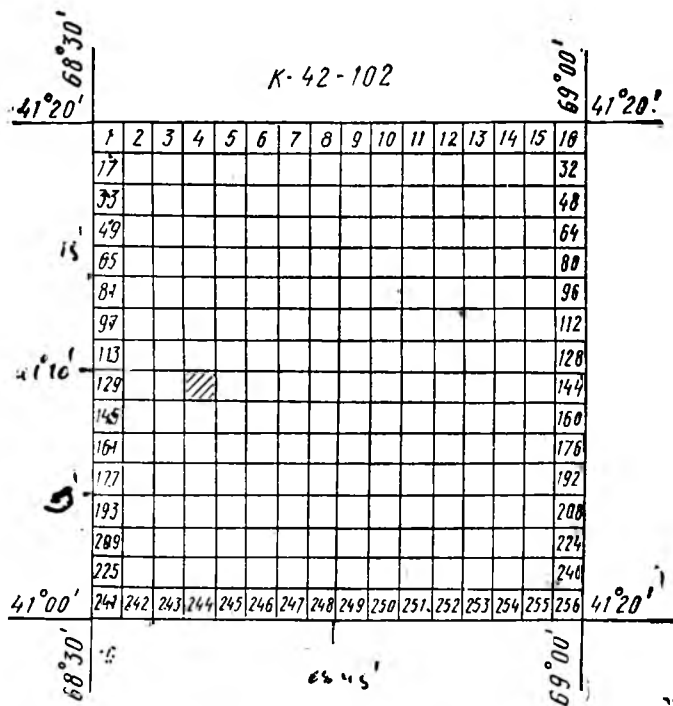
1 : 5 000 масштабли топографик планининг ҳар бир варағи ҳам ўз навбатида 1 : 2 000 масштабли планининг 9 та варағига бўлинади ва ҳар бир варақ рус алфавитининг кичик ҳарфлари (а, б, в, г, д, е, ж, з, и) билан белгиланади, номенклатурасини ифодалаш учун 1:5 000 масштабли план варағининг номенклатурасига қавс ичида тегишли варақни белгиловчи ҳарф қўшиб ёзилади. Масалан, 34-шаклда штрихланган варақнинг номенклатураси К-42-102 (132-д) бўлади.

Шаҳар ва посёлкаларнинг топографик планлари кўпинча шартли координата системасида тузилади. Бу планларнинг номенклатурасини ҳосил этиш учун ўлчами 40×40 см бўлган 1 : 5 000 масштаб планшети асос қилиб олинади. 1 : 5 000 масштабли план варақларининг номенклатураси араб рақамлари билан белгиланади. Планларнинг тартиб номерини шаҳар бош архитектори белгилайди.

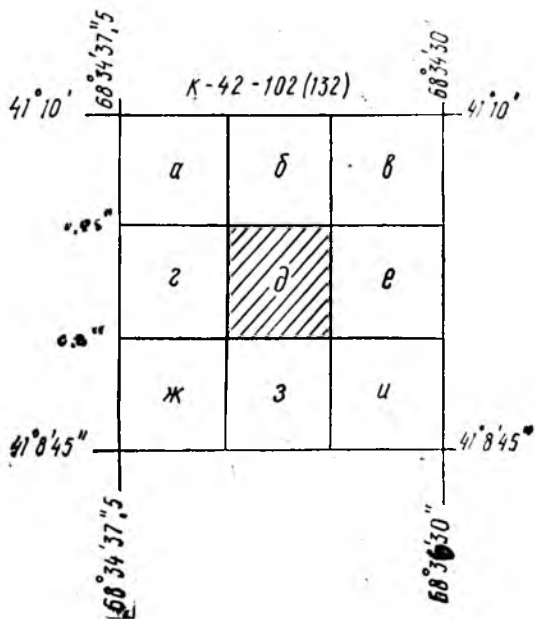
1 : 5 000 масштабли планининг ҳар бир варағи тўрт қисмга бўлиниб 1:2 000 масштабли планлар номенклатураси ҳосил қилинади ва у А, Б, В ва Г ҳарфлари билан белгиланади. 1:2 000



32-шакл.



3 ша

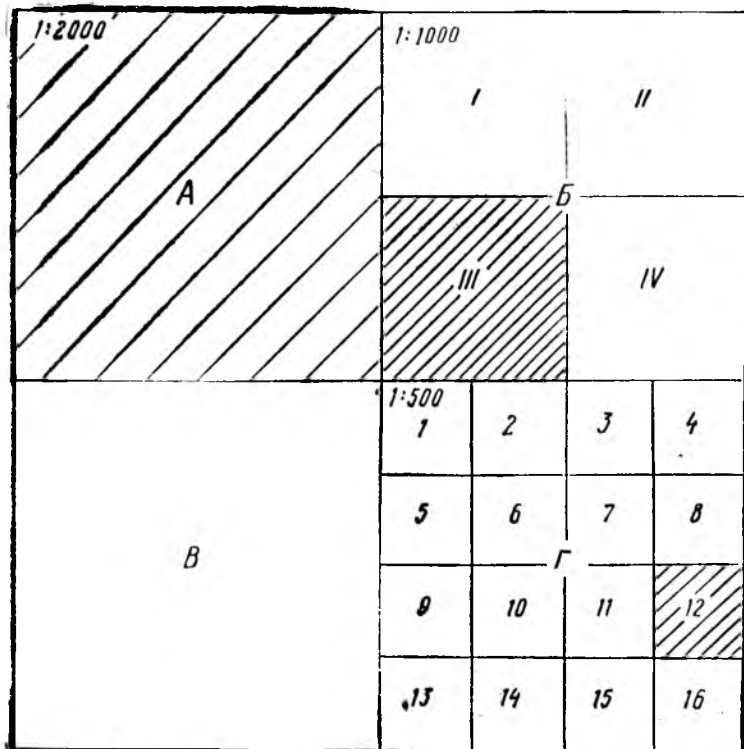


34- шаг.

масштабли планнинг ҳар varaғи ҳам тўрт қисмга бўлиниб, рим рақамлари билан белгиланади. Бу рақамлар 1:1000 масштаб-ли планларнинг номенклатураси бўлади. 1:2000 масштаб-ли планнинг ҳар бир varaғи 6 қисмга бўлиниб 1:500 масштаб-ли план varaқларининг номенклатураси ҳосил қилинади ва қисм-лар 1 дан 16 га қадар араб рақамлари билан белгиланади. Штрихланган 1:2000 масштаб-ли планнинг номенклатураси 3-А, 1:1000 масштаб-ли план varaғиники 3-Б-III, 1:500 масштаб-ли планники эса 3-Г-12 бўлади (35-шакл).

Юқорида айтилган системада қисмларга бўлинган топогра-фик планларнинг рамкалари ўлчами ва майдони қуйидагича бўлади: 1:5000 масштабда 40×40 см ёки жойда 400 гектар (4 км^2), 1:2000 масштабда 50×50 см ёки жойда 100 гектар (1 км^2), 1:1000 масштабда 50×50 см ёки жойда 25 гектар ($0,25 \text{ км}^2$) ва 1:500 масштабда 50×50 см ёки жойда 6,25 гектар ($0,0625 \text{ км}^2$)

3. 1:5000



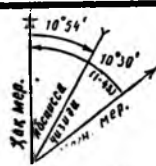
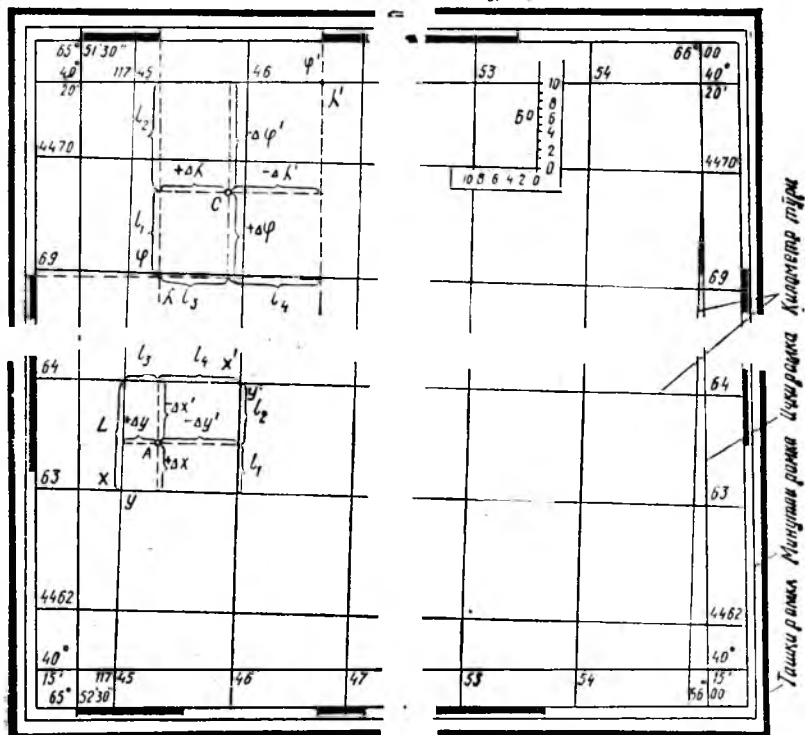
35- шакл.

34-§. Топографик картанинг рамкаси, тўғри бурчакли координата тўри ҳамда рамкадан ташқарида бериладиган элементлар

Топографик картанинг ҳар бир varaғини тўрт томондан чегараловчи чизиқлар *рамка* дейилади. 36- шаклда топографик картанинг рамкалари кўрсатилган. Рамкалар ташқи, ички ва минутли бўлади.

Ташқи рамка картани безатиш учун чизилади. Ички рамка топографик картанинг картографик тўри бўлиб, иккита мери-

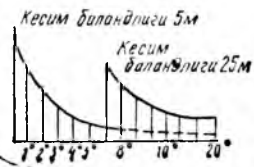
У-41-144-Б-8(шўрчи)



1:25 000

1 сантиметрда 250 метр
500 250 0 250 500 750

Туташ горизонталлар ҳар 5 метрдан
ўтказилган.



диаң ва иккита параллел чизиқдан иборат. Параллел чизиқлар картанинг шимолий ва жанубий чегаралари, меридиан чизиқлар эса ғарбий ва шарқий чегаралари ҳисобланади. Бу чизиқларнинг кесишган нуқталарига уларнинг географик координаталари ёзиб қўйилади. Карта ички рамкасининг жануби-ғарбий бурчагининг географик кенглиги $40^{\circ} 15'$ ва географик узунлиги $65^{\circ} 52' 30''$ эканлиги 36-шаклдан кўриниб турибди.

Минутли рамка картада жойлашган нуқталарнинг географик координаталарини аниқлаш учун керак бўлади, у ташқи ва ички рамка оралигига чизилади ва фойдаланишни осонлаштириш мақсадида ҳар бир минут узунлиги битта оралатиб қорага бўялади.

Топографик картанинг ҳар бир варағида картографик тўр билан бир қаторда тўғри бурчакли координата тўри ҳам чизилади. Бу тўр бир-бирига нисбатан перпендикуляр чизиқлардан, яъни экваторга параллел ўтказилган горизонтал чизиқлар билан 6° ли зонанинг ўқ меридианига параллел қилиб ўтказилган вертикал чизиқлардан иборат бўлиб, нуқталарнинг тўғри бурчакли координаталарини аниқлашда фойдаланилади. Топографик картанинг тўғри бурчакли координата тўри километр тўри деб ҳам юритилади, чунки бу тўр жойда томонлари километрларга тенг бўлган квадратларни ҳосил қилади. Километр тўрининг қийматлари ички ва минутли рамкалар орасига ёзилади. Масалан, 36-шаклда рамканинг жанубий қисмида километр тўрининг ордината қийматлари, ғарбий қисмида эса абсцисса қийматлари берилган; жанубий рамка яқинидаги горизонтал чизиққа ёзилган 4462 сони шу чизиқ ва унда жойлашган нуқталар экватордан 4462 км шимолда эканлигини, биринчи вертикал чизиққа ёзилган 11 745 сонидagi биринчи икки рақам (11) шу карта жойлашган зонанинг номерини, қолган рақамлар (745) эса чизиқнинг ординатасини билдиради. Абсцисса ва ордината чизиқлари қийматларининг бир хилдаги бошланғич рақамларини қайта-қайта ёзиб ўтирмаслик учун, улар тушириб қолдирилади. Масалан, шаклда биринчи горизонтал чизиққа 4462 сони ёзилган, кейингиларида эса 44 сони тушириб қолдирилиб, 63, 64, 65 ва бошқалар ёзилган. Шу каби, биринчи вертикал чизиққа ҳам 11 745 сони, кейингиларига эса 46, 47, 48 ва бошқалар ёзилган. Ҳар бир картанинг рамкаси билан ташқарига шу карта ҳақидаги ва картадан фойдаланишда керак бўладиган қуйидаги ёрдамчи маълумотлар берилади:

1) рамканинг юқорисига картанинг номенклатураси ва қавс ичида аҳоли яшайдиган энг йирик пунктнинг номи ёзилади. Масалан, шаклда У-41-144 Б-6 (Шўрчи);

2) рамканинг остки томонида қуйидагилар (36-шаклга қаралсин): а—картада тасвирланган территориядаги ўртача магнит стрелкасининг оғиш бурчаги $10^{\circ} 30'$ ва меридианларнинг яқинлашиш бурчаги $1^{\circ} 54'$ ҳамда магнит стрелкасининг оғиши:

(қавс ичида) ва меридианларнинг яқинлашиш бурчаклари угломернинг неча бўлагига тенг эканлиги; б — магнит стрелкасининг ғиши ва меридианлар яқинлашиш бурчакларининг график чизмаси; в — картанинг сонли, натурал ва чизиқли масштаблари; г — асосий горизонталларнинг неча метрдан ўтказилганлиги; д — қиялик бурчагини ўлчаш график масштаби; е — картанинг тузилган ва нашр этилган йили ҳамда тузган ёки план олган кишининг фамилияси, картани нашр этган ташкilotнинг номи ва бошқа маълумотлар.

VII б о б

ТОПОГРАФИК КАРТАЛАРДАН ГЕОГРАФИК ОБЪЕКТЛАРНИ ЎРГАНИШ

35-§. Топографик картани ўрганиш ва топографик шартли белгилар ҳақида умумий тушунча

Топографик карталардан мамлакатимиз территориясини географик жиҳатдан ўрганиш, халқ хўжалигининг турли тармоқларига оид хилма-хил илмий ва амалий масалаларни ечиш ҳамда мамлакатимиз мудофаа қобилиятини ошириш мақсадларида фойдаланилади. Топографик карталар айниқса территорияни ўрганиш ва ўзлаштириш билан боғлиқ бўлган илмий текшириш ва хўжалик ишларида муҳим роль ўйнайди.

Топографик картани тушуниш учун аввало ундаги шартли белгиларни билиб олиш керак. Картадаги шартли белгилар географик объектларни ифодалайди. Демак, шартли белгилар билиб олингандан кейингина картадаги турли географик объектларни тасаввур қилиш ва улар тўғрисида мукаммал маълумот олиш мумкин.

Картада тасвирланган географик объектлар бир-бирига чамбарчас боғлиқ. Масалан, картада тасвирланган рельеф шакллари кўриб, шу территориянинг гидрографияси ҳақида, рельеф ва гидрографиясидан — ўсимлик ва грунти ҳақида, аҳоли яшайдиган пунктлар ҳамда йўлларни кўриб эса территориянинг қанчалик ўзлаштирилганлиги ҳақида тегишли тасаввурга эга бўласиз. Шунинг учун топографик картани ўрганишда шартли белгилар билан бир қаторда, картадаги турли географик объектларнинг бир-бирига боғлиқлигига ҳам эътибор берилади; натижада территориянинг географик хусусиятлари билиб олинади.

Топографик карталарнинг мазмуни, рельефи, тафсилотларнинг тасвирланиш аниқлиги ва мукамаллиги, картани ўрганиш ва ундан фойдаланишнинг осон-қийинлиги қабул қилинган шартли белгиларнинг сифатига, ихчамлигига ва бошқа хусусиятларга боғлиқ. Шунинг учун ҳам топографик картада территорияни географик жиҳатдан тўғри, мукаммал ва яққол

тасвирлай оладиган шартли белгилар ишлаб чиқиш жуда катта аҳамиятга эга.

Топографик карталарга бўлган талаб ортган сари, фан ва техника тараққий этган сари топографик шартли белгилар ҳам тобора такомиллаштирилади. Аҳоли яшайдиган пунктлар, рельеф, ўрмон ва бошқаларнинг перспектив шартли белгилари ўрнига уларни аниқ ва мукамал тасвирлашга имкон берадиган ҳамда топографик карталардан фойдаланишни осонлаштирадиган ихчам шартли белгилар қабул қилинди. Олимларимизнинг олиб борган илмий ишлари натижасида илмий жиҳатдан асосланган ва маълум системага солинган шартли белгилар яратилди. Совет топографик карталарида ишлатиладиган белгилар жойнинг аниқ тафсилотини бериши ва қулайлиги жиҳатидан Америка Қўшма Штатлари ва бошқа капиталистик мамлакатлар топографик карталарида қўлланиладиган шартли белгилардан устун туради. Совет топографик карталарида жой тафсилотлари махсус шартли белгилар билан қуйидаги группаларга бўлиб кўрсатилади: 1) рельеф; 2) гидрография; 3) ўсимлик ва тупроқ қоплами; 4) аҳоли яшайдиган пунктлар, саноат, қишлоқ хўжалик корхоналари ва социал-иқтисодий объектлар; 5) чегаралар; 6) ориентир бўла оладиган айрим объектлар.

Топографик карталарда жойнинг рельефи горизонталлар билан, қолган барча тафсилотлар шартли белгилар билан тасвирланади. Лекин шуни таъкидлаб ўтиш зарурки, жойдаги тафсилотларнинг барча деталлари ва хусусиятлари горизонталлар ва топографик шартли белгилар билан тасвирланган тақдирда картани ўқиш ва ундан фойдаланиш қийинлашади. Шунинг учун ҳар бир топографик картанинг мақсадига ва масштабига қараб, фақат шу жойга оид объектлар ва уларга хос хусусиятларгина танланиб, умумлаштириб кўрсатилади. Бундай танлаб ва умумлаштириб тасвирлаш *генерализация* дейилади. Генерализациянинг карта тузиш ва план олишдаги аҳамияти жуда каттадир.

Топографик шартли белгилар хусусиятлари ҳамда вазифаларига қараб: *масштабли* (контурли), *масштабсиз* ва *тушунтирувчи* шартли белгиларга бўлинади. Масштабли ёки контурли шартли белгилар билан карта масштабида контурини кўрсатиш мумкин бўлган тафсилотлар, масалан, ўрмон, ботқоқлик, ўтлоқ, полиз, боғ, кўл ва бошқалар тасвирланади. Масштабли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларнинг узунлиги, кенлиги ва майдонини аниқлаш мумкин. Контурли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларни бир-биридан фарқ қилиш учун ҳар бир контур ичига шу тафсилотнинг шартли белгиси берилади ёки контурлар турли рангга бўялади. Масалан, токзорга токнинг шартли белгиси, қамишзор контури ичига қамишнинг шартли белгиси чизиб қўйилади, ўрмон яшил рангга, кўл кўк рангга бўялади ва ҳоказо. Лекин кон-

яъни қоя, жар, қум ва бошқалар жигар рангда тасвирланади

Топографик карталарда қўлланиладиган ёзувлар, ранглар тафсилотларни бир-биридан ажратишни ва картани ўқишни осонлаштирибгина қолмай, балки картанинг мазмунини бойи-тади ва маълум даражада шартли белги вазифасини бажаради.

Совет топографик карталарида ишлатиладиган шартли бел-гилар ва ёзувларнинг чизилиш, ёзилиш тартиби, улчами, ха-рактери ва бошқа хусусиятлари Геодезия ва картография бош бошқармасининг махсус кўрсатмаларида берилган [67, 68, 69]. Бу кўрсатмалар СССР да топографик карталар тузиш ва улар-дан фойдаланиш билан шуғулланувчи барча ташкилот ва муас-сасалар учун стандарт бўлиб ҳисобланади

36-§. Топографик карталардан рельефни ўрганиш

Рельефнинг асосий шакллари. Бирор жойдаги нотекис-ликлар, яъни пасг-баландликлар йиғиндисига шу жойнинг *ре-льефи* дейилади.

Ер юзи рельефининг шакллари, уларнинг келиб чиқиши, ривожланиши ва тарқалишини ўрганадиган фан *геоморфоло-гия* деб аталади.

Рельеф шаклларини келиб чиқиши, катта-кичиклиги, ха-рактери, денгиз сатҳидан баландлиги, ташқи кўриниши ва бош-қа хусусиятлари жиҳатидан бир неча хилга бўлиш мумкин. Геодезияда рельеф шаклларини ташқи кўриниши жиҳатидан турларга ажратиш қабул қилинган. Рельеф шакллари ташқи кўринишига қараб, қавариқ, яъни бўртиб чиққан ва ботиқ бўлади. Рельефнинг бўргиб чиққан шаклларига қўром, дўнг, тепа, гряда, тоғ, тоғ тизмаси ва бошқалар, ботиқ шаклларига эса водий, жар, дара, балка, чуқурлик, пастлик, қозонсой, сой ва бошқалар киради.

Атрофдаги текис жойдан гумбазсимон ёки конуссимон кў-тарилиб турган баландлик *тепа* дейилади. Тепанинг нисбий баландлиги 200 м гача бўлади. Нисбий баландлиги 100 м гача бўлган тепа *дўнг* дейилади. Нисбий баландлиги 1—1,5 м бўл-ган дўнгни *дўнгча* дейиш мумкин. Сунъий йўл билан ҳосил этилган дўнглик *қўром* бўлади, унинг нисбий баландлиги 50 м гача етиши мумкин. Узунасига давом этган қатор тепаликлар *гряда* деб аталади. Унинг нисбий баландлиги 200 м гача бў-лади. *Тоғ*—атрофдаги текисликдан қад кўтарган баландликдир. Тоғ гумбазсимон, конуссимон, пирамида шаклида ва бошқа шаклларда бўлиши мумкин, нисбий баландлиги 500 м дан ошади. Тоғнинг энг баланд қисми *тоғ тепаси*, ўткир учли тоғ тепалари *чўққи* дейилади. Қаторасига давом этиб кетган тоғлар *тоғ тизмасини* ташкил этади. Икки ёки бир неча тоғ тизмасининг бир-бирига туташган жойлари *тоғ тугуни* (узел) деб аталади. Рельефнинг ботиқ шаклларида энг каттаси *во-*

дийдир. Водийларнинг узунлиги, кенглиги, чуқурлиги турлича бўлади.

Тева, тоғ ён бағирлари ҳар хил: силлиқ, қавариқ, ботиқ, террасали ва мураккаб бўлиши мумкин. Силлиқ ён бағирнинг нишаби ўзгармайди. Ён бағир нишаби қиялик бурчаги билан ўлчанади. Қиялик бурчаги 5° гача бўлган ён бағир ётиқ, 5 дан 20° гача бўлгани—қия, 20 дан 45° гача бўлгани—тик, 45° дан каттаси жуда тик ён бағир деб аталади. Қабариқ ён бағирнинг нишаби бошланиш қисмида ётиқ бўлиб, пастга тушган сари тиклиги ошади. Ботиқ ён бағирнинг нишаби, аксинча, юқори қисмида тик бўлиб, пастга тушган сари ётиқлашади. Қия ва тик ён бағирдан ётиқ ён бағирга утиладиган жой ён бағирнинг *букилган жойи*, кетма-кет букилишлар орасидаги майдон *терраса* дейилади.

Икки томонидаги нишаб қисми—ён бағри бир хилда қия бўлган водий симметрик шаклдаги водий, бир ён бағри ётиқ, иккинчиси тик бўлгани ассиметрик шаклдаги водий дейилади. Водийларнинг тагидан дарё, сой оқса—дарё, сой водийси, ҳеч қандай сув оқмаса—қуруқ водий деб аталади. Водийнинг ҳамма вақт дарё оқиб турадиган қисми—*дарё ўзани* (русло), тошқин вақтида сув босадиган жойлар *қайир* (пойма) дейилади. Водий ён бағридаги горизонтал ва супасимон жойлар, қайирдан бошлаб ҳисоблаганда биринчи қайир усти террасаси, иккинчи қайир усти террасаси деб аталади ва ҳоказо.

Вақтинча оққан сув ўйиб кетган узун чуқурлар *жар* дейилади. Одатда, жарларнинг ён бағри тик бўлиб, унда ўсимлик ўсмайди. Жарларнинг узунлиги бир неча метрдан ўйлаб километрга, чуқурлиги 50 м га бориши мумкин. Ён бағри жуда тик кичик жар *жилға* дейилади. Жилға сув ювиши нагжасида кагталашиб, жарга айланади. Чуқурланишдан тўхтаган, ён бағри ётиқ ва тагини чим босган ясси жарликка *балка* дейилади. Қўшни водийлар ёки сойлар ҳавзаси бир-бирдан сув айирғич чизиқ билан ажралади. Қарама-қарши томонларга йўналган водийларнинг бирлашган жойи *бел* ёки *эгар* деб юритилади. Тоғли районлардаги ён бағирлари жуда тик, қояли, чуқур водийлар *дара* деб аталади. Ён бағирлари ғоят тик, жуда тор дара *танги* деб юритилади. Тагидан ҳамма томонга баландлашиб борадиган рельефнинг ботиқ шаклига *қозонсой* (котловина) дейилади. Сунъий чуқурлар, чўкма ва ўйилмалар, шунингдек тупроқнинг чўкиши натижасида ҳосил бўлган ўйдимлар ва бошқалар рельефнинг кичик ботиқ шаклига *киради*.

Сув айирғич чизиқ, водийнинг туби (талвег), ён бағирнинг букилган жойи ва баландликлар этаги рельефнинг асосий орографик чизиқлари дейилади. Орографик чизиқлар жой рельефининг паст-баландлигини аниқлашга ёрдам беради ва жой рельефини топографик карталарда тасвирлашда асос бўлиб хизмат қилади.

Жой рельефининг топографик карталарда тасвирланиши. Жойнинг рельефини тасвирлашда топографик картанинг масштабига ва бажариладиган ишларга қараб турли талаблар қўйилади. Топографик карталар: а) жой рельефининг типи, шакллари, ўлчами ва бир-бирига нисбатан жойланишини; б) нуқталарнинг абсолют ва нисбий баландликларини; в) ён бағирлар йўналишини ва қиялигини; г) жойнинг бошқа тафсилотлари рельеф билан боғлиқлигини аниқлашга имкон берсин. Бизда топографик карталарнинг масштабига ҳамда тасвирланадиган жой рельефининг мураккаблигига қараб турли баландлик кесимлари қабул қилинган (7-жадвал), бу эса карталарда рельефни мазкур талабларга мос қилиб тасвирлаш имконини беради.

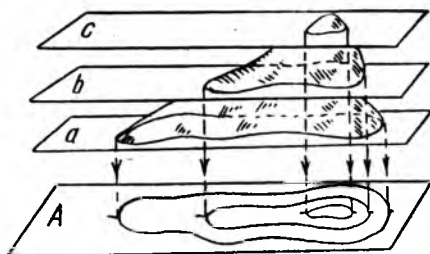
7-жадвал

Баландлик кесимлари (м)

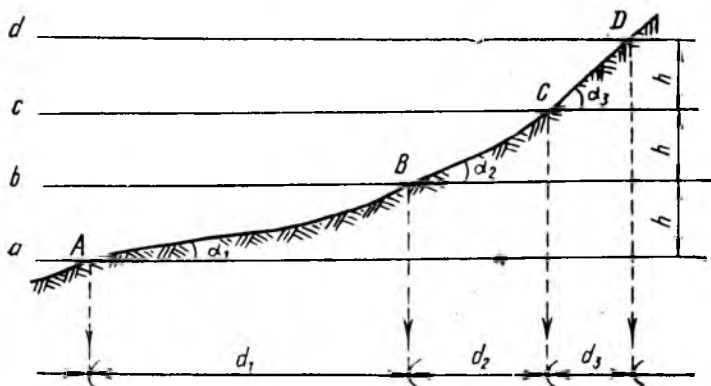
Жойнинг характери	Топографик план ва карталар масштаби					
	1:2000	1:5000	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Ясси текисликлар	0,5	0,5	1,0—2,5	2,5	10,0	20,0
Паст-баланд ерлар ва сертепа текисликлар	0,5—1,0	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Тоғли районлар, тоғ олди районлари, қум чўллари .	2,0	5,0	5,0	5,0	10,0	20,0
Баланд тоғлар .	—	—	—	10,0	20,0	40,0

Бундан ташқари, мамлакатимиз территориясининг турли масштабдаги топографик карталарини тузган вақтда ва бошқа илмий ҳамда амалий ишларда фойдаланиш мақсадида геодезик баландлик таянч шохобчалари барпо қилинган. Топографик карталар тузишда рельефни геометрик жиҳатдан аниқ ва мукамал тасвирлашга имкон берадиган усуллардан, чунончи, горизонталлар усули ва нуқталар баландлигини ёзиш ёки отметкалар усули ҳамда махсус шартли белгилардан фойдаланилади.

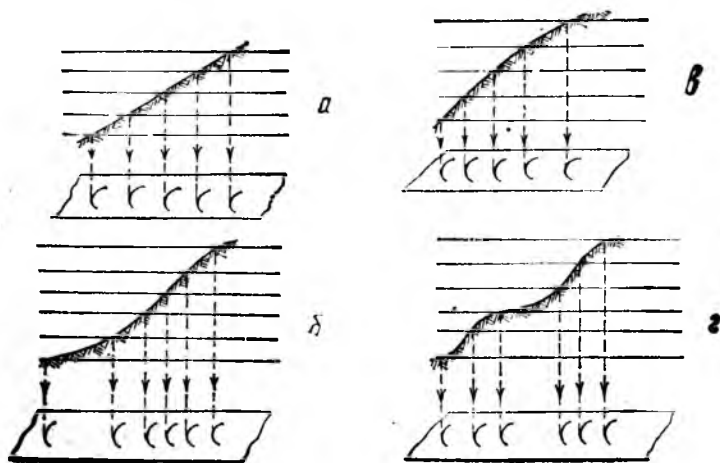
Топографик карталарда рельеф асосан горизонталлар билан тасвирланади. *Горизонтал*—баландлиги бир хил бўлган нуқталарни туташтирувчи чизиқдир. Горизонтал изогипс деб ҳам юритилади. Горизонталлар ҳосил бўлишини қуйидагича тушунтириш мумкин. Тепаликни бир хил баландликдан ўтувчи *a, b, c* горизонтал текисликлар кесиб ўтган леб фараз қилайлик (37-шакл); шунда бу горизонтал текисликларнинг тепалик ён бағирлари билан кесишган жойларида эгри чизиқлар ҳосил бўлади. Бу эгри чизиқлар *A* текисликка проекцияланса, горизонталлар ҳосил бўлади. Икки горизонтал текислик орасидаги вертикал масофа *h*—кесим баландлиги, икки горизонтал орасидаги



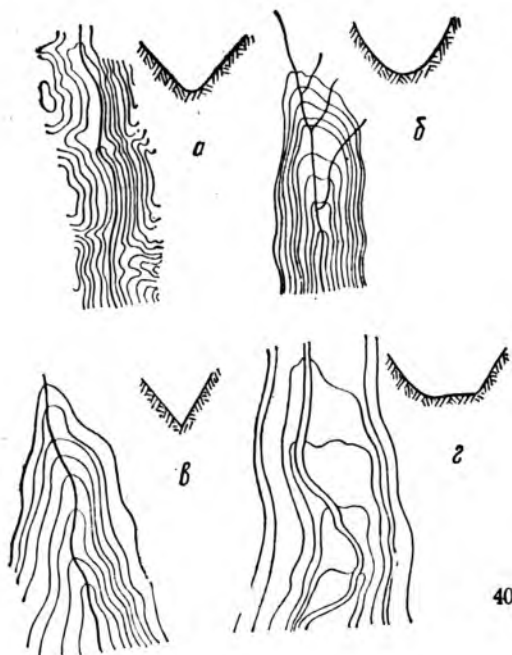
37- шакл



38- шакл



39- шакл.



40-шакл



41-шакл.

масофа d горизонталлар оралиғи, ён бағир билан горизонтал текислик орасидаги бурчак α эса қиялик бурчаги дейилади (38-шакл). Кесим баландлиги h , горизонталлар оралиғи d ҳамда қиялик бурчаги α бир-бирига боғлиқ бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

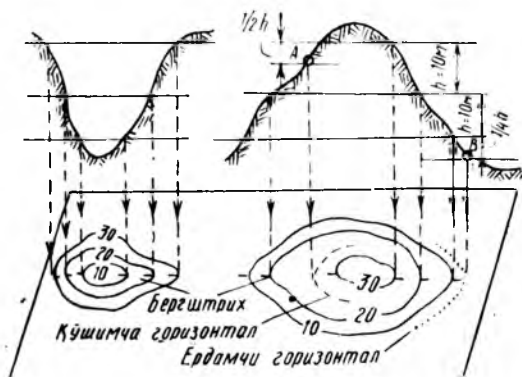
$$h = d \operatorname{tg} \alpha;$$

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}.$$

Демак, ён бағир қанча тик бўлса—горизонталлар шунча зич, ён бағир қанча ётиқ бўлса—горизонталлар шунча сийрак жойлашади. 39-шаклда текис (а), ботиқ (б), қавариқ (в) ва террасали (г) ён бағирлар, 40-шаклда V симон, корита ва яшиксимон водийлар, 41-шаклда рельефнинг баъзи бир шакллари-нинг горизонталлар билан тасвирланиши кўрсатилган.

Топографик карталарда ён бағирнинг нишаби горизонталларга қисқа чизиқлар (бергштрихлар) чизиб кўрсатилади (42-шакл). Бергштрихнинг эркин учи қайси томонга йўналган бўлса, ён бағирнинг нишаби шу томонга қараган бўлади. Картада тасвирланган жойнинг нишаби қайси томонга қараганлигини айрим горизонталларга ёзилган рақамлардан билиш ҳам мумкин; рақамларнинг остки томони нишабнинг йўналишини билдиради.

Маълум масштаби топографик карта учун қабул қилинган кесим баландлигига мувофиқ чизилган горизонталлар *асосий горизонтал* дейилади. Топографик карта ва планларда асосий горизонталлар узлуксиз эгри чизиқлар кўринишида чизилади. Асосий горизонталларнинг кесим баландлиги картанинг остки томонида рамкадан ташқарига ёзилади (масалан, 36-шаклда асосий горизонталлар 5 м оралиғи билан ўтказилган деб



42-шакл.

ёзилган). Рельефни ўқиш осон бўлиши учун ҳар бешинчи горизонтал йўғон қилиб чизилади. Масалан, каргада горизонталларнинг кесим баландлиги 5 м бўлса, 0 горизонталдан бошлаб 25, 50, 75, 100 ва ҳ. к. горизонталлар йўғон бўлади. Кесим баландлиги 2,5 м бўлганда эса ҳар ўнинчи горизонтал йўғон қилиб чизилади. Тоғли районларда иккита йўғон горизонтал орасига қолган горизонталларни чизиб бўлмаса, уларнинг баъзилари тушириб қолдирилади; акс ҳолда горизонталлар бири-бирига қўшилиб кетади. Айрим жойларнинг рельефини асосий горизонталлар билан тўла кўрсатиб бўлмаган ҳолларда кесим баландлигининг ярмига тенг бўлган горизонталлар чизилади. Улар *қушимча горизонталлар* дейилади (42-шакл). Ярим горизонталлар картада узук, яъни пунктир чизиқлар билан берилади. Баъзан кесим баландлигининг тўртдан бирига тенг бўлган ва ёрдамчи горизонтал деб аталадиган горизонтал чизилиши ҳам мумкин. У ҳам пунктир чизиқ билан кўрсатилади, лекин унинг ҳар бир узук чизиги қушимча горизонталникидан қисқароқ бўлади.

Топографик карталарда нуқталарнинг абсолют баландлигини аниқлашни осонлаштириш мақсадида, айрим горизонталлар ва характерли нуқталарнинг отеткалари ёзиб қўйилади. *Отетка* нуқтанинг абсолют баландлигини ифодаловчи рақамлардан иборат. СССРда Балтика денгизи сатҳи бошланғич юза деб қабул қилинганлиги сабабли, топографик карталардаги айрим горизонталлар ва нуқталарнинг отеткалари шу горизонтал ва нуқтанинг Балтика денгизи сатҳидан ҳисобланган баландлигини кўрсатади.

Жуда тик ён бағирли рельеф шакллари (жар, қоя, жилға, ўпирилма, сурилма ва бошқалар), жуда кичик табиий рельеф шакллари (ғор, харсанг, қўром, карст воронкалари ва бошқалар), баланд тоғли районларда муз жари, муз ёриқлари, қазилма музлик ва ҳоказолар ҳамда инсон фаолияти натижасида вужудга келган кичик сунъий рельеф шакллари (кўтарма, ўйилма, дамба ва бошқалар) картада горизонталлар билан кўрсатилганда горизонталлар бир-бирига қўшилиб кетади ёки уларни горизонталлар билан умуман кўрсатиб бўлмайди. Шундай шаклларни карталарда тасвирлаш учун махсус шаргли белгилар қабул қилинган. Бу шартли белгилар билан тасвирлашда табиий рельеф шакллари жигар рангда, сунъий рельеф шакллари эса қора рангда кўрсатилади, белги ёнига эса рельеф шаклининг нисбий баландлиги ёки чуқурлиги ёзиб қўйилади. Бу шаргли белгилар горизонталлар билан кўрсатилган рельеф шаклларини тўлдириш билан бирга, жойнинг ўзига хос хусусиятини яққол ифодалайди. Масалан, топографик картада жар ва жилғаларнинг махсус шартли белгилар билан тасвирланиши жойнинг қанчалик ўйилганлигини кўрсатади ва унинг қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва бошқа ишлар учун яроқли ёки яроқсиз эканлигини аниқлаш имконини беради.

37-§. Топографик карталардан гидрография объектларини ўрганиш

Гидрография объектларидан транспорт воситалари, саноат, қишлоқ хўжалиги ва аҳолини сув ҳамда электр энергия билан таъминлаш манбаи сифатида фойдаланилади. Территориянинг рельефи кўпинча унинг гидрографиясига боғлиқ. Аҳоли яшайдиган пунктлар, йўллар ва бошқа инженерлик иншоотлари лойиҳасини тузишда гидрография эътиборга олинади. Бу эса топографик карталарда гидрография объектларининг тўлиқ ва мукамал тасвирланишини тақозо этади.

Топографик картани ўрганиш натижасида шу картада тасвирланган денгиз, кўл ва сув омборларининг қирғоқлари, дарё, сой ва каналлар, булоқ, қудуқ ва бошқа гидрография объектлари, улар билан боғлиқ бўлган транспорт ҳақида, мелиорация, суғориш ва аҳолини сув билан таъминлаш мақсадида қурилган турли гидротехник иншоотлар ҳақида тўлиқ маълумотлар олиш мумкин.

Топографик карталарда денгизлар қирғоқ чизиқлари бўйича тасвирланиб, бу чизиқлар денгизнинг энг баланд сатҳини ифодалайди. Очиқ (океанга туташадиган) денгизлар (Қора денгиз бундан мустасно) қирғоқ чизиқларининг отметкалари нолга тенг деб қабул қилинганлиги сабабли уларнинг отметкаси картада ёзилмайди. Қора денгиз қирғоқ чизиғининг отметкаси 0,4 м га тенг бўлганлигидан картага ёзилади. Денгиз қирғоқ чизиқлари ёнидаги шартли белгилардан қирғоқларнинг жарли, пляжли ёки пляжсиз, қумлоқ ёки тошлоқ эканлигини билиб бўлади. Денгиз қирғоқ чизиғи бўйлаб чизилган кўк полоса денгиз сатҳининг кўтарилиб-пасайиб туришини, унинг ёнидаги рақам эса денгиз сатҳининг ўртача пасайиш даражасини (м ҳисобида) билдиради. Бу полосанинг кўрсатилиши картанинг масштабига боғлиқ. Масалан, 1:10 000 масштабли картада эни 5 мм дан катта бўлган полоса, 1:25 000 ва 1:100 000 масштабли карталарда эса эни 2 мм дан катта бўлган полосаларгина кўрсатилади. Полоса ичига қўйилган шартли белгилар полосанинг ости қумли, шағалли ва тошли эканлигини билдиради.

Картанинг масштабига 1 мм² дан катта жойни эгаллайдиган кўл ва сунъий сув ҳавзаларининг ҳаммаси йирик масштабли карталарда кўрсатилади. Майда масштабли, масалан 1:100 000 масштабли топографик картада майдони 1 гектардан кичик бўлган кўл ва сунъий сув ҳавзалари кўрсатилмаслиги мумкин. Лекин баъзи территорияларнинг ландшафт хусусиятларини ифодалаш мақсадида, карта масштабига 1 мм² дан кичик жойни эгаллайдиган кўллар ҳақиқий майдонига нисбатан катгароқ қилиб, масштабсиз шартли белги билан тасвирланади. Саноат аҳамиятига эга бўлган ёки шифобахш кўллар, дарё бошланган ёки ориентир аҳамиятига эга бўлган, шунингдек чўл

районлардаги чучук сувли кўллarning барчаси, карта масштабида 1 мм² дан кичик жойни эгалласа ҳам масштабсиз шаргли белги билан кўрсатилади.

Кўлнинг қирғоқ чизиги тасвиридан қирғоқнинг шаклини, типи ва рельефини, кўл сатҳи ўзгармаслигини ёки унинг қуриб қоладиган кўл эканлигини ва бошқа хусусиятларини билиб олиш мумкин. Туташ чизик кўл қирғоқ чизигининг доимийлиги (сув сатҳи ўзгармаслиги) ни, пунктир чизик эса бунинг қуриб қоладиган кўл эканлигини билдиради. Кўл контури ёки шартли белгиси ёнидаги қисқартилган ёзувлар кўлдаги сувнинг сифатини билдиради. Масалан, „сол“ („шўр сувли“), „г-сол“ („тахир-шўр сувли“) ва ҳоказо. Қуриб бораётган ёки ботқоқликка айланган кўллarnи, қамиш ва қўға ўсиб турган кўллarnи, кўлнинг шўрхок ва майсазорга айланган қисmlарини ҳам маҳсус шартли белгилардан билиб олиш мумкин.

Топографик карталардаги дарёлар тасвиридан уларнинг узунлиги, кенглиги, чуқурлиги, эгри-бугрилиги, сувининг оқиш тезлиги, кема қатновига яроқли ёки яроқсиз эканлиги ва бошқа хусусиятларни билиб бўлади. Дарёларнинг тасвирланиши карта масштабига боғлиқ. Масалан, 1:25 000 ва ундан йирик масштабли карталарда барча дарё ва сойлар кўрсатилади; 1:50 000 ва 1:100 000 масштабли топографик карталарда эса тоғли районлардаги узунлиги карта масштабида 1 см дан кам бўлган сойлар кўрсатилмаслиги мумкин.

Топографик карталарда дарё ёки сойлар картанинг масштабига қараб бир ёки қўш чизик билан тасвирланиши мумкин (8-жадвал).

8-жадвал

Картада дарёлар тасвирининг масштабга қараб ўзгариши

Дарёларнинг тасвири	Дарёларнинг кенглиги, м					
	1:20 000	1:50 000	1:100 000	1:250 000	1:500 000	1:1 000 000
Бир чизик билан	1,25 дан кам	2,5 дан кам	3 дан кам	5 дан кам	5 дан кам	10 дан кам
Оралиғи 0,3 мм бўлган қўш чизик билан	—	—	3—5	5—10	5—20	10—50
Карта масштабида ҳақиқий кенглиги сақланган ҳолда, қўш чизик билан	1,25 дан ортиқ	2,5 дан ортиқ	5 дан ортиқ	10 дан ортиқ	20 дан ортиқ	50 дан ортиқ

Дарё ва сойларни бир чизик билан тасвирлашда дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига томон чизик йўғонлаша боради. Карта масштабида қўш чизик билан кўрсатилган дарё ва сойларнинг кенглигини картада ўлчаб аниқлаш мумкин. Кенглиги 3 м дан ортиқ бўлган дарё ва сойларнинг кенглиги ва

чуқурлиги кечувларга ҳамда аҳоли яшайдиган пунктлар яқинига ва бошқа зарур жойларга ёзиб қўйилади. Қўш чизиқ билан тасвирланган дарё ёки сойларнинг оқим тезлиги (*м/сек*) оқим йўналишини тасвирловчи стрелка ёнига ёзилади.

Топографик карталарда дарёлар номининг бош ҳарфлар билан, масалан, КУРА ёзилиши—унда кема қатнай олишини, биринчи ҳарфи бош ҳарф билан ва қолганлари кичик ҳарфлар билан (масалан, Қорасув) ёзилиши кема қатнай олмаслигини билдиради. Доимо оқиб турадиган дарё ёки сойлар туташ чизиқлар билан, суви қуриб қоладиганлари узук кўк чизиқлар билан, ер остига сийиб, яна ер бетига оқиб чиқадиганлари қатор кўк нуқталар билан тасвирланади. Картадаги жигар ранг пунктир чизиқлар дарё ёки сойнинг қуруқ ўзанини ифодалайди. Дарё ўзанига қўйилган шартли белги ва қисқартилган ёзув, ўзанининг характерини, масалан, „вдп“—(шаршара), „пор“—(остона) ва бошқаларни билдиради.

Дарё ёки сойларнинг бир-бирига қўшилиш жойларида, аҳоли яшайдиган пункт ёки гидротехник иншоотлар яқинида ва бошқа шу каби жойларда кўк доирача ёнига ёзилган рақамлар дарё ёки сойнинг шу жойидаги сув сатҳининг отметкаси бўлади.

Топографик карталарда кечувлар қисқартирилиб „бр“ (брод) деб ёзилади, уларнинг чуқурлиги касрнинг суратида ва дарё тубидаги грунтнинг тури касрнинг махражида кўрсатилади. Масалан, кечув ёнига бр, $\frac{0,6}{T}$ деб ёзилган бўлса, бу кечувнинг чуқурлиги 0,6 м, туби эса қаттиқ (Т—твердый) эканлигини билдиради.

Топографик карталарда кўприклар темир, ёғоч, темир-бетон кўприкларга ҳамда кема ва соллар устига қурилган кўприкларга ажратиб, махсус шартли белгилар билан тасвирланади. Шартли белги ёнидаги рақамлар, масалан, $\frac{32-6}{15}$, кўприкнинг узунлиги (32 м), кенглиги (6 м) ҳамда неча тонна (15 тонна) юк кўтара олишини кўрсагади. Паромни ифодаловчи шартли белги ёнидаги рақам ҳам унинг неча тонна юк кўтара олишини билдиради.

Кенглиги 3 м дан ошмайдиган канал, ариқ ва сойлар топографик карталарда бир чизиқ билан, 3 м дан кенглари эса қўш чизиқ билан тасвирланади. Қурилаётган каналлар махсус шартли белгилар билан ажратиб кўрсатилади. Дарёлар каби, каналлар ҳам кема қатнай оладиган ёки қатнай олмайдиган каналларга бўлиб тасвирланади. Магистрал суғориш каналларининг кенглиги 3 м гача бўлганда—ингичка чизиқ билан, 3 м дан 10 м гача бўлганда—йўғонроқ чизиқ билан, 10 м дан катта бўлганда қўш чизиқ билан кўрсатилади. Иккинчи даражали суғориш каналлари йирик масштабли карталарда албатта кўрсатилади, майда масштабли карталарда эса фақат танлаб ва

умумлаштириб кўрсатилади. Зовурларнинг кўрсатилиши ҳам картанинг масштабига боғлиқ: карта масштабидаги узунлиги 1 см дан зиёд бўлган зовурлар барча топографик карталарда кўрсатилади; 1 см дан кичик бўлганлари эса жуда чуқур ва ориентир аҳамиятига эга бўлсагина кўрсатилади.

Аҳоли яшайдиган пунктдан ташқаридаги йирик водопровод тармоқлари ва уларга оид иншоотлар: акведук, сув чиқариш станцияси ва бошқалар ҳам топографик карталарда кўрсатилади. Йирик масштабли топографик карталарда ҳатто сув ўтказилган тарновлар, фонтанлар ва водопровод колонкалари ҳам берилади. Қудуқ ва булоқларнинг картада кўрсатилиши уларнинг ўрнига ва умуман территориянинг характериغا боғлиқ. Чўл районларидаги қудуқлар, сунъий ва табиий сув манбалари (сув омборлари, ҳовузлар, сардобалар, булоқлар ва бошқалар) топографик карталарда батафсил кўрсатилади. Сув билан таъминланган районларнинг 1 : 10 000 ва ундан йирикроқ масштабли карталарда аҳоли яшайдиган пунктлардан ташқаридаги қудуқ ва булоқларнинг барчаси, 1 : 25 000 масштабли карталарда—энг асосийлари, 1 : 50 000 ва 1 : 100 000 масштабли карталарда эса фақат ориентир аҳамиятига эга бўлганлари кўрсатилади. Қудуқ кўк рангдаги доирача билан тасвирланиб, доирача ёнига оддий қудуқ бўлса—К ҳарфи, артезиан қудуғи бўлса—арт. қ. деб ёзилади. Чиғириқ ва шамол кучи билан сув чиқарадиган қудуқлар барча масштабдаги топографик карталарда махсус шартли белгилар билан кўрсатилади. Асосий қудуқлар иккинчи даражали қудуқлардан К ҳарфининг каттароқ қилиб ёзилиши билан фарқ қилади. Қудуқнинг шартли белгиси ёнидаги рақам ва қисқартилган ёзув, масалан, $\frac{254,3}{14}$ („сол.“—146 л/ч), қудуқнинг отметкасини (254,3 м), чуқурлигини (14 м), сувнинг тамини („сол.“—шўр) ҳамда бир соатда қудуққа тўпланадиган сув миқдорини (146 л/соат) билдиради.

38-§. Топографик карталардан ўсимлик ва тупроқ-грунт қопламини ўрганиш

Топографик карталардан мамлакатимиз халқ хўжалигининг турли тармоқларида, айниқса, қишлоқ хўжалиги ва ўрмон хўжалигида фойдаланилиши уларда жойнинг ўсимлик ва тупроқ-грунт қопламини мукамал тасвирлашни талаб қилади.

Топографик карталарни ўрганиш натижасида ўрмон, дарахтзор, бутазор, ўтлоқ ва ҳоказолар ҳақидаги маълумотларни биллиб оламиз.

Ўсимлик ва тупроқ-грунт қопламининг топографик карталарда кўрсатилиши картанинг масштабига ва уларнинг майдонига ҳамда аҳамиятига боғлиқ. Карта масштабида эгаллайди-

ган жойи (майдони) 4 м² дан катта бўлган ўсимлик ва тупроқ-грунт қоплами карта масштабида кўрсатилади. Лекин ориентир аҳамиятидаги якка дарахтлар, ўрмон ичидаги экинзор ва шу қабилар, гарчи майдони картада 4 м² дан кичик бўлса ҳам, масштабсиз шартли белги билан тасвирланади. Ўсимликлар эгаллаган майдоннинг чегараси нуқталар билан кўрсатилади. Бирор шундай майдоннинг чегарасида дарё, сой, канал, йўл, зовур, ариқ каби узунасига чўзилиб кетган тафсилотлар бўлган тақдирда шу тафсилотларни ифодаловчи шартли белгилар майдоннинг чегараси бўлиб хизмат қилади. Дарахтларининг ўртача баландлиги 4 м дан катта бўлган дарахтзорларнинг контурлари ўрмон шартли белгиси билан кўрсатилади. Бошқа тафсилотлардан ажралиб туриши учун ўрмоннинг контурлари яшил рангга бўялади.

Ўрмондаги дарахтларнинг 80% дан кўпроғини игна баргли дарахтлар ташкил этса—ўрмон контури ичига игна баргли ўрмон шартли белгиси, 80% дан кўпроғини япроқли дарахтлар ташкил этса—япроқли дарахтлар ўрмонининг шаргли белгиси, игна баргли ва япроқли дарахтлар аралаш ўсаётган бўлса—аралаш ўрмон шартли белгиси қўйилади. Ўрмондаги дарахтларнинг 80% дан кўпроғи фақат бир турдаги дарахтдан иборат бўлганда ўрмоннинг турини кўрсатувчи шартли белги ёнига шу дарахтнинг номи ёзиб қўйилади. Масалан, шартли белги ёнига сосна (қарағай) деб ёзилиши бу ўрмонда қарағай 80% дан кўпроқ эканлигини билдиради. Шартли белги ёнидаги рақамлар шу ўрмонда энг катта процентни ташкил этган дарахтларнинг ўртача баландлигини (касрнинг суратида), йўғонлигини (махражица) ҳамда бир-биридан қанча узоқда жойлашганлигини (каср ёнида) билдиради. Кесилган, ўт тушган, сийрак ва шамол синдирган дарахтзор, дарахтларининг бўйи 4 м дан ошмайдиган ўрмонлар бошқа ўрмонлардан махсус шаргли белгилар билан ажратиб кўрсатилади. Топографик карталарда ўрмон ичидан ўтган йўллар ва кесилган дарахтлар ташиб чиқиладиган йўллар ҳамда ўрмон кварталлари ҳам кўрсатилади. Кесилган дарахтлар ташиб чиқиладиган йўлларга қўйилган рақамлар йўлнинг кенглигини, ўрмон кварталлари ичидаги рақамлар эса кварталларнинг номерини билдиради.

Бутазор ҳам ўрмон каби игна баргли, япроқли ва аралаш дарахтлар ўсиб турган бутазорга ажратиб тасвирланади. Унинг шартли белгиси ёнига буталарнинг ўртача баландлиги ёзиб қўйилади. Чакалакзор, саксовул ўсиб турган жой, ер бағирлаб ўсадиган дарахтлар, баландлиги 2 м дан ошмайдиган паст бўйли буталар (пакана арча, дўлана, зирк, наъматак ва бошқалар) махсус шартли белгилар билан бир-биридан ажратиб кўрсатилади. Баландлиги 0,8 м гача бўлган паст бўйли буталар (қорақат, брусника, клюква, арчагул ва бошқалар) бутачалар шартли белгиси билан тасвирланади. Бўйи 0,8 м дан паст бўлган ва қурғоқчилик районларда ўсадиган ўсимликлар шuvoқ, янтоқ,

кўкпек, бурган, терескан ва бошқалар чала буталар шартли белгиси билан кўрсатилади.

Топографик карталарда ўтлоқлар ўсимлик қопламига қараб, ўтларнинг бўйи 1 м дан баланд ва 1 м дан паст ўтлоқларга ажратиб тасвирланади. Қишлоқ хўжалиги экин майдонлари, боғ-роғлар, тоқзорлар ва турли плантацияларнинг тасвирланиши картанинг масштабига ва бу тафсилотларнинг аҳамиятига боғлиқ. Масалан, шоли, чой, тамаки, пахта ҳамда бошқа шу каби экинлар 1 : 10 000 ва ундан йирик масштабли карталарда алоҳида-алоҳида шартли белгилар билан, 1 : 25 000 масштабли картада тушунтирувчи шартли белгилар билан кўрсатилади, майда масштабли карталарда эса кўрсатилмаслиги мумкин. Ориентирлар кам бўлган жойларда экинзорлар контури кўрсатилиб, ичига „пашня“ (экинзор) деб ёзиб қўйилади. Полизлар 1 : 25 000 ва ундан йирик масштабли топографик карталарда кул рангда кўрсатилади, майда масштабли карталарда эса умуман кўрсатилмайди. Боғ-мевазорлар карта масштабида 10 мм² дан кагтароқ жойни эгалласа, контури бўйича кўрсатилиб, контур ичига дарахт турининг шартли белгиси қўйилади, 10 мм² дан кичик жойни эгаллаган тақдирда масштабсиз шартли белги билан кўрсатилади; тоқзорлар, мевали бутазорлар карта масштабида 25 мм² дан катга жойни эгалласа — контури бўйича, 25 мм² дан кичик жойни эгалласа — масштабсиз шартли белги билан кўрсатилади.

Топографик карталарда кўрсатиладиган тупроқ-грунт қоплами қумлоқ, тошлоқ ерлар, туб жинслар ер бетига чиқиб қолган жойлар, қоялар, тош уюмлари, нураган жинслар уюми, яъни қурумлар, шунингдек тақирлар ва шўрхок ерлар, ботқоқликлар ва бошқалардан иборат. Чўллар бу ердаги қумликларнинг шаклига қараб: текис, ўйдим-чўнқир қум тепалар, тизма тепалар, гряда, бархан ва ҳоказоларга, мавжуд ўсимликлар турига қараб эса ўтлоқли, бутазорли ва саксовулли қумликларга ажратиб тасвирланади. Ботқоқликлар ўтиб бўладиган, ўтиш қийин бўлган ва ўтиб бўлмайдиган ботқоқликларга ҳамда ўсимликларининг турига қараб: ўтлоқли, қамишзорли ботқоқликларга, дарахт ва бута ўсиб турган ботқоқликларга ажратиб кўрсатилади. Ботқоқ ерлар кўк ранг горизонтал штрихлар билан, шўрхок ерлар кўк ранг вертикал штрихлар билан тасвирланади. Шўрхоклар ҳам ботқоқликлар каби, ўтиб бўладиган ва ўтиб бўлмайдиган шўрхокларга ҳамда қуруқ ва ботқоқли шўрхокларга ажратилади.

Муайян турдаги ўсимлик ёки тупроқ-грунт контури ичида бошқа тур ўсимлик ёки тупроқ-грунт бўлган ҳолларда иккала тафсилотнинг ҳам шартли белгиси қўйилади. Масалан, кесилган ўрмон ўрнида буталар ўсган бўлса, картада кесилган ўрмоннинг ҳам, бутанинг ҳам шартли белгиси берилади.

39-§. Топографик карталардан аҳоли яшайдиган пунктлар ҳамда саноат, қишлоқ хўжалиги ва социал-маданий хизмат кўрсатиш объектларини ўрганиш

Аҳоли яшайдиган пунктларнинг кўпчилиги маъмурий, иқтисодий ва маданий марказ, темир йўл, шоссе ва бошқа йўлларнинг бирлашган пунктлари, денгиз ва дарё портлари бўлиб ҳисобланади. Умуман, мамлакатимиз халқ хўжалигида ва муҳофаазида аҳоли яшайдиган пунктларнинг аҳамияти жуда катта бўлиб, улар топографик карталарда аниқ, мукамал ҳамда яққол тасвирланади.

Аҳоли яшайдиган пунктлар топографик карталарда сиёсий-маъмурий жиҳатдан фарқ қилиниб, Совет Иттифоқи пойтахти, иттифоқдош ва автоном республикалар пойтахтлари, ўлка, область, автоном область, миллий округ ҳамда район ва қишлоқ совети марказларига бўлиб кўрсатилали. Улар типич жиҳатидан шаҳарларга, шаҳар типидagi посёлкаларга ҳамда қишлоқ типидagi пунктларга бўлинади. Топографик карталарда шаҳарларнинг номи—бир хил катталиқдаги босма бош ҳарфлар билан, шаҳар типидagi посёлкалар ва дачаларнинг номлари—курсив (қия) бош ҳарфлар билан, қишлоқларнинг номи—кичик ҳарфлар (фақат бош ҳарфи катта) билан ёзилади. Демак, топографик карталарда аҳоли яшайдиган пунктларнинг типини номларининг ёзилишидан билиб олиш мумкин. Аҳоли яшайдиган пунктнинг номи остидagi қисқартирилган ёзувлар „РС“, „ПС“ ва „СС“ лар шу пунктда район, посёлка ва қишлоқ советлари борлигини, қишлоқ ва дача типидagi посёлкаларнинг номи остидagi рақамлар эса шу қишлоқ ва дачадagi уйлар сонини билдиради.

Аҳоли яшайдиган пункт иқтисодий, транспорт ва маданий жиҳатдан қандай аҳамиятга эга эканлигини шу пунктнинг топографик картасидagi завод, фабрика, станция, вокзал, мактаб, касалхоналарни, транспорт ва саноат корхоналарини белгиларга қараб билиш мумкин. Маъмурий, саноат хўжалик, маданий-оқартув муассасалари ва идоралари жойлашган бинолар, бошқа бино ва уйлар қисқартилган махсус ёзувлар билан ажратиб кўрсатилган бўлади.

Аҳоли яшайдиган пунктларнинг структураси, планлаштирилиши ҳамда кварталларнинг жойланиши ва шакли картада кўрсатилган кўчаларга қараб аниқланади.

Аҳоли яшайдиган пунктлардаги кўча ва майдонлар, канал, кўл, ҳовузлар, парклар ва бинолар ҳамда бошқа шу каби объектларнинг тасвирланиши картанинг масштабига боғлиқ. Масалан, 1 : 2000 ва 1 : 5000 масштабдаги топографик планларда бино ва иншоотлар, биноларнинг неча қаватдан иборатлиги, уйларнинг номери, деворларнинг қандай материалдан қурилганлиги, биноларнинг баландлиги 1 м дан зиёд бўлган архитектура безаклари ва бошқалар тўлиқ тасвирланади. 1 : 10 000 масштаб-

ли топографик картада ҳар бир уй, бино, кўча, боши берк кўча, майдон, парк ва бошқалар кўрсатилгани ҳолда 1 : 25 000 ва 1 : 50 000 масштабли карталарда бир неча уй кўчалар билан чегараланган квартал тарзида тасвирланади. 1 : 100 000 масштабли топографик картада шаҳарнинг тасвири асосий кварталлар тасвиридан иборат бўлади, иккинчи даражали квартал ва кўчалар умумлаштириб берилади. Аҳоли яшайдиган пунктлардаги кварталлар биноларнинг қандай материалдан қурилганлигига қараб турли рангга бўяб кўрсатилади. Масалан, 1 : 25 000 ва 1 : 50 000 масштабли карталарда ўтга чидамли материал (тош, бетон, пишиқ ғишт, темир-бетон) дан қурилган бинолар жойлашган кварталлар тўқ сариқ рангда, ўтга чидамсиз материал (ёғоч, тахта, хом ғишт) дан қурилган бинолар жойлашган кварталлар эса сариқ рангда тасвирланади. 1 : 100 000 масштабли карталарда ёнғинга чидамли кварталлар катак-катак чизиқлар билан, ёнғинга чидамсиз кварталлар эса бир томонга йўналган чизиқлар билан тасвирланади. Кварталлар ва маҳаллалар контури ичидаги кичкина қора тўртбурчаклар муҳим аҳамиятга эга бўлган биноларни билдиради.

Аҳоли яшайдиган пунктдан ташқаридаги ориентир аҳамиятига эга бўлган бино, уй, хароба ва бошқаларни, архитектура аҳамиятига эга бўлган бино ва турли иншоолар: ҳайкал, черков, мачит ва бошқа шу каби объектларни ҳам топографик карталардаги махсус шартли белги ва ёзувлардан билиб олиш мумкин.

Йирик масштабли топографик карталарда турли материалдан ишланган девор ва тўсиқлар, масалан, тошдан, пишиқ ғишдан қурилган деворлар, пахса девор, ёғоч девор, четан, темир тўсиқлар ва тиканли сим тўсиқлар махсус шартли белгилар ёрдамида бир-биридан ажратиб тасвирланади, майда масштабли карталарда эса уларнинг энг муҳимларигина берилди.

Топографик карталарда саноат объектлари: завод, фабрика, электр станция, кон, шахта, электр узатиш линиялари, гидроэлектр станциялар, иссиқлик электр станциялари, турли тегирмонлар, нефть ва газ қувурлари, вишкалари ва бошқалар махсус шартли белгилар билан тасвирланади, уларнинг ишлаб чиқариш тури қисқартирилган ёзув билан кўрсатилади. Масалан, заводнинг шартли белгиси ёнига ёзилган „маш“ сўзи заводнинг машинасозлик заводи эканлигини, фабрика шартли белгиси ёнидаги „меб“ сўзи фабриканинг мебель ишлаб чиқаришини билдиради.

Топографик карталардан алоқа воситалари: телефон, телеграф линиялари, телефон станцияси, телеграф ва радиогелеграф идора ва бўлимлари тўғрисида ҳам бирмунча тўлиқ маълумотлар олиш мумкин. Темир йўл, автострада бўйлаб жойлашган ва аҳоли яшайдиган пунктлар ичидаги алоқа воситалари топографик карталарда кўрсатилмайди. 1 : 2000 ва 1 : 5000 масш-

табли топографик планларда аҳоли яшайдиган пунктлардан ташқаридаги ҳамда иморатлар бўлмаган очик жойлардаги телефон, телеграф линиялари кўрсатилади, топографик карталарда эса аҳоли яшайдиган пунктлардан ташқаридаги алоқа воситалари ва бўлимлари ҳам кўрсатилиши мумкин. Худди шу каби, аҳоли яшайдиган пунктлардан ташқаридаги алоқа бўлимларининг шартли белгиси ёнига „телеграф“, „телефон“, „почта“, „радио“ деб ёзиб қўйилади, қишлоқлардаги алоқа бўлимлари эса қишлоқнинг номи остига махсус шартли белги қўйиш йўли билан кўрсатилади.

Топографик карталарда тасвирланадиган мактаб, клуб, театр, кинотеатр, маданият уйи, касалхона, амбулатория, санаторий, дам олиш уйи, стадион, музей, институт, техникум ва бошқалар социал-маданий хизмат кўрсатиш объектларига киради. Улардан баъзилари махсус шартли белгилар билан кўрсатилса, баъзиларининг шартли белгиси ёнида қисқартирилган ёзувлар (масалан, „шк“—мактаб, „кл“—клуб, „техн“—техникум, „стад“—стадион ва бошқалар) бўлади. Юқорида айтилган объектлар 1 : 25 000 ва ундан йирик масштабли карталарда тўлиқ тасвирланади, 1 : 50 000 ва 1 : 100 000 масштабли карталарда эса муҳим аҳамиятга эга бўлганлари ҳамда ориентир вазифасини ўтайдиганларигина кўрсатилади.

Қишлоқ хўжалиги экинзорлари, РТС, МТМ колхоз ва совхозлардаги хўжалик бинолари, ўрмон хўжалиги идоралари, балиқчилик корхоналари, асарихоналар ва бошқалар топографик карталарда кўрсатиладиган қишлоқ хўжалик объектлари ҳисобланиб, турли шартли белгилар ва қисқартирилган ёзувлар билан тасвирланади.

40-§. Топографик карталардан йўлларни ўрганиш

Халқ хўжалиги ва мамлакатимиз мудофааси нуқтан назардан йўллар жуда катта аҳамиятга эга бўлганлигидан, улар топографик карталарда тўлиқ тасвирланади.

Темир йўллар топографик карталарда кенг изли ва тор изли, электрлаштирилган, вагонларни паровоз ёки дизель тортадиган йўлларга, шунингдек янги қурилаётган ва бузилиб кетган йўлларга ажратиб кўрсатилади. Темир йўлларнинг шартли белгисига чизилган перпендикуляр чизиқчалар уларнинг неча изли эканлигини билдиради. Темир йўлдаги станция, разъезд, депо ва йўл постлари, казарма, будка ва бошқалар қисқартирилган ёзувлар билан кўрсатилади (масалан, Б—будка, қаз—казарма, пл—платформа ва бошқалар), темир йўл станцияси ва разъездларнинг номи тўлиқ ёзилади. Йирик масштабли топографик карталарда темир йўлдаги кўтарма ва ўйилмаларнинг барчаси тасвирланади: 1 : 25 000 ва 1 : 50 000 масштабли карталарда баландлиги ёки чуқурлиги 1 м ва ундан ортиқ бўлган кўтарма ва ўйилмалар, 1 : 100 000 масштабли картада эса ба-

ландлиги ва чуқурлиги 2 м ва бундан ортиқ бўлган кўтарма ва ўйилмалар кўрсатилади, шартли белгиси ёнига уларнинг нисбий баландлиги, чуқурлиги ёзилади. Темир йўл ёқасида жойлашган сув билан таъминлаш миноралари, ориентир аҳамиятига эга бўлган семафор ва светофорлар, барча кўприклар, темир йўл остидан ўтказилган сув қувурлари картада махсус шартли белгилар ёрдамида тўлиқ кўрсатилади. Темир йўл туннелининг шартли белгиси ёнига „тун“ деб ёзилади, касрнинг суратида туннелнинг баландлиги ва кенглиги, махражида узунлиги (м ҳисобида) берилади.

Автомобиль ҳамда от-арава қатнайдиган йўллар топографик карталарда йўлнинг тўшамасига ва аҳамиятига қараб қуйидагиларга бўлиб кўрсатилади: автострадалар; яхшиланган шоссе; шоссе; текисланган тупроқ йўл; тупроқ йўл; дала ва ўрмон йўллари; карвон йўллари; қишки йўллар; сўқмоқ йўллар.

Автострада деганда, асфальт-бетон ёки цемент-бетон ётқизилган, 14 м дан кенг катта йўл тушунилади; улар топографик карталарда тўртта параллел чизиқ (иккитаси ингичка ва иккитаси йўғонроқ) билан кўрсатилади. Параллел чизиқлар ичига тенг оралиқда нуқталар қўйилади; йўғон чизиқлар ораси тўқ сариқ рангга бўялади.

Шоссе—асфальт, бетон, ғўлатош ва шағал ётқизилган йўллардир. Асфальт ёки бетон ётқизилган 6 м дан кенг йўл—яхшиланган шоссе, ғўлатош, шағал ва бошқа тўшама ётқизилгани эса шоссе дейилади. Шоссе топографик картада қўш чизиқ билан кўрсатилади, тўқ сариқ рангга бўялади. Яхшиланган шоссени кўрсатиш учун қўш чизиқ орасига нуқталар қўйилади. Шоссе шартли белгисидаги қўш чизиқ орасига йўлнинг умумий кенглиги, қавс ичига эса қатнов қисмининг эни ҳамда тўшамаси номининг бош ҳарфи ёзиб қўйилади. Масалан, қўш чизиқ ичига 8/10 А ёзилган бўлса, бундаги 8 рақами—йўлнинг автотранспорт қатнайдиган қисмининг кенглигини, 10 рақами—йўлнинг умумий кенглигини, А ҳарфи эса йўл тўшамасининг асфальт эканлигини билдиради. А ҳарфи ўрнига Б ҳарфи ёзилиши чағиртошни, Ц—цемент-бетонни, Шл—шлакни, Г—шағални англатади ва ҳ. к.

Текисланган тупроқ йўллар ҳам топографик карталарда қўш чизиқ билан кўрсатилади, бироқ бунда чизиқлар ораси сариқ рангга бўялади, баъзи жойларига йўлнинг умумий кенглиги ёзиб қўйилади. Тупроқ йўл битта қора чизиқ билан тасвирланади. Дала ва ўрмон йўллари вақтинчалик тупроқ йўллардан иборат бўлиб, уларда фақат дала ишлари вақтида ёки ўрмондан ёғоч ташиш вақтидагина автотранспорт қатнайди. Дала ва ўрмон йўллари картада пунктир чизиқчалар билан кўрсатилади. Сўқмоқ йўллар ҳам картада пунктир чизиқлар билан берилади, лекин улардаги ҳар бўлак чизиқлар дала ва ўрмон йўллари шартли белгисидаги чизиқ бўлакларидан қисқароқ бўлади.

Чул районлардаги карвон йўллари, шимолий районлардаги қишда фойдаланиладиган йўллар ҳам топографик карталарда махсус шартли белгилар билан кўрсатилади. Йўлнинг бузилган жойлари, қурилаётган янги йўллар, ботқоқликдаги тахта, шох-шабба ёки хода ётқизилган жойлар ҳам махсус шартли белги билан кўрсатилади. Шоссе ва яхшиланган тупроқ йўлларининг транспорт қатнаши қийин бўлган қисмлари ва тик нишаб жойлари махсус ажратиб кўрсатилади. Аҳоли сийрак жойлашган ерлардаги ва йил давомида фойдаланиб бўлмайдиган иккинчи даражали йўллар ҳамда доволарнинг фойдаланиш мумкин бўлган вақти картада ёзиб қўйилади.

Топографик карталардан фақат йўллар ҳақидагина эмас, балки йўллар билан боғлиқ бўлган объектлар, масалан, кечув, кўприк, паромлар ва автотранспортни ёнилғи билан таъминлаш пунктлари, шунингдек километр ва йўл кўрсаткичлари, йўлни кесиб ўтган қувурлар ва бошқалар ҳақида ҳам тўлиқ маълумотлар олиш мумкин.

Темир йўллар, автострадалар, шосселар ва текисланган тупроқ йўллар, қандай жойда жойлашганлигидан қатъи назар, барча топографик карталарда кўрсатилади. Лекин иккинчи даражали йўллар масалан, дала ва ўрмон йўллари ҳамда сўқмоқларнинг тасвирланиши карта масштабига ва территориянинг характерига боғлиқ. 1 : 10 000 масштабли топографик карталарда барча темир йўллар, шоссе ва тупроқ йўллар билан бир қаторда, доимий қатналадиган дала ва ўрмон йўллари ҳамда асосий сўқмоқлар ҳам берилади, лекин иккинчи даражали аҳамиятга эга бўлган сўқмоқлар кўрсатилмаслиги мумкин. 1 : 25 000 масштабли картада иккинчи даражали аҳамиятга эга бўлган сўқмоқ йўлларгина эмас, балки баъзи дала йўллари ҳам кўрсатилмайди. 1 : 50 000 ва 1 : 100 000 масштабли топографик карталарда муҳим аҳамиятга эга бўлган дала ва ўрмон йўлларигина кўрсатилади. Йўллар зич жойлашган районлардаги шоссе билан ёнма-ён жойлашган тупроқ йўллар картада кўрсатилмаслиги мумкин. Шунинг учун йўлларнинг қандай мақсадда ўрганилишига қараб тегишли масштабдаги топографик карталарни танлаш керак.

41-§. Топографик карталардан чегараларни ўрганиш

Топографик карталарда чегараларни аниқ тасвирлаш сиёсий ва маъмурий жиҳатдан катта аҳамиятга эга. Маъмурий чегаралар: давлат, иттифоқдош ва автоном республикалар, ўлка, область, автоном область ва ўлкага қарашли областлар ҳамда миллий округларнинг чегаралари барча масштабдаги топографик карталарда тасвирланади. 1 : 10 000 масштабли топографик карталарда маъмурий чегаралардан ташқари, шаҳарлар чегараси, 1 : 2000 ва 1 : 5000 масштабли топографик планларда районлар, баъзан қишлоқ совети, колхоз, совхозларнинг чега-

ралари, темир йўл ҳамда шосселар бўйлаб ажратилган полосаларнинг чегаралари ҳам кўрсатилади. Давлат заповедникларининг чегаралари барча топографик карталарда кўрсатилади. Чегаралар турли ўлчамдаги ва шаклдаги пунктир чизиқлар билан белгиланади. Территориянинг бирор чегарасидан дарё, канал, сой, йўл, ариқ ва бошқа шу кабилар ўтган бўлса, шу тафсилотлар чегара вазифасини ўтайди. Бу ҳолда дарё, канал, сой, йўл ва бошқаларнинг бурилган жойларигагина чегарани ифодаловчи шартли белги қўйилади. Икки чегара бир-бирига тўғри келиб қолган ҳолларда сиёсий-маъмурий жиҳатдан юқори ҳисобланган чегаранинг шартли белгиси чизилади. Масалан, республика ва область чегараси бир-бирига тўғри келиб қолган бўлса, республика чегарасининг шартли белгиси қўйилади.

42-§. Топографик карталарда геодезик таянч пунктлари ва ориентир бўла олалиган объектларни ўрганиш

Жойда ўрни аниқ белгиланган ва координаталари ҳамда абсолют баландликлари маълум нуқталар *геодезик пунктлар* дейилади. Геодезик пунктларнинг факат координаталари маълум бўлса—планли геодезик пункт, абсолют баландлиги маълум бўлса—баландлик ёки нивелирлаш пункти деб аталади. Планли геодезик пунктлар координаталарининг аниқланиш усулига қараб: тригонометрик (триангуляция), полигонометрик ва астрономик пунктларга бўлинади. Планли пунктлар жойда бетон ёки темир-бетон монолит устунчалар билан белгилашиб, устунчаларга махсус геодезик белгилар: сигнал ёки пирамида ўрнатилади. Баландлик (нивелирлаш) пунктлари эса жойда репер ёки марка деб аталадиган махсус темир қозиқлар билан белгиланади. Белгилар ёнига таянч пунктлар абсолют баландлиги (отметкалари) ёзиб қўйилади.

Геодезик пунктлар топографик карталарда жуда ҳам аниқ тасвирланади. Чунки барча масштабдаги планларни олишда ва турли геодезик ўлчаш ишларида шу пунктларга асосланилади.

Триангуляция ва полигонометрия пунктларидан ракета ва артиллерия қисмларида старт майдончаларини, кузатиш пунктларини, ўт очиш позицияларини ва бошқаларни жойга топографик геодезик жиҳатдан боғлашда фойдаланилади. Жойда ўрни осон топиладиган ва ориентир аҳамиятига эга бўлган тафсилотлар ҳам топографик карталарда аниқ ва тўлиқ тасвирланади. Ориентир аҳамиятига эга бўлган тафсилотларга қуйидагилар кирали:

а) узоқдан яхши кўринадиган йирик тафсилотлар: минора типигади баланд иморат ва иншоотлар, завод ва фабрикаларнинг трубалари, радиомачталар, ҳайкаллар, якка дарахт, харсангтош ва бошқалар;

б) ер юзидан узоқ сақланадиган ва жойда ўрни осон топиладиган контурли нуқталар, чорраҳалар ва айрилиш-

лар, контурли тафсилотларнинг яққол ажралиб турадиган бурчаклари, дарё ёки сойнинг бурилиш жойлари ва ҳоказолар.

Геодезик таянч пунктлари каби узоқдан яхши кўринадиган ва ўрни жойда узоқ сақланадиган йирик ориентирлар ҳам картага аниқ туширилади. Шунинг учун геодезик пунктлар ва йирик ориентирлар карта масштабида 0,2 мм аниқликда координаталари бўйича чизилади.

VIII б о б

ТОПОГРАФИК КАРТАДА ЎЛЧАШ ИШЛАРИ

43-§. Топографик картадаги ўлчаш ишлари тўғрисида умумий тушунча. Карта қоғозининг деформацияси

Территорияни топографик картадан фойдаланиб географик жиҳатдан ўрганишда ҳамда илмий ва амалий масалаларни ечишда картадаги географик объектларни ўлчашга тўғри келади. Картадаги турли географик объектларни ўлчашга *картометрия*, картадан фойдаланиб рельеф тўғрисида турли рақамли маълумотлар олишга *морфометрия* дейилади. Картометрик ишлар натижасида турли географик объектларнинг ўлчами, майдони, жойдаги чизиқларнинг йўналиши, нуқталар координаталари ва бошқалар аниқланади. Морфометрик ишлар натижасида эса нуқталарнинг абсолют ва нисбий баландликлари, сув ҳавзаси ва унинг майдони, жойнинг қиялик бурчаги, нишаби, ўртача баландлиги каби маълумотлар олинади. Картометрик ва морфометрик ишларнинг бажарилиш аниқлиги асосан картанинг масштабига, ишлатиладиган ўлчов асбобига ва ўлчаш методига боғлиқ; масштаб қанчалик йирик ва асбоб ҳамда метод қанчалик аниқ бўлса, картометрик ва морфометрик ишлар натижаси шунчалик аниқ бўлади. Шунинг учун карта, асбоб ва метод картометрик ва морфометрик ишларни қандай аниқликда бажариш зарурлигига қараб танланади. Ўлчаш ишларини бажарётганда, айниқса инженерлик иншоотлари лойиҳаларини тузишда картадан фойдаланаётганда карта қоғозининг деформацияси (узайиши ва қисқариши)ни эътиборга олиш шарт.

Карта (план)ни матбаада машинада босаётганда қоғози бўйига 1,6% гача узайиши ва энига 2% гача қисқариши мумкин. Бундан ташқари, вақт ўтиши билан ҳавонинг температураси ва намлиги таъсирида ҳам карта (план) қоғозининг ўлчами узгарали. Мана булар карта (план) қоғозининг деформацияланишидир.

Картометрик ишлар асосан чизиқ, майдон ва бурчакни ўлчашдан иборат бўлганлигидан, қоғоз деформацияси чизиқ, майдон ва бурчак деформацияларига бўлинади. Картометрик ишларда қоғоз деформациясини эътиборга олиш учун чизиқ деформациясини биллш кифоядир. Қоғознинг чизиқ деформа-

циясини картада координата тўри, яъни абсцисса ва ординага қийматларини аниқ ўлчаб ва уни назарий қийматлари билан таққослаб аниқлаш мумкин. Чизиқ деформацияси k коэффициент билан ифодаланиб, қуйидаги формула бўйича топилади:

$$k = \frac{l_0 - l}{l_0}, \quad (\text{VIII}-1)$$

бу ерда l_0 —карта (план)даги бирор чизиқ (километр тўри)нинг назарий узунлиги,

l — шу чизиқнинг карта (план) да ўлчаб аниқланган узунлиги.

Картанинг турли қисмлари турлича ўзгаради. Амалий ишларда картанинг турли қисмларидаги ўзгариш (деформация) аниқланиб, уларнинг ўртачасидан фойдаланилади.

Картадаги масофани ўлчашда чизиқли масштабдан фойдаланилган бўлса, чизиқнинг аниқ қийматини топишда чизиқ деформацияси учун тузатиш киритилади. Бу тузатиш қуйидаги формулага мувофиқ ҳисоблаб чиқарилади:

$$l_0 - l = k l_0. \quad (\text{VIII}-2)$$

Шунда тузатиш киритилган чизиқнинг узунлиги

$$l_0 = l + k l_0 \quad (\text{VIII}-3)$$

бўлади. Картадаги чизиқ деформацияси маълум бўлса, майдон деформациясини аниқлаш мумкин. Масалан, бирор контурни томонларининг узунлиги l га тенг бўлган квадратдан иборат дейлик. Шу контурнинг майдон деформацияси қуйидагича бўлади:

$$S_0 = l_0^2 = l^2 + k^2 l_0^2 + 2k l l_0. \quad (\text{VIII}-4)$$

Картанинг деформацияси эътиборга олинган майдон эса қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$S_0 = S + k^2 S + 2k S. \quad (\text{VIII}-5)$$

VIII—5 формулада $l_0 = S$ деб олинган, $k^2 S_0$ қиймати жуда кичик бўлгани учун эътиборга олинмайди. Шунда картада ўлчанган майдон қуйидагига тенг бўлади:

$$S_0 = S + 2k S; \quad (\text{VIII}-6)$$

бу ерда $2k S$ —қоғоз деформацияси учун киритиладиган тузатиш

Карга қоғозининг бурчак деформацияси қуйидаги формула бўйича топилади:

$$d\alpha = \frac{1}{200} \rho \sin \alpha (q - p); \quad (\text{VIII}-7)$$

бу ерда ρ —бурчак деформациясини ҳисоблашда ишлагиладиган радиан қиймати (минут ва секунд);

p ва q —қоғознинг x ва y ўқлар бўйича деформацияси (процент). Бурчак деформациясининг ишораси ўқлар бўйича деформация фарқи ($q-p$) га боғлиқ.

VIII—7 формуладан маълум бўлишича, бурчак 0° ва 90° бўлганда карта қоғозининг бурчак деформацияси 0 га тенг бўлади. Бурчак 45° ва 135° оралиғида бўлганда эса бурчак деформацияси энг катта абсолют қийматга эришади. Шунга кўра бурчак деформациясини ҳисоблашда қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\Delta x = \frac{1}{200} \rho (q-p). \quad (\text{VIII—8})$$

44-§. Топографик картада нуқтанинг координаталарини аниқлаш

Топографик картада нуқтанинг тўғри бурчакли ва географик координаталарини аниқлаш мумкин.

Тўғри бурчакли координаталарни аниқлаш. Топографик картадаги нуқта (масалан, A) нинг тўғри бурчакли координатасини қуйидаги формула ёрдамида топиш мумкин (35-шаклга қаралсин):

$$\begin{array}{l} x_A = x + \Delta x \\ y_A = y + \Delta y \end{array} \quad \text{ёки} \quad \begin{array}{l} x_A = x' - \Delta x' \\ y_A = y' - \Delta y' \end{array} \quad (\text{VIII—9})$$

бу ерда x ва y — координатаси аниқланаётган нуқта (A) жойлашган квадратнинг жануби-ғарбий бурчагининг координатаси, x' ва y' нуқта жойлашган квадратнинг шимоли-шарқий бурчагининг координатаси; Δy — A нуқтадан квадратнинг ғарбий чизигигача туширилган перпендикуляр чизиқ узунлиги; $\Delta y'$ —шарқий чизигигача туширилган перпендикуляр чизиқ узунлиги; Δx — жанубий чизигигача туширилган перпендикуляр чизиқ узунлиги; $\Delta x'$ —шимолий чизигигача перпендикуляр туширилган чизиқ узунлиги. x , y ва x' , y' қийматлари картадан бевосита олинади, Δx , Δy ва $\Delta x'$, $\Delta y'$ қийматлари картада циркуль-ўлчлагич билан ўлчаниб, кўндаланг масштаб ёрдамида топилади.

Масалан, A нуқтанинг тўғри бурчакли координатаси қуйидагига тенг (36-шаклга қаралсин):

$$\begin{array}{l} x_A = 4463 \text{ км} + 310 \text{ м} = 4463370 \text{ м}, \\ y_A = 11746 \text{ км} + 320 \text{ м} = 11746320 \text{ м}, \\ x_A = 4464 \text{ км} - 630 = 4463370 \text{ м} \end{array}$$

ёки

$$y_A = 11747 \text{ км} - 680 \text{ м} = 11746320 \text{ м}.$$

Картада аниқланган нуқта координатасини текшириб кўриш учун ҳамда карта қоғозининг деформацияси натижасида келиб

чиқадиган хатони эътиборга олиб нуқта координатасини аниқроқ топиш учун Δx ва Δy қийматларини аниқлаш керак. Бу мақсадда қуйидаги формуладан фойдаланилади (36-шаклга қаралсин).

$$\left. \begin{aligned} + \Delta x &= \frac{L}{l_1+l_2} \cdot l_1 & \text{ёки} & - \Delta x' = \frac{L}{l_1+l_2} \cdot l_2 \\ + \Delta y &= \frac{L}{l_3+l_4} \cdot l_3 & & - \Delta y' = \frac{L}{l_3+l_4} \cdot l_4 \end{aligned} \right\} \text{ (VIII—10)}$$

бу ерда L —квадрат томонининг узунлиги; одатда у топографик карталарда 1000 м га тенг бўлади. l_1, l_2, l_3 ва l_4 қиймаглари картада циркуль-ўлчагич ва кўндаланг масштаб ёрдамида аниқланади. А нуқтанинг VIII—10 формула бўйича аниқланган тўғри бурчакли координатаси қуйидагича бўлади:

$$x_A = 4\,463 \text{ км} + \frac{1000 \text{ м}}{370+632} \cdot 370 \approx 4\,463\,369,2 \text{ м}$$

$$y_A = 11\,746 \text{ км} + \frac{1000 \text{ м}}{326+676} \cdot 326 = 11\,746\,325,3 \text{ м.}$$

ёки

$$x_A = 4\,464 \text{ км} - \frac{1000 \text{ м}}{370+632} \cdot 632 = 4\,463\,369,3 \text{ м,}$$

$$y_A = 11\,745 \text{ км} - \frac{1000 \text{ м}}{326+676} \cdot 676 = 11\,746\,325,4 \text{ м.}$$

Топографик картада нуқтанинг тўғри бурчакли координатасини циркуль-ўлчагич билан ўлчаб кўндаланг масштаб ёрдамида 0,3 мм аниқликда топиш мумкин. Бу аниқлик жойда $\Delta a = 0,3 \times M$ бўлади; бундаги M —карта сонли масштабнинг махражидаги минглар сони. Масалан, 1 : 10 000 масштабли картада сонли масштабнинг махражидаги минглар сони 10; демак, бу картада нуқтанинг тўғри бурчакли координатасини $0,3 \times 10 = 3 \text{ м}$ аниқликда топиш мумкин.

Нуқтанинг тўғри бурчакли координатасини тез топиш керак бўлган, лекин катта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳолларда координатограф деб аталадиган асбобдан фойдаланилади. Б нуқтанинг оддий координатограф билан аниқланган координаталари қуйидагича (36-шаклга қаралсин):

$$x_B = 4470,6 \text{ км.} \quad y_B = 11753,8 \text{ км.}$$

Нуқтанинг географик координаталарини аниқлаш. Маълумки, топографик карталарда географик тўр чизилмайди. Лекин топографик картанинг минутли рамкасида фойдаланиб ҳар минут узунлик ва кенглик бўйича меридиан ва параллел чизиқлар ўтказиш ва шу йўл билан минутларга бўлинган географик тўр ҳосил қилиш мумкин. Берилган S нуқта-

нинг (36- шаклга қаралсин) географик координаталарини минутли тўрдан фойдаланиб аниқлашда у қуйидагига тенг бўлади:

$$\begin{aligned} \varphi_c &= \varphi + \Delta \varphi; & \varphi_c &= \varphi' - \Delta \varphi'; \\ \lambda_c &= \lambda + \Delta \lambda; & \lambda_c &= \lambda' - \Delta \lambda'; \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{ёки} \\ \text{(VIII—11)} \end{array}$$

формулада

$$\begin{aligned} \Delta y &= \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot 60''; & \Delta y' &= \frac{l_2}{l_1 + l_2} \cdot 60''; \\ \Delta \lambda &= \frac{l_3}{l_3 + l_4} \cdot 60''; & \Delta \lambda' &= \frac{l_4}{l_3 + l_4} \cdot 60''; \end{aligned}$$

бу ерда φ ва λ —координатаси аниқланаётган нуқта (С) жойлашган минутли тўрнинг жануби-ғарбий бурчагининг географик координаталари; φ' ва λ' —нуқта жойлашган минутли тўрнинг шимоли-шарқий бурчагининг географик координаталари; $\Delta \lambda$ —тўрнинг ғарбий чизиғидан нуқтагача бўлган географик узунлик; $\Delta \varphi$ —минутли тўрнинг жанубий чизиғидан С нуқтагача бўлган географик кенглик; $\Delta \varphi'$ —минутли тўрнинг шимолӣ чизиғидан С нуқтагача бўлган географик кенглик; $\Delta \lambda'$ —минутли тўрнинг шарқий чизиғидан С нуқтагача бўлган географик узунлик. Масалан, С нуқта $\varphi = 40^\circ 19'$ ва $\varphi' = 40^\circ 20'$ параллелларда ҳамда $\lambda = 65^\circ 54'$ ва $\lambda' = 65^\circ 55'$ меридианлар орасида жойлашган. Агар $l_1 = 800$ м, $l_2 = 1056$ м, $l_3 = 378$ м ва $l_4 = 696$ м бўлса, С нуқтанинг географик координаталари:

$$\begin{aligned} \varphi_c &= 40^\circ 19' + \frac{800}{800 + 1056} \cdot 60'' = 40^\circ 19' 26'', \\ \lambda_c &= 65^\circ 54' + \frac{378}{378 + 696} \cdot 60'' = 65^\circ 54' 21'' \end{aligned}$$

ёки

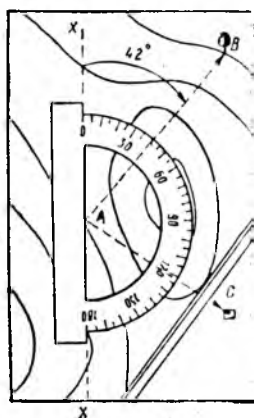
$$\begin{aligned} \varphi_c &= 40^\circ 20' - \frac{1056}{1056 + 800} \cdot 60'' = 40^\circ 19' 26'', \\ \lambda_c &= 65^\circ 55' - \frac{696}{696 + 378} \cdot 60'' = 65^\circ 54' 21''. \end{aligned}$$

Топографик картада нуқтанинг географик координатасини аниқлаш ҳам карта масштабига боғлиқ. Агар картада чизиқ узунлиги 0,3 мм гача аниқликда ўлчанса, 1:25 000 масштабдаги картада нуқтанинг географик кенглигини 0'',25 гача аниқликда, 1:10 000 масштабдаги картада 0'',10 гача аниқликда ҳисоблаб чиқариш мумкин.

45-§. Топографик картада берилган чизиқ йўналишини ҳамда йўналишлар орасидаги бурчакни аниқлаш

Берилган чизиқ йўналишини аниқлаш. Топографик картада чизиқ йўналиши, яъни чизиқнинг ориентирлаш бурчаклари (дирекцион бурчак, азимут ва румб) график ва аналитик усулларда аниқланади. Чизиқнинг ориентирлаш бур-

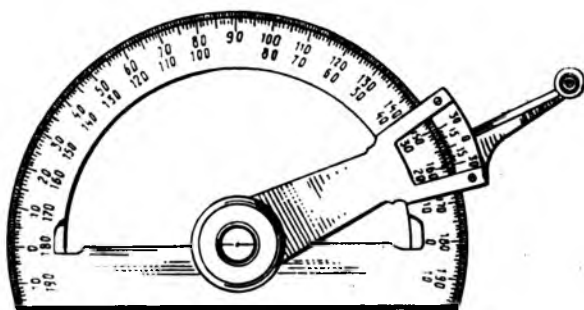
чаклари график усулда транспортир билан ўлчанади. Масалан, AB чизиқнинг дирекцион бурчагини транспортир ёрдамида ўлчаш учун чизиқнинг бошланғич A нуқтасидан тўғри бурчакли координата тўрининг вертикал чизиғига параллел қилиб абсцисса чизиғи ўтказилади (43-шакл). Сўнгра чизиқ ўнг томонга йўналган бўлса — транспортир диаметрининг ноль томони абсцисса чизиқнинг шимол томонига, чизиқ чап томонга йўналган бўлса — жануб томонга қаратилади, транспортирнинг маркази эса A нуқтага тўғриланади. Кейин транспортирнинг AB чизиқ ўтган жойидан санақ 42° олинади. Бу санақ AB чизиқнинг дирекцион бурчаги бўлади. Чизиқ чап томонга йўналган бўлса, транспортирдан олинган санаққа 180° қўшилади. Масалан, транспортирдан олинган санақ 38° бўлса, чизиқнинг дирекцион бурчаги $38^\circ + 180^\circ = 218^\circ$ бўлади.



43-шакл.

Картада берилган чизиқнинг дирекцион бурчагини оддий транспортир ёрдамида $15'$ аниқликда ўлчаш мумкин. Чизиқнинг дирекцион бурчагини янада аниқроқ ўлчаш учун верньерли транспортирдан фойдаланилади. Бу транспортир билан ўлчашда унинг алидадаси дирекцион бурчаги ўлчанаётган чизиқ устига тўғриланиб, санақ олинади (44-шакл). Чизиқнинг дирекцион бурчаги верньерли транспортир билан $6'$ аниқликда ўлчанади.

Картада чизиқнинг дирекцион бурчаги ўлчангач, унинг ҳақиқий ва магнит азимутларини аниқлаш мумкин. Бунинг учун топографик картанинг пастки рамкаси остидаги магнит стрелкасининг оғиш бурчаги ва меридианларнинг яқинлашиш бурчаги кўрсатилган чизмадан фойдаланилади (36-шаклга қаралсин). Масалан, чизиқнинг дирекцион бурчаги 42° бўлса, унинг ҳа-



44-шакл.

қиқий азимути $42^{\circ} + 2^{\circ} 27' = 44^{\circ} 27'$, магнит азимути эса $42^{\circ} + 8^{\circ} 22' = 50^{\circ} 22'$ бўлади.

Топографик картада берилган чизиқнинг ҳақиқий азимутини ҳам транспортир билан ўлчаш мумкин. Бунинг учун чизиқнинг бошланғич нуқтасидан географик меридиан ўтказиш керак. Географик меридиан ўтказиш учун нуқтанинг географик узунлиги аниқланиб, картанинг шимолий ва жанубий рамкасида белгилаб қўйилиши ва нуқталар чизиқ билан туташтирилиши лозим. Сўнгра транспортир нуқтага дирекцион бурчакни ўлчагандаги каби қўйилиб, саноқ олинади.

Картада берилган чизиқнинг магнит азимутини компас ёрдамида ўлчаш мумкин. Бунинг учун компаснинг маркази чизиқнинг бошланғич нуқтасига тўғрилаб қўйилади. Сўнгра карта компас билан биргаликда айланттирилиб, компаснинг шимолий стрелкаси 0 га тўғри келтирилади. Кейин картада магнит азимути аниқланаётган чизиқ устига гугурт чўпи қўйилади ва саноқ олинади.

Картада берилган чизиқнинг дирекцион бурчагини унинг охириги нуқталари координаталари бўйича аналитик усулда аниқроқ ҳисоблаб чиқариш мумкин. Бунда II—9 формуладан фойдаланилади.

Мисол. $x_A = 4465,532$ км; $x_B = 4466,982$ км;

$y_A = 11747,552$ км; $y_B = 11749,762$ км;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4466,982 - 4465,532}{11749,762 - 11747,552} = 0,6560.$$

Тангенс 0,6560 ни бурчакка айлантисак $33^{\circ} 15' 21''$ бўлади.

Картада горизонтал бурчакни ўлчаш. Горизонтал бурчак ҳам дирекцион бурчак каби, график ва аналитик усулларда аниқланади. Картада битта нуқтадан бошланган икки йўналиш орасидаги горизонтал бурчакни график усулда транспортир билан ўлчаш учун транспортир маркази бурчак учига тўғрилаб қўйилади ва бурчакнинг ҳар томонидан саноқ олинади. Олинган саноқлар бир-биридан айрилса, бурчак қиймати келиб чиқади. Масалан, BAC бурчак $121^{\circ} - 42^{\circ} = 79^{\circ}$ га тенг (43-шаклга қаралсин).

Горизонтал бурчакни йўналишларнинг дирекцион бурчакларини аниқлаш йўли билан ҳам ҳисоблаб чиқариш мумкин. Бунда горизонтал бурчак ўнг томон дирекцион бурчаги қийматидан чап томон дирекцион бурчаги қийматини айиргандан кейин қолган сонга тенг бўлади. Агар ўнг томон дирекцион бурчаги чап томон дирекцион бурчагидан кичик бўлса, ўнг томон дирекцион бурчагига 360° қўшилади, сўнгра ундан чап томон дирекцион бурчаги қиймати олиб ташланади.

Картада горизонтал бурчакни аналитик усулда аниқлашда дастлаб йўналишларнинг дирекцион бурчаклари нуқталар коор-

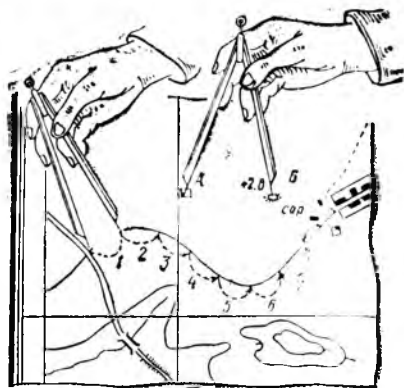
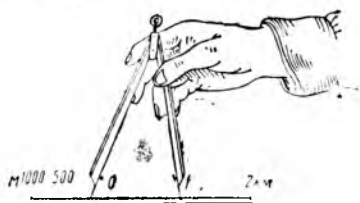
динагалари бўйича ҳисоблаб чиқарилади, сўнгра дирекцион бурчакларга асосланиб, горизонтал бурчак III—9 формула ёрдамида топилади.

Горизонтал бурчак транспортир билан ўлчашдагига қараганда аналитик усулда аниқроқ топилади.

46- §. Топографик картада масофани ўлчаш

Икки нуқта орасидаги тўғри чизиқнинг узунлиги (масофа)ни аниқлаш. Картада икки нуқта орасидаги тўғри чизиқ дастлаб миллиметрли линейка ёки циркуль билан ўлчанади. Сўнгра бу чизиқнинг жойдаги узунлиги картанинг сонли, натурал ёки чизиқли масштабларидан фойдаланиб аниқланади. Картада ўлчанган чизиқнинг жойдаги узунлигини сонли ва натурал масштаблардан фойдаланиб аниқлашда масофани ҳисоблаб топишга тўғри келади (31-§). Шунинг учун, кўпинча, чизиқли масштабдан фойдаланилади.

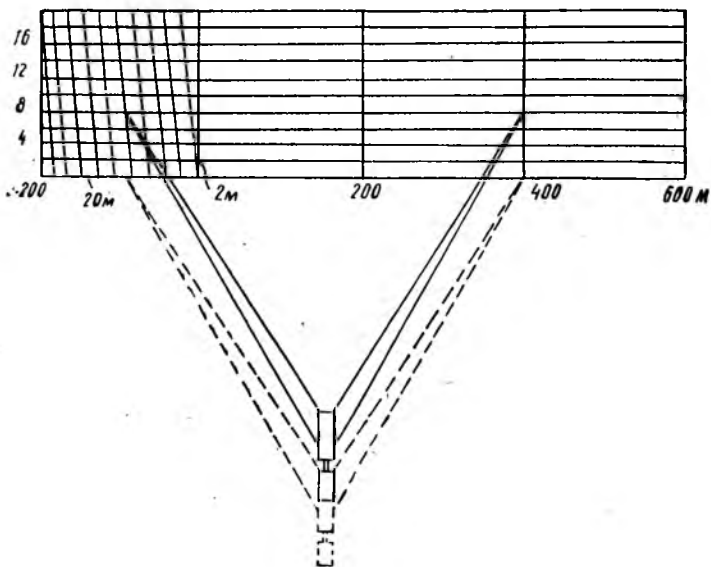
Чизиқли масштабдан фойдаланиб, циркуль ёки линейка билан ўлчанган чизиқ чизиқли масштаб устига қўйилади. Чизиқли масштабнинг картадаги чизиқ узунлигига тенг келган қисми чизиқнинг жойдаги узунлигини билдиради. Масалан, 45-шаклда *A* ва *B* нуқталар оралиғини циркуль билан ўлчаб чизиқли масштаб



45- шакл.

устига қўйганимизда нуқталар оралиғи 1250 м бўлиб чиқди. Чизиқнинг узунлигини янада аниқроқ топиш учун кўндаланг масштабдан фойдаланилади. Бунинг учун картадаги чизиқ циркуль билан ўлчаниб кўндаланг масштабга қўйилади ва саноқ олинади. 46-шаклда кўндаланг масштабдан олинган саноқ 488 м. Чунки кўндаланг масштабнинг ҳар бир катта (2 см) бўлаги 1 : 10 000 масштабда 200 м га, ҳар бир кичик (2 мм) бўлаги 20 м га, энг кичик (0,2 мм) бўлагининг ҳар бири 2 м га тенг.

Картада чизиқларни кўндаланг масштаб ва циркуль билан 0,2 мм аниқликда ўлчаш ёки жойда ўлчанган масофани қоғозга шу аниқликда кичрайтириб тушириш мумкин.



46- шакл.

Топографик карта ёки планда икки нуқта орасидаги тўғри чизиқ узунлиги аналитик усулда нуқталарнинг координаталари бўйича II—10 формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади

Масалан, *A* нуқтанинг координаталари: $x_A = 4465215$ м.

$y_A = 746327$ м.

B нуқтанинг координаталари:

$x_B = 4466875$ м.

$y_B = 747715$ м.

A ва *B* нуқталар орасидаги масофа

$$d = \sqrt{(4466875 - 4465215)^2 + (747715 - 746327)^2} = 2163,8 \text{ м}$$

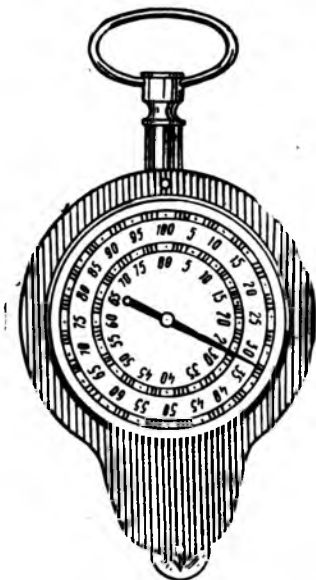
бўлади.

Масофани шу формула бўйича аниқлаганда чиқадиган натижага карта ёки план қоғозининг деформацияси таъсир этмайди.

Картада эгри чизиқларни ўлчаш. Топографик карталарда эгри чизиқлар бир неча усулда ўлчанади; усуллар талаб этилган аниқликка қараб танланади

Картадаги ўлчаниши керак бўлган чизиқ эгри-бугри бўлса, кичик-кичик тўғри чизиқларга бўлинади-да, ҳар бир бўлак циркуль билан алоҳида-алоҳида ўлчанади. Сўнгра ўлчанган чизиқнинг жойдаги узунлиги талаб этилган аниқликка қараб, ё чизиқли масштабдан ёки кўндаланг масштабдан фойдаланиб топиледи.

Чизиқ жуда эгри-бугри бўлса, ўлчаш циркули игналарининг оралиғи бирон бўлакка (масалан, 2, 3, 4, 5 мм га) тўғриланади, сўнгра циркуль чизиқ бўйлаб бошидан охиригача юргизиб чиқилади (45- шаклга қаралсин). Ўлчанган барча кичик бўлақларнинг қийматлари қўшилса чизиқнинг картадаги умумий узунлиги келиб чиқади. Унинг жойдаги узунлиги картанинг натурал масштабидан фойдаланиб ҳисоблаб чиқарилади. Эгри чизиқ узунлигини курвиметр билан ўлчаш ҳам мумкин (47-шакл). Бунинг учун курвиметр вертикал ҳолатда ушланиб, ғилдирағи чизиқ устидан юргизиб чиқилади ва шкаласидан саноқ олинади. Масалан, курвиметрни чизиқ устидан юргизишдан олдин унинг шкаласи 35 мм ни кўрсатган бўлса-ю, чизиқ устида юргизилгандан кейин олинган саноқ 89 мм бўлса, эгри чизиқ узунлигини топиш учун 89 сонидан 35 сони олиб ташланади, қолган 54 сони ўлчанган чизиқнинг узунлиги бўлади ($89 - 35 = 54$ мм). Карта-нинг масштаби 1 : 10 000 бўлганда бу чизиқнинг жойдаги узунлиги 540 м ($54 \times 100 \text{ м} = 540 \text{ м}$), карта масштаби 1 : 25 000 бўлганда эса 1350 м ($54 \times 25 = 1350 \text{ м}$) бўлади. Картадаги эгри чизиқларни курвиметр билан ўлчаш анча қулай. Лекин бунда ўлчаш аниқлиги аналитик усулдагига нисбатан камдир. Г. И. Знаменшчиков ихтиро қилган рўчагли оптик курвиметр оддий курвиметрга қараганда масофани аниқроқ ўлчайди. Ҳозирги вақтда картада масофани ўлчашда ПИЛ деб аталадиган, фотоэлектрик датчиги бор асбобдан ҳам фойдаланилмоқда.



47-шакл.

47-§ Топографик картада майдон ўлчаш

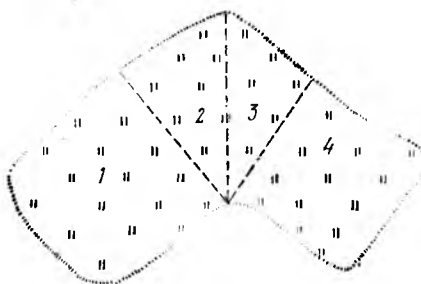
Топографик карта ва планда майдон аналитик, геометрик ва механик усулларда ўлчанади.

Аналитик усулда ўлчаш. Берилган ёпиқ полигон, яъни кўпбурчак учларининг тўғри бурчакли координаталари маълум бўлса, кўпбурчакнинг майдони аналитик усулда қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1}) \quad (\text{VIII}-12)$$

Бу усулда майдонни 1 : 1000--1 : 2000 аниқликда ўлчаш мумкин.

Геометрик усулда ўлчаш. Оддий геометрик шаклларнинг — тўғри бурчакли тўртбурчак, учбурчак ёки трапециянинг майдонини топиш учун картада керакли чизиқлар ўлчаниб, сўнгра геометрик формулалар ёрдамида майдон аниқланади. Масалан, тўртбурчакнинг майдони унинг баландлиги ва асосини ўлчаб, $S = a \cdot b$ формуласи ёрдамида топилади; учбурчакнинг майдонини топиш учун унинг асоси билан баландлиги ўлчанади ва майдон $S = \frac{b \cdot a}{2}$ формуласи ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади; трапециянинг майдонини топишда унинг параллель томонлари ҳамда баландлиги ўлчаниб, майдоннинг кагталиги $S = \frac{a+b}{2} \cdot c$ формуласи билан ҳисоблаб чиқарилади ва ҳоказо.



48- шакл.

Топографик картада кўпбурчак шаклидаги контурнинг майдонини геометрик усулда топиш учун контур оддий геометрик шаклларга (учбурчак, тўғри тўртбурчак, трапеция ва бошқаларга) бўлинади, ҳар бир геометрик шакл картада алоҳида-алоҳида ўлчаниб, унинг майдони геометрик формулалар ёрдамида ҳисоблаб топилади. Бунинг учун ҳар бир

шаклнинг майдони картанинг юза масштабига кўлайтирилади. Майдоннинг тўғри топилганлигини текшириб кўриш учун барча геометрик шакллар қайтадан ўлчанади ва икки марта ўлчаш натижаларининг ўртачаси асос қилиб олинади. 48- шаклдаги 1 : 2000 масштабли планда ўтлоқнинг контури кўрсатилган; контур 4 та геометрик шаклга бўлинган. Шаклларни геометрик усулда ўлчаш натижалари 9- жадвалда берилган.

9- жадвал

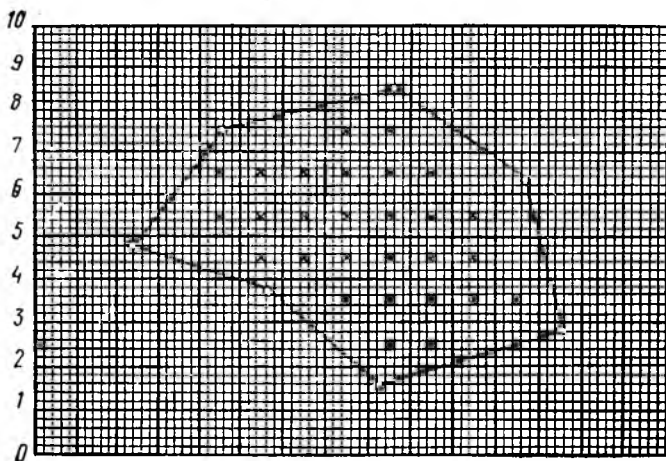
Геометрик шаклнинг номери	Геометрик шаклнинг номи	Геометрик шаклнинг майдони, $см^2$
1	Трапеция	$\frac{1}{2} \times 1,6 \times (2,8 + 2,0) = 3,84$
2	Учбурчак	$\frac{1}{2} \times 1,2 \times 2,8 = 1,68$
3	Учбурчак	$\frac{1}{2} \times 2,4 \times 1,6 = 1,92$
4	Трапеция	$\frac{1}{2} \times 1,4 (1,5 + 1,0) = 1,75$
Жами		9,19 $см^2$

Ўтлоқнинг жойдаги майдони $S = 9,19 \text{ см}^2 \times 400 \text{ м}^2 = 3676 \text{ м}^2$.

Майдонни бу усулда ўлчаш аниқлиги картада чизиқларнинг қанчалик аниқ ўлчанганлигига боғлиқ. Маълумки, картада чизиқни ўлчаш циркули ва кўндаланг масштаб билан 0,2 мм аниқликда ўлчаш мумкин. Демак, майдонни геометрик усулда янада аниқроқ ўлчаш учун йирик масштабли картадан фойдаланиш лозим. Қисқа чизиқни ўлчашда узун чизиқни ўлчашдагига нисбатан каттароқ хато рўй беришини ҳисобга олиб, кўпбурчак контурни иложи борича йирикроқ шаклларга бўлиш керак. Геометрик шакллар ортиқча чўзиқ бўлмаслиги, яъни уларнинг асоси билан баландлиги тахминан тенг бўлиши зарур. Картада майдонни ўлчашда қўпол хатога йўл қўймаслик, бинобарин, аниқроқ натижага эришиш учун майдон икки марта ўлчанади; иккинчи ўлчашда контурни бошқача шаклларга бўлиш ёки учбурчаклар асоси билан баландлигини алмаштириш зарур. Икки марта ўлчашдан олинган ўртача арифметик натижа ўлчаш натижаси бўлади. Геометрик усулда икки марта ўлчаш натижаларининг бир-биридан фарқи 1:200 дан катта бўлмаслиги лозим.

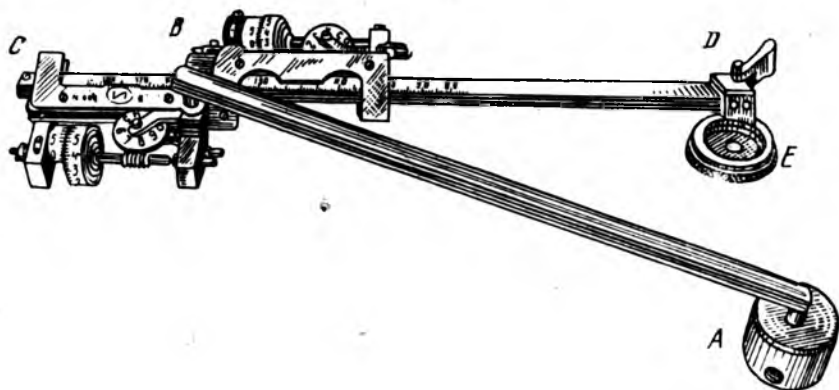
Механик усулдан фойдаланганда майдон планиметр, палетка ва бошқа асбоблар билан ўлчанади. Бу асбоблар картадаги ҳар қандай шаклнинг майдонини осон ва тез аниқлаш имконини беради.

Палетка ёрдамида ўлчаш. Палетка шаффоф материал (қоғоз, ойна ёки пластик)га чизилган ва ораларининг кенглиги бир хил бўлган параллел чизиқлар системасидан ёки томонлари 2—10 мм бўлган квадрат тўридан иборат. Палеткалар хилма-хил бўлади. Майдон ўлчашда палетка майдони ўлчанаётган контур устига қўйилади ва контур ичига тўғри келган катак-



49 шакл.

лар саналади, ярим катаклар эса кўз билан чамалаб бир-бирига қўшиб тулиқ катакларга айлантирилади. Кейин картанинг юза масштабига мувофиқ, битта катакнинг майдони аниқланади. Ана шу майдон катакларнинг умумий сонига кўпайтирилса, картадаги контурнинг майдони келиб чиқади. Масалан, 49- шаклда устига палетка қўйилган контурга 1 см^2 лик 40 та катак туғри келди; $1 : 1000$ масштабли картада 1 см^2 100 м^2 га тенг; демак,



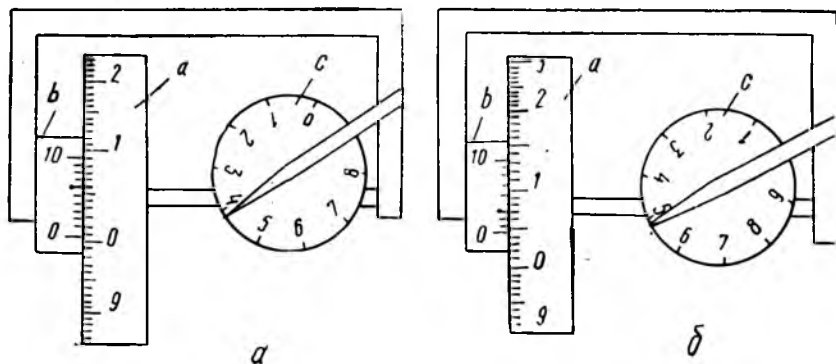
50-шакл.

картала ўлчанган контурнинг жойдаги майдони $40 \times 100 = 4000 \text{ м}^2$ бўлади. Картанинг масштаби $1 : 5000$ бўлганда палетканинг ҳар бир катаги 250 м^2 га тенг, контурнинг жойдаги майдони эса $40 \times 250 = 10000 \text{ м}^2$ бўлади.

Майдонни палетка ёрдамида ўлчашда қанчалик йирик масштабли карта (план) ишлатилса, майдон шунчалик аниқ ўлчанади.

Планиметр билан ўлчаш. Планиметрлар жуда кўп хилдир. 50-шаклда қутбий планиметрнинг умумий кўрinishи берилган. Бу планиметр иккита металл (AB ва CD) ричагдан иборат. Ричаглар B нуқтадаги вертикал ўқ атрофида айланадиган қилиб бирлаштирилган. AB ричаг қутбий ричаг дейилади; унинг A учидаги цилиндрсимон юкнинг остки томонига нина ўрнатилган. Бу нинача планиметрнинг қутби дейилади. CD ричаг юргизиш ричаги дейилади, унинг D учига юргизиш маркаси (t), иккинчи C учига ҳисоблаш механизми ўрнатилган. Планиметрни ишлатиш вақтида нина, яъни қутб қоғозга санчилади. Планиметрнинг sanoқ олинadиган механизми (51-шакл) вертикал гилдирак (a), верньер (b) ва горизонтал доира (c) дан иборат. Вертикал гилдиракнинг айланаси чизиқлар билан 10 та катта бўлимга, бу бўлимларнинг ҳар бири эса 10 та кичик бўлимларга бўлинган. Катта бўлимлар қиймати вертикал гилдиракка ёзилган. Верньер вертикал гилдирак кичик бўлимининг ўндан бир

қисмига тенг. Верньер ғилдиракдан аниқ санақ олиш учун хизмат қилади. Вертикал ғилдиракнинг неча марта тўлиқ айланганлигини горизонтал доира кўрсатади. Демак, планиметрдан олинган санақлар горизонтал доирадан, вертикал ғилдиракнинг катта ва кичик бўлимларидан ҳамда верньердан олинган санақлар ҳосил этилган тўрт хонади сондан иборат бўлади. 51-шакл *a* да бу 4006 сони, шакл *б* да 5043 сонидир.



51- шакл

Планиметр билан ўлчанган майдон қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$S = p(n_2 - n_1); \quad (\text{VIII}-13)$$

бу ерда n_1 —планиметрдан дастлаб олинган санақ; n_2 —планиметр контур чегарасидан юргизиб чиқилгандан кейин олинган санақ; p — планиметрдаги бўлим қиймати.

Планиметрдаги бўлим қиймати карта ёки планининг масштабига боғлиқ бўлганлигидан, аввал бўлим қийматини аниқлаб, шундан кейингина майдонни ўлчаш керак. Планиметрнинг бўлим қийматини аниқлаш учун, планиметр майдони маълум бўлган квадрат тўри чегарасидан ёки тўртбурчак шаклидаги контур чегарасидан юргизиб чиқилади. Бу контур бир квадрат дециметрдан кичик бўлмаслиги керак. Планиметрнинг бўлим қийматини аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланилади:

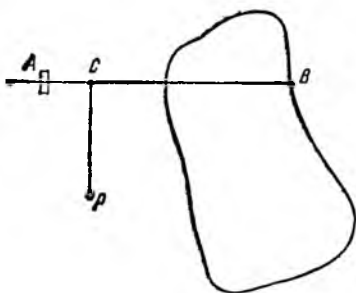
$$p = \frac{S}{(n_2 - n_1)}. \quad (\text{VIII}-14)$$

Бўлим қиймаги одатда 3—5 марта аниқланади; ҳар гал аниқланган қиймагларнинг бир-биридан фарқи планиметр верньерининг 2—3 аниқлигидан ошмаслиги керак. Бундан катта фарқ қўпол хато ҳисобланиб, планиметр бўлими қийматини ҳисоблаб чиқаришда эътиборга олинмайди. Бир неча марта ўлчаб топилган ўртача арифметик қиймат ҳақиқий қиймат бўлиб ҳисобланади.

Картада майдонни планиметр билан янада аниқроқ ўлчаш учун қуйидаги талаблар бажарилиши зарур:

1) планиметрни ишлатишдан олдин текшириб кўриш керак;
2) майдон ўлчанаётган план ёки карта силлиқ стол ёки чизмакашлик тахтаси устига теп-текис қилиб ёйилиши лозим;

3) планиметр қутби майдони ўлчанаётган контурдан ташқарида бўлиши керак. Масалан, 52-шаклда планиметр қутбининг жойланиши кўрсатилган; шаклда РС—қутбий ричаг; АВ—айланма ричаг; А—ҳисоб олиш механизми; С—қутбий ричаг билан айланма ричагнинг бирлаштирилган жойи; В—контур чегарасидан юргизилган марка. Катта контурнинг майдонини аниқлашда планиметр қутби контурдан ташқарида жойлашадиган қилиб бўлақларга бўлинади;



52-шакл

4) ҳисоблаш механизмининг ғилдираги план ёки картадан чиқиб кетмаслиги, ғилдирак йўлида унга халақит берадиган тўсиқлар бўлмаслиги, ричаглар орасидаги бурчак 30° дан кичик ва 150° дан катта бўлмаслиги лозим. Акс ҳолда планиметр ғилдираги айланмасдан, карта устида силжиб боради;

5) майдонни ўлчашда юргизиш ричагидаги шпилнинг вазиятини шундай танлаш керакки, бу ричаг билан қутбий ричаг тўғри бурчак ҳосил қилсин. Ричаглар шундай жойлашса, планиметрни контур чегарасидан юргизишда ғилдиракни секин айлантириб тўхтатиш мумкин бўлади. Саноқ олиш механизми дастлаб 0 га тўғрилаб қўйилса, планиметрдан саноқ олиш осон бўлади;

6) юргизиш маркаси контур чегарасида секин-аста юргизилиши зарур. Контур чегараси эгри бугри бўлганда ҳам маркани шу чизик устидан юргизишга ҳаракат қилиш керак. Контур чегарасидан юриб чиққан аниқ бошланғич нуқтада тўхтатилиши зарур;

7) марка контур чегарасидан икки марта: биринчи гал тўғри йўналишда (соат стрелкаси йўналишида), иккинчи гал тескари йўналишда (соат стрелкасига қарши йўналишда) юргизилиб, ўртача саноқ олинади;

8) икки марта ўлчагандан кейингина майдон ҳисоблаб чиқарилади. Ўлчаш натижаларининг бир-биридан фарқи планиметр 3 бўлимининг қийматидан катта бўлмаслиги лозим. Фарқ бундан катта бўлса, майдон қайтадан ўлчанади;

9) майдонни планиметр билан ўлчаш хатолиги планиметрнинг бўлим қийматини аниқлашдаги хато билан маркани контур устидан юргизиб чиқишдаги хато йиғиндисидан иборат; икки марта ўлчаш натижаларининг бир-биридан фарқи 1:200 дан катта бўлмаслиги керак;

10) майдонни планиметр билан ўлчаш натижалари махсус журналга ёзилади (10—11-жадваллар);

11) планиметр билан майдон ўлчашда ҳисоблаш ишини осонлаштириш учун планиметр юргизиш ричагининг узунлигини шундай олиш керакки, бўлим қиймати қолдиқсиз бўлинадиган сонга (масалан, 10 га) тенг бўлсин. Бўлим қиймати қолдиқ билан бўлинадиган сонга тенг бўлган тақдирда ричагни узайтириб, бўлим қийматини ошириш ёки ричагни қисқартириб бўлим қийматини камайтириш керак.

Мисол. 1:10 000 масштабда картада бирор контурнинг майдонини аниқлаш керак дейлик. Бунинг учун планиметр кутуби контурдан ташқарида жойлашадиган қилиб карта устига қўйилади. Сунгра марка 4 км² тўр чегарасидан бир неча марта юргизилиб, планиметрнинг бўлим қиймати топилади. Бўлим қийматини аниқлаш натижалари махсус журналга 10-жадвалда кўрсатилганидек ёзиб борилади. Бўлим қиймати маълум бўлгач, контурнинг майдонини топиш учун марка контури чегарасидан бир неча марта юргизилиб, олинган ўрғача санок планиметр бўлими қийматига кўпайтирилади. Контурнинг майдонини аниқлаш натижалари 11-жадвалда берилган.

10-жадвал

Планиметр бўлим қийматини аниқлаш журнали

Планиметрдан олинган саноклар		Саноклар фарқи	Ўртача санок	Планиметрнинг бўлим қиймати
1-мартга юргизишда	2-мартга юргизишда			
0211	4818	4004	4001	$\frac{4\ 000\ 000}{4001} =$ $\approx 1000\ \text{м}^2$
4215	8816			
	—	3998		

11-жадвал

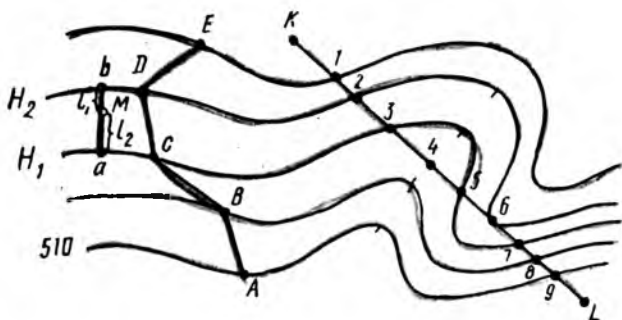
Планиметр ёрдамида майдон ўлчаш журнали

Контур номери	Контурнинг номи	Планиметрдан олинган санок	Саноклар фарқи	Санокларнинг ўртача фарқи	Контур майдони, м ²	Тузатиш киритилган майдон, м ²
1	Боғ	3212	124	123	123 000	123 000
		3336				
		3717	122			
		3839				

48-§. Топографик картадаги горизонталлар ёрдамида масалалар ечиш

Топографик картада горизонталлар ёрдамида нуқтанинг абсолют ва нисбий баландликларини, чизиқнинг нишаби ва қиялик бурчагини аниқлаш, берилган нишаб бўйича чизиқ ўтказиш ҳамда берилган чизиқ бўйича профиль чизиш ва бошқа масалаларни ечиш мумкин.

Нуқтанинг абсолют ва нисбий баландликларини аниқлаш. Абсолют баландлиги аниқланадиган нуқта топографик картада горизонталда ёки икки горизонтал орасида бўлиши мумкин. Горизонталда жойлашган нуқтанинг абсолют баландлиги шу горизонтал қийматига тенг бўлади. Масалан, 53-шаклда *A* нуқта горизонталда жойлашган, горизонталнинг қиймаги 510 м бўлганлигидан, нуқтанинг абсолют баландлиги ҳам 510 м бўлади. Агар нуқта иккита горизонтал орасида жойлашган бўлса (53-шаклда *M* нуқта), унинг абсолют баландлиги, талаб



53-шакл

этилган аниқликка кўра, график ёки интерполяция усулида топиледи. График усулидан фойдаланганда *M* нуқтадан горизонталларга перпендикуляр чизиқлар *Ma* ва *Mb* ўтказилади. *a* нуқта жойлашган горизонтал отметкасини H_1 билан, *b* нуқта жойлашган горизонталникини H_2 билан, *Ma* ва *Mb* чизиқларнинг узунликларини l_1 ва l_2 билан белгилаймиз. *M* нуқтанинг абсолют баландлиги қуйидаги формулага мувофиқ топилади:

$$H_x = H_1 + \frac{(H_2 - H_1)}{l_1 + l_2} \cdot l_2$$

ёки

$$H_x = H_2 + \frac{(H_1 - H_2)}{l_1 + l_2} \cdot l_1$$

(VIII-15)

Масалан, $H_1 = 512$ м; $H_2 = 513$ м. l_1 ва l_2 ларни картада ўлчаш циркули ва кўндаланг масштаблардан фойдаланиб аниқ-

лаганда $l_2 = 5,8$ м, $l_1 = 2,2$ м га тенг бўлса, M нуқтанинг абсолют баландлиги

$$H_x = 512 + \frac{(513-512)}{2,2+5,8} 5,8 = 512,7 \text{ м,}$$

$$H_x = 513 + \frac{(512-513)}{2,2+5,8} 2,2 = 512,7 \text{ м}$$

булади.

Катта аниқлик талаб этилмаганда интерполяция усули қўлланилади; иккита горизонтал орасидаги C нуқтанинг баландлиги бу усулда тез ва осон топилади. Бунда M нуқта H_1 ва H_2 горизонталлар оралигининг қанча қисмини ташкил этиши интерполяциялаб (кўз билан чамалаб) аниқланади.

Картада нуқталарнинг абсолют баландликлари маълум бўлгач, нуқталарнинг нисбий баландликлари абсолют баландликларни бир-биридан айириш йўли билан топилади. Масалан, E нуқта A нуқтага нисбатан 4 м баландда ($514-510$ м = 4 м), M нуқта E нуқтага нисбатан 1,3 м пастда жойлашган ($512,7-514,0 = 1,3$ м).

Чизиқнинг нишаби ва қиялик бурчагини аниқлаш. Топографик картада чизиқнинг нишаби ва қиялик бурчаги аналитик ёки график усулларда аниқланиши мумкин. Аналитик усулдан фойдаланганда чизиқнинг нишаби i қуйидаги формулага мувофиқ топилади:

$$i = \frac{h}{d}; \quad (\text{VIII}-16)$$

бу ерда h — берилган чизиқнинг нисбий баландлиги; u чизиқ учларининг абсолют баландликларини бир биридан айириш йўли билан топилади;

d — нишаби аниқланаётган чизиқнинг горизонтал проекцияси; u картада ўлчанганидан кейин карта масштаби бўйича ҳисоблаб чиқарилади. 53-шаклда берилган ab чизиқнинг нишаби қуйидагига тенг:

$$i = \frac{H_b - H_a}{d} = \frac{513 - 512}{8} = 0,125 \text{ м} = 12,5\%$$

График усулдан фойдаланганда чизиқнинг нишаби махсус номограмма ёрдамида аниқланади. Бунинг учун чизиқ картада ўлчаш циркули билан ўлчанади. Сўнгра циркулнинг бир учи номограмма асосига, иккинчи учи унинг эгри чизигига қўйилади (54-шакл, a). Циркулнинг номограмма асосига қўйилган учи номограмманинг қайси қисмига тўғри келса, шу қисмдаги рақам берилган чизиқнинг нишабини билдиради. Шаклдан кўринишича, чизиқнинг нишаби 8,7%.

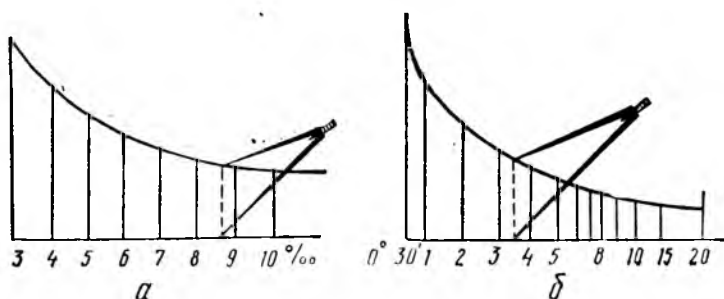
Картада берилган чизиқнинг қиялик бурчагини аналитик усулда аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{a}; \quad \alpha = \rho \frac{h}{a}. \quad (\text{VIII}-17)$$

Шаклда берилган ab чизиқнинг қиялик бурчаги қуйидагига тенг:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{8} = 0,125 = 7^{\circ}8'.$$

Чизиқнинг қиялик бурчагини график усулда топишда худди чизиқнинг нишабини топишдаги сингари махсус номограммадан фойдаланилади. 54-шакл, б да ўлчаш циркули чизиқнинг қиялик бурчаги $3^{\circ} 30'$ эканлигини кўрсатиб турибди.



54 шакл

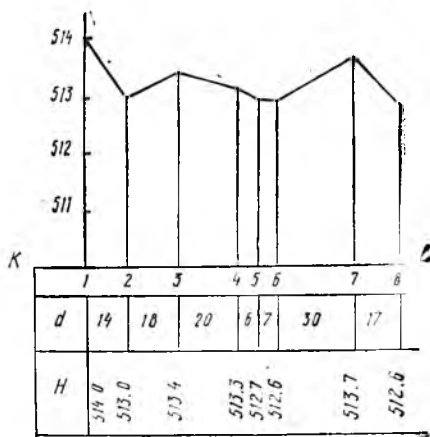
Берилган нишаб бўйича чизиқ ўтказиш. Топографик картада чизиқ ўтказишда ўлчаш циркули ва нишаб номограммасидан фойдаланилади. Циркулнинг икки учи номограммага қўйилиб, нишаб белгилаб олинади; сўнгра чизиқ бошланган нуқта A дан то охириги нуқта E га қадар (53-шаклга қаралсин) кетма-кет қўш горизонталлар оралиғи белгиланиб, яъни нуқталар қўйиб чиқилади. Белгиланган нуқталар бир-бирига чизиқлар билан туташтирилса, синиқ чизиқ ҳосил бўлади; ана шу синиқ чизиқ картада чизилиши талаб қилинган нишаб чизиқнинг ўзи бўлади.

Картада қиялик бурчаги бўйича чизиқ ўтказиш ҳам шу тартибда бажарилади, бироқ бунда қиялик бурчаги қиялик номограммасидан олинади.

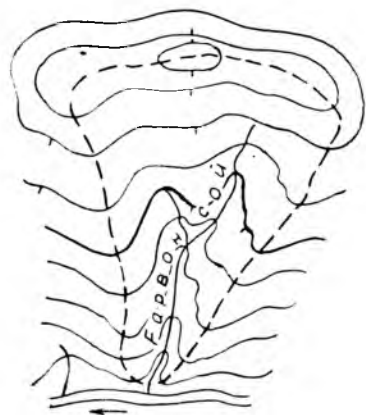
Берилган чизиқ бўйича профиль чизиш. Рельефи горизонталлар билан тасвирланган карта ва планга қараб жойнинг рельефини ўрганиш, чизиқли иншоотларни лойиҳалаш ва бошқа ишларни бажариш учун шу жойнинг маълум йўналишдаги профили чизилади. Масалан, берилган KL чизиқнинг профилини чизиш керак дейлик (53-шаклга қаралсин). Бунинг учун миллиметрли катакларга бўлинган қоғозда KL тўғри чизиги тортилади ва бу чизиқда қабул қилинган горизонтал масштаб бўйича KL ҳамда бу чизиқнинг горизонталлар билан кесишган 1, 2, 3 ва ҳоказо нуқталари белгиланади (55-шакл). Сўнгра KL чизиқ остидан 1—1,5 см ораликда иккита параллел тўғри чизиқ ўтказилади. 1—2, 2—3, 3—4 ва ҳоказо нуқталар орасидаги масофалар картада аниқланиб, d билан белгиланган гра-

фага, юқоридаги нуқталарнинг отметкалари (абсолют баландликлари) эса унинг остидаги H графага m ҳисобида ёзилади. Кейин KL шартли горизонт чизигининг отметкаси бирор шартли сонга тенг деб қабул қилинади, бу сон профилнинг энг пастки нуқтаси KL чизиқдан 2—6 см баландда жойлашишини таъминлаши лозим. Қабул қилинган вертикал масштабга мувофиқ, KL чизиқдан бошлаб нуқталар белгиланади. Одатда вертикал масштаб горизонтал масштабга нисбатан 10 барабар йирикроқ қилиб олинади. Белгиланган нуқталар тўғри чизиқлар билан туташтирилса картада, берилган KL чизиқнинг профили ҳосил бўлади.

Профилни берилган карта масштабида гузиш керак дейлик; бу ҳолда профиль қайси чизиқ йўналишида чизилиши керак бўлса, уша чизиқ устига миллиметрлик катакларга бўлинган қоғоз қўйилади ва KL чизиқ, унинг горизонталлар билан кесишган нуқталари ва бошқа характерли нуқталар белгилаб чиқилади. KL чизиқ устига бу нуқталарнинг отметкалари ёзилади. Сўнгра белгиланган нуқталардан қабул қилинган вертикал масштаб бўйича перпендикулярлар чиқарилади. Бу перпендикулярнинг учлари бирин-кетин чизиқ билан туташтирилса, профиль ҳосил бўлади.



55-шакл



56-шакл.

Сув айирғич чизигини ўтказиш ва сув тўпланадиган ҳавзанинг майдонини аниқлаш. Сув ҳавзаси дарё ёки сойнинг сув тўпланадиган майдони бўлиб, бу майдонни чегараловчи, яъни уни бошқа дарёларнинг сув тўпланадиган майдонидан ажратувчи чизиққа **сув айирғич чизиқ** дейилади. Сув айирғич чизиқ картада горизонталларга перпендикуляр гушади. 56-шаклда Фарвонсойнинг сув айирғич чизиги пунктир билан кўрсатилган. Сув йиғиладиган ҳавзанинг майдони геометрик усулда, палетка ёки планиметр ёрдамида аниқланади (47-§).

49- §. Топографик картани ориентирлаш. Жойдаги нуқтанинг ўрнини картадан топиш ва картага қараб маршрут бўйича юриш

Жойда географик, геологик ва бошқа текшириш ва қидирув ишларини бажаришда, умуман карта билан жойда ишлаш вақтида картани ориентирлашга, картадан кузатувчи турган нуқтани топишга, маршрут бўйича юрилганда эса картани жой билан таққослаб боришга тўғри келади.

Топографик картани ориентирлаш деганда, картада тасвирланган объектлар йўналишини уларнинг жойдаги йўналишига тўғри келтириш тушунилади. Ориентирланишда картанинг шарқий ва ғарбий рамкалари жойда шимолга ва жанубга, шимоллий ва жанубий рамкалари эса шарққа ва ғарбга қаратилади.

Топографик картани компас ёрдамида ёки жойдаги тафсилотларга қараб ориентирлаш мумкин. Магнит меридиани бўйича ориентирлаш учун компас картанинг шарқий ёки ғарбий рамкаси устига қўйилади; бунда унинг лимбидаги 0° ва 180° рақамларини туташтирувчи чизик биронта рамка устига тўғри келтирилиши ва шимол томони (0°) юқорида бўлиши лозим. Кейин компаснинг қисқичи бўшатилади ва компас стрелкасининг шимоллий учи 0° га тўғри келгунга қадар карта компас билан биргаликда бурилади. Компас стрелкасининг шимоллий учи 0° га тўғри келиши картанинг ориентирланганлигини билдиради.

Топографик картани географик меридиан бўйича ориентирлаган вақтда компас стрелкасини 0° га тўғрилашда магнит стрелкасининг жойдаги оғиш бурчаги ҳисобга олинади. Картани жойдаги бирор чизиққа, масалан, йўлга қараб ориентирлашда йўлнинг картадаги йўналиши унинг жойдаги йўналишига тўғри келтирилади. Бунинг учун карта горизонтал ҳолатда тутилади, жойдаги объект ҳамда рельеф шакллари қайси томонда (ўнг ёки чапда) бўлса, карта айлантирилиб, уларнинг картадаги тасвири ҳам шу томонга тўғри келтирилади.

Картани жойдаги бирор объект ёрдамида ориентирлаш учун каргада тасвирланган нуқта билан бу нуқтадан кўринадиган бирор объект устига линейка қўйилади. Сўнгра карта горизонтал ҳолатда тутилади ва устидаги чизгич карта билан бирга жойдаги объектга тўғриланади; шунда объектнинг жойдаги йўналиши унинг картадаги йўналишига тўғри келиб тураверади, демак, карта ориентирланган бўлади.

Жойдаги кузатувчининг ўрнини топографик картада аниқлашнинг бир неча усули бор. Шуларнинг учтаси устида тўхтаб ўтамиз.

1- у с у л. Кузатувчи йўлларнинг кесишган жойида, кўприкда, йўл четида, жар ёки дарё қирғоғида турган бўлса, унинг турган жойини аниқлаш учун карта аввало ориентирланади, сўнгра атроф-

даги тафсилотлар уларнинг картадаги тасвирига солиштирилади. Ана шунда кузатувчи турган нуқта осонлик билан топилади.

2-у с у л. Кузатувчи йўлда турган бўлса, бунда ҳам карта ориентирланади ва картада бирор аниқроқ нуқта белгиланади. Сўнгра кузатувчи турган жойдан шу нуқтагача бўлган масофа жойда кўз билан чамалаб ёки бошқа усулда ўлчанади. Жойда ўлчанган масофа масштаб бўйича картага қўйилиб, кузатувчи турган жойнинг картадаги ўрни топилади.

3-у с у л. Кузатувчи турган жойнинг картадаги ўрнини кесиштириш усулида топиш мумкин. Бунинг учун карта планшет (тахтача) устига қўйилади. Жойда иккита нуқта белгиланади ва кузатувчи турган нуқтадан шу нуқталарга визир чизгичи ёрдамида қаралади. Кейин картадаги шу нуқталардан кузатувчи турган нуқтага чизиқ тортилади, бу чизиқларнинг кесишган нуқтаси кузатувчи турган нуқтани билдиради.

Топографик карта билан маршрут бўйлаб юриш ҳам бир неча хил бўлиши мумкин: йўл ёки дарё бўйлаб юриш, бир нуқтадан иккинчи нуқтага тўғри йўналишда бориш, бир нуқтадан иккинчи нуқтага бир неча жойда бурилиб бориш ва ҳоказо.

Йўл ёки дарё бўйлаб юрганда берилган маршрут йўлга чиқмасдан олдин картадан ўрганилади, асосий ориентирлар ва бурилишлар белгиланади. Йўл ёки дарёнинг бурилган жойлари орасидаги масофа картада ўлчанади, шундан сўнгина йўлга чиқилади; йўлда адашмаслик учун жойдаги ҳар бир бурилиш картада топиб борилади. Карта жой билан солиштирилади ва ҳар доим турган нуқта картада аниқлаб борилади.

Бир нуқтадан иккинчи нуқтага тўғри боришда топографик картада бу икки нуқта тўғри чизиқ билан таштирилади; чизиқнинг узунлиги ва магнит азимути ёки ҳақиқий азимути ўлчанади. Сўнгра маршрут атрофидаги ориентирлар белгиланади. Маршрут бўйича йўлга чиқилгач, ўлчанган азимут йўналиши бошланғич нуқтада белгиланади ва шу азимут бўйича чизиқ узунлигича масофа босиб ўтилади. Бунда картада белгиланган барча ориентирларни жойда топиб бориш керак.

Бир нуқтадан иккинчи нуқтага бир неча марта бурилиб боришда ҳам босиб ўтиладиган йўл картада ўрганилади, йўлнинг бурилишидаги азимутлар ва масофалар ўлчанади. Маршрут бўйича йўлга чиқилганда йўлдаги ҳар бир бурилишда юқорида айтганимиздек, картада белгиланган ориентирлар жойда топиб борилади.

50-§. Топографик картадан нусха кўчириш

Топографик картадан фойдаланишда ундан нусха кўчиришга тўғри келади. Бунинг учун асосан оптик асбоблар (эпископ, диаскоп), фототрансформатор ва бошқа асбоблардан фойдаланилади. Оптик асбоблар ёрдамида нусха кўчиришда топографик карта масштабини ўзгартирмаслик ёки уни йириклаштириш

ёхуд майдалаштириш мумкин. Оптик асбоблар ва фототрансформаторлар карта тузиш билан шуғулланадиган корхоналарда қўлланилади. Биз бу ерда картадан нусха кўчиришнинг оддий усуллари билан танишиб чиқамиз.

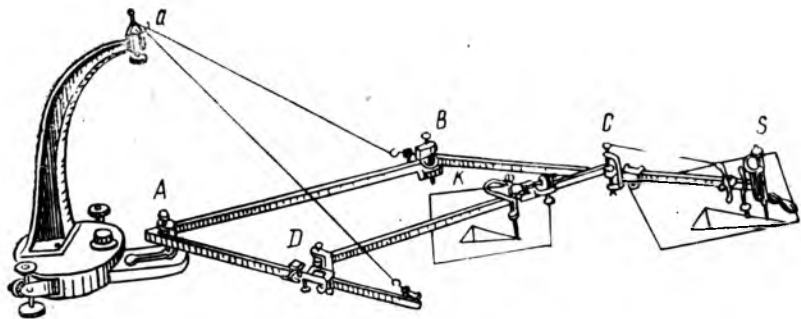
Карта масштабини ўзгартирмай-нусха кўчиришнинг энг содда ва кўп қўлланиладиган усули ёруғликдан фойдаланишдир. Лекин калька (шаффоф қоғоз) ёрдамида нусха кўчириш ҳам мумкин. Ёруғликдан фойдаланиб нусха кўчиришда махсус нусха кўчириш столининг ойнаси устига карта, унинг устига эса оқ қоғоз қўйилиб, лампочкалар ёқилгач, картадаги чизиқ ва контурлар қоғоз орқали кўриниб туради. Бу контур ва чизиқлар устидан қалам ёки тушь юргизилса, қоғозда картанинг нусхаси ҳосил бўлади.

Калькадан фойдаланганда карта устига калька ёзиб қўйилади, сўнгра калькада кўриниб турган контур ва чизиқлар устидан қалам ёки тушь юргизиб чиқилади, натижада калькада картанинг нусхаси ҳосил бўлади. Махсус нусха кўчириш столи бўлган тақдирда нусха кўчирилган калька стол устига қўйилади, унинг устига эса цианотип қоғоз ёпилиб, ёруғлик ёрдамида негатив нусха кўчирилади, негативдаги контур ва чизиқлар устидан тушь юргизилиб, карта ҳосил қилинади. Нусха кўчирилган калькани ёруғлик сезгир қоғоз устига қўйиб табий ёки сунъий ёруғлик ёрдамида негатив тайёрласа ҳам бўлади, негатив дорига солинса, картанинг нусхаси чиқади.

Кейинги вақтда картадан диазотип ёки махсус пергамент қоғоз ёрдамида позитив нусха олиб, сўнгра ундаги контур ва чизиқлар устидан тушь юргизиб карта ҳосил қилиш усули ҳам қўлланилмоқда.

Карта масштабини ўзгартириб, яъни кичрайтириб ёки катталаштириб нусха кўчиришда *пантограф* деб аталувчи асбобдан, фотографик усулдан, катакларга бўлиш усулидан фойдаланиш мумкин.

Пантографлар хилма-хил бўлади. 57-шаклда оддий пантографлардан бири кўрсатилган. Бу пантограф асосан тўртта линейкадан иборат; линейкалар *A*, *B*, *C* ва *D* нуқталарда бири-бирига туташтирилиб параллелограмм ҳосил қилинган. Параллелограммнинг туташтирилган нуқталари унинг учлари ҳисобланади. Пантограф билан ишлаш вақтида унинг қутбий нуқтаси *A* қўзғалмайдиган қилиб маҳкамланади. *K* нуқтадаги муфтага қалам, *S* нуқтадаги муфтага контур устидан юргизилдиган шпиль ўрнатилади. Агар нусха катталаштирилган масштабда олинмоқчи бўлса, қалам билан шпилнинг ўрни алмаштирилади. Пантографнинг линейкалари иккита ингичка сим билан қутбий нуқтадаги стержень (*a*) га торғиб боғлаб қўйилади. Шпиль карта устидан юргизилганда картани йиргмаслиги учун махсус кўтаргич ёрдамида бир оз кўтартирилади. Қалам ўрнатиладиган муфтани *CD* линейка бўйлаб силжитиш мумкин. *CD* линейкага кичрайтириш ёки катталаштириш нисбатларини ифо-



57- шакл.

даловчи штрих (чизиқлар чизилган ва уларнинг қиймаглари ёзилган BS ва AD линейкаларга ҳам кичрайтириш ёки катталаштириш нисбатлари ёзилган; бу линейкалар бўйлаб CD линейкани силжитиш мумкин. Пантографни ишлатишда унинг учта муфтаси нусха кўчириш учун талаб қилинадиган нисбатда ўрнатилади. Қалам остига қоғоз, шпиль остига оригинал (нусхаси кўчирилъётган карта) қўйилади. Оригинал ва қоғоз столга кнопкалар билан маҳкамланади, кейин шпиль картадаги чизиқ ва контурлар устидан юргизилади. Шунда қалам картадаги чизиқ ёки контурларни қоғозга талаб қилинган даражада кичрайтириб чизади. Пантограф асосан картадан кичрайтирилган нусха кўчиришда қўлланилади; масштабни катталаштириб нусха кўчиришда ундан кам фойдаланилади; чунки масштабни йириклаштиришда бирмунча хатога йўл қўйилади.

Картада масштабни кичрайтириб ёки катталаштириб фототрафик усулда нусха кўчиришда ойна ёки плёнкада картанинг негativi тайёрланади, сўнгра ундан контакт усулида ёки махсус катталаштириш асоби ёрдамида ёруғликсезгир қоғозга керакли нусха олинади.

Картадан нусха кўчиришда унинг элементлари маълум изчилликда бирин-кетин чизилади. Масалан, картографик ёки координата тўри чизилгандан сўнг картадаги гидрография обьектлари, кейин эса аҳоли яшайдиган пунктлар, сўнгра йўللар, чегаралар, рельеф, тупроқ-ўсимлик кўрсаткичлари чизилади ва ҳоказо. Картадаги бирон элементни нусхага кўчиришда унинг бошқа элементлар билан боғлиқлигига, шунингдек кичрайтириб нусха кўчиришда керакли тафсилотларни танлаб ва умумлаштириб тасвирлашга эътибор берилади. Кўчирилган нусхада шартли белги ва ёзувларнинг ўлчамлари ва ёзилиш қоидалари махсус кўрсатмаларда берилган [67, 68, 69].

ЖОЙДА ГЕОДЕЗИК ЎЛЧАШЛАР

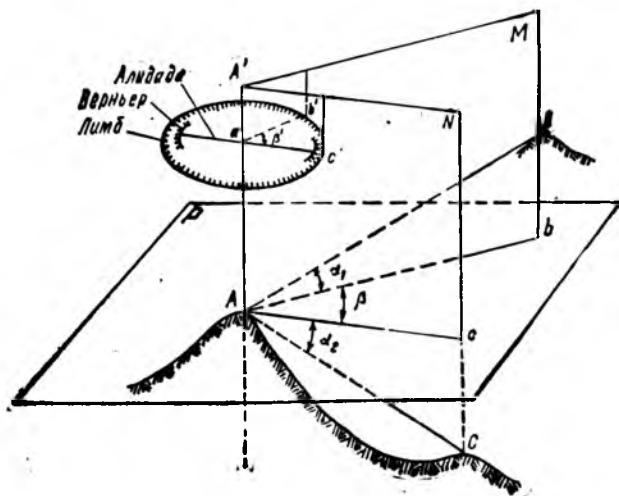
IX боб

ЖОЙДА БУРЧАК ЎЛЧАШ

51-§. Жойда бурчак ўлчаш принципи. Теодолит

Жойда геодезик ишларни бажарганда горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашга тўғри келади. Горизонтал бурчакни ўлчаш принципини мисол билан тушунтирамиз. Жойда A , B ва C нуқталар берилган дейлик (58-шакл). A нуқтага уринма горизонтал P текислик ўтказилиб, AB ва AC чизиқлар йўналиши AA' тик чизигидан ўтувчи M ва N вертикал текисликлар ёрдамида P текисликка проекцияланса, горизонтал ва вертикал текисликларнинг ўзаро кесишиши натижасида Ab ва Ac чизиқлар ҳосил бўлади. Бу чизиқлар орасидаги бурчакни β билан белгилаймиз.

Демак, жойдаги бир нуқта A дан чиққан иккита йўналиш AB ва AC нинг горизонтал P текисликдаги проекциялари (Ab ва Ac чизиқлар) орасида ҳосил бўлган бурчак β *горизонтал бурчак* бўлиб ҳисобланади. Бу бурчакнинг қийматини топиш



58-шакл.

учун маркази бурчак учи A дан ўтган тик чизиқ AA' га градус ва минутларга бўлинган доира—лимб ўрнатилган деб фараз қилинади. Доирада горизонтал бурчак томонлари ab' ва ac' орасидаги ёй $b'c'$ ўлчаниши керак бўлган горизонтал бурчак қийматига тенгдир. Горизонтал бурчакни ўлчаш учун лимбдан ташқари, ёй $b'c'$ нинг бошланғич b' ҳамда охириги c' нуқталари белгиланадиган вертикал текисликлар ҳам керак. Бу вертикал текисликка визирлаш текислиги дейилади. Бурчак ўлчанадиган асбобларда визирлаш текислиги вазифасини қараш трубаси бажаради. Қараш трубаси лимб марказидан ўтган ўқда айланадиган алидада доираси устига ўрнатилади. Алидаданинг горизонтал бурчак қийматини ифодаловчи ёй $b'c'$ нинг бошланғич b' ва охириги c' нуқталарини белгилайдиган мосламаси бор. Бу мослама шкала кўринишида бўлиб, верньер деб аталади.

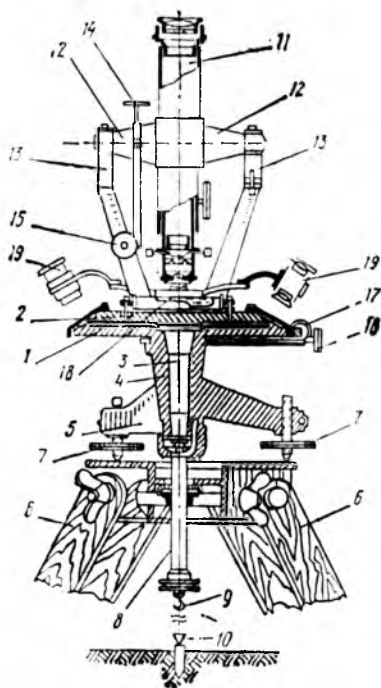
Жойда горизонтал бурчакни ўлчашда ишлатиладиган асбоб қуйидаги асосий қисмлардан иборат: горизонтал бурчак проекцияси ифодаланадиган доира—лимб, бурчак йўналишларини белгилаш учун хизмат қиладиган қараш трубаси ҳамда лимб марказида айланадиган ва саноқ олинадиган доира—алидада. Ана шундай асбоб *теодолит* деб аталади. Теодолит нуқтага штатив ва шовун ёрдамида ўрнатилади. Теодолит қисмларининг бир-бирига нисбатан қанчалик тўғри ўрнатилганлиги адилак ёрдамида текширилади.

Берилган нуқтанинг ернинг табиий юзасидаги ўрнини топish учун кўпинча жойда вертикал бурчакни ўлчашга тўғри келади. Вертикал бурчак қиялик бурчаги деб ҳам юритилади. Қиялик бурчаги жойдаги бирор чизиқ AB билан унинг горизонтал проекцияси Ab орасидаги бурчакдан иборат. Қиялик бурчаги α , горизонтал текислик P дан юқорида бўлса, мусбат қиялик бурчаги ёки кўгарилиш бурчаги деб аталиб, ишораси мусбат бўлади. Қиялик бурчаги α_2 горизонтал текислик P дан пастда жойлашган бўлса, манфий қиялик бурчаги ёки пасайиш бурчаги деб аталиб, ишораси манфий бўлади.

Мамлакатимизда ишлаб чиқариладиган теодолитлар горизонтал бурчакларнигина эмас, балки вертикал бурчакларни ўлчашга ҳам мосланган. Вертикал бурчакни ўлчаш учун теодолитнинг қараш трубаси ёнига вертикал доира ўрнатилган. Вертикал доира, дальномер ва буссоль билан таъминланган теодолитлар теодолит-тахеометр деб юритилади.

Теодолитнинг асосий қисмлари тузилиши ва бажарадиган ишига қараб, ўрнатувчи қисмлар ва иш қисмларига бўлинади. Қараш трубаси, лимб, алидада, верньер ва саноқ олиш мосламалари—иш қисмларидир, штатив, шовун, таглик ва адилаклар *аса* ўрнатиш қисмларидир.

Теодолитнинг схемаси 59-шаклда берилган. Теодолитнинг лимби 1 ва алидадаси 2 горизонтал доирани ташкил этади. Алидаданинг айланиш ўқи асбобнинг айланиш ўқи 3 деб аталади,



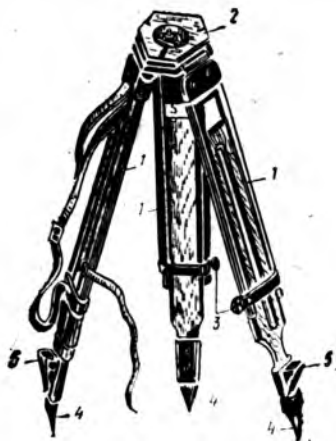
59- шакл.

бу ўқ лимбнинг ичи ковак ўқи 4 га, лимб ўқи эса таглик 5 нинг втулкасига кириб туради. Теодолит штатив 6 га ўрнатилганда тагликнинг кўтариш винтлари 7 штатив каллагига тиралиб туради. Теодолит штативда ўрнатиш винти 8 ёрдамида маҳкамлаб қўйилади. Ўрнатиш винтининг учида илгаги 9 бор; асбобни нуқтага марказлаштириш учун хизмат қиладиган шовун 10 шу илгакка осилади. Теодолитнинг қараш трубаси 11 горизонтал ўқ 12 ёрдамида алидада таянчи 13 га ўрнатилган. Вертикал доира ҳам лимб билан алидадан иборат. Унинг лимби қараш трубаси билан бир ўқда жойлашган бўлиб, труба билан бирга айланади. Қараш трубасини горизонтал ўқ атрофида вертикал текисликда 180° айлантириш мумкин; бунга қараш трубасини зенит бўйича айлантириш дейилади. Қараш

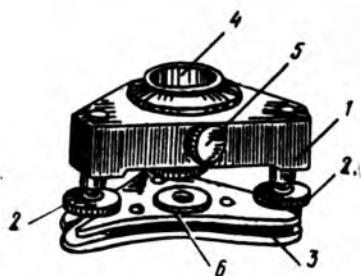
трубасидаги маҳкамлаш 14 ва йўналтириш 15 винтлари уни маҳкамлаб қўйиш ва вертикал йўналишда салгина айлантириш учун хизмат қиладди. Бундай винтлар 16 ва 17 горизонтал доиранинг лимбиди бўлгани сингари, горизонтал доиранинг алидадасида ҳам бор. Лимб текислигини горизонтал вазиятга ва асбобнинг айланиш ўқини вертикал вазиятга келгириш учун битта, баъзи теодолитларда эса бир-бирига перпендикуляр қилиб иккита адилак 18, лимб ва верньер штрихларини ҳамда рақамларини катталаштириб кўрсатиш учун лупалар 19 ўрнатилган. Зарбдан, чангдан ҳимоялаш мақсадида теодолитнинг асосий қисмлари филоф билан бекитилган. Ишлатилмаган вақтида ва бир жойдан иккинчи жойга олиб боришда теодолит махсус қутига ёки филофга жойланади.

52-§. Теодолитнинг ўрнатиш қисмлари

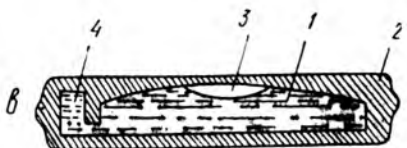
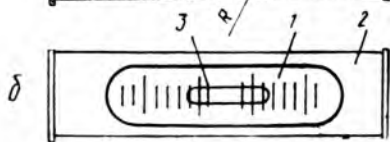
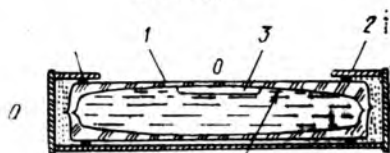
Штатив. Штатив (60- шакл) теодолит ўрнатиладиган учоёқ бўлиб, уни ердан бирмунча баланд кўтариб, ишлаш учун қулайлик туғдиради. Штатив металл ёки қаттиқ ёғочдан ясалган учоёқ 1 ва металл каллак 2 дан иборат. Гайкали винтлар 3 ни бураб, штатив оёқларини узайтириш ва қисқартириш мумкин.



60- шакл.



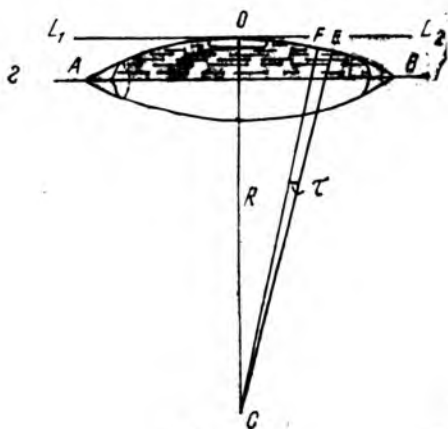
61- шакл.



Штатив оёқларига ўткир учли темир қалпоқча 4 кийгизилган. Қалпоқчаларда штативнинг оёқларини ерга киритадиган тиргак 5 лар бор. Штатив каллагининг ўртаси тешик; штативни тагликка маҳкамлашда асбобнинг ўрнатиш винти шу тешикка бураб киритилади.

Шовун. Шовун теодолитни нуқтага марказлаштириш, яъни унинг айланиш ўқини жойдаги нуқта марказига тўғрилаш учун керак бўлади. Шовуннинг оддий ва оптик турлари бор. Оддий шовун оғирлиги 100–150 г келадиған ўткир учли металл қадоқтошдан иборат; теодолитни нуқтага тўғрилаш пайтида шовун ипи теодолит таглигининг илгагига осилади

Таглик. Таглик (61-шакл) теодолитнинг иш қисмини штативга бирлаштиради. У теодолитга қўшиб ясалган ёки бўлиши



62- шакл.

мумкин. Таглик каллак 1, учга кўтариш винти 2 ва трегер 3 дан иборат бўлиб, штативга ўрнатиш винти ёрдамида бириктирилади; бу винт таглик трегерининг ўртасидаги резъбали тешик 6 га бураб киритилади; тагликнинг ўрта қисмидаги втулка 4 га теодолитнинг вертикал айланиш ўқи ўрнатилади. Айланиш ўқи тагликка махсус винт 5 билан маҳкамланади. Теодолитнинг айланиш ўқини вертикал вазиятга келтиришда кўгариш винтларидан фойдаланилади.

Адилак. Адилак геодезик асбобларнинг ўқларини горизонтал ёки вертикал вазиятга келтириш ҳамда иш пайтида асбобнинг ҳолатини кузатиш учун хизмат қилади. Аниқ адилаклар ёрдамида кичик қиялик бурчакларни ўлчаш ҳам мумкин.

Цилиндрик ва доиравий адилаклар бўлади. *Цилиндрик адилак* (62-шакл, а, б, в) металл ғилоф 2 ичидаги шиша найча 1 дан иборат. Шиша найчага этил, эфир ёки этил спирти ёхуд метил спирти тўлдирилган бўлади. Найчанинг учи кавшарланган. Найча ичидаги ҳаво пуфакчаси 3 *адилак пуфакчаси* деб аталади. Адилак пуфакчаси доим найчанинг энг баланд жойида туради. Найча ўртасидаги *O* нуқтага—*адилак ноль нуқти*, бу нуқтага уринма чизиқ L_1L_2 га *адилак ўқи* дейилади. Цилиндрик адилак найчасининг сиртига ноль нуқтдан икки томонга 2 мм дан штрихлар чизилган. Адилак пуфакчасининг вазиятини шу штрихлардан билиш мумкин. Адилак пуфакчаси ноль нуқтада бўлганда унинг оғирлик маркази *OC* чизиғида жойлашади (62-шакл, г). Шунда адилак ўқи L_1L_2 ёй *AOB* нинг *O* нуқтасига тегиб ўтиб горизонтал ҳолатни эгаллайди. Геодезик асбобларнинг асосий ўқларини горизонтал ва вертикал ҳолатга келтиришда адилакнинг шу хусусиятидан фойдаланилади.

Адилак шкаласи бир бўлагининг бурчак қиймати (2 мм) *адилак бўлак қиймати* деб аталади. Адилак бўлак қиймати геодезик асбобларда асосан 1' дан 2" гача бўлади. Адилак бўлак қиймати r'' қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$r'' = \frac{l\rho''}{K} = \frac{2\text{мм} \cdot 206265''}{R\text{мм}}; \quad (\text{IX} - 1)$$

бу ерда l — адилак шкала бўлагининг чизиқ узунлиги;

R — адилак найчаси ёйининг радиуси;

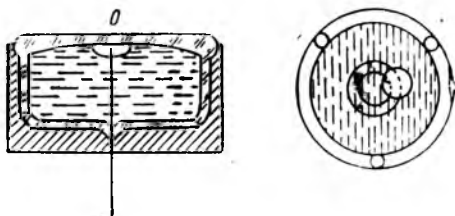
ρ'' — бурчакнинг радиан қиймати.

Адилак бўлак қиймати маълум бўлса, унинг ўқи горизонталга нисбатан қанча оғишганлигини билиш қийин бўлмайди. Масалан, бўлак қиймати 30" бўлган адилак пуфакчаси ноль нуқтдан икки бўлакка қочса, адилак ўқи горизонталга нисбатан $2 \times 30'' = 60''$ оғишган бўлади ва ҳ. к.

Адилак бўлак қиймати адилакнинг сезгирлик даражасини кўрсатади. Адилак сезгирлиги, яъни пуфакчанинг энг баланд жойни тезда ва аниқ эгаллаши найча ички юзасининг силлиқлигига, найча ичидаги суюқлиқнинг хусусиятига, пуфакчанинг

узунлигига, температура ва бошқаларга боғлиқ. Пуфакчанинг нормал узунлиги одатда шкала узунлигининг 0,3—0,5 қисмига тенг бўлиши лозим. Адилак пуфакчасига температура катта таъсир кўрсатади. Температура таъсирини камайтириш учун баъзи бир асбобларда адилак найчасининг бир учига камера қилинган (62-шакл, в). Бундай адилаклар камерали адилак деб аталади. Температура ўзгариши камерали адилакларда пуфакчанинг узунлигига сезиларли таъсир этмайди. Баъзи геодезик асбобларда, чунончи нивелирларда адилак пуфакчасининг ҳолати махсус призма ёрдамида кузатиб турилади.

Айрим геодезик асбобларда цилиндрлик адилак билан бирга сезгирлиги кам бўлган доиравий адилаклар ҳам ишлатилади. Доиравий адилак (63-шакл) ички юзаси силлиқланган ва ши-



63-шакл.

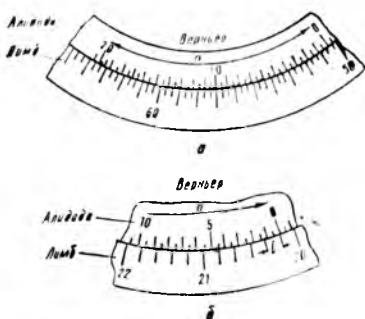
ша қопқоқ билан герметик бекитилган қутича ичига жойланган. Қутича устига доирача ўйилган; доирачанинг марказига адилак ноль пункти дейилади. Ноль пункт марказидан ўтган шарсимон юза радиуси адилак ўқи деб аталади. Пуфакча доира марказига тўғри келганда адилак ўқи вертикал вазиятда бўлади. Доиравий адилакдан фойдаланиш осон ва жуда қулайдир. Асбобни нуқтага ўрнатишда юксак аниқлик талаб этилмаган ҳолларда ва асбоб ўқларини тахминан горизонтал ёки вертикал ҳолатга келтириш вақтида шу адилакдан фойдаланилади.

53-§. Теодолитнинг иш қисмлари

Лимб. Лимб металл ёки шишадан ишланган бўлиши мумкин. Металл лимб магнитсизланган жездан ёки қалай-бронза қоғишмасидан ясалган диск ва нейзилбера ёки кумуш-мис қоғишмасидан ясалган ҳалқадан иборат. Лимб диаметри 46—270 мм бўлади. Металл лимбнинг ҳалқаси, шиша лимбнинг эса ташқи доираси ораларини тенг қилиб штрихларга бўлинган. Ёнма-ён жойлашган икки штрих орасидаги ёй қиймати лимб бўлак қиймати дейилади. Лимб бўлак қиймати 5', 10', 20', 30' ва 1° га тенг. Лимб бўлакларининг ҳар 10°, 5° ёки 1° қиймати соат стрелкаси йўналишида 0 дан 360° гача рақамлар билан белгиланган. Лимб штрихлари рақамларидан фой-

даланиб унинг бўлак қийматини топиш мумкин. 64-шакл *a* да иккита рақам (50° ва 60°) оралиғи 30 га тенг бўлакка бўлинган бўлиб, лимб бўлак қиймати $\frac{10^\circ}{30} = 20'$, 64-шакл, *b* да эса $\frac{1^\circ}{6} = 10'$.

Алидада доирадан иборат бўлиб, ўқи лимб втулкаси ичига кириб туради. Унинг диаметрал қарама-қарши томонига *O* билан белгиланган кўрсаткич штрих чизилган. Горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашда бу бурчаклар теодолитнинг гори-



64-шакл.

зонтал ва вертикал доираларига проекцияланади ва лимбдан алидада кўрсаткичи ёрдамида саноқ олинади. Агар алидада кўрсаткичи лимбнинг иккита штрихи оралиғига тўғри келса, саноқни кўз билан чамалаб олишга тўғри келади. Бундай пайғда саноқни аниқ олиш учун верньер ва саноқ олиш мослама-ларидан фойдаланилади.

Верньер лимбдан саноқ олиш аниқлигини ошириш учун алидадага чизилган шкаладан иборат. Лимб бўлак қийматини l билан ва алидаладаги шкала бўлаклар сонини n билан белгиласак, верньер аниқлиги t қуйидагига тенг бўлади:

$$t = \frac{l}{n + 1}. \quad (\text{IX}-2)$$

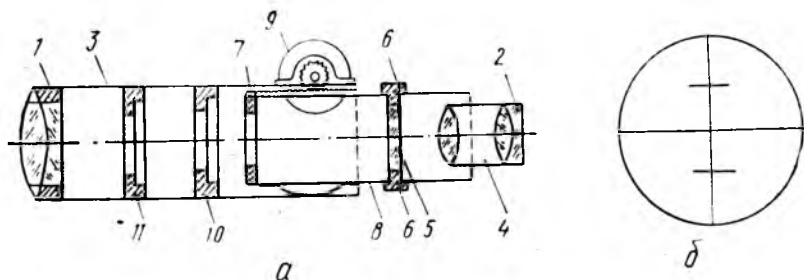
Лимбдан дастлаб унинг ноль штрихидан алидала кўрсаткичига қадар бўлган саноқ (градус ва минутлар) олинади, сўнгра верньернинг қайси штрихи лимб штрихига тўғри келган бўлса, алидада кўрсаткичидан шу штрихгача бўлган саноқ (минут ва секундлар) олинади. Масадан, 64-шакл, *a* да верньер аниқлиги $\frac{20'}{40} = 30''$; лимбдан олинган саноқ $50^\circ 20'$; верньердан олинган саноқ $10'$; умумий саноқ $50^\circ 30'$; шакл, *b* да верньер аниқлиги $\frac{10'}{20} = 30''$; лимбдан олинган саноқ $20^\circ 10'$; верньердан олинган саноқ $4'$; умумий саноқ эса $20^\circ 14' 30''$ дир. Верньернинг ноль штрихи олдидаги ва охириги штрихи орқасидаги

штрихлар верньердан саноқ олишни осонлаштириш мақсадида чизилган бўлиб, верньер аниқлигини ҳисоблашда эътиборга олинмайди.

Лимбдан саноқ олиш аниқлигини ошириш ва алидада эксцентриситети таъсирини камайтириш учун алидадага иккита верньер қилинган. Алидада эксцентриситети лимб билан алидада марказининг бир-бирига тўғри келмаслиги натижасида рўй беради. Эксцентриситет рўй бермаганда ҳар иккала верньердан олинган саноқлар бир-биридан 180° фарқ қилиши керак. Иккала верньердан олинган саноқлар фарқи $180 \pm 2t$ дан катта бўлса, алидада эксцентриситети рўй беради; унинг таъсирини йўқотиш учун бурчак ўлчашда доимо иккала верньердан саноқлар олинади ва уларнинг ўртачаси ҳисоблаб чиқарилади.

Лимб ва верньер бўлақларини оддий кўз билан кузатиш анча қийин. Шунинг учун лимб ва верньердан саноқ олишда лупадан фойдаланилади. Верньерлар металл лимбли теодолитларда ишлатилади. Оптик теодолитларда лимб бўлақларини кузатиш ва саноқ олиш аниқлигини ошириш учун махсус саноқ олиш мосламалари—штрихли ёки шкалали микроскоплар ишлатилади (56-§).

Қараш трубаси. Қараш трубаси (65-шакл) геодезик асбобларнинг асосий иш қисмларидан бири бўлиб, кузатилаётган



65- шакл.

нуқтани аниқ нишонга олиш (визирлаш) учун хизмат қилади. Қараш трубаси иккита оптик система: объектив 1 ва окуляр 2 дан иборат. Объектив ва окуляр цилиндр шаклидаги металл трубкалар ичига жойланган; шунга кўра бу трубкалар объектив ва окуляр трубкалари 3 ва 4 деб юритилади. Окуляр трубкасининг окуляр линзаси олдида диафрагма деб аталадиган шиша пластинкали ҳалқа 5 созлаш винтлари 6 ёрдамида ўрнатилган. Шиша пластинкага иплар тўри чизилган (65-шакл, б). Иплар тўридаги вертикал чизиқ билан ўртадаги горизонтал чизиқ—*визир чизиқлари*, четки горизонтал чизиқлар эса *дальнономер чизиқлари* деб аталади. Иплар тўри равшан кўриниши

(уни кўзга мослаш) учун окуляр трубкаси керагича айлантрилади.

Қараш трубасини буюмнинг бирор нуқтасига визирлаш деганда, шу нуқта тасвирини тўрдаги ипларнинг кесишган нуқтасига тўғрилаш тушунилади. Ипларнинг кесишган нуқтаси ва объективнинг оптик маркази орқали ўтган фаразий чизиққа теодолитнинг *визир ўқи* дейилади. Объектив ва окулярнинг оптик марказларидан ўтган фаразий чизиқ—қараш трубасининг оптик ўқи, объектив ва окуляр трубкаларининг кўндаланг кесимлари марказидан ўтган фаразий чизиқ эса *геометрик ўқ* деб аталади.

Ҳозирги вақтда қараш трубаси *ичдан фокусланадиган* теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда. Бу қараш трубасида объектив билан иплар тўри чизилган диафрагма орасига фокусланувчи линза 7 ли трубка 8 жойлаштирилган. Трубкани крамельера 9 ёрдамида қараш трубасининг геометрик ўқи бўйича силжитиш мумкин. Фокусланувчи линзали объектив *телеобъектив* деб аталади. Фокусланувчи линзани силжитиш йўли билан телеобъективнинг фокус оралиғи ўзгартирилади, натижада кузагилаётган буюм равшан кўринади.

Агар қараш трубаси орқали бирор нуқтага қараб туриб кўзни у ёқ бу ёққа (ўннга-чапга ёки юқорига-пастга) юритсангиз, иплар кесишган нуқта буюмнинг нишонланган нуқтасидан салгина силжийди. Бу ҳодисага иплар тўрининг паралакси дейилади. Паралакс окуляр трубкасини салгина бураб тўғриланади.

Одатда линзанинг четига тушган нурлар кўпроқ, марказига яқин тушган нурлар камроқ синади. Нурлар фокусдан оғади, натижада буюмнинг тасвири хиралашади ва у равшан (аниқ) кўринмайди. Нурларнинг фокусдан оғиши *сферик абберация* деб аталади. Сферик абберациянинг таъсирини камайтириш мақсадида қараш трубасининг ичига қора ҳалқали диафрагма 10 ва 11 лар жойланган. Бу диафрагмалар объективининг марказидан ўтган нурларнигина окуляр томон йўналтиради.

Ёруғлик нури линзада сингач, спектр каби, рангларга ажралади ва тасвирнинг четида ранг-баранг товланади. Бунга *хроматик абберация* дейилади. Ёруғлик нури турлича синадиган мураккаб объективдан фойдаланиб, хроматик абберациянинг таъсирини бир оз бўлса-да камайтириш мумкин. Мураккаб объектив линзаларидан бирининг ҳар иккала томони ботиқ, иккинчисининг эса бир томони ботиқ, иккинчи томони қавариқ бўлади.

Қараш трубаси асосан катталаштириб кўрсатиши, кўриш майдони ва равшан кўрсатиши билан характерланади. Қараш трубасининг катталаштириш даражаси қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$v = \frac{f_1}{f_2}; \quad (\text{IX}-3)$$

бу ерда f_1 — объективнинг фокус оралиғи;

f_2 — окулярнинг фокус оралиғи.

Трубанинг кўрсатиш равшанлиғи 1 мм^2 майдонга бир секундда тушадиган ёруғлик миқдори билан ифодаланади. Трубанинг кўрсатиш равшанлиғи объективнинг диаметрига ва буюмни катталаштириш даражасига боғлиқ.

54-§. Теодолитларнинг типлари

Теодолитлар тузилиши, аниқлиги ва бошқа хусусиятлари жиҳатидан бир неча хил бўлади.

Лимбининг тағлиқка бириктирилишига қараб, теодолитлар оддий ва такрорий теодолитларга ажратилади. Оддий теодолитларда лимб тағлиқка айланмайдиган қилиб бириктирилган. Бундай теодолитлар билан горизонтал бурчакларни лимбининг турли қисмида ўлчаб бўлмайди. Такрорий теодолитларда лимб тағлиқ устида айланадиган қилиб бириктирилган; бундай теодолитлар билан ҳар бир бурчакни лимбининг турли қисмида ўлчаб, аниқроқ натижа олиш мумкин. Кейинги йилларда ишлаб чиқарилаётган теодолитларнинг барчаси такрорий теодолитлардир.

Теодолитларнинг металл лимбли ва шиша лимбли турлари бўлади. Шиша лимбли теодолитларда оптик мосламалар бўлганлигидан, лимб бўлақларини шу мосламалар ёрдамида қараш трубасти окуляри ёнидаги микроскоп орқали кузатиш мумкин. Бундай теодолитларга оптик теодолитлар дейилади. Улар металл лимбли теодолитларга нисбатан ихчам, енгил ва ишлатилиши осондир. Оптик теодолитларнинг мосламалари лимбдан аниқ санок олишга имкон беради. Мамлакатимизда қабул қилинган янги ГОСТ 10529—70 га биноан, кейинги йилларда фақат оптик теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда.

Аниқлиги жиҳатидан теодолитлар жуда аниқ, аниқ ва техникавий теодолитларга ажратилади. Горизонтал бурчакни жуда аниқ теодолитлар билан ўлчашда ўртача квадратик хато $0''{,}5 - 1''{,}0$ гача, аниқ теодолитларда $2''{,}0 - 10''{,}0$ гача, техникавий теодолитларда $15''$ дан $30''$ гача бўлади.

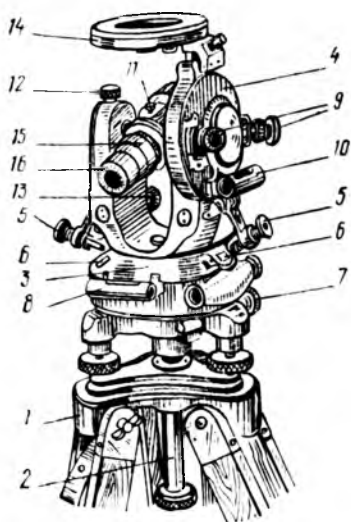
ГОСТ 10529—70 га мувофиқ ишлаб чиқарилаётган янги теодолитларнинг маркасида унинг ўлчаш аниқлиги (ўртача квадратик хатоси) рақам билан кўрсатилган бўлади. Масалан, лаборатория шароитида Т-2 теодолити билан бурчакни $\pm 2''$, Т-10 теодолити билан $\pm 10''$, Т-30 теодолити билан эса $\pm 30''$ ўртача квадратик хато билан ўлчаш мумкин.

Мазкур дарслик асосан қурилиш соҳасида ишлайдиган мутахассисларга мўлжалланганлиги сабабли бу ерда қурилишда қўлланиладиган техникавий теодолитлар ҳақидаги зарур маълумотлар берилди.

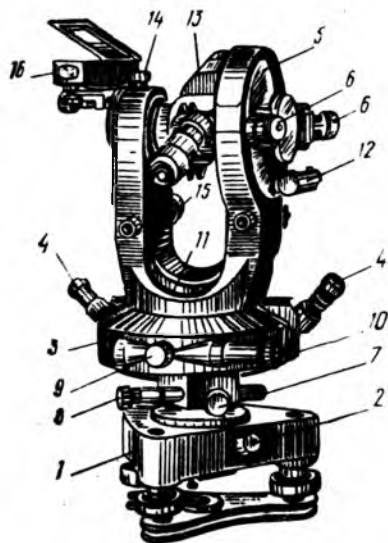
55-§. Металл лимбли техникавий теодолитлар

Кейинги йилларда саноатимиз фақат оптик теодолитлар ишлаб чиқармоқда. Лекин улар ҳали етарли миқдорда эмас; шунга кўра план олиш ва инженерлик ишларида металл лимбли теодолитлардан ҳам фойдаланилмоқда. Қуйида металл лимбли баъзи теодолитлар устида тўхтаб ўтамиз.

ТМ-1 теодолити (66-шакл). ТМ-1 теодолити ихчамлиги ва энгиллиги билан металл лимбли бошқа теодолитлардан ажралиб туради. Бу теодолит



66- шакл.



67- шакл.

географик, геологик ва бошқа инженерлик-қидирув ишларидаги геодезик ўлчашлар учун жуда қулай; ишлатиш вақтида теодолитнинг иш қисми штатив каллагига 1 га қўйилиб, ўрнатиш винти 2 ёрдамида маҳкамланади. Теодолит горизонтал 3 ва вертикал 4 доираларининг алидадаси ва лимби гилоф билан бекитилган бўлади. Лимбнинг булак қиймати $20'$, верньер булак қиймати эса $1'$ дир. Горизонтал доирадан санок лупа 5 орқали доиранинг гилофидаги ойнача 6 дан олинади. Микрометр винт 7 зарур вақтда лимбни ўз ўқи атрофида айлантириш учун хизмат қилади. Горизонтал доира устига цилиндрик адилак 8 ўрнатилган. Вертикал доиранинг лимби қараш трубасининг горизонтал ўқи билан биргаликда горизонтал доира устидаги таянчга ўрнатилган. Вертикал доирадан лупа 9 орқали санок олинади. Бу доира лимбининг бўлак қиймати $90'$, верньернинг булак қиймати эса $1'$ га тенг. Вертикал доирага адилак 10 ўрнатилган. Бу теодолитнинг қараш трубаси 11 ичдан фокусланади; трубанинг катталаштириш даражаси 17° дир. Винт 12 ёрдамида труба маҳкамланади, микрометр винт 13 ёрдамида эса секундаста кўтарилади ёки туширилади. Қараш трубасини зенит бўйича айлантириш мумкин. Йуналишлар азимутини ўлчаш учун вертикал доирага буссоль 14 ўрнатилади. Қараш трубасидан бюкюмлар равшанроқ кўриниши учун крамельера 15, илгар түри равшан кўриниши учун эса окуляр 16 керагича айлантирилади. Теодолитни бир жойдан иккинчи жойга олиб боришда махсус гилофга жойланади.

ТТ-5 теодолити (67-шакл). ТТ-5 теодолитининг асосий қисмлари энгил ва чидамли алюминий қотишмасидан ясалган, чанг ва нам тегмаслиги учун гилоф ичига олинган. Бу теодолит план олиш ва қурилиш ишларида кенг қўлланилади. ТТ-5 теодолитининг иш қисми тагликдан ажраладиган қилиб ясалган. Ишлатиш пайтида таглик 1 штативга ўрнатилиб маҳкамланади; теодолитнинг айланиш ўқи таглик втулкасига киритилиб, винт 2 билан маҳкамлаб қўйилади.

Горизонтал доира 3 дан санок лупа 4 орқали, вертикал доира 5 дан эса лупа 6 орқали олинади. Иккала доиранинг ҳам бўлак қиймати $10'$, верньернинг бўлак қиймати $30''$ дир. Горизонтал доиранинг лимбида маҳкамлаш 7 ва микрометр 8 винтлари бор; шунингдек алидадада ҳам бундай винтлар 9 ва 10 мавжуд. Горизонтал ва вертикал доираларга цилиндрик адилаклар 11 ва 12 ўрнатилган. Қараш трубаси 13 ичдан фокусланади; унинг катталаштириб кўрсатиш даражаси $25^{\circ}2'$; кўриш майдони $1^{\circ}20'$; дальномер коэффициентини 100. Трубани фақат окуляр томони билан зенит бўйича айлантириш мумкин. Трубага маҳкамлаш 14 ва микрометр 15 винтлари ўрнатилган. Йўналишлар азимутини ўлчада унинг вертикал доирасига ориентир буссоль 16 ўрнатилади. Теодолитнинг штатив билан биргаликдаги оғирлиги 3,2 кг.

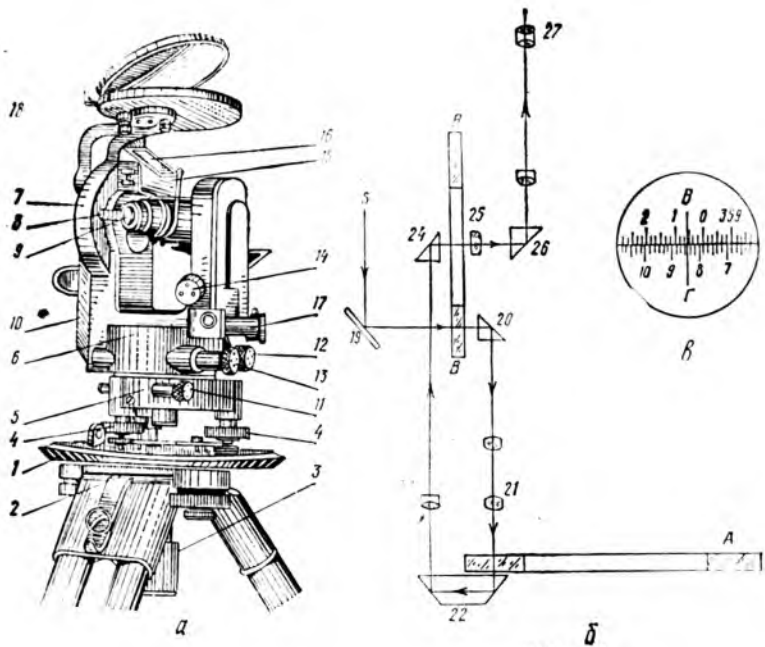
ТН-теодолити-нивелири тузилиши жиҳатидан ТТ-5 теодолитига ўхшайди. Бироқ унинг қараш трубаси устига цилиндрик адилак ўрнатилган; шу сабабли ундан нивелир каби фойдаланиш мумкин. ТН-теодолитнинг таглигидаги оптик шовун ёрдамида уни жойдаги нуқтага 5 мм гача аниқликда марказлаштириш мумкин. Катта аниқлик талаб этилмайдиган ишларда теодолит нуқтага оддий шовун ёрдамида марказлаштирилади. Теодолитдан нивелир сифатида фойдаланиш зарур бўлганда қараш трубаси устидаги цилиндрик адилак ўқи доиранинг микрометр винти ёнидаги махсус винт ёрдамида аниқ горизонтал ҳолатга келтирилади. Қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси $25^{\circ}2'$; кўриш майдони $1^{\circ}20'$; дальномер коэффициентини 100; горизонтал ва вертикал доиралар лимбининг бўлак қиймати $10'$; верньерлари аниқлиги $30''$. Теодолитнинг штатив билан биргаликдаги оғирлиги 3,2 кг.

ТТП-лойиҳалаш теодолит-тахометри. Бу теодолит ТН-теодолитига ўхшайди. Унинг ҳам қараш трубаси устига цилиндрик адилак ўрнатилган бўлиб, аниқлиги $10''$. Қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси $22^{\circ}5'$; кўриш майдони $1^{\circ}20'$; дальномер коэффициентини 100; горизонтал ва вертикал доиралар лимбининг бўлак қиймати $10'$; верньер бўлак қиймати $30''$. Теодолит-тахометрнинг штатив билан биргаликдаги оғирлиги 3,2 кг. ТТП-теодолитнинг ТН-теодолитидан фарқи шуки, қараш трубасининг горизонтал ўқи очиқ бўлиб, қиялигини ўзгартириш мумкин. Бундан ташқари, вертикал ва горизонтал ўқларини текшириш учун бу теодолит махсус қўйма адилак билан таъминланган. Бу адилак ва қараш трубасида махсус мослама бўлганлигидан ТТП-теодолити билан баландда жойлашган вертикал текислик ва чизиқларни лойиҳалаш ҳамда бино ва иншоот колонналарининг тиклигини текшириш мумкин.

56-§. Техникавий оптик теодолитлар

Оптик теодолитлар ихчам, енгил, улар билан бурчак ўлчаш нисбатан осон. Оптик теодолитларнинг тузилиши мураккаб бўлганлигидан уларни махсус механикларгина ремонт қилиши мумкин.

Оптик теодолитлар лимби шишадан ясалган. Қараш трубаси ичдан фокусланади. Горизонтал ва вертикал доиралардан санок олиш учун қараш трубаси окуляри ёнига махсус микроскоп ўрнатилган. Микроскопдан қараганда индекс (кўрсаткич) штрихли шиша пластинка ҳамда горизонтал ва вертикал доираларнинг бир қисми кўринади. Бу эса горизонтал ва вертикал доиралардан бирданига санок олишни таъминлайди. Техникавий оптик теодолитларнинг баъзи турлари билан танишайлик.



68- шакл.

ТОМ-оптик теодолити (68-шакл, а). Бу кичик теодолит такрорий теодолит бўлиб, бурчакни $30''$ аниқликда ўлчаш имконини беради. ТОМ-теодолити (янги ГОСТда ТЗО) план олиш шохобчаларини барпо этишда, бевосита план олишда ҳамда инженерлик қидирув ва қурилиш ишларида қўлланилади.

Теодолитнинг асосий қисмлари енгил ва чидамли қотишмадан ясалган. Ишлатиш вақтида теодолит қутисининг асоси 1 штатив каллаги 2 га қўйилгач, ўрнатиш винти 3 бураб маҳкамланади. Қутининг асосига учта кутариш винти 4 бўлган таглик 5 бириктирилган. Теодолитнинг иш қисми шу тагликка ўрнатилган. Горизонтал ва вертикал доира 6 ва 7 ларнинг лимблари шишадан ясалган бўлиб, диаметри 70 мм; лимбнинг ҳар бир градус қиймати рақам билан ёзилган. Ҳар бир градус ёни 6 бўлакка бўлинган; лимбнинг бўлак қиймати $10'$ га тенг. Горизонтал ва вертикал доиралардан саноқ индексли микроскоп орқали олинади. Микроскопнинг окуляри 8 қараш труба-си окуляри 9 ёнига ўрнатилган, мураккаб объективи эса қараш трубасининг таянчи 10 ичига жойлаштирилган. Горизонтал доира лимби микрометр винти 11 билан, алидадаси эса маҳкамлаш ва микрометр винглари 12 ва 13 билан таъминланган.

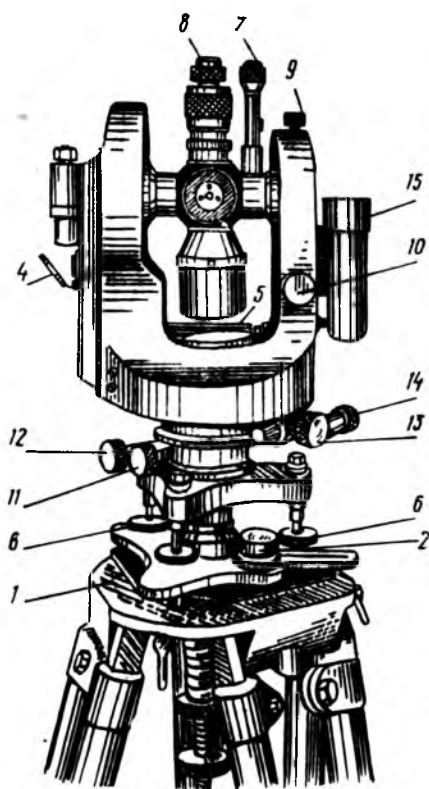
ТОМ-теодолитнинг қараш трубаси ичдан фокусланади; катталаштириб кўрсатиш даражаси 18^x . Микрометр винти 14 воситасида трубани секин-аста кўтариш ва тушириш, окуляр томони билан зениг бўйича айлантириш мумкин. Трубанинг визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш учун труба устидаги адилак 15 дан фойдаланилади. Шунинг учун бу теодолитдан нуқталар нисбий баландлигини аниқлашда нивелир сифатида фойдаланиш мумкин. Қараш трубаси устидаги адилак пуфакчаси ойна 16 дан кузатилади. Теодолит айланиш ўқини вертикал ҳолатга келтириш учун горизонтал доира устига, вертикал доира текислигига параллел қилиб, адилак 17 ўрнатилган. Теодолит билан вертикал бурчак ўлчашда ҳам шу адилакдан фойдаланилади.

ТОМ-теодолитга буссоль 18 ни ўрнатиб йўналишлар магнит азимутини ўлчаш мумкин; бунда буссоль вертикал доира устига ўрнатилади.

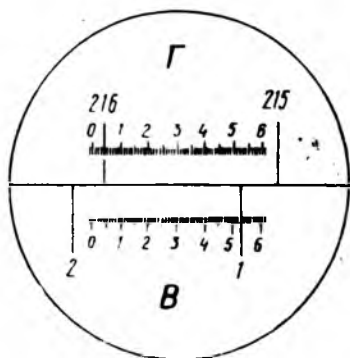
Кичик оптик теодолитнинг саноқ олинадиган микроскопининг схемаси 68-шакл, б да берилган. Бунда ёруғлик нури 5 ойна 19 дан акс этиб горизонтал (А) ва вертикал (В) доираларга тушади, доираларнинг ёришган шкаласининг проекцияси эса махсус призма ва линзалар 20, 21, 23, 24, 25 ва 26 ёрдамида индекс билан биргаликда микроскоп 27 да кўринади. 68-шакл, в дан кўринишича, горизонтал доирадан микроскоп орқали олинган саноқ $8^{\circ}25'$; вертикал доирадан олинган саноқ эса $0^{\circ}32'$. Лимб бўлаги қийматининг ўндан бир бўлагига қадар, яъни 1' га қадар бўлган саноқлар кўз билан чамалаб олиниши бу мисолдан кўриниб турипти. Кичик оптик теодолитнинг оғирлиги 2 кг, қутиси билан биргаликда эса 3,2 кг.

ОМТ-30 теодолити (69-шакл). Бу теодолит қараш трубасининг визир ўқи махсус компенсатор ёрдамида автоматик равишда тўғриланади. Ишлатиш вақтида бошқа теодолитлар сингари, бу теодолит ҳам штатив каллагига 1 га ўрнатилади. Бу вақтда унинг айланиш ўқи доиравий адилак 2 ёрдамида вертикал ҳолатга келтирилади.

ОМТ-30 теодолити горизонтал ва вертикал доираларининг лимби шишадан ясалган бўлиб, диаметри 80 мм. Лимб бўлаклари қиймати 1° . Ҳар бир градус қиймати рақам билан курсатилган. Горизонтал ва вертикал доиралар лимбига ёруғлик ойна 4 дан тушади. Доираларнинг бир қисми саноқ олиш микроскопидан кўриниб туради. Теодолит айланиш ўқининг вертикал ҳолатида бу доиралар тасвири микроскоп шкаласи биссектори ичида устма-уст тушади. Бу доираларнинг биридан қочиши теодолит айланиш ўқининг вертикалдан оғишганини билдиради. Бу ҳолда айланиш ўқи цилиндрик адилак 5 ва тагликнинг кўтариш винтлари 6 ёрдамида тўғриланади. Горизонтал ва вертикал доиралардан саноқ микроскоп орқали олинади. Микроскопнинг окуляри 7 қараш трубасининг окуляри 8 ёнига ўрнатилган. Қараш трубаси ичдан фокуслана-



а



б

ди, $18\times$ марта катталаштириб кўрсатади. Маҳкамлаш ва микрометр винтлари вертикал доирада ҳам 9 ва 10, горизонтал доира лимбида ҳам 11 ва 12, алидадада ҳам 13 ва 14 бор.

ОМТ-30 теодолити саноқ олиш микроскопининг кўриш майдони 69-шакл, б да берилган. Микроскоп шкаласи 60 бўлакка бўлинган булиб, бўлак қиймати $1'$. Бу шкаладан кўз билан чама-лаб $0',2$ аниқликда саноқ

69- шакл,

олиш мумкин. Шаклдан кўринишича, горизонтал доирадан $216^\circ, 04', 4$ ва вертикал доирадан $1^\circ 52', 6$ саноқлар олинган. Теодолитнинг қутисиз оғирлиги 2,8 кг, қутиси билан биргаликда эса 10 кг.

ОМТ-30 теодолити (янги ГОСТда Т 15) билан кечаси ишлаганда лимб ва микроскоп шкаласини теодолитдаги фонарча 15 нинг махсус лампочкаси ёритади.

57-§. Теодолитни текшириш

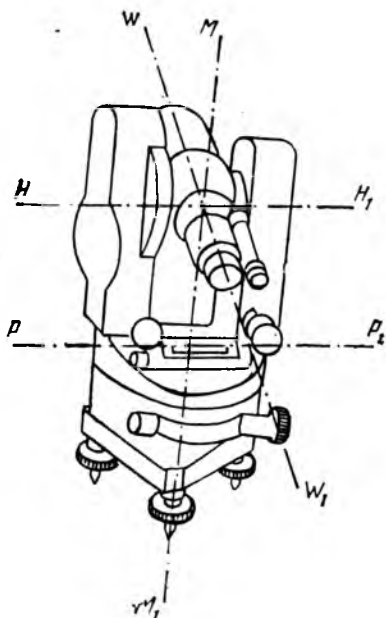
Теодолитлар маълум механик, оптик ва геометрик талабларга жавоб берадиган қилиб ясалади. Лекин асбоб эскириши ёки шикрестланиши мумкин. Шунинг учун теодолитни ишлатишдан олдин уни синаб ва текшириб, камчилиги бор-йўқлигини аниқлаш, топилган нуқсонларини бартараф қилиш керак.

Теодолитни синаш билан текширишнинг фарқи бор. Синаш деганда, унинг айрим қисмларининг сифатига баҳо бериш тушунилади. Синаш пайтида теодолит айрим қисмларининг маълум талабларга мос келиш-келмаслиги ва деталларининг бенуқсон ишлаши, лимб бўлаклари қийматларининг тўғрилиги, алидаданинг эксцентриситети йўқлиги, адилак пуфакчасининг ўрнидан эркин ва раван қўзғалиши, қараш трубасидан буюмнинг равшан кўриниши, сферик ва хроматик абберациялар таъсири йўқлиги аниқланади. Теодолитни текшириш деганда, унинг тузилиши шарти бўйича, айрим қисмлари ўртасидаги ўзаро геометрик нисбатларни аниқлаш тушунилади. Аниқланган камчиликларни бартараф қилиб, айрим қисмларнинг ўзаро муносабатини керагича мослашга теодолитни созлаш ёки ростлаш (юстировка) дейилади. Теодолитни синаш ва текширишдан аввал унинг штативга мустаҳкам ўрнашганлигини, лимб, алидада, қараш трубаси ўқлари атрофида раван айланишини, маҳкамлаш, кўтариш ва йўналтириш винтлари тўғри ва бемалол буралишини аниқлаш керак.

Теодолитни текширганда унинг асосий ўқлари ёки қисмлари бир-бирига нисбатан геометрик жиҳатдан тўғри ўрнатилганлигига аҳамият берилади. Такрорий теодолитда лимб ўқи, асосий (вертикал) ўқ MM_1 (70-шакл), қараш трубасининг айланиш ўқи HH_1 , визир ўқи WW_1 , шунингдек ҳар бир адилакнинг ўқи PP_1 , текширилиши шарт.

Теодолитни текшириш тартибини янада яхшироқ тасаввур қилиш учун ТТ-5 теодолитининг текширилиши билан танишиб чиқамиз. Бу теодолит қўйидаги талабларни қондириши шарт:

1) горизонтал доира ҳар бир адилагининг ўқи теодолитнинг асосий ўқиға перпендикуляр, яъни $PP_1 \perp MM_1$, бўлиши керак. Бу қўйидагича текширилади. Адилак тагликнинг иккита кўтариш винтига параллел қилиб ўрнатилади, винтлар қарама-қарши гомонга буралиб, адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Сўнгра адилак ўқи учинчи кўтариш винтига параллел ўрнатилади ва бу винтни ҳам бураб пуфакча ўртага келтирилади. Кейин адилак ўқи 180° айлантирилади, шунда

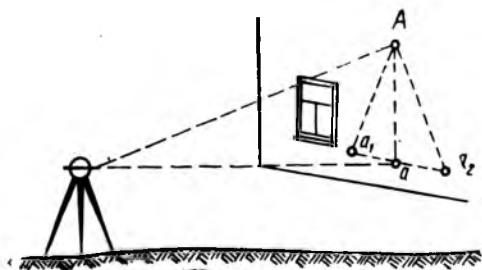


70-шакл.

пуфакча четга жилмай, ўртада тураверса, адилак ўқи теодолитнинг айланиш ўқиға нисбатан перпендикуляр ўрнашган бўлади. Адилак пуфакчаси четга оғишган тақдирда аввало созлаш винти ёрдамида, кейин кўтариш винтлари ёрдамида ўртага келтирилади. Текшириш бир неча марта такрорланади. Горизонтал доирада иккинчи адилак бўлса, у ҳам биринчи адилак каби текширилади;

2) қараш трубагининг визир ўқи айланиш ўқиға перпендикуляр, яъни $WW_1 \perp HH_1$, бўлиши керак. Бу қуйидагича текширилади: теодолитнинг айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади ва турдаги ипларнинг кесишиш нуқтаси равшан кўринадиган бирор нуқтага визирланиб, иккала верньердан саноқ олинади, саноқларнинг ўртача арифметик миқдори чиқарилади. Қараш трубаси зенит бўйича айлантирилади ва алидадани 180° буриб, қараш трубаси яна шу нуқтага визирланади. Верньерлардан саноқ олинади ва саноқларнинг ўртача арифметик миқдори чиқарилади. Олинган саноқларнинг бир-бирига тенглиги трубагини визир ўқи асбобнинг айланиш ўқиға перпендикуляр эканлигини билдиради. Саноқлар фарқи верньер аниқлигининг 3 га кўпайтирилгани ($3t$) дан катта бўлса, уни тўғрилаш керак. Бундай хатога коллимацион хато дейилади. Коллимацион хатони йўқотиш учун алидаданинг микрометри ёрдамида биринчи верньер икки марта олинган саноқларнинг ўртача арифметик қийматига қўйилади. Шунда турдаги ипларнинг кесишиш нуқтаси визирланган нуқтадан бир оз четлашади. Ипларнинг кесишган нуқтаси созлаш винтлари ёрдамида визирланган нуқтага келтирилади. Сўнгра текшириш такрорланади;

3 қараш трубагининг айланиш ўқи теодолитнинг айланиш ўқиға перпендикуляр, яъни $HH_1 \perp MM_1$, бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун асбобнинг айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади ва турдаги ипларнинг кесишиш нуқтаси бино деворининг баланд қисмида жойлашган бирор нуқтага (71 -шаклда A нуқта) визирланади. Сўнгра трубагининг объективли томони пастга туширилиб, деворда A нуқтанинг проекцияси— a_1 нуқта белгиланади (бу нуқта ердан бир оз баландроқда бўлиши керак). Труба зенит орқали 180° айлантирилиб,



71-шакл.

сўнгра яна шу нуқтага визирланади. Трубининг объективли томони пастга туширилади. Шунда тўрдаги ипларнинг кесишган нуқтаси олдин белгиланган a_1 нуқтага тўғри келса, асбоб юқоридаги шартга мос бўлади. Акс ҳолда деворда a_2 белгиланади. Бундай пайтда труба айланиш ўқи теодолит айланиш ўқига перпендикуляр бўлмайди. Бу нуқсонни йўқотиш учун a_1 ва a_2 нуқталарни туташтирувчи чизиқ тенг иккига бўлиниб, шу жой a_3 билан белгиланади. Сўнгра трубининг бирор таянчидаги созлаш винтларидан бирини бураб бўшатиш ва иккинчисини бураб маҳкамлаш йўли билан иплар кесишган нуқта девордаги a_3 нуқта устига тўғри келтирилади. Кейин текшириш яна такрорланади;

4) иплар тўрининг вертикал чизиғи трубининг айланиш ўқига перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун асбобнинг айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади, ипларнинг кесишиш нуқтаси ихтиёрий бирор нуқтага тўғриланади. Сўнгра труба айланиш ўқи атрофида микрометр винт ёрдамида секин-аста айлантирилиб, иплар тўрининг вертикал чизиғи визирланган нуқтага нисбатан силжиши кузатилади. Вертикал чизиқ ҳар гал визирланган нуқтани тўсса, шарт бажарилган бўлади, нуқтани тўсмаса—созлаш винтлари бураб бўшатилиб, вертикал чизиқ шарт бажарилганга қадар бурилади, кейин винтлар бураб маҳкамланади. Сўнгра текшириш такрорланади.

Йўналишлар азимутини ўлчашдан олдин теодолитнинг буссолини ҳам текшириш керак. Буссолни текшириш тартиби 18-§ да берилган.

58-§. Теодолит билан горизонтал бурчакни ўлчаш ва ўлчаш натижаларини журналга ёзиш

Бурчакни ўлчаш учун теодолит аввало ўлчанадиган бурчак учига (нуқтага) ўрнатилиши, сўнгра нуқтага марказлаштирилиши, асбобнинг айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилиши ва қараш трубаси кузатиш учун мосланиши лозим.

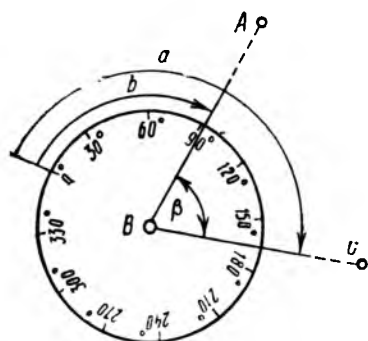
Теодолитни нуқтага марказлаштириш учун унинг ўрнатиш винти учига илгакка шовун осилади, сўнгра штатив нуқта устига аниқ горизонтал ҳолатда, шовун тахминан нуқтага тўғри келадиган қилиб ўрнатилади, штатив оёқлари ерга ботирилади. Ўрнатиш винти бураб бўшатилади ва асбобни штатив устига суриб, шовун жойдаги нуқтанинг марказига тўғри келтирилади, кейин ўрнатиш винти бураб маҳкамланади. Теодолит шовун ёрдамида ± 5 мм аниқликда марказлаштирилиши мумкин, бундан аниқроқ марказлаштириш учун оптик шовундан фойдаланилади.

Теодолит айланиш ўқини вертикал ҳолатга келтириш учун теодолитнинг горизонтал доирасидаги адилак ўқи тагликдаги иккита кўтариш винтига нисбатан парал-

лел вазиятга келтирилади, адиллак пуфакчаси найчанинг қоқ ўртасига келгунча кўтариш винтлари қарама-қарши томонга буралади. Агар теодолитда иккинчи адиллак бўлса, тагликнинг учинчи кўтариш винтини бураб унинг пуфакчаси ҳам найча ўртасига келтирилади. Агар битта адиллак бўлса, унинг пуфакчаси иккита кўтариш винти ёрдамида ўргага келтирилгач, алидадани тахминан 90° буриб, адиллакнинг ўқи тагликдаги учинчи кўтариш винтига параллел қилинади; сўнгра кўтариш винтини бураб, адиллак пуфакчаси яна ўртага келтирилади. Айланиш ўқи аниқ вертикал ҳолатга келгунча бу иш икки-уч марта такрорланади. Теодолитнинг айланиш ўқини вертикал ҳолатга келтириш теодолитни нивелирлаш деб ҳам юртилади.

Қараш трубасини жойдаги буюм равшан кўринадиган қилиб мослаш учун труба орқали ёруғ фонга, масалан, осмон ёки оқ деворга қаралади ва трубада иплар тўри яққол кўрина бошлагунча окуляр айлантирилади; кейин жойдаги буюм аниқ кўрингунга қадар крамельера винти айлантирилади. Трубани бундай созлашга фокуслаш дейилди. Теодолит шу тарзда ишга тахт қилиб қўйилгандан сўнгра бурчакни ўлчашга киришилади. Горизонтал бурчак приёмларга бўлиб ўлчаниши ва такрорлаш усулида ўлчаниши мумкин.

Приёмларга бўлиб ўлчаш усули. Горизонтал бурчакни (72-шаклда ABC бурчак) бу усулда ўлчашда B нуқтага теодолит, A ва C нуқталарга эса нишон таёқлар, яъни вехалар ўрнатилади. Теодолит юқорида айтиб ўтилган тартибда ўрнатилиб созлангандан кейин:



72-шакл

а) теодолит ўрнагилган нуқтадан ўнг томондаги— C нуқтадаги вехага труба орқали қаралади. Бу

вақтда горизонтал доира лимбининг маҳкамлаш винти бураб маҳкамланган, алидада ва трубанинг маҳкамлаш винтлари бураб бўшатилган бўлиши керак. Веха трубадан кўрингач, алидада ва трубанинг маҳкамлаш винтлари бураб маҳкамланади. Сўнгра иплар тўрининг кесишган нуқтаси йўналтириш винтлари ёрдамида веханинг тубига тўғриланади ва верньерлардан саноқлар олинади. Бурчак ўлчашда металл лимбли теодолитлардан фойдаланганда унинг I верньеридан градус, минут ва секунд, II верньеридан эса фақат минут ва секунд саноқлар, оптик теодолит ишлатилганда саноқлар шкалалари ёки штрихли микроскопдан олинади. Олинган саноқлар журналда нуқтанинг қаршисига ёзилади (12-жадвал).

Горизонтал бурчакни приёмларга бўлиб ўлчаш журнали

Асбоб ўрнатилган нуқталар номери	Кузатилаган нуқталар номери	Верньерлардан олинган саноқлар		Ўртача саноқ	Бурчаклар қиймати	Бурчакларнинг ўртача қиймати
		I	II			
B	C	166°26'	R 27'	168°26'30"	73°34'30"	73°35'
	A	94°52'	52'	94°52'		
B	C	36°55'	L 57'	36°56'	73°35'30"	
	A	325°20'	21'	323°20'30"		

Журналнинг биринчи устунига теодолит ўрнатилган нуқтанинг, иккинчи устунига эса кузатилган нуқтанинг номери ёки номи ёзилади. Верньерлар ёки микроскопдан олинган саноқлар журналнинг учинчи ва тўртинчи устунларига ёзилади. Бурчак ўлчанаётганда вертикал доира трубага нисбатан қайси томонда бўлса, саноқлар устига ўша томон ёзилади; масалан, доира ўнгда (R) ёки доира чапда (L);

б) қараш трубаси орқали A нуқтадаги вехага қаралади. Бунда алидаданинг маҳкамлаш винти бўшатилиб, труба A нуқта томон бурилади: трубадан веха кўрингач, алидада ва трубанинг винтлари бураб маҳкамланади. Иплар тўрининг кесишган нуқтаси йўналтириш винтлари ёрдамида веха тубига тўғриланади ва юқоридаги каби, верньерлардан саноқлар олинади. Бу саноқлар ҳам журналнинг учинчи ва тўртинчи устунларига, A нуқтанинг қаршисига ёзилади;

в) верньерлардан олинган саноқларнинг ўртача арифметик миқдори топилиб, журналнинг бешинчи устунига ёзилади. Бунда фақат минут ва секундларнинг ўртача миқдори топилади, градуслар эса кўчириб ёзилади;

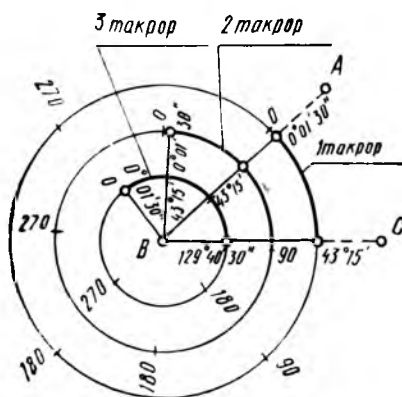
г) ўнг томондаги нуқтага қараб олинган ўртача саноқ (a) дан чап томондаги нуқтага қараб олинган ўртача саноқ (b) айирилгач, горизонтал бурчакнинг қиймати келиб чиқади ($\beta = a - b$). Чап томондаги нуқтага қараб олинган саноқ ўнг томондаги нуқтага қараб олинган саноқдан кичик бўлган тақдирда бурчакнинг қийматини топиш учун ўнг томондаги саноққа 360° қўшилади. Ҳисоблаб чиқарилган бурчакнинг қиймати журналнинг олтинчи устунига ёзилади;

д) бурчакнинг тўғри ўлчанганлигини текшириб кўриш ва трубанинг коллимацион хатосини йўқотиш мақсадида бурчак

иккинчи ярим приёмда ўлчанади. Бунда вертикал доира ўнг томонда бўлса—чапга, чап томонда бўлса—ўнг томонга ўтказилади, яъни труба зенит буйича 180° айлантрилади. Лимбдан саноқ олишда қўпол хатога йўл қўймаслик учун лимб доирасининг ўрни ўзгартирилади, яъни лимбнинг маҳкамлаш винти бўшатилиб, доира тахминан 90° бурилади ва винт яна маҳкамлаб қўйилади. Бурчакни иккинчи ярим приёмда ўлчаш ҳам юқоридаги тартибда бажарилади. Бурчакларни икки ярим приёмда ўлчаш тўлиқ приёмни ташкил қилади;

е) икки марта ярим приёмда ўлчаб олинган натижалар айирмаси верньернинг иккиланган аниқлигидан кам бўлса, бурчак тўғри ўлчанган, ундан катга бўлса—нотўғри ўлчанган ҳисобланади. Агар бурчак тўғри ўлчанган бўлса, бурчаклар қийматининг ўртачаси топилиб, журналнинг еттинчи устунига ёзилади. Нотўғри ўлчанган бурчак қайта ўлчаниши лозим.

Такрор ўлчаш усули. Бунда горизонтал бурчак вертикал доиранинг бир ҳолатида такрорий теодолит билан n марта ўлчанади. Масалан, 73-шаклда ABC бурчагини ўлчаш керак дейлик. Бу бурчак кетма-кет бир неча марта такрор ўлчаниши мумкин:



73-шакл.

а) B нуқтага теодолит, A ва C нуқталарга вехалар ўрнатилади. Теодолит ишлайдиган ҳолатга келтирилгач, алидада биринчи верньерининг ноль штрихи горизонтал доира лимбнинг ноль штрихига тўғриланади ва алидада шу ҳолатда маҳкамланади. Лимб ўз ўқи атрофида айлантрилиб, қараш труба A нуқтадаги веха тубига визирлангач, лимб маҳкамлаб қўйилади. Горизонтал

доиранинг иккала верньеридан саноқлар олиниб, журналнинг тўрт ва бешинчи устунларига, A нуқта қаршисига ёзилади (13-жадвал). Бу саноқ $0^\circ 0'$ га яқин бўлиши керак;

б) алидаданинг маҳкамлаш винти бураб бўшатилади, алидада соат стрелкаси йуналишида равон айлантрилиб, қараш труба C нуқтадаги веха тубига визирланади. Иккала верньердан саноқлар олиниб журналга ёзилади. Мисолимизда бу саноқларнинг ўртачаси $43^\circ 15'$ бўлиб, бурчакнинг тахминий қиймати ҳисобланади ва ҳисоблаш ишларида эътиборга олинмайди.

Бурчакни такрор ўлчашнинг биринчиси шу тарзда амалга оширилади, кейин такрор ўлчашнинг иккинчисига ўтилади;

в) бурчакни қайта ўлчашда алидада маҳкамланган, лимб бўшатирилган бўлиши керак. Лимб алидада билан биргаликда

соат стрелкаси йўналишида айлантирилиб, қараш трубази А нуқтадаги вехага визирланади. Бунда верньерлардан саноқ олинмайди;

г) лимб маҳкамланиб, алидада бўшатилади ва соат стрелкаси йўналишида айлантирилиб, қараш трубази С нуқтага визирланади. Бунда ҳам верньерлардан саноқ олинмайди.

Бурчакни такрор ўлчашнинг учинчисида:

д) ҳар бир такрорий ўлчашдаги каби, бу ўлчаш ҳам қараш трубазини С нуқтадаги вехага визирлаш билан тамомланади. Қараш трубази А нуқтага охириги марта визирланганда иккала верньердан ҳам саноқлар олиниб журналнинг тўртинчи ва бешинчи устунларига, А нуқта қаршисига ёзилади. Мисолимизда қараш трубази А нуқтага визирланиб, верньерлардан олинган ўртача саноқ $0^{\circ}0', 15''$; С нуқтага охириги марта визирланиб олинган ўртача саноқ эса $129^{\circ}40'15''$. Бу—бурчакни учинчи марта ўлчаш натижасидир.

е) С нуқтага қараб олинган ўртача саноқдан А нуқтага қараб олинган саноқни айириб, бурчакнинг n марта ўлчангандаги қийматини топамиз. Бу қиймат бурчакнинг такрорий ўлчаш сонига бўлинса, бурчак қиймати келиб чиқади. Мисолимизда бурчак ўлчашнинг такрорланиш сони 3; ўлчанган бурчак қиймати

$$\frac{129^{\circ}40'}{3} = 43^{\circ}13'20''.$$

Бурчак қиймати журналнинг саккизинчи устунига ёзилади. Юқорида бажарилган ишлар бурчак ўлчашнинг ярим приёми бўлиб, вертикал доира ўнг томондалигида бажарилган ҳисобланади.

Бурчак ўлчашнинг кейинги ярим приёмида қараш трубази зенит бўйича айлантирилади. Бунинг учун лимбнинг маҳкамлаш винти бўшатилиб, қараш трубази А нуқтага визирланади (бунда доира чапда бўлади). Иккала верньердан саноқлар олиниб журналга ёзилади. Мисолимизда бу саноқларнинг ўртачаси $180^{\circ}00'45''$. Сўнгра алидада бўшатилиб, соат стрелкасига тескари йўналишда айлантирилиб, қараш трубази С нуқтадаги вехага визирланади. Бунда верньерлардан саноқлар олинмайди. Кейин лимб бўшатилиб, соат стрелкасига тескари йўналишда айлантирилади, қараш трубази С нуқтадаги вехага визирланади. Доира ўнгдалигида бурчак неча марта ўлчанса, доира чапдалигида ҳам шунча марта ўлчанади.

Иккинчи ярим приём қараш трубази С нуқтага визирланиб, саноқ олиш билан тамомланади. Мисолимизда олинган саноқларнинг ўртачаси $309^{\circ}42'45''$ бўлиб, журналнинг олтинчи устунига ёзилган. Бу ҳолда ҳам қараш трубази А нуқтага визирланиб олинган ўртача саноқдан А нуқтага қараб олинган саноқни айириб, бурчакни такрор ўлчашлардаги қийматини

топамиз; сўнгра бу қиймат такрор ўлчаш сонига тақсимланса, бурчак қиймати келиб чиқади.

Вертикал доиранинг икки ҳолатида ўлчаб топилган бурчак қийматлари ўртасидаги фарқ белгиланган миқдордан катта бўлмаса, ўртача қиймат ҳисоблаб чиқарилиб журналнинг тўққизинчи устунига ёзилади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, такрор ўлчаш усулидан фойдаланганда биринчи верньернинг ноль штрихи лимбнинг 360° штрихи ёнидан бир неча марта ўтиши мумкин. Бундай пайтда охириги санокни такрор ўлчашлар сонига тақсимлашдан олдин верньер штрихининг лимб 360° штрихи ёнидан ўтиш сонини 360° га кўпайтириб, ҳосил бўлган сонни охириги санокқа қўшиш керак.

13-жадвал

Горизонтал бурчакни такрорий усулда ўлчаш журнали

Ўлчашларнинг такрорлаиш сони	Станция номери	Кузатиш нукта номери	Верньерлардан олинган саноклар		Ўртача саноклар	Бурчакнинг и марта ўлчангандаги қиймати	Ўлчанган бурчак қиймати	Ўлчанган бурчакнинг ўртача қиймати
			I	II				
3	A	A	0°00'00"	R 0'30"	0°00'15"	129°40'00"	43°13'20"	13°13'40"
			43°15'00"					
			129°40'00"	40'30"	129°40'15"			
	B	C	180°0'30"	L 1'00"	180°0'45"	129°42'00"	43°14'00"	
			309°43'00"	42'30"	309°42'45"			

Горизонтал бурчакнинг ўлчаниш аниқлиги асбобнинг мукамаллик даражасига, веха ва теодолитнинг нуқтага қанчалик аниқ ўрнатилганлигига, визирлаш аниқлигига ҳамда верньер ёки микроскопдан аниқ санок олинмаганлиги натижасида келиб чиқадиган хатоларга боғлиқ.

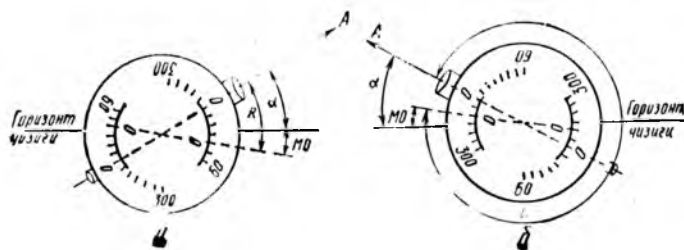
Бурчак ўлчаш аниқлигига асбоб ноаниқлиги таъсир этмаслиги учун бурчак ўлчашда маълум методика ва схема қўлланилади. Масалан, бурчак ўлчашда алидада эксцентриситети сабаб бўладиган хатони йўқотиш учун иккала верньердан ҳам санок олинади. Теодолит қараш трубагининг горизонтал ўқи теодолитнинг асосий ўқига перпендикуляр эмаслигидан келиб чиқадиган хато билан коллимация хатосининг таъсирини камайтириш учун ҳар бир бурчак доира ўнгдалигида ҳам, доира чапдалигида ҳам ўлчанади.

Ҳозирги вақтда лимб ва верньер штрихлари жуда аниқ асбоблар ёрдамида $\pm 3''$ аниқликда чизилади. Шунинг учун лимб ва верньерларнинг ноаниқлигидан келиб чиқадиган хато жуда кичик бўлганлигидан, юксак аниқликдаги бурчак ўлчашларда эътиборга олинади. Шунингдек лимб текислигининг теодолит айланиш ўқиға перпендикуляр эмаслиги ҳам ўлчаш аниқлигига ортиқча таъсир этмайди.

Лекин теодолитнинг нуқтага аниқ ўрнатилмаслиги ва кузатилаётган веха ёки шпильканинг вертикал ҳолатда эмаслиги бурчак ўлчаш аниқлигига катта таъсир кўрсатади. Бу хато ўлчанаётган бурчак томонларининг узун-қисқалигига боғлиқ: томон қанча қисқа бўлса, бурчак ўлчаш хатоси шунча катта бўлади. Масалан, ўлчанаётган бурчакнинг томонлари 20 м ва теодолитни нуқтага ўрнатиш хатоси 2 см бўлса, 180° га яқин бурчакни ўлчаш аниқлиги $\pm 7''$ бўлади. Шунинг учун бундай бурчакларни ўлчашда теодолит нуқтага 2—3 мм гача аниқликда, веха эса шовун ёрдамида аниқ вертикал ўрнатилиши ва қараш трубаси веханинг тубига аниқ визирланиши зарур. Бурчакнинг томони қисқа бўлганда нуқтага веха ўрнига шпилька ўрнатилиши ёки мих қоқилиши керак. Қараш трубаси ана шу шпилька ёки михга визирланади.

59-§. Вертикал бурчакни ўлчаш 7

Вертикал бурчак теодолитнинг вертикал доираси ёрдамида ўлчанади. Теодолитнинг горизонтал доирасида бўлган қисмлар вертикал доирасида ҳам бор. Вертикал доиранинг горизонтал доирадан фарқи шуки, қараш трубасини горизонтал ўқи атрофида айлантирганда лимб доира билан биргаликда айланади, алидада эса жойидан қимирламайди. Қараш трубасининг визир ўқи вертикал доира адилаги ўқиға параллел бўлганда верньерлардаги саноқ ноль бўлиши керак. Бунга эса вертикал доиранинг ноль диаметри қараш трубасининг визир ўқиға ҳамда адилакнинг горизонтал ўқиға параллел бўлгандагина эришилади. Лекин баъзан бу шарт бажарилмай қолади. Масалан, вертикал бурчакни ўлчаш учун қараш трубаси жойдаги нуқта А га (74-шакл, а) визирланади ва вертикал дои-



74-шакл.

радан саноқ (R) олинади. Бу саноқ вертикал бурчак (α) дан MO бурчакча фарқ қилади. Ана шу MO фарқ вертикал доиранинг ноль ўрнидир. Демак, *вертикал доиранинг ноль ўрни*, яъни MO бурчак вертикал доиранинг адилак пуфакчаси марказда бўлган пайтида қараш трубасининг визир ўқи билан алидада ноль штрихлари орасида ҳосил бўлади. Вертикал бурчакни ўлчашда MO бурчакни эътиборга олиш керак.

Вертикал бурчак ўлчанаётганда теодолит вертикал доиранинг ноль ўрни бизга маълум, дейлик. Бунда вертикал доира қараш трубасига нисбатан ўнг томонда бўлган пайтда труба A нуқтага визирланиб, ўлчанган вертикал бурчак қуйидагига тенг бўлади:

$$\alpha = R - MO; \quad (IX-4)$$

бу ерда R —вертикал доира ўнг томонда бўлганда биринчи верньердан олинган саноқ.

Вертикал доира қараш трубасига нисбатан чап томонда бўлган пайтда труба A нуқтага визирланиб вертикал бурчак ўлчанганда (74-шакл, б) бурчак қуйидагига тенг бўлади:

$$\alpha = 360^\circ - L + MO$$

ёки

$$\alpha = MO - L; \quad (IX-5)$$

бу ерда L —вертикал доира қараш трубасига нисбатан чап томонда бўлган пайтда верньердан олинган саноқ.

Демак, бурчакни аниқлаш формуласи қуйидагича бўлади:

$$\alpha = \frac{R - L}{2}; \quad (IX-6)$$

Вертикал доиранинг ноль ўрни (MO) қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$MO = \frac{R + L}{2}.$$

Вертикал доирадан олинган саноқлар (R ва L) 0° билан 60° ўрталигида бўлса, бу саноқларга 360° қўшилади.

Мисол. Вертикал бурчак ТТ-5 теодолит билан ўлчаниб, қуйидаги ўртача саноқлар олинган, дейлик: $R = 5^\circ 24'$ ва $L = 354^\circ 44'$. Бунда ўлчанган вертикал бурчак ва вертикал доиранинг ноль ўрни қуйидагига тенг бўлади:

$$MO = \frac{(5^\circ 24' + 360^\circ 0') + 354^\circ 44'}{2} = \frac{0^\circ 8'}{2} = 0^\circ 4';$$

$$\alpha = \frac{(5^\circ 24' + 360^\circ 0') - 354^\circ 44'}{2} = \frac{10^\circ 40'}{2} = +5^\circ 20'.$$

Вертикал бурчакнинг тўғри ўлчанганлиги қуйидагича текширилади:

$$\alpha = 5^{\circ}24' - 0^{\circ}4' = +5^{\circ}20',$$

$$\alpha = 360^{\circ}4' - 354^{\circ}44' = +5^{\circ}20'.$$

Вертикал бурчакнинг тўғри ўлчанганлигини текшириш вақтида ноль ўрнининг ўзгармаганлигига эътибор бериш керак. Ноль ўрни ўзгарган бўлса, бу ўзгариш верньер аниқлигининг иккиланган миқдоридан катта бўлмаслиги зарур. Ноль ўрнининг ўзгариши адилак пуфакчасининг аниқ найча ўртасига келтирилмаганлигидан, қараш трубасининг нуқтага аниқ визирланмаганлигидан, саноқ олишда хато рўй берганлигидан дарак беради. Шунинг учун вертикал бурчакни ўлчашда ўлчаш аниқлигига таъсир этадиган сабабларни бартараф қилиш лозим.

Вертикал бурчакни теодолит билан ўлчаганда вертикал доиранинг ноль ўрни ҳар иш кунда 2—3 марта аниқланиши керак. Бу ерда шуни ҳам айтиб ўтиш зарурки, ҳар гал вертикал доирадан саноқ олишдан аввал адилак пуфакчасини аниқ найча ўртасига келтириш, қараш трубасини нуқтага аниқ визирлаш, теодолитнинг айланиш ўқини аниқ вертикал ҳолатга келтириш зарур.

Вертикал бурчакни ўлчашда теодолит вертикал доирасининг ноль ўрни нолга тенг ёки нолга яқин бўлгани маъқул.

Х б о б

ЖОЙДА МАСОФАНИ ЎЛЧАШ

60-§. Жойда нуқталар ўрнини белгилаш ва чизиқ ўтказиш

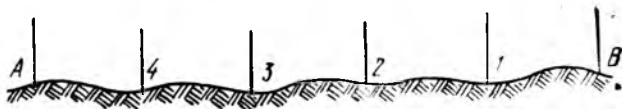
Жойда нуқталар ўрни уларнинг аҳамиятига ва улардан фойдаланиш муддатига қараб белгиланади. Масалан, геодезик таянч пунктлар муҳим аҳамиятга эга бўлиб, узоқ вақт сақланиб туриши талаб қилинган ҳолларда уларнинг ўрни марказ деб аталадиган махсус бетон монолитлар ўрнатиб (79-§), план олиш вақтида асос бўлиб хизмат қиладиган нуқталар ўрни эса бетон монолит, темир труба, асбест қувур ўрнатиб ёки узунлиги 1,0—1,8 м келадиган ёғоч устунча (қозиқ) қоқиб белгиланади. Устунчанинг ерга кўмиладиган учи чиримаслиги учун унга смола шимдирилади ёки бир оз куйдирилади. Устунча ерда маҳкам ўрнашиб, яхши ушланиб туриши учун унинг пастки қисмига кўндаланг ёғоч биркитилади. Ёғочнинг юқориги учига конус шакли берилиб, нуқта номери ёки ўлчаш ишини бажарган ташкилотнинг қисқартирилган номи ёзиб қўйилади. Вақтинчалик аҳамиятга эга нуқталарнинг ўрни йўғонлиги 4—5 см ва бўйи 20—30 см бўлган қозиқ қоқиб белгиланади, қозиқ ер баравад қоқилади. Уларни осонликча топиш

мумкин бўлиши учун атрофи учбурчак, тўртбурчак шаклида ёки гир айлантирилиб қовланади ёхуд бу қозиқча ёнига бошқа баландроқ қозиқ қоқилади. Асфальт кўчаларда ва тротуарларда ёғоч қозиқ ўрнига темир қозиқ ишлатилади.

Белгилаб қўйилган нуқталар план олишда узоқдан кўриниши учун уларнинг ёнига вежа ўрнатилади. Вежа узунлиги 2,0—3,0 м, йўғонлиги 4—5 см бўлган ёғоч таёқдан иборат бўлиб, уни нишон таёқ деб ҳам аташади. Вежа оралатиб оқ-қора ёки оқ-қизил ранга бўялган бўлиб, узоқдан яхши кўриниб туради. Белгиланган икки нуқта орасидаги масофа нуқталарни тугаштирувчи тўғри чизиқ бўйлаб ўлчанади. Жойда тўғри чизиқ ўтказиш учун чизиқнинг бошланғич ва охири нуқталари орасига қўшимча вежалар ўрнатилади. Қўшимча вежаларнинг бир-биридан узоқлиги жойнинг рельефига боғлиқ: ўр-қир жойда ҳар 20—100 м га, текис жойда ҳар 100—200 м га вежа ўрнатилади.

Жойда кўз билан чамалаб ёки теодолит ёрдамида чизиқ ўтказиш ҳам мумкин. Шаҳар территориясида ва жуда аниқ чизиқ ўтказиш керак бўлганда теодолитдан фойдаланилади.

Текис жойда **чизиқ ўтказиш**. Бир-биридан кўринадиган икки нуқтани (75-шакл, *A* ва *B* нуқталар) тугаштирувчи тўғри



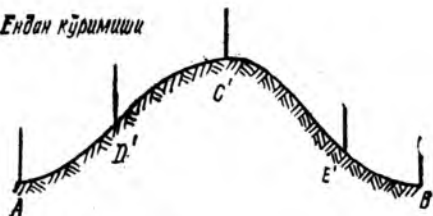
75-шакл.

чизиқ ўтказиш керак, дейлик. Бунинг учун аввало *A* ва *B* нуқталарга тик қилиб вежалар ўрнатилади. Вежаларнинг типпактиқ ўрнатилганлиги кўз билан чамалаб ёки шовун билан текшириб кўрилади. *A* ва *B* нуқталар орасида қўшимча вежаларни кўз билан чамалаб ўрнатишда бир киши *A* нуқтадаги вежа орқасида туриб, *B* нуқтадаги вежага қарайди; иккинчи киши унинг кўрсатмасига мувофиқ, *B* нуқтадан *A* нуқтага томон кетма-кет вежалар (1, 2, 3 ва ҳоказо) ўрнатади, бу вежаларнинг барчаси *AB* тўғри чизиқда ётмоғи лозим. *A* нуқтадан қараганда бу вежалар *B* нуқтадаги вежани кўрсатмай бекитса, тўғри ўрнатилган бўлади.

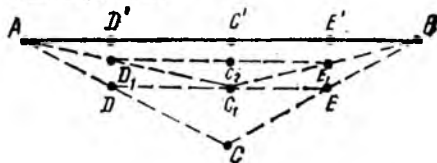
Жойда чизиқ ўтказишда теодолитдан қуйидагича фойдаланилади: теодолит *A* нуқтага ўрнатилади ва теодолитдаги қараш трубагининг визир ўқи *B* нуқтадаги вежанинг тубига тўғриланади. Визир ўқи бўйича *AB* тўғри чизиғи устига биринкетин 1, 2, 3 ва бошқа вежалар ўрнатилади. Бунда вежалар ўрнига пўлат лента шпилькалари ишлатилса янада аниқроқ натижа олинади; чизиқ аниқроқ ўтказилиши учун қўшимча вежаларни кузатувчига томон ўрнатган маъқул.

Тепаликдан чизиқ ўтказиш. Ўлчаниши лозим бўлган икки нуқта бир-биридан кўринмаслиги, яъни бири тепаликнинг у ёғида ва бири бу ёғида бўлиши мумкин (76-шакл). Бундай ҳолларда тепаликнинг ёнбағрида A ва B нуқталардаги вехалар кўринадиган қўшимча C нуқта танланади. Бунда уч киши керак бўлади. Улардан бири C нуқтада туради, иккинчиси унинг кўрсатмасига мувофиқ, CA чизиғидаги D нуқтага, учинчиси эса CB чизиғидаги E нуқтага веха ўрнатади. Сўнгра бир киши иккинчисининг кўрсатмасига мувофиқ DE тўғри чизиғида C_1 нуқтани белгилайди. Бу C_1 нуқтада турган кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, бошқа бири C_1A чизиғида D_1 нуқтага, иккинчиси эса C_1B чизиғида E_1 нуқтага вехалар ўрнатади. D' ва E' нуқталарга ҳам шу тартибда вехалар ўрнатилади; агар C' нуқтадан қараганда D' нуқтадаги веха A нуқтадаги вехани тўсиб кўрсатмаса, шунингдек C' нуқтадан B нуқтага қараганда E' нуқтадаги веха B нуқтадаги вехани тўсиб кўрсатмаса, D' , C' ва E' нуқталарга ўрнатилган вехалар аниқ AB тўғри чизиғи устида ўрнашган бўлади.

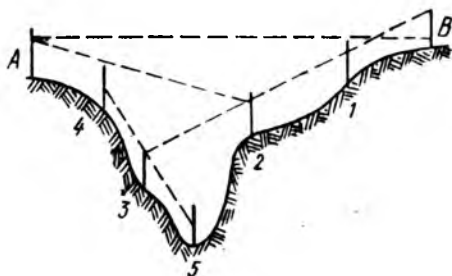
Ендан кўриниши



Устидан кўриниши



76-шакл.



77-шакл.

Жардан тўғри чизиқ ўтказиш. Жарнинг қарама-қарши қирғоқларидаги вехалар оралиғида тўғри чизиқ ўтказиш учун (71-шакл) бир киши A нуқтада турган кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, аввало 1 рақам билан ифодаланган нуқтага веха ўрнатади. сўнгра ўзи B ва 1 нуқталар орасидаги чизиқнинг давомидаги 2-нуқтага веха ўрнатади. Шундан кейин биринчи кузатувчи B , 1 ва 2 нуқталар орасидаги тўғри чизиқ давомида жойлашган 3-нуқтага веха ўрнатади; кейин иккинчи кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, биринчи кузатувчи A ва 2-нуқталар орасига 4-вехани, сўнгра 4 ва 3-нуқталарнинг давомига 5-вехани ўрнатади. Шунда ўрнатилган қўшимча вехалар AB чизиғи бўйича ўтказилган вертикал текисликда жойлашади.

61-§. Масофани ўлчаш усуллари

Жойда масофани уч усулда: бевосита, бавосита ва дальномер ёрдамида ўлчаш мумкин.

Бевосита ўлчаш усулида масофа ўлчов асбоби билан тўғридан-тўғри ўлчаниб, узунлиги аниқланади. Масофани бу усулда ўлчаш учун пўлат лента, рулетка ва инвар симдан фойдаланилади. Бу асбоблар пўлат ёки инвар (64% темир ва 34% никель қотишмаси) дан ясалади. Пўлатдан ясалган ўлчов асбоблари ёрдамида масофани 1 : 1000—1 : 25 000 аниқликда, инвардан ясалган асбоблар ёрдамида 1 : 25000—1 : 1000 000 аниқликда ўлчаш мумкин.

Масофани ўлчаш асбоби ёрдамида тўғридан-тўғри ўлчамасдан унинг узунлигини бирор бошқа ўлчаш натижаларидан фойдаланиб математик формулалар асосида ҳисоблаб топишга *бавосита (воситали) ўлчаш* дейилади. Учбурчакнинг учта бурчаги ва битта томонини ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, қолган икки томонини синуслар теоремаси асосида аниқлашни бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бавосита ўлчаш усулида масофа узунлигини 1 : 1000—1 : 250 000 аниқликда ҳисоблаб чиқариш мумкин.

Жойда масофани бевосита ва бавосита ўлчаш анча мураккаб иш ҳисобланади ва бунга кўп вақт кетади. Шунинг учун масофани ўлчашнинг осонроқ йўлини топиш зарур бўлиб қолди. Дальномер деб аталувчи асбоб ихтиро қилингандан кейин бу иш бирмунча осонлашди. Совет ҳокимияти даврида турли дальномерлар, чунончи оптик дальномер, светодалномер, радиодальномерлар ихтиро қилинди ва ўзлаштирилди. Масофани ўлчашда дальномерларнинг бундан бошқа турлари ҳам ишлатилади. Кейинги йилларда масофани бавосита ўлчашда лазердан ҳам фойдаланилмоқда. Масофа оптик дальномерлар билан 1 : 200 — 1 : 5000 аниқликда, светодалномер ва радиодальномерлар билан 1 : 10 000 — 1 : 400 000 аниқликда ўлчанади.

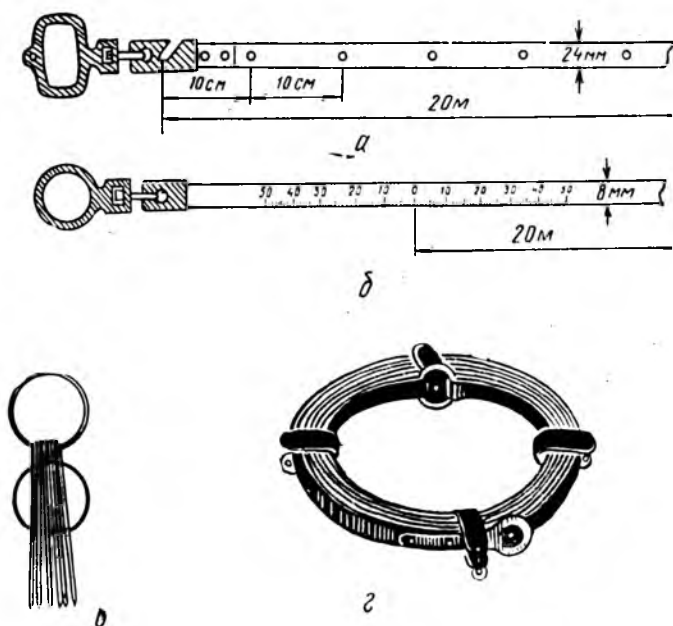
62-§. Масофани бевосита ўлчаш асбоблари ва уларни текшириш

Маълумки, масофани бевосита ўлчаш асбобларига пўлат лента, рулетка, инвар симлар ва бошқалар киради. Инженерлик-геодезия ишларида масофани бевосита ўлчашда кўпроқ пўлат лентадан фойдаланилади.

Пўлат лента узунлиги 20, 24 ёки 54 м, қалинлиги 0,3—0,5 мм ва эни 15—20 мм бўлган пўлат тасмалан иборат. Пўлат ленталар штрихли (78-шакл, а) ёки шкалали (78-шакл, б) бўлади.

Штрихли лентанинг бошланғич (О) штрихига илгак шаклида кесик қилинган; масофа ўлчанаётганда шпилька (темир қозиқча) шу кесикка киритилади. Ҳар бир пўлат лентанинг 6 ёки 11 та шпилькаси бўлади (77-шакл, в). Лентанинг ҳар бир

метри тунокачалар билан, ярим метрли бўлаклари чегалар билан, дециметрлари эса тешикчалар билан белгиланган. Лентанинг икки учида дастаси бор. Лентанинг иккала томони ҳам чизиқчалар билан 20 тенг қисмга бўлиниб, 0 дан 20 гача рақамлар билан кўрсатилган. Унинг бир томонидаги рақамлар туғри йўналишда, иккинчи томонидаги рақамлар эса унга қарама-қарши йўналишда ёзилган.



78- шакл.

Шкалали лентанинг иккала учида миллиметрларга бўлинган шкаласи бор. Шкалали лента масофани аниқроқ ўлчашда ишлатилади.

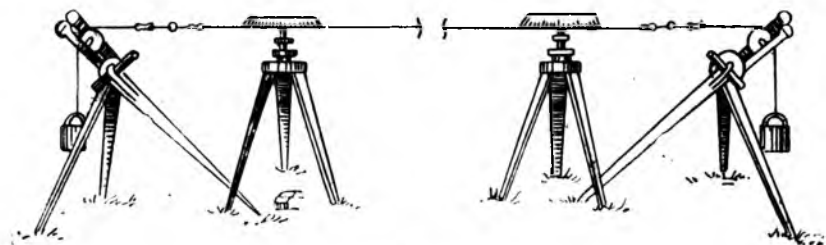
Пўлат лентани олиб юриш осон бўлиши учун у темир ҳалқа устига ўралиб, қисқичлар билан қисиб маҳкамланади (77-шакл, г).

1951 йилда А. А. Лукерьян хлорейн изоляцияли, етти қаватли телефон симидан тайёрланган масофа ўлчаш асбобини таклиф этди. Унинг узунлиги 24,50 ва 100 м. Бу асбобдан пўлат лента ўрнида фойдаланилади.

Рулетка узунлиги 5,10 ва 20 м келадиган тасма ёки пўлат лентадан иборат бўлиб, даста ёрдамида думалоқ шаклдаги қути ичига ўралади. Рулетканинг лентаси чизиқлар билан метр, сантиметр ва миллиметрларга бўлинган. Қисқа масофаларни, уй, ҳовли ва участкалар санодини ўлчашда рулеткадан фойда-

ланилади Тасмали рулетка ҳар гал ишлатилганидан сўнг қуритилиши керак, акс ҳолда ўлчами ўзгариши ва тезда йиртилиши мумкин. Пўлат лентали рулетка эса ишлатгандан кейин зангламаслиги учун артиб, мойлаб қўйилади.

Масофаларни жуда аниқ ўлчашда инвар лента ва пўлат ёки инвар сим ишлатилади. Бу лента ва симнинг иккала учиди миллиметрларга бўлинган шкаласи бор. Масофани ўлчаш пайтида лента ёки сим ўлчанадиган масофада тўғри чизиқ бўйича ўрнатилган штатив ёки қозиқлар устидан тортилади ва иккала учига биркитилган қадоқтошлар ёки динамометр ёрдамида таранглагиб қўйилади (79-шакл). Штатив ёки қозиқлар оралиғи бир неча марта ўлчаниб, ўртача узунлик ҳисоблаб чиқарилади



79-шакл.

СССР да бу асбоблардан ташқари, масофани аниқ ўлчайдиган базис асбоблари деб аталадиган БП-1, БП-2 ва БП-3 асбоблари ҳам ишлатилади.

Ишлатишдан олдин масофа ўлчаш асбоблари текширилиши, яъни узунлиги маълум бўлган махсус асбобга — *компараторга* таққосланиши керак. Компараторлар махсус лабораторияларда бўлади. Пўлат ленталар қаттиқ ёғочдан ясалган текис тўснн кўринишидаги ва иккала учига шкалалар қилинган компаратор ёрдамида текширилиши мумкин. Бунда пўлат лента компаратор устига қўйилиб, узунлиги аниқланади; бунга *компарирлаш* дейилади.

Компаратор бўлмаган тақдирда узунлиги компараторга таққослаб олдиндан текшириб қўйилган нормал узунликдаги лентадан компаратор ўрнида фойдаланилади. Масофани ўлчайдиган пўлат лента нормал узунликдаги лентадан, узунроқ ёки калтароқ бўлиши мумкин. Бу фарқ пўлат лентанинг хатоси дейилади.

Агар нормал лентанинг узунлигини l_0 билан, текширилаётган пўлат лентанинг узунлигини l билан ифодаласак, лентанинг хатоси қуйидагича бўлади:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (X - 1)$$

Пўлат лентани компарирлаш учун киритиладиган тузатиш қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$\Delta D_k = \frac{D}{l} \Delta l; \quad (X-2)$$

бу ерда D —жойда ўлчанган масофа. Масофани ўлчашда, одатда, 2 мм дан катта хато эътиборга олинади.

Пўлат лентани компарирлаш вақтидаги ҳавонинг температураси бу лента билан масофани ўлчаш пайтидаги ҳаво температурасидан фарқ қилса, ўлчаб топилган масофага тузатиш киритилади. Температуранинг ўзгаришига қараб киритиладиган тузатиш қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta D_t = D\alpha (t_{\text{ўлч.}} - t_{\text{комп.}}); \quad (X-3)$$

бу ерда α — пўлатнинг иссиқлик таъсиридан кенгайиш коэффициенти бўлиб, 0,0000125 га тенг;

$t_{\text{ўлч.}}$ — масофани ўлчаш вақтидаги температура;

$t_{\text{комп.}}$ — лентани компарирлаш вақтидаги температура

Мисол. $D = 315,85$ м; $t_{\text{комп.}} = +10^\circ$; $t_{\text{ўлч.}} = +32^\circ$.

$$\Delta D_t = 0,0000125 \times 315,85 (32 - 10) = 0,0047 \times 22 = +0,1034 \approx +0,1 \text{ м.}$$

Мисолдан кўринишича, температура фарқи катта бўлганда ҳам масофага киритиладиган тузатиш жуда кичик, яъни ўлчанган масофанинг тахминан $\frac{1}{3750}$ ҳиссасига тенг бўлар экан

Агар температура фарқи 15° бўлса, тузатиш $\frac{1}{600}$ га тенг бўлади. Умуман лентани таққослаш вақтидаги температура билан масофани бу лента билан ўлчаш пайтидаги температура фарқи $\pm 8^\circ$ дан катта бўлса эътиборга олинади.

63-§. Масофани пўлат лента билан ўлчаш ва ўлчаш аниқлиги

Жойда пўлат лента билан ўлчанган чизиқнинг узунлиги қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$D = l \cdot n + r; \quad (X-4)$$

бу ерда l — пўлат лентанинг узунлиги;

n — лентанинг чизиқ бўйича ётқизилиш сони;

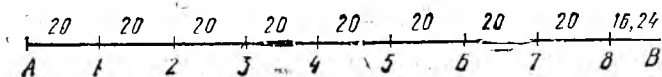
r — ортиб қолган (лента етмай қолган) масофа.

Масофа 20 м ли пўлат лента билан ўлчанса, X-4 формула мана бундай кўринишга киради:

$$D = 20 \cdot n + r. \quad (X-5)$$

Масалан, жойдаги AB чизиқ узунлиги (80-шакл) пўлат лента билан қуйидагича ўлчанади. Бир киши лентани унинг O штрихини A нуқтадаги қозиқ марказига тўғрилаб ушлаб туради; иккинчи киши эса лентани B нуқтага томон тортади ва

ўлчанаётган AB чизиқ устига таранг ётқизиб, шпилькалардан бирини лентанинг O штрихига (илгаксимон кесигига) тўғри-
лаб, ерга қоқади-да, яна олдинга қараб юради. Лента учи-
ни A нуқтада ўшлаб турган киши ерга қоқилган шпилькага етиб
келгач, оллинда бораётган кишини тўхтатади ва лентанинг
илгаксимон кесигини шпилькага кирилади; олдинла борувчи
киши лентани AB чизиғига тўғрилайди, таранг қилиб тортади
ва иккинчи нуқтани шпилька қоқиб белгилайди. Шундан ке-
йин орқадаги киши биринчи шпилькани суғуриб олади ва ик-
каласи олдинга қараб юради, то чизиқнинг охирига (B нуқта-
га) етгунга қадар иш шу тартибда давом эттирилади. Лента-
нинг учи охириги нуқтага етмаса, яъни лента ётқизилганда



80- шакл.

масофа ортиб қолса, охириги шпилькадан лентанинг B нуқтага
тўғри келган жойигача бўлган масофагина ҳисобланади. Бун-
да лентанинг метрли бўлимларидан метр белгиси бўйича, де-
циметрлардан—уларни кўрсатувчи тешиклар бўйича, санти-
метрлардан—штрихли лентада кўз билан чамалаб, шкалани
лентада эса шкаладан саноқ олинади. Мисолимизда лента чи-
зиқ бўйлаб 8 марта ётқизилди ва 8-нуқтадан B нуқтагача
бўлган оралиқ лента узунлигидан қисқа, яъни $16,24$ м бўлиб
чиқди. Шунда AB чизиқнинг узунлиги

$$D = 20 \times 8 + 16,24 = 176,24 \text{ м}$$

бўлади. Пўлат лента билан масофа ўлчаш аниқлиги асосан
жойнинг характерига боғлиқ. Масалан, шоссе, тротуар, текис
йўл ва бошқа шу каби жойлар масофа ўлчаш учун жуда қу-
лай ҳисобланади. Бутазор, ариқ, зовур, канал кесиб ўтган жой-
лар, жарликлар, тоғ ёнбағри ва бошқа жойларда масофани
ўлчаш анча қийин. Шунинг учун пўлат лента қулай жойлар-
дагина ишлатилади.

Пўлат лента билан масофа ўлчаш аниқлигига жойнинг релье-
ефи ва характеридан ташқари, лентани компарирлашда йўл
қўйилган хато, лентанинг чизиққа тўғри ётқизилмаганлиги,
шунингдек ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини
аниқлашдаги хато, масофа ўлчашда лентанинг горизонтал ва
вертикал текислик бўйича букилиши, температура фарқига қараб
киритиладиган тузатишнинг аниқ эътиборга олинмаганли-
ги, лентани компарирлашда ва шу лента билан масофа ўлчаш-
да унинг бир хил куч билан тортилмаганлиги ва бошқалар
таъсир қилади.

Пўлат лентани компарирлашдаги хатонинг масофа ўлчаш
аниқлигига кўрсатадиган таъсирини камайтираш учун лента

вақт-вақти билан текширилиши ва аниқланган хато (± 2 мм дан катта бўлса) масофани ўлчашда эътиборга олиниши зарур.

Масофани ўлчашда лентанинг тўғри чизиқдан четга чиқиши 15 см дан зиёд бўлмаслиги керак. Бунинг учун пўлат лента кўз билан чамалаб ёки теодолит ёрдамида тўғри тортилиши зарур. Лентани компарирлашда ва масофани ўлчашда тортиш кучи бир хил бўлиши учун динамометрдан фойдаланилади. Масофани ўлчашда пўлат лентанинг горизонтал ва вертикал бўйича букилиши 0,1 м дан ошмаслиги лозим.

Ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини ҳисоблашда (64-§) йўл қўйилган хатонинг салбий таъсирини камайтириш учун қиялик бурчагини 50' гача аниқликда ўлчаш зарур. Катта аниқлик талаб этилмайдиган ҳолларда қиялик бурчаги 2° дан ортиқ бўлса, ўлчаш натижасига тегишли тузатиш киритилади.

100 м ва бундан қисқа масофаларни 20 м ли пўлат лента билан ўлчаганда чизиқнинг ортиб қолган 20 м дан қисқа қисмини пўлат рулетка билан ўлчаган маъқул

Ҳар қандай ўлчашларда хато бўлади. Шунинг учун масофанинг тўғри ёки нотўғри ўлчанганлигини билиш ҳамда ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида ҳар бир масофа икки марта (тўғри ва тескари йўналишда ёки иккита асбоб билан) ўлчаб текшириб кўрилади. Икки марта ўлчаш натижаларининг фарқи *ўлчаш хатоси* деб юритилади.

Турли шароитларда масофани пўлат лента билан ўлчашдаги *нисбий хато чеки* тажриба йўли билан белгиланган. Ўлчаш жуда қулай жойлар (шоссе, тротуар, текис йўл ва бошқалар) учун белгиланган чекли нисбий хато — 1:3000; ўлчаш қулай жойлар (майсазор, ҳайдалган ер ва бошқалар) учун 1:2000; ўлчаш ноқулай жойлар (бутазор, ариқ-зовур ва жарликлар бўлган жойлар, паст-баланд жойлар, тоғ ёнбағирлари ва ҳоказолар) учун 1:1000. Масофани ўлчашдаги нисбий хато шу шароит учун йўл қўйилган чекли нисбий хатони $\sqrt{2}$ га кўпайтиришдан чиққан сондан кичик бўлса, яъни жуда қулай шароитдаги нисбий хато 1:2000, қулай шароитдаги нисбий хато 1:1500, ноқулай шароитда эса 1:700—1:800 ёки бундан ҳам кичик бўлса, масофа тўғри ўлчанган ҳисобланади. Масофани бир неча марта ўлчаб олинган ўртача арифметик миқдор масофанинг ҳақиқий узунлиги деб қабул қилинади.

М и с о л. Масофа қулай шароитда икки марта ўлчанган дейлик. Лентанинг таққослаб текширилишини, температуранинг ўзгаришини ҳамда қияликни назарда тутиб киритилган тузатишларни ҳисобга олганда биринчи марта ўлчаш натижаси $D_1 = 343,65$ м, иккинчи марта ўлчаш натижаси $D_2 = 343,45$ м бўлган. Шунда ўлчаш хатоси

$$\Delta D = 343,65 - 343,45 = 0,20 \text{ м}$$

бўлади. Икки марта ўлчаб олинган натижалардан ҳисолаб чиқарилган ўрточа арифметик миқдор

$$D_{\text{урт}} = \frac{343,65 + 343,45}{2} = 343,55 \text{ м}$$

Нисбий хато

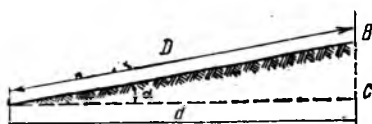
$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{0,20}{343,55} = \frac{1}{1718}$$

Масофани қулай шароитда ўлчашдаги чекли хато $\frac{1}{1500}$ дир.

Демак, мисолимизда ўлчаш хатоси йўл қўйилган даражадан четга чиқмаган ва ўлчанган масофанинг узунлиги 343,55 мм га тенг.

64-§. Жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш Эклиметр

Жойда ўлчанган масофадан турли геодезик мақсадларда фойдаланишда, масалан, ўлчанган қия чизиқ (масофа) ни карта ва планда кўрсатиш учун унинг горизонтал проекцияси тушурилади. Жойда A ва B нуқталар орасидаги масофа D (81-шакл) ўлчанган бўлса, унинг горизонтал проекцияси AC га, яъни d га тенг бўлади. Шаклдаги тўғри бурчакли BAC учбурчагида d нинг узунлиги қуйидаги формула ёрдамида топилади:



81-шакл

$$d = D \cos \alpha; \quad (X-6)$$

бу ерда α — ўлчанган чизиқ (D) билан унинг горизонтал проекцияси (d) орасида ҳосил бўлган қиялик бурчагидир.

Жойда ўлчанган чизиқнинг узунлиги ва қиялик бурчаги маълум бўлса унинг горизонтал проекцияси $X-6$ формулага мувофиқ, логарифма ёки координата орттирмалари жадвалларидан фойдаланиб ҳисоблаб чиқарилади [63, 64]. Кўпинча жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекцияси ўлчанган масофага тузатиш киритиб аниқланади. Ўлчанган масофа (D) билан унинг горизонтал проекцияси (d) орасидаги фарқ ўлчанган масофага киритиладиган тузатишни ифодалайди. Бу тузатиш қуйидагига тенг:

$$\Delta d = D - d$$

$X-6$ формулага кўра

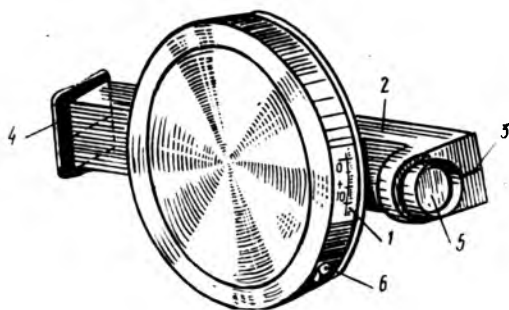
$$\Delta d = D - D \cos \alpha = D(1 - \cos \alpha),$$

бундан

$$\Delta d = 2D \sin^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (X-7)$$

X—7 формулага мувофиқ махсус жадваллар тузилган; ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш вақтида киритиладиган тузатиш шу жадваллардан олинади. Ўлчанган қия масофага тузатиш Δd ҳамма вақт манфий ишора билан киритилади.

Агар масофа ўлчанадиган жой паст-баланд ёки масофа жуда катта бўлса, у айрим қисмларга бўлинади-да, ҳар бир қисмининг узунлиги ва қиялик бурчаги алоҳида-алоҳида ўлчанади. Шунингдек масофа (чизиқ) нинг ҳар бир қисми қиялигига қараб киритиладиган тузатиш ҳам алоҳида-алоҳида ҳисоблаб топилиб, сўнгра ўлчанган масофага киритилади.

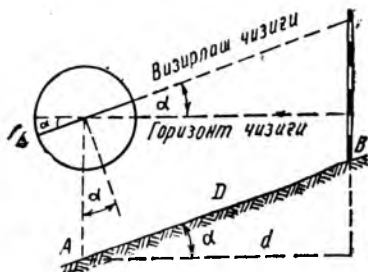


82-шакл.

Жойдаги чизиқнинг қиялик бурчаги теодолит-тахеометр (59-§ га қаралсин) ёки *эклиметр* билан ўлчанади. Қиялик бурчагини ўлчашда катта аниқлик талаб қилинмаган тақдирда эклиметрдан фойдаланилади. Эклиметр (82-шакл) доира шаклидаги металл қутича кўринишида бўлиб, ичида марказий ўққа вертикал вазиятда ўрнатилган диск 1 бор; диск (ҳалқа) нинг 0° штрихдан бошлаб ҳар икки томонга 60° гача штрихлар чизилган. Бу штрихлар ёнига қиялик бурчакларини ифодаловчи рақамлар ёзилган. Рақамлар олдида кўтарилиш (+) ва пасайиш (—) бурчакларини кўрсатувчи ишоралар қўйилган. Дискнинг остидаги юкча унинг ноль диаметрини горизонтал ҳолатда сақлайди. Қутичанинг ўнг томонига оддий қараш труба 2 биркитилган. Қараш трубасида кўз диоптри 3 билан буюм диоптри 4 бор. Кўз диоптрининг чап томонига лупа 5 ўрнатилган. Лупа дискдаги градусларни катталаштириб кўрсатади. Қутичанинг остки томонидаги кнопка 6 эклиметрни ишлатганда дискни бўшатади ва ишлатиб бўлгач, дискни маҳкамлаб қўяди.

AB чизиқнинг (83-шакл) қиялик бурчагини эклиметр билан ўлчаш учун кузатувчининг кўзи баландлигида белги қў-

йилган вега B нуқтага тик ўрнатилади. A нуқтада турган кузатувчи қўлидаги эклиметр ёрдамида қараш трубасини вегадаги белгига визирлайди-да, эклиметр кнопкасини босади. Шунда диск бўшаб, ўқ атрофида эркин айлана бошлайди. Диск тўхтагач, қараш трубасининг буюм диоптри ипига тўғри келган чизиқдан лупа орқали саноқ олинади. Ана шу сон қиялик бурчагини билдиради.



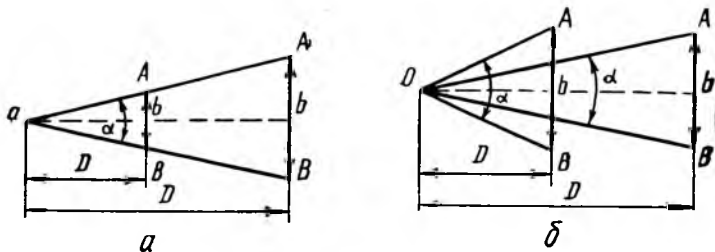
83- шакл.

ри йўналишда ўлчаниб, уларнинг ўртача арифметик миқдори чиқарилиши лозим.

Эклиметр ўрнига тоғ компасидан фойдаланса ҳам бўлади. Тоғ компасининг қутичаси ичига марказий ўқда айланадиган қилиб стрелка ўрнатилган. Компас вертикал ҳолатда ушланганда стрелка пастга қараб туради. Компас оғдирилса, стрелка ҳам оғиб, қиялик бурчагини кўрсатади. Қиялик бурчагини ўлчашда эклиметр қандай ишлатилса, тоғ компаси ҳам шундай ишлатилади.

65-§. Масофани оптик дальномерлар билан ўлчаш

Масофани оптик дальномерлар билан ўлчаш тенг томонли учбурчакнинг қисқа томони билан шу томон қаршисидаги бурчак α нинг ўзаро боғлиқлиги теоремасига асосланган, 84-шакл, a дан кўринишича, бурчак ўзгармас бўлганида масофа D узайган сари AOB учбурчакнинг қисқа томони AB , яъни базис b ҳам узаяди; базис b ўзгармас бўлганда масофа D узайган сари



84- шакл.

α бурчак кичраяди, оуни 84-шакл, b дан кўриш мумкин. Шу шакллардаги масофа қуйидагига тенг:

$$D = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \quad (\text{X-8})$$

X—8 формуладаги базис b ёки бурчак α ўзгармас бўлиб, улардан бири бевосита ўлчанади. Шунга кўра оптик дальномерлар ўзгармас бурчакли ва ўзгармас базисли дальномерларга бўлинади.

Ўзгармас бурчакли дальномерлар ёрдамида тенг томонли учбурчакнинг кичик томони (базис) ўлчанади, α бурчак эса ўзгармас бўлади. X—8 формуладаги $\frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$ ўрнига коэффициент K ни қўйсақ, формула қуйидаги кўринишга киради:

$$D = K \cdot b. \quad (\text{X-9})$$

X—9 формуладаги K ўзгармас коэффициент бўлиб, *дальномер коэффициенти* деб аталади.

Ўзгармас базисли дальномерлар ёрдамида паралактик бурчак деб аталадиган α бурчак ўлчанади; ўзгармас базис b нинг узунлиги рейкада махсус равишда белгилаб қўйилади. Масофани ўзгармас базисли дальномер билан ўлчаш натижалари қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$D = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (\text{X-10})$$

X—10 формуладаги паралактик бурчак α жуда кичик бўлиб,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha}{2\rho''}$$

га тенг. Бунда X—10 формула

$$D = \frac{b}{2\alpha} \rho'' \quad (\text{X-11})$$

бўлади. X—11 формуладаги b ва ρ'' — ўзгармас коэффициент-дир, уни K билан белгиласак, формула қуйидаги кўринишга киради:

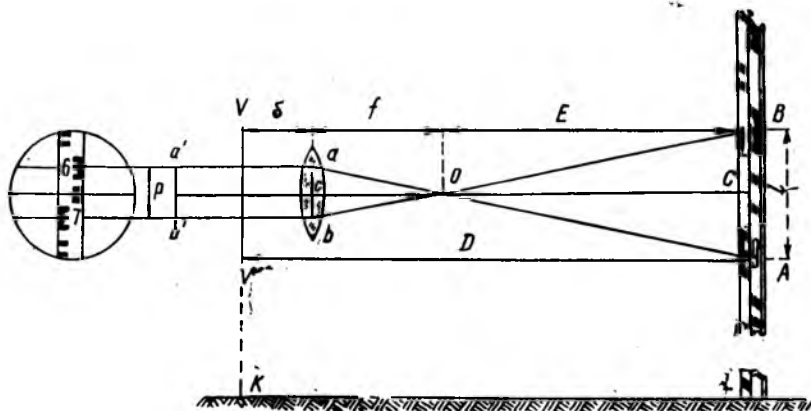
$$D = \frac{\kappa}{\alpha}. \quad (\text{X-12})$$

Оптик дальномерларда базис b вазифасини рейка бажаради. Масофани дальномерлар билан ўлчашда рейкани горизонтал ёки вертикал ҳолатда ўрнатиш мумкин. Шунга кўра оптик дальномерлар горизонтал ва вертикал рейкали дальномерларга бўлинади.

Масофани ипли дальномерлар билан ўлчаш. Теодолит билан нивелирнинг қараш турбасидаги дальномер ўзгармас бурчакли қилиб ясалган. Қараш турбасининг иплар тўридаги горизонтал чизиққа параллел қилиб (горизонтал чизиқдан тенг

оралиқда) ўтказилган иккита қўшимча чизиққа *дальномер иплари*, дальномернинг ўзига эса *ипли дальномер* дейилади.

Дальномери ўзгармас бурчакли теодолит ёки нивелир билан бирор масофани, масалан, KL чизиқнинг узунлигини ўлчаш керак дейлик (85-шакл). Бунда ўлчаш асбоби K нуқтага, рей-



85-шакл

ка эса L нуқтага ўрнатилади. Қараш трубаси рейкага визирланганда рейканинг AB қисми дальномер чизиқлари орасига тўғри келади. Шунда ABO ва abo учбурчакларнинг ўхшашлигидан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\frac{AB}{ab} = \frac{OC}{Oc} \quad (X-13)$$

бу ерда AB — рейканинг дальномер чизиқлари орасида кўрилган қисми (l);

OC — асбобнинг объективидан рейкагача бўлган масофа (E);

Oc — қараш трубасининг фокус оралиғи (f);

ab — дальномер ипларининг оралиғи (p).

l , E , f , p ларни $X-13$ формулага қўйиб чиқсак, формула қуйидаги кўринишга киради:

$$\frac{l}{p} = \frac{E}{f},$$

бундан

$$E = \frac{f}{p} \cdot l. \quad (X-14)$$

f билан p ўзгармас бўлганлигидан дальномер коэффициентини $\frac{f}{p}$ ҳам ўзгармас бўлади. Дальномер билан ўлчаш масофаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$E = kl. \quad (X-15)$$

X — 15 формула ёрдамида объективнинг олдинги фокусидан рейкагача бўлган масофа ҳисоблаб топилади. Амалда чизиқнинг ҳақиқий узунлиги асбоб ўрнатилган нуқтадан, яъни асбобнинг вертикал ўқидан рейкагача бўлган масофа D га тенг бўлганлигидан формулада асбобнинг вертикал ўқидан объективнинг олдинги фокусигача бўлган оралиқ $(\delta + f)$ эътиборга олиниши керак. Шунда X—15 формула қуйидагича бўлади:

$$D = E + f + \delta = kl + f + \delta. \quad (X-16)$$

Агар $f + \delta = c$ бўлса, X — 16 формула

$$D = kl + c \quad (X-17)$$

бўлади; бу ерда c — дальномернинг доимий қўшилувчиси; қараш трубаси ичдан фокусланувчи теодолитларда $c = 0$

Дальномер коэффициентини топиш учун текис жойда узунлиги 100—120 м келадиган чизиқ олиб, чизиқ бошланган нуқтага қозиқ қоқилади, сўнгра қозиқдан бошлаб пўлат лента ёрдамида 20, 40, 60, 80, 100 ва 120 м лик масофалар ўлчаниб, ҳар 20 м дан кейин қозиқча қоқилади. Шундан сўнг чизиқнинг бошланғич нуқтасига асбоб (теодолит), қозиқчаларга эса бирин-кетин рейкалар ўрнатилади, қараш трубасининг горизонтал ҳолатида бу рейкалардан дальномернинг четки иплари бўйича саноклар (n_1 ва n_2) олинади. Ҳар гал олинган санокларнинг фарқи ($n_2 - n_1$) асбоб ўрнатилган нуқта билан рейка ўрнатилган қозиқчага бўлган масофага тенг бўлиши керак. Дальномер коэффициентини қуйидаги формула ёрдамида ҳар бир масофа учун алоҳида-алоҳида ҳисоблаб топилади:

$$k_1 = \frac{l}{n_2 - n_1}; \quad (X-18)$$

бу ерда l — асбоб ўрнатилган нуқтадан қозиқчага бўлган (лента билан ўлчанган) масофа;

n_1 — дальномернинг устки ипидан олинган санок;

n_2 — дальномернинг пастки ипидан олинган санок.

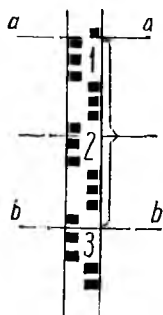
Барча ўлчашларнинг ўртача арифметик миқдори дальномер коэффициенти бўлади:

$$K = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n}{n}. \quad (X-19)$$

СССРда ишлаб чиқариладиган теодолитларда дальномер коэффициенти 100 га тенг.

Масофани ипли дальномер билан ўлчаш учун масофа бошланган нуқтага дальномерли асбоб, охириги нуқтага рейка тик ўрнатилади, асбобнинг қараш трубаси рейкага тўғриланади (визирланади), дальномер иплари оралиғига тўғри келган рейканинг бўлимлари ҳисобланади, бу бўлимлар (сантиметрлар) 100 га кўнайтирилгач, масофанинг узунлиги келиб чиқади.

Масалан, 86-шаклда дальномер иплари (*aa* ва *bb*) орасига рейканинг 21,3 см ли бўлими тўғри келган. Демак, масофа $D = 21,3 \text{ см} \times 100 = 21,3 \text{ м}$. Дальномер ипларининг рейкани кесиб ўтган жойидан саноқ олиш йўли билан ҳам масофани аниқлаш мумкин. Масалан, дальномернинг устки ипи (*aa*) рейкадаги 100 рақамини, пастки ипи (*bb*) эса 313 рақамини кесиб ўтган; буларнинг айирмаси $313 - 100 = 213 \text{ мм}$ ёки 21,3 см. Бунда ҳам масофа $21,3 \text{ см} \times 100 = 21,3 \text{ м}$ га тенг бўлади.



86- шакл.

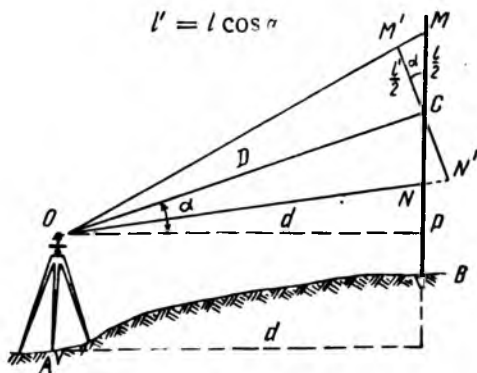


87- шакл.

Баъзан дальномернинг бир ипини рейканинг учига тўғрилаганда ҳам иккинчи ипидан саноқ олиб бўлмайди; рейканинг пастки қисмини жойнинг рельефи, буталар ва бошқа нарсалар тусиб қолганда шундай бўлиши мумкин. Бу ҳолда дальномернинг урта ипидан ва бирор четки ипидан саноқ олиниб, саноқлар айирмаси иккига кўпайтирилади.

Узоқ масофани дальномер билан ўлчашда сантиметрларга бўлинган рейкалардан саноқ олиш анча қийин. Шунинг учун ипли дальномер билан масофани ўлчашда ишлатиладиган рейкаларнинг бўлаклари 2 см, 5 см ёки 10 см қилиб олинади. Шундай рейкалардан бири 87-шаклда кўрсатилган.

Юқоридаги ҳолларда масофани дальномер билан ўлчашда асбобнинг визир ўқи билан рейка текислиги бир-бирига нисбаган перпендикуляр жойлашган деб фараз қилинган. Лекин қия масофаларни ўлчашда асбобнинг визир ўқи *OC* (88-шакл) билан рейка текислиги *MN* узаро перпендикуляр жойлашмайди. Бу ҳолда рейкадан олинган саноқ *l'* га эмас, балки *l* га тенг бўлиб, қуйидаги формула билан ҳисоблаб чиқарилади:



$$l' = l \cos \alpha$$

88- шакл.

Дальномер билан ўлчанган қия масофа қуйидаги формула бўйича топилади:

$$D = \kappa l \cos \alpha. \quad (X-20)$$

Масофанинг горизонтал проекцияси мана бу формула билан аниқланади:

$$d = \kappa l \cos^2 \alpha. \quad (X-21)$$

Ўлчанган масофанинг горизонтал проекцияси масофа ва қиялик бурчагига қараб, махсус жадваллардан бевосита олинади [31].

X-21 формулада доимий қўшилувчи (C) эътиборга олинмаган. Уни эътиборга олганда формула мана бундай бўлади:

$$d = \kappa l \cos^2 \alpha + c \cos \alpha. \quad (X-22)$$

X-22 формулада c ва α қийматлари жуда кичик бўлганлигидан $C \cos \alpha$ ва $\cos^2 \alpha$ лар бир-бирига тенг деб қабул қилиш мумкин. Шунда X-22 формула қуйидагича бўлади:

$$d = (\kappa l + c) \cos^2 \alpha. \quad (X-23)$$

Бу формулада $\kappa l + c$ X-17 формуладаги D га тенг бўлганлиги учун

$$d = D \cos^2 \alpha$$

ёки

$$d = D - D \sin^2 \alpha \quad (X-24)$$

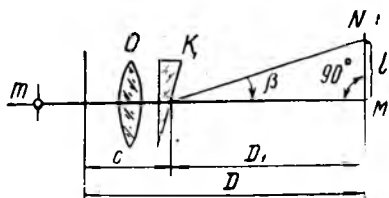
X-24 формуладаги $D \sin^2 \alpha$ масофанинг қиялигига қараб кiritиладиган тузагиш бўлиб, ΔD билан ифодаланади. Бу тузагиш қийматлари ҳам махсус жадваллардан олинади [31].

Масофани ипли дальномер билан ўлчаш аниқлиги дальномер ипларининг йўғонлигига, қараш трубагининг аниқ фокусланганлигига ва рейкадан саноқнинг тўғри олинишига боғлиқ. Ўлчаш аниқлигига об-ҳаво ҳам таъсир этиши мумкин. Ёзда, айниқса туш пайтида ҳарорат таъсиридан рейка тасвири жимирлаб кўринганидан саноқ олиш аниқлиги камаяди. Шунинг учун масофа ҳаво салқин пайтда ўлчангани маъқул. Ўлчаш аниқлигини ошириш учун 200 м дан катта масофалар бўлакларга бўлиниб, ҳар бўлак икки марта (тўғри ва тескари йўналишда) ўлчаниши керак. Рейка нуқтага шовун ёрдамида аниқ вертикал ҳолатда ўрнатилиши лозим.

Масофани ипли дальномер билан 1:200—1:4000 аниқликда ўлчаш мумкин.

Масофани қўш тасвири дальномер билан ўлчаш. Масофани ипли дальномер билан жуда аниқ ўлчаб бўлмаслиги бу дальномернинг қўлланилишини чеклаб қўйди ва масофани маълум аниқликда ўлчайдиган асбоблар яратиш вазифасини илгари сурди. Шу мақсадда ДД, Дар-100, ДНБ, ДНТ ва бошқа

маркади оптик дальномерлар ихтиро қилинди. Бу дальномерларда қўшимча мосламалар бўлиб, масофани ўлчашда теодолит қараш трубагининг объектив қисмига кийдирилади. Улар теодолит қараш трубагининг кўриш майдонини иккита тенг қисмга бўлади. Рейканинг бирор нуқтасига дальномердан қараганда нуқтадан дальномер объективининг биринчи қисми орқали ўтиб келадиган нур иккинчи қисми орқали ўтиб келадиган нурга нисбатан диастиметрик бурчак (β) катталигида четга оғишади. Бу бурчак *паралактик бурчак* деб ҳам юритилади. Рейкадан келадиган нур маълум бурчак катталигида четга оғиши учун оптик қийиқ ёки линза ишлатилади. Бу линза (оптик қийиқ) *компенсатор* деб аталади. Агар қараш трубагининг



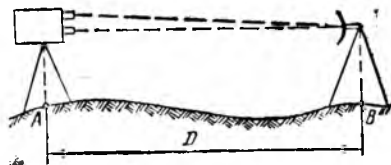
89- шакл.

объективи (O) олдида унинг ярмисини тўсадиган қилиб оптик қийиқ (K) қўйилса (89-шакл) иплар тўри маркази (m) дан келувчи нур объективнинг тўсилмаган қисмидан ўтиб рейканинг M нуқтасига боради ва уни кесиб ўтади; бу нур объективнинг оптик қийиқ билан тўсилган қисмидан ўтганида эса β бурчакка синиб, рейканинг N нуқтасига келиб

урилади. Демак, қараш трубаги объективининг тўсилган қисмларидан ўтган нурлар кўриш майдонида қўш тасвир ҳосил этади. Шунинг учун ҳам бундай дальномер *қўш тасвирли дальномер* деб аталади. Бу тасвирлар бир-биридан *l* миқдорча силжиган бўлади. Уларнинг силжиш даражаси асбоб билан рейка орасидаги масофа *D* га боғлиқ. Қўш тасвирли дальномерлар шу силжиш миқдорини аниқлашга асосланган. Силжиш миқдори *l* нинг аниқланишига қараб, қўш тасвирли дальномерлар ўзгармас базисли ёки ўзгармас бурчакли бўлади. Ўзгармас бурчакли қўш тасвирли дальномерга ДД-3, ДД-5, Дар-10(в) ва бошқа дальномерларни, ўзгармас базисли дальномерларга эса ДНБ, ДНТ-2 ва бошқа дальномерларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Янги қабул қилинган ГОСТ 1156—65 га мувофиқ, қўш тасвирли дальномерлар ДН-04, ДНР-0,6, ДН-08, ДН-10, ДН-20 маркаларда чиқарилади. Маркадаги ҳарфлар ёнидаги рақамлар масофани мазкур дальномер ёрдамида қандай ўртача квадратик хато билан ўлчаш мумкинлигини билдиради. Масалан, масофани ДН-04 дальномери билан ўлчганда ҳар 100 м даги ўртача квадратик хато 4 см. ДНР-06 дальномери билан ўлчашда 6 см, ДН-20 билан ўлчашда 20 см бўлади ва ҳоказо ГОСТ 1156—65 га мувофиқ, Дар-100 дальномери ДНР-06 марка билан юригилади. Ички базисли, яъни масофа рейкасииз ўлчанадиган ДВГ дальномери ДВ-20 маркаси билан белгиланган.

Светодалномер ва радиодальномерлар икки нуқта орасидаги масофани ўлчашда электромагнит тўлқинларининг шу нуқталар орасида тарқалиш вақтини аниқлашга асосланган. Масалан, A ва B нуқталар оралигини (D масофани) ўлчаш учун A нуқтага дальномер, B нуқтага электромагнит тўлқинларини қайтарувчи асбоб ўрнатилади (90-шакл). Дальномердан чиққан электромагнит нурлар нур қайтаргичдан акс этиб, дальномернинг қабул қилиш мосламасига қайтиб келади. Нурларнинг дальномердан нур қайтаргичга етиб борган ва ундан акс этиб дальномернинг қабул қилиш мосламасига қайтган вақти (t) ни ҳисоблаб топгач, A ва B нуқталар орасидаги масофани қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:



90- шакл

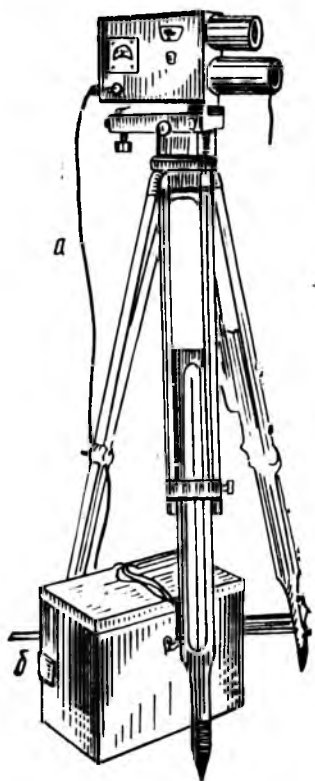
$$D = \frac{vt}{2}; \quad (X-25)$$

бу ерда v — электромагнит тўлқинларининг атмосферада тарқалиш тезлиги.

Нур қайтаргич икки хил бўлиши мумкин: 1) дальномердан чиққан электромагнит тўлқинларини қабул қилиб олиб, частотаси ёки амплитудасини ўзгартириб қайтарадиган асбоб; бундай асбоб *актив қайтаргич* деб аталади ва радиодальномерларда қўлланилади; 2) дальномердан чиққан электромагнит тўлқинларини ўзгартирмасдан қайтарадиган асбоб; бу асбоб *пассив қайтаргич* деб аталади ва барча светодалномерларда ишлагилади. Пассив нур қайтаргичлар призма ва линзалардан (ёки призма ва линза бирикмаларидан) тайёрланади

Электромагнит тўлқинларининг тарқалиш тезлиги v импульсли ёки фазоли методда ўлчаниши мумкин. Импульсли методда электромагнит тўлқинларининг тарқалиш тезлиги бевосита ўлчанади; фазоли методда эса дальномердан чиққан ва нур қайтаргичдан акс этиб қайтган электромагнит тўлқинларининг фарқи ўлчанади ва электромагнит нурининг тарқалиш тезлиги шу фарқдан фойдаланиб аниқланади. Шунга яраша дальномерлар импульсли ва фазоли дальномерларга бўлинади.

Электромагнит тўлқинларининг тарқалиш тезлигини импульсли методда бевосита ўлчаш аниқлиги фазоли методда бавосита ўлчаш аниқлигидан камроқдир. Шунинг учун ҳозирги вақтда қўлланилаётган светодалномер ва радиодальномерларнинг иши фазоли методга асосланган; бу дальномерларнинг бир-биридан фарқи шуки, светодалномерларда электромагнит нур (тўлқин) лар сифатида ёруғлик нуридан, радиодальномер-



91-шакл.

ларда эса турли диапазондаги радиотўлқинлардан фойдаланилади.

Совет Иттифоқида биринчи светодальномерни 1936 йилда В. В. Балаков ва В. Г. Вафиадилар ихтиро қилди. Кейинчалик светодальномерларнинг бошқа янги типлари пайдо бўлди; СВВ-1 светодальномери, модуляцияли интерференцион дальномер, модуляторли дифракцион дальномер, ГД-300, ГДМ дальномерлари ЭОД-1, СДД, „Кристалл“, ДС-2, ДСТ-2, СТ-61, СТ-62 М, ТД-2 дальномерлари шулар жумласидандир ТД-2 дальномери ёрдамида 150–5000 м масофани ўлчашдаги ўртача квадратик хағо 1,5 см дан ошмайди. Кейинги вақтларда ишлаб чиқарилган ГД-314 дальномери (91-шакл) ихчамлиги билан диққатга сазовордир, 2000 м гача бўлган масофани бу дальномер билан 10 минутда ўлчаш мумкин, бунда ўртача квадратик хағо 5 см га тенг бўлади. Булардан ташқари, квант генератор (лазер)ли дальномерлар ҳам ишлаб чиқарилмоқда. Светодальномерларда лазер қўлланилиши улардан кундузи фойдаланиш, дальномернинг вазини камайтириб, уни ихчамлаштиришга имкон беради. Мамлакатимизда квант генератор (лазер) ли светодальномерлар-

нинг „Кварц“, ГД-316, КДГ-3 ва бошқа маркадагилари кўплаб ишлаб чиқарилмоқда. Ҳозир ишлатилаётган ва синалаётган светодальномерларнинг кечаси қанча узоқликдаги масофани ўлчай олиши ва масофа ўлчашдаги хатоси 14-жадвалда берилган.

Маълумки, об-ҳаво шароити светодальномерларнинг ўлчаш аниқлигига ва масофасига салбий таъсир кўрсатади. Масалан, ҳавода озгина тутун ($\rho=0,6$) бўлганда ҳам светодальномер билан масофа ўлчаш узоқлиги 6–10 км қисқаради. Шунинг учун жадвалдаги маълумотлар энг қулай об-ҳаво шароити учун ҳисобланган.

Светодальномерларнинг кундузи ўлчай оладиган масофаси кечаси ўлчай оладиган масофасидан икки-уч баравар қисқароқдир. Шунинг учун лазерли дальномерлар ишлаб чиқариш катта аҳамиятга эга.

Ҳозирги вақтда қўлланилаётган светодальномерларни ўлчаш аниқлигига, қанчалик узоқ масофани ўлчай олишига ва қандай

СССР да ишлаб чиқарилган баъзи бир светодальномерлар

Светодальномернинг тип	Ишлаб чиқарилган йили	Кечаси ўлчай оладиган масофаси, км	Ўлчаш хатоси
СВВ-1	1954	0,08 — 20	$1,5 \text{ см} + 2 \cdot D \cdot 10^{-6}$
ЭОД-1	1958	30	$1 \text{ см} + 2 \cdot D \cdot 10^{-6}$
„Кварц“	1967	0,001 — 50	$1 \text{ см} + 2 \cdot D \cdot 10^{-6}$
СТ-65	1967	0,07 — 5	$1,5 + 3 \cdot D \cdot 10^{-6}$
ТД-2	1964	0,14 — 10	$1 \text{ см} + 2 \cdot D \cdot 10^{-6}$
„Кристалл“	1965	0,1 — 5	2 — 6 см
ГД-314	1964	0,15 — 2,5	2 — 5 см
ГД-316	1967	15	$0,5 + 1 \cdot D \cdot 10^{-6}$
КДГ-3	1968	0,001 — 2	$1,5 + 5 \cdot D \cdot 10^{-6}$
МСД-1	1968	0,004 — 0,2	0,1 — 0,2 см
ДНК-02	1963	0,004 — 0,4	2 см

мақсадларда ишлатилишига қараб шартли равишда уч гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Жуда аниқ ўлчайдиган светодальномерлар. Бу дальномерлар билан 20 — 30 км масофани 1 : 300 000 — 1 : 400 000 аниқликда ўлчаш мумкин. Улар 1 ва 2-класс давлат геодезик таянч шохобчаларини ўтказаетгачда масофа ўлчаш мақсадида қўлланилади. Бундай дальномерларга мисол қилиб ЭОД-1, „Кварц“ ва бошқа дальномерларни кўрсатиш мумкин.

2. Ўлчаш аниқлиги ўртача светодальномерлар. Бу дальномерлар ёрдамида 5 — 15 км масофани 1 : 100 000 — 1 : 300 000 аниқликда ўлчаш мумкин СВВ-1, ТД-2, „Кристалл“ ва бошқалар шундай дальномерлар жумласидандир. Улар 2 ва 3-класс давлат геодезик таянч шохобчаларининг ҳамда маҳаллий шохобчаларнинг томонларини ўлчашда ва бошқа инженерлик-геодезик масалаларини ечишда қўлланилади.

3. Техникавий аниқликдаги светодальномерлар. Бу дальномерлар топографик дальномер деб ҳам юритилади. Улар ёрдамида қарийб 5 км гача булган масофани 1 : 10 000 — 1 : 100 000 аниқликда ўлчаш мумкин. Топографик дальномерлар турли масштабдаги топографик планлар олишда ва инженерлик-геодезик ишларда қўлланилади. Бу дальномерларга мисол қилиб ДС-2, ДСТ-2, СТ-61, СТ-62 м ва бошқа дальномерларни кўрсатиш мумкин.

СССРда биринчи радиодальномерни академик Л. И Мандельштам, академик Н. Д. Паполекси ҳамда инженер Б. Я. Шеголовлар ихтиро қилган. Лекин аниқлиги паст бўлганлиги

учун бу дальномер геодезик ўлчаш ишларида қўлланилмаган. Ундан денгиз навигациясидагина фойдаланилган.

1957 йили Жанубий Америкада теллерометр деб аталган радиодальномер ишлаб чиқарилгандан сўнг радиодальномерлар геодезия ишларида кенг қўлланила бошланди. Шундан кейин турли мамлакатларда радиодальномерлар устида илмий-текшириш ишлари олиб борилиб хилма-хил радиодальномерлар яратилди. СССР да ихтиро қилинган радиодальномерлардан баъзиларининг ўлчай оладиган масофаси ва ўлчаш хатолиги 15-жадвалда берилган.

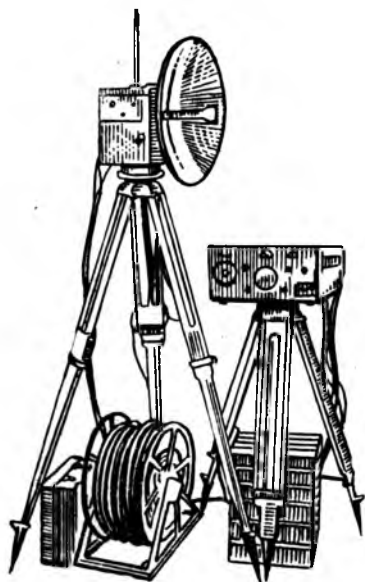
15-жадвал

СССР да ишлаб чиқарилган баъзи бир радиодальномерлар

Ишлаб чиқарилган йили	Радиодальномернинг тили	Қанчалик масофани ўлчаш мумкинлиги. км	Масофа ўлчаш хатоси
1961	РДГ	0,2 — 30	5 см + 3,10 ⁻⁶ D
1966	РДГВ	0,2 — 40	5 см + 3,10 ⁻⁶ D
1968	„Луч“	0,15 — 40	3 см + 3,10 ⁻⁶ D

Жадвалда келтирилган радиодальномерлар ишлаш принципи ва тузилиши жиҳатидан бир-бирига ўхшайди. Уларда ўн метрлик диапазон (2700 — 3200 частоталар) даги қисқа радиотўлқинлардан фойдаланилади. Барча радиодальномерлар белгиланган тўртта частотада (бири асосий частота ва учтаси ёрдамчи частота) ишлайди. Радиодальномерлар билан масофа ўлчашда актив нур қайтаргичлар қўлланилса, ўлчаш масофаси 60 км, ҳатто 1000 км га узаяди. Радиодальномерларнинг светодальномерлардан афзаллиги шуки, уларни кундузи, кечаси, ҳатто ҳар хил об-ҳаво шароитида ҳам ишлатиш мумкин.

Радиодальномерларнинг иқтисодий самарадорлигини ошириш мақсадида баланд антенналар қўлланилади. Бунда, энди, баланд геодезик белги-сигналлар ўрнагишга ҳожат қолмайди. Ишлатган вақтда радиодально-

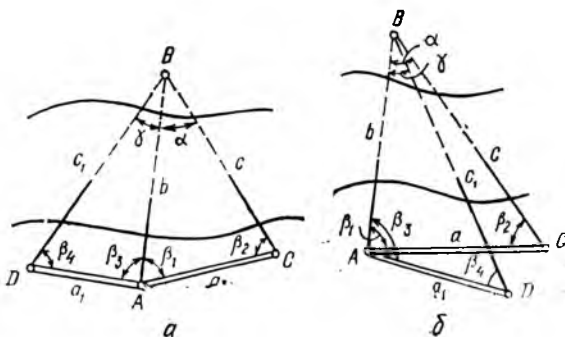


92-шакл.

мер ерга ўрнатилиб, антеннаси маълум баландликда чиқарилади (узайтирилади). СССРда антеннаси 25 м баландликкача узаядиган „Луч“ радиодальномери ишлаб чиқарилган (92-шакл). Бу дальномер билан масофа ўлчаш анча қулай бўлиши билан бирга, баланд сигналлар қуриш талаб этилмайди.

67-§. Масофани бавосита ўлчаш. Масофа ўлчашнинг паралактик методи

Ўлчанадиган масофа бирор тўсиққа, масалан, жарлик, дарё, сой ва ҳоказоларга тўғри келиб қолганда масофани бевосита ўлчаш мумкин бўлмай қолади. Оптик ва бошқа дальномерлар бўлмаган тақдирда бундай жойлардаги масофани аниқлашда масофани бавосита ўлчаш методидан фойдаланилади. Масалан, 93-шакл, а да ўлчаниши лозим бўлган масофа, яъни



93- шакл

AB чизиқ дарё орқали ўгади. Бундай ҳолда AB чизиқнинг узунлиги қуйидагича аниқланади. Дастлаб дарё соҳилида AC чизиғи (базис) олинади. Базис пўлат лента ёки бошқа усул билан икки марга ўлчанади ва ўлчаш натижаларидан ўргача арифметик миқдор ҳисоблаб чиқарилади. Бу миқдорни a билан ифодалайлик. AC чизиқнинг узунлиги аниқлангач, теодолит A ва C нуқталарга ўрнатилиб, β_1 ва β_2 бурчаклар ўлчанади. Ана шу ўлчаш натижаларидан фойдаланиб бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган масофа b қуйидаги тригонометрик формула бўйича аниқланади:

$$b = \frac{a}{\sin \alpha} \cdot \sin \beta_2; \quad \alpha = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2). \quad (X-26)$$

Масофанинг тўғри ўлчанганлиги қуйидаги контрол формула ёрдамида текширилади:

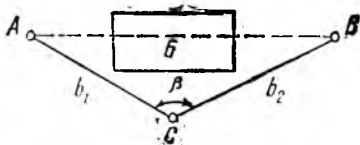
$$b = \frac{c}{\sin \beta_1} \cdot \sin \beta_2;$$

бу ерда

$$c = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \beta_1. \quad (X-27)$$

Бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган масофани $X - 26$ ва $X - 27$ формулалар ёрдамида аниқлаётганда тригонометрик функцияларнинг натурал қийматлари жадвалидан ёки логарифма жадвалидан фойдаланилади.

AB чизиқнинг узунлиги тўғри топилганлигини текшириш ва ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида жой шароитига қараб иккинчи учбурчак (93-расм, a ва b шаклларда ABD) ясалади. Сўнгра учбурчакнинг базис томонлари (AD , яъни a_1) бевосита пўлат лента билан, ички бурчаклари теодолит билан ўлчанади. Иккала учбурчакнинг томонлари топилгач, бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган масофа икки марта аниқланади. Агар



94-шакл.

икки марта аниқлаш натижаларидаги фарқ йўл қўйилган даражадан ошмаса, уларнинг ўртача арифметик миқдори масофанинг узунлиги деб қабул қилинади.

Ўлчаниши керак бўлган масофа иморат ёки бошқа тўсиқ орқали ўтган, яъни узунлиги

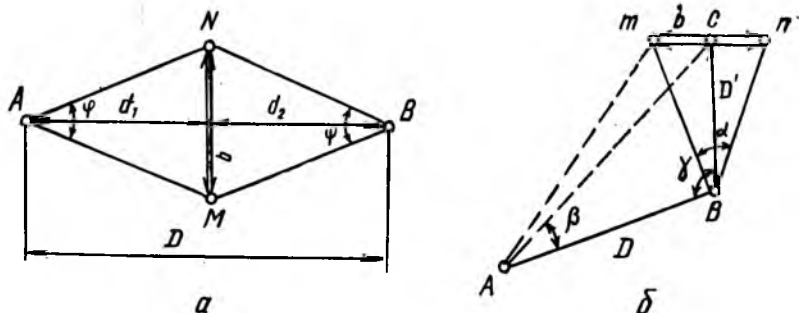
аниқланиши керак бўлган чизиқнинг бошланғич ва охириги нуқталари бир-биридан кўринмайдиган ҳолларда масофа, яъни чизиқ қуйидагича ўлчанади. Масалан, 94-шаклда AB чизиқ узунлигини аниқлаш керак дейлик. Лекин бу чизиқ бино (B) орқали ўтганлигидан A ва B нуқталар бир-биридан кўринмайди. AB чизиқ узунлигини аниқлаш учун A ва B нуқталар кўриниб турадиган C нуқта олинади. Сўнгра C дан A ва B гача бўлган масофа, яъни AC ва BC чизиқларнинг узунлиги b_1 ва b_2 жойда бевосита пўлат лента билан ва β бурчак теодолит билан ўлчанади. Ўлчаш натижаларига асосланиб AB чизиқнинг узунлиги D қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$AB = D = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 - 2b_1 b_2 \cos \beta}. \quad (X-28)$$

Бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган чизиқ узунлигини *паралактик методда* ҳам аниқлаш мумкин. Жойдаги A ва B нуқталар (95-шакл, a) оралигини ўлчаш учун бу чизиққа симметрик қилиб базис $MN = b$ олинади. Базиснинг узунлиги 20 ёки 24 м бўлиши мумкин. Жойда бевосита базис узунлиги пўлат лента билан ҳамда паралактик бурчаклар φ ва ψ теодолит билан ўлчанади. Ўлчаш натижаларига асосланиб AB чизиқнинг узунлиги D қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$\begin{aligned} AB = D = d_1 + d_2 &= \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} + \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\psi}{2} = \\ &= \frac{b}{2} \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\psi}{2} \right). \end{aligned} \quad (X-29)$$

Жойда AB чизиқ узунлигини қисқа базисли паралактик методда ўлчаш ҳам мумкин. Бунда B нуқтага теодолит (95-шакл, б), C нуқтага 2 м лик махсус рейка ўрнатилади, γ ва α бурчаклар теодолит ёрдамида ўлчангач, теодолит A нуқтага ўрнатилиб β бурчак ўлчанади. Ўлчаш натижаларига асосланиб,



95- шакл.

Bc чизиқ узунлиги қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$Bc = D' = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \quad (X-30)$$

Кейин AB чизиқнинг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$AB = D = \frac{b \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \sin(\beta + \gamma)}{2 \sin \beta}. \quad (X-31)$$

Масофанинг тўғри ўлчанганлигини текшириш мақсадида ҳар бир масофа икки марта ўлчанади. Бунда 95-шакл, б даги B нуқтага базис вазифасини бажарувчи рейка, A нуқтага эса теодолит ўрнатилиб α бурчак ўлчанади. Ўлчаш натижаларига асосланиб AB чизиқ узунлиги аниқланади.

X-30 ва X-31 формулалар ёрдамида масофани ҳисоблаб чиқаришни осонлаштириш учун махсус жадваллар тузилган. Жадваллардан фойдаланиш тартиби уларнинг ўзида ёзилган.

XI б о б

ЖОЙДА НУҚТА БАЛАНДЛИГИНИ ЎЛЧАШ (НИВЕЛИРЛАШ)

68-§. Жойда нуқта баландлигини ўлчаш (нивелирлаш) усуллари

Нуқтанинг баландлигини ўлчаш ёки нивелирлаш йўли билан ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига ёки бошланғич деб қабул қилинган сатҳий юзага нисбатан баландлиги аниқланади.

Қўлланиладиган усул ва асбобларга қараб нивелирлаш қўйидаги турларга бўлинади: геометрик нивелирлаш, тригонометрик нивелирлаш, барометрик нивелирлаш, механик нивелирлаш, гидростатик нивелирлаш, радионивелирлаш ва стереофотограмметрик нивелирлаш.

Геометрик нивелирлашда бир нуқтанинг бошқа нуқтага нисбатан баландлиги горизонтал визирлаш нури бўйича рейкалардан бевосита саноқ олиш йўли билан аниқланади. Нивелирлашнинг бу усулида нивелирлардан фойдаланилади. Геометрик нивелирлашда нуқталарнинг баландлиги нивелирлашнинг бошқа турларидагига қараганда аниқроқ томилади. Геодезик таянч пунктларини ва план олиш нуқталарининг баландлигини аниқлашда, турли масштабда планлар олишда, инженерлик иншоотлари (йўл, тўғон, гидроэлектрстанция, канал, уй-жой бинолари, аэродром ва бошқалар) нинг лойиҳаларини тузишда, бу иншоотларни қуришда, шунингдек геологик қидирув ишларида, йирик инженерлик иншоотларининг чўкиши ва деформацияларини аниқлашда ва шу каби бошқа ишларда геометрик нивелирлаш қўлланилади. Геометрик нивелирлаш натижаларидан Ер қобиғининг вертикал ҳаракатини, океан ва денгиз сатҳларининг фарқини аниқлашда ҳам фойдаланилади. Нивелирлаш методи ва асбоблари нуқталар баландлигининг қанчалик аниқ ўлчаниши зарурлигига қараб танланади.

Тригонометрик нивелирлашда икки нуқта орасидаги қиялик бурчаги ва масофа ўлчанади ҳамда ўлчаш натижаларидан нуқталарнинг бир-бирига нисбатан баландлиги тригонометрик формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Нивелирлашнинг бу турида қиялик бурчаги ўлчайдиган асбоблар: теодолит-тахеометр ва бошқа асбоблар ишлатилади. Тригонометрик нивелирлаш топографик план олишда, баландликларидаги фарқ катта бўлган нуқталарни, масалан, тоғ, тепалик ва бошқа рельеф шакллари, турли буюм ва иншоотларнинг баландлигини аниқлашда қўлланилади.

Барометрик нивелирлаш ердан баланд кўтарилган сари ҳаво босимининг камая бориши қонуниятига асосланган. Барометрик нивелирлаш натижасида нуқталарнинг баландлиги 1—2 м аниқликда топилади. Шунинг учун катта аниқликда нивелирлаш талаб қилинмайдиган ишларда, масалан, турли экспедицияларда, геологик, географик ва бошқа текширишларда бирор жойнинг рельефини дастлабки ўрганишда нивелирлашнинг шу туридан фойдаланилади. Барометрик нивелирлашда барометр ва бошқа асбоблар ишлатилади.

Нивелирлашнинг механик усулида махсус автомат-нивелир ишлатилади. Бу асбоб велосипед, мотоцикл ёки автомашинага ўрнатилган бўлади. Автомат-нивелир ўрнатилган велосипедда ёки автомобилда босиб ўтилган йўлнинг профили қозоғга автомагик равишда чизилиб боради. Бу усулда жой-

нинг профили бошқа усуллардагига нисбатан осонроқ ва тезроқ тузилади, лекин аниқлиги жуда кам бўлади. Шунинг учун механик нивелирлашдан катта аниқлик талаб қилинмайдиган ишларда, масалан, йўл қурилишида ва жойнинг рельефини дастлабки ўрганишдагина фойдаланилади.

Гидростатик нивелирлашда жойдаги нуқталарнинг баландликларидаги фарқ ўзаро боғлиқ иккита идишдаги суюқлик сатҳини кузатиш йўли билан аниқланади. Гидростатик нивелирлашда нуқталарнинг нисбий баландлиги $\pm 1-2$ мм аниқликда топилади. Монтаж ишларида, йирик иншоотларнинг деформациясини мунгазам равишда кузатиш керак бўлганда ва бошқа ишларда гидростатик нивелирлаш қўлланилади. Бу усул содда бўлиб, ундан ёпиқ, тор ва қоронғи жойларда ҳам фойдаланиш мумкин.

Радиоэлектрониканинг тараққий қилиши натижасида нивелирлашнинг янги тури—**радионивелирлаш** вужудга келди. Бу нивелирлаш радиотўлқиннинг самолётдан ерга ва ердан самолётга етиб бориш вақтига қараб самолётнинг қандай баландликда учаётганини билиш имкониятини беради. Самолётнинг учаётган баландлиги радиовисотомер деган асбоб ёрдамида 5 м гача аниқликда топилади. Кейинги вақтларда радионивелирлаш турли қидирув ишларида ҳамда турли масштабда топографик карталар тузишда қўлланилмоқда.

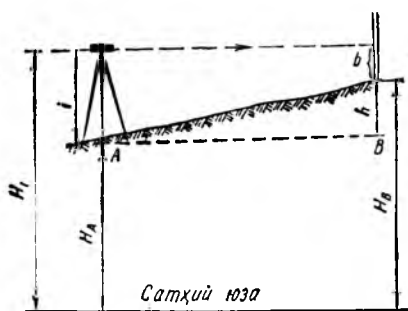
Стереофотограмметрик нивелирлашда жойнинг самолётдан туриб олинган суратлари (аэросуратлар) га қараб махсус фотограмметрик асбоблар ёрдамида нуқталарнинг баландлиги аниқланади ва рельеф горизонталлар билан чизилади. Бу хилдаги нивелирлаш ишларининг асосий қисми корхонада бажарилганлигидан вақт ва маблағ анча тежалди. Стереофотограмметрик нивелирлаш турли масштабдаги топографик карталар тузишда қўлланилади.

69-§. Геометрик нивелирлаш усуллари

Геометрик нивелирлашда ишлагиладиган асбоб—нивелирнинг теодолитлардан фарқи шуки, унинг қараш трубаси зениг бўйича айланмайди, чунки у горизонтал визирлашга мосланган. Қараш трубасининг визир ўқини ёнидаги цилиндрик адилак ҳамда кўтариш винтлари ёрдамида горизонтал ҳолатга, яъни иш бажарадиган ҳолатга келтириш мумкин.

Геометрик нивелирлашда бир нуқтанинг бошқа нуқтага нисбатан баландлиги, яъни нисбий баландлигини топишнинг бир неча хил йўли бор. Шулар устида қисқача тўхтаймиз.

Олдинга нивелирлаш. Жойдаги иккита нуқтанинг (96-шаклдаги *A* ва *B* нуқталар) бир-бирига нисбатан баландлигини аниқлаш керак, дейлик. Бунинг учун *A* нуқтага нивелир, *B* нуқтага рейка тик қилиб ўрнатилади. Нивелир ишлайдиган ҳолатга келтирилиб, қараш трубаси рейкага визирланади ва



96- шакл.

b саноқ олинади. Асбобнинг рейка ёки рулетка билан ўлчаган баландлиги (A нуқтадан нивелир қараш трубасининг горизонтал ҳолатдаги визир ўқиғача бўлган оралиқ) i га тенг бўлса, B нуқтанинг A нуқтага нисбатан баландлиги

$$h = i - b \quad (\text{XI-1})$$

бўлади. Демак, олдинга нивелирлашда бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлиги рейкадан олинган

саноқни асбоб баландлигидан олиб ташлагандан кейин қолган сонга (айирмага) тенгдир.

Агар рейкадан олинган саноқ асбоб баландлигидан катта, яъни $i < b$ бўлса, нисбий баландлик ишораси манфий, рейкадан олинган саноқ асбоб баландлигидан кичик, яъни $i > b$ бўлса, ишора мусбат бўлади.

Биринчи нуқта (A) нинг абсолют баландлиги (H_A) ҳамда бу нуқтага нисбатан иккинчи нуқта (B) нинг баландлиги (h_{AB}) маълум бўлгач, иккинчи нуқта (B) нинг абсолют баландлиги қуйидагича ҳисоблаб чиқарилади:

$$H_B = H_A + h_{AB}. \quad (\text{XI-2})$$

Иккинчи нуқта абсолют баландлигининг бундай ҳисоблаб чиқарилишига *абсолют баландликни нисбий баландлик бўйича аниқлаш* дейилади.

Иккинчи нуқтанинг абсолют баландлигини асбоб горизонти ёрдамида аниқлаш ҳам мумкин. Асбоб горизонти деганда, нивелир визир ўқи йўналишининг абсолют баландлиги тушунилади. 96-шаклда асбоб горизонти қуйидагига тенг:

$$H_i = H_A + i. \quad (\text{XI-3})$$

Иккинчи (B) нуқтанинг асбоб горизонти методида аниқланган абсолют баландлиги

$$H_B = H_i - b \quad (\text{XI-4})$$

бўлади.

Мисол. $i = 1638$ мм; $b = 0\ 815$ мм; $H_A = 255,347$ м, дейлик. Шунда B нуқтанинг A нуқтага нисбатан баландлиги

$$h_{AB} = 1638 - 0815 = +0823 \text{ мм.}$$

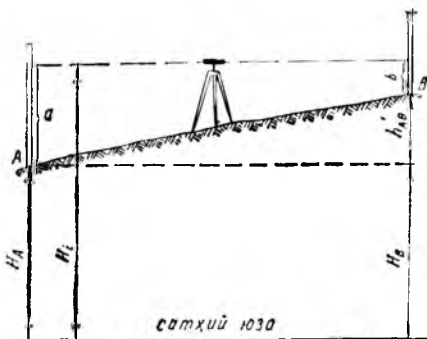
Нисбий баландлик методидида ҳисоблаганда В нуқтанинг абсолют баландлиги $H_B = 255,347 + 0,823 = 256,170$ м; асбоб горизонти методидида ҳисоблаганда эса

$$H_i = 255,347 + 1,638 = 256,985 \text{ м,}$$

$$H_B = 256,985 - 0,815 = 256,170 \text{ м.}$$

Ўртадан нивелирлаш. Ўртадан нивелирлашда нивелирланган нуқталарга тик қилиб рейкалар, рейкалар оралиғига эса нивелир ўрнатилади (97-шакл). Нивелир иш ҳолатига келтирилади, қараш трубаси дастлаб кетинги (нуқтадаги) рейкага визирланиб, рейкадан a саноқ олинади, сўнгра олдинги (В нуқтадаги) рейкага визирланиб, b саноқ олинади. Кейин В нуқтанинг А нуқтага нисбатан баландлиги қуйидагича ҳисоблаб чиқарилади:

$$h_{AB} = a - b. \quad (\text{XI}-5)$$



97- шакл.

Шундай қилиб, ўртадан нивелирлашда нисбий баландлик кетинги рейкадан олинган саноқ билан олдинги рейкадан олинган саноқ айирмасига тенг бўлади.

Ўртада туриб нивелирлашда иккинчи нуқтанинг абсолют баландлигини нисбий баландлик бўйича ҳисоблашда XI—3 формуладан, асбоб горизонти бўйича ҳисоблашда эса XI—4 формуладан фойдаланилади. Бунда асбоб горизонти қуйидагига тенг бўлади:

$$H_i = H_A + a \quad (\text{XI}-6)$$

Миссл. $a = 1150$ мм; $b = 0375$ мм; $H_A = 256,385$ м, дейлик. Шунда В нуқтанинг А нуқтага нисбатан баландлиги

$$h_{AB} = 1150 - 0375 = + 0775 \text{ мм}$$

бўлади. Нисбий баландлик бўйича ҳисоблаганда В нуқтанинг абсолют баландлиги $H_B = 256,385 + 0,775 = 357,160$ м, асбоб горизонти бўйича ҳисоблаганда эса

$$H_i = 256,385 + 1,150 = 357,535 \text{ м;}$$

$$H_B = 357,535 - 0,375 = 357,160 \text{ м.}$$

Геометрик нивелирлашда асосан ўртадан нивелирлаш қўлланилади. Ўртадан нивелирлаш мумкин бўлмагандагина олдинга нивелирлаш методи ишлатилади. Олдинга нивелирлашнинг

камчилиги шундан иборатки, нишаб жойнинг нисбий баландлиги нивелир баландлиги билан рейкадан олинган саноқ айирмасига тенг бўлганлигидан бунда фақат асбоб баландлигига тенг бўлган нисбий баландликнигина ўлчаш мумкин. Бундан ташқари, олдинга нивелирлашда ҳар бир станцияда асбоб баландлигини аниқ ўлчаш зарур бўлганлигидан иш анча қийинлашади ва меҳнат кўп сарф бўлади.

Ўртадан нивелирлашнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

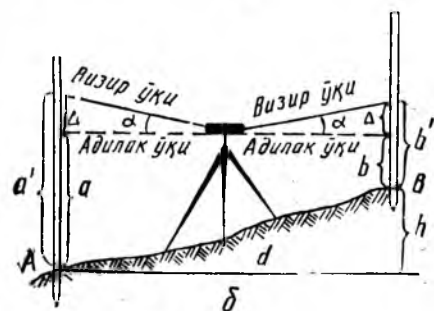
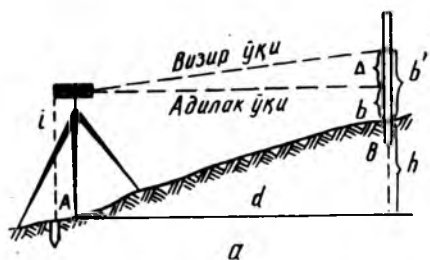
а) ҳар бир станцияда рейка баландлигига тенг бўлган нисбий баландликни, яъни олдинга нивелирлашдагига нисбатан катгароқ нисбий баландликни ўлчаш мумкин;

б) ҳар бир станцияда нивелир баландлигини ўлчашнинг ҳо-жати йўқ;

в) нивелирнинг қараш трубаси нивелир билан рейка орасида-ги масофани катталаштириб кўрсатганлигидан олдиндан нивелирлашдагига қараганда икки барабар узунроқ масофани нивелирлаш мумкин;

г) асбоб икки нуқта ўртасига ўрнатилганлигидан Ер эгри-лигининг ва атмосфера рефракциясининг таъсири жуда ка-маяди;

д) асбоб нивелирланаётган икки нуқтанинг қоқ ўртасига ўрнатилганда асбоб визир ўқининг горизонтал эмаслиги нати-жасида рўй берадиган хатонинг таъсири бўлмайди. Бу ўртадан нивелирлашнинг асосий афзаллиги бўлиб ҳисобланади.



98 шакл.

Ўлчов асбобларининг ишидаги хатони бутунлай йўқотиб бўлмагани сингари, қанчалик синчиклаб текширилмасин, нивелирнинг ви-вир ўқини ҳам мутлақо го-ризонгал ҳолатга келтириб бўлмайди. Шу туфайли ол-динга нивелирлашда рейка-дан b саноқ эмас, балки сал нотўғрироқ саноқ: $b' = b + \Delta$ олиниши мумкин (98-шакл, а). Бу хато нисбий баланд-ликни аниқлаш натижасига таъсир қилади. Олдинга ни-велирлашда хато Δ ни йўқо-тиб бўлмайди.

Ўртадан нивелирлашда ўлчаш натижасига бу хато деярли таъсир этмайди. Масалан, қараш трубаси ор-қадаги рейкага визирланиб саноқ олинганда рўй берган

хато туфайли a саноқ ўрнига $a' = a + \Delta$ саноқ, олдиндаги рейкага қараб саноқ олинганда эса b ўрнига $b' = b + \Delta$ саноқ олинади (98-шакл, б). Шу саноқлардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади:

$$h = a' - b'; \quad (\text{XI}-7)$$

a' ва b лар ўрнига уларнинг қийматлари қўйилса

$$h = (a + \Delta) - (b + \Delta),$$

бундан

$$h = a + \Delta - b - \Delta$$

ёки

$$h = a - b. \quad (\text{XI}-8)$$

Шундай қилиб, ўртадан нивелирлашда асбобнинг визир ўқи аниқ горизонтал бўлмаганлиги сабабли рейкалардан саноқлар олингандаги хато бир-бирига тенг бўлади, яъни ҳар иккала рейкадан олинган саноқлар бир хил миқдорга ўзгаради. Натижада икки нуқта орасидаги нисбий баландлик тўғри аниқланади.

Оддий ва мураккаб нивелирлаш, икки нуқтанинг бир-бирига нисбатан баландлиги бу нуқталар орасига нивелирни бир марта ўрнагишда аниқланса, бунга *оддий нивелирлаш* дейилади.

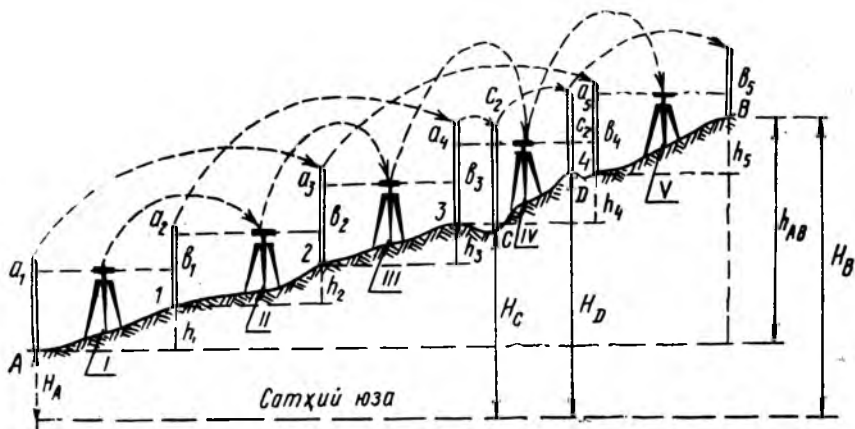
Икки нуқтанинг баландликлари орасидаги фарқ кагта бўлган ҳолларда ёки бир-биридан узоқ жойлашган икки нуқтанинг нисбий баландлигини аниқлашда бу икки нуқта оралиги бўлакларга бўлиниб, ҳар бир бўлак алоҳида-алоҳида нивелирланади. Бунга *мураккаб нивелирлаш* дейилади.

Мураккаб нивелирлашда ер сатҳининг дўмбоқлиги ва рефракция нивелирлаш натижасига камроқ таъсир этиши ва рейка бўлаклари яхшироқ кўриниши учун нивелирдан рейкагача бўлган масофа одатда 50—75 м қилиб олинади.

99-шаклда A ва B нуқталар оралиги бир неча бўлакка бўлиниб нивелирланганлиги кўрсатилган. Шаклда рейка ўрнатилган нуқталар (пикетлар)— A ва B ҳамда 1, 2, 3 ва 4 рақамлар билан, нивелир ўрнатилган нуқталар (станциялар) рим рақамлари—I, II, III, IV ва V билан, рейка ва нивелирнинг кўчирилиш тартиби эса стрелкалар билан кўрсатилган. Бу ерда шуни айтиб ўтиш зарурки, 1-пикетга ўрнатилган рейка I станцияда олдинги, II станцияда эса кетинги рейка бўлади. Пикет икки қўшни станцияни бир-бирига боғлаганлиги учун *боғловчи нуқта* деб аталади. 99-шаклда 1, 2, 3 ва 4 нуқталар боғловчи нуқталар бўлиб ҳисобланади.

Нивелирланиши керак бўлган нуқта боғловчи нуқталар оралигида (99-шаклда C ва D) жойлашган бўлса, уларга *оралиқ нуқталар* дейилади. Оралиқ нуқталар баландликни бир нуқтадан иккинчисига узатиб беришда қатнашмайди. Шунинг учун улар ҳар бир станцияда боғловчи нуқталар нивелирланиб бўлган-

дан кейин нивелирланади. Орқадаги рейкани олдинга кўчиришда рейка бир йула оралиқ нуқталарга ҳам ўрнатилиб, нивелир ёрдамида улардан саноқлар олинади. Боғловчи нуқталардан олинган саноқлардан фойдаланиб, ҳар бир нуқтанинг қўшни нуқтага нисбатан баландлиги, сўнгра абсолют баландлиги ҳисоблаб чиқарилади



99-шакл.

99-шаклдан кўринишича, I, II, III, IV ва V станциялардаги боғловчи нуқталарнинг нисбий баландликлари қуйидагича:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= a_1 - b_1 \\ h_2 &= a_2 - b_2 \\ \dots &\dots \dots \\ h_n &= a_n - b_n \end{aligned} \right\} \quad (\text{XI} - 9)$$

Нивелирланган барча станциялардаги нуқталарнинг нисбий баландликлари йиғиндиси охирги B нуқтанинг бошланғич A нуқтага нисбатан нисбий баландлиги бўлади:

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \dots + h_n = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n)$$

ёки

$$h_{AB} = \sum_A^B a - \sum_A^B b = \sum_A^B h. \quad (\text{XI} - 10)$$

Боғловчи нуқталарнинг абсолют баландликлари қуйидаги формула ёрдамида кетма-кет ҳисоблаб чиқарилади:

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= H_A + h_1 \\ H_2 &= H_1 + h_2 \\ \dots &\dots \dots \\ H_B &= H_n + h_n \end{aligned} \right\} \quad (\text{XI} - 11)$$

Агар 1, 2, 3 ва 4 нуқталарнинг абсолют баландлигини аниқлаш талаб, қилинмаса, охирги B нуқтанинг абсолют баландлигини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқариш мумкин.

$$H_B = H_A + \sum h_{AB}. \quad (\text{XI}-12)$$

Боғловчи нуқталарнинг абсолют баландлиги ҳисоблаб чиқарилгандан сўнг оралиқ нуқталарнинг абсолют баландлиги кетинги нуқтанинг абсолют баландлигига асосланиб асбоб горизонти ёрдамида аниқланади. IV станцияда асбоб горизонти

$$H_i = H_3 + a_4 \quad (\text{XI}-13)$$

га тенг. Оралиқ нуқталар (C ва D) нинг абсолют баландлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$\begin{aligned} H_C &= H_i - c_1 \\ H_D &= H_i - c_2 \end{aligned} \quad (\text{XI}-14)$$

Бир-биридан узоқ жойлашган нуқталар оралиғида бир нуқтадан иккинчисига абсолют баландликни узатиш мақсадида бажарилган мураккаб нивелирлаш иши *бўйлама нивелирлаш* деб аталади. Бўйлама нивелирлашда абсолют баландликнинг бошланғич нуқтадан охирги нуқтага узатилишида боғловчи нуқталар иштирок этмаса, бунга *оддий бўйлама нивелирлаш* дейилади. Нивелирланаётган чизиқнинг профилини тузиш учун бу чизиқдаги барча характерли нуқталарнинг абсолют баландлигини аниқлаш мақсадида амалга оширилган бўйлама нивелирлаш *трассани нивелирлаш* деб юритилади. Трассани нивелирлашда барча боғловчи нуқталар ҳамда трассадаги оралиқ нуқталар ўрни қозиқ қоқиб белгиланади.

Баъзи бир қидирув ва текширув ишларида нивелирланиши керак бўлган чизиқ атрофидаги нуқталарнинг абсолют баландликларини аниқлашга тўғри келади. Бундай пайтда трасса керакли жойларига қозиқлар қоқиб перпендикуляр чизиқлар билан белгиланиб нивелирланади. Бунга *кундаланг нивелирлаш* дейилади.

Инженерлик иншоотлари лойиҳасини тузиш ҳамда лойиҳани жойга кўчириш ва иншоотларни қуриш мақсадида бажариладиган нивелирлаш *инженерлик-техник нивелирлаш* деб аталади.

70-§. Нивелирларнинг турлари. Техникавий ва ўртача аниқликдаги нивелирлар

Ҳозирги вақтда ишлатиладиган нивелирлар визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш усулига қараб икки гурпуага бўлинади: биринчи гурпуага визир ўқи адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга келтириладиган нивелирлар ва иккинчи гурпуага визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келадиган нивелирлар киритилади.

Биринчи группага тааллуқли нивелирлар асосий қисмларининг бир-бирига нисбатан жойланишига қараб, қуйма нивелирларга ва трубаси тагликдан ажраладиган нивелирларга бўлинади.

Қуйма нивелирларда цилиндрик адилак қараш трубасининг ён томонига ўрнатилган, қараш трубасининг ўзи эса асбобнинг айланиш ўқиға тагликдан ажралмайдиган қилиб маҳкамланган. Қараш трубаси тагликдан ажраладиган нивелирларнинг трубасини ажратиб олиб ва 180° айлантириб яна тагликка ўрнатиш мумкин. Визир ўқи адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга келтириладиган қуйма нивелирларга НГ ва НВ-1 нивелирларини, қараш трубаси ажратиладиган нивелирларга эса НТ нивелирини мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Визир ўқи адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга келтириладиган нивелир билан ишлаганда унга салгина тегиб кетилса ҳам визир ўқининг горизонтал ҳолати бузилади ва адилак пуфакчаси четга оғишади: рейкадан саноқ олинаётганда пуфакчанинг ҳолатини кузатиб туришга, четга оғишган бўлса қайтадан найча ўртасига келтиришга тўғри келади. Бу эса кишини чарчатади ва иш унумини пасайтиради.

Кейинги йилларда визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келадиган нивелирлар ишлаб чиқарилмоқда. НСМ-2 нивелири шулар жумласидандир. Бундай нивелирларни нуқтага ўрнатиш учун нисбатан кам вақт кетади. Шу билан бирга, бўш тупроқли ва ботқоқлик жойларда бошқа нивелирларга қараганда бундай нивелирдан фойдаланиш қулайроқдир.

Нивелирлар аниқлигига қараб, техникавий, ўртача аниқликдаги ва жуда аниқ нивелирларга бўлинади. Нивелирлар қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси, кўриш майдони, адилак бўлимининг қиймати ва бошқа хусусиятлари жиҳатидан ҳам бир-биридан фарқ қилади.

Ҳозирги вақтда кўпроқ ишлатилаётган ва янги ГОСТ 10528—69 бўйича ишлаб чиқариладиган нивелирлар тўғрисидаги баъзи маълумотлар 16-жадвалда берилган.

НГ нивелири (100-шакл) аниқлиги жиҳатдан техникавий нивелир ҳисобланади. Нивелир таглиги 1 нинг пўлат втулкаси ичига асбобнинг айланиш ўқи кириб туради. Нивелир қараш трубаси 2 нинг вертикал ўқи горизонтал йўналишда айлана олади; шунинг учун бу ўқ айланиш ўқи деб аталади. Винт 3 қараш трубасини қимирламайдиган қилиб маҳкамлаш, микрометр винт 4 эса уни секин-аста горизонтал йўналишда айлантириш учун хизмат қилади. Қараш трубаси объектив корпуси 5, визир ва масофа ўлчаш иплари түри 6 ҳамда окуляр 7 дан иборат. Қараш трубасини фокуслашда кремальера винт 8 дан фойдаланилади. Қараш трубасининг ўнг томонига цилиндрик адилак қутичаси 9 ўрнатилган. Цилиндрик адилак шу қутича ичидадир. Унинг тўғрилаш винти 10 бор. Адилак пуфакчасини қутичанинг ён томонидаги ойна 11 дан ҳам, окуляр ёнидаги призмали система ва дула 13 орқали ҳам кузатиш мумкин. Цилиндр адилакка ойна 12 дан ёруғляк тушади. НГ нивелирлари адилаги камерали бўлганлигидан пуфакчасини катталаштириш ёки кичрайтириш мумкин. Пуфакчани кичрайтириш керак бўлганда қараш трубаси объективли томонини пастга қаратиб секингина силкитилади, пуфакчани катталаштириш керак бўлганда эса юқорига қаратиб силкитилади.

Нивелирларга онд маълумотлар

Нивелирлар шифри	Қараш трубаси			Адилак бўлак қиймати, мм		1 км Вулни нивелирлаш ўртача квадратик хато чеки, мм	Ҳар бир станцияда нивелирлаш аниқлигининг ўртача квадратик хатоси, мм	Нивелирнинг оғирлиги, кг
	узунлиги, мм	қатталаштириш даражаси	визирлаш чеки, м	цилиндрик, сек	доиравий, мин			

Визир ўқи адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга кетириладиган нивелирлар

Техникавий нивелирлар

НГ	270	31 [×]	3,0	17—25	7—15	20,0	4,0	2,25
НТ*	160	20 [×]	1,5	45	10	15,0	4,0	2,0

Ўртача аниқликдаги нивелирлар

НВ1	170	31 [×]	3,0	17—25	7—15	5,0	,0	1,8
НЗ*	220	30 [×]	2,0	15	5	4,0	1,5	2,0

Жуда аниқ нивелирлар

НА	400	41, [×] 8	3,6	10	2—4	0,5	0,15	5,8
Н1*	430	45 [×]	4,5	10	4	0,5	0,15	7,0
Н2*	400	40 [×]	2,0	10	5	1,0	0,20	6,5

Визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келадиган нивелирлар

Техникавий нивелирлар

НТС*	160	20 [×]	1,5	—	10	15,0	4,0	2,5
НЛС	190	30 [×]	2,0	—	10	30,0	10,0	3,0

Ўртача аниқликдаги нивелирлар

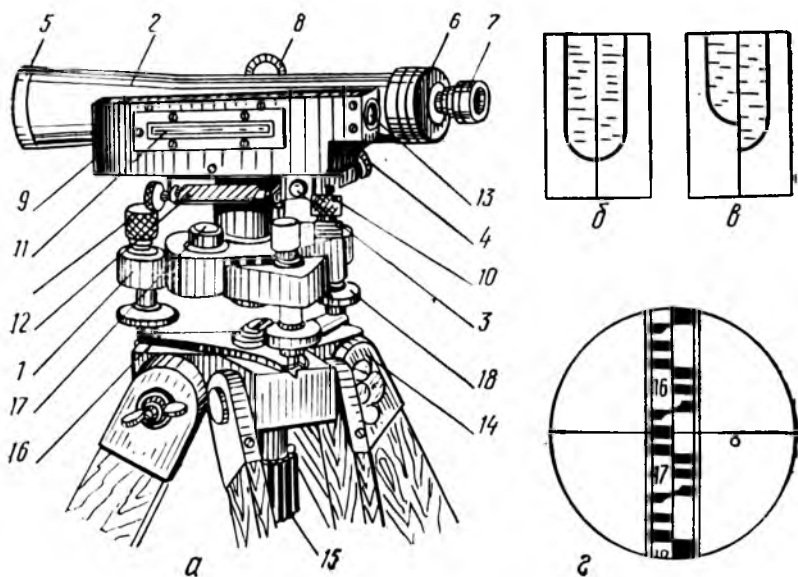
НСМ2	260	30, [×] 5	3,0	—	10	5,0	2,0	2,3
НС3*	220	36 [×]	2,0	—	5	4,0	1,5	2,5
НС4*	220	30 [×]	2,0	—	10	8,0	3,0	2,5

Жуда аниқ нивелирлар

НС2*	400	40 [×]	2,0	—	5	1,0	0,3	7,0
------	-----	-----------------	-----	---	---	-----	-----	-----

*Янги ГОСТ 10528—69 га мувофиқ ишлаб чиқариладиган нивелирлар.

Бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлигини аниқлаш учун нивелир штатив 14 устига қўйилиб, ўрнатиш винти 15 таглик трегери 16 га бураб киритилади. Қараш трубасининг визир ўқи нивелирни ўрнатишда доиравий адилак 17 ёрдамида тахминан горизонтал ҳолатга келтирилади. Сўнгра цилиндрик адилакнинг ўқи тагликнинг кўтариш винтлари 18 га параллел қилиб қўйилади ва винтларни қарама-қарши томонга бураб, адилак пуфакчаси найча ўртасига келтирилади. Шундан кейин қараш трубаси

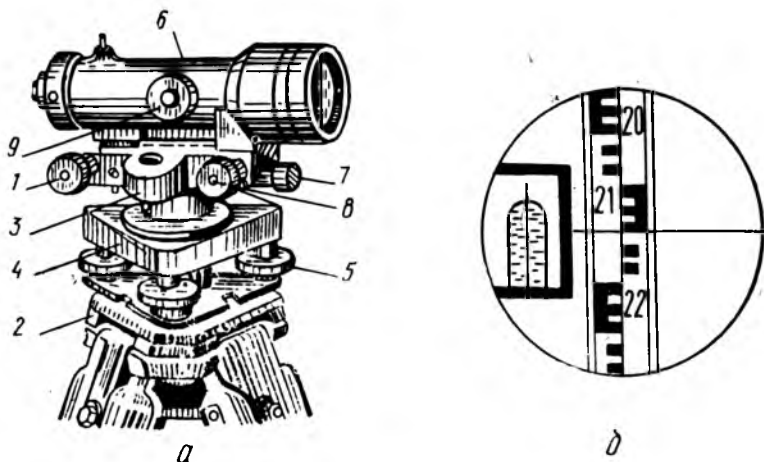


100- шакл.

тахминан 90° га бурилиб, адилак ўқи учинчи кўтариш винти устига параллел қўйилади, бу винтни бураб адилак пуфакчаси ноль пунктга келтирилади. Визир ўқи горизонтал ҳолатда бўлмаса, призма трубкадан қараганда пуфакча гўё иккига бўлиниб учлари бир-биридан қочгандек кўринади. Визир ўқи аниқ горизонтал ҳолатга келиши учун юқорида айtilган ишлар икки-уч марта такрорланиши лозим. Цилиндрик адилак ўқи горизонтал ҳолатга келгач, қараш трубаси рейкага визирланади, адилак пуфакчасининг учлари бир-бирига туташган вақтда (100-шакл, б) рейкадан қараш трубаси иплар тўртининг ўрта ипи бўйича саноқ олинади. Саноқ дастлаб m ва dm ларда, сўнгра cm да ва кўз билан чамалаб mm ларда олинади. 100-шакл, г да рейкадан олинган саноқ 1676 га тенг. Адилак ёнма-ён учларининг бир-биридан қочиши (100-шакл, в) адилак ўқи билан визир ўқининг горизонтал ҳолатдан оғишганлигини билдиради. Қараш трубасига яқин жойлашган кўтариш винтларидан бирини бураб, адилак пуфакчаси найча ўртасига келтирилса, адилак ўқи ҳам горизонтал ҳолатга келган бўлади.

НВ-1 (ГОСТ 10528—69 да НЗ) нивелири. Унинг элевацион винти 1 бор; у НГ нивелиридан шуниси билан фарқ қилади. 101-шаклда НВ-1 нивелирининг умумий кўриниши берилган. Нивелир ишлатиш вақтида штатив 2 га, штатив эса нуқтага

ўрнатилади. Доиравий адилак 3 пуфакчаси таглик 4 нинг кўтариш винтлари 5 ёрдамида ноль пунктга келтирилади. Қараш трубаси 6 рейкага тўғрилангач, маҳкамлаш винти 7 ёрдамида маҳкамлаб қўйилади, сўнгра микрометр винт 8 ёрдамида рейкага аниқ визирланади, кейин кремальера винт 9 ёрдамида фокусланади. Цилиндрик адилак ўқини аниқ горизонтал ҳолатга келтириш учун элевацион винтдан фойдаланилади.



101-шакл.

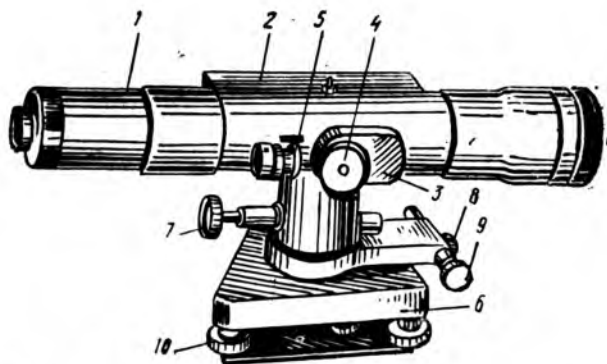
НВ-1 нивелирининг НГ нивелиридан афзаллиги шуки, унинг цилиндрлик адилаги пуфакчасини бевосита қараш трубасидан кузатиш мумкин. Элевацион винт ёрдамида адилак пуфакчасининг учлари бир-бирига тўғри келтирилгандан сўнг қараш трубаси орқали рейкадан саноқ олинади. 101-шакл, б да рейкадан олинган саноқ 2150 эканлиги кўрсатилган.

НА-1 (ГОСТ 10528—69 да Н1) нивелири қуйма нивелир бўлиб, кагта аниқлик талаб қилинадиган, яъни 1 ва 2-класс аниқлигида нивелирлашда қўлланилади.

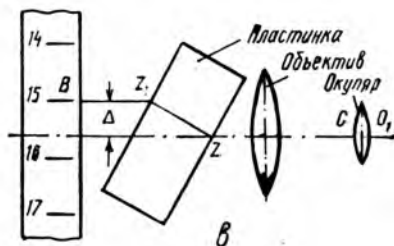
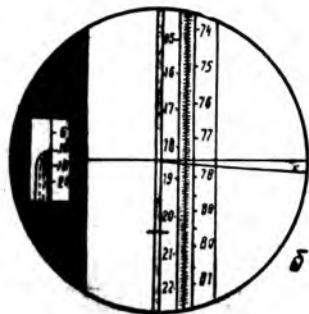
102-шакл, а да НА-1 нивелирининг умумий кўриниши берилган. Унинг ичдан фокусланувчи қараш трубаси 1 нинг чап томонига қугича 2 ўрнатилган; қутича ичига цилиндрлик адилак ва адилак пуфакчасини қараш трубаси орқали кузатиш учун хизмат қиладиган призмали система жойлаштирилган. Трубанинг ўнг томонига текис параллел пластинка ҳолатини ўзгартирадиган механизм 3 ўрнатилган. Текис параллел пластинка барабан шаклидаги винт 4 ёрдамида қийшайтирилади. Винт 4 нинг барабанига шкала чизилган бўлиб, унинг бурчак қиймати 0,05 мм га тенг. Шкаладан лупа 5 орқали саноқ олинади. Қараш трубаси таглик 6 га вертикал ўқ ёрдамида ўрнатилган. Трубани элевацион винт 7 ёрдамида кўтариш ва ту-

шириш мумкин. НА-1 нивелирини иш ҳолатига келтириш учун кўтариш винтидан ва бир-бирига нисбатан перпендикуляр ўрнатилган иккита адилакдан фойдаланилади. Қараш трубаси қўлда айлантрилиб рейкага тўғрилангач, маҳкамлаш винти 8 қаттиқ бураб қўйилади. Сўнгра қараш трубаси микрометр винт 9 ёрдамида рейкага аниқ визирланади. Цилиндрик адилак пуфакчасини қараш трубаси орқали кузатиб туриб, визир ўқи элевацион винт ёрдамида горизонтал ҳолатга келтирилади ва рейкадан саноқ олинади. Қараш трубасини рейкага визирлаганда иплар тўри, рейка ва цилиндрик адилак пуфакчаси қандай ҳолатда бўлиши 102-шакл, б дан кўриниб турипти. Рейкадан олинган саноқ рейканинг энг кичик бўлаги ва барабан шкаласидан олинган саноқлар йиғиндисидан иборат бўлади.

Текис параллел пластинканинг ишлаш принципини содда қилиб қуйидагича тушунтириш мумкин. Пластинка текислиги (102-шакл, в) визир ўқи ZZ_1 га перпендикуляр булса, визир ўқи тўғри чизиқ бўйича йўналган бўлади. Бунда рейканинг энг кичик бўлаги билан визир ўқи оралиғи Δ ни кўз билан аниқ белгилаб бўлмайди. Агар оптик микрометр барабанини айлантриб пластинка бир оз қийшайтирилса, визир нури си-нади. Пластинкани қийшайтириш натижасида иплар тўри BZ_1 чизиқ бўйича рейканинг энг кичик штрихиға тўғриланади.



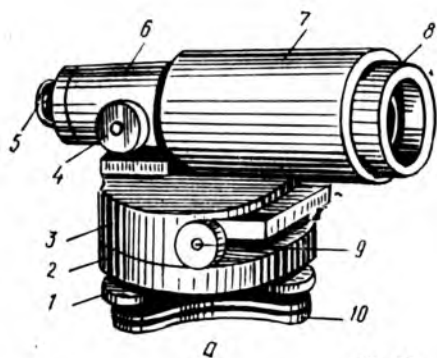
102-шакл.



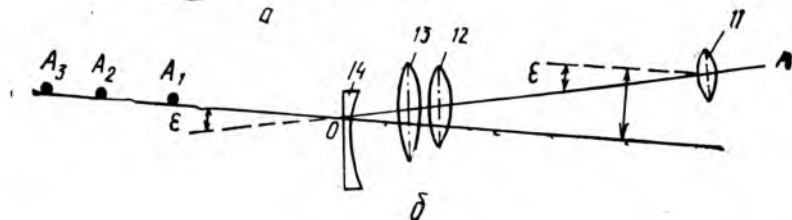
Сўнгра Δ оралиқ қиймати барабан шкаласидан 0,05 мм аниқликда олинади.

НСМ-2 (ГОСТ 10528 — 69 НС4) **нивелири** визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келадиган нивелирдир. Уни совет конструктори А. В. Мешчеряков ихгиरो этган. НСМ-2 нивелири 3 ва 4-класс аниқлигида нивелирлашда ва техникавий нивелирлашда ишлатилади. НСМ-2 нивелирининг асосий қисмлари (103-шакл, *а*) кўтариш винтлари 1, таглик 2, қараш трубасининг таянчи 3, қараш трубасини фокуслаш винти—кремальера 4, қараш трубасининг окуляри 5, қараш трубаси 6, линзали компенсаторни зарбдан ҳимояловчи труба 7, қараш трубасининг объективи 8, йўналтириш винти 9, трегер 10 дан иборат.

Линзали компенсатор қараш трубасининг объектив қисмидадир. Бу компенсатор туфайли визир ўқи $\pm 2'$ га қадар қияликда автоматик равишда горизонтал ҳолатга келади. 103-шакл, *б* да нивелир қараш трубаси оптик системасининг схемаси берилган; унинг окуляри 11 ва объективи 12 олдига линза 13 қимирламайдиган қилиб ўрнатилган. Ҳаракатланадиган линза 14 эса тўртта симга осилган. Бу линзалар биргаликда компенсаторни ташкил қилади. Линза 14 нинг ҳолати визир ўқининг вазиятига қараб ўзгаради. Агар $\epsilon = 0$ бўлса, ҳаракатланадиган линзанинг оптик маркази визир чизиққа тўғри келади. Бундай пайтда визир нури тўғри чизиқ бўйича йўналади. Агар қараш трубасининг визир ўқи $\pm 2'$ қияликда бурчак ϵ катталигида



103-шакл.

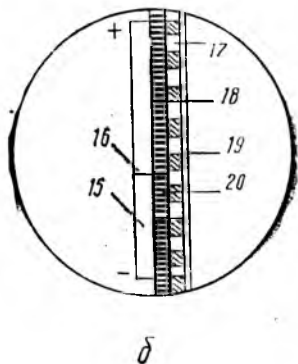
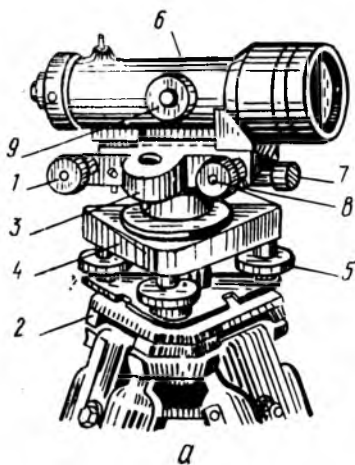


оғса, ҳаракатланадиган линза ҳам шунча оғишади. Шунда визир чизиғи OA қарама-қарши томонга маълум бурчакка (ϵ) си-нади ва визир чизиғининг йўналиши $OA_1, A_2 \dots$ чизиқ бўйича горизонтал ҳолатни эгаллайди. Демак, трубаининг қиялиги $\pm 2'$ гача бўлганда олиннадиган саноқдаги хато $0,2 \text{ мм}$ дан ошмайди. Бу хато ($0,2 \text{ мм}$) жуда кичик бўлганлигидан нивелир билан ишлашда эътиборга олинмайди.

Нивелир таглиги устига бир-бирига перпендикуляр қилиб иккита адилак ўрнатилган. Қараш трубагининг визир ўқини бу адилаклар ёрдамида горизонтал ҳолатга келтириб, рейкага труба орқали қараганда рейка бўлаклари аниқ ва равшан кўринади ва саноқ тўғри олинади. Визир ўқи аниқ горизонтал ҳолатда бўлмаса, рейка бўлаклари хира кўриниб, саноқ олиш қийинлашади.

НЛЗ (ГОСТ 10528 – 69 да НЛС) **нивелири** (104- шакл, *а*) ёрдамида нисбий баландликларни ҳам горизонтал, ҳам қия визирлаш усулларида ўлчаш мумкин. Нивелирнинг асосий қисм-лари трегер *1*, кўтариш винтлари *2*, таглик *3*, асбобнинг иш қисмининг азимут бўйича йўналтириш винти *4*, маҳкамлаш винти *5*, қараш трубагининг корпуси *6*, окуляр *7*, адилак қутичаси *8*, ойна *9*, гилоф *10*, қараш трубагининг маҳкамлаш винти *11*, қараш трубагининг объектив қисми *12*, доиравий адилак *13*, қараш трубагининг йўналтириш винти *14* дан иборат.

НЛЗ-нивелирининг бошқа нивелирлардан фарқи шуки, унинг қараш трубасида баландлик ўлчаш оптик системаси бор (104- шакл, *б*). Қараш трубадан рейкага қараганда труба



104- шакл.

кўриш майдонининг чап томонида кумуш ранг тасма 15 кўри-
нади. Бу тасмада баландлик ўлчаш штрихи деб аталадиган
чизиқча 16 бор. Труба визир ўқининг қиялиги ўзгаришига қа-
раб, баландлик ўлчаш штрихининг ўрни ҳам ўзгаради. Шакл
6 да 17 рақами билан рейка, 18, 19, 20 рақамлари билан эса
иплар тўри кўрсатилган.

НЛЗ нивелири ёрдамида нисбий баландликни горизонтал
визирлаш методида ўлчаш учун доиравий адилак пуфакчаси
кўтариш винтлари 2 ни айлантириб ўртага келтирилади. Кейин
трубадан рейкага қаралади. Йўналтириш винти 4 ни бураб ци-
линдрик адилак пуфакчаси ноль пунктга келтирилади. Қараш
трубасининг йўналтириш винти 4 ни буриб иплар тўрининг
ўрта ипи баландлик ўлчаш штрихига тўғриланади ва рейкадан
саноқ олинади. Агар адилак пуфакчаси оғишган бўлса, у ўр-
тага келтирилиб, иплар тўрининг ўртадаги ипи баландлик ўлчаш
штрихига қайта тўғрилангандан кейингина рейкадан саноқ оли-
нади.

Ўр-қир жойда нисбий баландликни НЛЗ нивелири ёрдами-
да аниқлашда қия визирлаш методидан фойдаланилади. Бун-
да саноқ баландлик ўлчаш штрихидан олинади. Бунинг учун
қараш трубасидан рейкага қараб, иплар тўрининг ўртадаги ипи
рейканинг осон топилиши мумкин бўлган бирор штрихи a_1 га
тўғриланади, сўнгра цилиндрик адилак пуфакчаси ўртага кел-
тирилади, ана шундан кейин баландлик ўлчаш штрихидан са-
ноқ a_2 олинади. Саноқлар кетинги ва олдинги рейкалардан шу
тарзда олинганда нисбий баландлик қуйидаги формула бўйича
ҳисоблаб чиқарилади:

$$h = k[(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)] + a_1 - b_1;$$

бу ерда k —баландлик ўлчаш коэффициенти бўлиб, 5 га тенг;
 a_1 ва a_2 —кетинги рейкадан олинган саноқлар;
 b_1 ва b_2 —олдинги рейкадан олинган саноқлар. Агар
 $a_1 = b_1$ бўлса, нисбий баландлик қуйидагига тенг бў-
лади:

$$h = k(a_2 - b_2). \quad (\text{XI}-16)$$

Визир нури 150 м гача бўлганда НЛЗ нивелири билан нис-
бий баландликни ўлчашда йўл қўйиладиган чекли хато $\Delta h =$
 $= \pm 5 \text{ см } \sqrt{L}$ формуласи бўйича, визир нури 300 м гача бўл-
ганда эса $\Delta h = \pm 10 \text{ см } \sqrt{L}$ формуласи бўйича ҳисоблаб то-
пилади (формулалардаги L —нивелирлаш йўлининг км ҳисоби-
даги узунлиги).

1971 йил 1 январдан қабул қилинган янги ГОСТ 10528—69
га мувофиқ, Н-1, Н-2, НС-2, Н-3, НС-3, НС-4, НТ
ва НЛС маркали нивелирлар ишлаб чиқариш мўлжалланган
бўлиб, улар ёрдамида турли аниқликда нивелирлаш мумкин.

Н-1 нивелири юксак аниқликдаги нивелирдир; у штрихли
инвар рейкадан саноқ олиш усулида ҳар 1 км масофани $\pm 0,5$
мм аниқликда нивелирлашга имкон беради. Н1 нивелири ту-

зилиши жиҳатидан НА-1 ниверлирига ўхшайди; унинг қараш трубаси ва цилиндрик адилаги термоизоляцияли ғилоф ичига олинган.

Н-2 нивелири ҳам юксак аниқликдаги нивелирдир; у билан 1 км масофани ± 1 мм гача аниқликда нивелирлаш мумкин. Бу нивелирнинг ҳам аниқ адилаги, элевацион винти ва текис параллел пластинкаси бор. Қараш трубаси 40^x марта катталаштириб кўрсатади; трубага ўрнатилган адилак бўлимининг қиймати 2 мм га 10^o.

НС-2 нивелири визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келадиган нивелир бўлиб, Н-2 нивелири каби, ҳар 1 км масофани ± 1 мм аниқликда нивелирлашга имкон беради; қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси 40^x. Бу нивелир юксак аниқликда нивелирлаш учун қўлланилади.

Аниқ нивелирлар типига кирадиган **Н-3 ва НС-3 нивелирлари** НВ-1 ва НСМ-2 нивелирлари асосида тузилган. Қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси 30^x; цилиндрик адилаги бўлимининг қиймати 2 мм га 15^o; бу нивелирнинг ҳам элевацион винти бор; 1 км масофани ± 4 мм ўртача квадратик аниқликда нивелирлашга мўлжалланган. НС-3 нивелирининг визир ўқи автоматик равишда горизонтал ҳолатга келади. Нивелирлаш аниқлиги Н-3 нивелириники кабидир.

НС-4 нивелири ҳам аниқ нивелирлар типига кирадиган ҳамда визир ўқи автоматик горизонтал ҳолатга келадиган нивелирдир. Қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси 30^x. Бу нивелир горизонтал доира билан таъминланган бўлиб, ундан теодолит йўлларини ўтказишда горизонтал бурчакларни ўлчашда ҳам фойдаланиш мумкин. НС-4 нивелири билан ҳар 1 км масофани ± 8 мм гача ўртача квадратик аниқликда нивелирлаш мумкин.

НТ ва НЛС нивелирлари техникавий нивелирлар бўлиб ҳисобланади. Улар НГ, НТ ва НЛ-3 нивелирлари ўрнига ишлаб чиқарилмоқда.

НТ нивелири адилакли ёки визир ўқи автоматик горизонтал ҳолатга келадиган бўлади. Унинг ҳам горизонтал доираси бор. Қараш трубасининг катталаштириб кўрсатиш даражаси 20^x. НТ нивелири билан 1 км масофани ± 15 мм аниқликда нивелирлаш мумкин, НЛС нивелири ўз-ўзидан тўғриланадиган баландлик ўлчаш штрихи ёрдамида ҳамда қия визирлаш усулида нивелирлашга мўлжаллангандир. Унинг ҳам горизонтал доираси бор. Бу нивелир 1 км масофани ± 30 мм гача аниқликда нивелирлашга имкон беради.

71-§. Нивелирлашда ишлатиладиган рейкалар

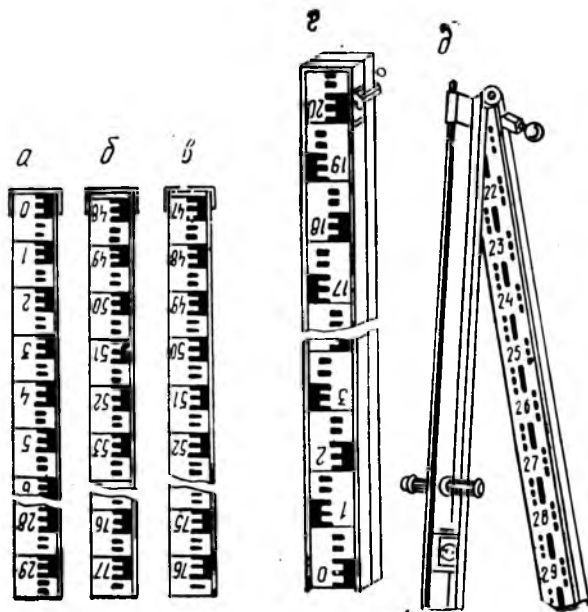
Рейка—узунлиги 3—4 м, кенлиги 8—10 см ва қалинлиги 2—2,5 см келадиган тахтачадир. Тахтача учун қаттиқ ёғоч танланади. Рейка бошидан охиригача оқ ранг мойли бўёқ би-

лан бўялади, иккала учига тунука қоқилади. Рейка махсус машина ёки шаблон ёрдамида чизиқлар тортиб сантиметрларга бўлинади. Сантиметрли бўлақлар бир сантиметр оралатиб қора ёки қизил рангга бўялади. Рейкадан саноқ олишни осонлаштириш мақсадида ҳар бир дециметр иккита 5 см ли бўлақларга ажратилади. Масалан, 105-шаклда ҳар бир дециметр 5 см дан қилиб иккита бўлинган, ҳар бир дециметрнинг биринчи беш бўлаги *E* ҳарфига ўхшайди. Рейкадаги дециметрлар тескари йўналишда, яъни 0 дан бошлаб рейка учига томон рақамлар билан белгиланади (01, 02, 03 . .).

Нивелирлашда ишлатиладиган рейкалар яхлит, сурилма ва буклама бўлади.

Яхлит рейкаларнинг (105-шакл, *a, б, в*) узунлиги 3 м бўлиб, сантиметрли бўлимлар иккала томонида ҳам бор. Рейкаларнинг сантиметрли бўлимлари қора рангга бўялган томони — рейканинг қора томони, сантиметрли бўлимлари қизил рангга бўялган томони эса рейканинг қизил томони деб аталади. Қора томондаги рақамлар 0 дан, қизил томонидаги рақамлар 4887 ёки 4787 сондан бошлаб белгиланади. Яхлит рейкалар узун бўлганлигидан уларни олиб юриш ва сақлаш бирмунча ноқулайдир.

Сурилма рейкалар (105-шакл, *г*) узунлиги 2,1—2,2 м келадиган иккита тахтадан иборат бўлиб, тахталар бир-бири-



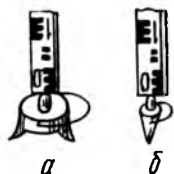
105 шакл.

ға темир банд билан бириктирилган. Рейкадан 2 м дан катта санок олишда унинг орқадаги тахтаси сурилиб баландга кўтарилади ва олдиндаги тахта энг охирги бўлагига аниқ тўғри-лаб винт билан маҳкамланади.

Буклама рейкалар (105-шакл, д) узунлиги 1,5–2, 0 м келадиган иккита тахтадан иборат бўлиб, тахталар бир-бирига шарнир ёрдамида бирлаштирилган. Рейкадан 2 м дан катта санок олишда орқа томондаги рейка баландга кўтарилиб, винт билан маҳкамлаб қўйилади.

Рейкаларни текшириш. Нивелирлаш ишини бошлашдан олдин ва иш тамом бўлгандан кейин рейкаларнинг бўлақлар қиймати текшириб кўрилиши керак. Рейкалар махсус контрол метр билан текширилади. Контрол метр бўлмаган тақдирда миллиметрларга бўлинган пўлат рулеткадан фойдалиниш мумкин. Лекин пўлат рулетканинг ўзи аввало текширилган бўлиши керак. Текшириш вақтида рейканинг дастлаб метрли бўлақларининг узунлиги, дециметрли бўлақлари, сўнгра ҳар бир дециметрдаги сантиметрли булақлар пўлат рулетка билан ўлчанади. Дециметрли бўлақлардаги хато 1 мм дан, яхлит рейка узунлиги бўйича жами хато 2 мм дан ошмаслиги лозим. Хато бундан катта бўлса, рейка қайтадан оқ рангга бўялиб, янгидан сантиметрларга бўлинади ва белгилаб чиқилади.

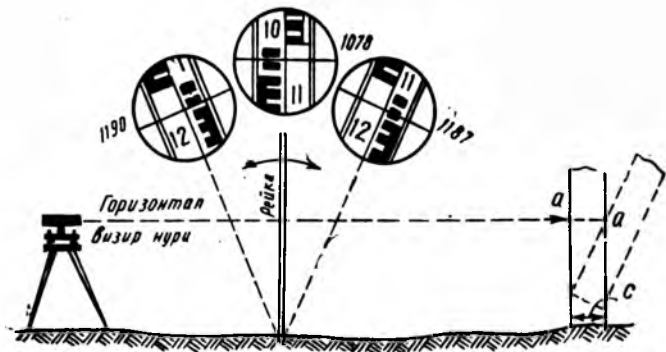
Рейкани нуқтага ўрнатиш ва ундан санок олиш. Нивелирлашда рейка қоқилган қоziққа ёки металлдан ясалган бошмоқ (106-шакл, а), темир қоziқ-костиль (106-шакл, б) га тик ўрнатилади. Нивелирнинг қараш трубаси орқали рейкага қаралади, шунда рейканинг бир қисми ва иплар тўри кўриниши лозим. Катта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳолларда санок иплар тўрининг ўрта горизонтал ипидан, аниқ нивелирлашда эса иплар тўрининг учаласидан ҳам санок олинади. Бунда санок дастлаб иплар тўрининг горизонтал чизиқларигача юқоридан пастга томон дециметр ва сантиметрларда, сўнгра кўз билан чамалаб миллиметрларда олиниши лозим.



106-шакл.

Нивелирлашда рейка нуқтага вертикал ҳолатда ўрнатилиши керак. Шунинг учун аниқ нивелирлашда ишлатиладиган рейкаларнинг ён қиррасига доиравий адилак ўрнатиш бўлади. Техникавий нивелирлашда ишлатиладиган рейкаларнинг кўпчилигида адилак бўлмайди. Бундай рейкалар нуқтага кўз билан чамалаб тик ўрнатилади. Рейка нуқтага вертикал ўрнатилмаса, санок нотўғри олиниши мумкин. Рейканинг ўрнатилишидаги хатонинг таъсирини камайтириш учун санок олишда рейка секин-аста олдинга ва орқага томон тебратилади. Тебратиб гурилган рейкага қараш трубасидан қаралганда энг кам санок рейканинг вертикал ҳолатига тўғри келади. Масалан, рейканинг вертикал ҳолатидаги санок 1078, олдинга тебратилгандаги са-

107- шакл.



ноқ 1190, орқага тебратилгандаги саноқ эса 1187 дир (107-шакл). Лекин шунинг айтиши керакки, рейканинг ҳолатига рейка пастки учининг қалинлиги ҳам таъсир қилади. Масалан, рейкани орқага тебратганда унинг ноль рақами юқорироқ кўтарилади ва a саноқ ўрнига a' саноқ олинади. Натижада $\Delta a = a - a'$ хато рўй беради. Бу хатонинг қиймати қуйидаги формула ёрдамида топилади:

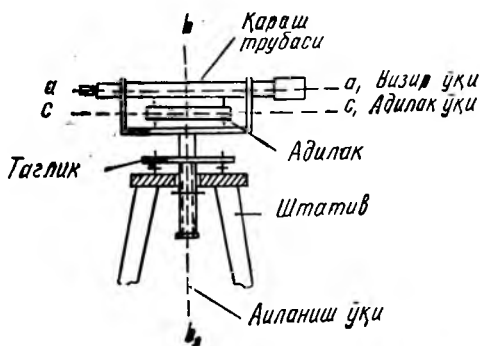
$$\Delta a = \frac{c^2}{2a} \quad (\text{XI}-17)$$

бу ерда c — рейка пастки учининг қалинлиги. Агар $c = 3$ см, рейкадан олинган саноқ $a = 2000$ бўлса, рўй берган хато 0,22 мм га тенг бўлади. Агар саноқ $a = 500$ бўлса, хато 1 мм га, $a = 300$ бўлса 3 мм га тенг бўлади. Демак, рейкадан 500 дан кам саноқ олиш мумкин бўлган ҳолларда уни қимирлатишнинг ҳожати йўқ. Чунки бунда рейканинг қалинлиги таъсирида қўпол хато рўй бериши мумкин. Рейкадан 500 дан катта саноқ олиш мумкин бўлганда уни тебратса бўлади. Бунда рейканинг вертикал ўрнатилмаганлиги натижасида рўй берадиган хатонинг таъсири анча камаяди.

72- §. Нивелирларни текшириш

Одатда, нивелирлар заводда маълум механик-технологик, оптик ва геометрик талабларга жавоб берадиган қилиб ишлаб чиқарилади. Лекин эскириш, механик шикастланиш ва бошқа сабаблар натижасида асбоб баъзи талабларга мос бўлмай қолиши мумкин. Шунинг учун иш бошлашдан олдин ва иш процессида вақт-вақти билан нивелирни текшириш керак.

Техникавий нивелирларни текшириш тартиби билан қисқача танишиб чиқайлик. Қуйма техникавий нивелирлар қуйидаги шартларга мос бўлиши керак:



108-шакл.

1. Нивелир қараш трубасининг визир ўқи цилиндрик адилак ўқиға параллел бўлиши лозим (108-шакл). Бу шартни текшириб кўриш учун бир-биридан тахминан 50 м масофада жойлашган иккита нуқта танланади ва бу нуқталарнинг нисбий баландликларидаги фарқ олдинга нивелирлаш ва ўртадан туриб нивелирлаш усулларида аниқланади. Агар икки марта ўлчанган нисбий баландликлар бир-бирига тенг бўлса, шарт бажарилган ҳисобланади. Нисбий баландликлар фарқи 4 мм дан ортиқ бўлса, нивелир тузатилиши керак. Бунинг учун иккинчи нуқтага ўрнатилган рейкадаги тўғри саноқ $b_1 = i - h_1$ формула асосида ҳисоблаб чиқарилади. Сўнгра иплар тури нивелирнинг тўғрилаш винтлари ёрдамида сурилиб юқоридаги саноққа келтирилади.

НВ-1 нивелирида тўғрилаш винтлари бўлмаганлиги сабабли адилак сошлаш винтлари ёрдамида созланади. Бунинг учун трубанинг, визир ўқи элевацион винт ёрдамида b_1 саноққа тўғриланади, шунда адилакнинг пуфакчаси бир томонга оғишади. Кейин адилак қутичасининг окуляр томондаги қопқоғи очилиб, адилакнинг сошлаш винтлари буралиб, пуфакча учлари бир-бирига туташтирилади.

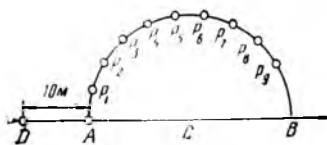
Қараш трубасининг визир ўқи адилакнинг ўқиға параллел эмаслиги натижасида рўй берадиган хатони камайтириш учун нивелирлашда асбоб нуқталарнинг қоқ ўртасига ўрнатилиши керак.

2. Цилиндрик адилакнинг ўқи асбоб айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши лозим. Бу шартни текшириш учун аввало адилакнинг ўқи кўтариш винтларига параллел ҳолда қўйилади, сўнгра винтлар қарама-қарши томонга буралиб, адилак пуфакчаси найча ўртасига келтирилади. Кейин труба учинчи кўтариш винти устига тўғриланиб, адилак пуфакчаси яна найча ўртасига келтирилади. Сўнгра труба 180° айлантирилади. Шунда пуфакча найча ўртасида қолса, шарт бажарилган бўлади, пуфакча найча ўртасидан четга оғишса, аввало, адилакнинг сошлаш винтлари ёрдамида, кейин эса кўтариш винтлари ёрдамида ўртага келтирилади.

3. Доиравий адилак ўқи асбоб айланиш ўқиға параллел бўлиши лозим. Бу шартни текшириб кўриш учун дастлаб текширилган цилиндрик адилак ёрдамида нивелирнинг айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади. Агар тагликдаги доиравий адилак пуфакчаси доира марказида бўлса, шарт бажарилган ҳисобланади, акс ҳолда унинг созлаш винтлари ёрдамида ноль пунктга келтирилади.

4. Иплар тўрининг горизонтали асбоб айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши лозим. Бунинг учун нивелир иш ҳолатиға келтирилиб, унинг қараш трубази бирор нуқта ёки рейкаға визирланади. Сўнгра труба микрометр винти ёрдамида равон айлантрилади. Шунда иплар тўрининг горизонтал чизиғи белгиланган нуқтани тўсса, шарт бажарилган бўлади, нуқтани тўсмаса иплар тўри созлаш винтлари ёрдамида тўғриланиши лозим.

5. Трубани буюмға визирлаганда визир ўқининг ҳолати ўзгармаслиғи лозим. Бу шартни текшириб кўриш учун нишеблиги унча катта бўлмаган жойда белгиланган C нуқтадан бошлаб радиуси тахминан 50 м келадиган ярим доира чизилади (109- шакл). AB диаметрининг давомида жойлашган A нуқтадан 10 м масофада бирор нуқта белгиланади. Сўнгра A нуқтадан бошлаб пўлат лента ёки рулетка ёрдамида 10, 20, 30 ... 90 м узунликда ватарлар ўтказиб нуқталар билан белгилаб чиқилади. Белгиланган нуқталарға қозиқчалар қоқилади.



109- шакл.

Нивелир C нуқтаға ўрнатилиб, дастлаб A нуқтаға, сўнгра $P_1, P_2, P_3 \dots$ нуқталарға ўрнатилган рейкаларға бирин-кетин қаралиб саноқлар олинади. Кейин барча нуқталарнинг A нуқтаға нисбатан баландликлари ҳисоблаб чиқарилади. Сўнгра нивелир O нуқтаға ўрнатилиб, худди юқоридаги каби $A, P_1, P_2, P_3 \dots B$ нуқталар нивелирланади. Нивелирланган нуқталарнинг A нуқтаға нисбатан баландликлари чиқарилади. Икки марта ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландликлар фарқи 2 мм дан ошмаслиғи керак; фарқ бундан ортиқ бўлган тақдирда нивелир устахонада тузатилади.

НЛ-3 нивелирини текшириш. 1. Нивелир доиравий адилагининг ўқи асбобнинг айланиш ўқиға параллеллиғи бошқа нивелирнинг доиравий адилакларини каби текширилади.

2. Нивелир қараш трубази визир ўқининг горизонтал ҳолатида баландлик ўлчаш штрихи трубаниннг горизонтал ипига тўғри келиши керак. Бу шарт узунлиғи тахминан 100 м келадиган чизиқни олдинга нивелирлаш усулида икки марта нивелирлаш йўли билан текширилади. Натижада қуйидаги қийматлар аниқланади:

$$x = \frac{l_1 - l_2}{2} = \frac{b_1 - b_2}{2}, \quad (\text{XI} - 18)$$

бу ерда i_1 ва i_2 — нивелирланаётган чизиқнинг учларига ўрнатилган асбоб баландлиги;

b_1 ва b_2 — асбоб рейкадаги баландлигига тенг бўлган саноққа трубадаги иплар тўрининг ўртадаги горизонтал чизиғини тўғрилаб баландлик ўлчаш штрихидан олинган саноқ;

x — чизиқни иккинчи марта нивелирлаб олинган саноқ.

Агар $x < 2$ мм бўлса — шарт бажарилган ҳисобланади, $x > 2$ мм бўлса — нивелир қайта созланиши керак. Бунинг учун иплар тўри b_2 га тенг саноқда қолдирилиб, труба шу ҳолатида маҳкамлаб қўйилади. Кейин адилакнинг микрометр винтини айлантириб, баландлик ўлчаш штрихи $b_2^1 = b_2 + x$ саноққа тўғриланади ва адилак пуфакчаси созлаш винтлари ёрдамида ўртага келтирилади.

НСМ-2 нивелирини текшириш. 1. Асбобдаги цилиндрик адилаклар ўқи асбобнинг вертикал айланиш ўқиغا перпендикуляр бўлиши керак. Бу шарт қуйма нивелирлардаги каби текширилади. Бу нивелирнинг иккинчи адилаги тўғриланган биринчи адилак ёрдамида текширилади.

2. Иплар тўри тўғри ўрнатилган бўлиши керак. Бу шарт ҳам қуйма нивелирлардаги каби текширилади.

3. Визирлаш чизиғи горизонтал бўлиши керак. Бу шарт чизиқни икки марта нивелирлаш усулида бундан олдин айтилган тартибда текширилади.

73 §. Геометрик нивелирлаш натижаларини текшириш

Ҳар қандай ўлчашлардаги каби, нивелирлашда ҳам турли сабаблар натижасида тасодифий хато рўй беради. Лекин бу хато белгиланган миқдордан ошмаслиги керак, чунки белгиланган миқдордан катга хато қўпол хато бўлиб ҳисобланади. Қўпол хатога йўл қўймаслик учун нивелирлаш натижаси текшириб борилиши лозим. Нивелирлаш натижасининг тўғрилиги ҳар бир станция ҳамда полигон (йўл)ни нивелирлаб бўлгандан сўнг текшириб кўрилади. Ҳар бир станцияда нивелирлаш натижасининг тўғрилигини текширишда маълум усул қўлланилади.

Нивелирлашда икки томонлама рейка ишлатилса, ҳар бир станцияда нивелирлаш қуйидаги тартибда олиб борилади ва нивелирлаш натижаси қуйидагича текширилади:

- 1) кетинги рейканинг қора томонидан саноқ (a_1) олинади;
- 2) олдинги рейканинг қора томонидан саноқ (b_1) олинади;
- 3) кетинги рейканинг қизил томонидан саноқ (a_2) олинади;
- 4) олдинги рейканинг қизил томонидан саноқ (b_2) олинади;
- 5) нисбий баландлик икки марта ҳисоблаб чиқарилади:

$$h_1 = a_1 - b_1; \quad h_2 = a_2 - b_2.$$

Нивелирлашда хатога йўл қўйилмаган бўлса, икки марга ўлчанган нисбий баландликлар назарий жиҳатдан бир-бирига тенг, яъни $h_1 = h_2$ бўлади.

Нивелирлашда бир томонли рейка ишлатилса, ҳар бир станцияда нивелирлаш қўйидаги тартибда олиб борилади ва ўлчаш натижалари мана бундай текширилади:

- 1) кетинги рейкадан саноқ (a_1) олинади;
- 2) олдинги рейкадан саноқ (b_1) олинади;
- 3) асбоб горизонти тахминан 10 см кўтарилади ёки туширилади;
- 4) кетинги рейкадан саноқ (a_2) олинади;
- 5) олдинги рейкадан саноқ (b_2) олинади;
- 6) нисбий баландлик икки марта ҳисоблаб чиқарилади, яъни

$$h_1 = a_1 - b_1; \quad h_2 = a_2 - b_2.$$

Бунда ҳам икки марта аниқланган нисбий баландлик бир-бирига тенг, яъни $h_1 = h_2$ бўлиши керак.

Нивелирлашда бир томонли рейка ишлатилганда ҳам, икки томонли рейка ишлатилганда ҳам тасодифий хато содир бўлиши натижасида ҳар бир станцияда икки марта аниқланган нисбий баландликлар бир-бирига тенг бўлмаслиги мумкин. Нисбий баландликлар орасидаги фарқ (ўлчаш хатоси) йўл қўйилган миқдордан ошмаслиги керак. Нивелирлашда йўл қўйиладиган чекли хатолар миқдори махсус инструкция ва кўрсатмаларда берилади [36, 38]. Масалан, IV класс аниқлигида нивелирлашда икки нуқта оралиғини ўлчаш натижалари бир-биридан 5 мм дан зиёд фарқ қилмаслиги керак. Икки марта ўлчанган нисбий баландликнинг фарқи 5 мм дан кичик ёки унга тенг бўлса, мазкур станцияда нивелирлаш иши тўғри бажарилган ҳисобланади. Агар фарқ 5 мм дан катта бўлса, нивелирлаш натижаси қониқарсиз деб топилиб, иш қайтадан бажарилади.

Полигон ёки икки нуқта орасидаги чизиқ (масофа)ни нивелирлашда қўпол хатога йўл қўймаслик ва нивелирлаш натижасини текшириб бориш мақсадида иш қўйидаги тартибда олиб борилади.

1. **Тўғри ва тескари йўналишда нивелирлаш.** Бу усул, асосан, нивелирланаётган масофанинг бошланғич ёки охириги нуқтасининг отметкаси номатълум бўлган тақдирда полигон ёки унинг катта қисми нивелирланиб бўлгандан кейин нивелирлаш натижаларини текшириш мақсадида қўлланилади. Бу усул шундан иборатки, нисбий баландликлари аниқланаётган икки нуқта оралиғи икки марта: дастлаб тўғри йўналишда, кейин тескари йўналишда нивелирланади. Бундан олинган натижаларнинг алгебраик йиғиндиси қарама-қарши ишорали ва бир-бирига тенг бўлиши керак:

$$\sum h_{\text{тўғри}} = \sum h_{\text{тескари}} \quad (\text{XI} - 19)$$

2. **Икки асбоб ёрдамида кетма-кет нивелирлаш.** Бунда бириңчи асбоб билан ўлчанган нисбий баландликлар йиғиндиси шу нуқталар орасини иккинчи асбоб билан нивелирлаш натижаларидаги нисбий баландликлар йиғиндисига тенг бўлиши керак:

$$\sum h_1 = \sum h_2. \quad (\text{XI}-20)$$

3. **Ёпиқ полигон бўйича нивелирлаш.** Бунда нивелирлаш полигоннинг хоҳлаган нуқтасидан бошланиб яна шу нуқтага қайтиб келинади. Нивелирлаш натижаси нолга тенг бўлиши керак:

$$\sum h = 0,$$

4. **Абсолют баландлиги маълум бўлган икки нуқта оралигини нивелирлаш.** Бунда ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландликлар йиғиндиси икки нуқтанинг отметкалари фарқига тенг бўлиши керак:

$$\sum h = H_{\text{охир}} - H_{\text{бошл.}} \quad (\text{XI}-21)$$

Иш вақтида қўпол хатога йўл қўймаслик учун нивелирлаш натижасини текшириб бориш лозим. Нивелирлаш натижаси рўй берган хатога қараб текширилади. Нивелирлаш натижасида олинган қийматдан назарий қиймат айирилса, нивелирлашдаги хато келиб чиқади. Ана шунга қараб нивелирлаш аниқлигига баҳо берилади. Масалан, ёпиқ полигонни нивелирлаш натижасида аниқланган нисбий баландликларнинг йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак. Лекин нивелирлашда хато рўй берганлиги сабабли нисбий баландликлар йиғиндиси нолга эмас, балки қандайдир бошқа қийматга тенг бўлади. Ана шу қиймат ёпиқ полигонни нивелирлаш хатоси деб аталади. Нивелирлаш хатоси белгиланган миқдордн катта бўлмаслиги керак.

Хатолар назариясига кўра, ўртача квадратик хатонинг ўлчанган миқдори, баъзан иккиланган миқдори чекли хато деб қабул қилинади, яъни

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 2 m; \quad (\text{XI}-22)$$

бу ерда m —ўртача квадратик хато

Ҳар бир станцияда нисбий баландликни аниқлашдаги ўртача квадратик хато орқадаги ва олдинги рейкалардан саноқлар олишда рўй берган хатолар йиғиндисидан иборат бўлиб, қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$m_{\text{ст}} = \pm m_p \sqrt{2}; \quad (\text{XI}-23)$$

бу ерда m_p —рейкадан саноқ олишдаги ўртача квадратик хато.

1 км масофани нивелирлашдаги ўртача квадратик хато шу масофада бир неча нисбий баландликларни ўлчаш хатолари йиғиндисидан иборат. Агар 1 км масофани нивелирлашда 10 та станция бўлган деб фараз қилинса, 1 км масофани нивелирлаш ўртача квадратик хатоси

$$m_{\text{км}} = \pm m_{\text{ст}} \sqrt{10} \quad (\text{XI}-24)$$

бўлади. Нивелирланган масофа 1 км дан узун бўлмаса, нивелирлаш натижасида аниқланган нисбий баландликларнинг чекли хатоси қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 2 m_{\text{ст}} \sqrt{n}; \quad (\text{XI}-25)$$

бу ерда $m_{\text{ст}}$ — ҳар бир станцияда нивелирлаш ўртача квадратик хатоси;

n — нивелирлашдаги станциялар сони.

50 км гача бўлган масофа нивелирлашдаги чекли хато қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 2 m_{\text{км}} \sqrt{L}, \quad (\text{XI}-26)$$

бу ерда $m_{\text{км}}$ — бир км масофани нивелирлаш ўртача квадратик хатоси;

L — нивелирланган масофанинг узунлиги (км ҳисобида).

50 км дан узун масофани нивелирлашда систематик хато қолдиғининг таъсирини ҳам эътиборга олиш керак. Систематик хато қолдиғининг таъсири 0,1 $m_{\text{км}}$ га тенг деб қабул қилинади. Шунда нивелирлаш чекли хатоси қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm (2 m_{\text{км}} \sqrt{L} + 0,1 m_{\text{км}}) \quad (\text{XI}-27)$$

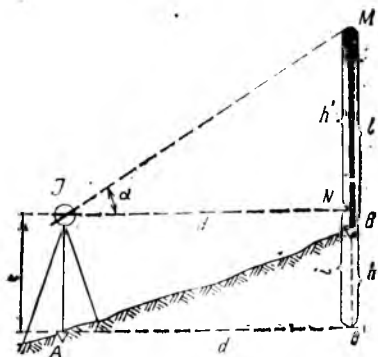
Бунинг ўрнига кўпинча қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm \sqrt{(2m_{\text{км}})^2 \cdot L + \delta^2 L^2}. \quad (\text{XI}-28)$$

бу ерда $\delta = 0,1 m_{\text{км}}$.

СССР давлат нивелирлаш шохобчалари 1, 2, 3 ва 4-класс аниқлигида нивелирлаш шохобчаларига бўлинади [36]. Геодезия ва картография бош бошқармаси томонидан ишлаб чиқилган инструкцияларга кўра, ҳар класс нивелирлашда рейкалардан саноқ олиш методикаси, нивелир адилагининг сезгирилиги, қараш трубасининг сифати ва бошқаларга асосланиб рейкадан саноқ олиш ўртача квадратик хатоси (m_p), шунингдек ҳар станцияда нисбий баландликни аниқлаш ва масофанинг ҳар бир км ни нивелирлаш ўртача квадратик хатоси белгиланган. Масалан, ҳозирги вақтда қўлланилаётган инструкцияда [36] ҳар 1 км масофани нивелирлашдаги ўртача квадратик хато m қуйидагига тенг: 1-класс аниқлигида нивелирлашда $\pm 0,5$ мм; 2-класс аниқлигида нивелирлашда $\pm 2,5$ мм; 3-класс аниқлигида нивелирлашда ± 5 мм; 4-класс аниқлигида нивелирлашда эса ± 10 мм.

Тригонометрик нивелирлашнинг моҳияти ва формуласи. Тригонометрик нивелирлашнинг моҳиятини тушунтириш учун 110-шаклни кўриб чиқамиз. Шаклда ABB' учбурчакнинг BB' томони шу учбурчак B нуқтасининг A нуқтасига нисбатан баландлиги (h) бўлади. Нисбий баландлик (h) ни аниқлаш учун A



110- шакл.

нуқтага теодолит-тахеометр, B нуқтага тик қилиб веха ёки рейка ўрнатилади. Теодолит-тахеометр қараш трубасидан веханинг учи (M нуқта) га қараб қиялик бурчаги α ўлчанади. Жойдаги A ва B нуқталар орасидаги масофанинг горизонтал проекцияси $AB' = d$ бўлса, M/N учбурчакдан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$MN = h' = d \operatorname{tg} \alpha, \quad (\text{XI}-29)$$

шаклда

$$h + l = i + h'. \quad (\text{XI}-30)$$

Бу формуладаги h' ўрнига унинг қийматини қўйсақ,

$$h + l = d \operatorname{tg} \alpha + i,$$

бундан

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + i - l. \quad (\text{XI}-31)$$

Нисбий баландликни шу формула бўйича ҳисоблаб чиқаришда $d \operatorname{tg} \alpha$ нинг қийматини топиш учун махсус жадваллардан фойдаланилади [30]. Бевосита нивелирлаш вақтида асбобнинг баландлиги i ва веханинг узунлиги l рулетка ёрдамида ўлчанади. Агар асбобнинг баландлиги (l) га тенг бўлган $B'N$ кесма B нуқтага ўрнатилган вехадан олдиндан белгилаб қўйилса ва теодолит-тахеометр билан вертикал бурчак ўлчашда унинг визир нури шу белгига визирланса, бундай пайтда $i = l$ бўлганлигидан нивелирлаш формуласи қуйидаги кўринишга киради:

$$h = d \operatorname{tg} \alpha. \quad (\text{XI}-32)$$

Ернинг сфериклиги ва атмосфера рефракциясини назарда тутиб нисбий баландликка киритиладиган тузатиш. Юқоридаги формулалардан оралари яқин (300 м гача) бўлган икки нуқтанинг бир-бирига нисбатан баландлигини аниқлашда фойдаланиш мумкин. Чунки XI-31 ва XI-32 формулаларда Ернинг сфериклиги ва рефракциянинг нисбий баландликка таъсири эътиборга олинмаган.

Узоқ (300 м дан катта) масофаларни тригонометрик нивелирлашда Ернинг сфериклиги ва рефракциянинг нисбий ба-

ландликка таъсирини эътиборга олиш керак. Ернинг сфериклиги ва рефракциянинг нисбий баландликка қандай таъсир кўрсатишини тушунтириш ва бу таъсирни ҳисоблаб чиқариш формуласини ифодалаш учун III-шаклга мурожаат қиламиз. Шаклда тригонометрик нивелирлашнинг соддалаштирилган схемаси берилган. Схемادا A нуқтага ўрнатилган теодолит-тахеометр баландлиги $-i$, B нуқтага тик ўрнатилган веханинг баландлиги l билан кўрсатилган.

Теодолит-тахеометрнинг вертикал ўқи ва веха ўқи йўналишлари давом эттирилса, Ернинг марказида φ бурчак ҳосил бўлади. Бу бурчакка *марказий бурчак* дейилади. Шаклда R —Ер радиуси.

Агар A нуқтадан Ернинг сатҳий юзасига параллел қилиб сатҳий юза ўтказилса, AB' ёй ҳосил бўлади. Шунда BB' чизиқ узунлиги B нуқтанинг A нуқтага нисбаган баландлигини билдиради. Шунингдек теодолит-тахеометрнинг горизонтал ўқидан сатҳий юза ўтказилса ҳам IE ёйи ҳосил бўлади. BE чизиқ узунлиги эса асбобнинг баландлиги

(i) га тенг бўлади. Шаклдан кўринишича, ID горизонтал визир нурининг йўналиши IE ёйи йўналишига тўғри келмайди. Шунда $ED = g$ чизиқнинг узунлиги Ер сфериклигининг нисбий баландликка таъсири учун киритиладиган тузатиш бўлиб ҳисобланади.

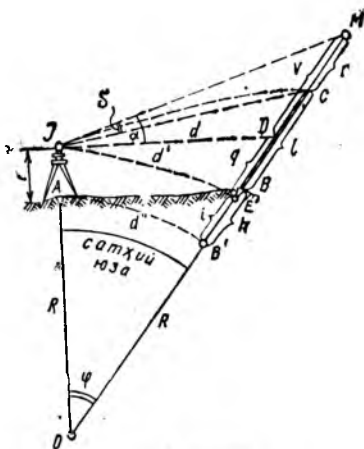
Ҳаво босими турли нуқталарда турлича бўлганлигидан веха учидан келадиган нур MI тўғри чизиқ бўйича эмас, балки CI ёйи бўйича, визир нури эса IC ёйига уринма бўлган IC тўғри чизиқ бўйича йўналади. Демак, вертикал бурчакни ўлчаш вақтида атмосфера рефракцияси таъсири натижасида CID бурчак ўрнига DIM бурчак (α) ўлчанган бўлади. α бурчак CID бурчагидан рефракция бурчаги δ ча фарқ қилади. Шунда рефракциянинг нисбий баландликка таъсири учун киритиладиган тузатиш $MC = r$ чизиқ узунлигидан иборат бўлади.

III-шаклдан қуйидагини ёзиш мумкин.

$$h + l + r = v + g + i \quad (\text{XI}-33)$$

IDM учбурчак тўғри бурчакли учбурчак деб қабул қилинса, $d = d''$ бўлади. Шунда

$$v = d \operatorname{tg} \alpha. \quad (\text{XI}-34)$$



III-шакл.

XI — 34 формуладаги v ўрнига унинг қийматини қўйсақ

$$h + l + r = d \operatorname{tg} \alpha + g + l$$

булади, бундан

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + l - l + (g - r) \quad (\text{XI} - 35)$$

келиб чиқади. Агар $g - r$ ни f билан белгиласак

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + l - l + f \quad (\text{XI} - 36)$$

булади;

бу ерда f — Ернинг сфериклиги ва атмосфера рефракцияси учун киритиладиган тузатишдир.

Ернинг сфериклиги учун киритиладиган тузатиш визир нури сатҳий юзага параллел бўлган d' ёйга тўғри келмасдан, горизонтал чизиқ IB га тўғри келиши натижасида рўй беради. Бу тузатиш формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

OID тўғри бурчакли учбурчакдан

$$OD^2 = OI^2 + ID^2;$$

OE ва OI Ер радиуси R га тенг деб қабул қилинса

$$OD = R + g; \quad OE = R; \quad ID = d. \quad (\text{XI} - 37)$$

Шунда

$$(R + g)^2 = R^2 + d^2;$$

бундан

$$g = \frac{d^2}{2R + g}. \quad (\text{XI} - 38)$$

$2R$ га нисбатан жуда кичик бўлганлиги сабабли g эътиборга олинмаса, Ернинг сфериклиги учун нисбий баланликка киритиладиган тузатиш формуласи

$$g = \frac{d^2}{2R} \quad (\text{XI} - 39)$$

булади.

Рефракциянинг таъсири натижасида нисбий баландликка киритиладиган тузатиш

$$r = 0,16 g = 0,08 \frac{d^2}{R} \quad (\text{XI} - 40)$$

га тенг. Ернинг сфериклиги ва рефракциянинг нисбий баландликка таъсири натижасида нисбий баландликка киритиладиган тузатишлар биргаликда қуйидагига тенг булади:

$$f = g - 0,16 g = 0,42 \frac{d^2}{R}. \quad (\text{XI} - 41)$$

Ернинг сфериклиги ва рефракция учун нисбий баландликка киритиладиган тузатиш қийматини тригонометрик нивелирлаш формуласи (XI—36) даги ўрнига қўйсақ, тригонометрик нивелирлаш формуласи қуйидаги кўринишга киради:

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + l - l + 0,42 \frac{d^2}{R} \quad (\text{XI} - 42)$$

XI—42 формуладан кўринишича, Ернинг сфериклиги ва рефракция учун киритиладиган тузатишлар нивелирланаётган чизиқнинг узунлигига тўғри пропорционалдир. Демак, нивелирланаётган икки нуқта оралиғидаги масофа катта бўлган сари мазкур тузатишлар қиймати оша боради.

Масофа 300 м дан қисқа бўлса, Ернинг сфериклиги ва рефракция учун киритиладиган тузатиш 1 см дан кичик бўлади. Шунинг учун топографик план олишда масофа 300 м дан катта бўлса, мазкур тузатиш эътиборга олинади.

Масофани дальномер билан ўлчашда фойдаланиладиган тригонометрик нивелирлаш формуласи. Юқорида бериб кетилган тригонометрик нивелирлаш формулаларини икки нуқта орасидаги масофанинг горизонтал проекцияси маълум бўлган ҳолларда қўлланиш мумкин. Тригонометрик нивелирлашда қия масофа дальномер билан ўлчанган бўлса нивелирлаш формуласи бошқача бўлади.

XI—32 формуладаги d ўрнига дальномер билан ўлчанган масофа қийматини ($X-21$) қўйсақ, формула қуйидаги кўринишга киради:

$$h = \kappa l \cos^2 \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (\text{XI—43})$$

формуладаги $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ бўлганлигидан нисбий баландлик

$$h = \kappa l \cos \alpha \cdot \sin \alpha.$$

Маълумки,

$$\cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha.$$

Шунда

$$h = \frac{1}{2} \kappa l \sin 2\alpha; \quad (\text{XI—44})$$

бу ерда κ — дальномер коэффициенти;

l — рейкадан олинган саноқ.

Биз юқорида асбоб баландлиги билан веха баландлиги бири-бирига тенг, яъни $i = l$ бўлган ҳолдаги тригонометрик нивелирлаш формуласини кўриб чиқдик. Тахеометр веханинг учига визирланганда ҳамда нивелирлашда Ернинг сфериклиги ва рефракция таъсири эътиборга олинганда тригонометрик нивелирлаш формуласи қуйидагича бўлади:

$$h = \frac{1}{2} \kappa l \sin 2\alpha + i - l + f; \quad (\text{XI—45})$$

Нивелирлаш вақтида асбоб баландлиги i ва веха узунлиги l рулетка ёрдамида бевосита ўлчанади. Ернинг сфериклиги ва рефракция учун киритиладиган тузатиш f махсус жадваллардан олинади.

Нивелирланаётган икки нуқта оралиғи 300 м дан қисқа бўлган ҳамда асбоб ва веханинг баландликлари бир-бирига

тенг бўлган ҳолларда XI—45 формуладаги t ва l лар эътиборга олинмайди. Бунда икки нуқтанинг нисбий баландликлари XI—43 ёки XI—44 формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Формулалардан фойдаланишни осонлаштириш мақсадида махсус жадваллар тузилган [30, 31]. Бу жадваллардан фойдаланиш тартиби жадвалларнинг ўзида берилган.

75-§. Барометрик нивелирлаш

Барометрик нивелирлашнинг моҳияти ва формуласи. Барометрик нивелирлашда ер юзидаги нуқталарнинг баландлиги бу нуқталардаги атмосфера босимини ўлчаш йўли билан аниқланади. Барометрик нивелирлаш баланд кўтарилган сари атмосфера босимининг камая бориши қонуниятига асосланган. Масалан, тоғ этагидан 11 м баландда симобли барометр кўрсатиши тахминан 1 мм камаяди. Лекин атмосфера босими турли шароит ва ҳодисалар таъсирида ўзгариб туради. Босимнинг ўзгаришига ҳавонинг ҳаракати (шамол) ва температураси айниқса катта таъсир кўрсатади. Шунинг учун барометрик нивелирлаш пайтида температура ва босимнинг ўзгариши эътиборга олинади, бинобарин, ҳар бир нуқтада атмосфера босимини ўлчаш билан бир вақтда, ҳаво температураси ва атмосфера босимининг ўзгариши ҳам аниқланади. Нисбий баландликни ҳисоблаб чиқаришда босим ва температура ўзгаришига қараб тузатишлар киритилади.

Территориянинг маршрут бўйича кўз билан чамалаб планини олишда, геологик, геофизик ва бошқа экспедицияларда, тоғли районларда нуқталар баландлигини аниқлашда ва нивелирлашнинг бошқа усуллари ишлатиб бўлмайдиган ҳолларда барометрик нивелирлашдан фойдаланилади. Барометрик нивелирлашнинг бошқа нивелирлашлардан афзаллиги шуки, бунда баландликлари фарқи аниқланаётган нуқталарнинг бир-биридан кўриниши талаб этилмайди.

Барометрик нивелирлашда нуқталар нисбий баландлиги махсус формулалар асосида ҳисоблаб чиқарилади. Шу формулалардан бири

$$h = \kappa \left(1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \lg \frac{B_1}{B_2}; \quad (\text{XI-46})$$

бу ерда B_1 — биринчи нуқтадаги атмосфера босими;

B_2 — иккинчи нуқтадаги атмосфера босими;

t_1 ва t_2 — нивелирлаш вақтида шу нуқталардаги ҳаво температураси;

α — ҳавонинг ўзгариш коэффициенти $\left(\frac{1}{273} \right)$;

κ — жойнинг географик кенлиги, денгиз сатҳидан ўртача баландлиги, ўртача атмосфера босими ва абсолют намлик эътиборга олинмайдиган коэффи-

циент; 55° ўртача географик кенгликда, денгиз сатҳидан ўртача баландлиги 250 м, ўртача атмосфера босими 740 мм ва ёз ойларида абсолют намлиги 9 мм бўлган жойда коэффициент $\kappa = 18470$ эканлигини рус олими П. В. Певцов ҳисоблаб чиқарган.

Барометрик формуладан фойдаланиладиган бўлса, нуқталарнинг баландликлари фарқи тақрибий баландликлар ёки барометрик босқичлар усулларида ҳисоблаб чиқарилди. *Тақрибий баландликлар усулида* барометрик формула қуйидаги кўринишга келтирилади:

$$h = H'_2 - H'_1 + \Delta t; \quad (\text{XI}-47)$$

бу ерда H'_1 ва H'_2 — нивелирланаётган нуқталарнинг тақрибий баландликлари бўлиб, қуйидаги формулалар асосида ҳисобланган махсус жадваллардан олинади:

$$H'_1 = \kappa \lg \frac{760}{B_1},$$

$$H'_2 = \kappa \lg \frac{760}{B_2}.$$

Δt — нивелирлаш вақтидаги ҳаво температураси учун киритиладиган тузатиш:

$$\Delta t = (H'_2 - H'_1) \cdot \alpha t_{\text{срт}}.$$

Барометрик босқичлар усулида барометрик нивелирлаш формуласига қуйидаги кўриниш берилди:

$$h = \Delta H (B_1 - B_2); \quad (\text{XI}-48)$$

бу ерда ΔH — 1 мм атмосфера босимига тўғри келадиган баландлик қиймати;

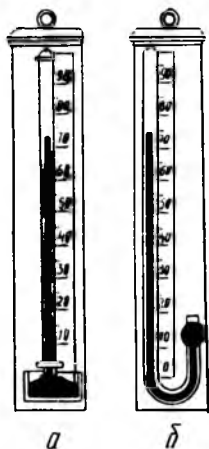
$$\Delta H = \frac{\kappa}{B_{\text{срт}}} (1 + \alpha t_{\text{срт}}) \text{ га тенг бўлиб, барометрик босқичлар жадвалидан олинади.}$$

Барометрик нивелирлашда ишлатиладиган асбоблар. Барометрик нивелирлашда атмосфера босимини ўлчаш учун барометр, температурани ўлчаш учун термометр прашч, ҳаво намлигини ўлчаш учун психометр, вақтни ўлчаш учун соат ишлатилади.

Барометрлар ишлаш принципи ва тузилиши жиҳатидан симобли ва металл барометрларга бўлинади.

Симобли барометр атмосфера босимини жуда аниқ ўлчайдиган асбоб бўлиб, нчига симоб тўлдирилган, узунли-

ги сал кам 80 см бўлган шиша найчадан иборат. Найчанинг юқори учи кавшарлаб бекитилган, пастки учи эса симобли шиша косачага ботирилган; шунга кўра у *косачали барометр* деб аталади (112-шакл, а). Агар шиша найчанинг пастки учи сифон шаклида эгилган бўлса, унга *сифонли барометр* дейилади (112-шакл, б). Бу барометрларнинг сиртидаги шкалалар ёрдамида симоб устунининг баландлиги ва у орқали атмосфера босими аниқланади. Симобли барометрлар қўпол ва тез синадиган бўлганлигидан дала ишларида кам қўлланилади. Улар метеорологик станцияларда атмосфера босимини ўлчаш ва барометр анероидларни солиштириш учун ишлатилади.



112-шакл.



113-шакл

Барометрик нивелирлашда кўпроқ барометр-анероиддан (113-шакл) фойдаланилади. Анероиднинг асосий қисми ичидаги ҳавоси сўриб олинган металл қутичадан иборат; қутичанинг сирти босимнинг ўзгаришига қараб пасаяди ёки кўтарилади. Бу ўзгариш таъсирида ричаглар ҳаракатга келиб, қутича доирасидаги стрелкани шкала бўйлаб суради, бинобарин, стрелка атмосфера босимининг қанча эканлигини кўрсатади.

Кейинги йилларда барометрик нивелирлашда микробарометрлар кенг қўлланилмоқда. Бу барометрларга мисол қилиб оптик микробарометр (ОМБ) ва пружинали микробаронивелир (МБНП) ларни кўрсатиш мумкин. Микробарометрлар ёрдамида нуқталар баландлиги 0,7–1,0 м гача ўртача квадратик хато билан аниқланиши мумкин. ОМБ микробарометри конструкциясини Геофизика ва макшейдрия илмий текшириш институти ишлаб чиққан. Унинг техник таърифи қуйидагича:

Аниқлиги	0,03 мм	симоб устуни
Шкаласининг бўлим қиймати	0,20 мм
Ўлчаш чеки	80 мм
Температура коэффициенти	0,02 мм	симоб устуни
Микроскопининг катталаштириб кўрсатиш даражаси	29,8×	градус
Ишлаш температураси	—10° дан + 40°С гача	
Оғирлиги (қутича билан бирга)	5 кг	

Микробарометр дала шароитида ишлашга мўлжалланган. Ундан баландлиги 300 м гача бўлган ўр-қирларнинг аэросу-ратларини планли баландлик жиҳатдан тайёрлашда фойдала-нилади. Вақтинчалик баростанциядан йўлга чиқиб 3 соатда 25 км гача йўл босилганда баландликни $\pm 10,7$ м ўртача квад-ратик хато билан ўлчаш мумкин. Нуқталар орасидаги масофа 10 км бўлиб, шу масофа 10 соатда босиб ўтилганда баланд-лик $\pm 0,9$ м ўртача квадратик хато билан, масофа 6 км гача бўлганда эса $\pm 0,5$ м ўртача квадратик хато билан аниқла-ниши мумкин.

МБНП микробаронивелирини Бутуниттифоқ геофизика ил-мий текшириш институти илмий ходимлари ихтиро қилган. Бу барометрнинг ўлчаш аниқлиги ҳам микробарометрники каби-дир. Унинг техник таърифи:

Саноқ олиш хатоси	0,01 мм	симоб устуни
Ўлчаш чеки	80 мм	симоб устуни
Аниқлиги	0,03 мм	симоб устуни
Температура коэффициенти	0,03 мм	симоб устуни
		градус
Ишлаш температураси	—15° дан + 40° гача	
Оғирлиги	2,8 кг	

Барометр-анероид билан ишлаш. Анероид шкаласи мил-лиметрларга бўлинган: шкаладаги ёзувлар сантиметр (76, 75, 74 ва ҳ к.), баъзи бир анероидларда эса миллиметрларда (760, 750, 740 ва ҳ к.) берилган. Анероиддан саноқ олишда уни кўкрак баравари горизонтал ҳолатда тутиш керак. Асбобни иссиқ ёки совуқ нарса устига қўйиш ярамайди. Об-ҳаво яхши вақтда барометр-анероид аниқ ишлайди. Шамол турганда, ту-ман тушганда, момоқалдироқ вақтида ҳамда ҳаво иссиқ пайт-ларда (масалан, соат 12 дан 18 гача) атмосфера босимини аниқ ўлчаб бўлмайди. Атмосфера босимини ўлчаш учун анероид жойга келтирилгач, шу жойнинг босимига мослашиб олиши учун 5—10 минут кутиш керак. Шундан кейингина унинг стрел-каси кўрсатаётган саноқ олинади. Олинган саноқнинг тўғри-лигини текшириб кўриш учун бир оз вақт ўтгандан сўнг так-рор саноқ олиш керак. Ҳар гал саноқ олишда анероид ойна-си устига чертилади (чунки стрелка ойнага тегиб турган бўлиши мумкин).

Анероид атмосфера босимини 0,1 мм аниқликда ўлчайди. Агар 0,1 мм босим 1 м баландликка тенг десак, назарий жи-

ҳатдан олганда, анероид билан нисбий баландликни 1 м гача аниқликда ўлчаш мумкин бўлади. Лекин ҳаво босими ўзгариб туриши ва барометр-анероиднинг баъзи хусусиятлари туфайли асбобнинг нивелирлаш аниқлиги кўпинча 3—5 м га тўғри келади.

Барометр-анероид билан ўлчанган атмосфера босимини симбли барометр билан ўлчанган атмосфера босимига келгириш учун унга баъзи бир тузатишлар киритиш керак. Бунинг учун ҳар бир анероид Гидрометеорология хизмати лабораториясида текширилиб, анероиднинг кўрсатиши симбли барометрнинг кўрсатишига таққосланади. Шу йўл билан анероиднинг тузатишлари кўрсатилган аттестат тузилади. Бу аттестат анероид паспортида берилади. Тузатишлар асосан анероид шкаласига ва анероид температурасига киритиладиган ҳамда қўшимча тузатишлардан иборат. Бу тузатишлар киртилган босим (B)ни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$B = A + a + \kappa t_A^{\circ} + c(N - A); \quad (XI-49)$$

бу ерда A — анероид шкаласидан олинган санок;

$c(N - A)$ — анероид шкаласига киритиладиган тузагиш; бундаги N бошланғич нуқтадаги атмосфера босими бўлиб, 760 га тенг;

c — шкалага киритиладиган тузатиш коэффиценти;

κt_A° — анероид температурасига киритиладиган тузатиш;

κ — температура коэффиценти;

t — анероид температураси;

a — қўшимча тузатиш.

Барометрик нивелирлаш вақтида жойда бажариладиган ишлар. Нуқтанинг баландлигини нивелирлашда қуйидаги ишлар бажарилади ва ўлчаш натижалари махсус журналга ёзиб борилади (17-жадвал):

1) нуқтага келгач, журналнинг 1-устунига нуқтанинг тартиб нумери ёки номи, 2-устунига кузатиш вақти ёзилади;

2) ҳавонинг температураси термометр билан ўлчанади ва журналнинг 3-устунига ёзилади, анероид температураси 4-устунга, анероид шкаласи кўрсатган санок эса 5-устунга ёзилади;

3) журналнинг 6,7 ва 8-устунларига анероид аттестатидан тузатишлар кўчириб ёзилади. Бу тузатишлар анероиддан олинган санокқа қўшилиб, ўлчанган атмосфера босими симбли барометр кўрсатишига келтирилади ва журналнинг 9-устунига ёзилади;

4) нуқтадан кетиш олдида атмосфера босимининг тўғри ўлчанганлигини текшириш учун анероиддан контрол санок олинади.

Баландлиги аниқланаётган барча нуқталарла шу ишлар бажарилади. Сўнгра журналдаги маълумотларга асосланиб нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади.

Барометрик нивелирлаш журнали

Нукта-ларнинг номи ёки номери	Температура		Анероид-дин олинган саноқ (атмосфера бо-симми)	Анероиддан олинган атмосфера босмига киритилган туза-тишлар		Симобли баро-метр курсати-шига келти-рилган босим (B_0)	Босим Уста-риши кiritи-ладиган туза-тиш	Уртача температура $\left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)$	Тақрибий баланд-лик (H_m)	Тақрибий баланд-лик фарқи (h_0)	Темпе-ратура учун киритилган туза-тиш	Нисбий баланд-лик (m), h	Абсо-лют баланд-лик (m), H			
	ҳаво тем-перату-раси (t°)	анероид темпе-рату-раси ($t^\circ A$)		шкала учун, $c(N-B)$	анероид перату-раси учун $(c t^\circ A)$									қўшимча туза-тиш (a)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	9,00	+ 16,3	+ 16,4	706,3	- 1,5	- 0,8	+ 2,0	706,0	+ 0,0	706,0	16	591,2	271,5	15,8	287,3	
B	9,30	+ 15,7	+ 15,6	682,5	- 1,5	- 0,8	+ 2,0	682,2	+ 0,3	682,5	16	862,7	271,5	15,8	287,3	
A	10,00	+ 18,0	+ 18,3	705,8	- 1,5	- 0,8	+ 2,0	705,4	+ 0,6	706,0						
								Босим фарқи 705,4 — — 706,0 — 0,6 мм								

Нуқталарнинг нисбий баландликларини аниқроқ ҳисоблаб чиқариш учун атмосфера босимининг умумий ўзгариши эътиборга олиниши зарур. Бунинг икки хил усули бор; биринчиси—ёпиқ маршрут яшаш усули ва иккинчиси—стационар усул (бир жойда туриб атмосфера босимини такрорий кузатиш).

Ёпиқ маршрут яшаш усулида иш бошланган нуқтага яна қайтиб келиниб атмосфера босими икки марта ўлчанади. Бошланғич нуқтада анероиддан биринчи марта олинган саноқ билан иккинчи марта олинган саноқ фарқи аниқланиб, кузатиш вақти мобайнида атмосфера босимининг умумий ўзгариши ҳисоблаб чиқарилади. Сўнгра аниқланган босимга вақт учун тузатиш киритилади.

Стационар кузатиш усулида атмосфера босимининг ўзгаришини аниқлаш учун икки киши иккита анероид билан иш олиб боради. Бир киши бошланғич нуқтада гуриб, ҳар ярим соатда босимни ўлчайди. Иккинчи киши эса маршрут бўйича боради ва баландлиги аниқланиши керак бўлган нуқталарда ўлчаш ишларини бажаради. Биринчи кузатувчининг ўлчаш натижаларига асосланиб атмосфера босимининг маълум вақт мобайнидаги умумий ўзгариши ҳисоблаб топилади. Сўнгра нуқталарда ўлчанган босимга тузатишлар киритилади.

Буларнинг ҳаммаси кичик территорияда барометрик нивелирлаш вақтида бажариладиган ишлар ва қўлланиладиган усуллардир. Катта территорияда барометрик нивелирлаш вақтида ишлатиладиган асбобларнинг сонига, жойнинг географик шароити ва бошқаларга қараб қуйидаги усуллардан бири қўлланилади:

1) абсолют баландлиги маълум бўлган нуқталарга таянувчи барометрик йўл усули;

2) ёпиқ полигон усули,

Барометрик йўл ва ёпиқ полигон усуллари бир комплект асбоб билан ишлашда қўлланилади. Барометрик йўлнинг узунлиги 10 км дан катта бўлмаслиги ҳамда иш 4—5 соат мобайнида бажарилиши керак;

3) барометрик станция усули. Бу усулда барометрик йўлнинг бошида ёки ўртасида барометрик станция ташкил қилинади. Станцияда барометрик нивелирлаш ишини бажариш мобайнида атмосфера босимининг ўзгариши аниқланиб турилади;

4) кўчма барометрик станция усули. Бунда барометрик йўл 4—5 ёки 8—12 км дан айрим қисмларга бўлинади. Йўлнинг ҳар бир қисми икки марта нивелирланади. Бунда икки киши ишлайди; бир киши маршрут бўйича юриб атмосфера босимини ва ҳаво температурасини ўлчаса, иккинчиси бошланғич нуқтада маълум вақт ичида кузатиш ишини олиб боради. Биринчи кузатувчи охириги нуқтага келиб етгач, стационар кузатиш ишини бажаради. Иккинчиси эса биринчи кузатувчи иш бажарган нуқталарда атмосфера босимини ва ҳаво температурасини икки марта ўлчайди. Иккала кузатувчи ҳар бир мар-

шрут охирида учрашиб, барометрлардан саноқлар олиб уларни таққослашади. Охирги нуқтага келиб етгунга қадар иш шу тарзда давом эттирилади.

Барометрик нивелирлаш журналидаги маълумотларни ҳисоблаш. Барометрик нивелирлаш журналида ёзилган атмосфера босими ва ҳавонинг температурасидан фойдаланиб нуқталарнинг нисбий баландликлари ҳисоблаб чиқарилади. Бунинг учун тақрибий баландликлар ёки барометрик баландлик босқичи усулларидан фойдаланилади.

Нисбий баландликларнинг тақрибий баландликлар усулида ҳисоблаб чиқарилишини яхшироқ тушуниб олиш учун 18-жадвалда берилган барометрик нивелирлаш журналини кўздан кечирайлик.

Бу журналдан кўринишича, *A* нуқтада (тепа этагида) ги атмосфера босими $706,3 \text{ мм}$; бу босимга анероид шкаласи учун $-1,5 \text{ мм}$ тузатиш, анероид температураси учун $-0,8 \text{ мм}$ тузатиш ҳамда $+2,0 \text{ мм}$ қўшимча тузатиш киритилгач (симобли барометр кўрсатишига келтирилгач), атмосфера босими $706,3 - 1,5 - 0,8 + 2,0 = 706,0 \text{ мм}$ бўлган. Шунингдек *B* нуқтада (тепанинг учида) ўлчанган атмосфера босими ҳам тузатишлар киритилгач, $682,5 - 1,5 - 0,8 + 2,0 = 682,2 \text{ мм}$ бўлган. *A* нуқтага қайтиб келиб атмосфера босими ўлчангач ва унга тузатишлар киритилгач олинган натижа $705,4 \text{ мм}$. Бу миқдорнинг шу нуқта учун биринчи марга ҳисоблаб чиқарилган атмосфера босимидан фарқи $705,4 - 706,0 = -0,6 \text{ мм}$. Бу фарқ вақт учун киритилгач тузатиш сифатида (тескари ишора билан) ўтган вақтга пропорционал миқдорда бўлиб чиқилса, *A* нуқта учун $+0,6 \text{ мм}$, *B* нуқта учун $+0,3 \text{ мм}$ бўлади. Бу тузатишлар ҳисоблаб чиқарилган атмосфера босимига қўшилади. Шунда тузатилган атмосфера босими *B* нуқтада $682,2 + 0,3 = 682,5 \text{ мм}$ бўлади.

Тузатилган атмосфера босимига асосланиб ва махсус жадвалдан фойдаланиб, нуқталарнинг тақрибий баландлиги топилди. Масалан, *A* нуқтадаги тузатилган атмосфера босими $706,0 \text{ мм}$, нуқтанинг тақрибий баландлиги $H_A = 591,2 \text{ м}$; худди шу каби, *B* нуқтадаги атмосфера босими $682,5 \text{ мм}$, нуқтанинг тақрибий баландлиги $H_B = 862,7 \text{ м}$. Топилган тақрибий баландликлар журналининг 13-устунига ёзилади. Тақрибий баландликлар бир-биридан айрилса, нуқталарнинг нисбий баландлиги келиб чиқади. Мисолимизда *B* нуқтанинг *A* нуқтага нисбаган баландлиги

$$H_B - H_A = 862,7 - 591,2 = 271,5 \text{ м.}$$

Аниқланган тақрибий нисбий баландликка температура учун тузатиш киритишда ўртача температурадан фойдаланилади. Мисолимизда ўртача температура $+16^\circ$, тақрибий нисбий баландлик $271,5 \text{ м}$ бўлганда температура учун махсус жадвалдан олиб киритилгач тузатиш $15,8 \text{ м}$. Бу тузатиш тақри-

бий нисбий баландликка қўшилса, B нуқтанинг A нуқтага нисбатан баландлиги келиб чиқади: $271,5 + 15,8 = 287,3$ м. Температура учун киритиладиган тузатишнинг ишораси нисбий баландлик ишораси билан бир хил бўлади. Мисолимизда нисбий баландлик мусбат бўлганлиги учун унга тузатиш қўшилди. Аниқланган нисбий баландлик журналнинг 15-устунига ёзилади.

Барометрик нивелирлаш натижасини барометрик баландлик босқичи усулида ҳисоблашда XI — 48 формуладан фойдаланилади. Нисбий баландликни шу формулада ҳисоблаб топганда тузатилган ўртача атмосфера босими ва ўртача температурадан фойдаланилади. Масалан,

$$B_1 = 706,0 \text{ мм}; \quad t_1 = 16^\circ,3; \quad B_2 = 682,4 \text{ мм}; \quad t_2 = 15^\circ,7.$$

Шунда ўртача босим

$$B_{\text{ўрт}} = \frac{B_1 + B_2}{2} = \frac{706,0 + 682,4}{2} = 694,2 \text{ мм.}$$

Ўртача температура

$$t_{\text{ўрт}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{16,3 + 15,7}{2} = 16^\circ.$$

Нуқталар нисбий баландлигини тузатилган ўртача босим ва ўртача температурага асосланиб аниқлашда махсус жадваллардан фойдаланилади. Мисолимизда тузатилган ўртача босим $B_{\text{ўрт}} = 694,2$ мм ва ўртача температура $t_{\text{ўрт}} = 16^\circ$ учун 1 мм босимнинг баландлик босқичи 12,23 м га тенг. B нуқтанинг A нуқтага нисбатан баландлиги

$$h = \Delta H (B_1 - B_2) = 12,23 (706,0 - 682,5) = 287,4 \text{ м}$$

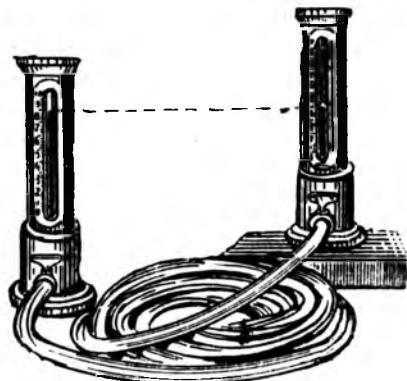
бўлади.

Барометрик нивелирлаш аниқлиги. Барометрик нивелирлаш аниқлигига, биринчидан, атмосфера босими ҳамда ҳаво температураси ва намлигининг ўлчаниш аниқлиги ва, иккинчидан, атмосфера босимининг ўзгариб туриши натижасида келиб чиқадиган хато таъсир этеди. Масалан, анероиддан санок олишда йўл қўйилган 0,1 мм хато 1 м баландликка тенг бўлади. Анероид температурасини аниқлашда йўл қўйилган 1° хато баландликни ўлчашдаги хатони 2 м га оширади. Худди шунингдек, ҳавонинг ўртача температураси $2^\circ,5$ хато билан аниқланса, нуқталар баландликлари фарқини аниқлашдаги хато 1 м га ошади ва ҳ. к.

Тажрибалардан маълум бўлишича, ўртача метеорологик шароитда 25—30 км узунликдаги масофанинг ҳар бир километридаги нуқтанинг баландлигини барометр-анероид ёрдамида 3—6 м аниқликда, микробарометр ва баронивелир ёрдамида эса 0,75—1,0 м аниқликда ўлчаш мумкин.

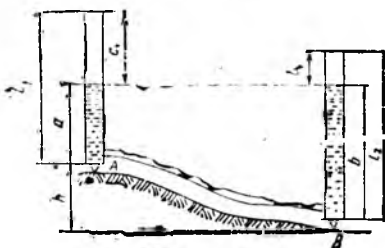
76-§. Гидростатик нивелирлаш

Гидростатик нивелирлаш бир-бирига туташтирилган икки идишдаги суюқлиқ сатҳининг бир хил бўлиши қонуниятига асосланган. Бу хилдаги нивелирлашда гидростатик нивелир деб аталадиган асбоб ишлатилади (114-шакл). Бу нивелир иккита шиша найчадан иборат бўлиб, металл ёки пластмасса-дан ясалган филоф ичига жойланган. Найчаларнинг узунлиги 40 см дан 4 м гача бўлиши мумкин. Найчалар узунлиги 20–40 м келадиган резинка шланг билан бир-бирига туташтирилган. Шланг ва найчалар ичига қайнаган совуқ сув қуйилган; сув сатҳи ана шу найчаларнинг ярмига етиб туради; сувга ранг берилган. Найчаларнинг сиртида миллиметр ёки сантиметрларга бўлинган шкаласи бор. Шкаладаги рақамлар 0 дан бошлаб, найчанинг тубидан юқорига қараб ёзилган.



114-шакл.

Бирор нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлигини аниқлашда гидростатик нивелирнинг найчалари шу нуқталарга ўрнагилади ва улардаги суюқлиқ сатҳига тўғри келган шкала бўлагидан саноқ олинади. Масалан, 115-шаклда



115-шакл

A ва B нуқталарга ўратилган нивелир найчаларидаги шкаладан олинган саноқлар қуйидагига тенг:

$$a = l_1 - c_1$$

$$b = l_2 - c_2 \quad (\text{XI-50})$$

Шунда B нуқтанинг A нуқтага нисбатан баландлик фарқи

$$h = a - b = (l_2 - c_2) - (l_1 - c_1)$$

ёки

$$h = (l_2 - l_1) - (c_2 - c_1); \quad (\text{XI-51})$$

бу ерда $l_2 - l_1 = \kappa$ — нивелир найчаларидаги суюқлиқ сатҳининг фарқи;

$c_2 - c_1$ — найчадаги суюқлиқ сатҳидан найчанинг юқориги учигача бўлган масофа фарқи.

Агар найчаларнинг ўрни алмаштирилиб, биринчи найча *B* нуқтага ва иккинчиси *A* нуқтага ўрнатилса, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$h = (c'_2 - c'_1) - (l_2 - l_1). \quad (\text{XI} - 52)$$

XI — 51 ва XI — 52 тенгламаларни ечиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$h = \frac{(c'_2 - c'_1) - (c_2 - c_1)}{2}. \quad (\text{XI} - 53)$$

XI—53 формулада найчалардаги суюқлик сатҳининг фарқи (κ) ни аниқлаш талаб этилмайди. XI — 52 формуладаги ҳадлардан XI—53 формуладаги ҳадларни айирсак, суюқлик сатҳининг фарқи келиб чиқади:

$$\kappa = \frac{(c'_2 - c_1) + (c_2 - c_1)}{2}. \quad (\text{XI} - 54)$$

Ичига сув тўлдирилган нивелир билан ишлашда нуқталар нисбий баландлиги 1—2 мм аниқликда ўлчанади. Гидростатик нивелирлаш аниқлигини ошириш мақсадида найчалар сатҳидан саноқ олиш учун махсус микрометр винтлар ишлатилади.

Катта аниқлик талаб қилинадиган монтаж ишларида гидростатик нивелир найчаларига ва шлангига сув ўрнига симоб қуйилади. Бундай нивелирлардан саноқ олиш учун махсус конструкциядаги микрометр винтлар ишлатилади. Микрометр винтлари бўлган ва ичига симоб тўлдирилган найчали гидростатик нивелирлардан 1—10 мм аниқликда саноқ олиниб, нуқталар нисбий баландликлари 5—10 мм ўртача арифметик хато билан ўлчаниши мумкин.

Инженерлик иншоотларининг чўкишини аниқлашда махсус гидростатик системадан фойдаланилади. Бу система диаметри 6—8 мм бўлган бир неча шиша найча ҳамда 2—4 косачадан иборат. Косача ва найчалар бир-бирига шланг воситасида туташтирилган. Улар ичига бир оз бутил ёки анил спирти қўшилган қайнаган сув тўлдирилган, сувга ранг берилган. Найчалар сиртига шкала чизилган. Гидростатик система кузатилаётган иншоотга ўрнатилади. Агар иншоот қисман чўккан бўлса, унинг қанчалик чўкканлиги найчалардаги суюқлик сатҳига қараб аниқланади.

77-§. Механик нивелирлаш

Механик нивелирлашда автомат-нивелир деб аталадиган асбоб ишлатилади. Автомат-нивелир босиб ўтилган масофанинг профилини автоматик равишда чизиб боради ёки нуқталарнинг бир-бирига нисбатан баландлигини ҳисоблаб беради. Ҳозирги вақтда ишлатиладиган автомат-нивелирлар элементларига ва ҳисоблаш мосламаларига қараб, механик, электр-механик ва электрон-механик нивелирларга бўлинади.

Механик автомат-нивелирлар орасида энг диққатга сазовори Россияда М. А. Артанов томонидан ихтиро қилинган автомат-нивелирдир. Бу автомат-нивелир икки ғилдиракли велосипедга ўрнатилган. Трассани нивелирлашда велосипед соатига 3—4 км тезликда юргизилади. Шунда автомат босиб ўтилган йўлнинг профилини 1:5000 горизонтал ва 1:500 вертикал масштабда чизиб боради. Айни вақтда нуқталар баландлиги махсус счётчикда ёзиб борилади. Артанов автомат-нивелири ёрдамида 1 км лик масофани тўғри ва тескари йўналишда: қулай шароитда $\pm 0,16$ м аниқликда, ноқулай шароитда (масалан, тупроқ йўлларда) $\pm 0,30$ м аниқликда нивелирлаш мумкин.

Электр-механик автомат-нивелирларга Москва Геодезия, аэрофотосъёмка ва картография инженерлари институти ходимлари (А. А. Малкин ва В. И. Шилленгер) ихтиро қилган ВА-1М ва ВА-56 автомат-нивелирини мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бу нивелирлар автомашинага ўрнатилган бўлиб, машина босиб ўтилган йўлнинг профилини фотолентага 1:2000 горизонтал ва 1:200 вертикал масштабда чизиб боради. Бундан ташқари, нуқталар нисбий баландликларини махсус счётчикка ёзиб боради, сўнгра счётчикда кўрсатилган маълумотлардан фойдаланиб нисбий баландликларни аниқлаш мумкин. Нивелирлашда автомашина соатига 25—30 км тезликда юради. Бу автомат-нивелир ёрдамида қиялик бурчаги 15° гача бўлган йўлни нивелирлаш мумкин. Узунлиги 10 км бўлган масофани тўғри ва тескари йўналишда 20—30 см ўртача квадратик хато билан нивелирлаш мумкин.

Кейинги йилларда Москва Геодезия, аэрофотосъёмка ва картография институтининг ходимлари АВА маркали электрон-механик нивелир ихтиро қилдилар. АВА автомат-нивелири уч ғилдиракли махсус аравачага ўрнатилган; аравачани ГАЗ-69 машинасига тиркаб соатига 10 км тезликда, қўл билан эса 5 км тезликда юргизиш мумкин. Автомат-нивелир масофанинг профилини эни 50 мм, узунлиги 30 м бўлган фотоплёнкага узлуксиз чизиб боради. Автомат-нивелирни машинага тиркаганда профиль 1:5000 горизонтал ва 1:200 вертикал масштабда, қўл билан юргизганда эса 1:2000 горизонтал ва 1:100 вертикал масштабда чизилади. Бундан ташқари, у нуқталар нисбий баландликларини ҳам фотоплёнкага ёзиб боради. АВА нивелири билан 10 км масофани тўғри ва тескари йўналишда 20 см ўртача квадратик хато билан нивелирлаш мумкин.

ГЕОДЕЗИК ТАЯНЧ ШОХОБЧАЛАРИ

XII боб

ДАВЛАТ ГЕОДЕЗИК ТАЯНЧ ШОХОБЧАЛАРИ.
МАҲАЛЛИЙ ЗИЧЛАШТИРИШ ШОХОБЧАЛАРИ

78-§. Геодезик таянч шохобчаларининг турлари

Жойда ўрни узоқ вақт сақланидиган қилиб махсус қурилма ёки мустаҳкам қозиқ билан белгиланган ва планли координатаси ёки абсолют баландлиги аниқланган нуқтага *геодезик таянч пункт* дейилади. Бундай нуқталар йиғиндиси *геодезик таянч шохобчаларини* ташкил қилади. Планли координатаси маълум бўлган таянч пунктга *планли таянч пункт*, абсолют баландлиги маълум бўлган таянч пунктга эса *баландлик таянч пункти* дейилади, шунга яраша геодезик таянч шохобчалари планли ва баландлик таянч шохобчаларига бўлинади.

СССРда геодезик таянч шохобчалари давлат геодезик таянч шохобчалари, маҳаллий геодезик таянч шохобчалари ва план олиш таянч шохобчаларига бўлинади. Давлат геодезик таянч шохобчалари махсус программа асосида барпо қилинади ва барча масштабдаги топографик планларни олишда таянч бўлиб хизмат қилади. Мамлакатимиз халқ хўжалиги ва муҳофафасига, турли илмий ва техникага доир масалаларни ечишда ҳам давлат геодезик таянч шохобчаларига асосланилади. Масалан, Ернинг шакли ва катталигини, ер пўстлогининг ҳаракати, қитъаларнинг силжиши, океан ва денгизлар сатҳининг фарқи ва бошқалар давлат геодезик таянч шохобчалари натижаларидан фойдаланиб аниқланади. Йирик инженерлик иншоотларининг лойиҳалари жойга геодезик таянч пунктларига таяниб кўчирилади.

Давлат геодезик таянч шохобчалари мамлакатимизнинг истаган жойида бир-бирига боғланмаган ҳолда бир вақтда ёки турли вақтда план олишга ва геодезик ўлчаш ишларини бажаришга, бу ишларда рўй берадиган тасодифий хатолар таъсирини камайтиришга, мазкур ишларнинг қай даражада аниқ бажарилганлигини текширишга, шунингдек барча геодезик ўлчаш ишларини ягона координата системасига бирлаштиришга имкон беради.

Маҳаллий геодезик таянч шохобчалари. 1:500 — 1:5000 масштабда топографик планлар олиш учун

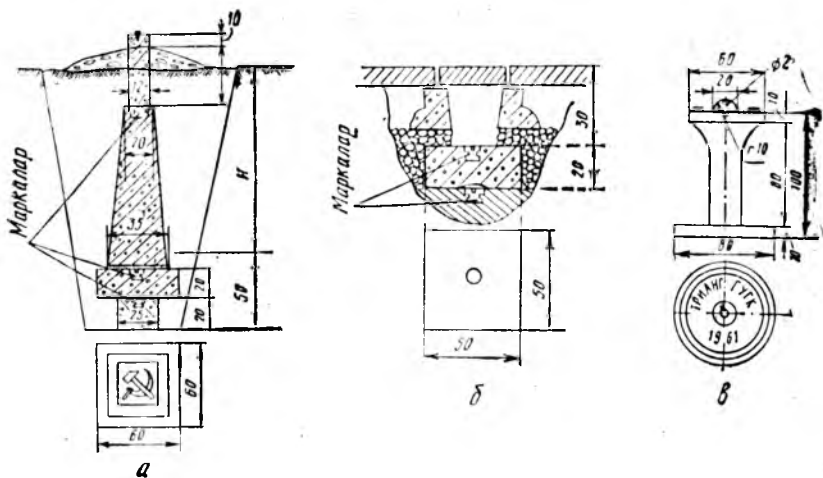
ҳамда қурилиш майдонларида бажариладиган геодезик ишлар учун асос бўлиб хизмат қилади.

План олиш шохобчалари барча масштабда планлар олиш учун бевосита асос бўлиб ҳисобланади. План олиш шохобчаларини ҳосил қилиш учун теодолит йўли, мензула йўли, геометрик шохобча, тўғри ва тескари кесиштириш усуллари-дан фойдаланилади.

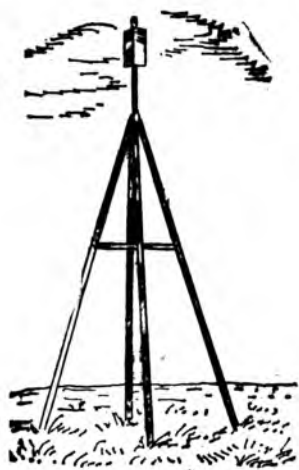
Маҳаллий геодезик таянч шохобчалари билан план олиш шохобчалари ҳам планли ва баландлик геодезик таянч шохобчаларига бўлинади.

79-§. Жойда геодезик таянч шохобчалари пунктлари ўрнини белгилаш

Геодезик таянч шохобчалари пунктларининг ўрни пунктларнинг аҳамиятига ва улардан фойдаланиш муддатига қараб белгиланади. Давлат геодезик таянч шохобчаларидан узоқ вақтларгача фойдаланиш мумкин бўлиши учун уларнинг пунктлари жойда мустаҳкам сақланадиган доимий белгилар билан белгиланади. Бу белгилар *марказ* деб аталади. Жойнинг табиий географик шароитига ва геодезик пунктнинг қандай аҳамиятга эгаллигига қараб турли марказлар қўлланилади. Марказларнинг тузилиши ва жойга ўрнатилиши махсус кўрсатмаларда берилади. Ернинг музлаш чуқурлиги 1,5 м гача бўлган жойларда ўрнатиладиган марказлар 116-шакл *а* да, қояли жойга ўрнатиладиган марказлар 116-шакл *б* да кўрсатилган (шаклларда марказларнинг ўлчами *см* ҳисобида берилган). 116-шакл *а* даги марказни ўрнатиш учун ер 2 м дан чуқурроқ қазилиб, учта



116- шакл.



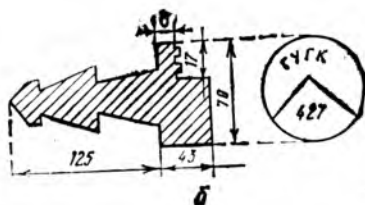
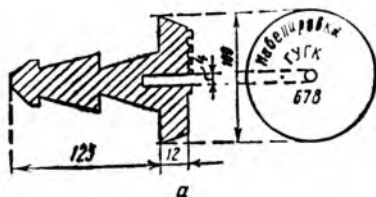
117-шакл.



118-шакл.

бетон монолит ўрнатилади. Бетон монолитларга чўядан ясалган маркалар битта тик чизикда ётадиган қилиб жойлаштирилган. Маркаларнинг тузилиши турлича бўлиб, шулардан бири 116-шакл *в* да кўрсатилган (бу шаклда марка ўлчами *мм* ҳисобида берилган). Чўян марка қопқоғидаги 2*мм* ли тешикча пунктнинг маркази ҳисобланади. Геодезик таянч шохобчаларини ўтказиш вақтида ана шу тешикчанинг координатаси аниқланади. Устки монолитдаги марка ерга 50 *см* чуқурликда кўмилиши лозим. Жойдаги марказни осонликча топиш учун устки монолит тепасига бетон устун ўрнатилади. Бир пунктдан иккинчи пунктни кузатиш мақсадида уларнинг маркази устига махсус геодезик белги—*пирамида* ўрнатилади. Пирамидаларнинг баландлиги 10—12 *м* гача бўлиши мумкин. Ёнма-ён жойлашган пунктларни ердан кузатиб бўлмаган ҳолларда таянч пунктга асбоб ўрнатиш ва бу пунктдан бошқа пунктни кузатиш учун *сигнал* қурилади. Сигналларнинг баландлиги 12—15 *м* дан 40 *м* гача бўлиши мумкин. Пирамида ва сигналлар ёғочдан ёки металлдан ясалиб, тузилиши турлича бўлади. 117-шаклда ёғочдан ясалган оддий пирамида, 118-шаклда металлдан ясалган мураккаб сигнал кўрсатилган.

Давлат баландлик шохобчалари пунктларининг ўрни доимий белги ҳисобланувчи марка ва реперлар билан белгиланади. Доимий репер ва маркалар баландлик шохобчалари йўлида



119-шакл.

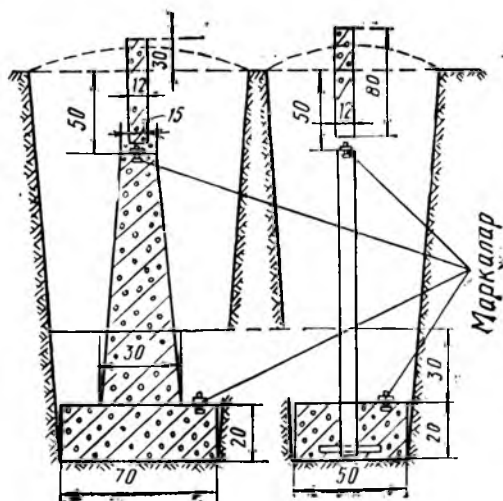
5—7 км оралатиб ўрнатилади. Баландлик шохобча пунктларининг абсолют баландликларини аниқлаш, яъни нивелирлаш қийин бўлган районларда репер (марка)лар оралғи 10—15 км бўлиши мумкин. Юксак аниқликдаги баландлик шохобчалари (I ва II класс нивелирлаш шохобчалари) нинг ҳар 50—80 км даги нуқтаси ва бу нивелирлаш йўлларининг кесишган тугун нуқталари абадий сақланадиган реперлар билан белгиланади.

Марка (119-шакл, а) чўян дискдан иборат бўлиб, мустаҳкам иморат деворига, қояга, кўприк, гидротехника ва бошқа иншоотлар таянчига ердан 1,5 м баландликда бириктирилади. Маркани ўрнатиш учун иморат ёки иншоот девори пармалаб тешилади, тешик ювиб тозаланади, сўнгра унинг ичига марка горизонтал ҳолатда ўрнатилиб, цементланади. Марканинг девордан чиқиб турган қисмининг ўртасида диаметри 4 мм келадиган тешикча бўлади, нивелирлаш вақтида шу тешикча марказининг абсолют баландлиги аниқланади.

Реперларнинг деворга ва грунтга ўрнатиладиганлари бўлади. Девор репери (119-шакл, б) марка каби, иморат деворига, иншоот ёки қояга ердан 0,5—0,6 м баландликда ўрнатилади. Репернинг маркадан фарқи шуки, у девордан қисман чиқиб туради. Марка ва реперга уни ўрналган ташкилотнинг қисқартирилган номи ва репернинг номери ёзиб қўйилади.

Реперни ўрнатиш учун муносиб иморат ёки иншоот бўлмаган жойда репер ерга ўрнатилади. Бундай репер *грунт репери* деб аталади. Грунт реперларининг тузилиши турличадир; шулардан баъзилари 120-шаклда кўрсатилган (репер ўлчамлари см ҳисобида берилган).

Қисқа муддатга (1—2 йилга) мўлжалланган баландлик таянч пунктларига вақтинчалик реперлар ўрнатилади. Вақтинчалик



120 шакл.

репер ерга кўмилган ёғоч устун, рельс парчаси, шунингдек дарахт тўнкасига, девор, қоя ва ҳоказоларга қоқилган думалоқ қалпоқли мих ва бошқалардан иборат.

Ўрнатилган геодезик белгилар (марказ, пирамида, сигнал, марка ва реперлар) нинг жойда сақланишини кузатиб туришлари учун улар геодезик белги жойлашган маҳаллий совет (район ижроия комитети, қишлоқ совети) органларига акт билан топширилади.

80- §. Геодезик таянч шохобчаларини барпо қилиш методлари

Геодезик таянч шохобчаларини барпо қилишнинг бир неча хил методи бор. Астрономик метод, геодезик метод, радио-геодезик метод, космик геодезик метод шулар жумласидандир. Ҳозирги вақтда асосан геодезик метод қўлланилмоқда. Геодезик методнинг ўзи триангуляция, полигонометрия ва трилатерация деган турларга бўлинади.

Пунктларнинг географик координаталари (географик кенглиги ва географик узунлиги) астрономик методда бир-бирига боғланмай, алоҳида-алоҳида аниқланади. Лекин астрономик методда пунктлар координатларининг аниқланиш даражаси ҳозирги вақтда геодезик таянч шохобчаларига бўлган талабни қондирмайди. Шунинг учун астрономик метод катта аниқлик талаб қилинмайдиган вақтда (масалан, 1 : 100 000 ва ундан майда масштабда план олишда) ёки геодезик таянч шохобчалари ҳосил этишнинг бошқа методларидан фойдаланиб бўлмайдиган жойларда (Арктика, Антарктида ва бошқа жойларда) қўлланилиши мумкин. Астрономик метод асосан геодезик метод билан биргаликда қўлланилади. Масалан, геодезик методда таянч шохобчалари ҳосил қилиш учун аввало бирор бошланғич пункт ёки бир неча пунктнинг координаталари астрономик методда аниқлаб олинади. Таянч шохобчаларининг бошқа пунктлари координаталари геодезик ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади. Бошланғич пунктдан кейин бирин-кетин келадиган пунктлар фикран чизик билан туташтирилса, шохобча ҳосил бўлади. Қатор учбурчакдан иборат шохобча триангуляция шохобчаси, кўпбурчаклардан иборат шохобча эса полигонометрия шохобчаси деб аталади.

Кейинги йилларда 1 : 50 000 ва 1 : 100 000, айрим вақтларда эса 1 : 25 000 масштабли аэрофототопографик план олиш учун геодезик таянч шохобчалари барпо қилишда радиогеодезик метод қўлланилмоқда. Радиогеодезик метод территорияни самолётдан туриб суратга олиш вақтида самолётнинг ўрнини аниқлашга асослангандир. Бу метод айниқса бир-биридан узоқда жойлашган ҳамда бир-биридан кўринмайдиган пунктларнинг координаталарини аниқлашда қўлланилади.

Қитъа ва ороллардаги геодезик таянч шохобчаларини бир-бирига боғлашда космик геодезик усулдан ҳам фойдаланилмоқда. Ернинг табиий ва сунъий йўлдошларини кузатиш асосида бир-биридан жуда узоқда жойлашган пунктларнинг координаталарини аниқлашда, бир-биридан океан ва денгиз билан ажралган қитъа ҳамда оролларда ўтказилган геодезик таянч шохобчаларини бир-бирига боғлашда бу метод муҳим аҳамиятга эга.

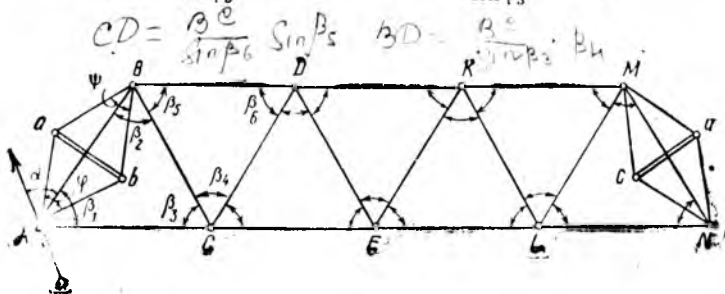
Геодезик таянч шохобчаларини барпо қилишда жойнинг шароитига қараб, иқтисодий жиҳатдан энг яхши самара берадиган метод танланади.

Ҳозирча планли геодезик таянч шохобчалари асосан триангуляция ва полигонометрия методларида ҳосил қилинмоқда.

81- §. Триангуляция, трилатерация ва полигонометрия

Триангуляция методи. Триангуляция методида қатор учбурчакларнинг барча ички бурчаклари (121 -шаклда $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$), бошланғич ва охириги учбурчакларнинг бирор томони (AB ва MN) ўлчаниши лозим. Ҳар учбурчакнинг ички бурчакларини ўлчаш учун уларнинг учлари бир-биридан кўриниши керак. Шунинг учун учбурчак учлари сифатида баланд нуқталар танланади. Бироқ бу нуқталардан ҳосил бўладиган учбурчаклар мумкин қадар тенг томонли бўлиши шарт. Жойда триангуляция учбурчакларининг учларига марказ, марказга пирамида ёки сигнал ўрнатилади. Триангуляция пунктларининг координаталарини аниқлаш учун учбурчакларнинг ички бурчаклари билан бир қаторда бошланғич учбурчакнинг бирор томони (AB томон) ни ва бу томоннинг ҳақиқий азимути ёки дирекцион бурчаги (α) ни ҳам ўлчаш керак. Агар ABC ясси учбурчакнинг AB томони ҳамда барча ички бурчаклари ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) маълум бўлса, қолган томонларни синуслар теоремасига асосланиб ҳисоблаб чиқариш мумкин:

$$AC = \frac{AB}{\sin \beta_3} \cdot \sin \beta_2; \quad BC = \frac{AB}{\sin \beta_3} \cdot \sin \beta_1. \quad (1)$$

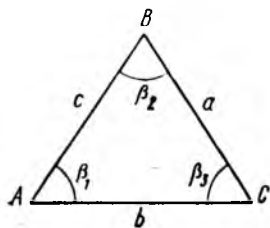


121- шакл.

BCD учбурчакнинг CD ва BD томонлари BC томон билан ички бурчаклар ($\beta_4, \beta_5, \beta_6$) қийматларига асосланиб топилади. Кейинги учбурчакларнинг томонлари ҳам шу тарзда аниқланади.

Бошланғич учбурчакнинг бевосита ўлчаниши керак бўлган томони жуда узун бўлиши ва жойдаги шароит уни ўлчашни қийинлаштириши мумкин. Бундай ҳолларда учбурчакнинг бу томони бевосита ўлчанмасдан, бошқа ёрдамчи томон (121-шаклда ab томон) нинг маълум узунлигига қараб ҳисоблаб чиқарилади. Шу мақсадда жойда ёрдамчи учбурчак aAb ва aBb лар ясалади. Булар *базис шохобча* бўлади. *Базис шохобча* $aA bB$ тўртбурчак ҳамда AB ва ab диагоналлardan иборат. *Базис шохобчанинг базис томони* (ab) ва бурчаклари φ ва ψ бевосита ўлчанади. Бу ўлчаш натижаларига асосланиб триангуляция учбурчагининг базис томони (AB) ҳисоблаб чиқарилади. *Базис шохобчанинг бевосита ўлчанган томони* (ab) га *чиқиш томони* дейилади. *Базис* (чиқиш) *томоннинг ҳақиқий азимути* (α) ва бирор учининг географик координаталари астрономик кузатиш натижасида аниқланади. *Базис томоннинг географик координатаси* аниқланган учига *Лаплас пункти* дейилади. *Базис* (чиқиш) *томоннинг ҳақиқий азимути* ва бурчак қиймати маълум бўлгач, триангуляция учбурчаклари бошқа томонларининг ҳақиқий азимути (дирекцион бурчаги) ҳисоблаб чиқарилади. *Лаплас пунктининг координаталари* аниқлангач ва триангуляция учбурчаклари ўлчангач, триангуляция учбурчаклари учлари (пунктлари) нинг планли координаталари бирин-кетин ҳисоблаб чиқарилади.

Триангуляция учбурчакларининг ички бурчаклари ва базис томонини ўлчаган вақтда кичик бўлса-да, ҳар ҳолда тасодифий хато рўй беради. Бу хато ўлчаш натижаларига таъсир этмаслиги учун учбурчаклар қаторидан биронтасининг координаталари астрономик методда аниқланади ва базиси (121-шакл MN) ёки чиқиш томони (cd) жойда бевосита ўлчанади. Сўнгра бу томондан яна учбурчаклар қатори бошланиб кетади.



122- шакл.

Трилатерация. Кейинги йилларда масофани ўлчашда радиоэлектроника воситалари қўлланилмоқда; бу эса геодезик таянч шохобчалари ҳосил этишининг янги трилатерация методиди келтириб чиқарди.

Трилатерация методиди қатор учбурчакларнинг томонлари радиодальномер ва светодальномерлар билан ўлчанади. Учбурчакларнинг бурчак қийматлари (122-шакл, β) учбурчаклар томонлари (a, b ва c) нинг узунликларига асосланиб, қуйидаги формулалар ёрдамида топилиши мумкин:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}} \quad (\text{XII}-2)$$

ёки

$$\cos \beta = \frac{+b^2 + c^2 - a^2}{2bc};$$

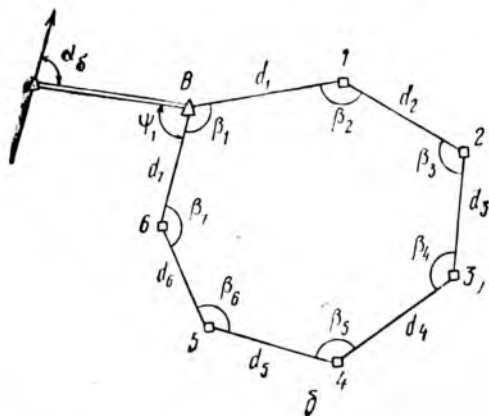
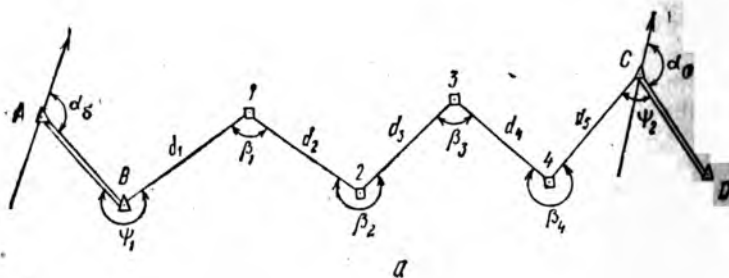
(XII—)

бу ерда $2p = a + b + c$.

Ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларидан учбурчак учлари (пунктлари)нинг координаталари топилади.

Учбурчак учлари координаталарини жуда аниқ ҳисоблаш керак бўлганида триангуляция ва трилатерация методларида баравар фойдаланилади. Бунда учбурчакларнинг барча бурчаклари ва томонлари жойда бевосита ўлчанади.

Полигонометрия. Бу методда координаталари аниқланмаган пунктларни туташтирувчи чизиқнинг узунлиги ҳамда туташ чизиқлар орасидаги горизонтал бурчаклар ўлчанади. Триангуляция пунктлари каби, полигонометрия пунктлари ҳам жойда махсус марказ билан белгиланиб, марказга геодезик белги (пирамида ёки сигнал) ўрнатилади. Полигонометрия йўли очик полигон (123-шакл, а) ёки ёпиқ полигон (123-шакл, б) бўлиши мумкин. Очик полигонометрия йўли одатда координаталари маълум бўлган иккита таянч пункт оралиғида ўтказилади. Ёпиқ полигонометрия йўли эса координатаси маълум бўлган пунктдан бошланиб яна шу пунктга боғланади. Вир



123-шакл.

Полигон томонларининг дирекцион бурчаклари III—10 формула ёрдамида, пунктларнинг координаталари эса II—8 формула ёрдамида топилади.

Қисқа базисли паралактик полигонометрияни совет олими, проф. А. С. Филоненко (1884—1963) таклиф этган. Бу полигонометрияда паралактик полигон томонининг узунлигини аниқлашда қисқа базис олинади. Масалан, полигон йўлининг AB томони узунлиги (d_1) ни билиш учун жойда M нуқта танланади (124-шакл, θ). M ва B нуқталар орасидаги катта базис (b) га симметрик қилиб қисқа базис (l) белгиланади. Кўпинча қисқа базис сифатида махсус штативга ўрнатилган, узунлиги 3 м келадиган рейкадан фойдаланилади. Бунда паралактик бурчак φ_1, φ_2 ва φ_3 лар ҳамда базис ён бурчаклари ψ ўлчанади; катта базис (b) IX—29 формуласи ёрдамида, полигон томонининг узунлиги (d_1) эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$d_1 = b \sin \psi_1 \operatorname{cosec} \varphi_1. \quad (\text{XII}-6)$$

Қисқа базисли паралактик полигонометрияда ҳам полигон томонларининг дирекцион бурчаклари III—10 формула ва бурилиш пунктларининг координаталари II—8 формула асосида ҳисобланади.

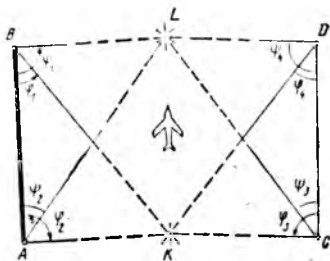
Кейинги йилларда магистрал полигонометриянинг томонларини ёки паралактик полигонометриянинг базисларини ўлчашда светодальномер ва радиодальномерлар қўлланилмоқда, дальномер полигонометрияси деб аталишига ҳам сабаб шу. Дальномер полигонометрияси ҳам координаталари маълум бўлган икки таянч пункт оралиғида ўтказилади. Бунда полигон томонлари дальномер билан, полигон бурилиш бурчаклари аниқ теодолит билан ўлчанади. Полигон томонларининг дирекцион бурчаклари бошланғич томоннинг дирекцион бурчагидан ва бурчак ўлчаш натижаларидан фойдаланиб III—10 формула ёрдамида, полигонометрия пунктларининг координаталари эса бошланғич пунктнинг маълум координаталаридан ва ўлчаш натижаларидан фойдаланиб II—8 формула ёрдамида топилади.

82-§. Динамик ва космик триангуляция

Динамик ва космик триангуляция геодезик таянч шохобчалари барпо этишининг янги турларидир.

Динамик триангуляция методини тушуниш осон бўлиши учун 125-шаклдан фойдаланамиз. AB ва CD чизиқлар орасидаги масофа жуда катта; бу чизиқлар учига баланд сигналлар ўрнатилганда ҳам улар бир-бирдан кўринмайди, дейлик. Бу чизиқларнинг A ва B нуқталари координаталари маълум; C ва D нуқталарининг координаталарини аниқлаш керак. Бунинг учун A, B, C ва D нуқталарга теодолитлар ўрнатилади. Теодолитларда санок махсус фотоматериалга ёзилади. Жуда баланддан учиб ўтаётган самолётдаги кузатувчи тўртала пунктдаги кузатувчилар билан радиоалоқа боғлайди. Маълум вақтдан кейин самолёт K нуқтага келганда ундаги кузатув-

чи ёруғлик сигнали беради ёки самолётдан парашюутда ракета ташлайди. Самолётдаги радиоалоқачининг кўрсатмасига мувофиқ, тўртта пунктдаги кузатувчилар теодолит қараш трубасининг биссекторини ёруғлик сигнаliga бараварига визирлайди. Шунда теодолитлар лимбидаги санок, яъни $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ ва φ_4 бурчаклар қиймати фоторегистраторга ёзилади. Шунингдек самолёт L нуқтага келганда ҳам берилган ёруғлик сигнаliga теодолитлар визирланади ва $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$ бурчаклар ўлчанади. ABK ва ABL учбурчакларининг узунлиги маълум бўлган AB томондан ҳамда қиймати ўлчанган бурчаклардан фойдаланиб, учбурчакларнинг қолган томонлари синуслар теоремаси ёрдамида топилади, сўнгра K ва L нуқталарнинг координаталари ҳисоблаб чиқарилади. Бундан кейин C ва D пунктларнинг координаталари аниқланади.



125- шакл.

Динамик триангуляция ташкилий жиҳатдан катта қийинчилик туғдирганлиги сабабли ҳозирча геодезик таянч шохобчаларини ўтказишда кенг қўлланилаётгани йўқ.

Динамик триангуляция тарқоқ геодезик таянч шохобчаларини бир бирига боғлашда, бирор орол ёки қитъадан иккинчи орол ёки қитъага пунктлар координаталарини узатишда қўлланилиши мумкин.

Космик триангуляция методида бир-биридан юз, ҳатто минг километр узоқликдаги нуқталарнинг координаталарини ягона системада аниқлаш мумкин. Космик триангуляция методининг бир неча тури бор: оптик метод, радиодальномер методи, Доплер эффекти методи ва бошқалар. Ҳозирги вақтда амалда оптик методдан фойдаланилмоқда. Бунда Ернинг сунъий йўлдоши бир вақтнинг ўзида ердаги бир неча пунктдан махсус асбоб— $BC = 4$ Вильда баллистик камераси ёрдамида жуда тез (мингдан бир секунд аниқликда) суратга олинади. Бу мақсадда ердан тахминан 1000 км баландда учиб юрадиган „геодезик сунъий йўлдош“ дан фойдаланилади. Ернинг сунъий йўлдоши маълум вақт оралиғида сигнал беради. Ана шу вақтда у суратга олинади. Олинган фотосуратлардан фойдаланиб, сунъий йўлдошнинг аввало фотосуратдаги юлдузларга нисбатан турган ўрни аниқланади, кейин бу маълумотларга асосланиб, унинг суратга олинган пайтда экваториал координата системасига нисбатан турган ўрни ҳисоблаб чиқарилади. Сунъий йўлдошнинг осмондаги ўрни ҳамда уни суратга олган пунктнинг геоцентрик тўғри бурчакли координатаси маълум бўлгач, бу пункт билан сунъий йўлдош ўртасидаги фазовий йўналишни аниқласа бўлади. Геодезияла бу гоядан бир қитъадаги триангуляция шохобчасини бошқа қитъадаги триангуляция шохобчасига боғлаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Ҳозирги вақтда бир-биридан 3000 км узоқликдаги пунктларнинг координаталарини космик триангуляция методида бир-бирига ± 15 м аниқликда боғлаш мумкин. Шу йўл билан Ер шарида ягона координата системасига келтирилган Дунё геодезик таянч шохобчасини вужудга келтириш мумкин.

83- §. Давлат планли геодезик таянч шохобчалари

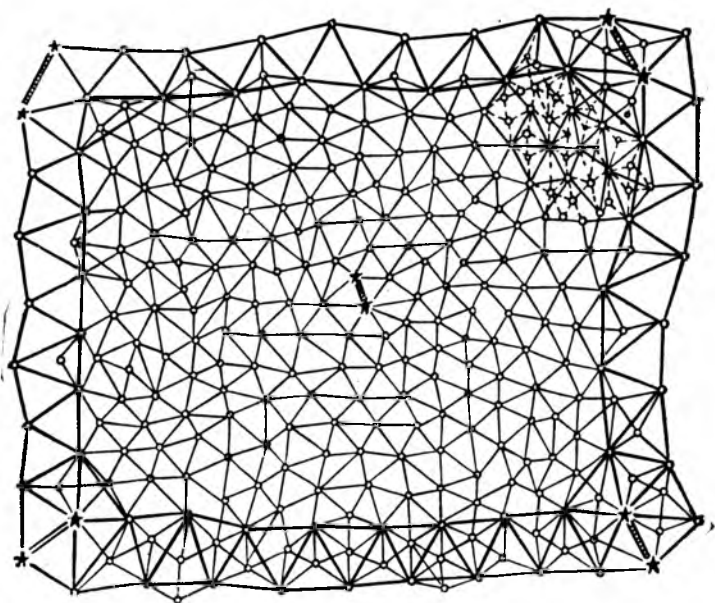
Давлат планли геодезик таянч шохобчалари триангуляция, трилатерация ва полигонометрия методларида барпо қилинади. Методлар жойнинг шароитига ва иқтисодий жиҳатдан афзаллигига қараб танланади. Ҳозир асосан триангуляция методи қўлланилмоқда.

Геодезик таянч шохобчаларини барпо қилишда пунктларнинг бир-бирига яқин-узоқлиги (зичлиги) катта аҳамиятга эга.

Амалдаги қўлланмага мувофиқ [35] территориянинг 1 : 25 000 ва 1 : 10 000 масштабли планини олишда давлат планли геодезик таянч шохобчалари 50—60 км² га бир пункт тўғри келадиган қилиб, 1 : 5000 масштабли план олишда 20—30 км² га, 1 : 2000 масштабли план олишда эса 5—15 км² га бир пункт тўғри келадиган қилиб ҳосил қилинади. Давлат планли геодезик таянч шохобчалари бурчак ва масофани ўлчаш аниқлигига, учбурчак томонларининг узунлигига ва шохобчаларни ҳосил қилиш тарғибига қараб 1, 2, 3 ва 4-классларга бўлинади.

Давлат геодезик таянч шохобчалари умумийдан бўлакка, юқори классдан пастки классга ўтиш принципида қурилади. Бунда дастлаб 1-класс шохобчаси, унга асосланиб эса биринкетин 2, 3 ва 4-класс шохобчалари ўтказилади. Бундай принципни қўлланиш мамлакатимиз территориясида қисқа муддатда ягона координата системасини тарқатишга имкон беради.

1-класс давлат планли таянч шохобчалари қатор учбурчаклардан иборат бўлиб, меридиан ва параллел йуналиши бўйича ўтказилади. Учбурчаклар звеносининг узунлиги 250 км га



Шартли белгилар

- ★ — *Астрономик пункт*
- — *Базис*
- — *1-класс триангуляция томонлари*
- — *2-класс триангуляция томонлари*
- — *3-класс триангуляция томонлари*

борадн (126-шакл). Учбурчаклар звеносининг ўзаро кесишишидан ҳосил бўлган тўртбурчакнинг периметри тахминан 800—1000 км дир. 1-класс шохобчаларида ҳар бир учбурчак томони 20 км дан қисқа бўлмаслиги керак. Учбурчакларнинг бир-бири билан кесишган жойларида базис (чиқиш томон) ўлчанади ва базис учларининг координаталари астрономик усулда аниқланади. Учбурчаклар қатори бўйича астрономик-гравиметрик нивелирлаш ўтказилади. 1-класс геодезик таянч шохобчаларига *астрономик-геодезик шохобчалар* дейилади. Кейинги вақтда айниқса ўрмон зоналарида ва шаҳарларда масофаларни ўлчашда жуда аниқ светодальномер ва радиодальномерлар қўлланилганлигидан, 1-класс триангуляция учбурчаклари қатори ўрнига 1-класс полигонометрия йўллари ўтказилмоқда. Бунда полигонометрия йўлининг узунлиги 20—25 км бўлади. Одатда, 1-класс полигонометрия йўллари 1-класс триангуляция пунктлари оралиғида ўтказилади.

1-класс триангуляция ва полигонометрияда юксак аниқликда ўлчаш асбоблари ва усуллари қўлланилади. Масалан, 1-класс триангуляция учбурчагининг ҳар бир бурчаги $0'',7$ гача, полигонометрияда $0'',4$ гача ўртача квадратик хато билан, триангуляция базис томони 1:400 000, полигонометрия томони эса 1:300 000 аниқликда ўлчанади. 1-класс таянч шохобчаларининг ҳар бир полигоми 2-класс триангуляция учбурчаклари шохобчалари билан тўлдирилади. Жойнинг табиий-географик шароитига қараб, 2-класс триангуляция учбурчаклари томонларининг узунлигини 7—20 км қилиб олиш мумкин. Баъзан 2-класс давлат триангуляцияси ўрнига 2-класс полигонометрия йўллари ўтказса ҳам бўлади. 2-класс давлат геодезик таянч шохобчаларини ўтказишда ҳам энг аниқ ўлчаш асбоблари ва усуллари қўлланилади. Бунда триангуляция учбурчакларининг ҳар бир бурчаги $1'',0$ ўртача квадратик хато билан, базис томони 1:300 000 аниқликда ўлчанади.

Юқори класс давлат геодезик таянч шохобчаларини зичлаштириш мақсадида 3 ва 4-класс триангуляцияси ўтказилади. Жойнинг шароитига қараб, 3-класс триангуляция учбурчаги ҳар бир томони узунлиги 5—8 км, 4-классники 2—5 км бўлади. Триангуляция учбурчагининг ҳар бир бурчаги 3-класс триангуляцияда $1'',5$, 4-классда эса $2'',0$ гача ўртача квадратик хато билан, масофа эса 1:200 000 аниқликда ўлчанади. 3 ва 4-класс триангуляция шохобчалари юқори класс таянч шохобчаларининг пунктлари оралиғида ўтказилади. Фақат 1 ва 2-класс давлат геодезик таянч шохобчалари бўлмаган районлардагина йирик масштабни план олиш ва бошқа мақсадларда мустақил 3 ва 4-класс триангуляция шохобчалари ўтказилиши мумкин.

Жойнинг шароитига ва иқтисодий томондан афзаллигига қараб, 3 ва 4-класс триангуляция ўрнига 3 ва 4-класс полигонометрия йўллари ўтказиш мумкин. Полигонометрия

лари юқори класс таянч шохобчалари пунктлари оралигида ўтказилади. Агар 3 ва 4-класс полигонометрия йўли кичик территорияда мустақил шохобча тарзида ўтказилса, 3-класс полигонометрия йўлининг узунлиги 60 км дан, 4-класс полигонометрия йўлининг узунлиги 35 км дан ошмаслиги керак.

17 ва 18-жадвалларда давлат планли геодезик таянч шохобчаларига тааллуқли баъзи бир маълумотлар берилган.

18-жадвал

Давлат триангуляциясига оид маълумотлар

Триангуляция классы	Учбурчак томонининг ўртача узунлиги, км	Ҳар бир бурчакни ўлчашдаги ўртача квадратик хато	Ҳар бир учбурчакнинг бурчакларини ўлчашдаги чекли хато	Базис (чиқиш) томони ни ўлчаш аниқлиги
1	20*	$\pm 0",7$	3"	1 : 400 000
2	7—20	$\pm 1,0$	4	1 : 300 000
3	5—8	$\pm 1,5$	6	1 : 200 000
4	2—5	± 2	8	1 : 200 000

19-жадвал

Давлат полигонометриясига оид маълумотлар

Полигонометрия классы	Полигон (йўл) томонининг узунлиги, км	Бурчакни ўлчашдаги ўртача квадратик чекли хато	Полигон томонининг узунлигини ўлчаш аниқлиги
1	20—25	$\pm 0",4$	1 : 300 000
2	**	$\pm 1,0$	1 : 250 000
3	3***	$\pm 1,5$	1 : 200 000
4	0,25—2	$\pm 2,0$	1 : 150 000

Давлат геодезик таянч шохобчаларини қуриш уларнинг каталогларини тузиш билан яқунланади. Триангуляция ва трилатерация пунктлари каталогларида ҳар бир пунктнинг номи, жойлашган ўрнининг тасвири, пункт классы, пунктга ўрнатилган марказ ва геодезик белги (пирамида ёки сигнал)нинг типи, шунингдек планли ва баландлик координаталари, пункт жойлашган зона ўқ меридианининг координатасы, шохобча томонларининг дирекцион бурчаги ва узунлиги кўрсатилади. Полигонометрия пунктлари каталогларида ҳар бир пункт ўрнатил-

* Учбурчак томони 20 км дан қисқа бўлмаслиги керак.

** Полигон томонининг узунлиги махсус программага мувофиқ белгиланади.

*** Полигон томони 3 км дан қисқа бўлмасли.

ган жойнинг тасвири, пункт номери, класс, планли координа-таси, абсолют баландлиги, полигон томонларининг дирекцион бурчаги ва узунлиги ҳамда пункт жойлашган зона ўқ мери-дианининг координатаси ва бошқа маълумотлар берилади.

Давлат геодезик таянч шохобчаларини ўтказиш тўғрисидаги маълумотлар, яъни жойда бажарилган ўлчаш натижалари, ка-мерал ҳисоблаш материаллари ва таянч шохобчалари каталог-лари Геодезия ва картография бош бошқармаси қошидаги Марказий картография-геодезия фондига топширилади, матери-алларнинг нусхаси эса геодезик таянч шохобчалари ўтказган ташкилотда сақланади. Турли муассаса ва идоралар, зарур бўл-ганида, бу материалларни Марказий картография-геодезия фон-дидан ёки унинг жойлардаги бўлимларидан олиб фойдаланиш-лари мумкин.

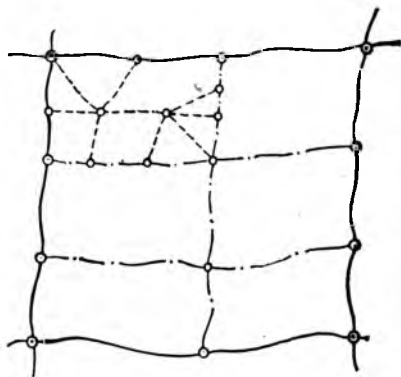
84-§. Давлат геодезик баландлик таянч шохобчалари

Жойдаги ўрни махсус белги (марка ва репер) билан бел-гиланган ва абсолют баландлиги аниқланган нуқтага *баланд-лик таянч пункти* дейилади. Бундай пунктлар йиғиндиси ба-ландлик таянч шохобчаларини ташкил қилади. Баландлик та-янч шохобчалари пунктларининг абсолют баландлиги геомет-рик нивелирлаб аниқланади. Шунинг учун баландлик таянч шохобчалари *нивелирлаш шохобчалари* деб ҳам юритилади.

Давлат ниверлирлаш шохобчалари аниқлик даражасига ва барпо қилиш тартибига қараб, I, II, III ва IV класс нивелир-лаш шохобчаларига бўлинади.

I класс ниверлирлаш йўли асосан мамлакатимиз терри-ториясидаги океанлар ва денгизлар сатҳини фаразан туташти-рувчи чизиқлар бўйича, маса-лан, Балтика денгизи сатҳидан Тинч океанга қадар, Шимолий муз океани сатҳидан Қора ден-гизга қадар ўтказилади ва ҳо-казо. Кронштадгдан бошланиб Ленинград—Москва орқали Севастополгача ва Москва—Вологда—Киров—Свердловск—Новосибирск—Иркутск—Хабаровск орқали Владивос-токка қадар ўтказилган, қар-ийб 10 минг километрли ниве-лирлаш йўли I класс нивелир-лаш шохобчаларидан биридир.

I класс нивелирлаш йўлла-ри бир-бири билан кесишиб, ёпиқ полигон ҳосил қилади (127-шакл). Полигоннинг пе-



Шартли белгилар:
 —○— I класс нивелирлаш йўли
 - - -○- - II класс нивелирлаш йўли
 ···○··· III класс нивелирлаш йўли

риметри 3000—4000 км бўлади. I класс нивелирлашда аниқ геодезик асбоблар ва аниқ нивелирлаш усули қўлланилганлигидан, олинадиган натижа ҳам юксак даражада аниқ бўлиши, йўл қўйилган абсолют хато $\pm 3 \text{ мм } \sqrt{L}$ дан ошмаслиги лозим. Бу ерда L нивелирлаш йўли (полигон)нинг узунлиги (км ҳисобида).

II класс нивелирлаш йўллари I класс нивелирлаш пунктлари оралиғида 500—600 км ли ёпиқ полигон тарзида темир йўл, шоссе, текисланган тупроқ йўл ҳамда катта дарёлар қирғоғи бўйлаб ўтказилади. Нивелирлашда йўл қўйилган абсолют чекли хато $\pm 5 \text{ мм } \sqrt{L}$ га тенг.

I ва II класс нивелирлаш натижасида мамлакатимиз территориясида ягона баландлик координата системаси вужудга келтирилади.

III класс нивелирлаш II класс нивелирлаш шохобчаларини зичлаш мақсадида юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида алоҳида йўллар ёки бир-бирини кесиб ўтувчи полигон системаси тарзида ўтказилади. III класс нивелирлаш II класс нивелирлаш полигонини ҳар бирининг узунлиги 150—200 км бўлган 6—9 полигонга бўлади. 1 : 5000 ва ундан йирик масштабда топографик план олиш учун баландлик таянч шохобча системасини қуришда III класс нивелирлаш полигонининг периметри 60 км бўлиши мумкин. Бу нивелирлашда йўл қўйиладиган хато $\pm 10 \text{ мм } \sqrt{L}$. Ҳар бир километр йўлни нивелирлаш вақтида нисбий баландликни аниқлашда йўл қўйиладиган ўртача квадратик хато $\pm 5 \text{ мм}$ га тенг.

IV класс нивелирлаш юқори класс нивелирлаш шохобчаси пунктлари оралиғида ўтказилади. Бу нивелирлаш пунктлари топографик план олиш учун бевосита таянч бўлиб хизмат қилади. IV класс нивелирлашни шундай аниқликда ўтказиш керакки, полигон ёки йўлнинг баландлигидаги абсолют хато $\pm 20 \text{ мм } \sqrt{L}$ дан ошмасин. Ҳар бир километр йўлнинг нисбий баландлигини аниқлашдаги ўртача квадратик чекли хато $\pm 10 \text{ мм}$ га тенг. 20-жадвалда давлат баландлик таянч шохобчалари ҳақидаги баъзи бир маълумотлар берилган.

Давлат баландлик таянч шохобчалари қуриш нивелирлаш каталогини тузиш билан яқунланади. Нивелирлаш каталогинида нивелирлаш класс, бажарилган йили ва бажарган ташкилот номи, марка ва репер номери, уларнинг типи, жойлашган ўрнининг тасвири, бошланғич репер ёки маркагача бўлган масофа, баландлиги, Кронштадт футштогидан баландлиги кўрсатилади. Баландлик таянч шохобчалари тўғрисидаги материаллар Марказий картография-геодезия фондига топширилади, нусхаси эса нивелирлаш ишини бажарган ташкилотда сақланади. Бирор ташкилот ёки идора, зарур бўлганида, нивелирлаш материалларини Марказий картография-геодезия фондидан ёки унинг жойлардаги бўлимларидан (заказ қилиш йўли билан) олиб фойдаланишлари мумкин.

Давлаг нивелирлаш шохобчаларига оид маълумотлар [61]

Нивелир- лаш класси	Полигон периме- три ёки булнинг узунлиги. к.м	Ишлатиладиган нивелер		Рейка		Визир нури. м			Масофа фарқи			1 км буллага хато. мм			Полигон (бул буёича хато чеки мм
		трубаси- нинг кат- таш- тириши (карга)	цилин- дрик адилак булак қийма- ти	булаги	ердан баланд- лиги	узунлиги	стан- цияда	секция- да	урта- ча	тасодифий	систе- матик	урта- ча	чеки	систе- матик	
I	3000—4000	44×	12"	3	2 томонли инварли (0,5 см) штрихли	0,8	50	—	0,5	1	± 1,0	± 2	± 0,2	± 3√L	
II	500—600	40—44×	12"	3	—	0,5	65	75	1	2	± 2	± 4	± 0,4	± 5√L	
III	150—200	30—35×	15"	3	2 томонли шашкали (1 см)	0,3	75	100	2	5	± 4	± 8	± 0,8	± 10√L	
IV	100	25—30×	25"	3	—	0,2	100	150	5	10	± 10	± 20	± 2	± 20√L	

риметри 3000—4000 км бўлади. I класс нивелирлашда аниқ геодезик асбоблар ва аниқ нивелирлаш усули қўлланилганлигидан, олинадиган натижа ҳам юксак даражада аниқ бўлиши, йўл қўйилган абсолют хато $\pm 3 \text{ мм } \sqrt{L}$ дан ошмаслиги лозим. Бу ерда L нивелирлаш йўли (полигон)нинг узунлиги (км ҳисобида).

II класс нивелирлаш йўллари I класс нивелирлаш пунктлари оралиғида 500—600 км ли ёпиқ полигон тарзида темир йўл, шоссе, текисланган тупроқ йўл ҳамда катта дарёлар қирғоғи бўйлаб ўтказилади. Нивелирлашда йўл қўйилган абсолют чекли хато $\pm 5 \text{ мм } \sqrt{L}$ га тенг.

I ва II класс нивелирлаш натижасида мамлакатимиз территориясида ягона баландлик координата системаси вужудга келтирилади.

III класс нивелирлаш II класс нивелирлаш шохобчаларини зичлаш мақсадида юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида алоҳида йўллар ёки бир-бирини кесиб ўтувчи полигон системаси тарзида ўтказилади. III класс нивелирлаш II класс нивелирлаш полигонини ҳар бирининг узунлиги 150—200 км бўлган 6—9 полигонга бўлади. 1 : 5000 ва ундан йирик масштабда топографик план олиш учун баландлик таянч шохобча системасини қуришда III класс нивелирлаш полигонининг периметри 60 км бўлиши мумкин. Бу нивелирлашда йўл қўйиладиган хато $\pm 10 \text{ мм } \sqrt{L}$. Ҳар бир километр йўлни нивелирлаш вақтида нисбий баландликни аниқлашда йўл қўйиладиган ўртача квадратик хато $\pm 5 \text{ мм}$ га тенг.

IV класс нивелирлаш юқори класс нивелирлаш шохобчаси пунктлари оралиғида ўтказилади. Бу нивелирлаш пунктлари топографик план олиш учун бевосита таянч бўлиб хизмат қилади. IV класс нивелирлашни шундай аниқликда ўтказиш керакки, полигон ёки йўлнинг баландлигидаги абсолют хато $\pm 20 \text{ мм } \sqrt{L}$ дан ошмасин. Ҳар бир километр йўлнинг нисбий баландлигини аниқлашдаги ўртача квадратик чекли хато $\pm 10 \text{ мм}$ га тенг. 20-жадвалда давлат баландлик таянч шохобчалари ҳақидаги баъзи бир маълумотлар берилган.

Давлат баландлик таянч шохобчалари қуриш нивелирлаш каталогини тузиш билан яқунланади. Нивелирлаш каталогига нивелирлаш класс, бажарилган йили ва бажарган ташкилот номи, марка ва репер номери, уларнинг типи, жойлашган ўрнининг тасвири, бошланғич репер ёки маркагача бўлган масофа, баландлиги, Кронштадт футштогидан баландлиги кўрсатилади. Баландлик таянч шохобчалари тўғрисидаги материаллар Марказий картография-геодезия фондига топширилади, нусхаси эса нивелирлаш ишини бажарган ташкилотда сақланади. Бирор ташкилот ёки идора, зарур бўлганида, нивелирлаш материалларини Марказий картография-геодезия фондидан ёки унинг жойлардаги бўлимларидан (заказ қилиш йўли билан) олиб фойдаланишлари мумкин.

Давлат нивелирлаш шохобчаларига оид маълумотлар [61]

Нивелирлаш классси	Полигон периметри ёки йўлнинг узунлиги, км	Ишлатилган нивелир		Рейка		Визир нури, ж			Масофа фарқи			1 км йўлдаги хато, мм			Полигон (йўл) бўйича хато чеки, мм
		трубанинг қатъи талаши (қарра)	цилиндрик адилак бўлак қийма-ти	узунлиги, ж	булаги	ердан баландлиги	узунлиги	нор-мал	чекчи	стан-цияда	секцияда	урта-ча	чекчи	систе-матик	
I	3000—4000	44×	12"	3	2 томонли инварли (0,5 см) штрихли	0,8	50	—	0,5	1	± 1,0	± 2	± 0,2	± 3√L	
II	500—600	40—44×	12"	3	— " —	0,5	65	75	1	2	± 2	± 4	± 0,4	± 5√L	
III	150—200	30—35×	15"	3	2 томонли шашкали (1 см)	0,3	75	100	2	5	± 4	± 8	± 0,8	± 10√L	
IV	100	25—30×	25"	3	— " —	0,2	100	150	5	10	± 10	± 20	± 2	± 20√L	

85-§. Маҳаллий (зичлаштириш) геодезик таянч шохобчалари

Юқорида территориянинг 1 : 25 000 ва 1 : 10 000 масштабк топографик планини олиш учун таянч шохобча барпо қилишда ҳар 50—60 км² жойга битта давлат геодезик таянч пункти тўғри келиши лозим дейилган эди. 1,2 ва 3-класс давлат геодезик таянч шохобчаларини ўтказишда пунктлар шундай жойлашадди, 1 : 5000 ва ундан йирик масштабли топографик планлар олиш учун керак бўлган геодезик таянч шохобчалари 4-класс давлат геодезик таянч шохобчаси ва маҳаллий геодезик таянч шохобчаси ўтказиш йўли билан ҳосил қилинади. Маҳаллий геодезик таянч шохобчалари фақат йирик масштабли топографик план олиш учунгина эмас, балки турли инженерлик-геодезик ишларини бажариш учун ҳам асос бўлиб хизмат қилади. Масалан, шаҳар, посёлка ва саноат корхоналари территорияларида қуриладиган маҳаллий геодезик таянч шохобчаларидан шаҳар, посёлкаларни планлаштиришда ҳамда қурилиш лойиҳаларини, шаҳар ер ости коммуникациялари (водопровод, канализация, газопровод, телефон, электрофикация ва иссиқлик билан таъминлаш) лойиҳаларини жойга кўчиришда, саноат корхоналари ва уй-жой биноларининг қурилишини текширишда, қизил чизиқлар ўтказишда, шунингдек метрополитен, канал, кўприк ва бошқаларнинг лойиҳаларини жойга кўчиришда ҳамда бу иншоотларни қуришда фойдаланилади.

Маҳаллий геодезик таянч шохобчалари ҳам планли ва баландлик таянч шохобчаларига бўлинади. Маҳаллий планли геодезик таянч шохобчалари, ўз навбатида, аналитик ва полигонометрик шохобчаларга ажратилади. Аниқлигига қараб бу шохобчалар 1 ва 2-босқич полигонометрик ва аналитик шохобчаларга ажратилади.

Маҳаллий баландлик таянч шохобчалари геометрик нивелирлаш методида барпо қилинадиган техник нивелирлаш шохобчаларидан иборат бўлади.

21-жадвалда шаҳар, посёлка территориялари ва саноат қурилиши майдонларини планга олиш учун уларнинг каттакичиқлигига қараб ўтказиладиган геодезик таянч шохобчалари ҳақидаги маълумотлар берилган.

Давлат геодезик таянч шохобчаларини зичлаштириш мақсадида ўтказиладиган 4-класс триангуляция иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлмаса, масалан, кўп маблағ сарфланадиган баланд сигналлар қуришга тўғри келса ёки чул жойларда сигналлар қуриш учун материал топилмаса, бу шохобча ўрнига 4-класс полигонометрик шохобча ўтказилгани маъқул.

1 ва 2-босқич аналитик шохобчалар триангуляция методида очиқ ва ўр-қир жойларда триангуляция ва полигонометрия пунктлари оралиғида ўтказилади. Улар айрим пункт, қатор учбурчаклар ёки бир неча учбурчаклардан иборат бўлади. Кўпинча икки базис оралиғида ўтказиладиган қатор учбур-

Маҳаллий шохобчаларга оид маълумотлар

Планга олиниши керак бўлган территория, га	Ўтказиладиган геодезик таянч шохобчалари		Нивелирлаш шохобчалари	План олиш шохобчалари
	Давлат геодезик таянч шохобчалари	маҳаллий шохобчалар		
20 000 ва ундан катта	2,3,4	I ва II	II, III ва IV	Теодолит йўли
5 000 дан 20 000 гача	3,4	I ва II	II, III ва IV	
1 000 дан 5 000 гача	4	I ва II	III ва IV	
500 дан 1 000 гача	4	I ва II	IV	
250 дан 500 гача	—	I ва II	IV	
100 дан 250 гача	—	II	IV	
100 гача	—	—	—	

чаклар қўлланилади. Қатор учбурчаклар юқори класс таянч шохобчаларини ўтказиш вақтида аниқ ўлчанган базисдан бошланиб яна базисга боғланади. Икки базис оралиғидagi аналитик шохобчаларда учбурчаклар сони 10 дан ортиқ бўлмаслиги керак. Баъзан аналитик шохобчалар мустақил шохобча тарзида ўтказилиши мумкин. Бунда ҳам икки базис оралиғида учбурчаклар сони 10 тадан кўп бўлмаслиги шарт.

Аналитик шохобчалар учбурчакларининг ички бурчаклари 30° дан кичик, 120° дан катта бўлмаслиги керак. Учбурчак учлари қилиб, асбоб ўрнатилиши мумкин бўлган ва бир-биридан кўринадиган нуқталар танланади. Учбурчак учлари геодезик белгилар билан узоқ вақт сақланадиган қилиб белгиланади. Аналитик шохобчалар пунктларининг отметкалари IV класс нивелирлаш натижасида аниқланади (22-жадвал).

22- жадвал

Аналитик шохобчаларга оид маълумотлар

Аналитик шохобча боғичи	Битта бурчакни ўлчашдаги ўртача квадратик хато	Масофани ўлчашдаги нисбий хато чеки	Учбурчак томони узунлиги, км	Ҳар бир учбурчакда бурчакларнинг чеки фарқи
I	5"	1 : 50 000	2—5	20"
II	10"	1 : 20 000	0,5—3,0	40"

Шаҳар, посёлка территорияларида ва саноат қурилиши майдонларида ўтказиладиган аналитик шохобчаларга юксак талаб қўйилади, чунки бундай жойларнинг йирик масшабли топо-

график планини олишга тўғри келади. Шаҳар, посёлка территориялари ва саноат қурилиши майдонларида юксак аниқликдаги шохобчалар ҳам ўтказилиши мумкин. Бундай шохобчаларда учбурчаклар ички бурчакларининг фарқи $\pm 15''$ дан катта бўлмаслиги, бурчак ўлчаш аниқлиги $3''$ дан, масофа ўлчаш аниқлиги эса $1 : 100\,000$ дан зиёд бўлиши керак. Юксак аниқликдаги 4-класс аналитик шохобчаларда учбурчаклар томонлари $1-5\text{ км}$, 1-босқичда — $2-5\text{ км}$, 2-босқичда эса $0,5-3\text{ км}$ бўлиши мумкин.

1 ва 2-босқич полигонометрия шохобчалари асосан шаҳар, посёлка территориясида ва саноат қурилиши майдонларида юқори класс таянч шохобча пунктлари оралиғида алоҳида йўл тарзида ўтказилади. 1 ва 2-босқич полигонометрия шохобчалари мустақил шохобча бўлса, ёпиқ полигон тарзида ўтказилади. Иморат тушган жойларда маҳаллий полигонометрия шохобчалари ҳар 10 гектар жойга биттадан пункт тўғри келадиган қилиб қурилади. Зарур бўлганида шаҳар, посёлка территорияларида ва саноат қурилиши майдонларида юксак аниқликда 1-босқич полигонометрик шохобча ўтказилиши мумкин.

Одатда, юксак аниқликдаги 1-босқич полигонометрик шохобча катта территорияларда ($15-25\text{ км}^2$ жойда) барпо қилинади. Баъзан 4-класс триангуляция ўрнига 1-босқич полигонометрик шохобчалар ўтказилиши мумкин. Бундай вақтда масофа ўлчашдаги нисбий хато чеки $1 : 20\,000 - 1 : 25\,000$, бурчак ўлчашдаги ўртача квадратик хато чеки эса $3''$ дир. Юксак аниқликдаги 1-босқич полигонометрия йўлининг узунлиги юқори класс шохобча пунктлари оралиғида 10 км гача, тугун нуқталар оралиғида 7 км гача бўлиши мумкин. 1-босқич полигонометрик шохобча томонларини ўлчашдаги нисбий хато чеки — $1 : 10\,000$, бурчак ўлчашдаги ўртача квадратик хато чеки эса $\pm 5''$ дир. Юқори класс шохобча пунктлари оралиғида ўтказилган 1-босқич полигонометрия йўлининг узунлиги иморат тушган территорияларда $3,5\text{ км}$, тугун нуқталар оралиғида эса $2,0\text{ км}$ бўлиши мумкин; бундай вақтда полигонометрия йўли томонларининг ўртача узунлиги тахминан 300 м бўлиши керак. Иморатлар бўлмаган жойларнинг $1 : 1000$ ва $1 : 2000$ масштабли планини олишда полигонометрия йўлининг узунлиги $4-5\text{ км}$ гача бўлиши мумкин.

2-босқич полигонометрик шохобча ўтказишда масофа ўлчашдаги хато чеки $1 : 5000$, бурчак ўлчашдаги ўртача квадратик хато чеки эса $10''$ га тенг. Иморат тушган жойларда юқори класс шохобча пунктлари оралиғида ўтказиладиган 2-босқич полигонометрия йўлининг узунлиги $2,5\text{ км}$, тугун нуқталар оралиғида $1,5\text{ км}$, йўл томонларининг узунлиги тахминан 200 м , иморат бўлмаган очиқ жойларда йўлнинг узунлиги $3-4\text{ км}$ бўлиши мумкин.

Маҳаллий полигонометрик шохобча ўтказишда полигон бурилиши бурчаклари аниқ теодолитлар билан ўлчанади. Бур-

чак ўлчашдаги хато чеки қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\Delta Q_{\text{чек}} = \pm m \sqrt{n}; \quad (\text{XII}-7)$$

формулада m — бурчак ўлчашдаги ўртача квадратик хато;
 n — бурчаклар сони.

Маҳаллий полигонометрик шохобчалар қуришда полигон томонларининг узунлиги топографик светодальномерлар ёки инвар симлар билан ё бўлмаса паралактик методда ўлчанади. 2-босқич полигонометрияда масофани аниқ оптик дальномер билан ўлчаш мумкин.

Маҳаллий баландлик шохобчалари геометрик нивелирлаш методида юқори класс нивелирлаш шохобчалари пунктлари оралиғида ёки ёпиқ полигон тарзида нисбий баландликлар хатоси $\Delta h_{\text{чек}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}$ дан катта бўлмайдиган қилиб ўтказилади.

ХШ БОБ

ПЛАН ОЛИШ ШОХОБЧАЛАРИ

86-§. План олиш шохобчалари ҳақида умумий тушунча

Территориянинг топографик планини олиш учун триангуляция, полигонометрия ва нивелирлаш шохобчаларига асосланиб, план олиш шохобчалари қурилади.

Бунда триангуляция ёки полигонометрия методи қўлланилади. План олиш шохобчаси триангуляция методида қурилса — аналитик шохобча, полигонометрик методда қурилса — теодолит йўли деб аталади.

Баландлик план олиш шохобчалари техник ва геодезик нивелирлаш усулларида қурилади. Планли ва баландлик план олиш шохобчалари биргаликда ёки алоҳида-алоҳида қурилиши мумкин. План олиш шохобчаларининг зичлиги план олиш масштабига боғлиқ. План олиш шохобчалари давлат геодезик таянч шохобчалари ва маҳаллий шохобчалар пунктлари билан биргаликда, 1 : 5000 масштабли план олишда ҳар 1 км² жойга 4 та, 1 : 2000 масштабли план олишда — 12 та, 1 : 1000 масштабли план олишда — 16 та пункт тўғри келадиган қилиб қурилади. 1 : 500 масштабли план олишда пунктлар сони жой шароитига боғлиқ бўлиб, рекогносцировка вақтида аниқланади.

План олиш шохобчалари давлат ёки маҳаллий геодезик таянч шохобчалари пунктларига боғлаб қурилади. Катталиги 25 гектаргача бўлган территориянинг планини олишда ҳамда иккинчи даражали аҳамиятга эга бўлган инженерлик-геодезия ишларида план олиш шохобчалари мустақил шохобча тарзида қурилиши мумкин.

План олиш шохобчаларини қуриш усули жойнинг шароитига ҳамда план олиш шохобчасининг қандай мақсадда қурилишига қараб танланади. Одатда ўзлаштирилмаган баланд-паст жойларда ва иморат тушмаган очиқ жойларда аналитик шохобчалар қурилади, ўзлаштирилмаган ва дарахтлар ўсиб турган

ҳамда бинолар бор жойларда теодолит йўллари ўтказилади. Масофани ўлчаш қийин бўлган жойларда план олиш шохобчалари геодезик кесиштириш, геодезик тўртбурчаклар ва бошқа усулларда қурилиши мумкин.

Теодолит йўли ва аналитик шохобчалар пунктларининг координаталари жойда бурчак ва масофа ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади. План олиш шохобчалари пунктларининг жойдаги ўрни график усулларда ҳам аниқланиши мумкин. Таянч пунктлар ўрнини аниқлашнинг график усулига геометрик шохобчани, мензула йўлини ўтказиш усулларини ва фототриангуляция усулини мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бу усуллар территорияни планга олиш ишининг таркибий қисми ҳисобланади. Шунинг учун геометрик шохобча ва мензула йўли ҳақидаги маълумот мензула билан план олиш боби (XVII боб) да, фототриангуляция ҳақидаги маълумот эса аэрофото-топографик усулда план олиш боби (XIX боб) да берилган.

Теодолит йўли ва аналитик шохобчалар фақат жойни планга олишдагина эмас, балки турли инженерлик-геодезик ишларида, масалан, хилма-хил иншоотлар лойиҳасини тузиш мақсадида олиб бориладиган қидирув ишларида, тузилган лойиҳаларни жойга кўчиришда ҳамда иншоотлар қуришда, дарё суви оқимининг нишабини аниқлашда, шунингдек колхоз-совхозларнинг ва бошқа хўжаликларнинг чегараларини белгилашда, геологик, географик ишларда, йўл қурилишида ва бошқа қидирув ишларида ҳам ўтказилади. Шунинг учун бу бобда теодолит йўли, аналитик шохобча ҳамда план олиш шохобчаларини геодезик кесиштириш ва геодезик тўртбурчаклар усулларида барпо қилиш ҳақидаги маълумотлар берилди.

87-§. Теодолит йўлини ўтказиш лойиҳасини тузиш ва жойда бажариладиган ишлар

Теодолит йўли учлари жойда белгиланган кўпбурчакдан иборат; кўпбурчакнинг $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ томонлари ва бу томонлар орасидаги $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ бурчаклар ўлчанади. Ўлчаш натижаларига асосланиб кўпбурчак учларининг координаталари топилади.

Теодолит йўли очиқ ва ёпиқ полигон ҳамда осма йўл кўришида бўлиши мумкин. Очиқ полигон кўришидаги теодолит йўли иккита геодезик таянч пункт оралиғида ўтказилади. Теодолит йўли бир таянч пунктдан бошланиб яна шу пунктга келиб боғланса, ёпиқ полигон ҳосил бўлади. Бир учи таянч пунктдан бошланган ёки таянч пунктга келиб боғланган, ё бўлмаса, умуман, координаталари номаълум бўлган икки нуқта оралиғида ўтказилган теодолит йўли *осма йўл* деб юритилади.

Теодолит йўлини ўтказиш вақтида бажариладиган ишлар:

- 1) теодолит йўлининг лойиҳасини тузиш;
- 2) рекогносцировка;
- 3) теодолит йўли пунктларини жойда белгилаш;

4) теодолит йўлини ўтказиш вақтидаги ўлчаш ишлари;

5) ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ва теодолит йўли пунктларининг координаталарини аниқлаш (88-§).

Теодолит йўлининг лойиҳасини тузиш. Теодолит йўли лойиҳаси йирик масштаби топографик карта ёки план асосида тузилади. Карта ёки планда плани олинадиган территориядаги барча триангуляция, полигометрия пунктлари ва территориянинг чегараси ёки планшетлар рамкаси кўрсатилади.

Лойиҳани тузишда қуйидагиларга эътибор берилиши лозим:

1. Теодолит йўллари мақсадга мувофиқ бўлиши керак. Теодолит йўли турли мақсадларда ўтказилганлигидан, унга қўйиладиган талаблар ҳам турлича бўлади. Масалан, план олишда теодолит йўлига асосланиладиган бўлса, пунктлар плани олинадиган территорияда бир меъёрда жойланиши лозим. Бунда теодолит йўлида шундай пунктларни танлаш керакки, уларга асбоб ўрнатиш мумкин бўлсин, пунктлардан жой яхши кўринсин ва ўлчаш ишларини бажариш осон бўлсин. Шаҳар ва посёлкалар планини олишда теодолит йўли кўча ва проездлар бўйлаб ўтказилади. Йўл, канал каби чўзилиб кетган иншоотлар лойиҳасини тузиш мақсадида олиб бориладиган қидирув ишларида теодолит йўли мазкур иншоотлар трассаси бўйлаб ўтказилади. Дарёларни текшириш, тўғонлар ва шу каби бошқа гидротехник иншоотлар қуриш вақтида теодолит йўли дарё қирғоғи бўйлаб, колхоз ва совхоз ерларининг планини олиш вақтида эса колхоз ёки совхоз чегараси бўйлаб ўтказилади ва ҳ. к.

2. Теодолит йўлини ўтказиш вақтидаги ўлчаш натижаларини текшириш ва уларга баҳо бериш учун теодолит йўли триангуляция, полигометрия ёки маҳаллий шохобчалар, умуман, планли координаталари маълум бўлган пунктларга боғланиши ёки ёпиқ полигон ва тугун пунктлар ҳосил қилиши керак.

3. Теодолит йўлининг ҳар бир томони 350 м дан узун, ўзлаштирилган жойда 20 м дан, ўзлаштирилмаган жойда эса 40 м дан қисқа бўлмаслиги лозим. Полигон ёки йўлда қисқа томон билан узун томон бирин-кетин келмагани маъқул.

4. Бошланғич ва охириги пунктлар ҳамда тугун пунктлар оралиғи белгиланганидан узун бўлмаслиги керак (23-жадвал).

23- ж а д в а л

Йирик масштаби план олишда асосланиладиган якка теодолит йўли узунлиги [38]

План олиш масштаби	Якка теодолит йўли узунлиги, чеки, км	
	ўзлаштирилган жойда	ўзлаштирилмаган жойда
1 : 500	0,8	1,2
1 : 1000	1,2	1,8
1 : 2000	2,0	3,0
1 : 5000	4,0	6,0

ҳар бешинчи пункти полигонометрия репери ёки грунт реперлари билан белгиланади. Грунт реперининг атрофи учбурчак ёки тўртбурчак шаклида ковлаб белгилаб қўйилади.

Теодолит йўлини ўтказиш вақтидаги ўлчаш ишлари:
а) *бурчакларни ўлчаш.* Теодолит йўлининг бурилиш бурчаклари $30''$ ёки $1'$ аниқликда ўлчайдиган техникавий теодолитлар ёрдамида тўлиқ приёмда ўлчанади. Ҳар бир ярим приёмда теодолит лимби тахминан 90° бурилади. Теодолит йўлининг томони қисқа бўлган ҳолларда пунктда веха ўрнига шпилька ўрнатса ҳам бўлади. Вехани вертикал ҳолатда кузатиладиган пунктнинг орқа томонига шундай ўрнатиш керакки, теодолитдан рейкага қараганда визир нур веханинг қоқ ўртасидан ўтсин.

Бурчак ўлчашда ҳар ярим приёмдаги ўлчаш натижаларининг фарқи $\pm 1'$ дан ошмасин. Фарқ катта бўлмаса, ҳар ярим приёмда олинган натижанинг ўртача арифметик миқдори ўлчанган бурчакнинг қиймати деб қабул қилинади. Фарқ катта бўлган тақдирда бурчак қайта ўлчанади.

Теодолит йўлини ўтказган вақтда йўлнинг фақат бир томонидаги бурилиш бурчаги, яъни ё чап ёки ўнг бурчак ўлчанади. Ўлчаш натижалари махсус журналга ёзиб борилади (16-жадвалга қаралсин). Журналга барча маълумотлар қора қаламда ёзилади. Ёзилган рақамларни ўчириш, ўзгартириш ёки устма-уст ёзиш мумкин эмас. Нотўғри ёзилган рақамлар чизилиб, устига тўғриси ёзиб қўйилади. Ўлчаш вақтида қўпол хатога йўл қўймаслик учун бурчак билан бир қаторда теодолит йўли томонларининг магнит азимутларини ҳам ўлчаш керак. Бурчак қиймати жойнинг ўзида ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади;

б) *теодолит йўлининг томонларини ўлчаш.* Теодолит йўлининг томонлари икки марга, яъни тўғри ва тескари йўналишида ёки иккита асбоб билан тўғри йўналишда ўлчанади. Масофани ўлчашда узунлиги 20 м келадиган штрихли пўлат лентадан ёки аниқ қўш тасвирли оптик дальномерлар (ДАР-100, ДД-3, ДД-5, ДНТ ва бошқалар) дан фойдаланилади.

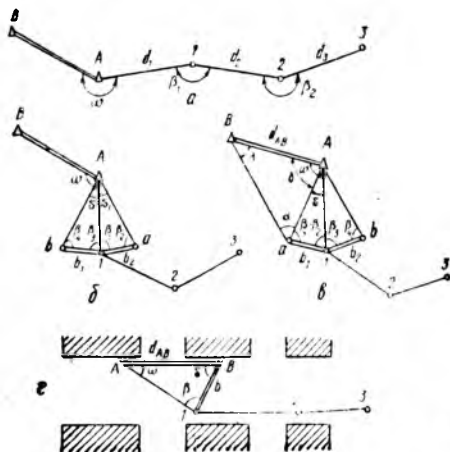
Инженерлик иншоотлари қурилган майдонларда, серкатнов йўлларда ва масофани ўлчаш ноқулай бўлган жойларда теодолит йўли томонларини дальномер билан ўлчаш маъқул, бунда иш унумли бўлади ва аниқроқ натижага эришилади.

Теодолит йўли томонларини икки марта ўлчаш натижаларининг фарқи ўлчаш қулай бўлган жойларда ҳар 100 м га 5 см дан, ўлчаш ноқулай бўлган жойларда эса 7 — 10 см дан ошмаслиги керак. Масофа пўлат лента билан ўлчанадиган бўлса, лента компарирланиши, дальномер билан ўлчанадиган бўлса, дальномер текширилиши ва коэффициенти аниқланиши зарур. Теодолит йўли томонлари тўғри чизик бўйича ўлчаниши керак. Бунинг учун теодолит йўлининг бурчак учларидаги вехалар орасига 100 — 150 м оралатиб қўшимча вехалар ўрнатилади.

Ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш мақсадида қиялик бурчагини ҳам ўлчаш керак. Агар масофани ўлчаш учун пўлат лента ишлатиладиган бўлса, горизонтал бурчакни теодолит ёрдамида ўлчаган вақтда қиялик бурчаги ҳам ўлчаб кетилади. Дальномердан фойдаланганда эса қиялик бурчаги масофани ўлчаган вақтда ўлчаб борилади.

Теодолит йўли томонлари лента билан ўлчанганда, дальномер бўлмаган ва теодолит йўли томони бирор тўсиқ, масалан, дарё, сой, канал, жар ва бошқаларни кесиб ўтган ҳолларда бориб бўлмайдиган масофани аниқлаш усулидан фойдаланилади. Бунда ҳам ўлчаш натижалари махсус журналга ёзиб борилади;

в) *теодолит йўлини геодезик таянч шохобчаларига боғлаш*. Теодолит йўли пунктларининг координаталарини давлат ёки маҳаллий координата системасида аниқлаш учун теодолит йўли координаталари маълум бўлган пунктларга боғланади. Теодолит йўли ўтказилаётган жойда ёки унинг яқинида координаталари маълум пункт бўлса, теодолит йўли бу пунктга бевосита боғланади (130-шакл, а). Теодолит йўлини таянч пунктга бевосита боғлашда таянч пункт (А) га теодолит ўрнатилиб, таянч пункт (А) билан теодолит йўли пункти (1) орасидаги ёндош бурчак (ω) ва А — 1 томон узунлиги ўлчанади. А ва В таянч пунктларни туташтирувчи чизиқнинг дирекцион бурчаги (α) маълум бўлса, дирекцион бурчак билан ёндош бурчак (ω) га асосланиб А — 1 томоннинг дирекцион бурчаги ҳисоблаб чиқарилади. Сўнгра А — 1 томоннинг узунлигидан ва дирекцион бурчагидан фойдаланиб теодолит йўли пункти (1) нинг координаталари тўғри геодезик масалани ечиш усулида ҳисоблаб чиқарилади. А — 1 томонни бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган ҳолларда бу масофа аналитик усулда бориб бўлмайдиган масофани аниқлаш йўли билан топилади (130-шакл, б).



130- шакл.

Теодолит йўлини таянч пунктга боғлашда ёндош бурчак (ω) ни ҳам, $A - I$ томонни ҳам ўлчаб бўлмаса, ёндош бурчакни ўлчаш учун махсус базис олинади (130-шакл, θ). Бу базис ($1 - a$) нинг учи (a) га теодолит ўрнатилиб a бурчак ўлчанади. Сўнгра IAa учбурчакни ечиш йўли билан AI томоннинг узунлиги ҳисоблаб чиқарилади. Бошланғич AB томоннинг узунлиги маълум бўлса, λ , γ , δ ва ω бурчаклар қиймати унинг ёрдамида қуйидаги формулалар бўйича топилади:

$$\begin{aligned}\sin \lambda &= \frac{d_{Aa}}{d_{AB}} \sin \alpha \\ \gamma &= 180 - (\alpha + \lambda) \\ \delta &= 180 - (\beta_1 + \beta_2) \\ \omega &= \gamma + \delta.\end{aligned}\quad (\text{XIII}-1)$$

Шаҳар, посёлка ва саноат корхоналари территориясида полигонометрия пунктлари кўпинча деворга ўрнатилган бўлади. Бу пунктларга теодолит йўлини боғлаш учун 1-пунктда турилиб девордаги A ва B реперлар йўналиши орасидаги бурчак δ ҳамда $B - I$ томон, яъни базис b ўлчанади (130-шакл, z). 1-пункт учун шундай жойни танлаш керакки, у ерда A ва B реперларнинг маркази кўриниб турсин ва β бурчак иложи борича 90° га яқин бўлсин. Базис b жуда қисқа бўлганлигидан δ бурчакни ўлчаш анча қийин. Шунинг учун B ва 1 пунктларни туташтирувчи чизиқ бўйлаб ип тортилади. Ипнинг узоқ учига теодолитнинг қараш трубаси визирланади ва бу ипдан бошлаб бурчак 180° гача ўлчанади. Сўнгра ω ва δ бурчаклар қиймати қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$\sin \omega = \frac{b}{d_{AB}} \sin \beta; \quad \delta = 180^\circ - (\omega + \beta) \quad (\text{XIII}-2)$$

$A - I$ томоннинг узунлиги қуйидаги формула бўйича топилади:

$$d_{AI} = d_{AB} \sin \delta \operatorname{cosec} \beta = b \sin \delta \operatorname{cosec} \omega \quad (\text{XIII}-3)$$

Теодолит йўли ўтказиладиган жойда таянч пунктлар бўлмаса, катта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳолларда теодолит йўли бирор пунктининг координаталари йирик масштабда картдан аниқланади. Карта бўлмаган тақдирда бу нуқта координатаси шартли равишда бирор миқдорга тенг деб қабул қилинади. Бундай пайтда теодолит йўли бир томонининг ёки икки томонининг магнит азимути теодолит буссоли ёрдамида ёки астрономик азимути кузатиш йўли билан аниқланади.

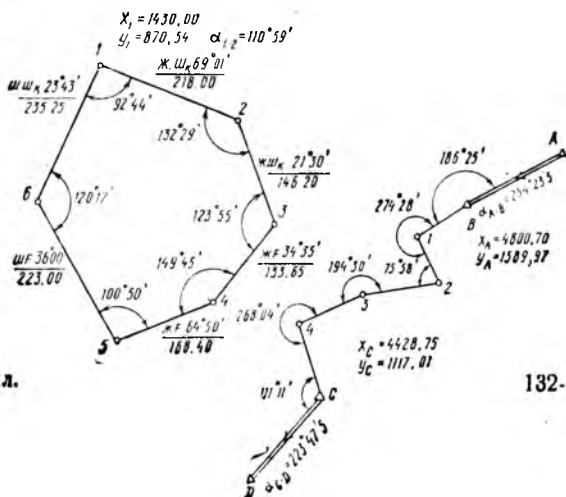
88-§. Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ва теодолит йўли пунктларининг координаталарини аниқлаш

Теодолит йўлини ўтказиш натижаларини ҳисоблаш ўлчаш натижалари (журналлари) ни текшириш ва қайта ишлаб чиқиш, теодолит йўли схемасини тузиш ва пунктлар координаталарини аниқлаш ишларини ўз ичига олади.

Ўлчаш натижалари (журналлари) ни текшириш. Тўлғазилган журналларни текширишда бурчак ва масофа ўлчаш натижалари қайта ҳисоблаб кўрилади. Шу мақсадда верньерлардан олинган санокларнинг ўртачаси, бурчакларни ярим приёмларда ўлчаш натижалари ҳамда бурчаклар қийматининг тўғри ҳисобланганлиги текширилади. Ўлчанган магнит азимутларига асосланиб бурилиш бурчаклари ҳисоблаб кўрилади. Шунингдек теодолит йўли томонларининг тўғри ва тескари йўналишда беҳато ўлчанганлиги ҳам текшириб кўрилади. Текширилган қийматлар сиёҳ ёки қизил қаламда белгилаб қўйилади. Ҳисобларда хатога йўл қўйилганлиги аниқланса, хато рақам чизилиб, устига тўғриси ёзилади. Бурчак ва масофани ўлчашда рўй берган хатолар йўл қўйилган чекли хатодан катта бўлса, қайси бурчак ёки масофани қайта ўлчаш кераклиги журналнинг эс-латма устунига ёзиб қўйилади.

Ўлчаш натижаларини ҳисоблаш. Ўлчаш натижаларини ҳисоблашда, дастлаб, теодолит йўли томонларининг горизонтал проекцияси аниқланади. Шаҳар ва посёлка территорияларида теодолит йўлини ўтказиш тўғрисидаги инструкция СН — 212 — 73 га [38] мувофиқ, теодолит йўли томонларининг қиялик бурчаги $1^{\circ},5$ дан катта бўлганда бу томонларнинг қиялигига тузатиш киритилади. Шундан кейин теодолит йўлининг бево-сита ўлчаб бўлмайдиган томонининг узунлиги ҳисоблаб чиқарилади ва теодолит йўли геодезик таянч пунктларга боғланган теодолит йўли пунктнинг координаталари аниқланади.

Теодолит йўли схемасини тузиш. Теодолит йўлининг схемаси бурилиш бурчакларининг қийматлари ва томонларнинг узунлигидан фойдаланиб миллиметрларга бўлинган қоғозга их-



тиёрий масштабда чизилади. Схемада таянч пунктлар, уларнинг координаталари ҳамда дирекцион бурчаклари, теодолит йўли пунктлари ва томонларнинг узунлиги (1 см аниқликкача яхлитланиб), бурчаклар қиймати ($0',1$ гача яхлитланиб) кўрсатилади ҳамда бурчак ўлчаш натижалари хатоси ёзилади. 131-шаклда ёпиқ полигон кўринишидаги, 132-шаклда эса иккита таянч пункт орасида ўтказилган очиқ полигон кўринишидаги теодолит йўлининг схемаси кўрсатилган.

Теодолит йўли схемасидаги барча қийматлар текширилиб кўрилган, аниқ ва тўғри бўлиши керак. Чунки кейинги ҳисоблашда шу қийматларга асосланилади.

Теодолит йўли пунктларининг координаталарини ҳисоблаш. Теодолит йўли ёпиқ полигон ёки очиқ полигон бўлганлигидан, пунктларнинг координаталарини ҳисоблаш бир-биридан бир оз бўлса ҳам фарқ қилади.

Ёпиқ полигон пунктларининг координаталарини ҳисоблаш. Ёпиқ полигон пунктларининг координаталари қуйидаги тартибда кетма-кет ҳисоблаб чиқарилиб, махсус журналга ёзилади (25-жадвал).

1. Журналнинг 1-устунига дирекцион бурчаги маълум бўлган томоннинг бошланғич нуқтасидан бошлаб пунктлар номери ёзилади. Журналнинг 2-устунига — ўлчанган бурчакларнинг ўргача қийматлари, 6-устунига — теодолит йўли томонларининг горизонтал проекциялари, 4-устунига — маълум дирекцион бурчак ҳамда 11 ва 12-устунларига бошланғич таянч пунктнинг маълум координаталари теодолит йўли схемасидан кўчириб ёзилади. Бу қийматлар кейинги ҳисоблаш натижаларидан ажралиб турмоғи учун қизил сиёҳда ёзилади ёки остига қизил қалам билан чизиб қўйилади.

2. Бурчак хатолиги аниқланади. Бунинг учун ўлчанган бурчакларнинг йиғиндиси ($\sum \beta_{\text{ўлч.}}$) чиқарилади, уни шу бурчакларнинг назарий йиғиндиси ($\sum \beta_{\text{наз.}}$) дан айириб бурчак хатолиги (ΔQ) топилади. Демак, ёпиқ полигоннинг бурчак хатолиги қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta \theta = \sum \beta_{\text{ўлч.}} - \sum \beta_{\text{наз.}} \quad (\text{XIII} - 4)$$

Формуладаги $\sum \beta_{\text{наз.}}$ ёпиқ полигон ички бурчакларининг назарий йиғиндиси қуйидагига тенг:

$$\sum \beta_{\text{наз.}} = 180(n - 2). \quad (\text{XIII} - 5)$$

3. Бурчак хатолигининг йўл қўйиладиган миқдордан четга чиққан-чиқмаганлиги аниқланади. Бурчак ўлчаш хато чеки қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta \theta_{\text{чек.}} = \pm 1 t \sqrt{n}; \quad (\text{XIII} - 6)$$

бу ерда t — теодолит горизонтал доирасидан саноқ олиш аниқлиги;

n — бурчаклар сони.

Теодолит йўли пунктларининг координаталарини ҳисоблаш журнали (ёпиқ полигон)

Пункт номери	Горизонтал бурчаклар		Дирекцион бурчак	Румблар	Полигон томонларининг горизонтал проекц.	Ҳисобланган координата оғтирмалари			Тўғрилган координата оғтирмалари			Координаталар		
	улачангани	тўғриллагани				$\pm \Delta x$	$\pm \Delta y$	$\pm \Delta x$	$\pm \Delta y$	$\pm x$	$\pm y$			
1	92°43',0 + 0,5	92°44',0	110°59'	ЖШҚ 69°01'	218,00	-78,13 ⁻¹	+203,52 ⁻³	-	78,14	+203,49	-	1430,00	+870,54	
2	132°28',5 + 0,5	132°29',0	158°30'	ЖШҚ 21°30'	146,20	-136,02 ⁻¹	+53,58 ⁻²	-	136,03	+53,56	-	1508,14	+1074,93	
3	123°54',5 + 0,5	123°55',0	214°35'	ЖФ 34°35'	133,65	-110,03 ⁻¹	-67,98 ⁻²	-	110,04	-68,00	-	1644,17	+1127,59	
4	149°44',5 *	149°45',0	244°50'	ЖФ 64°50'	168,40	-71,62 ⁻¹	-152,41 ⁻³	-	71,63	-152,44	-	1754,21	+1059,59	
5	100°50',0 + 0,5	100°50',0	324°00'	ШФ 36°00'	223,10	+180,48 ⁻¹	-131,14 ⁻¹	+	180,47	-131,18	-	1825,84	+907,15	
6	120°16',5	120°17',9	23°43'	ШШҚ 23°43'	235,25	+215,39 ⁻²	+94,61 ⁻¹	+	215,37	+94,57	-	1645,37	+775,97	
$\sum \beta_{\text{теод}} = 719^{\circ}58'0$		720°00,0			$\sum d =$ =1124,60	-395,80	-351,53		-395,84	-351,61				
$\sum \beta_{\text{наз.}} = 720^{\circ}00'0$						+395,87	+351,71		+395,84	+351,61				
$\Delta \theta = -2'0$						$f_x = +0,07$	$f_y = +0,18$		0,00	0,00				
$\Delta \beta_{\text{шек.}} = \pm 1,5\sqrt{\pi} = 3'6$														

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,19 \quad f_{\text{числ}} = \frac{1}{\sum d} = \frac{1}{5919}$$

Бурчак хатолиги йўл қўйиладиган даражада бўлса, ўлчанган бурчакларга тескари ишора билан $0',1$ аниқликкача яхлитланиб тарқатилади. Полигон томонларининг узунлиги тахминан бир хил бўлса, барча бурчакларга бир хил тузатиш киритилади. Полигон томонлари бир-биридан катта фарқ қилса, томонлари қисқа бўлган бурчакка каттароқ тузатиш киритилади.

4. Киритилган тузатишлар ўлчанган бурчаклар қийматига алгебраик қўшилиб, тузатилган бурчаклар қиймати топилади. Тузатилган бурчаклар йиғиндиси бурчакларнинг назарий йиғиндисига тенг бўлса, тузатиш тўғри киритилган бўлади.

5. Полигон томонларининг дирекцион бурчаклари ҳисоблаб чиқарилади. Бунда қуйидаги формулалардан фойдаланилади:

$$\begin{aligned} \alpha_{i+1} &= \alpha_i + 180^\circ - \beta, \\ \alpha_{i+1} &= \alpha_i + \beta' - 180; \end{aligned} \quad (\text{XIII} - 7)$$

бу ерда α_i — маълум дирекцион бурчак;

β — полигон йўналишидаги ўнг бурчак;

β' — полигон йўналишидаги чап бурчак. Дирекцион бурчаклар ҳисобидан бошланғич дирекцион бурчак келиб чиқса, ҳисоб тўғри бўлади.

Дирекцион бурчакларни ҳисоблашда α_i ва 180° йиғиндиси ўлчанган бурчакдан кичик бўлса, бу бурчак қийматини айиришдан олдин $\alpha_i + 180$ га 360° қўшилади. Агар XIII — 7 формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилган дирекцион бурчак қиймати 360° дан катта бўлса, ундан 360° айрилади. Ҳисобланган дирекцион бурчаклар қиймати журналнинг 4-устунига ёзилади.

6. Дирекцион бурчаклар румбга айлантирилади. Дирекцион бурчаклар румбга айлантирилса, кейинги ҳисоблашлар вақтида тригонометрик функциялар ёки координата орттирмалари жалвалларидан фойдаланиш осон бўлади.

Дирекцион бурчакларни румбга айлантиришда координата орттирмалари ишоралари қуйидаги жадвалдан топилади.

Координата орттирмаларининг ишоралари

Чораклар	Дирекцион бурчак қиймати	Румб		Координата орттирмаларининг ишоралари	
		номи	дирекцион бурчак билан боғлиқлиги	Δx	Δy
I	$0^\circ - 90^\circ$	ШШҚ	$r = \alpha$	+	+
II	$90^\circ - 180^\circ$	ЖШҚ	$r = 180^\circ - \alpha$	-	+
III	$180^\circ - 270^\circ$	ЖҒ	$r = \alpha - 180^\circ$	-	-
IV	$270^\circ - 360^\circ$	ШҒ	$r = 360^\circ - \alpha$	+	-

7. Тўғри бурчакли координата орттирмалари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$\begin{aligned}\Delta x &= d \cos \alpha = \pm d' \cos r, \\ \Delta y &= d \sin \alpha = \pm d' \sin r;\end{aligned}\quad (\text{XIII} - 8)$$

бу ерда d — полигон томонининг горизонтал проекцияси;
 α — шу томон дирекцион бурчаги;
 r — шу томон румби.

Ҳисобланган координата орттирмалари журналнинг 7 ва 8-устунларига ёзилади (25-жадвалга қаралсин). Координата орттирмаларини ҳисоблашда махсус жадваллардан фойдаланилади. [63].

8. Координата орттирмалари хатолиги аниқланади. Бунинг учун координата орттирмалари (Δx ва Δy) нинг алгебранк йиғиндиси алоҳида-алоҳида ҳисоблаб чиқарилади. Геометриядан маълумки, ёпиқ полигон томонларининг ҳар қандай ўққа проекцияларининг йиғиндиси нолга тенг. Шунга кўра ёпиқ полигон координата орттирмаларининг йиғиндиси $\sum \Delta x = 0$ ва $\sum \Delta y = 0$ бўлиши керак. Лекин ўлчаш ва ҳисоблашда тасодиқий хатолар туфайли йиғинди $\sum \Delta x = 0$ ва $\sum \Delta y = 0$ бўлмай, балки бирор кичик миқдорга тенг, яъни

$$\sum \Delta x = f_x; \quad \sum \Delta y = f_y. \quad (\text{XIII} - 9)$$

бўлади. f_x — абсцисса ўқи йўналишидаги хатолик, f_y эса ордината ўқи йўналишидаги хатоликдир.

Координата орттирмалари хатолигининг абсолют қиймати (fd) полигон периметридаги хатолик билан ифодаланади. 150-шаклда полигон периметридаги хатолик fd билан ифодаланади ва қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$fd = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (\text{XIII} - 10)$$

Полигон периметри $\sum d$ билан ифодаланса, полигон периметридаги нисбий хатолик $\frac{fd}{\sum d}$ бўлади. Одатда нисбий хато сурати 1 бўлган оддий каср билан ифодаланиб, қуйидагига тенг бўлади:

$$\frac{fd}{\sum d} = \frac{1}{f_{\text{нисб}}}. \quad (\text{XIII} - 11)$$

Полигон периметридаги йўл қўйиладиган хатолик теодолит йўлининг ўлчаш аниқлигига ва жой шароитига боғлиқ. Полигон томонлари узунлиги 20 м келадиган пўлат лента билан, бурилиш бурчаклари эса 1' аниқликдаги теодолит билан ўлчанган бўлса, масофа ўлчаш қулай бўлган жойда нисбий хато 1:3000 дан, ўлчаш қулайлиги ўртача бўлган жойда — 1:2000 дан, ўлчаш ноқулай жойда эса 1:1000 дан ошмаслиги керак.

9. Координата орттирмаларининг нисбий хаголиги йўл қўйиладиган даражада бўлса, хатолик тескари ишора билан 1 см гача яхлитланиб, полигон томонларига пропорционал тарқатилади. Полигон томонларига киритиладиган тузатиш ҳар бир томон орттирмалари устига (журналнинг 7 ва 8-устунларига) ёзилади. Хаголикни координата орттирмаларига тарқатишни осонлаштириш учун полигон периметрининг ҳар 100 м га қанча хатолик тўғри келишини аниқлаб олиш лозим. Бунинг учун координата хатолиги полигон периметридаги юзлар сонига бўлиб чиқилади.

10. Тузатишлар орттирмаларга алгебраик қўшилиб, тузатилган координата орттирмалари топилади ва журналнинг 9 ҳамда 10-устунларига ёзилади, Тузатилган координата орттирмалари ўз ўқи бўйича қўшиб кўриб текширилади. Шунда $\sum \Delta x$ ва $\sum \Delta y$ нолга тенг бўлиши керак.

11. Полигон учларининг координаталари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади:

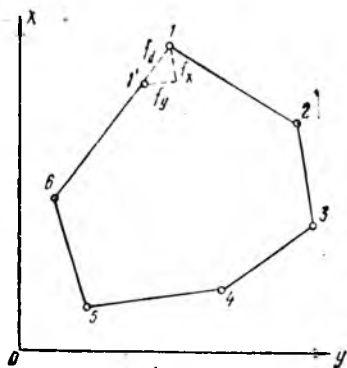
$$\begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x_i; \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y_i, \end{aligned} \quad (\text{XIII} - 12)$$

бу ерда x_i ва y_i — полигон бошланғич пунктнинг маълум координаталари. Ҳисоблаб чиқарилган координата орттирмалари журналнинг 11 ва 12-устунларига ёзилади. Ҳисобнинг тўғри-нотўғрилиги охириги пунктнинг координаталарига полигон охириги томонининг орттирмаларини қўшиб кўриб текширилади. Шунда биринчи пунктнинг координаталари келиб чиқиши керак.

Очиқ полигон пунктларининг координаталарини ҳисоблаш. Координаталари маълум бўлган иккита таянч пункт орасида ўтказилган очиқ полигон пунктларининг координаталари қуйидаги тартибда кетма-кет ҳисобланади:

1. Координата ҳисоблаш журналининг (27-жадвал) 1-устунига таянч пунктлар номи ва теодолиг йўли пунктларининг номери, 2-устунига — ўлчанган ёндош бурчак ва йўлнинг бурилиш бурчаклари, 4-устунига — бошланғич ва охириги томонларининг дирекцион бурчаклари, 6-устунига — полигон томонларининг горизонтал проекциялари, 11 ва 12-устунларига эса таянч пунктларнинг координаталари теодолиг йўли схемасидан (132-шакл) олиб ёзилади.

2. Бурчак хатолиги ва унинг чеки аниқланади. Очиқ поли-



133- шакл.

Теодолит йўли нуктларининг координаталарини ҳисоблаш журнали (очиқ полигон)

Пункт номери	Горизонтал бурчак		Дирекцион бурчак	Румб	Полигон томонларининг горизонтал проекцияси	Ҳисобланган координата ортирмалари		Тўғрилانган координата ортирмалари		Координаталар	
	уланганга	тўғриланганга				± Δx	± Δy	± Δx	± Δy	x	y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	186°25'0	186°25'0	254°23'5							4800,70	+ 1589,97
B	274°28'0 +0,5	274°28'0	247°58'5		204,0	76,50 -5	189,10 +4	-	189,06	+ 4724,15	+ 1400,91
1	175°57'5	274°28'0 +0,5	153°30'5	ЖФ. 67°58'5	148,1	132,54 -1	66,05 +3	-	66,08	+ 4591,57	+ 1467,09
2	194°30'0 +0,5	75°58'0	257°32'5	ЖШк 26°29'5	241,0	51,98 -1	235,31 +5	-	52,05	+ 4539,52	+ 1231,79
3	268°03'5 +0,5	194°30'0	243°02'5	ЖФ 77°39'5	235,6	106,79 -6	209,99 +5	-	106,85	+ 4439,67	+ 1021,79
4	111°10'5	268°04'0	154°58'5	ЖФ 63°02'5	225,0	203,87 -5	95,17 +5	-	203,92	+ 4228,75	+ 1117,01
C		111°11'0	223°47'5	ЖШк 25°01'5							
D											

$\sum d = 1953,7$ $\sum \Delta x_{\text{чис}} = -571,68$; $\sum \Delta y_{\text{чис}} = -473,18$; $\sum \Delta r_{\text{тур}} = -571,95$

$\sum \Delta y_{\text{тур}} = -472,96$; $\sum \Delta x_{\text{наз}} = -571,95$; $\sum \Delta y_{\text{наз}} = -472,96$;

$f_x = +0,27$; $f_y = -0,22$;

$f_{\text{абс}} = \sqrt{(0,27)^2 + (0,22)^2} = 0,35$; $f_{\text{нисб.}} = \frac{0,35}{105,7} = \frac{1}{300,0}$

$\sum \beta_{\text{плч}} = 1110°34'5$

$\sum \beta_{\text{наз}} = 1110°36'0$

$\Delta \theta = -1,5$

$\Delta \theta_{\text{чек}} = \pm 1,5 \sqrt{n} = 3,6$

томони оралиғида ёки жойда махсус ўлчанган икки базис оралиғида ўтказилади. Шохобча томонларининг узунлиги 150 м дан қисқа, учбурчакларининг ички бурчаги 30° дан кичик ва 120° дан катта бўлмаслиги керак.

Икки базис оралиғида ўтказиладиган аналитик шохобча учбурчакларининг сони план олиш масштабига боғлиқ. Масалан, 1:5000 масштабда план олишда учбурчаклар 20 тадан, 1:2000 масштабда план олишда 17 тадан, 1:1000 масштабда план олишда—15 тадан, 1:500 масштабда план олишда эса 10 тадан зиёд бўлмаслиги керак. Учбурчаклар сони еттидан зиёд бўлмаса—базис 1:5000 аниқликда, еттидан кўп бўлса—1:10 000 аниқликда ўлчанади [38].

Теодолит йўлини ўтказиш вақтида қандай ишлар қайтарғида бажарилса, аналитик шохобчалар ўтказиш ҳам шу тартибда бажарилади. Бироқ аналитик шохобчалар ўтказишда теодолит йўлининг томонлари эмас, балки базислар ўлчанади.

Аналитик шохобчалар лойиҳасини тузиш ва рекогносцировка вақтида теодолит йўлини ўтказишдаги каби талаблар қўйилади. Шу билан бирга, учбурчакларнинг учлари бир-биридан кўриниши ҳам талаб қилинади. Шунинг учун аналитик шохобча пункти қилиб, ўрнатилган веханинг туби кўринадиган очиқ ва баланд жойлар танланади. Аналитик шохобча пунктлари жойда теодолит йўли пунктлари каби мустақкамланади.

Аналитик шохобча бурчаклари $30''$ ёки $1'$ аниқликдаги техниквий теодолитлар билан тўлиқ приёмда ўлчанади. Учбурчакларнинг ички учала бурчаги ҳам ўлчанади, сўнгра жойнинг ўзида уларнинг тўғри ўлчанганлиги текшириб кўрилади. Бунда бурчак хатолиги $\Delta Q = \pm 1' \sqrt{3} = 1,7$ дан катта бўлмаслиги керак.

Аналитик шохобча ўтказиш вақтида базис 1:5000 аниқликда ўлчаниши керак бўлса—компарирланган пўлат лента, 1:10 000 аниқликда ўлчаниши керак бўлса—топографик светодальномер, инвар ёки пўлат симлар ишлатилади.

Жойда ўлчаш натижалари текшириб кўрилгандан сўнг аналитик шохобча пунктлари координаталарини ҳисоблаш схемаси тузилади. Схемала таянч пунктларнинг координаталари, таянч чизиқларнинг дирекцион бурчаклари ҳамда жойда ўлчаш натижалари кўрсатилади.

Икки базис (таянч чизиқ) оралиғида ўтказилган аналитик шохобча пунктларининг координаталари қуйидагича кетма-кет ҳисоблаб чиқарилади.

1. Ҳар бир учбурчакнинг ички бурчаклари йиғиндиси ва бурчак хатолиги тўғри ҳисобланганлиги текшириб кўрилади. Бурчак хатолиги йўл қўйиладиган даражада бўлса, учбурчакнинг барча бурчакларига тесқари ишора билан тенг миқдорда тарқатилади. Сўнгра тўғриланган бурчаклар қиймати чиқари-

лади. Ҳар бир учбурчакнинг тўғрилланган ички сурчаклари йиғиндиси 180° га тенг бўлиши керак.

2 Жойда бевосита ўлчанган ёки узунлиги олдиндан маълум бўлган базисга ҳамда тўғрилланган ички бурчакларга асосланиб учбурчак томонлари синуслар теоремаси формуллари ёрдамида топилади.

3. Охирги базиснинг ўлчанган ва олдиндан маълум бўлган қийматларини бир-бирига солиштириш йўли билан учбурчак бу томонининг хатолиги аниқланади:

$$\Delta d = b_{улч} - b_{хис}. \quad (\text{XIII}-16)$$

Аналитик шохобча томонлари (бошланғич учбурчак базисдан ташқари) йиғиндиси $\sum d$ нинг Δd хатоликка нисбати *нисбий хато* дейилади: $fd = \frac{\Delta d}{\sum d}$. Бу хато йўл қўйиладиган миқдор ($1:1000-1:1500$) дан катта бўлмаса, учбурчак томонларига қандай тузатиш киритиш кераклиги аниқланади.

4. Учбурчак томонларига киритиладиган тузатишни топиш учун аввало ҳар бир ҳисоблаб чиқарилган томон узунлигининг томонлар йиғиндисига нисбати $\frac{d_i}{\sum d}$ аниқланади. Кейин улар жамланиб ҳар бир томоннинг коэффиценти қуйидаги формула бўйича топилади:

$$K_1 = \frac{d_1}{\sum d};$$

$$K_2 = \frac{d_2}{\sum d}; \quad (\text{XIII}-17)$$

.....

$$K_{b_{ох}} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + b_{ох}}{\sum d} = 1.$$

Ҳар бир томонга киритиладиган тузатиш қуйидаги формула ёрдамида топилади:

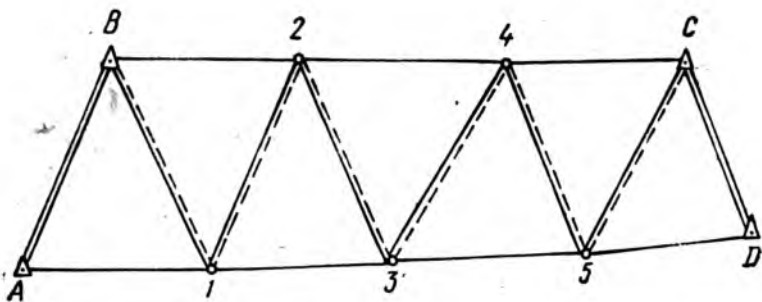
$$v_{d_i} = fd \cdot K_i. \quad (\text{XIII}-18)$$

Охирги базис $b_{ох}$ га киритиладиган тузатишнинг тескари ишорали абсолют қиймати хато қийматига тенг бўлса, тузатишлар тўғри тарқатилган бўлади.

5. Ҳисобланган томон узунлигига тузатишни алгебраик қўшиш йўли билан шохобча томонларининг тузатилган узунлиги аниқланади.

6. Шохобча охирги базисининг топилган қиймати билан унга киритилган тузатиш йиғиндиси шу базиснинг ўлчанган (маълум) қийматига тең бўлиши лозим.

7 Учбурчакларнинг томонлари ҳисоблаб топилгач, учбурчаклар учининг координаталари аниқланади. Бунинг учун аналитик шохобча иккита таянч пункт оралиғида ўтказилган очиқ полигон шаклига келтирилади. 134-шаклда учбурчакларнинг очиқ полигон ҳосил қилувчи томонлари пунктир



131- шакл

чизиқлар билан кўрсатилган. Шохобча пунктларининг координаталари очиқ полигондаги каби ҳисоблаб топилади. Бунда бурилиш бурчакларининг навбатма-навбат ўнг ва чап бурчак бўлишини эътиборга олиш керак. Йўлнинг бурчак хатолигини аниқлаш ва бурчакларни тузатиш тартиби қуйидагича:

а) тузатилган бурчаклар қийматидан фойдаланиб, шохобча охириги томони (CD) нинг дирекцион бурчаги XIII—7 формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади;

б) шохобча охириги томонининг олдиндан маълум бўлган ва ҳисоблаб чиқарилган дирекцион бурчаклари қийматларининг бир-биридан фарқи *бурчак хатолиги* деб аталади. Агар бурчаклар фарқи йўл қўйиладиган миқдордан кичик бўлса, шохобча ўнг бурчакларига тўғри ишора билан, чап бурчакларига эса тескари ишора билан бурчакни тузатиш киритилади. Киритилган тузатишлар йиғиндиси фарқнинг абсолют миқдорига тенг бўлса, тузатишлар тўғри киритилган бўлади;

в) шохобча томонларининг дирекцион бурчаклари XIII—7 формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Охириги томон (CD) нинг ҳисоблаб топилган дирекцион бурчаги маълум дирекцион бурчак қийматига тенг бўлиши ҳисобларнинг тўғрилигидан далолат беради;

г) шохобча томонларининг узунлиги ва дирекцион бурчаклари қийматидан фойдаланиб XIII—8 формулалар ёрдамида координата орттирмалари ҳисоблаб чиқарилади;

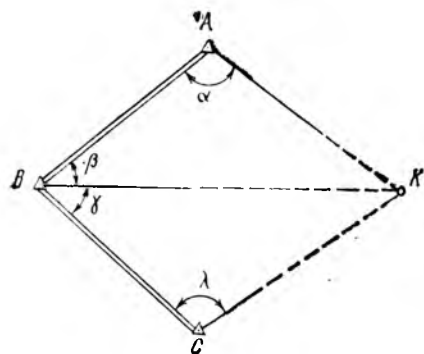
д) координата орттирмаларидаги хатолик очиқ полигондаги каби аниқланади. Хатолик йўл қўйиладиган даражада бўлса, тескари ишора билан томон узунликларига пропорционал тарқатилади;

е) бошланғич пунктнинг олдиндан маълум координаталари ва тузатилган координата орттирмаларидан фойдаланиб, учбурчак учларининг координаталари (XIII—12 формула ёрдамида) аниқланади. Охириги пунктнинг ҳисоблаб топилган ва олдиндан маълум бўлган координаталарининг қийматлари бир-бирига тенг бўлиши ҳисобнинг тўғрилигини кўрсатади.

90-§. Геодезик кесиштириш усуллари

Планли геодезик таянч шохобчаларини юқорида айтиб ўтилган усуллардан ташқари, тўғри кесиштириш, геодезик кесиштириш, паралактик бурчакли геодезик кесиштириш усулларида ҳам ҳосил қилиш мумкин.

Тўғри кесиштириш усули. Бу усул координатаси маълум бўлган 2—3 пунктдан кўринадиган пунктнинг координатасини аниқлашда қўлланилади. Масалан, 135-шаклда координатаси



135-шакл

аниқланиши талаб этилган K пункт координаталари маълум бўлган A , B ва C пунктлардан кўринадиган, дейлик. K пунктнинг координатасини аниқлаш учун A , B ва C пунктларга теодолит ўрнатилиб, α , β , γ ва λ бурчаклар ўлчанади. Сўнгра K пунктнинг координатаси аниқланади; бунинг учун

ўлчаш натижаларидан ва AB , BC томонларнинг маълум узунликларидан фойдаланиб, AK , BK ва CK томонлар синуслар теоремаси формуллари ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади;

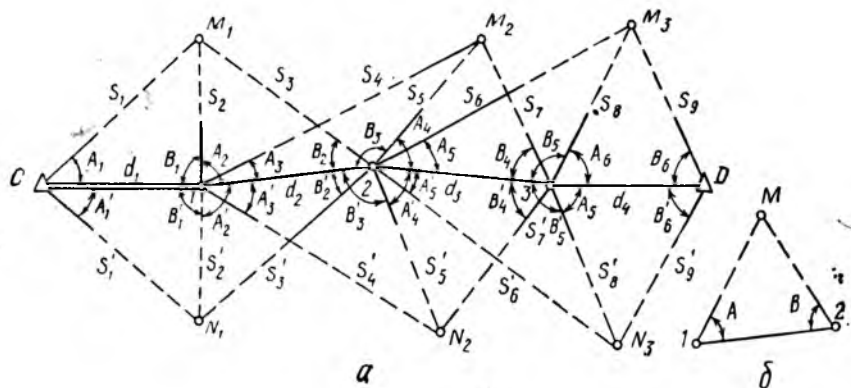
AB ва BC томонларнинг маълум дирекцион бурчакларидан ҳамда ўлчанган α , β , γ ва λ бурчаклардан фойдаланиб, AK , BK ва CK томонларнинг дирекцион бурчаклари топилади;

AK , BK ва CK томонларнинг ҳисоблаб чиқарилган узунликларидан ва дирекцион бурчаклари қийматларидан фойдаланиб K пунктнинг орттирмалари топилади;

ҳисоблаб чиқарилган координата орттирмаларини A , B ва C пунктларнинг маълум координаталарига қўшиб, K пунктнинг координаталари уч марта аниқланади;

уч марта аниқланган координатанинг ўртача арифметик миқдори чиқарилиб, ундан ҳар томон бўйича аниқланган координата айрилади ва йўл қўйилган хато топилади. Хато $1 : 1000$ дан катта бўлмаса, K пунктнинг координатаси тўғри топилган бўлади.

Геодезик кесиштириш усули. Проф. А. И. Дурнев таклиф этган [27] бу усул узунасига кетган мураккаб рельефли жойнинг планини олишда қўлланилади. Магистрал йўл пунктлари (1, 2, 3 ва қўшимча пунктлар (M_1 , M_2 , ...)) нинг координаталарини (136-шакл, а) геодезик кесиштириш усулида аниқлаганда магистрал йўлнинг фақат бошланғич томони d_1 , унинг дирекцион бурчаги α , магистрал йўл пунктлари C , 1, 2, 3, D да туриб горизонтал бурчаклар A_1 , A'_1 , A_2 , A'_2 , ... ўлчанади, холос. Масалан, дарё қайири бўйлаб C ва D пунктлар оралиғида магистрал йўл ўтказилган; шу дарёнинг ҳар икка-



136-шакл

ла томони планини олиш учун шохобча барпо қилиш керак, дейлик. Бу мақсадда:

1) дарё қайри бўйлаб ўтказилган 1, 2, 3 пунктларнинг бир нечасидан кўринадиган қилиб дарёнинг чап қирғоғида M_1 , M_2 ва M_3 пунктлар ва ўнг қирғоғида N_1 , N_2 ва N_3 пунктлар белгиланади;

2) C—I чизиқнинг узунлиги d_1 ўлчанади, теодолит навбат билан 1, 2, 3 ва 4-пунктларга ўрнатилиб A_1 ва A'_1 , B_1 ва B'_1 , A_2 ва A'_2 , A_3 ва A'_3 , B_2 ва B'_2 , A_4 ва A'_4 ва бошқа бурчаклар ўлчанади;

3) шохобча ўтказиш натижасида ҳосил бўлган учбурчакларнинг қиймати аниқланади. Масалан CM_1 1 учбурчакнинг битта d_1 томони ва иккита бурчаги A_1 ва B_1 лар маълум; шу қийматлардан фойдаланиб, синуслар теоремаси ёрдамида S_1 ва S_2 томонларнинг узунлиги, CN_1 1 учбурчакнинг d_1 томонидан ҳамда A'_1 ва B'_1 бурчаклар қийматидан фойдаланиб S'_1 ва S'_2 томонларнинг узунлиги аниқланади. $1M_12$ учбурчакнинг S_2 томони ва иккита бурчаги A_2 ва B_2 лар маълум; шу қийматлардан фойдаланиб d_2 ва S_3 томонларнинг узунлиги топилади; $1N_12$ учбурчак қиймати ҳам шу тарзда топилади.

Магистрал йўлнинг d_2 томони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$d_2 = d_1 \sin A_1 \operatorname{cosec} (A_1 + B_1) \sin (A_2 + B_2) \operatorname{cosec} B_2. \quad (\text{XIII} - 19)$$

Магистрал йўл томонларининг узунлиги икки марта ҳисоблаб кўриб текширилади. Бошқа учбурчакларнинг қийматлари ҳам худди шу тарзда топилади;

4) магистрал йўл пунктларининг координаталари очиқ полигон пунктларининг координаталари каби аниқланади;

5) магистрал йўл пунктларининг координаталари аниқлангач қўшимча пунктлар (M ва N) нинг координаталари топилади 137 шакл, б да 1 ва 2-пунктларнинг координаталари

ҳамда A ва B бурчаклар маълум; шу қийматлардан фойдаланиб M пунктнинг координатасини аниқлаш керак, дейлик. M пунктнинг координатаси қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$x_m = \frac{x_1 \operatorname{ctg} B + x_2 \operatorname{ctg} A - y_1 + y_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B}$$

$$y_m = \frac{y_1 \operatorname{ctg} B + y_2 \operatorname{ctg} A + x_1 - x_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B} \quad (\text{XIII} - 20)$$

Геодезик кесиштириш усулида план олиш шохобчаларининг тўғри ўтказилганлигини текшириш мақсадида магистрал йўлнинг охириги томони ва дирекцион бурчаги ўлчанади.

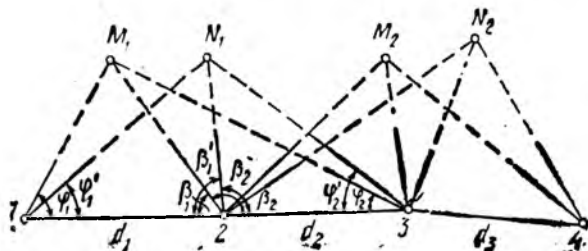
Паралактик бурчакли геодезик кесиштириш усули [7]. Бу усулдан иморат тушган территорияда геодезик таянч шохобчалари барпо қилишда фойдаланиш мумкин. Бунда магистрал йўл (137-шакл, θ) кўчанинг бир томонида, қўшимча пункт M ва N лар эса кўчанинг иккинчи томонида белгиланади. Қўшимча пунктларнинг ҳар бирига битта штативга ўрнатилган иккита визир белгиси қўйилади. Бу белгилардан бири координатаси аниқланиши керак бўлган пунктга марказлаштирилади, иккинчиси эса унинг ёнига ўрнатилади. Иккинчи белгининг жойдаги ўрни белгиланмайди. Чунки ундан қўшимча пункт координатасини аниқлашда контрол тарзида ҳамда аниқликни ошириш мақсадида фойдаланилади.

Паралактик ψ бурчаклар юсак аниқликдаги теодолитлар ёрдамида ($\pm 0''{,}7 - 1''{,}5$ аниқликда), горизонтал бурчаклар эса I ва II босқич полигонометрия ўтказишдаги аниқликда ($5''$ ёки $10''$ аниқликда) ўлчанади. Магистрал йўл кейинги томони d_2 нинг узунлиги маълум томон d_1 га ва M_1 пунктни кузатиш натижаларига асосланиб синуслар теоремаси ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$d_2 = d_1 \frac{\sin \varphi_1 \sin (\varphi_2 + \beta_2)}{\sin (\varphi_1 + \beta_1) \sin \varphi_2} \quad (\text{XIII} - 21)$$

d_2 томоннинг узунлиги N_1 пунктни кузатиш натижаларига асослаиб қайта ҳисоблаб чиқарилади:

$$d'_2 = d_1 \frac{\sin \varphi'_1 \sin (\varphi'_2 + \beta'_2)}{\sin (\varphi'_1 + \beta'_1) \sin \varphi'_2} \quad (\text{XIII} - 22)$$



137- шакл.

Шохобча томонларини икки марта ҳисоблаш натижаларидаги фарқ йўл қўйилган даражада бўлса, уларнинг ургача арифметик миқдори ўлчаш натижаси қилиб қабул қилинади.

Магистрал йўл томонларининг дирекцион бурчаклари бошланғич томоннинг маълум дирекцион бурчаги қийматига ва горизонтал бурчакларни ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади. Шохобча пунктларининг координаталари ҳисоблаб чиқарилган томонларининг узунлигига, дирекцион бурчаклари қийматига, бошланғич пунктнинг маълум координаталарига асосланиб, тўғри геодезик масалани ечиш йўли билан аниқланади.

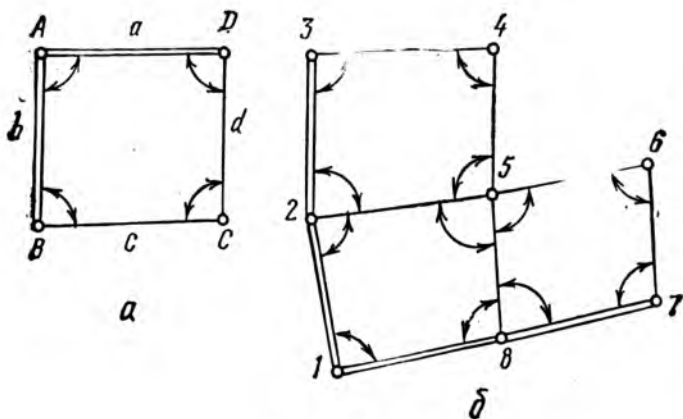
91-§. Диагоналсиз тўртбурчаклар усули

План олиш шохобчаларини диагоналсиз тўртбурчаклар усулида барпо қилишни И. В. Зубрицкий таклиф этган [33]. Шаҳар ва посёлкаларда план олиш шохобчаларини ўтказишда шу усулдан фойдаланилади. Диагоналсиз тўртбурчаклар усули шундан иборатки, тўртбурчак иккита ён томонининг узунлиги a ва b (138-шакл, a) ҳамда учта бурчакнинг қийматлари маълум бўлса, тўртбурчакнинг қолган томонлари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$d = a \sin A + b \sin (C + D) \sin C.$$

$$c = b \sin D + a \sin (A + C) \sin C. \quad (\text{XIII} - 23)$$

Шаҳар территориясида план олиш учун диагоналсиз тўртбурчак усулида шохобчалар ҳосил қилишда тўртбурчакнинг ўлчанадиган томони кам қатнов кўчаларда белгиланади қолган томонлари эса бевосита ўлчаш қийин бўлган ҳамда серқатнов кўчаларда белгиланса ҳам бўлади. Бу усулда тўртбур-



138-шакл.

чакнинг барча бурчаклари ўлчанади. Ҳар бир тўртбурчакнинг бурчак хатолиги $\Delta Q = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 2'$ дан катта бўлмаса, тескари ишора билан тўртта бурчакка тенг миқдорда тарқатилади. Тўртбурчак томонларини ўлчашда кўпинча қисқа базисли полигонометрия (67-§) методидан фойдаланилади. Ўлчаш натижаларига асосланиб тўртбурчакларнинг ўлчанмаган томонлари XIII—23 формула ёрдамида кетма-кет ҳисоблаб чиқарилади. Масалан, 138-шакл, б да биринчи тўртбурчакнинг 1—2 ва 1—8 томонлари, иккинчи тўртбурчакнинг 2—3 томони ўлчанган ва 2—5 томони ҳисоблаб топилган, 3—4 ва 5—4 томонлар эса шуларга асосланиб топилади. Тўртбурчакларнинг барча томонлари ҳисоблаб топилгач, магистрал йўл белгиланади. Бу йўл пунктларининг координаталари теодолит йўли пунктларининг координаталари сингари аниқланади.

Шохобча пунктларининг координаталарини ҳисоблаб чиқариш усули тўртбурчак қайси учи (пункти)нинг координатаси маълум бўлишлигига қараб танланади. Масалан, 1-пунктнинг координатаси ва 1—2 томоннинг дирекцион бурчаги маълум бўлса, 1—2—3—4—5—6—7—8—1 ёпиқ полигон ҳосил бўлади. Бу ҳолда тўртбурчак пунктларининг координаталари ёпиқ полигон пунктлари координаталарини аниқлаш усулида топилади. Тўртбурчакларнинг 1—2, 2—3, 1—8 ва 8—7 томонларини аввал ўтказилган таянч шохобчаларнинг томонлари ташкил этса, уларнинг узунлиги ҳам, 1, 2, 3, 7 ва 8-пунктларнинг координаталари ҳам олдиндан маълум бўлади. Бу ҳолда тўртбурчакларнинг 3—4—5—6—7 томонлари очиқ полигон ҳосил қилали ва 3, 4, 5, 6, 7 пунктларнинг координаталари очиқ полигон пунктларининг координаталари сингари ҳисоблаб чиқарилади.

XIV б о б

ПЛАН ОЛИШ БАЛАНДЛИК ТАЯНЧ ШОХОБЧАЛАРИ

92-§. План олиш баландлик таянч шохобчалари ҳақида умумий тушунча

Турли масштабда топографик планлар олишда ҳамда хил-хил инженерлик иншоотлари, масалан, гидротехник иншоотлар саноат-граждан қурилишлари, чизиқли иншоотлар (йўллар, каналлар, газ ва сув қувурлари, ер ости коммуникация тармоқлари) ва бошқаларнинг лойиҳасини тузишда ва уларни қуришда асос бўлиб хизмат қиладиган баландлик таянч шохобчаларини ҳосил қилишда III ва IV класс нивелирлаш ҳамда техникавий ва геодезик нивелирлаш методлари қўлланилади.

Шаҳар ва посёлкаларнинг йирик масштабли топографик планини олиш вақтида тегишли нивелирлаш ишлари ўтказилади. Масалан, территорияси 5000 гектардан катта бўлган шаҳарнинг топографик планини олишда II, III ва IV класс,

территория 250 дан 5000 гектаргача бўлганда—III ва IV класс, 250 гектар ва ундан кичик бўлганда эса IV класс нивелирлаш ўтказилади.

Территорияни нивелирлашда дастлаб лойиҳа тузилади. Бунинг учун аввалги нивелирлаш вақтида ўрнатилган репер (марка) лар, триангуляция ва полигонометрия пунктлари, плани олиш шохобчалари пунктлари ҳамда кейин нивелирланиши лозим бўлган репер (марка) ларнинг ўрни ва бошқа нуқта-лар, кўприк, тўғон, темир йўлларнинг реперлари ва ҳоказолар йирик (1 : 5000 ёки 1 : 10000) масштабли картада ёки ундан кўчирилган схемада махсус шартли белгилар билан кўрсатилади. Нивелирлаш лойиҳасини тузган вақтда нивелирлаш йўлини отметкаси маълум бўлган реперларга осон боғлаш усулларини қўлланиш керак. Нивелирлаш лойиҳасида тўғри ва тескари йўналишда нивелирланадиган йўл ҳам, осма йўллар ҳам махсус шартли белгилар билан кўрсатилади. Лойиҳанинг изоҳида нивелирлаш ишининг ҳажми, сарфланадиган маблағ ҳамда талаб қилинадиган ишчи кучи ва асбоб-ускуналар берилади.

Нивелирлаш лойиҳаси нивелирланадиган жойни рекогно-сцировка қилиш пайтида текширилиб, зарур аниқликлар киритилади; илгари ўрнатилган реперларнинг сақланганлиги аниқланади; лойиҳада кўрсатилган репер (марка) лар жойларига ўрнатилади. Энг қулай нивелирлаш йўллари белгиланади. Доимий репер ва маркалар нивелирлаш йўлига 5—7 км ора-латиб ўрнатилади. Нивелирлаш қийин бўлган районларда реперлар оралиғи 10—15 км бўлиши мумкин. Шаҳар ва посёлка территориясида, турли инженерлик иншоотлари қуриладиган майдонларда ҳамда йўл, канал ва бошқа узунасига кетган иншоотлар трассасида III ва IV класс нивелирлаш йўлида ҳар 1—2 км га репер ўрнатилади. Деворий реперлар бинолар-нинг мустаҳкам деворига кўприк, гидротехника иншооти ва шу каби бошқа иншоот таянчига ердан тахминан 0,4 0,6 м баландликда ўрнатилиши керак. Деворий реперга рейкани вер-тикал ўрнатиш мумкинми йўқчилигини аниқлаш керак, агар уни вертикал ўрнатиш мумкин бўлмаса, у ҳолда репер ўрнига марка ўрнатиш керак. Марка ҳам мустаҳкам деворга ёки иншоот таянчига ердан 1,6 м баландликда ўрнатилади. Репер ўрнатиш учун мустаҳкам иморат ёки иншоот бўлмаган жой-ларда грунт репери ишлатилади. Грунт репери сув босмайди-ган, сув ювиб кетмайдиган, ўпирилмайдиган жойга ўрнатила-ди. Йўл қурилишида репер йўл ўқидан 20 м четлатиб, сув омбори қуриладиган жойда эса сувнинг энг кўп кўтарилиш сатҳидан баландроққа ўрнатилиши керак. Умуман репер ўр-натиладиган жойни шундай танлаш керакки, иншоот қурили-шининг барча босқичларида ва иншоот қурилиб битгандан кейин ҳам репердан фойдаланиш мумкин бўлсин. Репер ва маркалар ўрнатилган жойнинг схематик плани чизилиб, план-да репер ва марканинг ердан баландлиги ҳамда улардан ат-

рофлаги тафсилотларгача бўлган масофа кўрсатилади. Девор репери ва маркалар нивелирлашдан 1 кун, грунт реперлари эса 10 кун олдин ўрнатилиши керак. Абадий тўнг ерларда, яъни ери доимо музлаб ётадиган районларда ўрнатилган реперлар қишлаб чиққандан кейин нивелирлаш иши ўтказилади.

Нивелирлаш пунктлари қисқа муддатга (1—2 йилга) белгиладиган бўлса, уларга вақтинчалик белгилар ўрнатилади. Вақтинчалик репер сифатида асосан диаметри 5—6 см келадиган металл труба ёки рельс бўлаги ҳамда ёғоч устундан фойдаланилади.

93-§. III класс нивелирлаш

III класс нивелирлашда риюя қилинадиган асосий талаблар. III класс нивелирлаш мамлакатимиз территориясида баландлик таянч шохобчаларини зичлаштириш ҳамда турли инженерлик-техникавий масалаларни ҳал қилиш мақсадида бажарилади.

Баландлик таянч шохобчаларини зичлаштириш мақсадида III класс нивелирлаш I ва II класс нивелирлаш пунктлари оралиғида алоҳида йўл ёки узаро кесишган йўллар тарзида ўтказилади. Бунда II класс нивелирлашнинг ҳар бир полигони III класс нивелирлашнинг 6—9 та полигонига бўлинади. Ҳар полигоннинг периметри 150—200 км бўлади.

III класс нивелирлаш инженерлик ишларида 1:5000 ва ундан йирик масштаби топографик план олиш керак бўлганда ҳамда турли қурилиш ишларида периметри 60 км дан ошмайдиган полигон тарзида ўтказилади. Шаҳар территориясида III класс нивелирлаш юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида тўғри йўналишда ўтказилади; бунда шохобча шаҳар территориясини бир текисда қоплай олиши лозим. Нивелирлаш полигони айрим йўл ёки йўллар системасидан иборат бўлади. Полигон бир томонга (тўғри йўналишда) нивелирланади. Шаҳар территорияси 2500 гектардан 5000 гектаргача бўлганда III класс нивелирлаш учун мустақил шохобча ҳосил қилиш мумкин. Бунда асосий йўллар тўғри ва тескари йўналишда нивелирланади.

Шаҳар ва посёлкаларда юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида ўтказиладиган III класс нивелирлаш йўли 15 км дан, тугун нуқталар оралиғидаги йўл эса 5 км дан узун бўлмаслиги ҳамда параллел йўллар ўзлаштирилган территорияда ҳар 3 км да, ўзлаштирилмаган территорияда эса ҳар 5 км да бир-бири билан боғланиши лозим. III класс нивелирлаш осма йўлда ўтқазилганида йўлнинг узунлиги 5 км дан ошмаслиги ва йўл тўғри ҳамда тескари йўналишда нивелирланиши лозим.

III класс нивелирлашда рейкадан аниқ саноқ олиниши шарт. Шунинг учун III класс нивелирлашда кўриш трубасининг кат-

талаштириш даражаси 30^x дан, цилиндрик адилаги-нинг бўлак қиймати 15"–30" дан кам бўлмаган нивелирлар ишлатилади. НВ-1, НЗ, НСМ-2А, НС-3 нивелирлари шулар жумласидандир. III класс нивелирлашда НА ва НС2 нивелирларидан фойдаланиш ҳам мумкин. Рейкаларнинг узунлиги 3 м келадиган, катакли, сантиметрларга бўлинган, икки томонли хили ишлатилади. Бундай рейка бўлмаганида штрихли, бир томонли, 0,5 см ли бўлақларга бўлинган рейка ишлатилади. Рейкани нуқтага аниқ вертикал ўрнатиш учун унинг ён қиррасига доиравий адилак ўрнагилган бўлиши керак. Нивелир ва рейкалар ишлатиш олдидан пухта текширилиши шарт. Олдинги ва кетинги рейка нивелирдан 75 м масофада бўлиши лозим. Қуёш ёруғлиги таъсирида рейканинг тебраниши каби ҳодиса рўй бермайдиган пайтларда ва катталаштириш даражаси 35^x дан ортиқ нивелир ишлатилган ҳолларда нивелирдан рейкаларгача бўлган масофани 100 м гача етказиш мумкин. Ҳар бир станцияда нивелир билан рейкалар орасидаги масофанинг фарқи ± 2 м дан ошмасин. Визир нурунинг ердан баландлиги 0,3 м дан кам бўлмагани маъқул. Ҳар бир станцияда рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлар бўйича аниқланган нисбий баландликлар фарқи ± 3 мм дан ортиқ бўлмасин.

Кузатиш учун рейка равшан кўринадиган ва қуёш ёруғлиги таъсирида тебранмайдиган пайтни танлаш керак. Ёзда кузатиш иши қуёш чиқаётган ва ботаётган пайтларга тўғри келмагани маъқул. Нивелир қуёш нурида исиб кетмаслиги учун топографик зонгдан фойдаланилади. Рейка бошмоққа ёки ерга мустақкам қоқилган костилга адилак ёрдамида тик ўрнатилади.

Ботқоқлик ёки бўш тупроқли жойларда НС3 ёки НСМ-2 нивелирдан фойдаланган маъқул. Бундай жойда бошқа нивелирлар ишлатилган тақдирда уларнинг оёқлари ўрнатиладиган жойга қозиқчалар қоқилиб, штатив оёқлари шу қозиқчаларга ўрнатилади. Бошмоқ ёки костиль ўрнига диаметри 10 см келадиган 40 см дан узунроқ қозиқ қоқса ҳам бўлади, қозиқ бошига ярим думалоқ қалпоқли мих қоқиб, шу михга рейка ўрнатилади. Кузатиш доимий ёки вақтинчалик белгиларда тўхтатилгани ва яна шу белгилардан давом эттирилгани маъқул.

III класс нивелирлашда ҳар бир станцияда бажариладиган ишлар. Нивелирлаш журнали ва уни ишлаб чиқиш. Нивелирлаш усули ишлатилладиган асбобга боғлиқ. НСМ-2, Н2 ва НС2 нивелирлари ҳамда икки томонли, чизиқлар билан бўлинган шкалали рейкалар ишлатилганда саноқлар асосий ва қўшимча шкалалардан олинади ва шу саноқларга қараб нисбий баландликлар таққосланади. Нисбий баландликлар орасидаги фарқ 1,5 мм дан катта бўлмаслиги керак. НВ-1, НЗ ва шу каби нивелирлар ишлатилганда рейкадан саноқ „уч ип мето-

ди* да олинади. Бунда ҳар бир станцияда кузатиш ва журнални тулдириш (27- жадвал) қуйидаги тартибда олиб борилади:

1) рейкалар нивелирдан тенг масофада ўрнатилади. Масофа метрларга бўлинган пулат сим орқали ёки пишиқ арқон билан ўлчанади. Нивелир горизонтал ҳолатга келтирилади (асбобнинг қараш трубасини ўқи атрофида айлангирганда адилак пуфакчаси ўрта ҳолатдан шкаланинг икки бўлагидан ортиқ силжимаса, асбоб горизонтал ўрнашган бўлади);

2) рейкалар қора томонини кузатувчига қаратиб, нивелирланаётган нуқталарда бошмоқ ёки костилга адилак ёрдамида тик ўрнагилади;

3) кузатувчи нивелир трубаси орқали кетинги рейкага қарайди ва трубанинг ўрта, юқори ва пастки ишлари бўйича навбат билан саноқлар олади (саноқлар 27- жадвалда берилган журналда 1, 2 ва 3- рақамлари билан кўрсатилган);

4) труба олдиндаги рейкага тўғриланиб, ундан юқорида айтилган тартибда саноқлар олинади (бу саноқлар журналда 4, 5 ва 6 рақамлари билан кўрсатилган);

5) рейкаларнинг қизил томони кузатувчига қаратилади;

6) кузатувчи олдинги рейкадан трубанинг ўрта ипи бўйича саноқ (7) олади.

7) труба ўз ўқи атрофида айлангирилиб, кетинги рейкага тўғриланади ва ўрта ип бўйича саноқ (8) олинади.

Ҳар бир станцияда иш тугаши билан саноқлар текшириб кўрилади; бунинг учун:

— кетинги рейканинг қора томонидан олинган саноқлар (2,3) билан олдинги рейканинг қора томонидан олинган саноқлар (5, 6) айирмаси топилади:

$$(3) - (2) = (9) \text{ ва } (6) - (5) = (10);$$

бу айирмалар нивелирдан кетинги (9) ва олдинги (10) рейкадан нивелиргача бўлган масофаларни билдиради;

— текшириш нисбий баландликлари ҳисоблаб чиқарилади:

$$(2) - (5) = (11) \text{ ва } (3) - (6) = 12;$$

— рейканинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлардан нисбий баландликлар ҳисоблаб чиқарилади:

$$1) - (4) = 14 \text{ ва } (8) - (7) = 15;$$

— нивелирлашда ишлатилган рейкаларнинг ноль фарқи аниқланади:

$$(8) - (1) = (16) \text{ ва } (7) - (4) = (17);$$

— рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлардан ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландликлар фарқи аниқланади: $(15) - (14) = (18)$. Бу фақат (17) ва (16) рақамлар билан кўрсатилган саноқларнинг айирмасига тенг бўлиши керак: $18) = (17) - (16)$;

— ўртача нисбий баландликлар топилади:

III класс нивелирлаш журнади

Иш: 12-грунт репердан 154-грунт репергача

1969 й. 13 июнь

Иш бошланган вақт: соат 6—00. Иш тамомланган вақт: 9 соату 30 минут

Кузатувчи: Очилов М.

Об-ҳаво: оқик, кучсиз ш.а.м.о.

Штабия ва рейкалар №	Дальномер иллари бўянча рейкалардан олинган санюқлар		Контрол нисбий ба-ланслик	Рейка томони	Ўрта ил бўянча рейкалардан олинган санюқлар кетинги рейка олдинги рейка		Нисбий ба-ланслик	Ўртача нисбий ба-ланслик, д.м.
	кетинги рейка	олдинги рейка			кетинги рейка	олдинги рейка		
Гр. реп. 12	(2)0746	(5)0851	(11)—105	Қора	(1)0951	(4)1055	(14)—104	(19)—103,0
1—2	(3)1154	(6)1260	(12)—106	Қизил	(8)5633	(7)5835	(15)—202	
	(9)408	(10)404	(13)—1/—1	Қора	(16)4682	(17)4780	(18)+98	
	1151	190)	—754	Қора	1419	2174	—755	—755,5
2	1685	2441	—756	Қизил	6202	6858	—656	
2—1	534	536	—2/—3	Қора	4783	4684	—99	
	0774	2343	—1569	Қора	0924	2491	—1567	
3	1072	2643	—1571	Қизил	560	7275	—1670	
1—2	298	300	—2—5	Қора	4681	4784	+103	—1568,5
	0550	1748	—1198	Қора	0934	2135	—1201	
4	1321	2521	—1200	Қизил	5719	6819	—1100	
2—1	771	773	—2/—7	Қизил	4785	4684	—101	
	0633	0924	—291	Қора	1085	1378	—293	
5	1537	1828	—291	Қизил	5769	6159	—390	—291,5
1—2	904	904	0/—7	Қора	4684	4784	+97	
	1050	1489	—439	Қора	1319	1758	—439	
6	1589	2026	—437	Қизил	6102	6439	—337	—438,0
2—1	539	537	+2/—5	Қизил	4783	4681	—102	
	0796	0748	+48	Қора	1177	1130	+47	
7	1563	1515	+48	Қизил	5860	5912	—52	+47,5
1—2	767	767	0/—5		4683	4782	+99	
Текшириш:	20)4221	(21)4226	(22)8117		(23)46699	(21)5418	(25)—8719	(26)—4309,5
			(27)4308,5		(28)—57418		+100	
					(29)+8719		—8619	
							(30)—409,5	

Эслатма. Жадвалда қавс ичидаги рақамлар ўлчаш натижаларини ва уларни ҳисоблаш тартибини билдиради.

(19) = $\frac{(14) + (15) \pm 100}{2}$. Журналнинг контрол нисбий баланд-

лик графасида 3-сатрга ёзилган касрнинг суратидаги саноқ (13) шу станцияда нивелирдан рейкаларгача бўлган масофалар фарқини, махражлардаги саноқ эса олдинги ва шу станцияда нивелирдан рейкагача бўлган масофалар фарқлари йиғиндисини билдиради. Ҳар бир станцияда кузатиш натижаси текшириб кўрилиши керак. Агар кузатиш бирлаштириш усулида олиб борилса, асосий ва қўшимча шкалалар бўйича аниқланган нисбий баландликлар бир-бирига таққосланади. Улар орасидаги фарқ 1,5 мм дан катта бўлмаслиги керак. Кузатиш „уч ип методи“ да олиб борилган бўлса, ҳар бир рейканинг қора томонидан олинган саноқлар дальномер иплари бўйича олинган саноқлар йиғиндисининг ярмига тенг бўлиши керак. Улар орасидаги фарқ 3 мм дан ошмаса, кузатиш натижалари тўғри деб ҳисобланади. Рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлардан чиқарилган нисбий баландликлар ҳам шу тарзда таққосланади. Бунда ҳам улар орасидаги фарқ 3 мм дан ошмаслиги керак. Фарқ 3 мм дан катта бўлган тақдирда мазкур станцияда нивелирлаш қайта ўтказилади.

Биринчи станцияда нивелирлаш тўғри ўтказилганлигига ишонч ҳосил қилингандан сўнг нивелир ва кетинги рейка тегишли нуқталарга кўчирилади. Кетинги станцияда ҳам иш шу тартибда давом эттирилади. Йўл тескари йўналишда нивелирланиши керак бўлганида рейкалар ўрни алмаштирилади: тўғри нивелирлашда олдинда турган рейка кетинги ва кетинги рейка олдинга тушади

Нивелирлаш доимий ёки вақтинчалик реперларда тамомланиши керак. Йўлни нивелирлаб бўлгач, журнал бетма-бет текширилади (текшириш натижалари журналнинг охирида қавс ичидаги рақамлар билан кўрсатилган):

— кетинги рейкагача дальномер билан ўлчанган масофалар йиғиндиси (20);

— олдинги рейкагача дальномер билан ўлчанган масофалар йиғиндиси (21);

— контрол нисбий баландликлар йиғиндиси (22);

— кетинги рейканинг қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича олинган саноқлар йиғиндиси (23);

— олдинги рейканинг қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича олинган саноқлар йиғиндиси (24);

— нисбий баландликларнинг алгебраик йиғиндиси (25);

— ўргача нисбий баландликларнинг алгебраик йиғиндиси (26);

— контрол нисбий баландликлар йиғиндисини иккига бўлгандан кейинги натижа (27);

— олдинги рейкадан олинган саноқлар йиғиндиси (28);

— кетинги рейкадан олинган саноқлар йиғиндиси (23) билан олдинги рейкадан олинган саноқлар йиғиндиси (28) ўртасидаги айирма (29);

— нисбий баландликлар йигиндисини иккига бўлгандан кейинги қиймат (30) . Агар $(26) = (30) = \frac{1}{2} \times (29) = (27)$ бўлса, ҳисоблаб чиқарилган саноқларни тўғри дейиш мумкин. Журналнинг бошқа бетлари ҳам шу тарзда текширилади. Кейин нивелирлаш натижасига баҳо берилади. Бунда нивелирлаш вақтида рўй берган хато аниқланади, у нивелирлашда йўл қўйиладиган чекли хатога солиштирилади. Агар нивелирлашда рўй берган хато йўл қўйиладиган хатога тенг ёки ундан кичик бўлса, нивелирлаш натижалари тўғриланади ва реперлар ометкалари аниқланади.

Кейинги йилларда III класс нивелирлашда ҳар бир станцияда рейкалардан саноқ олиш миқдорини камайтиришга асосланган, яъни соддалаштирилган метод қўлланилмоқда. Бу методда ҳар бир станцияда рейкадан 8 саноқ ўрнига 6 саноқ олинади, яъни 4 саноқ дальномернинг ўрта ипи бўйича ва 2 саноқ устки ипи бўйича олинади. Бу усулда нисбий баландлик фақат ўрта ип бўйича олинган саноқлар асосида ҳисоблаб чиқарилади. 28-жадвалда соддалаштирилган методда нивелирлаш журналининг намунаси берилган.

28- ж а д в а л

Соддалаштирилган методда III класс нивелирлаш журнали

Штатив номери	Дальномер	Четки илдан олинган саноқ	Рейка	Ўрта илдан олинган саноқлар		Текшириш
		рейканинг қора томони		рейканинг қора томони	рейканинг қизил томони	
1	187(3)	1571(2)	Кетинги	1384(1)	6171(11)	4787(13)
	188(6)	739(5)	Олдинги	551(4)	5239(10)	4688(12)
	-1/-1(7)	+ 832(8)		+ 833(9)	932(15)	+ 99(14)
2	186	2120	Кетинги	1934	6021	4887
	188	2196	Олдинги	2008	6796	4788
	-2/-3	-76		-74	-175	-101

Рейкалардан саноқлар олиш ва журнални ишлаб чиқиш тартиби журналда қавс ичидаги рақамлар билан кўрсатилган. Масалан, (1) — биринчи станцияда кетинги рейкадан ўрта ип бўйича олинган саноқни, (2) эса четки ип бўйича олинган саноқни билдиради. Уларнинг бир биридан фарқи (3) билан кўрсатилган; бу фарқ нивелирдан кетинги рейкагача бўлган масофани билдиради. Олдинги рейканинг қора томонидан ўрта ип бўйича олинган саноқ (4) билан, четки ип бўйича олинган са-

ноқ (5) билан берилган; уларнинг бир-биридан фарқи (6) олдинги рейкагача бўлган масофани билдиради. Журналда рейкаларгача бўлган масофанинг фарқи—(7) рақами билан, рейкаларнинг қора томонидан олинган саноқлар бўйича ҳисобланган нисбий баландлик—(8) билан, ўрта ип бўйича олинган саноқлар асосида ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландлик эса (9) билан кўрсатилган. Журналда (10) билан кўрсатилган саноқ олдинги рейканинг қизил томонидан, (11) билан кўрсатилган саноқ эса кетинги рейканинг қизил томонидан олинган саноқни билдиради. Шу станцияда нисбий баландликни ҳисоблаш ва текшириш тартиби (12), (13), (14) ва (15) рақамлари билан кўрсатилган.

94- §. IV класс нивелирлаш

IV класс нивелирлашда риюя қилинадиган асосий талаблар. IV класс нивелирлаш пунктлари барча масштабдаги топографик планлар олишда ҳамда турли қурилиш ишларида бевосита таянч вазифасини ўтайди.

IV класс нивелирлаш юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида реперлар ҳамда келгусида план олиш учун асос бўлиб хизмат қиладиган триангуляция ва полигонометрия пунктлари бўйича айрим йўл ёки йўллар системаси тарзида ўтказилади. Юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида ўтказиладиган IV класс нивелирлаш йўли 5 км дан, тугун нуқталар оралиғидан ўтказилганида эса 3 км дан узун бўлмаслиги лозим. Территорияси 250 гектардан 2500 гектаргача бўлган шаҳар ва посёлкаларда IV класс нивелирлаш мустақил шохобча сифатида қурилиши мумкин. Бунда у ёпиқ полигон шаклида бўлади.

IV класс нивелирлаш вақтида ўзлаштирилган территорияда 1 — 2 км га, топографик план олиш учун эса ҳар 5 — 7 км га биттадан репер ўрнатилади, НВ-1, НЗ, НС-3, НСМ-2А ва бошқа нивелирлар, бўлак қиймаги 1 см, узунлиги 3 м бўлган икки томонли рейка ишлатилади. Рейкаларнинг ён томонида адилагли бўлиши керак. Рейка ерга мустаҳкам ўрнатилган бошмоқ ёки костилга, улар бўлмаган тақдирда ерга бўйи 25 — 30 см, йўғонлиги 5 — 8 см келадиган қозик қоқилиб, рейка шу қозикқа ўрнатилади. Нивелир ва рейкалар текширилгандан кейингина нивелирлашга киришилади. Ҳар бир станцияда нивелир билан рейкалар орасидаги масофа бир хил бўлиши шарт. Масофа пўлат сим, пишиқ арқон ёки лальномер билан, улар бўлмаган тақдирда эса қадамлаб ўлчанади. IV класс нивелирлашда визир нурининг узунлиги 75 — 100 м бўлиши керак. Трубаси 30° дан ортиқ катталаштириб кўрсатадиган нивелирдан фойдаланганда ва рейканинг тебраниши каби ҳоллар бўлмаганда визир нурининг узунлигини 150 м га етказиш мумкин. Визир нурининг ердан баландлиги 0,3 м дан кам бўлма-

гани маъқул. Нивелир адилагини қуёшдан топографик зонт билан ҳимоялаш керак

IV класс нивелирлаш вақтида ҳар станцияда бажариладиган ишлар. Нивелирлаш журналини тўлғазиш. IV класс нивелирлашда адилакли қуйма нивелир ва икки томонли рейка ишлатилса, саноқлар рейканинг қора томонидан ўрта ип ва юқориги дальномер ипи бўйича, қизил томонидан эса фақат ўрта ип бўйича олинади. Бунда иш қуйидаги тартибда кетма-кет бажарилади:

1) рейкалар олдинги ва кетинги нуқталарга, қора томони-ни кузатувчига қаратиб, тик ўрнатилади; нивелир бу нуқта-лардан тенг масофада ўрнатилиб, иш ҳолатига келтирилади;

2) қараш трубаси орқали кетинги рейкага қараб юқориги ва ўрта иплар бўйича (1 ва 2) саноқлар олинади ва нивелир-лаш журналига ёзилади (29-жадвал);

3) нивелирнинг қараш трубасидан олдинги рейкага қараб ўрта ип бўйича (3) ва дальномер ипи бўйича (4) саноқлар оли-ниб, журналга ёзилади;

4) рейкаларнинг қизил томони кузатувчига қаратилади, ўрта ип бўйича (5 ва 6) саноқлар олиниб журналга ёзилади.

Ҳар бир станцияда кузатиш тамом бўлиши билан саноқлар қуйидаги тартибда ишлаб чиқилади:

(2) билан кўрсатилган саноқдан (1) билан кўрсатилган са-ноқ, (4) дан (3) саноқ айрилади. Бу саноқлар (7) ва (8) билан кўрсатилган рақамларга тенг. Журналда (7) билан кўрсатил-ган саноқ нивелирдан кетинги рейкагача, (8) эса олдинги рей-кагача бўлган масофанинг ярмини билдиради;

кетинги ва олдинги рейкаларнинг қизил ҳамда қора томон-ларидаги саноқларнинг бошланиш фарқи $(9) = (6) - (2)$ ва $(10) = (5) - (4)$ га тенг;

рейкаларнинг қора томонидан ўрта ип бўйича олинган са-ноқлардан нисбий баландлик топилади, яъни $(2) - (4) = (11)$;

рейкаларнинг қизил томонидан олинган саноқлардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади, яъни $(6) - (5) = (12)$;

ҳар бир станцияда рейкаларнинг қора ва қизил томонлари бўйича аниқланган нисбий баландликлар фарқи $(11) - (12) + (14) = 5$ мм дан катта бўлмаса, нивелирлаш тўғри бажарилган ҳисобланади. Фарқ 5 мм дан катта бўлса, мазкур станцияда иш қайтадан бажарилади.

Журналда (14) рақами билан кўрсатилган сон рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлардан чиқарилган нисбий баландликлар фарқи $:(14) = (11) - (12)$; бу фарқ (9) ва (10) рақамлари билан белгиланган саноқлар фарқига тенг бў-лиши керак. Журналнинг ўнг томондаги энг четки устунидаги (13) рақами билан белгиланган саноқ ўртача нисбий баланд-ликни билдиради. $:(12) + (14) = (13)$.

Ҳар бир станцияда ишнинг тўғри бажарилганлиги аниқлан-гач, нивелир навбатдаги станцияга кўчирилади. Бунда олдинги

ноқ (5) билан берилган; уларнинг бир-биридан фарқи (6) олдинги рейкагача бўлган масофани билдиради. Журналда рейкаларгача бўлган масофанинг фарқи—(7) рақами билан, рейкаларнинг қора томонидан олинган саноқлар бўйича ҳисобланган нисбий баландлик—(8) билан, ўрта ип бўйича олинган саноқлар асосида ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландлик эса (9) билан кўрсатилган. Журналда (10) билан кўрсатилган саноқ олдинги рейканинг қизил томонидан, (11) билан кўрсатилган саноқ эса кетинги рейканинг қизил томонидан олинган саноқни билдиради. Шу станцияда нисбий баландликни ҳисоблаш ва текшириш тартиби (12), (13), (14) ва (15) рақамлари билан кўрсатилган.

94- §. IV класс нивелирлаш

IV класс нивелирлашда риюя қилинадиган асосий талаблар. IV класс нивелирлаш пунктлари барча масштабдаги топографик планлар олишда ҳамда турли қурилиш ишларида бевосита таянч вазифасини ўтайди.

IV класс нивелирлаш юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида реперлар ҳамда келгусида план олиш учун асос бўлиб хизмат қиладиган триангуляция ва полигометрия пунктлари бўйича айрим йўл ёки йўллар системаси тарзида ўтказилади. Юқори класс нивелирлаш пунктлари оралиғида ўтказиладиган IV класс нивелирлаш йўли 5 км дан, тугун нуқталар оралиғидан ўтказилганида эса 3 км дан узун бўлмаслиги лозим. Территорияси 250 гектардан 2500 гектаргача бўлган шаҳар ва посёлкаларда IV класс нивелирлаш мустақил шохобча сифатида қурилиши мумкин. Бунда у ёпиқ полигон шаклида бўлади.

IV класс нивелирлаш вақтида ўзлаштирилган территорияда 1 — 2 км га, топографик план олиш учун эса ҳар 5 — 7 км га биттадан репер ўрнатилади, НВ-1, НЗ, НС-3, НСМ-2А ва бошқа нивелирлар, бўлак қиймаги 1 см, узунлиги 3 м бўлган икки томонли рейка ишлатилади. Рейкаларнинг ён томонида адилагани бўлиши керак. Рейка ерга мустаҳкам ўрнатилган бошмоқ ёки костилга, улар бўлмаган тақдирда ерга бўйи 25 — 30 см, йўғонлиги 5 — 8 см келадиган қозиқ қоқилиб, рейка шу қозиққа ўрнатилади. Нивелир ва рейкалар текширилгандан кейингина нивелирлашга киришилади. Ҳар бир станцияда нивелир билан рейкалар орасидаги масофа бир хил бўлиши шарт. Масофа пўлат сим, пишиқ арқон ёки лальномер билан, улар бўлмаган тақдирда эса қадамлаб ўлчанади. IV класс нивелирлашда визир нурининг узунлиги 75 — 100 м бўлиши керак. Трубаси 30° дан ортиқ катталаштириб кўрсатадиган нивелирдан фойдаланганда ва рейканинг тебраниши каби ҳоллар бўлмаганда визир нурининг узунлигини 150 м га етказиш мумкин. Визир нурининг ердан баландлиги 0,3 м дан кам бўлма-

гани маъқул. Нивелир адилагини қуёшдан топографик зонт билан ҳимоялаш керак

IV класс нивелирлаш вақтида ҳар станцияда бажариладиган ишлар. Нивелирлаш журнаlines тўлғаиш. IV класс нивелирлашда адилакли қуйма нивелир ва икки томонли рейка ишлатилса, саноқлар рейканинг қора томонидан ўрта ип ва юқориги дальномер ипи бўйича, қизил томонидан эса фақат ўрта ип бўйича олинади. Бунда иш қуйидаги тартибда кетма-кет бажарилади:

1) рейкалар олдинги ва кетинги нуқталарга, қора томонини кузатувчига қаратиб, тик ўрнатилади; нивелир бу нуқталардан тенг масофада ўрнатилиб, иш ҳолатига келтирилади;

2) қараш трубаси орқали кетинги рейкага қараб юқориги ва ўрта иплар бўйича (1 ва 2) саноқлар олинади ва нивелирлаш журналига ёзилади (29-жадвал);

3) нивелирнинг қараш трубасидан олдинги рейкага қараб ўрта ип бўйича (3) ва дальномер ипи бўйича (4) саноқлар олиндиб, журналга ёзилади;

4) рейкаларнинг қизил томони кузатувчига қаратилади, ўрта ип бўйича (5 ва 6) саноқлар олиндиб журналга ёзилади.

Ҳар бир станцияда кузатиш тамом бўлиши билан саноқлар қуйидаги тартибда ишлаб чиқилади:

(2) билан кўрсатилган саноқдан (1) билан кўрсатилган саноқ, (4) дан (3) саноқ айрилади. Бу саноқлар (7) ва (8) билан кўрсатилган рақамларга тенг. Журналда (7) билан кўрсатилган саноқ нивелирдан кетинги рейкагача, (8) эса олдинги рейкагача бўлган масофанинг ярмини билдиради;

кетинги ва олдинги рейкаларнинг қизил ҳамда қора томонларидаги саноқларнинг бошланиш фарқи $(9) = (6) - (2)$ ва $(10) = (5) - (4)$ га тенг;

рейкаларнинг қора томонидан ўрта ип бўйича олинган саноқлардан нисбий баландлик топилади, яъни $(2) - (4) = (11)$;

рейкаларнинг қизил томонидан олинган саноқлардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади, яъни $(6) - (5) = (12)$;

ҳар бир станцияда рейкаларнинг қора ва қизил томонлари бўйича аниқланган нисбий баландликлар фарқи $(11) - (12) + (14) = 5$ мм дан катта бўлмаса, нивелирлаш тўғри бажарилган ҳисобланади. Фарқ 5 мм дан катта бўлса, мазкур станцияда иш қайтадан бажарилади.

Журналда (14) рақами билан кўрсатилган саноқларнинг қора ва қизил томонларидан олинган саноқлардан чиқарилган нисбий баландликлар фарқи $:(14) = (11) - (12)$; бу фарқ (9) ва (10) рақамлари билан белгиланган саноқлар фарқига тенг бўлиши керак. Журналнинг ўнг томондаги энг четки устунидagi (13) рақами билан белгиланган саноқ ўртача нисбий баландликни билдиради. $:(12) + (14) = (13)$.

Ҳар бир станцияда ишнинг тўғри бажарилганлиги аниқлангач, нивелир навбатдаги станцияга кўчирилади. Бунда олдинги

IV класс нивелирлаш журнали

Станция номери	Пикетлар номери	Кетинги ва олдинги рей- каларгача дальномер билан ул- чанган ма- софа	Рейкалардан олинган саноқлар		Нисбий ба- ландлик, мм	Уртача нисбий баландлик, мм
			кетинги рейкадан	олдинги рейкадан		
1	грунт репери-1	240(7) 240(8)	1482(1) 1722(2) 6405(6) 4683(9)	1985(3) 2225(4) 7005(5) 4780(10)	-503(11) -600(12) +97(14)	-502(13)
2	1-2	103 98	2159 2262 7045 4783	0423 0521 5203 4682	+1741 +1842 -101	+1742
3	2-3	86 111	2398 2484 7169 4685	0782 0893 5677 4780	+1591 +1492 +99	+1592
4	3-4	153 160	2378 2531 7329 4798	1075 1235 5929 4694	+1296 +1400 -101	+1292
5	4-5	85 60	2361 2446 7130 4684	1225 1285 6070 4785	+1161 +1060 +101	+1160
6	5-6	130 127	0859 0989 5770 4781	1862 1989 6571 4682	-1000 -901 -99	-1000
Контроль ҳисоблаш		1603(19)	53282(15) 44703 +8579(20)	44703(16)	+8579(17)	+4290(18)

Э с л а т м а. Жадвалда қавс ичидаги рақамлар ўлчаш натижаларини ва уларни ҳисоблаш тартибини билдиради.

рейка жойида қолади, кетинги рейка эса кетинги пикетга кўчирилади ва иш айтиб ўтилган тартибда давом эттирилади. Нивелирлаб бўлгач, барча ёзувлар кўздан кечирилиб журнал ишдаб чиқилади. Ишда кўпол хато бор-йўқлигини аниқлаш ва хатони йўқотиш мақсадида шундай қилинади. Нивелирлаш журналини ҳисоблашда журналнинг ҳар бетигаги саноқлар йиғиндиси текширилади (текшириш натижалари бетнинг охирида қавс ичида рақамлар билан кўрсатилган):

кетинги рейканинг қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича олинган саноқлар йиғиндиси (15);

олдинги рейканинг қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича олинган саноқлар йиғиндиси (16);

нисбий баландликлар йиғиндиси (17);

ўртача нисбий баландликлар йиғиндиси (18);

дальномер бўйича аниқланган масофалар йиғиндиси (19).

Агар журналдаги (20) ва (17) рақамлари билан кўрсатилган саноқлар бир-бирига тенг бўлса, ҳисоб тўғри бўлади. Бу ерда $(20) = (15) - (16)$. Агар (20) билан (17) бир-биридан фарқ қилса жойда бажарилган ҳисоблашлар текшириб кўрилади. Шу йўл билан нисбий ва ўртача нисбий баландликларнинг тўғри ҳисобланганлиги аниқланади.

95-§. Техникавий нивелирлаш

Жойнинг йирик масштаби топографик планини олиш учун керак бўладиган баландлик шохобчаларини ҳосил қилишда планли шохобча пунктларининг отметкаларини аниқлашга тўғри келади, шу мақсадда техникавий нивелирлаш ўтказилади. Техникавий нивелирлаш йўли планли шохобчалар йўли бўйича ўтказилиб, ёпиқ полигон ёки отметкалари маълум бўлган иккита пунктлар оралиғидаги очиқ полигондан иборат бўлади. Пикетлар нисбий баландлиги нивелир ёки қараш трубаси устида цилиндрик адилаги бўлган теодолит билан геометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Ҳар кун иш бошлаш олди-дан нивелирнинг цилиндрик адилаги ўқи қараш трубасининг визир ўқиға параллеллиги текшириб кўрилади.

Техникавий нивелирлашда нивелир билан рейка орасидаги масофа 75 — 100 м дан камта бўлмаслиги, рейкалар равшан кўринганида ва қараш трубаси 30° дан катталаштириб кўрсатадиган нивелир ишлатилгандагина бу масофа 150 м бўлиши мумкин. Нивелир пикетларни туташтирувчи чизиққа ҳар икки рейкадан баравар масофада ўрнатилиши керак. Уни мазкур чизиққа ўрнатишнинг иложи бўлмаса, чизиқдан бир оз ташқарига ўрнатишга ҳам йўл қўйилади. Нивелирлаш вақтида визир нурунининг ердан баландлиги 30 см дан кам бўлмаслигига эътибор бериш лозим.

Техникавий нивелирлаш вақтида ҳар станцияда бажариладиган ишлар ва нивелирлаш журналини тўлғазиш. Техникавий нивелирлашда бир томонли ёки икки томонли рейка ишлатилиши мумкин. Қуйма нивелир (НЗ, НВ-1) ва икки томонли рейка ишлатиладиган бўлса, боғловчи пикетларни нивелирлаган вақтда ҳар бир станцияда ишлар қуйидаги тартибда бажарилади:

1) рейкалар қизил томонини кузатувчига қаратиб, пикетларга тик ўрнатилади; нивелирнинг рейкалардан баравар масофада ўрнашганлиги текширилгач, иш ҳолатига келтирилади. Жойдаги ўлчашлар ва журнални тўлғазиш тартиби 30-жадвалда қавс ичидаги рақамлар билан кўрсатилган;

2) қараш трубаси кетинги рейкага визирланиб, унинг қизил гомонидан саноқ (1) олинади. Сўнгра қараш трубаси олдинги рейкага визирланиб, унинг ҳам қизил томонидан саноқ (2) олинади;

3) олинган саноқлардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади: $(1) - (2) = (3)$;

4) рейкаларнинг қора томони кузатувчига қаратилади ва дастлаб олдинги, сўнгра кетинги рейкадан (4) ва 5) саноқлар олинади. Бу саноқлардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади: $(4) - (5) = (6)$;

5) агар икки томонли рейкалардан бирининг қизил томонидаги саноқ 4687 дан ва иккинчиси 4787 дан бошланса, яъни саноқларнинг бошланиши бир-биридан 100 мм фарқ қилса, кетинги ва олдинги рейкалардан олинган саноқлар бир-биридан айрилади, яъни $(1) - (4) = (7)$ ва $(2) - (5) = (8)$. Қолдиқ сон 4687 ва 4787 га тенг ёки бир-биридан 6 мм фарқ қилса, саноқ тўғри олинган бўлади;

6) икки марта аниқланган нисбий баландликлар бир-бирига таққосланади: $(3) - (6) = (9)$. Орадаги фарқ 100 ± 6 мм дан кичик бўлса, нисбий баландлик тўғри аниқланган бўлади. Фарқ бундан катта бўлса, қайта нивелирланади. Жадвалдаги нотўғри саноқлар резинка билан ўчирилмайди, балки қалам билан чизилиб, устига тўғриси ёзилади

7) икки марта аниқланган нисбий баландликларнинг ўртачаси ҳисоблаб чиқарилади: $\frac{(3) + 100 + (6)}{2} = (10)$. ✓

Биринчи станцияда нивелирлашнинг тўғри бажарилганлиги аниқлангач, кетинги рейка навбатдаги пикетга, нивелир эса 2-станцияга кўчирилади. Бу станцияда ҳам иш юқоридаги тартибда бажарилади

Қуйма нивелир ва бир томонли рейкадан фойдаланганда боғловчи нуқталарнинг нисбий баландликларини икки марта аниқлаш учун ҳар бир станцияда иш қуйидагича бажарилади. Кетинги ва олдинги рейкалардан (1) ва (2) саноқлар олиниб, журналга (31-жадвал) ёзилади ва нисбий баландлик $(1) - (2) = (3)$ ҳисоблаб чиқарилади. Сўнгра нивелир баландлиги ўз-

Техникавий нивелирлаш журналы (икки томонли рейка)

30-жадвал

Станциялар номери	Пикетаж номери	Рейкалардан олинган саноклар, мм			Нисбий баландлик (h), мм		Ўртача нисбий баландлик ($h_{\text{ўрт}}$), мм		Абсолют баландлик, м
		кестиги рейка (a)	олдинги рейка (b)	орпаки рейка (c)	+	-	+	-	
1	R _p 26 ПКO	5267(1) 0481(4) 4786(7)	674(2) 2057(5) 4690(8)			1480(3) 1576(6) - 104(9)	1578(10)	610,540	
2	IIKO X	5053 0369 4684	7874 3088 4786			2821 2719 + 102	-1 2720	608,962	
3	X PKI	5095 0309 4786	7733 3045 4688			2638 2736 -92	-1 2737	606,241	
4	PKI R ^{ak} 27	7421 2735 4686	5002 0216 4786			2419 2519 -100	-1 2519	603,003	
		$\sum a = 26730$	$\sum b = 35762$		4935	13970	2519	7035	

$\sum h = -9032$ $\sum h_{\text{ўрт}} = 4516$.
 Нивелирлашдаги хато $\Delta h = \sum h - (H_{Kp27} - H_{Rp26}) = 4516 - (606,021 - 610,540) = +0,003$ м = 3 мм;
 Нивелирлашдаги чекли хато $\Delta h_{\text{чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{4} = \pm 20$ мм.

Техникавий нивелирлаш журнали
(бир томонли рейка)

Станциялар Номери	Пикетлар Номери	Рейкадан олинган сановлар			Нисбий баландлик (h), м.м.		Уртача нисбий баландлик (h _{урт}), м.м.		Асбоб горизонти, м	Абсолют баландлик, м
		кетинги рейка (a)	олдинги рейка (b)	оралиқ рей- ка (c)	+	-	+	-		
I	ПК 0	2015(1)	0546(2)		1469(3)					611,245
	ПК 1	2149(4)	0680(5)		1469(6)		-1	1469(7)		
II	ПК 1	0986								612,713
	X	1096	2201 2312			1214 1216		-1	1215	
III	X	2684								611,497
	ПК 2	2803	1064 1189			1620 1616		-1	1618	
IV	ПК 2	1895								613,114
	ПК 3	2045	0913 1063	1763	0982 0982			-1	0982	
		$\sum a = 15675$	$\sum b = 9967$		$\sum h = +8138$	-2430		$+4069$	-1215	
		$\sum a - \sum b = 5708$			$\sum h_{урт} = +2854$					
										$615,159$
										$613,114$
										$613,396$
										$614,095$

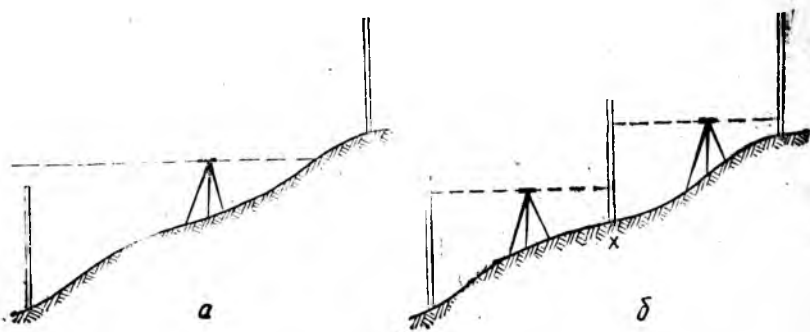
$$h = H_{пкс} - H_{пко} = 614,095 - 611,245 = + 2850;$$

Нивелирлашдаги хато $-\Delta h = \sum h_{урт} - H_{пкс} - H_{пко} = 2854 - 2850 = + 4 \text{ м.м.}$

Нивелирлашдаги чекли хато $-\Delta h_r = \pm 10 \text{ м.м.} \sqrt{n} = \pm 10 \text{ м.м.} \sqrt{4} = \pm 2 \text{ м.м.}$

гартирлиб (асбоб тахминан 10–15 см пастга туширилади ёки юқори кўтарилади), асбобнинг иккинчи горизонтида яна ўша рейкалардан саноқлар (4) ва (5) олинади. Бу саноқлардан нисбий баландлик (4) – (5) = (6) ҳисоблаб чиқарилади. Икки марта аниқланган нисбий баландликлар фарқи маълум чек (± 6 мм) дан катта бўлмаса, мазкур станцияда нивелирлаш тўғри бажарилган ҳисобланади ва нивелир навбатдаги станцияга кўчирилади.

Нивелирланиши керак бўлган икки пикет қия ён бағирда бўлса, нивелирни улар орасига ўрнатиб рейкаларга қараганда кетинги рейка-нивелирнинг визир нуридан пастда, олдинги рейка эса юқорида бўлиши мумкин (13-шакл, а). Бундай ҳолларда пикетлар оралиғи қисмларга бўлиниб, ҳар бир қисм алоҳида-алоҳида нивелирланади. Пикетлар оралиғидаги нуқталарга *икс* (x) *нуқталар* дейилади. Пикетлар қандай нивелирланса, *икс* нуқталар ҳам шундай нивелирланади. Масалан, 139-шакл, б



139-шакл.

да нивелир дастлаб II станцияга ўрнатилиб, ПК0 ва x нуқта, сўнгра нивелир III станцияга кўчирилиб, x нуқта ва ПК1 нивелирланади. Олинган саноқлар журналга пикетлардан олинган саноқлар каби ёзилади.

Техникавий нивелирлаш журналлини ишлаб чиқиш. Дастлаб журнал бетма-бет текширилади. Бунинг учун журналнинг ҳар бетидаги a , b , h ва $h_{\text{урт}}$ саноқлар йиғиндиси чиқарилади. Журналдаги саноқлар қуйидагига тенг бўлиши керак:

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h}{2} = \Sigma h_{\text{урт}}. \quad (\text{XIV}-1)$$

НЛ-3 нивелири ишлатилса, журналдаги саноқлар қуйидагига тенг бўлиши керак:

$$10 \frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} + 8(n_b - n_a) = \Sigma 2h. \quad (\text{XIV}-2)$$

Шундан кейин нивелирлашда рўй берган хато аниқланади. Отметкалари маълум бўлган иккита репероралиғини нивелирлашда рўй берган хато қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta h = \sum h_{урт} - (H_{ох} - H_{бош}); \quad (XIV-3)$$

бу ерда $\sum h_{урт}$ — нивелирлаш натижасида аниқланган ўртача нисбий баландликларнинг алгебраик йиғиндиси;

$H_{бош}$ — бошланғич репернинг отметкаси;

$H_{ох}$ — охириги репернинг отметкаси.

Нивелирлаш ёпиқ полигон бўйича ўтказилган бўлса, нивелирлаш хатоси қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta h = \sum h_{урт}. \quad (XIV-4)$$

Агар нивелирлаш отметкаси номаълум нуқталар орасидан ўтган бўлса, яъни „осма йўл“ тарзида бўлса, йўл икки марта тўғри ва тескари йўналишда нивелирланиб, нивелирлаш хатоси тўғри ва тескари йўналишда аниқланган нисбий баландликлар алгебраик йиғиндисининг айирмасига тенг бўлади:

$$\Delta h = \sum_{тўғри} - \sum_{тескари}. \quad (XIV-5)$$

Техникавий нивелирлашдаги йўл қўйиладиган чекли хато қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta h_{чек} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} \text{ ёки } \Delta h_{чек} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} \quad (XIV-6)$$

Агар нивелирлашдаги хато йўл қўйилган даражада ёки ундан кичик бўлса, барча нисбий баландликларга тескари ишора билан тарқатилади. Бунга *тузатиш* дейилади. Тузатиш нивелирлаш йулидаги барча станцияларнинг нисбий баландликларига баравар миқдорда тарқатилиши лозим. Ҳар бир станция учун белгиланган тузатиш $\frac{\Delta h}{n}$ га тенг. Формуладаги Δh нивелирлаш хатоси; n — станциялар сони. Шуни айтиб ўтиш керакки, ҳар бир станция учун киритиладиган тузатиш 1 мм гача яхлитланиши лозим. Ҳар бир станцияда аниқланган нисбий баландликка киритиладиган тузатиш 0,5 мм дан кичик бўлган тақдирда у 1 мм гача яхлитланиб, нивелирлаш йўли охириги станцияларининг нисбий баландликларига киритилади. Тузатишлар йиғиндиси тескари ишора билан хато миқдорига тенг бўлиши керак. Нисбий баландликларга тузатишлар киритилгач, пикетларнинг отметкалари қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$H_{n+1} = H_n + h_n; \quad (XIV-7)$$

бу ерда H_n — бошланғич нуқтанинг отметкаси; H_{n+1} — навбатдаги нуқтанинг отметкаси; h_n — шу икки нуқта орасидаги нисбий баландлик.

Отметкаларни ҳисоблаб чиқаришда охириги нуқтанинг отметкаси келиб чиқса, ҳисоблаш тўғри бажарилган бўлади.

96-§. Нивелирлаш йўлини дарё ёки жар орқали ўтказиш

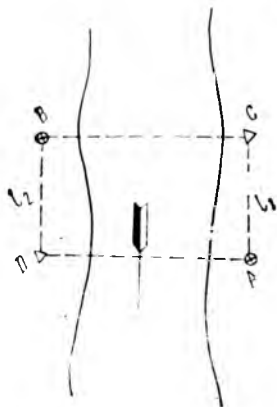
Нивелирлаш йўли дарё, жар ва шу каби бошқа объектларни кесиб ўтиши мумкин. Дарё ёки жарнинг кенглиги 10 м дан кам бўлса, бир қирғоқдан иккинчисига боғловчи баландлик нуқталари нивелирлашдаги каби узатилади. Дарё ёки жарнинг кенглиги 100—300 м бўлганда эса махсус нивелирлаш усуллари қўлланилади. Бу усулларнинг энг кўп ишлатиладиганларидан бири—ишни икки приёмга бўлиб икки циклда нивелирлашдир.

III класс нивелирлашда дарёнинг иккала қирғоғидаги *A* ва *B* нуқталарга (тахминан бир хил баландликда) мустаҳкам қилиб қоziқлар қоқилади ва қирғоқдан тахминан 10—20 м ичкарироқдан нивелир ўрнатиладиган нуқталар *C* ва *D* танланади (140-шакл). *BD* орасидаги l_1 масофа *AC* орасидаги l_2 масофага тенг бўлиши лозим ($l_1 = l_2$). *A* ва *B* нуқтани нивелирлаш учун нивелир биринчи станция (*C*) га ўрнатилади. Аввал кетинги (*A* нуқтадаги) рейканинг қора ва қизил томонларидан сўнгга қараш трубагининг фокуси ўзгартирилмасдан, олдинги (*B* нуқтадаги) рейкадан уч ип метолида саноқлар олинади. Биринчи станцияда иш тамом бўлгандан кейин нивелир фокуси ўзгартирилмасдан иккинчи қирғоққа ўтилиб, нивелир иккинчи станция (*D* нуқта)га ўрнатилади. Дастлаб *A* нуқтадаги, кейин *B* нуқтадаги рейкалардан шу тартибда саноқлар олинади. Буларнинг ҳаммаси нивелирлаш ишининг ярим приёмни ташкил қилади. Об-ҳаво нивелирлаш натижасига камроқ таъсир этиши учун ишнинг иккинчи ярми куннинг бошқа вақтида бажарилади. Бунда ҳам айтиб ўтилган ишлар такрорланади. Нивелирлаш аниқлиги иккала қирғоқдан туриб ҳисобланган нисбий баландликларни солиштириб топилади. Уларнинг нивелирлаш аниқлиги ҳар 100 м масофа учун 10 мм бўлиши, орадаги фарқ 5 мм дан ошмаслиги керак.

Кенглиги 300—500 м бўлган дарёларни нивелирлашда катталаштириш даражаси 40 дан ва цилиндрик адилагининг булак қиймати 10" дан ортиқ бўлган нивелир ишлатилади. Нисбий баландлик бир неча приёмда аниқланади.

97-§. Нивелирлаш йўлини баландлик таянч пунктларига боғлаш

Баландлик таянч пунктларининг отметкаларини ягона баландлик системаси (Балтика ёки маҳаллий система) да аниқлаш ҳамда нивелирлаш натижаларига баҳо бериш мақсадида



140-шакл.

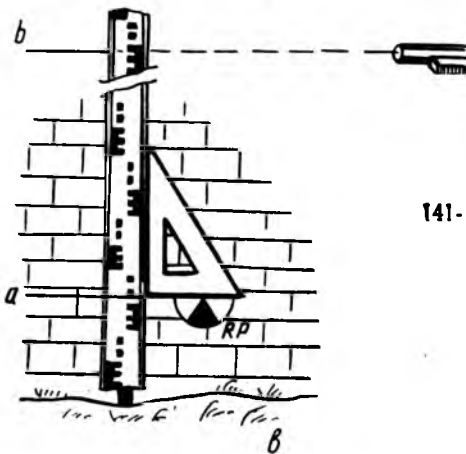
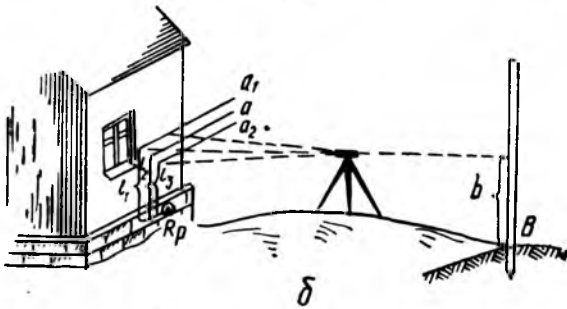
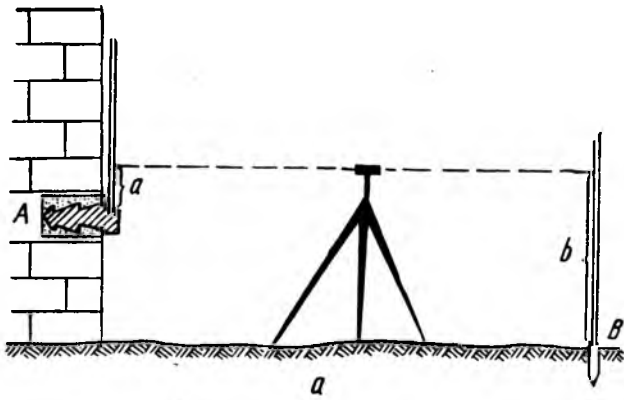
нивелирлаш йўли отметкаси маълум бўлган репер ва маркаларга боғланади. Нивелирлаш йўлини грунт реперига боғлаш учун рейка репер устига тик ўрнатилади. Нивелирлаш йўлини деворий реперга боғлашда рейка репернинг девордан чиқиб турган учига тик ўрнатилади (141- шакл, а). Бунда нивелирлаш йўли репердан бошланса, B нуқтанинг репер A га нисбатан баландлиги репердаги рейкадан олинган саноқ (a) билан B нуқтадаги рейкадан олинган саноқ (b) нинг айирмасига тенг бўлади. Нивелирлаш йўли реперга боғланса, репер A нинг B нуқтага нисбатан баландлиги B нуқтадаги рейкадан олинган саноқ (b) билан репер (A) даги саноқ (a) нинг айирмасига тенг бўлади.

Деворий реперга рейка ўрнатиб бўлмаса, нивелирлаш йўлини боғлашнинг қуйидаги усулларида фойдаланиш мумкин:

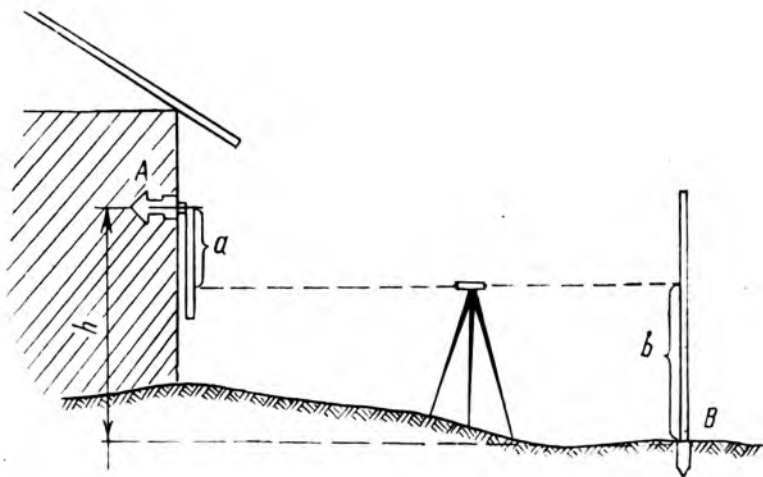
1. *Иплар тўрини лойиҳалаш усули* (141- шакл, б). Бунда нивелир репер билан боғловчи нуқта (B) ўртасига ўрнатилади. Қараш трубасининг визир ўқи горизонтал ҳолатга келтирилгандан сўнг труба репернинг юқориги учига визирланади, деворга учала горизонтал ипнинг проекцияси туширилади ва қалам билан чизилади. Кейин репер бўртмасидан девордаги чизиқларгача бўлган масофа l_1 , l_2 ва l_3 лар пўлат рулетка билан ўлчанади, уларнинг ўртача арифметик миқдори, яъни $\frac{1}{3}(l_1 + l_2 + l_3)$ репердаги рейкадан олинган саноқни билдиради.

2. *Учбурчак шаклидаги линейка ёрдамида саноқ олиш усули* (141- шакл, в). Бунда деворий репер яқинида бошмоқ ёки қозиққа рейка ўрнатилади. Учбурчак шаклидаги линейканинг кичик катети репер устига қўйилади, ён катет эса тик рейкага тегиб туради. Қараш трубаси орқали рейкадан ўрта ип бўйича b саноқ, кичик катет бўйича a саноқ олинади. Саноқлар айирмаси репердаги рейкадан олинган саноқни билдиради.

Нивелирлаш йўлини деворий маркага боғлаш учун (142- шакл) марканинг марказидаги тешикка металл штифт киргизилади, штифтга рейкача осилади. Рейкачанинг ноль рақами штифт ўқиға (марка тешигининг марказига) тўғри келиши лозим. Рейкачанинг ноль рақами юқорига қаратилганлигидан, рейкачадан олинган саноқ манфий қийматга эга бўлади. Қараш трубаси рейкачага визирланиб, саноқ (a) олинади. Агар нивелирлаш йўли маркадан бошланаётган бўлса—боғловчи (B) нуқтанинг маркага нисбатан баландлиги $a - b = h$ га, нивелирлаш йўли маркага боғланса—марка (A) нинг нуқта (B) га нисбатан баландлиги $a + b = h$ га тенг бўлади. Маркага рейка ўрнатиш мумкин бўлмаса, нивелирлаш йўли репердаги каби боғланади. Нивелирлаш йўлини боғлашда репер ёки марканинг, рейка ҳамда визир нурининг ҳолатини тасвирловчи схематик чизма нивелирлаш журналининг „изоҳ“ устунига чизиб қўйи-



141- шакл.



142- шакл.

лади. Рейкалардан олинган саноқлар чизмада курсатилади ва нивелирлаш журнаliga ёзилади.

Нивелирлаш иши узоқроқ вақтга тўхтатиладиган бўлса, нивелирлаш йўлини доимий реперга боғлаб улгуриш керак. Нивелирлаш йўлини доимий реперга боғлашнинг иложи бўлмаса, жойдаги мустақкам учта нуқтага боғлаш зарур. Бундай нуқталар сифатида иншоотнинг бўртмаси, қоя, харсангтош, телеграф устунига қоқилган думалоқ қалпоқли мих ва шу кабилардан фойдаланиш мумкин. Бундай нарсалар булмаган жойда учта бошмоқдан фойдаланилади. Бунинг учун 0,3 м чуқурликда учта ўра ковланади, уларга бошмоқлар ўрнатилади ва нивелирлангач, тупроқ билан кўмиб ташланади. Нивелирлашни яна давом эттириш керак бўлганда бошмоқлар очилади. Иш тўхтатилганга қадар бошмоқларга қандай рейкалар ўрнатилган бўлса, бу гал ҳам шундай рейкалар ўрнатилиб, нивелирлаш давом эттирилади. Аввалги ва кейинги нивелирлаш натижасида аниқланган нисбий баландликлар таққосланади; фарқ 3 мм дан катта бўлмаса, нивелирлаш натижаси қилиб уларнинг ўртача арифметик қиймати олинади. Фарқ бундан катта бўлганда бошмоқлардан қайси бирининг баландлиги ўзгарганлиги аниқланади ва нивелирлаш иши баландлиги ўзгармаган бошмоқдан бошланади

98- §. Нивелирлаш натижаларини тенглаш ва баландлик таянч пунктларининг отметкаларини аниқлаш

Техникавий-инженерлик ишларида нивелирлаш битта йўлдан ёки бир неча йўлдан кесишиб тугун нуқталар ҳосил қилган системадан иборат бўлиши мумкин. Бир неча йўлдан иборат

рат нивелирлаш натижаларини тенглаш усуллари жуда кўп. Қўйида иккита репер орилигида ўтказилган нивелирлаш йўлини ҳамда тугун нуқтали йўллар системасини тенглашнинг энг кўп қўлланиладиган усуллари билан танишиб чиқамиз.

Иккита репер орилигида ўтказилган нивелирлаш натижаларини тенглаш. Икки репер орилигида ўтказилган нивелирлаш натижалари ёзилган журнал бетма-бет текширилгач, нивелирлаш йўлидаги пунктларнинг отметкалари кетма-кет аниқланади:

1. Нивелирлашдаги хато қўйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$\Delta h = \sum h - (H_{\text{ох}} - H_{\text{бош}}); \quad (\text{XIV-8})$$

бу ерда $\sum h$ — ўртача нисбий баландликлар йиғиндиси;
 $H_{\text{бош}}$ ва $H_{\text{ох}}$ — нивелирлаш ўтказилган йўлнинг бошидаги ва охиридаги реперлар отметкалари

2. Нивелирлашдаги хато йўл қўйиладиган чекли хатога таққосланади.

Икки репер орасида IV класс нивелирлаш ўтказилганда нивелирлаш чекли хатоси қўйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{L} \quad (\text{XIV-9})$$

ёки

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 5 \text{ мм} \sqrt{n}. \quad (\text{XIV-10})$$

III класс нивелирлашда чекли хато қўйидагига тенг:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{L}; \quad (\text{XIV-11})$$

бу ерда L — нивелирлаш йўлининг узунлиги (км);

n — станциялар сони.

3. Нивелирлашдаги хато чекли хатога тенг ёки ундан кичик бўлса, нисбий баландликларга тескари ишора билан йўл (секция) бўлаклари узунлигига пропорционал равишда тузатиш киритилади.

4. Бошланғич репер отметкасига асосланиб тегишли нуқталарнинг отметкаси ҳисоблаб чиқарилади. Агар ҳисоблаш натижасида охириги репернинг маълум отметкаси келиб чиқса, ҳисоб тўғри бўлади. Масалан, 32-жадвалда IV класс нивелирлаш натижаси берилган. Жадвалдан кўринишича, нисбий баландлик $\sum h = +25,172 \text{ м}$, нивелирланган чизик бошланғич (репер 316) ва охириги (репер 118) нуқталари отметкаларининг фарқи эса $h = H_{R_{p118}} - H_{R_{p316}} = 548,536 - 523,315 = +25,221 \text{ м}$. Нивелирлашдаги хато $\Delta h = (+25,172) - (+25,221) = -0.049 \text{ м}$. Бу нивелирлашдаги чекли хато $\Delta h_{\text{чек}} = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{129} = \pm 70 \text{ мм}$.

Нивелирлашдаги хато (-49 мм) чекли хато ($\pm 70 \text{ мм}$ дан кичик бўлганлиги учун унга йўл қўйиш мумкин

Нивелирлаш йўлининг ҳар бир километрга киритиладиган

тузатиш $\frac{49}{12,9} = +3,86$ м. Шунга кўра жадвалнинг 4-устунига нивелирланган чизиқнинг ҳар бир секцияси учун белгиланган тузатишлар ёзилган. Бу тузатишлар нисбий баландликларга алгебраик қўшилади. 32- жадвалнинг 6- устунида тўғриланган нисбий баландликларга асосланиб топилган отметкалар берилган.

32- ж а д в а л

IV класс нивелирлаш натижаси

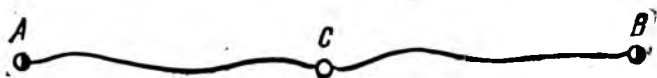
Пунктлар номи	Масофалар, к.м	Нисбий баландлик, м	Тузатиш, м.м	Тўғриланган нисбий баландлик, м	Абсолют баландлик, м
316-репер					523,315
Вақтинчалик 1-репер	3,2	+ 9,378	+ 12	+ 9,340	532,655
512-репер	2,8	+ 13,615	+ 11	+ 13,626	546,281
Вақтинчалик 2-репер	2,3	- 8,086	+ 8	- 8,078	538,203
118-репер	4,6	+ 10,315	+ 18	+ 10,333	548,535
	12,9	+ 25,172 + 25,221 - 0,049	+ 49	+ 26,692	

Бир тугун нуқтали нивелирлаш йўлини тенглаш. Кўпинча нивелирлашда бир неча йўл бирор нуқтада кесишади. Бундай нуқтага *тугун нуқта* дейилади. 143-шаклда икки йўл бир тугун нуқтада кесишган. Нивелирлаш йўли отметкалари маълум бўлган *A* ва *B* реперларига боғланган. Нивелирлашнинг *AC* қисмида *n* станциялар, *BC* қисмида эса *n-k* станциялар бўлган. *C* нуқтанинг отметкасини икки марта ҳисоблаб чиқариш мумкин:

$$H_1 = H_A + \sum_1^n h$$

$$H_2 = H_B - \sum_k^n h.$$

(XIV-12)



143-шакл.

Лекин H_1 ва H_2 отметкаларнинг аниқлиги тенг эмас. Чунки улар орасидаги станциялар сони ҳар хил. Бу отметкаларнинг вазнини p_1 ва p_2 билан, нисбий баландликларнинг ўртача арифметик хатосини m_h билан белгиласак, V—14 формуладан кўринишича, нисбий баландликларнинг ўртача арифметик хатоси қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} m_1 &= m_h \sqrt{n}, \\ m_2 &= m_h \sqrt{n-k}. \end{aligned} \quad (\text{XIV—13})$$

Аниқлиги тенгмас нивелирлашдаги ўртача арифметик хатони қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{\mu^2}{m_h^2 \cdot k}, \\ p_2 &= \frac{\mu^2}{m_h^2 (n-k)}. \end{aligned} \quad (\text{XIV—14})$$

Агар $\mu = m_h$ бўлса, юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишга кирилади:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{1}{k}, \\ p_2 &= \frac{1}{n-k}. \end{aligned} \quad (\text{XIV—15})$$

С нуқтанинг отметкаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$H_c = \frac{H_1 p_1 + H_2 p_2}{p_1 + p_2}. \quad (\text{XIV—16})$$

Бу формулани қуйидагича ёзиш ҳам мумкин:

$$H_1 - H_2 = H_A - H_B + \sum_1^n h = \sum_1^n h - (H_B - H_A). \quad (\text{XIV—17})$$

Формуланинг ўнг томонидаги ҳадлар нивелирлаш хатосидир; уни Δh билан ифодаласак, XIV—17 формула қуйидаги кўринишга кирилади:

$$H_1 - H_2 = \Delta h,$$

бундан

$$H_2 = H_1 - \Delta h. \quad (\text{XIV—18})$$

Агар H_2 ни XIV—16 формулада ўз ўрнига қўйсак,

$$H_c = \frac{H_1 p_1 + (H_1 - \Delta h) p_2}{p_1 + p_2}.$$

Бу формулани қўйидагича ёзиш ҳам мумкин:

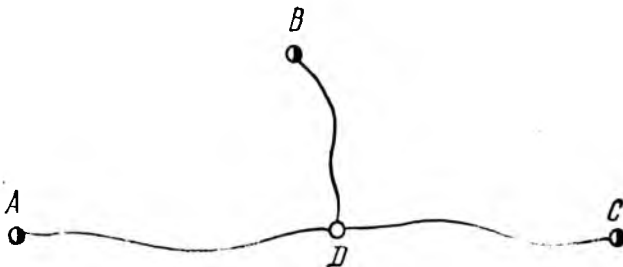
$$H_c = H_1 - \Delta h \frac{p_2}{p_1 + p_2}, \quad (\text{XIV—19})$$

Формулага p_1 ва p_2 қийматлар қўйилса, S тугун нуқтанинг от-меткаси қўйидагича бўлади:

$$H_c = H_1 - \frac{\Delta h}{n} \cdot k. \quad (\text{XIV—20})$$

Нивелирлаш бир йўлдан иборат бўлганда нивелирлашлаган хато станциялар сонига бўлинади ва нисбий баландликларга тескари ишора билан қўшилади. Сўнгра тугун нуқтанинг от-меткаси биринчи репер от-меткасига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади, иккинчи репернинг от-меткасига асосланиб эса текшириб кўрилади.

Баъзан бир тугун нуқтада бир неча йўл кесишиши мумкин. Масалан, 144-шаклда уш нивелирлаш йули бир тугун



144-шакл

нуқтада кесишган. Бу йўллар системасида A , B ва C нуқталарнинг от-меткалари маълум бўлганлигидан, D нуқтанинг от-меткасини уч марта ҳисоблаб чиқариш мумкин. От-меткаларни H_1 , H_2 ва H_3 билан, уларнинг вазнини P_1 , P_2 ва P_3 билан белгиласак,

$$P_1 = \frac{1}{n_1}; \quad P_2 = \frac{1}{n_2}; \quad P_3 = \frac{1}{n_3}$$

бўлади; бу ерда n_1 , n_2 ва n_3 —нивелирлаш йўлларидаги станциялар сони

D нуқтанинг ўртача арифметик формула буйича аниқланган эҳтимолий от-меткаси қўйидагича бўлади:

$$H_D = \frac{H_1 P_1 + H_2 P_2 + H_3 P_3}{P_1 + P_2 + P_3}. \quad (\text{XIV—21})$$

Ҳар бир нивелирлаш йўлидаги хатолик қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$\begin{aligned}\Delta h_1 &= H_1 - H_D \\ \Delta h_2 &= H_2 - H_D \\ \Delta h_3 &= H_3 - H_D.\end{aligned}\quad (\text{XIV} - 22)$$

Нивелирлашдаги хато ҳар бир йўлдаги нисбий баландликка ёки ҳар бир километрга барабар миқдорда тескари ишора билан тарқатилади. Тузатишган нисбий баландликларга асосланиб тугун нуқтанинг отметкаси ҳисоблаб чиқарилади.

Нивелирлаш йўлининг бирлиги (километр) учун белгиланган нивелирлаш аниқлиги қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\mu = \sqrt{\frac{[P\delta^2]}{n-1}} \quad \text{ёки} \quad \mu = \sqrt{\frac{[P\Delta h^2]}{n-1}}, \quad (\text{XIV} - 23)$$

бу ерда n —станциялар сони; Δh —нивелирлашдаги хато.

Тугун нуқта отметкасининг тўғри аниқланганлиги қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$m = \pm \frac{\mu}{\sqrt{[P]}}; \quad (\text{XIV} - 24)$$

формуладаги $[P]$ —барча йўллар вазнларининг йиғиндис.

33-жадвалда бир тугун нуқтада кесишган учта нивелирлаш натижаси берилган. Тугун нуқтанинг хусусий отметкаси учта йўлни нивелирлаш натижаси бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$\begin{aligned}H_1 &= 550,452 + 4,605 = 555,057 \text{ м}, \\ H_2 &= 452,474 + 2,569 = 555,043 \text{ м}, \\ H_3 &= 558,835 - 3,770 = 555,065 \text{ м}.\end{aligned}$$

Тугун нуқта (D) нинг ўртача вазнли отметкаси (XIV—21) формула ёрдамида топилади:

$$H_D = \frac{H_1 \cdot P_1 + H_2 P_2 + H_3 P_3}{P_1 + P_2 + P_3}. \quad (\text{XIV} - 25)$$

Бу ерда йўлни тескари нивелирлагандаги станциялар сони нивелирлаш йўли вазни қилиб олинган. Шунда

$$P_1 = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{8}; \quad P_2 = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{6}; \quad P_3 = \frac{1}{n_3} = \frac{1}{5}.$$

Каср билан ифодаланган вазни бутун сонга айлантириш учун станциялар сонининг кўпайтмалари олинади, яъни

$$8 \times 6 \times 5 = 240.$$

Шунда нивелирлаш вазни:

$$P_1 = \frac{1}{8} \cdot 240 = 30; \quad P_2 = \frac{1}{6} \cdot 240 = 40,$$

$$P_3 = \frac{1}{5} \cdot 240 = 48.$$

Тугун нуқтанинг ўртача вазнли отметкаси аниқланади:

$$H_D = \frac{555,057 \times 30 + 555,043 \times 40 + 555,065 \times 48}{30 + 40 + 48} = 555,054 \text{ м.}$$

Ҳар бир нивелирлашдаги хато қуйидагича ҳисоблаб чиқарилади:

$$\Delta h_1 = 555,057 - 555,054 = + 3 \text{ мм,}$$

$$\Delta h_2 = 555,043 - 555,054 = - 11 \text{ мм,}$$

$$\Delta h_3 = 555,065 - 555,054 = + 11 \text{ мм}$$

Шу хатоларга қараб нисбий баландликлар тўғриланади ва тугун нуқтанинг отметкаси ҳисоблаб чиқарилади.

33-жадвал

Бир тугун нуқтали учта йўлни нивелирлаш натижаси

Нивелирлаш йўли	Ҳисобланган нисбий баландлик, мм	Тузатиш, мм	Тўғриланган нисбий баландлик, мм	Нуқталарнинг отметкалари, м
A				550,452
	+ 4605	-3	+ 4602	
D				555,054
B				552,474
	+ 2569	+11	+ 2570	
D				555,054
C				558,835
	- 377	-11	- 3381	
D				555,054

99-§. Тахеометрик йўл

Кесим баландлиги 1 м дан зиёд бўлган топографик план олиш учун баландлик шохобчалари ҳосил қилишда тахеометрик йўллар қўлланилади. Тахеометрик йўллар теодолит йўллари каби ўтказилади. Уларнинг бир-биридан фарқи шуки, теодолит йўли ўтказилганда масофа пўлат лента билан, тахеометрик йўлларда эса дальномер билан ўлчанади. Бундан ташқари, тахеометрик йўллар пунктларининг отметкалари тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Тахеометрик йўл-

лар ёпиқ полигон кўринишида ёки иккита геодезик таянч пункти оралиғида ўтказилади, узунлиги план олиш масштабига боғлиқ бўлади. Масалан, масофа ипли дальномер билан ўлчанг, 1:10 000 масштаби план олишда тахеометрик йўлнинг узунлиги—2,8 км дан, 1:5000 масштаби план олишда—1,4 км дан, 1:2000 масштаби план олишда эса 0,6 км дан катта бўлмаслиги керак [17]. Дастлаб тахеометрик йўлнинг лойиҳаси тузилади. Жойни рекогносцировка қилган вақтда лойиҳа текширилади ва аниқликлар киритилади.

Тахеометрик йўлни ўтказиш вақтида масофа дальномерлар билан ўлчанганлигидан, масофани ўлчаш ноқулай бўлган жойларда ҳам тахеометрик йўлдан фойдаланиш мумкин. Нуқталар баландлигини аниқ узатиб бериш учун полигон томонларининг узунлиги 200—250 м қилиб олинади.

Тахеометрик йўлнинг бурилиш ва вертикал бурчаклари теодолит-тахеометр билан тўлиқ приёмда, томонлар узунлиги эса дальномер билан тўғри ва тескари йўналишда ўлчанади. Ипли дальномер ҳамла ДД-3 ва Дар-100 оптик дальномерлари билан масофа ўлчашда томонлар 180 м дан узун бўлса, бўлакларга бўлиб ўлчанади. Ипли дальномер билан ўлчанган масофанинг тўғрилигини текшириш мумкин бўлиши учун икки томонли рейка ишлатилади.

Тахеометрик йўл ўтказиш натижалари махсус журналга (34- жадвал) ёзиб борилади. Масофа ДД-3 ва Дар-100 дальномерлари билан ўлчанганда ҳам 34- жадвалда келтирилган журналдан фойдаланилади. Ҳар бир станцияда бажариладиган ўлчаш ишлари ва журнални тўлғазиш тартиби қуйидагича:

1) тахеометр станцияга ўрнатилади, баландлиги рулетка билан ўлчанади. Нисбий баландлик $h = a \operatorname{tg} \alpha$ формула ёрдамида аниқланса, тахеометр баландлиги нуқталарга ўрнатилган рейкаларда белгилаб қўйилади. Қараш трубаси кетинги нуқтадаги рейкага визирланади ва горизонтал доирадан саноқ олинади. Саноқлар журналнинг 4-устунига ёзилади. Кейин иплар тўрининг горизонтал ипи рейканинг асбоб баландлигини кўрсатувчи нуқтасига тўғриланади, вертикал доиранинг I ва II верньерларидан саноқлар олинади. Саноқлар журналнинг 8 ва 9-устунларига ёзилади. Нисбий баландлик $h = atg\alpha + i - l$ формула ёрдамида аниқланиши керак бўлган ҳолларда вертикал бурчакни ўлчашда қараш трубаси иплари тўрининг горизонтал ипи рейканинг бирор маълум баландлигига ёки учига тўғриланиб, вертикал доирадан саноқ олинади. Горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш билан бирга, полигон томонларининг узунлиги ҳам ўлчанади. Агар томонлар узунлиги ипли дальномер билан ўлчанса, ҳар бир станцияда тахеометр дальномеридан ҳам саноқ олинади. Бунда дастлаб рейканинг қора томонидан дальномер бўйича саноқлар олиниб, журналнинг 12-устунига ёзилади;

2) тахеометрнинг қараш трубаси олдинги нуқтадаги рейкага

Тахеометрик нивелирлаш журналы

34-жадвал

Станциянинг номери	Пунктлар номери	Горизонтал доира		Пункт №	Вертикал доира				12	13	14	15	16	17		
		саноқлар	бур-урта-чак		Доира ни	Саноқлар	$\frac{I+II}{2}$	Нуль Урни (МО), Қийлик бурчани (а)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Вертикал доиранинг ҳолати	саноқлар	$\left. \begin{array}{l} R \text{ да} \\ \text{бур-урта-чак} \\ L \text{ да} \end{array} \right\}$	Рейка ўзунлиги	Доира ни	Саноқлар	$\frac{I+II}{2}$	Нуль Урни (МО), Қийлик бурчани (а)	Рейкадан олинган саноқлар қора, қизил, уртача	Масофа (D)	Масофа	± δ	± δ	± δ	± δ
2	1	R	0°00',0	210°44',0	$\frac{1}{2,00}$	R	358°25',0	25',5	25',2	0°01',2	160,4	160,4	-	1,67	+	2,30
	3		210°44',0	210°43',8		L	1°37',0	37',5	37',2	-1°35',9	145,8	160,3	-	0,60	-	2,27
2	1	L	175°01',5	210°43',5	$\frac{3}{2,00}$	R	2°01',0	01',0	01',0	359°59',0	130,5	130,5	+	4,61	+	4,01
	3		25°43',5			L	357°58',0	58',0	58',0	+2°01',5	118,6	130,3	-	0,60	-	3,99
3	2	R	0°04',5	187°34',0	$\frac{2}{2,00}$	R	358°29',0	29',0	29',0	359°59',2	130,7	130,6	-	3,43	+	4,01
	4		187°38',5	187°33',8		L	1°29',5	29',5	29',5	-1°30',2	118,6	130,5	-	0,56	-	3,99
3	2	L	100°02',5	187°33',5	$\frac{4}{2,00}$	R	2°05',5	05',5	05',5	0°00',0	141,4	141,2	+	5,12	+	4,56
	4		287°36',0			L	357°54',5	54',5	54',5	+2°05',0	128,2	141,0	-	0,56	-	4,50
													+	4,56	+	4,53

визирланади. Бунда ҳам горизонтал ва вертикал доиралардан ҳамда дальномер бўйича саноқлар олиниб, журналнинг тегишли устунларига олдинги нуқта номери тўғрисиغا ёзилади;

3) қараш трубаси зенит бўйича айлантирилиб, вертикал доира чап томонга ўтказилади ва иккинчи ярим приёмда аввало кетинги, сўнгра олдинги рейкаларга қаралиб, горизонтал ва вертикал бурчаклар ҳамда масофа ўлчанади. Бунда саноқ рейканинг қизил томонидан олинади. Ўлчаш натижалари журналнинг 4,8,9 ва 12- устунларига ёзилади;

4) станцияда ўлчаш иши тамом бўлгач, горизонтал ва вертикал бурчаклар ҳисоблаб чиқарилади ва ўлчаш натижалари текширилади. Горизонтал бурчакни иккита ярим приёмда ўлчаш натижаларидаги фарқ йўл қўйилган миқдорда эканлиги ва вертикал бурчакнинг ноль ўрни ўзгармаганлиги аниқланади. Шундан кейин дальномерлардан олинган саноқларнинг ўрточаси $l = \frac{l_{\text{қора}} + 1.1 l_{\text{қизил}}}{2}$ ва D, d, h ҳисоблаб чиқарилади;

5) 1- станцияда ўлчаш ишлари тўғри бажарилганлиги аниқлангач, тахеометр 2- станцияга кўчирилади ва айтиб ўтилган ишлар такрорланади;

6) 2- станцияда ишлар бажарилиб, натижалар текширилгач, масофа ва нисбий баландликни тўғри ҳамда тескари йўналишда ўлчаш фарқи йўл қўйиладиган миқдорда эканлиги аниқланади. Масофани ўлчаш фарқи 1:200 дан, нисбий баландликларни ўлчаш фарқи қуйидагидан катта бўлмаслиги керак:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 4 \text{ см} \frac{d}{100};$$

бу ерда d — полигон томонининг узунлиги.

Тахеометрик йўл пунктларининг координаталари теодолит йўли пунктларининг координаталари каби ҳисоблаб чиқарилади. Пунктларнинг отметкалари ҳисоблаб чиқариш учун 34-жадвалдан 35-жадвалнинг 1- устунига пунктлар номери, 2-устунига полигон томонларининг горизонтал проекциялари, 3-устунига ўртача нисбий баландликлар ва 6-устунига таянч пунктларнинг маълум отметкалари кўчириб ёзилади. Журнални ишлаб чиқишда дастлаб нисбий баландликлар хатоси аниқланади У техникавий нивелирлашдаги каби ҳисоблаб чиқарилади.

Нисбий баландликларнинг чекли хатоси қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm \frac{0,03 P}{\gamma n}; \quad (\text{XIV—26})$$

формулада P — полигон томонларининг периметри, m ; n — полигон томонларининг сони.

Нисбий баландликлар хатоси йўл қўйиладиган даражада бўлса, тахеометрик полигон томонларининг узунлигига пропорционал тарқатилади. Полигон томонларининг ҳар бирига

киритиладиган тузатиш қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$v h = \frac{\Delta h}{P} d_i.$$

Тузатишлар журналнинг 4-устунига ёзилади. Тузатишлар йиндиси тескари ишора билан нисбий баландликлар хатосига тенг бўлиши керак. Тузатишлар ўртача нисбий баландликларга қўшилса, тузатилган нисбий баландликлар келиб чиқади, улар журналнинг 5-устунига ёзилади.

Тахеометрик йўл пунктларининг отметкалари XIV—формула ёрдамида аниқланади. Шу вақтда охириги таянч пунктнинг отметкаси, ёпиқ полигонда эса бошланғич пунктнинг отметкаси келиб чиқса, ҳисоб тўғри бўлади.

35-жадвал

Тахеометрик йўлдаги пунктларнинг отметкаларини ҳисоблаш журнали

Пунктларнинг номери	Полигон томонларининг узунлиги, м	Ўртача нисбий баландлик, м	Тузатиш, м	Тузатилган нисбий баландлик, м	Пунктлар отметкалари, м
1	2	3	4	5	6
1	160,35	+ 2,28	- 0,02	+ 2,26	315,34
2	130,40	+ 4,00	- 0,02	+ 3,98	317,60
3	141,10	+ 4,53	- 0,02	+ 4,51	321,58
4	126,10	- 3,27	- 0,01	- 3,28	326,09
5					322,81
	$P = 558,05$	$\Sigma h = 7,54$	$\Delta h = 0,07$		

$$h = \Sigma h - (H_{\text{бош}} - H_{\text{ох}}) = 7,54 - (322,81 - 315,34) = +0,07 \text{ м}$$

$$\Delta h_{\text{чек.}} = \frac{0,03 P}{\sqrt{n}} = \frac{0,03 \times 558,05}{2,2} = 0,08 \text{ м.}$$

ТОПОГРАФИК ПЛАН ОЛИШ

XV боб

ТЕОДОЛИТ БИЛАН ПЛАН ОЛИШ

100-§. Теодолит билан план олишнинг моҳияти

Теодолит билан план олишда жойнинг рельефи эмас, фақат тафсилотлари тасвирланган контурли план ҳосил бўлади. Инженерлик иншоотларининг лойиҳаларини тузишда жойнинг рельефи тасвирланмаган контурли план ёки картадан фойдаланиб бўлмайди. Шунинг учун теодолит билан план олиш усули план олишнинг бошқа усуллари, чунончи: ахеотметрик план олиш, мензула билан план олиш, майдонни нивелирлаш усуллари билан биргаликда қўлланилади.

Теодолит билан кичик территория контурли плани 1:500, 1:1000, 1:2000 ёки 1:5000 масштабда олинади. План олиш масштаби планнинг қандай мақсадда олинishiга боғлиқ. Масалан, планда контурларнинг 0,4 м га қадар бўлган бўртмалари ёки бурилишлари кўрсатилиш керак бўлса, план 1:1000 масштабда олинади, чунки бунда 0,4 м лик бўртмалар 0,4 мм га тенг бўлади, бинобарин, уларни карта ёки план масштабида кўрсатиш мумкин. Аҳоли яшайдиган район, квартал, кўча ва майдонларнинг лойиҳаларини тузиш учун план 1:500 ва 1:1000 масштабда, шаҳар, посёлка ва қишлоқларнинг лойиҳаларини тузиш учун эса 1:2000 ва 1:5000 масштабда олинади.

План олишга тайёргарлик кўрилаётганда жойда бир вақтлар ҳосил қилинган геодезик таянч шохобчалари ҳамда план олиш натижалари билан танишиб чиқилади; план олиш учун қандай асбоблар ва қанча ишчи кераклиги аниқланади, план олиш сметаси тузилади. Шуларга асосланиб, бажариладиган ишларнинг тахминий плани тузилади.

Теодолит билан план олишда, дастлаб, жой рекогносцировка қилинади, план олиш шохобчаларининг лойиҳаси тузилади, жойда пунктлар белгиланади, сўнгра шохобчалар ҳосил қилинади ва тафсилотлар планга олинади. Ҳисоблаш ишлари шохобча пунктларининг координаталарини аниқлашдан, график ишлар эса теодолит билан олинган планни чизишдан иборат бўлади.

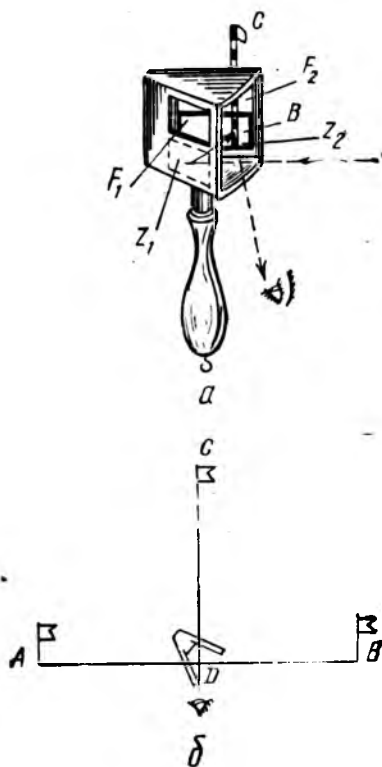
101- §. Теодолит билан план олишда ишлатиладиган асбоблар

Теодолит билан план олиш вақтида горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш учун ТТ-50, ТТ-5, Т30, Т15, ТОМ ва 1' ёки 30" аниқликдаги бошқа теодолитлардан фойдаланилади. Теодолит полигон томонларининг узунлиги пўлат лента ёки қўш тасвирилы дальномерлар (ДНТ-2, ДД-3, ДД-5, ОТД ва бошқалар) билан ўлчанади. Тафсилотларни планга туширишда теодолит йўли пунктларидан, тафсилотларнинг характерли нуқталаригача бўлган масофаларни ўлчашда эса теодолитнинг ипли дальномери, қўш тасвирилы дальномерлар ёки пўлат рулеткадан фойдаланилади. Тафсилотларни планга олишда ёрдамчи асбоблар: эккер, гониометр ва бошқа асбоблар ишлатилади.

Эккер – жойда тўғри бурчаклар ясаш учун ишлатиладиган энг содда геодезик асбобдир. Эккерларнинг тури кўп. Кейинги вақтларда асосан ойнали ва призмали эккерлар ишлаб чиқарилмоқда.

Икки ойнали эккер (145-шакл, а) нинг ойналари (z_1 ва z_2) махсус металл қутичага ўзаро 45 бурчак ҳосил қилиб жойлаштирилган. Ойналарнинг устки қисми (F_1 ва F_2) очиқ. Эккерни нуқта устида ушлаб туриш учун дастаси бор; даста учига шовун осадиган илгак ўрнагилган. Жойда AB тўғри чизиқнинг D нуқтасидан перпендикуляр тушириш учун (145-шакл, б) нуқтада туриб, эккер ойналаридан бири B нуқтадаги вехага тўғриланади; B нуқтадаги веханинг тасвири эккер ойнасида кўрингач, веха C нуқтага ўрнатилади; уни бояги тасвир эккер ойнасида B нуқтадаги веханинг давоми бўлиб кўринадиган вазиятда ўрнатиш керак (145-шакл, б). Шунда AB чизиқнинг D нуқтасидан DC перпендикуляр туширилган бўлади.

Призмали эккер (146-шакл, а) уч ёқли шиша призмалан иборат; унинг бир бурчаги тўғ-

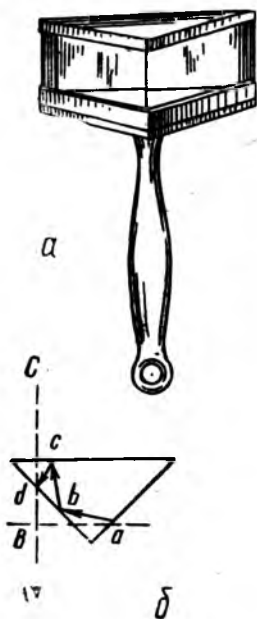


145- шакл.

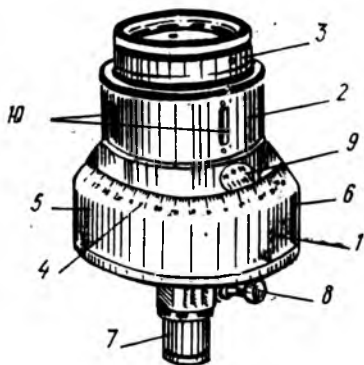
ри (90°), қолган икки бурчагининг ҳар бири 45° ; призма махсус қутичага жойлаштирилган. Бу эккернинг ҳам дастаси бор ва даста учига шовун осииш учун ҳалқа ўрнатилган.

С нуқтадан AB чизиққа призмали эккер ёрдамида перпендикуляр тушириш учун (146-шакл, б) кузатувчи перпендикуляр тушириладиган йўналишда бурилади ва призманинг тўғри бурчагини ўзига қаратади. Бунда бурчакнинг бир категи A вехага, иккинчиси кўзга тўғриланади. A вехадан келадиган ёруғлик нури икки марта синиб қайтиши натижасида $Aabc$ dB масофани ўтиб кўзга тушади. Агар A веха тасвири C вехани тўсса, B нуқта перпендикулярнинг изланган нуқтаси бўлади.

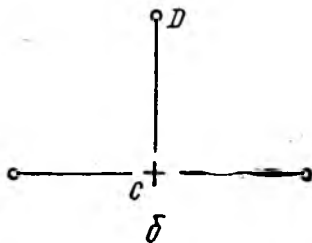
Гониометр (147-шакл, а)— жойда горизонтал бурчакни ва йўналишларнинг магнит азимутини ўлчаш ҳамда перпендикулярлар тушириш учун ишлатиладиган



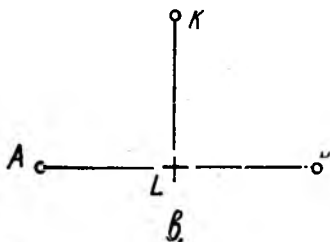
146-шакл.



а



б



в

147-шакл.

геодезик асбобдир. Гониометр цилиндрик эккер ва буссолдан иборат, ундан эккер ва буссол сифатида фойдаланиш мумкин.

Гониометрнинг асосий қисмлари лимб 1, алидада 2 ва компас 3 дан иборат. Гониометр лимби 4 нинг шкаласи 0 дан 360° гача бўлинган бўлиб, аниқлиги 1° га тенг. Цилиндрик лимбда кўз 5 ва буюм 6 диоптрлари бор. Лимбнинг остки қисми втулкага бирлаштирилган, уни втулка устида горизонтал айлантириш мумкин. Цилиндрик лимб втулкага винт 8 ёрдамида бириктирилади. Гониометрни нуқтага ўрнатишда втулка штатив учига киргизилади. Гониометрнинг алидадаси ҳам цилиндр шаклидадир. Унинг иккала томонига қарама-қарши қилиб верньер 9 лар ишланган. Алидаданинг ҳам икки томонида диоптрлари 10 бор. Бу диоптрлар ўлчаш вақтида чизиқнинг охири нуқтасидаги вехага қараш учун керак. Гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри эккерга ўхшаш бўлиб, бошланғич чизиқдан перпендикуляр тушириш учун ишлатилади. Гониометр компасининг тузилиши оддий компасникига ўхшайди. Бироқ шкаласидаги градуслар шимол ва жануб нуқтасидан 0 дан 90° гача ёзилган. Компас лимбдаги ноль штрихлар орқали ўтган тик текислик гониометр верньерларининг ҳам ноль штрихлари устидан ўтади. Компас гониометрни ориентирлаш, йўналишлар азимутини ўлчаш учун керак бўлади. Гониометрни ишлаганда компаснинг магнит стрелкасини эркин ҳаракатга қелтириш учун компас қутичаси соат стрелкаси йўналишида айлантирилади. Магнит стрелкасини ҳаракатдан тўхтатиш учун компас қутичаси соат стрелкасига тескари йўналишда айлантирилиб, стрелка компас ойнасига тақаб қўйилади. Теодолит полигонининг AB томонида перпендикуляр чиқариш учун C нуқтага гониометр ўрнатилади (147-шакл, б). Гониометрнинг диоптрлари A ва B нуқталардаги вехаларга тўғриланади. Сўнгра гониометрнинг AB томонга перпендикуляр бўлган иккинчи жуфт диоптрлари йўналишидаги D нуқтага веха ўрнатилади. Шунда CD чизиқ теодолит йўлининг AB томонига перпендикуляр бўлади. Теодолит йўли томонига K нуқтадан (147-шакл, в) перпендикуляр тушириш учун, AB чизиқ билан кесишадиган нуқта (L) кўз билан чамалаб аниқланиб, шу нуқтага гониометр ўрнатилади. Унинг бир жуфт диоптри AB тўғри чизиққа тўғриланади. K нуқтага қараганда L нуқта гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри бўйича ўтказилган чизиқ устида турса, K нуқтадан перпендикуляр туширилган бўлади. Диоптрлардан K нуқта кўринмаса, гониометр то унинг биринчи жуфт диоптри A ва B нуқталардаги вехаларга, иккинчи жуфт диоптри эса K нуқтадаги вехага тўғри келгунча AB чизиқ бўйлаб силжитилади.

Гониометр билан йўналишларнинг магнит азимутлари ва улар орасидаги горизонтал бурчакларни ўлчаш Стефан буссоли каби бажарилади (18-§).

102-§. Теодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар. Тафсилотларни планга олиш усуллари

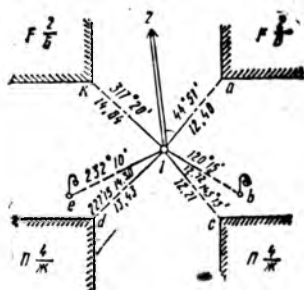
Теодолит билан план олишда теодолит йўлини ўтказиш ва тафсилотларни планга тушириш ишлари биргаликда ёки алоҳида-алоҳида бажарилиши мумкин. Бу ишлар биргаликда бажарилиши керак бўлса, теодолит йўли томонларини тўғри йўналишда ўлчаётган вақтда ҳар бир станциядан атрофдаги тафсилотлар жойнинг шароитига қараб қўйидаги усуллардан бирида планга олиб борилади.

Қутбий усул. Теодолит йўли пунктдан тафсилотларнинг характерли нуқтасигача бўлган масофани ўлчаш мумкин бўлган жойларда қутбий усул қўлланилади. Бунда иш қўйидагича бажарилади (148- шакл): таянч пункт 1 га теодолит ўрнатилади, нуқтага марказлаштирилади ва айла-ниш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади, горизонтал доиранинг лимби таянч чизиғи 1—2 га ориентирланади. Қараш трубаси пункт 2 даги вежа ёки рейкага визирланади. Ориентирланган лимбнинг маҳкамлаш винти пункт 1 да план олиш иши тамом бўлмагунча бўшатилмасин.

Теодолит ишлайдиган ҳолатга келтирилгач, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ва *k* нуқталарга бирин-кетин рейка ўрнатилиб, қараш трубаси бу рейкаларга визирланади ва 1-верньердан санок олинади. Бу саноклар таянч чизиғи 1—2 билан тафсилотнинг характерли нуқтаси йўналиши орасидаги бурчакни ифодалайди. Шу билан бир вақтда тафсилот характерли нуқталаригача бўлган масофалар ҳам теодолит дальномер, пўлат лента ёки оптик дальномер билан ўлчанади.

Перпендикуляр тушириш усули. Бу усул плани олинадиган контурнинг характерли нуқталарига ёки объектдан теодолит йўли томонга перпендикуляр тушириш мумкин бўлган жойларда қўлланилади. Иш қўйидагича бажарилади (149- шакл): бинонинг *a*, *b* ва *c* бурчакларини планга олиш учун *AB* чизиқ бўйича пўлат лента тортилади ва унда бино бурчакларидан тушириладиган перпендикулярлар билан кесишадиган нуқталар белгиланади, пўлат лентадан *d*₁, *d*₂, *d*₃ саноклари олинади ва перпендикулярлар узунлиги *l*₁, *l*₂ ва *l*₃ рулетка билан ўлчанади.

Тўғри геометрик шаклнинг бирор нуқтасини, масалан, шаклда *d*, *e* ва *k* нуқталарни бу усулда планга олиб бўлмаса, улар перпендикуляр туширилган *a*, *b* ва *c* нуқталарга нисбатан ўрнини (*ak*, *cd*, *de* ва *ke* чизиқлар узунлигини) рулетка билан ўлчаб планга олинади.



148- шакл.

геодезик асбобдир. Гониометр цилиндрлик эккер ва буссолдан иборат, ундан эккер ва буссол сифатида фойдаланиш мумкин.

Гониометрнинг асосий қисмлари лимб 1, алидада 2 ва компас 3 дан иборат. Гониометр лимби 4 нинг шкаласи 0 дан 360° гача бўлинган бўлиб, аниқлиги 1° га тенг. Цилиндрлик лимбда кўз 5 ва буюм 6 диоптрлари бор. Лимбнинг остки қисми втулкага бирлаштирилган, уни втулка устида горизонтал айлантириш мумкин. Цилиндрлик лимб втулкага винт 8 ёрдамида бириктирилади. Гониометрни нуқтага ўрнатишда втулка штатив учига киргизилади. Гониометрнинг алидадаси ҳам цилиндр шаклидадир. Унинг иккала томонига қарама-қарши қилиб верньер 9 лар ишланган. Алидаданинг ҳам икки томонида диоптрлари 10 бор. Бу диоптрлар ўлчаш вақтида чизиқнинг охири нуқтасидаги вехага қараш учун керак. Гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри эккерга ўхшаш бўлиб, бошланғич чизиқдан перпендикуляр тушириш учун ишлатилади. Гониометр компасининг тузилиши оддий компасникига ўхшайди. Бироқ шкаласидаги градуслар шимол ва жануб нуқтасидан 0 дан 90° гача ёзилган. Компас лимбдаги ноль штрихлар орқали ўтган тик текислик гониометр верньерларининг ҳам ноль штрихлари устидан ўтади. Компас гониометрни ориентирлаш, йўналишлар азимутини ўлчаш учун керак бўлади. Гониометрни ишлатганда компаснинг магнит стрелкасини эркин ҳаракатга қелтириш учун компас қутичаси соат стрелкаси йўналишида айлантирилади. Магнит стрелкасини ҳаракатдан тўхтатиш учун компас қутичаси соат стрелкасига тескари йўналишда айлантирилиб, стрелка компас ойнасига тақаб қўйилади. Теодолит полигонининг AB томонида перпендикуляр чиқариш учун C нуқтага гониометр ўрнатилади (147-шакл, б). Гониометрнинг диоптрлари A ва B нуқталардаги вехаларга тўғриланади. Сўнгра гониометрнинг AB томонга перпендикуляр бўлган иккинчи жуфт диоптрлари йўналишидаги D нуқтага веха ўрнатилади. Шунда CD чизиқ теодолит йўлининг AB томонига перпендикуляр бўлади. Теодолит йўли томонига K нуқтадан (147-шакл, в) перпендикуляр тушириш учун, AB чизиқ билан кесишадиган нуқта (L) кўз билан чамалаб аниқланиб, шу нуқтага гониометр ўрнатилади. Унинг бир жуфт диоптри AB тўғри чизиққа тўғриланади. K нуқтага қараганда L нуқта гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри бўйича ўтказилган чизиқ устида турса, K нуқтадан перпендикуляр туширилган бўлади. Диоптрлардан K нуқта кўринмаса, гониометр то унинг биринчи жуфт диоптри A ва B нуқталардаги вехаларга, иккинчи жуфт диоптри эса K нуқтадаги вехага тўғри келгунча AB чизиқ бўйлаб силжитилади.

Гониометр билан йўналишларнинг магнит азимутлари ва улар орасидаги горизонтал бурчакларни ўлчаш Стефан буссоли каби бажарилади (18-§).

102-§. Теодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар. Тафсилотларни планга олиш усуллари

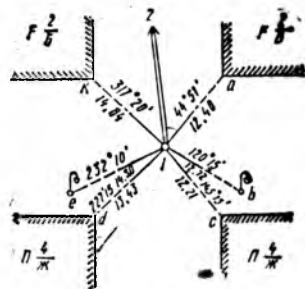
Теодолит билан план олишда теодолит йўлини ўтказиш ва тафсилотларни планга тушириш ишлари биргаликда ёки алоҳида-алоҳида бажарилиши мумкин. Бу ишлар биргаликда бажарилиши керак бўлса, теодолит йўли томонларини тўғри йўналишда ўлчаётган вақтда ҳар бир станциядан атрофдаги тафсилотлар жойнинг шаронтига қараб қуйидаги усуллардан бирида планга олиб борилади.

Қутбий усул. Теодолит йўли пуктидан тафсилотларнинг характерли нуқтасигача бўлган масофани ўлчаш мумкин бўлган жойларда қутбий усул қўлланилади. Бунда иш қуйидагича бажарилади (148- шакл): таянч пункт 1 га теодолит ўрнатилади, нуқтага марказлаштирилади ва айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади, горизонтал доиранинг лимби таянч чизиғи 1—2 га ориентирланади. Қараш трубаси пункт 2 даги вежа ёки рейкага визирланади. Ориентирланган лимбнинг маҳкамлаш винти пункт 1 да план олиш иши тамом бўлмагунча бўшатилмасин.

Теодолит ишлайдиган ҳолатга келтирилгач, a, b, c, d, e ва k нуқталарга бирин-кетин рейка ўрнатилиб, қараш трубаси бу рейкаларга визирланади ва 1-верньердан саноқ олинади. Бу саноқлар таянч чизиғи 1—2 билан тафсилотнинг характерли нуқтаси йўналиши орасидаги бурчакни ифодалайди. Шу билан бир вақтда тафсилот характерли нуқталаригача бўлган масофалар ҳам теодолит дальномер, пўлат лента ёки оптик дальномер билан ўлчанади.

Перпендикуляр тушириш усули. Бу усул плани олинган контурнинг характерли нуқталарига ёки объектдан теодолит йўли томонга перпендикуляр тушириш мумкин бўлган жойларда қўлланилади. Иш қуйидагича бажарилади (149- шакл): бинонинг a, b ва c бурчакларини планга олиш учун AB чизиқ бўйича пўлат лента тортилади ва унда бино бурчакларидан тушириладиган перпендикулярлар билан кесишадиган нуқталар белгиланади, пўлат лентадан d_1, d_2, d_3 саноқлари олинади ва перпендикулярлар узунлиги l_1, l_2 ва l_3 рулетка билан ўлчанади.

Тўғри геометрик шаклнинг бирор нуқтасини, масалан, шаклда d, e ва k нуқталарни бу усулда планга олиб бўлмаса, улар перпендикуляр туширилган a, b ва c нуқталарга нисбатан ўрнини (ak, cd, de ва ke чизиқлар узунлигини) рулетка билан ўлчаб планга олинади.



148- шакл.

геодезик асбобдир. Гониометр цилиндрик эккер ва буссолдан иборат, ундан эккер ва буссол сифатида фойдаланиш мумкин.

Гониометрнинг асосий қисмлари лимб 1, алидада 2 ва компас 3 дан иборат. Гониометр лимби 4 нинг шкаласи 0 дан 360° гача бўлинган бўлиб, аниқлиги 1° га тенг. Цилиндрик лимбда кўз 5 ва буюм 6 диоптрлари бор. Лимбнинг остки қисми втулкага бирлаштирилган, уни втулка устида горизонтал айлантриш мумкин. Цилиндрик лимб втулкага винт 8 ёрдамида бириктирилади. Гониометрни нуқтага ўрнатишда втулка штатив учига киргизилади. Гониометрнинг алидадаси ҳам цилиндр шаклидадир. Унинг иккала томонига қарама-қарши қилиб верньер 9 лар ишланган. Алидаданинг ҳам икки томонида диоптрлари 10 бор. Бу диоптрлар ўлчаш вақтида чизиқнинг охириги нуқтасидаги вехага қараш учун керак. Гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри эккерга ўхшаш бўлиб, бошланғич чизиқдан перпендикуляр тушириш учун ишлатилади. Гониометр компасининг тузилиши оддий компасникига ўхшайди. Бироқ шкаласидаги градуслар шимол ва жануб нуқтасидан 0 дан 90° гача ёзилган. Компас лимбдаги ноль штрихлар орқали ўтган тик текислик гониометр верньерларининг ҳам ноль штрихлари устидан ўтади. Компас гониометрни ориентирлаш, йўналишлар азимутини ўлчаш учун керак бўлади. Гониометрни ишлатганда компаснинг магнит стрелкасини эркин ҳаракатга қелтириш учун компас қутичаси соат стрелкаси йўналишида айлантрилади. Магнит стрелкасини ҳаракатдан тўхтатиш учун компас қутичаси соат стрелкасига тескари йўналишда айлантрилиб, стрелка компас ойнасига тақаб қўйилади. Теодолит полигонининг AB томонида перпендикуляр чиқариш учун C нуқтага гониометр ўрнатилади (147-шакл, б). Гониометрнинг диоптрлари A ва B нуқталардаги вехаларга тўғриланади. Сўнгра гониометрнинг AB томонга перпендикуляр бўлган иккинчи жуфт диоптрлари йўналишидаги D нуқтага веха ўрнатилади. Шунда CD чизиқ теодолит йўлининг AB томонига перпендикуляр бўлади. Теодолит йўли томонига K нуқтадан (147-шакл, в) перпендикуляр тушириш учун, AB чизиқ билан кесишадиган нуқта (L) кўз билан чамалаб аниқланиб, шу нуқтага гониометр ўрнатилади. Унинг бир жуфт диоптри AB тўғри чизиққа тўғриланади. K нуқтага қараганда L нуқта гониометрнинг иккинчи жуфт диоптри бўйича ўтказилган чизиқ устида турса, K нуқтадан перпендикуляр туширилган бўлади. Диоптрлардан K нуқта кўринмаса, гониометр то унинг биринчи жуфт диоптри A ва B нуқталардаги вехаларга, иккинчи жуфт диоптри эса K нуқтадаги вехага тўғри келгунча AB чизиқ бўйлаб силжитилади.

Гониометр билан йўналишларнинг магнит азимутлари ва улар орасидаги горизонтал бурчакларни ўлчаш Стефан буссоли каби бажарилади (18-§).

102-§. Теодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар. Тафсилотларни планга олиш усуллари

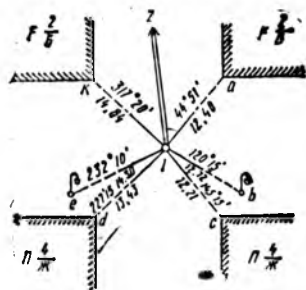
Теодолит билан план олишда теодолит йўлини ўтказиш ва тафсилотларни планга тушириш ишлари биргаликда ёки алоҳида-алоҳида бажарилиши мумкин. Бу ишлар биргаликда бажарилиши керак бўлса, теодолит йўли томонларини гўғри йўналишда ўлчаётган вақтда ҳар бир станциядан атрофдаги тафсилотлар жойнинг шароитига қараб қуйидаги усуллардан бирида планга олиб борилади.

Қутбий усул. Теодолит йўли пунктдан тафсилотларнинг характерли нуқтасигача бўлган масофани ўлчаш мумкин бўлган жойларда қутбий усул қўлланилади. Бунда иш қуйидагича бажарилади (148- шакл): таянч пункт 1 га теодолит ўрнатилади, нуқтага марказлаштирилади ва айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади, горизонтал доиранинг лимби таянч чизиғи 1—2 га ориентирланади. Қараш трубаси пункт 2 даги вежа ёки рейкага визирланади. Ориентирланган лимбнинг маҳкамлаш винти пункт 1 да план олиш иши тамом бўлмагунча бўшатилмасин.

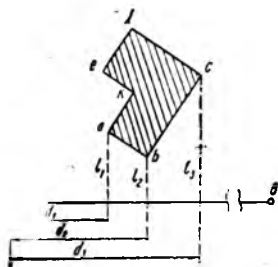
Теодолит ишлайдиган ҳолатга келтирилгач, a, b, c, d, e ва k нуқталарга бирин-кетин рейка ўрнатилиб, қараш трубаси бу рейкаларга визирланади ва 1-верньердан санақ олинади. Бу санақлар таянч чизиғи 1—2 билан тафсилотнинг характерли нуқтаси йўналиши орасидаги бурчакни ифодалайди. Шу билан бир вақтда тафсилот характерли нуқталаригача бўлган масофалар ҳам теодолит дальномер, пўлат лента ёки оптик дальномер билан ўлчанади.

Перпендикуляр тушириш усули. Бу усул плани олинadиган контурнинг характерли нуқталарига ёки объектдан теодолит йўли томонга перпендикуляр тушириш мумкин бўлган жойларда қўлланилади. Иш қуйидагича бажарилади (149- шакл): бинонинг a, b ва c бурчакларини планга олиш учун AB чизиқ бўйича пўлат лента тортилади ва унда бино бурчакларидан тушириладиган перпендикулярлар билан кесишадиган нуқталар белгиланади, пўлат лентадан d_1, d_2, d_3 санақлари олинади ва перпендикулярлар узунлиги l_1, l_2 ва l_3 рулетка билан ўлчанади.

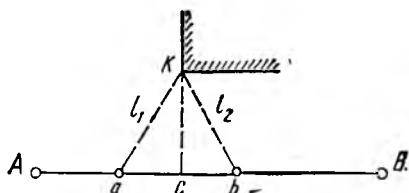
Тўғри геометрик шаклнинг бирор нуқтасини, масалан, шаклда d, e ва k нуқталарни бу усулда планга олиб бўлмаса, улар перпендикуляр туширилган a, b ва c нуқталарга нисбатан ўрнини (ak, cd, de ва ke чизиқлар узунлигини) рулетка билан ўлчаб планга олинади.



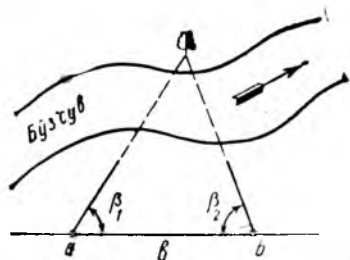
148- шакл.



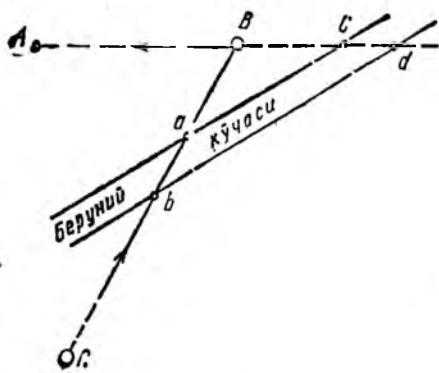
149- шакл.



150- шакл.



151- шакл.



152- шакл.

Чизиқли кесиштириш усули. Бирор нуқтанинг, масалан, 150-шаклда k нуқтанинг ўрнини бу усулда аниқлаш учун теодолит йўли AB бўлаб лента тортилади, лентادا k нуқтанинг ўрни тенг томонли учбурчак ҳосил бўладиган қилиб таянч нуқталар белгиланади. Ҳосил бўлган учбурчакнинг тенг томонлари l_1 ва l_2 рулетка билан ўлчанади. Чизиқли кесишиш томони рулетка узунлигидан катта бўлмаслиги керак. Нуқта ўрнини планга беҳато тушириш учун KC чизиқ узунлиги ҳам ўлчаб кўрилади.

Бурчакли кесиштириш усули. Бу усул узоқда якка-якка жойлашган буюмлар, масалан, якка дарахт, электр ва телефон линияларининг бурилиш жойидаги мачта ёки устунлар ўрнини аниқлашда қўлланилади. Масалан, 151-шаклда кўрсатилган якка дарахтни планга олиш керак, дейлик: унинг l_1 ва l_2 томонларини бевосита ўлчаб бўлмайди, шу сабабли β_1 ва β_2 бурчаклар ўлчаниб, планга туширилади.

Створ усули. Бу усул бирор тафсилот теодолит йўлини ёки уни давом эттиришдан ҳосил бўлган чизиқни кесиб ўтганда қўлланилади. Масалан, 152-шаклда кўча BC чизиқнинг a ва b нуқталарини ҳамда кўчанинг c ва d нуқталари AB чизиқ давомини кесиб ўтган. Кўчани планга тушириш учун B пунктда k кўчанинг a ва b нуқталарига-

ча ҳамда *B* пунктдан *c* ва *d* нуқталаригача бўлган масофа ўлчанади.

Муҳим аҳамиятга эга бўлган объект ва контур планга теодолит йўлига нисбатан 0,5 — 0,8 м аниқликда, чегараси аниқ кўришиб турган бошқа контурлар эса 1,0 — 1,2 м аниқликда туширилиши керак. Иншоот ва биноларнинг бўртмалари ҳамда контурларнинг эгри-бугри чегаралари план масштабида 0,5 мм дан кичик бўлса, тўғри чизиқ тарзида тасвирланиши мумкин. 1:500—1:10 000 масштабда план олишда махсус кўрсатмаларга амал қилинади [37, 38].

Теодолит билан план олишда ўлчаш натижалари махсус журналга ва абрисга ёзиб борилади. *Абрис* жойнинг ихтиёрий масштабда чизилган схематик плани бўлиб, ҳар бир станция учун план олиш журналининг ўнг томонига чизилади. Абрисда план олиш шохобчасининг айрим томонлари ва шохобча атрофидаги планга олинадиган тафсилотлар ҳамда ўлчаш натижалари, яъни қутбий усулда — нуқталарнинг ўрни, таянч пункт билан бу нуқталар орасидаги масофа, таянч чизиқ билан тафсилот нуқталари йўналишлари орасидаги бурчак, перпендикуляр тушириш усулида — перпендикулярлар узунлиги, таянч пунктдан перпендикуляр туширилган нуқтагача бўлган масофа, конгур ва объектларнинг номи ва ҳоказолар кўрсатилади.

103-§. Теодолит билан план олишда ҳисоблаш ишлари ва план чизиш

Ҳисоб ишларини бошлашдан олдин абрис ва журналлар текшириб кўрилади. Бунда ёзув ва рақамларнинг тўғри ёзилганлигига ҳамда ҳисобларнинг тўғрилигига эътибор берилади. Журналга киритиладиган тузатишлар қизил сиёҳда ёзилади. Сўнгра теодолит йўлининг схемаси чизилади. Схемага ўлчанган горизонтал бурчакларнинг ўртача қиймати ёзилади. Ҳар бир полигон ички бурчакларининг йиғиндиси ва бурчаклар хатоси аниқланади, улар ҳам схемага ёзилади, кейин схемадаги маълумотлар ҳисоблаш журналига кўчирилади, шундан сўнг пунктларнинг координатлари ҳисоблаб чиқарилади.

План чизишда дастлаб шохобча пунктлари, сўнгра тафсилотлар планга туширилади, кейин план расмийлаштирилади.

План олиш шохобча пунктларини координаталарига асосланиб қоғозга тушириш. План олиш шохобча пунктларини қоғозга координаталари бўйича тушириш учун махсус фанерга ёпиштирилган қоғозга координата тўри чизилади.

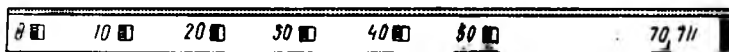
План СССР да қабул қилинган координата системаси ва номенклатурага мувофиқ тузилаётган бўлса, қоғозга меридиан ва параллеллар билан чегараланган трапеция чизилади. Трапеция рамкаси бурчаклари (учлари) нинг координаталари махсус жадвалдан олинади [62]. Кўпинча план шартли координата системасида тузилади. Бундай пайтда трапеция ўрнига

томонлари 50×50 см бўлган квадрат рамка чизилади. Рамка қабул қилинган масштаб бўйича квадратларга бўлиб чиқилади.

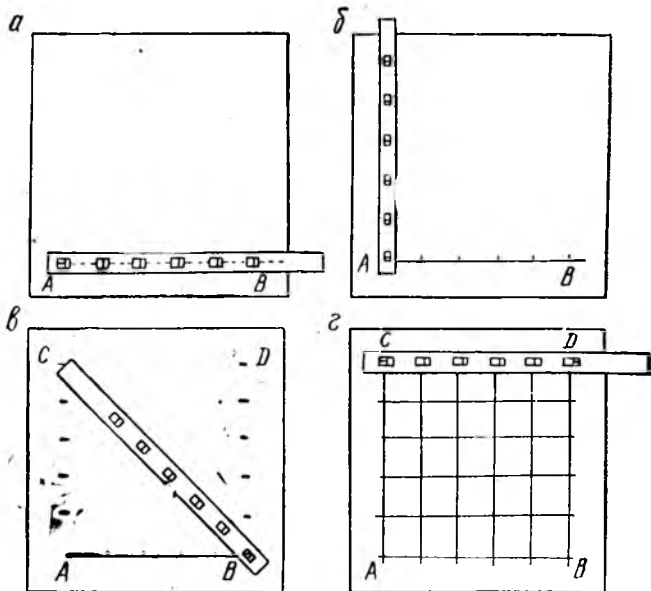
Йирик масштабли планлар тузишда планшетларни номерлаш таргиби 33- § да берилган. Планшетда координата тўри координатограф деб аталадиган махсус асбоб, Ф. В. Дробишев линейкаси, инженер А. И. Леенсон рамаси ҳамда штангенциркуль ва масштабли линейка ёрдамида чизилиши мумкин.

Координатограф ўзаро перпендикуляр жойлашган иккита линейкадан иборат. Горизонтал линейкага ордината қийматлари, вертикал линейкага эса абсцисса қийматлари 0 дан бошлаб ёзилган. Нуқталар ординатасини қоғозда белгилаш учун абсцисса линейкасининг ост томонидаги кареткадан, абсциссасини белгилаш учун эса абсцисса линейкаси бўйича силжийдиган кареткадан фойдаланилади. Бу кареткаларга верньерлар чизилган. Верньерлардан микроскоп орқали санақ олинади.

Дробишев линейкаси (153- шакл) металлдан ясалган бўлиб, ҳар 10 см бўлагида тешиги бор. Биринчи (бошланғич) тешикнинг ички юзаси (чети) тўғри йўнилган, бошқа тешикларнинг



153- шакл.



154- шакл.

чети маркази бошланғич тешик четида ётган ва радиуслари 10,20,30...70,711 см бўлган айлана ёйларидан иборат. Бу линейка катетлари 50 см, гипотенузаси 70,711 см бўлган тўғри бурчакли учбурчакка асосланган. Квадратлар тўрини яшашда линейка қоғознинг пастки четига параллел қилиб қўйилади ва *AB* чизиқ чизилади (154-шакл, а), бу чизиқ дециметрларга бўлинади (0,1,2,3,4 ва 5). Сўнгра линейка тик қўйилиб, 0 штрих *AB* чизиқнинг бошланғич нуқтасига тўғриланади ва дециметрли штрихлар (1,2,3,4 ва 5 ёйлар) чизилади (154-шакл, б). Линейка *AB* чизиқдаги 5-нуқтага тик қўйилиб, яна дециметрлар чизилади. Кейин линейка квадратнинг диагонали бўйича 0 штрих *AB* чизиқдаги 5 нуқтага, учи эса *AC* чизиқдаги 5-нуқтага тўғри келадиган қилиб қўйилиб, *C* нуқтада (154-шакл, в), сўнгра *D* нуқтада ёй чизилади, натижада тўғри тўртбурчак келиб чиқади. Унинг мос нуқталари туташтирилиб, квадратлар тўри ҳосил қилинади (154-шакл, г). Квадратлар тўри томонлари ва диагоналларининг узунлиги ўлчаш циркули ва кўнданланг масштаб ёрдамида ўлчаб текширилади.

Леенсон рамаси. Квадратлар тўрини бу рама ёрдамида яшаш осон. Рама 60×60 см катталиқда бўлиб, металлдан ясалган ва қоғозга 50×50 см ўлчамда квадрат тўр чизиш учун мўлжалланган. Леенсон рамасининг ҳамма томонига бир-бирдан 10 см оралиқда винтлар ёрдамида 6 та шайба бириктирилган. Шайбаларга махсус линейка қўйилиб, шу линейка бўйича чизиқ чизилади. Ясалган квадрат тўрлар диагонали текшириб кўрилади. Диагоналнинг узунлиги белгиланган миқдор (14,14 см) дан ±0,2 мм фарқ қилишига йўл қўйилади.

Координата тўри чизиш асбоблари ва линейкалари бўлмаган тақдирда координата тўрини ўлчаш циркули ва масштабли линейка ёрдамида чизиш мумкин. Бунинг учун қоғознинг бурчаклари диагоналлар чизиб туташтирилади. Қоғознинг юқори, паст ва ён томонларидан тахминан 10 ёки 5 см қочириб, диагоналлар йўналишида, бир-бирдан тенг оралиқда ўлчаш циркули ёрдамида нуқталар белгиланади. Нуқталар ўзаро туташтирилиб тўртбурчак ҳосил қилинади. Тўртбурчак томонларининг тенглиги текшириб кўрилади. Сўнгра масштабли линейкадан ўлчаш циркули ёрдамида 5 ёки 10 см ли кесма олиниб, тўртбурчакнинг тўртала томонига кетма-кет қўйиб чиқилади. Кейин қарама-қарши томондаги мос нуқталар тўғри чизиқ чизиб туташтирилади. Натижада томонлари 10 ёки 5 см бўлган квадратлар тўри ҳосил бўлади. Унинг томонлари ва диагоналлари текшириб кўрилади.

Квадратлар тўрининг вертикал чизиқлари ўқ меридианга ёки абсцисса ўқига, горизонтал чизиқлари эса ордината ўқига параллел деб қабул қилинади. Координата тўрига план олиш пунктларини координаталари бўйича тушириш учун, дастлаб, координата тўрининг қийматлари ёзилади. Бунда координата тўрининг вертикал чизиқларидан биронтаси (одатда, энг чап-

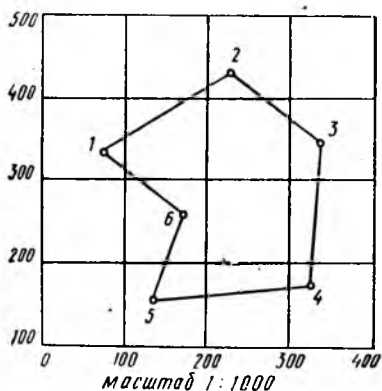
дагиси)—абсцисса, горизонтал чизиқлардан биронтаси (одатда, энг пасткиси)—ордината ўқи, уларнинг кесишган нуқтаси эса координата боши деб қабул қилинади. Агар план зонал системали координата бўйича тузилса, унда ҳар бир планшет рамкалари учларининг координаталари шу планшетнинг номенклатураси асосида ёзилади.

План шартли координата системасида чизилаётган бўлса, план қоғознинг ўртасида жойлашадиган қилиб, координатанинг бошланиш нуқтаси танланади ва тўр чизиқларининг координата қийматлари шу нуқтадан бошлаб ёзилади. Бу мақсадда, ҳисоблаш журналидан план олиш пунктлари координаталарининг энг катта ва кичик қийматлари ёзиб олинади. Координата чизиқларининг қийматлари яхлит сонлардан иборат бўлиши учун, ёзиб олинган қиймаглар 100 м гача яхлитланади. Масалан, пунктнинг энг катта шартли координаталари $x = 409,50$ м ва $y = 327,96$; энг кичик координаталар $x = 174,65$ ва $y = 31,07$ м. Шунда координата тўри бошланиши нуқтасининг координаталари $x = 100$ м ва $y = 0,00$ м га, координата тўри охириги чизиқларининг координаталари эса $x = 500$ м ва $y = 400$ м га тенг бўлади. (155-шакл).

План масштаби 1:1000 бўлса, ҳар координата чизиғининг қийматини ёзганда 100 м дан, 1:2000 масштабда—200 м дан,

1:5000 масштабда эса 500 м дан ошириб борилади. Мисол учун 155-шаклда 1:1000 масштабда координата тўри чизиқлари қийматларининг ёзилиши кўрсатилган.

Координата тўри чизилган қоғозга пунктларни координаталари бўйича тушириш учун дастлаб пункт жойлашган квадрат аниқланади. Сўнгра шу квадрат осгидаги чизиқнинг қиймати пункт абсциссасидан айрилади ва ҳосил бўлган сон квадратнинг ўнг ёки чап томонидаги чизиққа план масштабида белгиланади. Пункт ординатаси ҳам квадратнинг



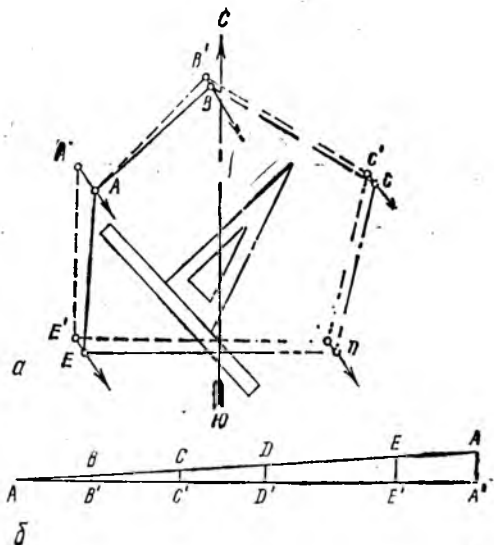
155-шакл.

остки ва устки чизиғига берилган масштабда қўйилади ва нуқта белгиланади. Белгиланган нуқталардан перпендикулярлар чиқарилади, уларнинг кесишган нуқтаси пунктнинг пландаги ўрни бўлади. Бошқа пунктлар ҳам планда шундай белгиланади. Кетма-кет жойлашган пунктлар орасидаги масофа ўлчаниб, пунктларнинг планга тўғри ёки нотўғри туширилганлиги аниқланади. Координаталари бўйича қоғозга туширилган иккита пункт оралиғи бу пунктларни туташ-

тирувчи чизиқнинг горизонтал проекциясига тенг бўлиши керак.

План олиш шохобча пунктларини полигон томонлари ва румбга асосланиб қоғозга тушириш. Планнинг жуда аниқ бўлиши талаб қилинмайдиган ҳолларда шохобча пунктлари қоғозга полигон томонлари ва румбга асосланиб туширилади. Бунинг учун қоғознинг ўртасидан тик чизиқ ўтказилади; у магнит меридиани йўналиши деб қабул қилинади (156-шакл, а). Сўнгра бошланғич A нуқтанинг пландаги ўрни план қоғознинг ўртасида жойлашадиган қилиб танланади. Полигон B пунктнинг пландаги ўрнини белгилаш учун транспортир маркази магнит меридиани чизигига тўғриланади ва $A-B$ чизиқ румб қийматига тўғри келгунга қадар айлантирилади, сўнгра транспортир остига учбурчак шаклидаги линейка, унинг остига узун линейка қўйилади. Транспортир олиниб, узун линейка бўйича учбурчак шаклидаги линейка A нуқтага қадар сурилади ва учбурчакнинг илгари транспортирга тегиб турган томони бўйлаб чизиқ чизилади. Чизиқнинг A ва B нуқталари оралиғи (122,5 м) чизилаётган план масшгабида белгиланади ва B нуқта ўрни топилади. Полигоннинг бошқа пунктлари ва қўшимча диагональ йўл пунктлари ҳам шундай белгиланади.

Полигон ёпиқ бўлганда унинг охириги нуқтаси (мисолимизда E нуқта)га асосланиб белгиланган бошланғич A нуқта узининг олдинги ўрнига тўғри келса, полигон тўғри чизилган бўлади; тўғри келмаса, бунга *полигон хатоси* дейилади. 156-шакл, а да полигон хатоси $A-A'$ чизиқ узунлигига тенг. Полигоннинг $\frac{\Delta d}{\Sigma d}$ формуласи бўйича аниқланган нисбий хатоси



156- шакл.

1 : 200 га тенг ёки бундан кичик бўлишига йўл қўйилади. Формуладаги Δd — полигон хагосининг абсолют қиймати; Σd — полигон периметри.

Мисолимизда полигон хатоси 3,5 м, полигон периметри 925,7 м, дейлик. Шунда нисбий хато

$$\frac{3.5}{925.7} \approx \frac{1}{264.5}$$

бўлади. Бу — йўл қўйиладиган хато. Чунки у чекли хато (1 : 200) дан кичик.

Полигон хатоси йўл қўйиладиган даражада бўлса, у полигон томонларига аналитик усулда, кўпинча график усулда пропорционал миқдорда тарқатилади. Бунинг учун қоғозга горизонтал чизиқ чизилади ва бу чизиқда план масштабидан майда масштабда полигон периметрига тенг кесма белгиланади. Кесмада полигон пунктларининг ўрни белгиланади ва улардан перпендикулярлар чиқарилади. Полигон хатосининг қиймати кесманинг охириги нуқтасидан чиқарилган перпендикулярга план масштабида ўлчаб қўйилади ва нуқта кесманинг бошланғич нуқтасига туташтирилади. Шунда чизиқнинг полигон пунктларидан чиқарилган перпендикулярлар билан кесишувидан $B - B'$, $C - C'$, $D - D'$, $E - E'$ ва A, A' кесмалар ҳосил бўлади. Бу кесмалар тегишли нуқталарга киритилгач, полигон пунктларининг ўрни AA' чизиққа параллел қилиб тегишлича сурилади ва полигон пунктларининг тўғри ўрни ҳосил бўлади.

Тафсилотларни планга тушириш ва планни расмийлаштириш. Пунктлар планга туширилгач, пунктлар ва уларни туташтирувчи чизиқларга асосланиб, жойдаги тафсилотлар туширилади. План олишда тафсилотлар ўрни қайси усулда аниқланган бўлса, планга шу усулда туширилади. Нуқталар ўрни қутбий усулда аниқланганда планга қутбий координаталар, яъни бурчаклар ва азимутлар транспортир ёрдамида, масофалар эса ўлчаш циркули ёрдамида туширилади. Кесиштириш усулида аниқланган нуқтанинг ўрни қоғозда кесиштириш бурчаклари ёки чизиқларининг азимутларига асосланиб транспортир ёрдамида белгиланади. Перпендикуляр тушириш усулида планга олинган тафсилотлар қоғозга тўғри бурчакли координата усулида туширилади ва ҳ. к.

План дастлаб қаламда чизилади, сўнгра текширилади, топилган камчиликлар йўқотилади, кейин барча тафсилотларнинг шартли белгилари қўйилади. План рамка билан ўраб олинади. Рамка қўш чизиқдан иборат бўлади. Биринчи, ингичка (0,10—0,15 мм) чизиқ координата чизигидан 12 мм ташқарида, иккинчи, йўгон (2 мм) чизиқ биринчи чизиқдан 2 мм ташқарида бўлади. Планнинг устки томонига планшет номенклатураси, план олинган жойнинг номи (колхоз, совхоз ва ҳ. к.) ёки

аҳоли яшайдиган энг йирик пунктнинг номи ёзилади. Планинг пастки томонида план олган ташкилотнинг номи, сонли ва чизиқли масштаби, план олган ва плани қабул қилган кишиларнинг фамилиялари ҳамда план олинган кун, ой ва йил кўрсатилади.

XVI боб

ТАХЕОМЕТРИК ПЛАН ОЛИШ. МАЙДОННИ НИВЕЛИРЛАШ

104-§. Тахеометрик план олишнинг моҳияти

Тахеометрик план олиш деганда, жойнинг горизонтал ва вертикал планини бир йўла олиш тушунилади. Тахеометрик план олиш натижасида жойнинг тафсилотлари ва рельефи тасвирланган топографик карта ёки план ҳосил бўлади.

Тахеометрик план асосан 1:1000, 1:2000 ва 1:5000 масштабларда олинади. План олишнинг бу усули кўпинча мураккаб рельефли кичик жойнинг, шаҳар, посёлка ва қишлоқлардаги очиқ жойларнинг, узунасига кетган иншоотлар, масалан, йўллар, электр ва телефон линиялари, газ, сув, нефть қувурлари ва шу кабиларнинг трассалари планини олишда қўлланилади.

Тахеометрик план олишда асбоб ўрнатилган нуқта (станция) да туриб жойдаги бирор нуқтага ўрнатилган рейкага қаралади ва шу нуқтагача бўлган масофа (чизиқ), унинг йўналиш бурчаги ҳамда нуқталарнинг бир-бирига нисбатан баландлиги ўлчанади. Шуларга асосланиб, жойдаги нуқтанинг учта координатаси: станцияга нисбатан планли ўрни (x , y), баландлиги (h) аниқланади.

План олишнинг бу усулида горизонтал бурчаклар — тахеометр билан, масофа — ипли ёки қўш тасвирили дальномерлар билан ўлчанади, нисбий баландлик эса тахеометрик нивелирлаб аниқланади. Тахеометрик план олишдаги тайёргарлик ишлари теодолит билан план олишдаги кабидир. Жойда бажариладиган ишлар плани олинadиган жойни рекогносцировка қилиш, план олиш шохобчаси пунктларининг ўринларини танлаш, уларни жойда белгилаш, план олиш шохобчасини ҳосил қилиш, жойнинг тафсилоти ва рельефини планга тушириш ҳамда план олиш натижасини жойда текширишдан иборат. Жойда бажарилган ўлчаш натижалари (журналлар) ни текшириш ва ишлаб чиқиш, пунктларнинг координаталари ва отметкаларини аниқлаш ҳамда жойнинг топографик планини тузиш эса камерал ишлар бўлиб ҳисобланади.

105-§. Тахеометрик план олишда ишлатиладиган асбоблар

Тахеометрик план олишда асосан теодолит-тахеометр ва тахеометрик рейкалар ишлатилади. Теодолит-тахеометрлар такрорий ва автоматик бўлади. Такрорий тахеометр — вертикал

доирасининг алидадасига адилак ўрнатилган ҳамда дальномер ва буссоль билан таъминланган теодолитдир. Теодолит-тахеометрларга мисол қилиб ТТ-5, Т-30, Т15, ОМТ-30, ТОМ, ТМ-1 ва бошқа теодолитларни кўрсатиш мумкин. Бу теодолит-тахеометрларнинг тузилиши ва улар билан горизонтал ҳамда вертикал бурчакларни ўлчаш IX бобда айтиб ўтилди. Тахеометрик йўллар ўтказишда масофа ўлчаш учун теодолит-тахеометрларнинг қараш трубасига қўш тасвири дальномерлар кийгизилади.

Тахеометрик план олишда кейинги вақтларда автомат-тахеометр қўлланилмоқда. Бу тахеометр оптик теодолитдан иборат бўлиб, масофанинг горизонтал проекцияси ва нуқталарнинг нисбий баландлигини бевосита ўлчайдиган мосламалари бор. Автомат-тахеометрларга СССР да ишлаб чиқариладиган ТА-2, ГДР да ишлаб чиқариладиган „Дальт“ ва „Редт“ тахеометрларини мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

ТА-2 типидagi автомат-тахеометр* қараш трубасининг окуляри 1 ёнига горизонтал доира 2 дан саноқ олиш учун хизмат қиладиган шкалали микроскопнинг окуляри 3 ўрнатилган (157-шакл, а). Окулярдан қараганда горизонтал доиранинг лимби ва саноқ олиш шкаласи кўринади (157-шакл, б). Лимбнинг бўлак қиймати 1° , шкаланики эса $1'$. Ундан кўз билан чама-лаб $0',1$ гача аниқликда саноқ олиш мумкин; масалан, шаклда саноқ $4^\circ 14',5$ эканлиги кўрсатилган.

Автомат-тахеометр вертикал доираси 4 нинг лимби шишадан ясалган. Доирага $10'$ оралатиб бурчак қийматлари ҳамда рейкага қараб нисбий баландлик ва масофа ўлчаш учун хизмат қиладиган диаграмма чизилган (157-шакл, в). Диаграмма асосий эгри чизиқ H , масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш эгри чизиғи D ҳамда нисбий баландлик ўлчанадиган олтита эгри чизиқдан иборат. D эгри чизиғининг коэффицентлари 10, 20 ва 100 бўлиб, уларнинг учтаси мусбат, учтаси манфий ишоралидир. Диаграммани вертикал доира чап томонда бўлган пайтдагина кузатиш мумкин.

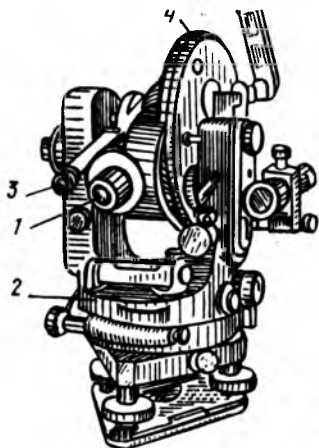
Вертикал доира бўлаклари ва диаграмма эгри чизиқларининг тасвири линза ва призма системалари орқали қараш трубасига ўтади ва окулярдан қараганда кумуш суви берилган Γ шаклидаги тасма (ойна)да кўринади.

Бирор чизиқнинг горизонтал проекциясини ва нисбий баландлигини ўлчаш учун ТА тахеометри чизиқнинг бошланғич нуқтасига, рейка эса охириги нуқтасига ўрнатилади. Қараш трубаси рейкага визирланади, сўнгра рейка окуляридан кўринадиган Γ симон ойнанинг ўнг томонига тўғриланади. Рейканинг ноль рақами асбоб баландлигига кўтарилиб, диаграмманинг

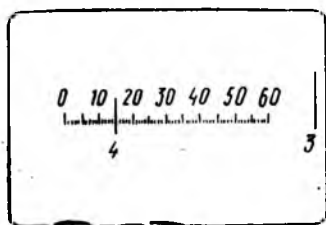
* Янги қабул қилинган ГОСТ 10812 — 64 га кўра, ТА-2 тахеометри ТА маркаси билан чиқарилмоқда.

асосий эгри чизиғи H рейканинг ноль саногига келтирилади. Масофа горизонтал проекциясини аниқлаш эгри чизиғи D билан нисбий баландлик ўлчаш эгри чизиғи қаршисидаги рейка булакларидан саноклар олинади. Бу саноклар эгри чизиқлар коэффициентларига кўпайтирилиб, масофанинг горизонтал проекцияси ва нисбий баландлик аниқланади. Масалан, асосий эгри чизиқ H билан масофа эгри чизиғи D орасига тўғри келган рейка булакларининг сони 17,3 см (157-шакл, v га қаралсин). Чизиқнинг горизонтал проекцияси $d = 17,3 \text{ см} \times 100 = 17,3 \text{ м}$. Асосий эгри чизиқ H ва коэффициентини $+20$ бўлган нисбий баландлик эгри чизиғи орасига тўғри келган рейка булаклари (рейкадан олинган санок) 32,2 см бўлса, нисбий баландлик $h = 32,2 \text{ см} \times 20 = +6,44 \text{ м}$ бўлади. Нисбий баландликни асосий эгри чизиқ H ва коэффициентини $+100$ бўлган нисбий баландлик эгри чизиғи оралиғига тўғри келган рейка булаклари орқали ҳам ҳисоблаб чиқариш мумкин. Масалан, 157-шакл, v да асосий эгри чизиқ H ва коэффициентини $+100$ бўлган нисбий баландлик эгри чизиғи оралиғига рейканинг 6,4 см бўлағи тўғри келган. Шунда нисбий баландлик $h = +100 \times 6,4 \text{ см} = +6,4 \text{ м}$ бўлади.

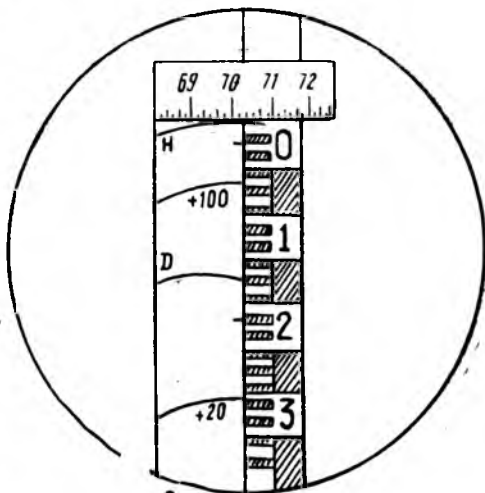
Қараш трубасидан кўринадиган Γ симон ойнанинг ўнг томонидаги учта чизиқ дальномер чизиқлари бўлиб, коэффициентини 100 га тенг. Дальномер чизиқлари ёрдамида масофанинг ипли дальномер билан



а



б



в

157-шакл.

аниқланган узунлиги топилади. Шаклда ипли дальномер билан ўлчанган масофа $D = 19,4 \times 100 = 19,4 \text{ м}$.

Г симон ойнанинг вертикал учи ойнадаги индексга тўғри-ланиб, вертикал доирадан $1'$ гача аниқликда саноқ олинади. 157-шакл, *в* да вертикал доирадан олинган саноқ $70^{\circ}10'$. Та тахеометрида вертикал бурчак қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$MO = \frac{1}{2} (R + L - 180^{\circ}).$$

$$\alpha = \frac{1}{2} (R - L - 180^{\circ}). \quad (\text{XVI} - 1)$$

$$\alpha = MO - L.$$

$$\alpha = (R - 180^{\circ}) - MO.$$

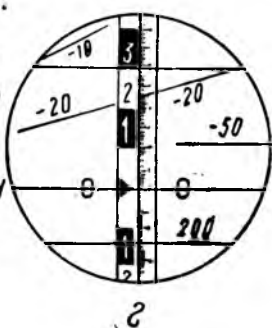
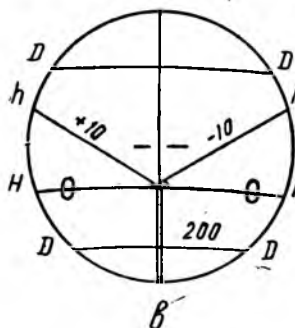
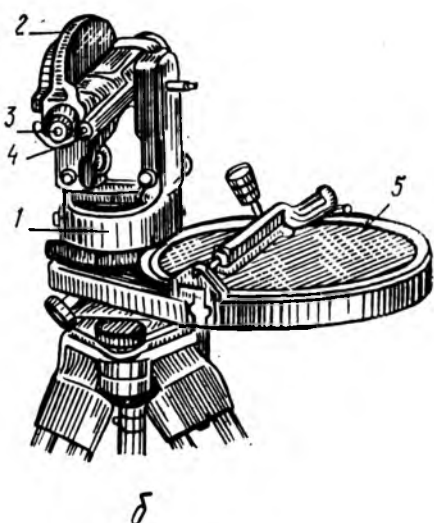
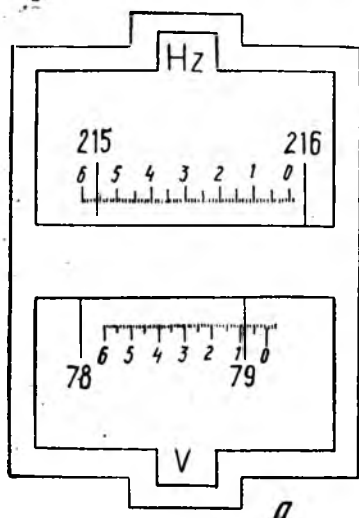
Теодолит-тахеометрнинг ноль ўрни 90° га тенг бўлиши керак. Бунда вертикал бурчак $\alpha = 90^{\circ} - L$ бўлади. Шаклда вертикал бурчак $\alpha = 90^{\circ} - 70^{\circ}10' = +19^{\circ}50'$.

ТА-2 тахеометри билан ишлаш натижасини текширган вақтда горизонтал бурчакни бир приёмда $\pm 7''$ ўртача квадратик хато билан, қиялик бурчагини эса $\pm 25''$ аниқликда ўлчаш мумкин. Бу теодолит билан масофаларнинг горизонтал проекциялари тахминан 1:500 — 1:700 ўртача квадратик хато билан ўлчанади. Эгри чизиқ коэффициенти ± 10 бўлганда 50 — 100 м масофада нисбий баландликни тўғри ва тескари йўналишда $\pm 1,6 \text{ см}$ аниқликда, 100 — 180 м масофада $\pm 2,1 \text{ см}$, 340 м масофада эса $\pm 4 \text{ см}$ аниқликда ўлчаш мумкин.

„Дальт“ тахеометри вертикал доирали такрорий оптик теодолитдир (158-шакл, *б*), унинг горизонтал I ва вертикал 2 доираларидан саноқлар қараш трубаси 3 ёнига ўрнатилган труба 4 орқали кўз билан чамалаб $0',1$ гача аниқликда олинади. 158-шакл, *а* да горизонтал доира (HZ) дан олинган саноқ $215^{\circ}55',4$, вертикал доира (V) дан олинган саноқ эса $79^{\circ}08',5$.

Доира чап томондалигида қараш трубасидан дальномер иплар тўри, асосий эгри чизиқ H ҳамда масофанинг горизонтал проекцияларини ўлчаш эгри чизиғи D , нисбий баландликни ўлчаш эгри чизиқлари (h) кўринади. 158-шакл, *в* да қараш трубасининг визир ўқи горизонтал ҳолатда бўлган вақтдаги кўриш майдони, 158-шакл, *г* да эса қараш трубасини қиялатиб рейкага қараган вақтдаги кўриш майдони тасвирланган. „Дальт“ тахеометрининг дальномер коэффициенти 200; масофа горизонтал проекциясини ўлчаш эгри чизиқларининг коэффициенти асосий эгри чизиқ H нинг тепасида 100, пастида эса 200; нисбий баландликни ўлчаш эгри чизиқларининг коэффициентлари $+10$; $+20$; $+100$; -10 ; -20 ва -100 . Масофа ва нисбий баландликларни ўлчашда асосий эгри чизиқ H рейканинг ноль саноғига тўғриланади. Рейкадан олинadиган саноқлар асосий эгри чизиқ H билан масофанинг горизонтал проекциясини аниқ-

лаш ва нисбий баландликни ўлчаш эгри чизиқлари ўртасидаги масофани билдиради. 158-шакл, *г* да асосий эгри чизиқ *H* билан масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш юқори эгри чизиғи ўртасидаги саноқ 0,292 м. Бу эгри чизиқнинг коэффиценти 100 бўлганлиги учун масофанинг горизонтал проекцияси $0,292 \text{ м} \times 100 = 29,2 \text{ м}$ бўлади. Асосий эгри чизиқ билан пастки эгри чизиқ оралиғидаги саноқ 0,146 м. Бу эгри чизиқнинг коэффиценти 200. Шунга кўра ўлчанаётган масофанинг горизонтал проекцияси $0,146 \text{ м} \times 200 = 29,2 \text{ м}$. Текшириш мақсадида масофа иккинчи марта ўлчанади. Асосий эгри чизиқ *H* билан нисбий баландликни ўлчаш эгри чизиғи (-20) оралиғидаги саноқ 0,218 м. Шунга кўра нисбий баландлик $h = -0,218 \text{ м} \times 20 = -4,36 \text{ м}$ бўлади. Агар асбобнинг



158- шакл.

баландлиги 1,40 м бўлса, нуқтанинг нисбий баландлиги эгри чизиқ бўйича аниқланган нисбий баландликка тенг бўлади. Асбобнинг баландлиги рейканинг ноль штрихига тенг бўлмаса ёки рейканинг ноль штрихи пастда бўлганлигидан кўринмаса, асосий эгри чизиқ рейканинг бошқа штрихига тўғриланади. Бунда асбоб баландлиги i ва асосий эгри чизиқ H визирланган рейка баландлиги l учун нисбий баландлик эгри чизиғи бўйича аниқланган нисбий баландлик (h') га тузатишлар киритилади. Шунда нисбий баландлик $h = h' + i - l$ бўлади.

„Дальт“ тахеометри ёрдамида масофа ва нисбий баландлик ТА-2 тахеометри аниқлигида ўлчаниши мумкин. „Дальт“ тахеометрига доира шаклидаги металл диск — столча 5 ўрнатиш мумкин. Дискка махсус қоғоз — астралон қўйилади. Алидада айлантирилганда у билан бирга диск ҳам айланади, шунда дискдаги линейка бўйича чизиқ чизиш ва масофани берилган масштабда кичрайтириб тушириш мумкин. Демак, план олиш пайтида ҳар бир станцияда туриб олинган тафсилотлар жойнинг ўзида чизиб борилади.

„Редт“ редукицион тахеометрининг қуш тасвирили дальномери бор. Бу дальномер ёрдамида 180 м гача бўлган масофани 1:5000 нисбий хато билан ўлчаш мумкин. Бунда махсус горизонтал рейка қўлланилади. Шкалани микроскопга қараганда горизонтал ва вертикал доираларнинг бўлаклари ҳамда қиялик бурчақларининг тангенсини олинадиган шкала кўринади. Қиялик бурчагининг тангенсини масофанинг горизонтал проекциясига кўпайтириш йўли билан асбоб ўрнатилган нуқтада туриб жойдаги нуқта баландлиги топилади. Бу тахеометр билан горизонтал бурчақни тўлиқ приёмда $\pm 5''$ ўртача квадратик хато билан ўлчаш мумкин. Вертикал доирадан 0',2 гача аниқликда саноқ олинади. Қиялик бурчаги катта бўлмаган 100 м масофада нисбий баландликни ўлчаш аниқлиги $\pm 2 - 5$ см га тенг.

106- §. Тахеометрик план олишда жойда бажариладиган ишлар

Тахеометрик план олишда теодолит-нивелир йўли, теодолит-баландлик йўли ёки тахеометрик йўлга асосланилади. Жойнинг тафсилотлари ва рельефини планга олишда шохобча пунктлари станция бўлиб хизмат қилади. Пунктлар бир-биридан кўриниши ва атрофдаги жойни планга олишни қулайлаштириши лозим. Узунасига чўзилиб кетган иншоотлар қуришда тахеометрик план олиш учун шохобча йўллари плани олинadиган жой ўртасидан ўтказилади. Майдоннинг планини олишда эса майдон атрофидан ёпиқ полигон, ўртасидан эса диагональ йўл ўтказилади. Очик жойнинг 1:1000 масштабида тахеометрик планини олишда 1 км² да пунктлар сони 16 дан,

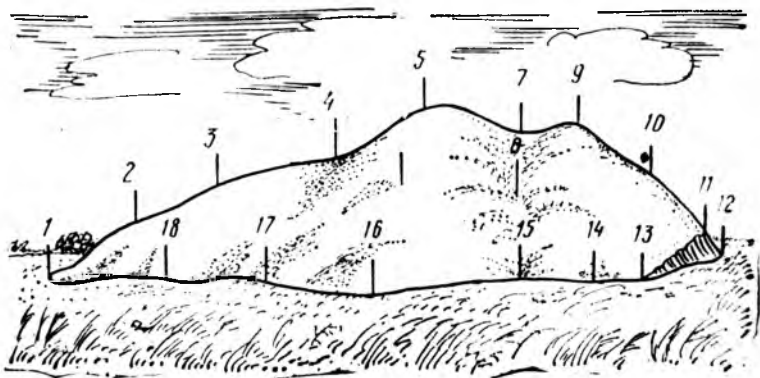
1:2000 масштабда план олишда — 12 дан, 1:5000 масштабда план олишда эса 4 дан кам бўлмаслиги керак [38].

Теодолит-нивелир йўлини ўтказишда бурчаклар теодолит ёрдамида, масофа ДНТ, ДД-3, ДД-5 ва бошқа қўш тасвирили дальномерлар ёрдамида ўлчанади ва шохобча пунктларининг планли координаталари аниқланади. Пунктларнинг отметкаларини аниқлаш учун нивелир ёки ТН теодолити билан геометрик нивелирлаш иши ўтказилади.

Теодолит-баландлик йўлини ўтказишда горизонтал бурчак ва масофа юқорида айтиб ўтилган тартибда ўлчанади. Пунктларнинг отметкалари тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Бунда нуқталарнинг нисбий баландликлари $XI - 45$ формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади.

Тахеометрик йўл ўтказишда горизонтал бурчаклар теодолит билан тулиқ приёмда, масофа эса тўғри ва тескари йўналишда ипли дальномер билан ўлчанади. Такрорий теодолитлар ишлатилганда вертикал бурчаклар доира ўнгдалигида ҳам, чапдалигида ҳам ўлчанади; нисбий баландликлар тўғри ва тескари йўналишда $XI - 45$ формулалари ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Нисбий баландликларни икки марта ўлчаганда улар ўртасидаги фарқ ҳар 100 м масофада 4 см дан катта бўлмаслиги керак. Фарқ йўл қўйиладиган катталиқда бўлса, уларнинг ўртачаси олинади. Тахеометрик йўл ўтказишда автомат-тахеометрдан фойдаланилса, йўл ҳар бир томонининг нисбий баландлиги тўғри ва тескари йўналишда ўлчанади.

Тахеометрик план олиш шохобчалари геодезик таянч пунктларига теодолит ва нивелирлаш йўллари каби боғланади (87-§, 97-§). Жойнинг тафсилотлари ва рельефи, кўпинча, шохобчаларни ўтказиш билан бир вақтда планга туширилади. Бунинг учун ҳар бир станция атрофидаги тафсилот ва рельефнинг характерли нуқталари (пикетлар) танланади. Пикетлар сони жойдаги тафсилот ва рельефнинг мураккаблигига ва план олиш

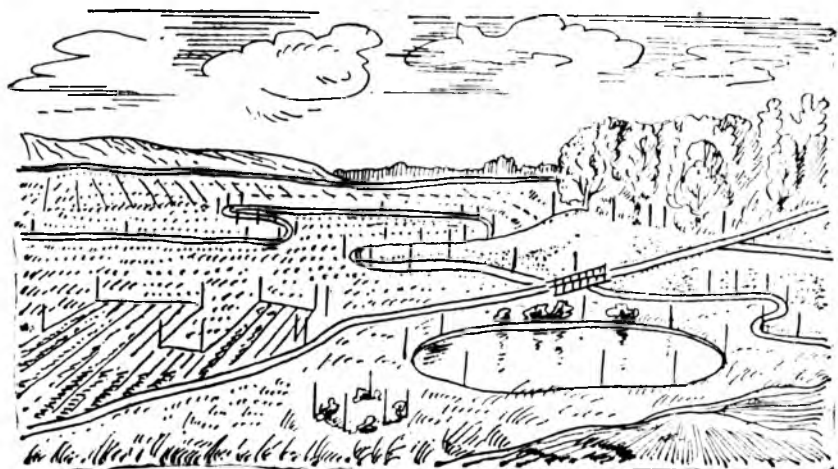


159-шакл.

масштабига боғлиқ. Масалан, пикетлар тепанинг учидан, эгагидан, ёнбағирнинг букилган жойларидан, жар ва терраса лабидан, сой тубидан ва қирғоқларидан, сув айирғич чизигининг бурилиш жойларидан ва бошқалардан олинади. 159-шаклда тепаликнинг характерли нуқталаридан пикетлар олиш тартиби рақамлар билан кўрсатилган. Дарё, сой, кўл, йўл, боғ, бино ва бошқа тафсилотларнинг қаеридан пикетлар олиш шу тафсилот контурининг характерига ҳамда шаклига боғлиқ; контур квадрат ва тўғри бурчак шаклида бўлса — унинг учта бурчагидан, тўғри чизиқ бўлса — бошланғич ва охири нуқталаридан, эгри-бугри бўлса — ҳар бурилишдан пикетлар олинади. 160-шаклда жой тафсилотлари контурларидан пикетлар олиш кўрсатилган.

1 : 500 ва 1 : 1000 масштабда тахеометрик план олишда горизонталлар ҳар 0,5 м дан, 1 : 2000 масштабда план олишда — жой рельефи характерига қараб ҳар 0,5 — 1 м дан, 1 : 5000 масштабда план олишда эса ҳар 1 — 2 м дан ўтказилади. Шунга кўра рельефни 1 : 500 масштабни планга туширишда пикетлар оралиғи 15 — 20 м дан, 1 : 1000 масштабда план олишда — 20 — 50 м дан, 1 : 2000 масштабни план олишда — 40 — 60 м дан, 1 : 5000 масштабни план олишда эса 80 — 100 м дан катта бўлмаслиги керак [42].

План олиш аниқлигини ошириш мақсадида асбоб ўрнатилган нуқта (станция) дан пикетларгача бўлган масофа маълум чекдан катта бўлмаслигига эътибор берилади. Масалан, рельефни 1 : 500 масштабни планга олишда пикетларгача бўлган масофа 100 м дан, жойда контури аниқ бўлган тафсилотлардан олинган пикетларгача бўлган масофа 60 м дан, 1 : 1000 масштабни план олишда рельеф пикетларигача бўлган масофа 150 м



160- шакл.

дан, аниқ контур пикетларигача бўлган масофа 80 м дан, ноаниқ контургача бўлган масофа эса 100 м дан ошмаслиги лозим. 1 : 2000 масштаби план олишда станциядан рельеф пикетларигача бўлган масофа 200 м, аниқ контур пикетларигача бўлган масофа 100 м, ноаниқ контур пикетларигача бўлган масофа 150 м дан, 1 : 5000 масштаби план олишда эса рельеф пикетларигача бўлган масофа 300 — 350 м, аниқ контур пикетларигача бўлган масофа 150 м, ноаниқ контур пикетларигача бўлган масофа 200 м дан ошмаслиги керак [42].

Жойнинг тафсилотлари ва рельефини планга тушириш тахеометрик йўлни ўтказиш билан бир вақтда амалга оширилганида ҳар бир станцияда қуйидаги ишлар бажарилади:

1) тахеометр нуқтага ўрнатилади, асбоб нуқтага марказлаштирилади, лимб текислиги горизонтал ҳолатга келтирилади, ориентирланади. Лимбни магнит меридиани ёки олдинги чизиқ йўналишида ориентирлаш мумкин. Тахеометр лимбни магнит меридиани бўйича ориентирлаш учун верньер ноли лимб нолига тўғриланади ва алидаданинг маҳкамлаш винти бураб маҳкамланади. Сўнгра лимб бўшатилади, алидада билан тахеометр айлантрилиб, буссоль магнит стрелкасининг шимой учини лимбдаги нолга тўғри келтирилади. Шунда трубаининг визир ўқи магнит меридианига ориентирланган бўлади. Лимб шу ҳолатида маҳкамланади, алидада эса бўшатилади. Труба бирор йўналишга визирланиб лимбдан олинган саноқ йўналишининг магнит азимути бўлади. Лимбни олдинги чизиқ йўналишида ориентирлаш учун верньер ноли лимб нолига тўғриланади ва труба олдинги пунктдаги рейкага визирланади. Шунда биринчи верньердан олинган саноқ нолга тенг бўлади. Агар алидада бўшагилиб, труба кетинги веҳага визирланса, верньердан олинган саноқ кетинги ва олдинги чизиқ йўналиши орасидаги бурчакни ифодалайди;

2) тахеометр ўрнатилгач, асбоб баландлиги ўлчаниб журналга ёзилади. Қараш труба кетинги пунктдаги рейкага визирланади, дальномердан, горизонтал ва вертикал доиралардан саноқлар олиниб, журналга ёзилади (34-жадвалга қаралсин):

3) қараш труба олдинги пунктдаги рейкага визирланади. Бунда ҳам дальномер, горизонтал ва вертикал доиралардан саноқлар олиниб журналга ёзилади;

4) вертикал доира ўнг томонда бўлса, чапга ўтказилади. Дастлаб кетинги пунктдаги рейкадан, сўнгра олдинги пунктдаги рейкадан саноқлар олиниб, журналга ёзилади. Агар рейкада асбоб баландлиги белгиланган бўлса—қараш труба рейкадаги белгига, рейкада баландлик белгиланмаган бўлса—қараш труба рейканинг бирор қийматига ёки учига визирланади;

5) ҳар бир станцияда вертикал доиранинг ноль ўрни, қийлик бурчаги ҳамда тахеометрик жадваллардан фойдаланиб,

полигон томонининг горизонтал проекцияси ва нисбий баландлиги ҳисоблаб чиқарилади. План олишда автомат-тахеометр қўлланилса, полигон томонининг горизонтал проекцияси ва нисбий баландлик бевосита аниқланади;

б) станция агрофидаги тафсилот ва рельеф планга олинади. Бунинг учун жойдаги контур ва рельефнинг характерли нуқталарига бирин-кетин рейкалар ўрнатилади; вертикал доира чапда бўлганда, қараш трубаси пикетлардаги рейкага визирланади ва дальномер, горизонтал ҳамда вертикал доиралардан саноклар олинади (36- жадвал). Тахеометрик жадваллардан [64] фойдаланиб станциядан пикетларгача бўлган масофаларнинг горизонтал проекциялари ҳамда нисбий баландликлар ҳисоблаб чиқарилади. План олишда автомат-тахеометр ишлатилаётган бўлса, пикетларгача бўлган масофанинг горизонтал проекцияси ва нисбий баландликлар бевосита асбоб ёрдамида

36- ж а д в а л

Тахеометрик план олиш журнали

Пикетлар номери	Дальномердан олинган санок	Горизонтал доирадан олинган санок	Вертикал доирадан олинган санок	Қиялик бурчаги, °	Масофанинг горизонтал проекцияси (d), м	Нисбий баландлик (h), м	Пикетлар отметкаси (H), м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-станция МО-0°00'				H-445,80 м			
A		0°00'					
1	116,0	8°50'	359°40'	+ 0°20'	116,0	0,63	446,48
2	84,4	17°48'	359°22'	+ 1°38'	82,3	2,35	448,15
3	78,9	31°38'	357°42'	+ 2°18'	78,8	3,17	448,97
4	100,0	52°12'	0°46'	- 0°46'	100,0	0,33	445,57
5	76,7	78°40'	0°38'	- 0°38'	76,7	0,85	444,95
6	98,3	101°16'	1°29'	- 1°29'	98,2	2,54	443,26
7	120,4	147°22'	2°13'	- 2°13'	120,2	4,66	441,14
8	46,0	168°0'	2°48'	- 2°48'	45,9	2,21	443,56
9	53,2	186°24'	359°30'	+ 0°30'	53,2	0,47	446,27
10	21,0	205°13'	358°04'	+ 1°56'	21,0	0,71	446,51
11	64,5	248°01'	357°52'	+ 2°08'	64,4	2,40	448,20
12	91,0	301°11'	0°29'	- 0°29'	91,0	0,76	444,44
13	124,1	339°17'	0°58'	- 0°58'	123,9	2,08	443,72
14	101,8	349°00'	2°58'	- 2°58'	101,7	5,26	440,54
A		0°00'					

Э с л а т м а. Асбоб баландлиги (d) рейкада белгиланган бўлиб, вертикал бурчак ўлчашда қараш трубаси ана шу белгига визирланган.

аниқланиб, журналга ёзилади. Станцияда иш тамом бўлгач, қараш трубаси олдинги пунктдаги рейкага визирланади ва лимбнинг туриш ҳолати бузилмаганлиги текширилади. Биринчи станцияда иш тамом бўлгач, тахеометр иккинчи станцияга кўчирилади ва бу станцияда ҳам иш юқоридаги тартибда бажарилади.

Тахеометрик план олишда ҳар бир станцияда ўлчаш ишини бажариш билан биргаликда, кўз билан чамалаб станция атрофидаги жойнинг схематик плани чизилади. Бундай чизмага *кроки* дейилади. Крокининг абрисдан фарқи шуки, унда контурлардан ташқари, рельеф ҳам кўрсатилади. Крокида станция ва пикетлар номери ёзилади. Планда горизонталлар ўтказишни осонлаштириш учун крокида нишабларнинг йўналиши стрелкалар билан, рельефнинг характерли шакллари эса горизонталлар билан схематик равишда чизиб кўрсатилади.

Ишни осонлаштириш учун ҳар куни планни жойнинг ўзида тузиб бориш керак. Бунда ҳар станциянинг тахеометрик плани катталиги 25×25 см бўлган шаффоф қоғоз (восковка) га чизилади. Ҳар бир станция плани ўлчаш ишида йўл қўйилган қўпол хатоларни аниқлашга ва ўз вақтида йўқотишга имкон беради. Станциялар планини бирлаштириб жойнинг планини ҳосил қилиш мумкин.

107-§. Тахеометрик план олишдаги ҳисоблаш ишлари

Тахеометрик план олишдаги ҳисоб ишлари қиялик бурчаги, ўлчанган масофаларнинг горизонтал проекциялари, нисбий баландликлар ва пунктлар отметкаларини ҳисоблаб чиқаришдан бошланади. Такрорий теодолитдан фойдаланганда тахеометрик йўл томонларининг қиялик бурчаги IX-6 формулалар ёрдамида, рельефни планга олишда станция билан пикетлар орасидаги қиялик бурчаклари IX-5 формула ёрдамида топилади.

План олиш журналлари текширилгандан кейин тахеометрик йўлнинг схемаси чизилиб, схемага йўл томонларининг узунлиги, бурилиш бурчаклари, ўртача нисбий баландлик, таянч пунктларнинг координаталари ва отметкалари ёзилади. Тахеометрик йўл пунктларининг координаталари теодолит йўли координаталарини ҳисоблашдаги каби (88-§), пунктларнинг-отметкалари эса тахеометрик йўл каби (99-§) ҳисоблаб чиқарилади.

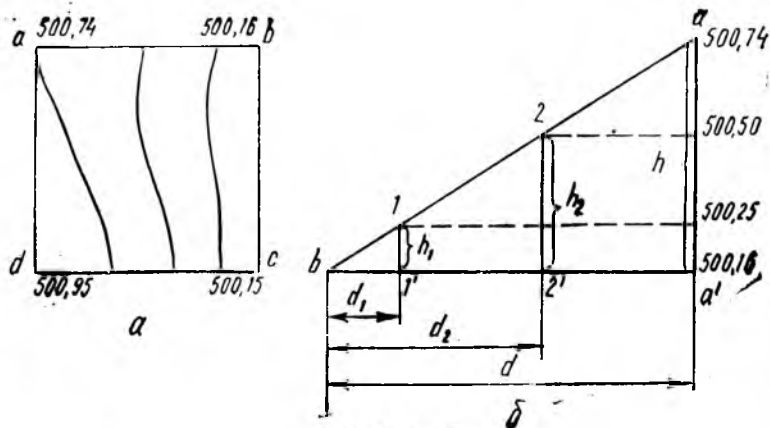
Масофа ипли дальномер билан ўлчанганда теодолит-тахеометрик йўлнинг нисбий хатоси $\frac{\sum d}{400\sqrt{n}}$ дан катта бўлмаслиги керак. Теодолит-баландлик йўлини ўтказишда масофа оптик дальномер ёки пўлат лента билан ўлчанганда йўлнинг нисбий хатоси $1:1000-1:1500$ дан зиёд бўлмаслиги керак.

Тахеометрик йўл ёпиқ полигондан иборат бўлганда нисбий баландликлар хатоси XIV—4 формула ёрдамида, йўл очик полигондан иборат бўлганда эса XIV—3 формула ёрдамида топилади. Бу қиймат $\Delta h_{\text{чеки}} = \frac{0,04 \sum d}{\sqrt{n}}$ см формуласи бўйича топиладиган қийматдан катта бўлмаса, мазкур хато нисбий баландликларга тескари ишора билан йўл томонлари узунлигига пропорционал тарқатилади; $\sum d$ — йўл узунлиги, m ; n — томонлар сони.

Бошланғич пункт отметкаси ва тузатилган нисбий баландликлардан фойдаланиб тахеометрик йўл пунктларининг отметкалари ҳисоблаб чиқарилади. Станция отметкасига пикетлар нисбий баландликларини алгебраик қўшиб пикетлар отметкаси топилади.

108-§. Тахеометрик план олиш натижаларидан фойдаланиб топографик план чизиш

Тахеометрик йўл пунктлари қоғоз (планшет) га йўл томонларининг йўналиш бурчаклари (азимут, румб) ҳамда масофалари ёки координаталари асосида туширилади (103-§). Шохобча пунктлари планга туширилиб бўлгач, пикетлар планга туширилади. Горизонтал лимб тахеометрик йўл йўналишида ориентирланган бўлса, транспортир маркази пункт нуқтасига, асоси эса лимб ориентирланган томонга тўғрилаб қўйилади. Лимб магнит меридиани бўйича ориентирланган тақдирда пунктдан магнит меридиани йўналишида чизиқ ўтказилиб, транспортир асоси шу чизиққа тўғриланади. Сунгра транспортир бўйича бир йўла бир неча пикетнинг станцияга нисбатан йўналиши аниқланади. Станциядан пикетларгача бўлган масофалар қабул қилинган масштабда кичрайтирилиб, ўлчаш цир-



161-шакл.

кули ёрдамида мазкур йўналишларга қўйиб чиқилади ва пикетларнинг ўрни белгиланади; ҳар пикет ёнига унинг номери ва 0,01 м аниқликда отметкаси ёзилади. Пикетлар контурлардан иборат бўлса, чизиқ билан туташтирилиб, тафсилот контури ҳосил қилинади. Пикетларни махсус тахеометрик транспортир, тахеограф ва шу кабилар ёрдамида планга тушириш осонроқдир.

Рельеф горизонталлар билан тасвирланадиган бўлса, дастлаб унинг характерли нуқталари, масалан, тепанинг учи, сойлик, жарнинг боши ва охиридаги нуқталар, ёнбағирнинг букилган жойлари ва ҳоказолар кроки асосида белгиланади, сўнгра горизонталлар чизилади. 161-шакл, *a* да *a*, *b*, *c* ва *d* нуқталар планга туширилган ва отметкалари ёзиб қўйилган. 161-шакл, *b* да профиль *ab* чизиқ бўйлаб кўрсатилган. *aba'* ва *1 d 1'* тўғри бурчакли учбурчакларнинг ўхшашлигидан қуйидаги тенгламаларни ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} 1 1' &= h_1; & b 1' &= a_1 \\ aa' &= h; & ba' &= d \end{aligned}$$

бўлса,

$$\frac{d_1}{d} = \frac{h_1}{h};$$

бундан

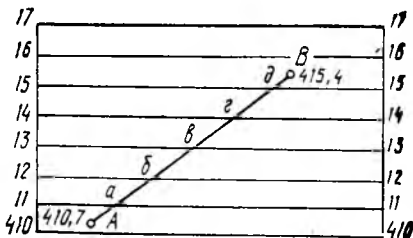
$$d_1 = \frac{dh_1}{h}.$$

Демак, икки нуқта орасидаги масофа ва нуқталарнинг отметкалари маълум бўлса, ҳар бир нуқта яқинидаги горизонтални топиш қийин бўлмайди. Бошқа горизонталлар шунга асосланиб топилади. Масалан:

$$d_1 = \frac{2,0 \text{ см} (500,25 - 500,16)}{500,74 - 500,6} = 0,30 \text{ см};$$

$$d_2 = \frac{2,0 \text{ см} (500,50 - 500,16)}{500,74 - 500,16} = 1,17 \text{ см}$$

Горизонталлар ўрнини аналитик усулда топишга кўп вақт кетганлигидан, бу мақсадда график усулидан фойдаланилади. Бу усулда горизонталлар ўрнини топишда палетка ишлатилади (162-шакл). Палетка — биридан маълум ораликда параллел чизиқлар чизилган шаффоф қоғоздир. Палеткани калька қоғоздан яса са ҳам бўлади. Параллел чизиқлар оралиги тузилаётган планнинг масштабига ва жойнинг нишабига боғлиқ. Одатда параллел чизиқлар оралиги 5 мм бўлади. Палетка ёрдамида, дастлаб, икки нуқта оралиғида қанча горизонтал ўтказилиши



162-шакл.

кераклиги аниқланади. Масалан, кесим баландлиги 1 м бўлганда *A* ва *B* нуқталар оралиғида отметкаси 411, 412, 413, 414 ва 415 м бўлган горизонталлар, яъни 5 та горизонтал утказиш керак, дейлик. Бунинг учун палетка план устига қўйилади. Сўнгра у, *A* ва *B* нуқталар орасига бешта нуқта тўғри келадиган қилиб айлантирилади. Бунда *A* нуқта палетканинг иккита параллел чизиғи (шаклда 410 ва 411 м) орасига, *B* нуқта эса отметкаси 415 ва 416 м бўлган чизиқлар орасига тўғри келиши ва бу чизиқлар оралиғи 0,72 ва 0,28 м бўлиши керак. Сўнгра *A* ва *B* нуқталар тўғри чизиқ ёрдамида туташтирилса, бу чизиқнинг палетка чизиқлари билан кесишган нуқталари горизонталларнинг ўрни бўлади. Бу бир хил отметкали нуқталар эгри чизиқлар билан туташтирилиб чиқилса, горизонталлар ҳосил бўлади.

План дастлаб қаламда чизилади, текширилиб хатолари тузагилгач, тушда чизилади. Чизилган планни жойнинг ўзида текширган маъқул.

Планнинг аввал координата тўри, таянч пунктлар, тафсилотларнинг шартли белгилари ва ёзувлари қора тушда чизилади ва ёзилади. Ҳар бир таянч пункт ёнида унинг номери (каср суратида) ва отметкаси (каср махражида) кўрсатилади. Сўнгра гидрография объектлари, чунончи: дарё, канал, ариқ, зовур, ҳовуз, кўл ва бошқаларнинг қирғоқ чизиқлари яшил рангда, горизонталлар 0,1—0,2 мм ли чизиқ билан жигар ранг тушь ёки бўёқда чизилади. Кесим баландлиги 1 м бўлганда ҳар 5, 10, 15, 20 ва ҳ. к. отметкали горизонтал йўғонроқ қилиб (0,2—0,4 мм) чизилади ва уларнинг отметкалари (рақамларнинг остки қисмини нишаб томонга қаратиб) ёзилади. Жой рельефи учун характерли бўлган пикетлар, масалан, энг баланд ва паст отметкали пикетлар, сув сатҳини ифодаловчи пикетлар кичик доирача кўринишида чизилади ва ёнига отметкалари ёзилади. Горизонталлар ҳамда ўрни планда қолдирилган пикетларнинг отметкалари ҳам жигар ранг бўлади. Рельефнинг асосий чизиқлари ва белгили жойлари: тепа учи, котлован туби, эгар-бел, сойлик, ёнбағир, сув айирғич чизиқлари ва бошқаларга нишаб йўналишини кўрсатувчи бергштрихлар чизилади. Бундан кейин гидрография объектларининг ўзи оч ҳаво рангга бўялади ва номлари ёзилади. Охирда дарё, канал, ариқ, кўл кабиларнинг номларидан бошқа номлар ҳамда горизонталлар ёнидаги рақамлардан бошқа рақамлар координата тўрининг горизонтал чизиғига параллел ёзилади. Кейин план рамкаси чизилади, рамкадан ташқаридаги элементлар ва ёзувлар кўрсатилади.

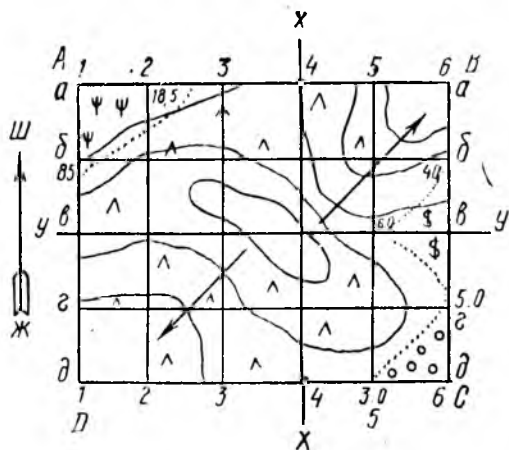
109-§. Майдонни нивелирлаш

Майдонни нивелирлаш лойиҳасини тузиш ва уни жойга кўчириш. Майдон квадратларга бўлиниб ёки магистрал ва кўндаланг чизиқлар методида нивелирланади. Майдонни квадрат-

ларга бўлиб нивелирлаш энг кўп қўлланиладиган усулдир. Кичикроқ текис майдоннинг йирик масштабли топографик планини тузишда шу усул ишлатилади. Узунасига кетган жойни нивелирлашда эса магистрал ва кўндаланг чизиқлар усулидан фойдаланилади.

Қурилиш майдонини нивелирлаш учун нивелирлаш лойиҳаси тузилади; жойни рекогносцировка қилиш пайтида лойиҳа текширилади. Топографик план 1 : 500 масштабда тузиладиган бўлса, ички квадрат томонларининг узунлиги 10—20 м, 1 : 1000 масштабда—20 м, 1 : 2000 масштабда эса 40 м қилиб олинади. Ташқи квадрат томонларининг узунлиги, кўпинча, ички квадрат томонлари узунлигидан 10 барабар катга бўлади. Рекогносцировка вақтида нуқталарнинг оғметкаларини ҳисоблаш учун квадратларнинг бирор учини репер ёки маркага қандай боғлаш кераклиги ҳам аниқланади.

Квадратлар тўри схемасини жойга кўчиришда унинг бирор ташқи чегараси бўйлаб тўғри чизиқ ўтказилади. Бу чизиқда ташқи квадрат томонининг узунлигига тенг бўлган (163-шаклда AB) кесма белгиланади, кейин кесманинг учлари (A ва B) га навбат билан теодолит ўрнатилиб DAB ва ABC тўғри бурчаклар ясалади. Бу тўғри бурчак йўналишида AD ва BC кесмалари ҳамда бу кесмаларда ички квадратларнинг учлари (a, b, c, d) ва 1, 2, 3, 4, 5, 6 нуқталар белгиланади. Кесмаларни белгилашда узунлиги 100 м бўлган йўғон сим ёки узунлиги 20 м бўлган лентадан фойдаланилади. C нуқтага теодолит ўрнатилиб, CD кесмаси ва ундаги ички квадрат учлари белгиланади. Тўғри тўртбурчакнинг тўғри ясалганлигини билиш учун D нуқтага теодолит ўрнатилиб, A ва C нуқталардаги вехаларга қараб ADC бурчак ўлчаб кўрилади, бурчак 90° дан $8'$ дан зиёд фарқ қилмаса, $ABCD$ тўртбурчак тўғри



163 шакл.

ясалган бўлади. Сўнгра $ABCD$ тўртбурчаги ичидаги квадратлар ясалади.

Квадратлар тўрини жойга бошқача усулда кўчириш ҳам мумкин. Бунда нивелирланадиган жой ўртасидаги нуқтадан бир-бирига перпендикуляр қилиб иккита чизиқ (163-шаклда X ва Y) ўтказилади. Бу чизиқлар қуриладиган бинонинг асосий ўқлари бўйича ўтказилиши лозим. X ва Y ўқларининг узунлиги 200—400 м бўлиши мумкин. План олиш масштабига ва жойнинг рельефига қараб ўқлар узунлиги 10, 20, 40 м келадиган кесмаларга бўлинади. Квадратлар ҳосил қилиш учун геоделит навбат билан $a/4$ ва $d/4$ нуқталарга ўрнатилиб, X чизиқ бўйича AB ва DC перпендикулярлар ўтказилади. Улар ҳам кесмаларга бўлинади. Кейин ўлчаш сими ёки лента ёрдамида ўлчаб $a/1-d/1$, $a/2-d/2$ ва бошқа чизиқлар бўйича квадратлар ясалади.

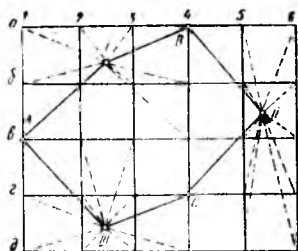
Одатда ташқи квадрат учлари металл труба ёки ёғоч устун билан, бошқа квадрат учлари ер баравари қозиқ қоқиб белгиланади. Бу қозиқларга *пикетлар* дейилади. Пикетлар ёнига ердан баландроқ қилиб иккинчи—қоровул қозиқ қоқилади. Қоровул қозиққа пикет номери ёзилади. Пикетлар номерини ифодаловчи касрнинг суратига AB ёки Y ўқига параллел чизиқ номери, махражига эса BC ёки X ўқига параллел чизиқ номери ёзилади. Масалан, $a/1$, $a/2$, $a/3$ ва ҳоказо.

Квадратларни жойда белгилаш билан бирга, квадратлар тўғри чизилган қоғозга кўз билан чамалаб барча контурлар ва рельеф туширилади, яъни жойнинг крокиси чизилади.

Майдонни битта станциядан туриб нивелирлаш. Нивелирланадиган майдон 200×200 м дан катта бўлмаса ва уни битта станциядан туриб нивелирлаш мумкин бўлса, нивелир майдон ўртасига ўрнатилади. Қараш трубаси орқали квадрат учларидаги рейклардан саноқлар олинади. Саноқлар тегишли квадрат учи ёнига ёзилади. Сўнгра асбоб горизонти аниқланиб, квадрат учларининг отметкалари ҳисоблаб чиқарилади. Бунинг учун квадратнинг бирор учи отметкаси маълум реперга боғланади.

Майдонни бир неча станциядан туриб нивелирлаш. Майдонни битта станциядан нивелирлаш мумкин бўлмаган ҳолларда майдоннинг барча квадрат учлари нивелирланалган қилиб бир неча станция белгиланади. Бунда квадрат учлари боғловчи ва оралиқ нуқталарга бўлинади. Ҳар бир станцияда дасглаб боғловчи нуқталардаги рейкаларнинг ҳар бирига томонидан, кейин оралиқ нуқталардаги рейкаларнинг фақат қора томонидан саноқлар олинади. Саноқлар нивелирлаш схемасига ёки журналга ёзилади. Боғловчи нуқталарнинг отметкалари нисбий баландликлар методида, оралиқ нуқталарнинг отметкалари эса асбоб горизонти методида ҳисоблаб чиқарилади. Масалан, 164-шаклда кўрсатилган майдонни нивелирлаш учун учта станция белгиланган бўлиб, A , B ва C нуқталар боғлов-

чи, бошқа нуқталар эса оралиқ нуқталардир. Ҳар бир станцияда боғловчи нуқталарни нивелирлаш яхлит чизиқ билан, оралиқ нуқталарни нивелирлаш эса пунктир чизиқ билан кўрсатилган. Боғловчи нуқталарнинг отметкаларини ҳисоблаб чиқариш учун дастлаб нисбий ва ўртача нисбий баландликлар аниқланали, сўнгра журнал бетма-бет текширилади. Боғловчи нуқталар ёпиқ полигон ҳосил этганлигидан, уларнинг ўртача нисбий баландликларининг алгебраик йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак. Ноль ўрнига бошқа бирор миқдор чиқса, у нивелирлаш хатоси бўлади. Нивелирлаш хатоси $\pm (10\sqrt{n})$ мм дан кичик бўлса, тескари ишора билан нисбий баландликларга тарқатилади. Сўнгра тузатилган нисбий баландликлар бўйича боғловчи нуқталарнинг отметкалари аниқланади. Оралиқ нуқталарнинг отметкалари эса асбоб горизонти методида ҳисоблаб чиқарилади.



16.- шакл.

Ҳар бир квадратни алоҳида-алоҳида нивелирлаш. Тасмонлари 50–100 м бўлган ички квадратлар алоҳида-алоҳида нивелирланади. Бунда нивелир квадрат марказига, яъни диагоналар кесишган нуқтага, рейка эса квадрат учларига ўрнатилади (165-шакл). Қараш трубаси орқали а/1 ва б/1 нуқталардаги рейкалардан, кейин а/2 ва б/2 нуқталардаги рейкалардан саноклар олинади. Саноклар схемала тегишли нуқта ёнига

		+1							
		A 1	2	3	4	5	6 B		
-273	a	1546 1455	1394 1252	1642 1703	1331 1914	1246 1556	+453		
	δ	1273 1067	1000 0939	1332 1492	1120 1922	1256 1103			
-301	β	1688 1476		1640 1804		1411 1262	+431		
	β	1387 1105		0998 1701		0659 0831			
+191	γ	1299 1021		1062 1764		1353 1524	+1029		
	z	1490 1692		1774 1363		1212 1495			
+682	δ	0924 1127	1289 0996	1381 0968	0688 1100	0929 1209	-203		
	θ	1606 1175	1335 1192	1578 1417	1140 1341	1171 1412			
		Δ	-431	-143	-161	+201	+241		
				+1		+1			

165- шакл.

ёзилади. Сунгра нивелир II станцияга ўрнатилади, бунда дастлаб $a/2$ ва $b/2$ нуқталардаги рейкалардан, кейин $a/3$ ва $b/3$ нуқталардаги рейкалардан саноқлар олиниб, схемадаги тегишли нуқталар ёнига ёзилади. Ҳар бир квадрат нивелирланиб бўлгандан кейин нивелирлаш натижаси текширилади. Нивелирлаш натижасини икки усулда текшириш мумкин: 1) ҳар квадратнинг бир томонида бир-бирини кесиб ўтган йўналишлардаги саноқлар йиғиндиси ўзаро тенг бўлиши ёки бир-биридан энг кўпи ± 5 мм фарқ қилиши лозим. Шунда квадрат тўғри нивелирланган бўлади. Акс ҳолда уни қайта нивелирлашга тўғри келади. Масалан, 1- квадратда туриб $a/2$ нуқтадан олинган саноқ 1455, $b/2$ нуқтадан олинган саноқ 1061, иккинчи квадратда туриб $a/2$ нуқтадан олинган саноқ 1394, $b/2$ нуқтадан олинган саноқ эса 1000. Шунда бир-бирини, кесиб ўтган йўналишларнинг биридаги саноқлар йиғиндиси $1455 + 1000 = 2455$ ва иккинчисидagi саноқлар йиғиндиси $1394 + 1061 = 2455$ бўлади. Демак, бу квадратлар учи тўғри нивелирланган;

2) ҳар бир квадратни нивелирлаш натижасини қўш станция горизонтларининг айирмалари ёрдамида текшириш мумкин. Бунда қўш станция горизонтларининг айирмалари бир-бирига тенг ёки энг кўпи ± 5 мм бўлиши керак. Масалан, I ва II станциялар горизонтларининг айирмалари:

$$1455 - 1394 = +0061; \quad 1061 - 1000 = +0061.$$

II ва III станциялар горизонтларининг айирмалари:

$$1252 - 1642 = -890; \quad 0039 - 1332 = -393.$$

Демак, I, II ва III станцияларда нивелирлаш тўғри бажарилган. Барча квадрат учлари шу тарзда нивелирланади ва текширилади. 165-шаклда квадратларни алоҳида-алоҳида нивелирлаш тартиби кўрсатилган бўлиб, станциялар доирача ичига олинган рақамлар билан белгиланган.

Квадратлар алоҳида-алоҳида нивелирланганда квадрат учларининг отметкалари икки хил усулда: нисбий баландликлар ва станциялар горизонтлари айирмалари усулларида ҳисоблаб топилиши мумкин. Нисбий баландликлар усули қуйидагидан иборат:

1) катта тўғри тўртбурчак периметрида жойлашган нуқталарнинг нисбий баландлиги кетинги рейкадан олинган саноқдан олдинги рейкадан олинган саноқни аяйриб аниқланади. Масалан, 165-шаклда $a/2$ нуқтанинг $a/1$ нуқтага нисбатан баландлиги $h = 1546 - 1455 = +091$ мм; $a/3$ нуқтанинг $a/2$ нуқтага нисбатан баландлиги $h = 1394 - 1252 = +142$ мм ва ҳоказо;

2) катта тўртбурчак ёпиқ полигон ҳосил қилганда ундаги нуқталарнинг нисбий баландликлари йиғиндиси $\pm (10 \sqrt{n})$ мм дан кичик бўлса, нивелирлашда рўй берган хато 1 мм гача яхлитланиб, тескари ишора билан нисбий баландликларга тарқати-

лади. Мисолимизда катта тўртбурчак периметри нисбий баландликларининг йиғиндиси $\sum h = -5$ мм; станциялар сони — 25, нивелирлашдаги хато чеки $\pm (10 \sqrt{25})$ мм = ± 50 мм дан кичик; шунга кўра, у 5 та нисбий баландликка мусбат ишора билан 1 мм дан тарқатилган:

3) катта тўртбурчак А учининг отметкаси маълум; тўртбурчак периметрида жойлашган нуқталарнинг отметкалари шу нуқтага асосланиб бирин-кетин ҳисоблаб чиқарилади;

4) ички квадратлар (масалан, б — б, в — в, г — г ва бошқа ҳамда 2 — 2, 3 — 3, 4 — 4 ва бошқа чизиқлар учларининг отметкалари маълум бўлиб, бу чизиқлар) да жойлашган нуқталар

	500,57	500,66	500,80	500,74		
A	1549	1455	1394	1252	1642	1703
	$\frac{i}{502,116}$	$\frac{-61}{-61} \frac{-1}{-61} \frac{-1}{-61} \frac{-1}{-61} \frac{-1}{-61}$ $\frac{II}{502,054}$		$\frac{+390}{+393} \frac{-1}{+392} \frac{-1}{+392} \frac{-1}{+392}$ $\frac{III}{502,445}$		
500,84	1273 - 415 } 1061	1000	0969	1332 + 318 } 1492	500,95	
	1688 - 415 } -415 1476	501,05	501,11	1640 + 312 } +315 1804		
	$\frac{X}{502,531}$			$\frac{IV}{502,760}$		
501,15	1387 + 88 } -1 1105	501,75	501,05	0948 + 64 } -1 1701	501,05	
	1299 + 84 } +85 1021			1062 + 64 } +64 1764		
	$\frac{IX}{502,446}$			$\frac{V}{502,823}$		
500,95	1490 + 566 } 1692	501,04	501,45	1774 - 393 } 1363	501,45	
	0924 + 565 } +565 -1 1127	1289	0996	1381 - 395 } -394 -1 0968		
	$\frac{VIII}{501,882}$	$\frac{-162}{-160} \frac{-1}{-160} \frac{-1}{-160}$ $\frac{VII}{502,044}$		$\frac{-385}{-386} \frac{-1}{-385} \frac{-1}{-385}$ $\frac{VI}{502,430}$		
	1606	1175	1335	1192	1578	1477
	500,27	500,71	500,85	501,00		

отметкалари икки репер оралиғини нивелирлашдаги каби аниқланади.

Нуқталарнинг отметкаларини станциялар горизонтларининг айрмалари ёрдамида ҳисоблаб чиқариш усули қуйидагидан иборат (166-шакл);

1) қўш станциялар горизонтларининг айрмалари чиқарилади ва нивелирлаш схемаси ёки журнаliga ёзилади;

2) станциялар горизонтлари айрмаларининг ўртачаси чиқарилиб, схемага ёзилади;

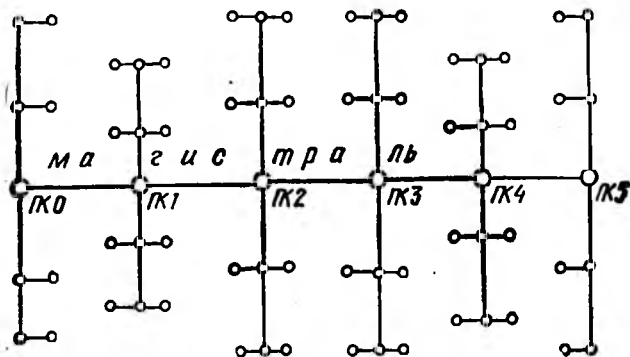
3) ташқи квадратлар ёпиқ полигон ҳосил этиб, ундаги станциялар горизонтлари айрмаларининг ўртача йиғиндиси O га тенг ёки $\pm (10\sqrt{n})$ мм дан кичик бўлса, у станциялар горизонтлари айрмаларининг ўртача миқдорига тескари ишора билан тарқатилади;

4) квадрат учларининг отметкалари асбоб горизонти методида ҳисоблаб чиқарилади. Бунда станциялар асбоб горизонти қуйидаги формула бўйича топилади:

$$H_{i+1} = H_i + I;$$

бу ерда $H_i - I$ станциянинг асбоб горизонти; I — шу станция горизонтларининг айрмаси. Станция асбоб горизонти репер отметкаси билан шу репердаги рейкадан олинган саноқ йиғиндисига тенг. Ҳар бир квадрат учининг отметкаси келиб чиқиши учун шу квадрат учидagi рейкадан олинган саноқни асбоб горизонтдан айтириш керак. Станциянинг асбоб горизонтчи станция номери остига, квадрат учларининг отметкалари икки марта ҳисоблаб чиқарилиб, нивелирлаш схемасидаги тегишли нуқта ёнига ёзилади.

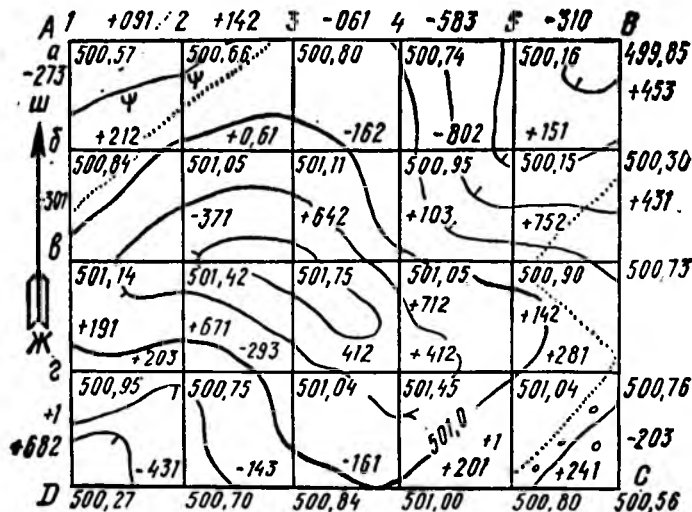
Майдонни магистрал ва кўндаланг чизиқлар методида нивелирлаш. Узунасига кетган мураккаб рельефли майдоннинг йирик (1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000) масштабни топографик планини чизишда майдон магистрал ва кўндаланг чизиқлар методида



167-шакл.

нивелирланади. Бунда майдон ёнидан ёки ўртасидан магистрал йўл ўтказилади ва у геодезик таянч пунктларига боғланади. 167- шаклда майдонни магистрал йўл (АВ чизиқ) ўтказиб нивелирлаш усулларидан бири кўрсатилган. Магистрал йўл пикетларга бўлиб чиқилади. 1:500 ва 1:1000 масштабда план олишда параллел магистрал йўллар 600 м оралатиб, 1:2000 масштабда—1000 м оралатиб ўтказилади. Магистраллар теодолит ва нивелирлаш йўллари ўтказилиб, планли ва баландлик таянч нуқталарига боғланади.

Ҳар бир магистралдан теодолит ёрдамида перпендикуляр чизиқлар чиқарилади. Бу перпендикуляр (кўндаланг) чизиқларнинг узунлиги вазичлиги жойнинг рельефига, нивелирлашнинг қандай мақсадда ва аниқликда ўтказилишига боғлиқ бўлиб, 10 м билан 100 м агрофидадир. Масалан, 1:500 ва 1:1000 масштабли топографик план чизишда ҳар 20 м дан 30 м гача узунликда, 1:2000 масштабли план чизишда эса ҳар 40 м дан 50 м гача узунликда кўндаланг чизиқлар ўтказилади. 50 м дан узун чизиқ магистрал йўлга боғланиши лозим. Кўндаланг чизиқлар пикетларга бўлиниб, қозиқлар билан белгиланади. Сўнгра магистралдаги пикетлар ва орилик нуқталар узунасига нивелирлашдаги каби, кўндаланг чизиқлардаги характерли нуқталар эса кўндалангига нивелирлашдаги каби нивелирлаб чиқилади. Магистрал йўлдаги боғловчи нуқталарнинг отметкаси тузатишган нисбий баландликлар усулида, орилик ва кўн-



Масштаб 1:1000
Горизонталлар 0,25 м. дан ўтказилган

даланг нуқталарнинг отметкалари эса асбоб горизонти усули-
да ҳисоблаб чиқарилади.

Нивелирлаш натижаларига асосланиб топографик план тузиш. Яхши чизма қоғозга берилган масштабда квадратлар тури чизилади. Нивелирлаш магистрал ва кўндаланг чизиқлар методида ўтказилган бўлса, қоғозга магистрал ва кўндаланг чизиқлар чизилади; крокига асосланиб тафсилотлар контури ҳамда боғловчи ва оралиқ нуқталар туширилади; нуқталар ёнига уларнинг номери ва 1 см гача яхлиланган отметкаси ёзилади. Сўнгра рельеф горизонталлар билан тасвирланади. План дастлаб қаламда чизилади. Текширилиб, камчиликлари йўқотилгандан кейин квадратлар ёки магистрал ва кўндаланг чизиқлар ҳаво ранг, тафсилотлар контури қора ранг, горизонталлар ва нуқталарнинг отметкалари жигар ранг тушда чизилади. Планга масштаб, баландлик кесими ёзилади ва меридиан йўналиши кўрсатилади (168-шакл).

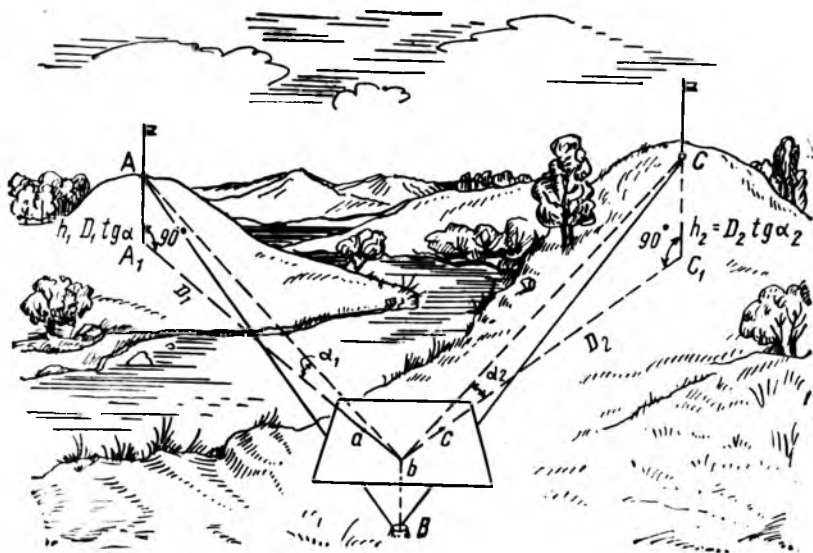
XVII боб

МЕНЗУЛА БИЛАН ПЛАН ОЛИШ

110- §. Мензула билан план олиш моҳияти.

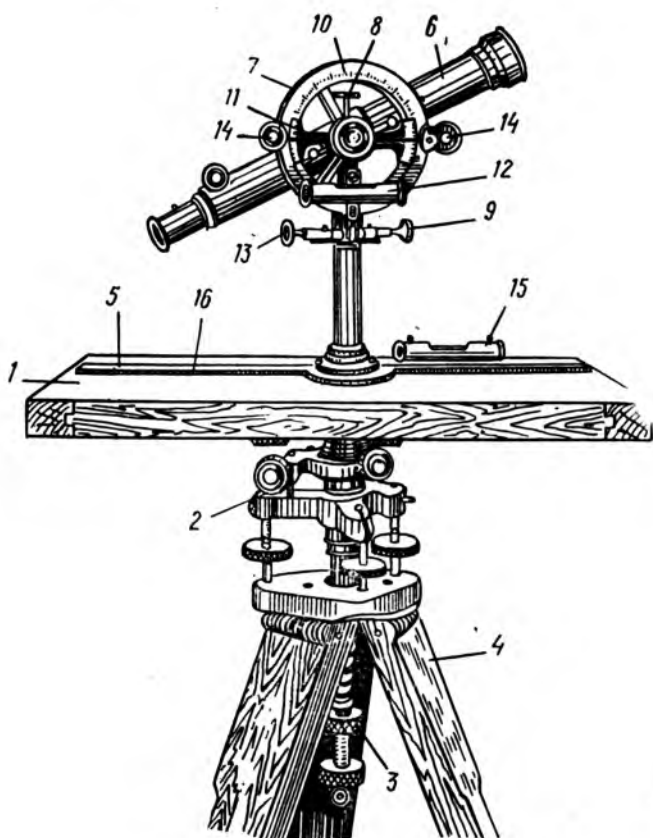
Мензула ва кипрегель

Мензула билан план олишнинг бошқа план олиш усуллари-
ридан фарқи шуки, бунда топографик план жойда ўлчаш иш-
ларини олиб бориш билан бир вақтда чизила боради, планга



169- шакл.

туширилаётган майдон ҳамма вақт план тузувчининг кўз олдига бўлади; бу эса планни жой билан таққослашга ва жойдаги тафсилотларни, рельеф хусусиятларини планда аниқ ва муқаммал тасвирлашга имкон беради. План олишнинг бу усулида горизонтал бурчаклар график усулда ясалганлигидан уни график усулда план олиш деб ҳам аташади. Бу усулда план олишни тушунтириш учун 169-шаклни кўриб чиқамиз. Қоғоз ёпиштирилган тахта жойдаги ABC бурчакнинг A учига қимирламайдиган қилиб ўрнатилган ва қоғозга B нуқтанинг битта вертикал чизиқда ётган тасвири b туширилган, дейлик. Агар BA ва BC йўналишларда вертикал текисликлар ўтказилган деб фараз қилинса, текисликларнинг тахта билан кесишиши натижасида жойда ABC бурчакнинг горизонтал проекцияси ҳосил бўлади. Агар B нуқтадан A ва C нуқталаргача бўлган масофаларни ўлчаб, уларнинг горизонтал проекцияларини



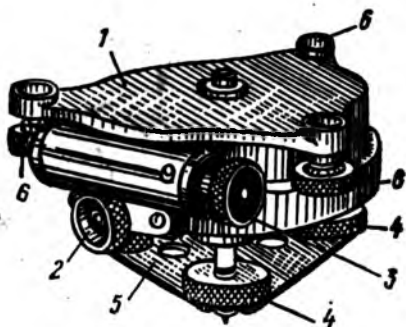
170- шакл.

берилган масштабда кичрайтириб *BA* ва *BC* йўналишлар бўйича қўйсақ, тахтадаги қоғозга жойдаги *A* ва *C* нуқталар тасвири *a* ва *c* ни туширган бўламиз. *A* ва *C* нуқталарнинг *B* нуқтага нисбатан баландлигини тригонометрик нивелирлаш усулида аниқлаб *B* нуқта отметкасига қўшсақ, жойдаги *A* ва *C* нуқталарнинг отметкалари келиб чиқади. Демак, график усулда план олиш учун тахта, линейка ва қиялик бурчагини ўлчайдиган вертикал доирали асбоблар керак. Мензула ва кипрегель ана шундай асбоблардир.

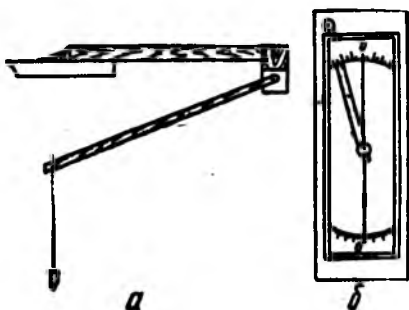
Мензула (170-шакл) $60 \times 60 \times 3$ см ёки $40 \times 40 \times 3$ см катталиқдаги планшет, яъни тахта *1* дан иборат бўлиб, план олишда таглик *2* га ўрнатилади; таглик эса ўрнатиш винти *3* ёрдамида штатив *4* га маҳкамланади.

Кипрегель—мензула билан план олишда визирлаш, йўналишларни чизиш, масофани ва қиялик бурчакларини ўлчаш учун ишлатиладиган асбобдир. План олишда кипрегель мензула тахтасига қўйилади. Кипрегель линейка *5*, қараш труба-си *6* ва вертикал доира *7* дан иборат. Қараш труба-сининг маҳкамлаш винти *8* ва микрометр винти *9* бор. Вертикал доиранинг лимби *10* қараш труба-си билан битта горизонтал ўққа ўрнатилган. Қараш труба-си вертикал йўналишда ҳаракатлантирилганда вертикал доира лимби айланади, алидада *11* эса ўрнидан қўзғалмайди. Вертикал доирага адилак *12* ўрнатилган бўлиб, унинг пуфакчаси марказга микрометрик винт *13* ёрдамида келтирилади. Вертикал доирадан лупа *14* лар орқали саноқ олинади. Кипрегель линейкаси устига цилиндрик адилак *15* ва кўндаланг масштаб *16* ўрнатилган. Цилиндрик адилак мензула тахтасини горизонтал ҳолатга келтириш учун, кўндаланг масштаб эса жойда ўлчанган масофаларни берилган масштабда планга кичрайтириб тушириш учун хизмат қилади. Кипрегелларнинг хили кўп. 170-шаклда КБ кипрегели кўрсатилган. Мензула тагликлари ҳам хилма-хил. Кейинги вақтларда ишлаб чиқарилаётган мензулалар таглиги (171-шакл) учбурчак шаклидаги пластинка *1*, маҳкамлаш винти *2*, микрометр винт *3*, уч дона кўтариш винти *4*, трегерь *5* ва тагликни мензула тахтасига маҳкамлайдиган винт *6* лардан иборат. План олиш вақтида мензула тахтасини жойдаги нуқтага марказлаштириш учун мензула вилка-сидан фойдаланилади. Мензула вилка-си (172-шакл, *a*) асосан $1:2000$ ва ундан йирик масштаб-ли план олишда қўлланилади. Магнит аномалияси бўлмаган жойларда мензула тахтасини ориентирлаш учун махсус ориентир бус-солидан фойдаланилади (172-шакл, *b*).

План олишда оддий кипрегель ишлатиладиган бўлса, масофа кипрегелнинг қараш труба-сидаги ипли дальномер ёрдамида, қиялик бурчаги эса вертикал доира ёрдамида ўлчанади. Сўнгра тригонометрик формулалардан фойдаланиб масофанинг горизонтал проекцияси ва нуқталар нисбий баландлиги ҳисоблаб чиқарилади.



171- шакл.

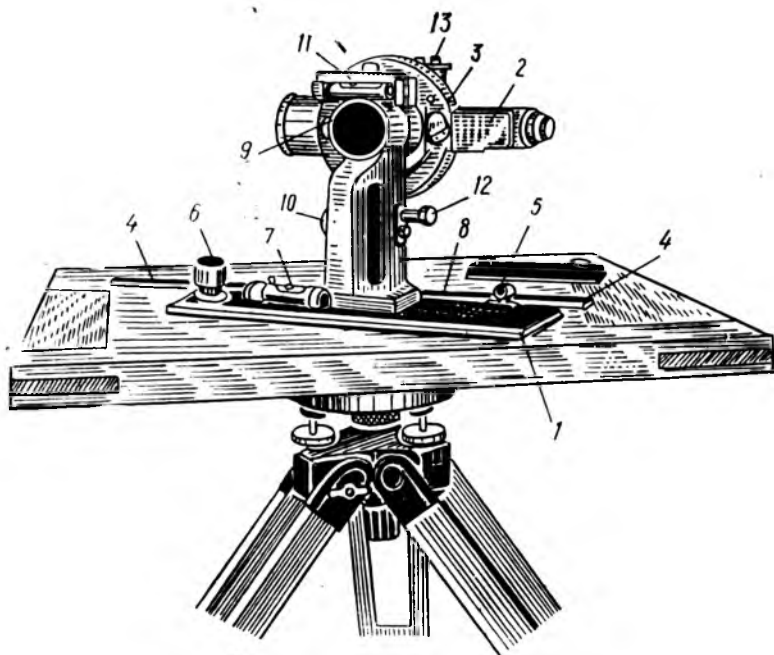


172- шакл.

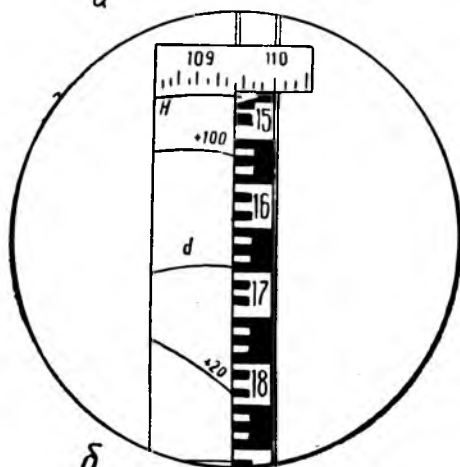
Кейинги йилларда мамлакатимиз геодезия асбобсозлиги заводларида КБ-1, КА-1 ва КА-2 типдаги автоматик кипрегеллар ишлаб чиқарилмоқда. Биз КА-2 автомат кипрегели билан танишиб чиқамиз (173-шакл, а). Автомат кипрегель линейка 1 ва 4 лар, қараш трубаси 2 ва вертикал доира (3) дан иборат. Асосий линейка 1 асбобга асос бўлиб хизмат қилади, ёрдамчи линейка 4 планга тушириладиган нуқталарни кипрегелни силжитмай туриб мензулада белгилаш учун керак бўлади. Ёрдамчи линейка асосий линейкага шарнир 5 равишда бириктирилган. Кипрегель линейкаси ролик 6 ёрдамида бурилади. Асосий линейка устига цилиндрик адилак 7 ва қўндаланг масштаб 8 ўрнатилган. Қараш трубасининг маҳкамлаш винти 9 ва микрометр винти 10 бор. Вертикал доиранинг адилаги 11 микрометр винти 12 ёрдамида марказга келтирилади. Қараш трубадан ичдан фокусланувчидир. Қараш трубасидаги адилак 13 асбобдан нивелир сифатида фойдаланишга имкон беради. Автоматик кипрегелнинг асосий хусусияти шундан иборатки, труба орқали қаралганда ТА тахеометридаги каби, Г симон ойнада эгри чизиқлар кўринади (173-шакл, б). Бу чизиқлар ёрдамида масофаларнинг горизонтал проекциялари ҳамда нуқталарнинг нисбий баландлиги бевосита аниқланади. Бу иш худди ТА тахеометридагидек бажарилади (105-§). Автоматик кипрегель билан ишлаганда доира чапда туриши лозим, чунки доира унг томонда бўлганда масофа ва нисбий баландлик эгри чизиқларини кузатиб бўлмайди.

Мензула ва кипрегель муайян талабларга жавоб бера оладиган бўлиши лозим. Мензулага қўйидаги талаблар қўйилади: а) мензула қўнимли бўлиши керак. Буни билиш учун мензула нуқтага ўрнатилади, кипрегель қараш трубасининг иплар тўри кесишган жойи бирор нуқтага визирланади, мензула тахтаси бармоқ билан секин босиб, қўйиб юборилади, шундан кейин трубадан қараганда у визирланган нуқтадан жилмаган бўлса, мензула қўнимли ҳисобланади. Мензула қўнимли бўлмаса, устахонада тузатилиши керак;

с) мензула тахтасининг сирти текис бўлиши лозим. Тахта-нинг кўп жойига линейкани қирраси билан қўйганда линейка билан тахта орасида тирқиш ҳосил бўлмаса, тахта ишга яроқ-ли ҳисобланади; орада тирқиш ҳосил бўлса, тахта бракка чи-қарила"



а



б

173- шакл.

в) тахтанинг сирти унинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Буни билиш учун тахта текшириб кўрилган кипрегель ёрдамида горизонтал ҳолатға келтирилади ва асбобнинг вертикал ўқи атрофида айлантирилади. Шунда адилак пуфакчаси марказдан оғишмаслиги керак. Адилак пуфакчаси марказдан оғишса, асбоб устахонада тузатилади.

Кипрегелнинг талабға мослиги қўйидагича текширилади:

а) кипрегель линейкасининг пастға қараган томони текис, йўнилган қирраси эса тўғри бўлиши керак. Бу шарт оддий линейкалардаги каби текширилади;

б) кипрегель линейкасидаги адилакнинг ўқи линейканинг пастға қараган текислигига параллел бўлиши керак. Текшириб кўриш учун кипрегель линейкаси тахтаға иккита кўтариш винти йўналишида қўйилади ва адилак пуфакчаси шу винтлар ёрдамида найчанинг ўртасига келтирилади ва линейканинг тахтадаги ўрни қаламда белгиланади. Сўнг-ра кипрегель 180° айлантрилиб, линейканинг йўнилган қирраси чизиқ устиға қўйилади. Шунда пуфакча найча ўртасида қолса, шарт бажарилган бўлади. Пуфакча бирор томонға оғишса, адилакдаги созлаш винти ёрдамида у тескари томонға оғиш ёйининг ярмича силжитилади. Кейин пуфакча кўтариш винтлари ёрдамида найча ўртасига келтирилади ва қайта текшириб кўрилади;

в) кипрегель қараш трубасининг визир ўқи трубанинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Теодолитнинг қараш трубаси қандай текширилса, бу ҳам шундай текширилади. Аммо теодолитда алидада доираси 180° айлантрилади, кипрегелда эса линейка чизиқ устиға айлантриб қўйилгач, унинг трубаси зенит орқали айлантрилади;

г) трубанинг айланиш ўқи кипрегель линейкасининг пастки текислигига параллел бўлиши керак. Теодолит трубаси айланиш ўқининг асбоб айланиш ўқиға перпендикуляр эканлиги қандай текширилса, бу шарт ҳам шундай текширилади (57- §);

д) қараш трубасидаги дальномер тўри ипларидан бири трубанинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Тахта горизонтал ҳолатға келтирилади. Ипларнинг кесишган нуқта-си бирор нуқтаға тўғриланиб, труба горизонтал ўқ атрофида секин-аста айлантрилади ва нуқта кузатилади. Агар у ҳамма вақт ип устида турса, шарт бажарилган бўлади; акс ҳолда тўр ҳалқасини буриб тўрнинг ҳолати тузатилади, сўнг яна текширилади. Булардан ташқари кипрегелнинг вертикал доираси ҳам текшириб кўрилади.

КА-2 кипрегелиға қўшимча равишда қўйидаги шартлар қўйилади:

а) бу кипрегелдаги Г-симон ойнанинг ўнг қирраси вертикал ҳолатда бўлиши керак. Бу шарт бузилган бўлса, окуляр трубасининг маҳкамлаш винти бўшатилиб, окуляр керагича айлантрилади-да, винт яна маҳкамлаб қўйилади;

— трубагининг коллимация хатоси нолга тенг ёки унга яқин бўлиши керак. Доиранинг чап ва ўнг ҳолатида Г-симон ойнанинг ўнг қирраси бирор нуқтага визирланади. Ҳар бир визирлашда кипрегелнинг асосий линейкаси бўйича чизиқ чизилади. Агар бу чизиқлар бир-бирига тўғри келса, шарт бажарилган ҳисобланади. Шарт бузилган бўлса, асосий линейка мазкур чизиқлардан ҳосил бўлган бурчакнинг биссектрисасига қўйилади ва призма созлаш винти ёрдамида айлантирилиб Г-симон ойнанинг ўнг қирраси визирланган нуқтага тўғри келтирилади;

в) Г-симон ойнадаги асосий эгри чизиқ (Н) ойнанинг остки бўртмасидан пастроқда бўлиши керак. Агар бу шарт бузилган бўлса, қараш трубагининг окуляр яқинидаги тешиги очилади ва у ердаги созлаш винтлари ёрдамида шартнинг бажарилишига эришилади;

г) кипрегель вертикал доирасининг ноль ўрни 90° га тенг бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун, доира ўнгда ва чапда турганда Г-симон ойнанинг асосий эгри чизиғи ва ойнанинг ўнг қирраси кесишган нуқтаси узоқдаги бирор нуқтага визирланади. Вертикал доирадан ҳар бир саноқни олишдан олдин унинг адилаги пуфакчаси микрометрик винт ёрдамида марказга келтирилади. Доиранинг ноль ўрни қуйидаги формула бўйича топилади.

$$MO = \frac{(R - 180^\circ) + L}{2} \quad (\text{XVII}-1)$$

Бу шарт бузилган бўлса, $0',5$ гача аниқликда 90° саноққа тўғриланади;

д) кипрегелнинг ёрдамчи линейкаси асосий линейкага ҳамма вақт параллел бўлиши керак. Мензулага кипрегель қимирламайдиган қилиб ўрнатилади ва ёрдамчи линейка турли масофага сурилади. Ҳар бир суришда иккитадан чизиқ чизилади. Бу чизиқлар бир-бирига тенг бўлса ёки фарқ $0,2$ мм дан ошмаса, шарт бажарилган бўлади;

е) Г-симон ойнада эгри чизиқлар беҳато чизилган бўлиши керак. Бу шартнинг бузилган-бузилмаганлигини билиш учун чизиқларнинг горизонтал проекциялари ва нуқталарнинг нисбий баландликлари бир неча марта ўлчаб кўрилади. Агар фарқ белгилангандан четга чиқмаса шарт бажарилган бўлади.

111- §. Планшетни тайёрлаш. Мензулани нуқтага ўрнатиш

Планшетни тайёрлаш. Планшетни тайёрлаш деганда, мензула тахтасига оқ қоғоз ёпиштириш, қоғозга координата тўрини чизиш ва координата тўрига асосланиб геодезик таянч шохобчалари ва план олиш шохобчалари пунктларини тушириш тушунилади. Мензуланинг оқ қоғоз ёпиштирилган тахта-

си *планшет* деб аталади. Қоғоз ёпиштиришнинг уч хил усули бор.

1-усул. Қоғоз юпқа алюминий тахта ёки авиацион фанер устига крахмал елими билан ёпиштирилади, кейин мензула тахтасига жез мих билан қоқилади.

2-усул. Юпқа оқ сурпга крахмал елими суртиб қоғоз ёпиштирилади. Сўнгра бу сурп тахтага қоқилади.

3-усул. 66×66 см ўлчамдаги сифатли чизма қоғознинг бир томони ҳўлланади. Шундай қилганда қоғоз деформацияланмайдиган ва тушь яхши чизиладиган бўлади. Тухум оқсилли яхшилаб кўпиртирилиб, қоғознинг ҳўлланган томонига бир текисда суртилади, қоғоз шу томони билан мензула тахтасига қўйилади ва ўртасидан четларига томон кафт билан силаб чиқиб ёпиштирилади. Қоғознинг четлари остга қайрилиб, тахтага кнопка билан маҳкамланади (крахмал елими билан ёпиштира ҳам бўлади). Қоғоз яхши ёпишиши учун устига юк бостирилади. Кейин шу қоғозга Дробишев линейкаси, инженер А. И. Леенсон рамаси ёки штангенциркуль ёрдамида координата тўри чизилади, чизилган тўр текшириб кўрилади (103- §).

Қоғозга координата тўри ичидаги таянч пунктлар ҳам, унинг рамкаси четидаги таянч пунктлар ҳам туширилади, уларнинг номери ҳамда отметкалари (1 см гача яхлитланиб) ёзилади. Таянч пунктларнинг планшетга тўғри туширилганлигини билиш учун улар орасидаги чизиқ узунлиги ўлчаниб, ҳақиқий узунлигига таққосланади. Ёпиштирилган қоғоз доим тоза туриши учун устига бошқа юпқа қоғоз ёпиштирилади.

Мензулани нуқтага ўрнатиш. План олишда мензула ҳар бир нуқта (пункт) га ўрнатилиб, шу нуқта атрофидаги тафсилотлар ва рельеф планшетга туширилади. Мензулани нуқтага ўрнатиш деганда, унинг планшетини марказлаштириш, горизонтал ҳолатга келтириш ва ориентирлаш тушунилади. Планшет дастлаб жойдаги таянч пунктларга ва уларнинг планшетдаги тасвирига қараб кўз билан чамалаб ориентирланади, сўнгра горизонтал ҳолатга келтирилади ва планшетдаги нуқта жойдаги шу нуқта устига тўғри келадиган қилиб ўрнатилади. Кейин планшет мензула вилкаси ёрдамида марказлаштирилади. Бунинг учун вилканинг учи планшетдаги нуқтага, шовун эса жойдаги нуқтага тўғриланади. Шундай қилинса, мазкур нуқталар бир тик чизиқда ётади. 1:500 ва 1:1000 масштабда план олишда планшет 5 см гача аниқликда, 1:2000 ва 1:5000 масштабда план олишда эса 10 см гача аниқликда, марказлаштирилиши керак. 1:5000 дан майда масштабда план олишда планшети нуқтага кўз билан чамалаб марказлаштирилади.

Планшетни горизонтал ҳолатга келтиришга нивелирлаш ҳам дейилади. Планшетни нивелирлаш учун адилаган текширилган кипргель линейкаси тагликдаги иккита кўтариш винтига параллел қилиб планшет устига қўйилади ва винтларни бураб,

адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Сўнгра линейка тагликнинг учинчи кўтариш винтига параллел қилиб қўйилади ва бу винтни бураб, адилак пуфакчаси яна ўртага келтирилади. Кейин кипрегель илгаригидек, иккита кўтариш винтига параллел қилиб ўрнатилади. Шунда адилак пуфакчаси шкаланнинг икки бўлимидан кўп оғишмаса, планшет тўғри нивелирланган бўлади. Пуфакча бундан кўп оғишган тақдирда айтиб ўтилган иш такрорланади.

Планшетни ориентирлашда буссолдан ёки ўрни планшетга туширилган чизиқдан фойдаланилади. Планшетни буссоль ёрдамида ориентирлашда буссоль планшетнинг бир томонига қўйилади ва айлантирилиб, магнит стрелкасининг учлари буссоль ҳалқасининг 0° ли рақамлари устига тўғри келтирилади, тагликнинг маҳкамлаш винти бураб қотирилади ва микрометр винти ёрдамида стрелканинг учи 0° га аниқ тўғриланади. Шунда планшет ориентирланган ҳисобланади. Агар планшет магнит стрелкасининг оғиш бурчаги қиймагига бурилса, ҳақиқий меридиан йўналишига ориентирланган бўлади. Магнит аномалияси таъсири бўлмаган жойларда ҳамда ўрни планшетга туширилган нуқталар бўлмаган вақтда шу усулдан фойдаланилади.

Планшет унга туширилган нуқталар ёрдамида аниқроқ ориентирланади. Масалан, жойдаги A ва B нуқталарнинг планшетдаги ўрни a ва b билан белгиланган (169-шаклга қаралсин); планшетни ориентирлаш учун мензула B нуқтага ўрнатилиб, кипрегель линейкасининг йўнилган қирраси ba чизиққа қўйилади ва планшет айлантирилиб, қараш труба BA чизиққа хомаки тўғриланади, сўнгра планшет маҳкамланиб, микрометр винг ёрдамида қараш трубадаги иплар тўрининг кесишган нуқтаси A нуқтага аниқ тўғриланади. Шунда планшет жойдаги BA чизиққа ориентирланган бўлади. Планшетнинг тўғри ориентирланганлигини билиш учун b нуқтадан ўтган bc чизиққа кипрегелнинг йўнилган қирраси қўйилади, трубадан қараганда C нуқта иплар тўрининг кесишган нуқтасига тўғри келса, планшет тўғри ориентирланган ҳисобланади. Планшетга туширилган нуқталар оралиғи қанча узун бўлса, планшет шунча аниқ ориентирланади.

112-§. Мензула билан план олишдаги таянч шохобчалари. Геометрик шохобчалар

Мензула билан план олишда таянч пунктларининг сони планнинг масштабига боғлиқ бўлади. Инструкцияга кўра, $1:10000$ масштабда план олишда ҳар 1 км^2 жойга 2—3 та, $1:5000$ масштабда—3—4 таянч пункт, шаҳар ва посёлкалардаги очиқ майдон $1:2000$ масштабда планга олинганда эса ҳар 1 км^2 га 12 тадан, $1:1000$ масштабда камида 16 та таянч пункт тўғри келиши лозим [38].

Гаянч пунктларнинг координаталари аналитик ёки график усулларда аниқланиши мумкин. Таянч пунктларнинг координаталари аналитик усулда: аналитик шохобчалар (учбурчаклар қатори), полигонометрия, теодолит йўли, диагоналсиз тўртбурчаклар ва геодезик кесиштириш шохобчаларини ўтказиш йўли билан аниқланади. Бу усуллардан қайси бирининг қўлланилиши плани олинаётган жойнинг характериға боғлиқ. Аналитик шохобчаларнинг афзаллиги шундан иборатки, улардан фойдаланиб бир вақтнинг ўзида бир неча трапецияда бирмунча аниқ план олиш мумкин; шу билан бирға планшетлар орасида планға олинмаган жой қолмайди (XIII-боб).

График усулда барпо қилинган шохобчаларға *геометрик шохобчалар* дейлади. Улар планшетдаги ўрни маълум пунктларға ёки жойда бевосита ўлчаниб планшетға туширилган базис учларига асосланиб кесиштириш усулида кўпайтирилган пунктлар йиғиндисидан иборат. Бу пунктларнинг абсолют баландликлари тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Геометрик шохобчалар битта трапеция билан чегараланган кичик майдонни планға олишда ёки жойдаги сийрак пунктларни зичлаштиришда қўлланилади.

1 : 5000 ва ундан йирик масштабда план олишда таянч пунктларнинг координаталари аналитик усулда аниқланади, қўшимча пунктлар ўрнини аниқлашда эса график усулдан фойдаланилади. 1 : 10 000 ва ундан майда масштабда план олишда бир неча пунктнинг координаталари аналитик усулда, кўпчилик пунктларнинг планшетдаги ўрни эса график усулда аниқланади.

Баландлик таянч шохобчаларини барпо қилишда IV класс ва техникавий нивелирлаш йўллари ўтказилади. Бунда техникавий нивелирлаш чекли хатоси қуйидагига тенг:

$$\Delta h_{\text{чекли}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}. \quad (\text{XVII—2})$$

L — йўл узунлиги, *км*. Баландлик план олиш шохобчалари мензула ва кипрегелдан фойдаланиб, тригонометрик нивелирлаш усулида кўпайтирилади. Бундай нивелирлаш чекли хатоси қуйидагига тенг:

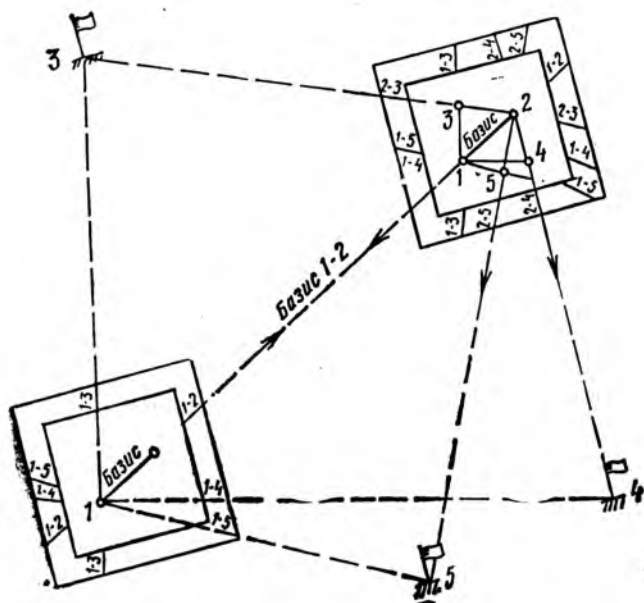
$$\Delta h_{\text{чекли}} = \left(\frac{0,04 \sum d}{\sqrt{n}} \right) \text{ см}. \quad (\text{XVII—3})$$

бунда $\sum d$ — томонларнинг периметри, *км*; n — томонлар сони.

План олишда битта планшет билан кифояланиладиган бўлса, жойнинг ўрта қисмидаги базисға асосланиб геометрик шохобчалар ўтказиш мумкин. Бунинг учун базиснинг узунлиги *планшетда* 6—10 *см* қилиб олинади. Геометрик шохобча пунктлари тенг томонли учбурчак ҳосил қилиши ҳамда 30° дан кичик ва 150° дан катта бўлмаган бурчак билан кесишиши лозим. Ҳар бир учбурчак учидан камида учта бошқа пункт кўринадиган бў-

лиши керак. Пунктларнинг бир-биридан узоқлиги жойнинг ха-
 рактери ва план олиш масштабига боғлиқ. Умуман, план-
 шетда геометрик шохобча пунктлари ҳар 20—25 см² га бит-
 тадан тўғри келиши лозим. Пунктлар ўрни узунлиги 3—6 м
 келадиган вехалар билан белгиланади. Веха узоқдан яхши
 кўриниши учун учига байроқча, латта ёки похол боғлаб қў-
 йилади. Геометрик шохобча пунктлари жойда танланиб ва
 белгиланиб бўлгандан сўнг уларнинг планшетдаги ўрни ва
 отметкаси аниқланади.

Геометрик шохобча пунктларини планшетга тушириш учун
 базис учларидан бирига, масалан, 174-шаклда 1-нуқта (пункт)
 га мензула ўрнатилади. Планшетг буссоль ёрдамида ориентир-
 ланади. Планшетда 1-нуқта ўрни белгиланади. Базиснинг иккин-
 чи учини планшетда белгилаш учун кипрегель линейкасининг
 йўнилган қирраси 1-нуқтага қўйилиб, қараш трубаси базис-
 нинг иккинчи учигади визирланади ва чизиқ чизилади.
 Қараш трубасини визирлашда кипрегель линейкасининг йўнил-
 ган қирраси 1-нуқтадан четга жилмаслиги керак. Базиснинг
 ўлчанган узунлигини масштаб бўйича қўйиб, планшетда 2-нуқ-
 та ўрни топилади. Базис пўлат лента билан тўғри ва тескари
 йўналишда ўлчанади; ўлчаш натижаларидаги фарқ 1 : 2000 дан
 катта бўлмаса, уларнинг ўртачаси олинади. Планшетда 2-нуқта
 белгилангач, 1-нуқтада туриб, қараш трубаси 3, 4 ва 5-нуқталар-
 даги вехаларга визирланади ва планшетда ҳамда унинг рам-
 касидан ташқарига чизиқлар чизилади. Рамканинг ташқариси-



174- шакл.

даги чизиққа асбоб ўрнатилган ва визирланган нуқталарнинг номерлари ёки номлари ёзилади. Нуқталарнинг баландлиги тригонометрик нивелирлаш методида аниқланади. Чизиқлар чизилиб бўлгач, 1—2 чизиғи орқали планшетнинг ориентировкаси текширилади.

Базиснинг 1-нуқтасида иш тамом бўлгач, мензула 2-нуқтага кўчирилиб, планшет 2—1 чизиқ бўйича ориентирланади. Бу нуқтада ҳам айтиб ўтилган ишлар бажарилади. Базиснинг 1 ва 2-нуқталарида туриб, 3, 4 ва 5-нуқталарнинг ўрни кесиштириш усулида аниқланади, сўнгра планшетга туширилади. Геометрик шохобчаларнинг ҳар бир нуқтасини аниқлашда камида учта чизиқ (йўналиш) кесишиши лозим. Бунинг учун 2-нуқтада иш тамом бўлгач, мензула текшириш нуқтасига, масалан, 174 шаклдаги 3 нуқтага ўрнатилади ва планшет 3—1 чизиқ бўйича ориентирланади. Унинг тўғри ориентирланганлиги 3—2 чизиқ бўйича текширилади. 2-нуқтадаги веха кипрегелнинг вертикал ипида бўлса, 3—1 ва 3—2 чизиқлар тўғри чизилган бўлади ва планшегда 3-нуқтанинг ўрни игна билан тешиб белгиланади. Қараш трубази худди юқоридаги каби 4 ва 5-нуқталардаги вехаларга визирланиб 3—4 ва 3—5 чизиқлари чизилади. Бу чизиқлар 3, 4 ва 5-нуқталар орқали ўтса, уларнинг ўрни тўғри аниқланган бўлади. Агар текшириш вақтида учбурчаклар хатоси келиб чиқса, бу нуқталарнинг ўрни бошқа геометрик нуқталарда туриб аниқланади.

Нуқталарнинг баландлиги тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Нисбий баландликлар қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + i - l; \quad (\text{XVII}-4)$$

бу ерда d — масофанинг горизонтал проекцияси; α — қиялик бурчаги; i — асбоб баландлиги; l — веханинг узунлиги.

Мензула ўрнатилган ҳар бир нуқтада асбобнинг баландлиги ҳам, веханинг баландлиги ҳам рулетка билан ўлчанади. Горизонтал масофа планшетда циркуль билан ўлчаниб, узунлиги масштаб бўйича аниқланади. Қиялик бурчаги тўғри ва тескари йўналишда, вертикал доиранинг иккала ҳолатида ўлчанади. Вертикал доирадан саноқ олишда унинг алидадасига ўрнатилган адилак пуфакчаси микрометр винт ёрдамида ўртага келтирилади. План олишда КА-2 ёки КБ-1 кипрегеллари ишлатилаётган бўлса, нисбий баландлик чап доирада икки марта аниқланади.

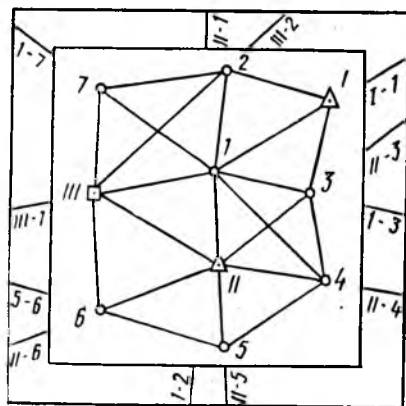
Икки нуқтанинг нисбий баландликлари тўғри ва тескари йўналишда аниқланади. Нисбий баландликлар фарқи ҳар 100 м да 4 см дан ошмаслиги керак. Агар фарқ (хато) йўл қўйиладиган миқдорда бўлса, нисбий баландликларнинг ўрта арифметик миқдори натижа қилиб олинади. Ҳисоблаб чиқарилган нисбий баландликларнинг тўғрилигини текшириб кўриш учун

геометрик шохобча нуқталари ўзаро туташтирилиб учбурчаклар ёки кўпбурчакли ёпиқ полигон ҳосил қилинади. Ёпиқ полигон ёки учбурчак учларининг нисбий баландликлари алгебраик йиғиндисини нолга тенг бўлиши керак. Йиғинди нолга эмас, балки бошқа сонга тенг бўлса, бу сон нисбий баландлик хатоси ҳисобланади. Бу ҳаёт XVII—3 формула бўйича аниқланган миқдордан катта бўлмаслиги лозим. Агар хато йўл қўйиладиган миқдордан четга чиқмаса, нисбий баландликларга полигон томонлари узунлигига пропорционал қилиб тескари ишора билан тарқатилади.

Нуқталардан бирининг абсолют ёки шартли баландлиги маълум бўлса, бошқа нуқталарнинг абсолют (шартли) баландликлари ҳисоблаб чиқарилади.

Абсолют баландлик қиймати, нуқталар ёнига 1 сантиметргача яхлиглаб ёзиб қўйилади.

Триангуляция ва полигонометрия ёки маҳаллий шохобчалар пунктларига асосланиб геометрик шохобча ўтказиш учун ҳам пунктларнинг ўрни жойда бевосита базис ўлчаб геометрик шохобча ўтказишдагидек танланади. Бу пунктларнинг ўрни белгилангандан сўнг бирор пунктга (175-шаклда 1-пунктга) мензула ўрнатилади. Сўнгра планшет узоқда жойлашган пунктга ориентирланади, бу пунктдан кўринган



175-шакл

пунктлар (1, 2, 3...) га қараш трубасти визирланади, кизрегель линейкасининг йўнилган қирраси бўйича чизиқлар чизилади (чизиқлар трапеция рамкасидан бир неча сантиметр ташқарида давом эттирилади). Чизиқларга асбоб ўрнатилган станция ва визирланган пункт номери ёзилади. Геометрик шохобча пунктларнинг отеткалари тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Биринчи пунктда иш тамом бўлгач, мензула бошқа пунктга кўчирилади. Бу пунктда ҳам юқорида айтилган ишлар bajarиледи. Ҳар бир пунктнинг планшетдаги ўрни учта пунктдан туриб кесиштириш усулида аниқлангач, ўрни ўлчаб циркули кўнаси билан тешиб белгиланади, номери ва отеткаси ёзилади.

113-§. Мензула йўли ва ўтиш нуқталари. Потенот масаласи

Таянч пунктлар оралиғидаги қандайдир жой планга олинмай қолса ҳамда таянч шохобчаларни аналитик усулда ўтказиш иқтисодий томондан мақсадга мувофиқ бўлмаса, бу жойни

планга олиш учун қўшимча пунктлар танланади. Бу қўшимча пунктлар *ўтиш нуқталари* деб аталади. Ҳтиш нуқталарини белгилаш учун мензула йўлини ўтказиш ёки тўртинчи нуқта тўғрисидаги масалани ечиш керак.

Мензула йўли планшетга туширилган иккита таянч пункт оралиғида ёки ёпиқ полигон тарзида ўтказилади. Унинг узунлиги жойнинг хусусиятига ва план олиш масштабига боғлиқ (37-жадвал).

37- ж а д в а л

Мензула йўли [42]

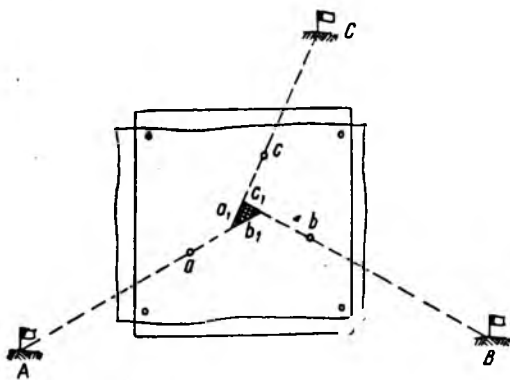
План олиш масштаби	Мензула йўлининг максимал узунлиги, м	Мензула йўли томонларининг чекли узунлиги, м	Мензула йўлидаги ўтиш нуқталари сони (купи билан)
1 : 5000	1000	250	4
1 : 2000	500	200	4
1 : 1000	250	100	2

1 : 500 масштаби план олишда мензула йўли ўтказилмайди. Мензула йўли пунктнинг планшетдаги ўрнини топиш учун бошланғич пунктга мензула, ўтиш нуқтасига эса рейка ўрнатилади; планшет марказлаштирилади, горизонтал ҳолатга келтирилади ва бирор бошқа таянч пунктга ориентирланади. Сўнгра кипрегель рейкага визирланади ва йўналиш чизилади. Таянч пункт билан ўтиш нуқтаси ўртасидаги масофа дальномер ёрдамида ўлчанади ва берилган масштабда кичрайтирилиб чизилган йўналишга қўйилади ва планшетда ўтиш нуқтасининг дастлабки ўрни белгиланади. Ҳтиш нуқтасининг таянч пунктга нисбатан баландлиги кипрегель ёрдамида тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Кейин мензула ўтиш нуқтасига кўчирилади, планшет ўтиш нуқтаси ва таянч пункт орасидаги чизиқ бўйича ориентирланади. Рейка бошланғич таянч пунктга ўрнатилгач, масофа ўлчанади ва нисбий баландлик (вертикал доиранинг чап ва ўнг ҳолатларида) ўлчанади. КБ-1 ва КА-2 кипрегеллари ишлатилганида нисбий баландликни доира чапдалигида икки марта ўлчаш керак. Тўғри ва тескари йўналишда аниқланган нисбий баландликлар ўртасидаги фарқ мензула йўлининг ҳар 100 м да 4 см дан кагга бўлмаса, уларнинг ўртача миқдори ўтиш нуқтасининг нисбий баландлиги қилиб қабул қилинади. Масофалар фарқи 1 : 300 дан кагга бўлмаслиги керак. Биринчи ўтиш нуқтасида иш тамом бўлгач унга рейка, иккинчи нуқтага эса мензула ўрнатилади ва юқорида айtilган ишлар бажарилади. Мензула йўлининг охириги таянч пунктига қадар иш шу тарзда давом эттирилади. Мензула йўли ёпиқ полигондан иборат бўлган

тақдирда бошланғич нуқтага қайтиб келинади. Планшетда чизилган охирги чизиққа икки марта ўлчанган масофа план масштабида кичрайтирилиб туширилганда у чизиқнинг охирги нуқтаси охирги таянч пунктга, ёпиқ полигонда эса бошланғич пунктга тўғри келиши керак. Агар тўғри келмаса, орадаги фарқ мензула йўлининг периметридаги чизиқ хатоси бўлиб ҳисобланади. Бу хато 1 : 300 дан кичик бўлса, параллел чизиқлар усулида мензула йўли томонларига пропорционал тарқатилади (103-§). Мензула йўли периметридаги нисбий баландликлар хатоси икки таянч пункт оралиғини нивелирлаш ёки ёпиқ полигон бўйича нивелирлаш хатоси каби аниқланади ва йўл қўйилган миқдордан чегга чиқмаса, мензула йўли томонларига пропорционал қилиб тескари ишора билан тарқатилади. Мензула йўлининг нисбий баландликлари хатоси XVII — 3 формулада ҳисоблаб чиқарилган миқдордан катга бўлмаслиги керак. Утиш нуқталарининг отметкалари тузатилган нисбий баландликлар бўйича таянч пунктнинг отметкаси асосида ҳисоблаб чиқарилади.

Потенот масаласи. Планшетга туширилган учта нуқтага асосланиб тўрттинчи нуқтанинг ўрнини аниқлашга тўрттинчи нуқта тўғрисидаги масалани график усулда ечиш дейилади ва шу усулни таклиф этган олимнинг номи билан *Потенот масаласи* деб юритилади. Потенот масаласини ечиш усуллари хилма-хилдир. Биз унинг график усулда ечилиши билан танишиб чиқамиз.

Планшетни буссоль ёрдамида олдиндан ориентирлаш усули. Планшетдаги D нуқтага (176-шакл) мензула ўрнатилиб,



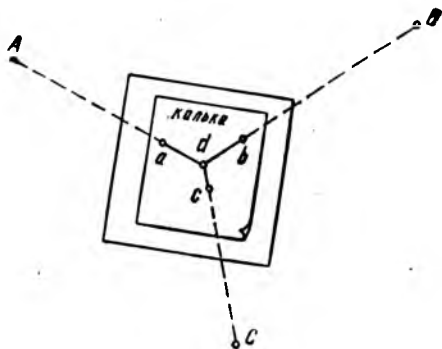
176-шакл.

планшет буссоль ёрдамида ориентирланади. Кипрегель линейкасининг йўнилган қирраси планшетдаги a нуқтага қўйилиб, трубанинг визир ўқи жойдаги A нуқтага тўғриланади ва чизиқ тортилади. Кейин линейканинг қирраси b нуқтага қўйилиб, трубанинг визир ўқи жойдаги B нуқтадаги вехага визирланди, чизиқ чизилади; ни-

ҳоят, линейка қирраси C нуқтага қўйилиб, труба жойдаги C нуқтага визирланади ва чизиқ чизилади. Бу тўғри чизиқлар планшетда d нуқтада кесишса, планшет тўғри ориентирланган ва асбоб ўрнатилган нуқтанинг планшетдаги ўрни a топилган бўлади. Акс ҳолда учта тўғри чизиқнинг планшетда кесишган жойида бир нуқта ўрнига учта нуқта (a_1 ва b_1, c_1) ҳо-

сил бўлади. Бу нуқталар туташтирилса, хатолар учбурчаги ҳосил бўлади. Бундай пайтда d нуқта кўз билан чамалаб учбурчакнинг ўртасида белгиланади. Сўнгра кипрегелнинг йунилан қирраси d нуқта билан жойдаги энг узоқ нуқтани туташтирувчи чизиққа визирланади планшет шу чизиқ бўйича ориентирланади ва юқоридаги каби чизиқлар чизилади. Бу чизиқлар битта нуқтада кесишса, излаган нуқтамиз шу бўлади. Агар яна хагалар учбурчаги ҳосил бўлса, то чизиқлар бир нуқтада кесишгунга қадар иш такрорланади.

Болотов усули. Мензула жойдаги (планшетда ўрни аниқланиши лозим бўлган) нуқтага ўрнатилади; бунда планшет ориентирланмайди. Унинг устига бир варақ шаффоф қоғоз қўйилиб, кнопка билан бириктирилади. Қоғозда ихтиёрий d нуқта белгиланади (177- шакл); бу нуқтага кипрегель линейкасининг қирраси қўйилиб, қараш трубаси жойдаги A , B ва C нуқталардаги вехаларга кетма-кет визирланади ва чизиқлар чизилади. Сўнгра кнопкани олиб, шаффоф қоғозни планшетда шундай суриш керакки, трубадан A нуқтага қараб чизилган чизиқ



177- шакл.

нуқтадан, B нуқтага қараб чизилган чизиқ — b нуқтадан, C нуқтага қараб чизилган чизиқ эса c нуқтадан ўйсин. Кейин қоғозни игна билан тешиб планшетда d нуқта белгиланади. Бу—ўрни аниқланиши керак бўлган нуқтадир. Нуқтанинг тўғри белгиланганлиги планшетни aa чизиққа ориентирлаб текшириб кўрилади. Бу усулни профессор А.П. Болотов таклиф этганлигидан унинг номи билан юритилади. Тўртинчи нуқтанинг ўрни Болотов усулида тезроқ аниқланади. Лекин бу усулдан катга аниқлик талаб қилинмайдиган вақтдагина фойдаланилади.

114- §. Мензула билан план олишда тафсилот ва рельефни планшетга тушириш. Плани расмийлаштириш

Мензула билан план олишда жойдаги тафсилотлар планшетга қутбий усулда туширилади. Бунинг учун мензула бирор пунктга ўрнатилади. Сўнгра планга олинадиган тафсилотларнинг характерли нуқталари (пикетлар) танланади. Уларнинг ўрни жойнинг ўзида планшетга график усулда туширилади ва нуқталар туташтирилиб, жойдаги тафсилотларнинг контури

ҳосил қилинади. Тафсилотларни планшетга тушириш билан бир вақтда, рельеф ҳам планга олинади Бунинг учун пикетларгача бўлган масофалар ва қиялик бурчаклари ўлчанади. Қиялик бурчаклари 3° дан катта бўлса, дальномер бўйича ўлчанган қия масофанинг горизонтал проекцияси аниқланади. План олишда автомат кипрегель ишлатилаётган бўлса, масофанинг горизонтал проекцияси ва пикетларнинг нисбий баландлашда қиялик бурчаги доира чапдалигида оддий кипрегель тети $2'$ дан кичик бўлса, битта вёрньердан саноқ олинади. Вертикал бурчакни кипрегель билан ўлчашда кипрегель вертикал доирасининг ноль ўрни аниқланиши керак. Нисбий баландликни ҳисоблашни осонлаштириш учун ҳар бир станцияда асбоб баландлиги рейкага белгилаб қўйилади. Қиялик кесишган нуқтаси шу белгига визирланади. Вертикал доирадан саноқ олишдан аввал адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Пикетларнинг нисбий баландлиги махсус жадваллардан ёки баландликлар масштаби деб аталадиган номограммалардан фойдаланиб аниқланади. Нисбий баландликлар асбоб ўрнатилган пункт (станция) нинг отметкасига алгебраик қўшилса, пикетларнинг отметкалари келиб чиқади. Бу отметкалар планшетда тегишли пикетлар ёнига 01 м гача яхлитланиб ёзиб қўйилади.

Тафсилотларни планшетга туширишда асбоб ўрнагилган пункт (станция) билан пикетлар ўртасидаги масофа $1:10000$, $1:2000$, масштабда— 100 м, $1:1000$ масштабда— 150 м, катта бўлмаслиги керак. Рельефни планга олишда эса 80 м дан икки барабар катта, бино ва иморатлар қурилган ёпиқ жой-рельефни планшетга туширишда пикетлар оралиги $1:500$ масштабда план олишда 20 м, $1:1000$ масштабда— 30 м, $1:2000$ масштабда— $50-70$ м, $1:5000$ масштабда эса $100-120$ м дан катта бўлмаслиги керак.

Ҳар бир пункт атрофидги тафсилотлар ва рельефнинг характерли нуқталари планшетга туширилгач, рельеф шу жой-ризонталлар билан чизилиши керак

Мензула билан план олишда олинган саноқлар ҳамда улар бўйича ҳисобланган масофаларнинг горизонтал проекциялари, пикетларнинг нисбий баландликлари ва отметкалари журналга ёзиб борилади. Бу журнал ахеометрик план олиш журналига ўхшайди (36-жадвалга қаралсин); бироқ унда „горизонтал доира“ деган устун бўлмайди. Ўлчаш ишларини бажарган вақтда қиялик бурчаклари ҳамда пикетларнинг нисбий баландликлари ва отметкалари жўнинг ўзида ҳисоблаб чиқарилиб, улар ҳам журналга ёзилади

Ҳар куни иш тамом бўлгач, планшетга туширилган пикетларнинг отметкалари—баландликлар калькасига, тафсилотлар эса контурлар калькасига кўчирилади. Бу калькалар планни текшириш учун ҳамда ўчиб кетган отметка ва шартли белгиларни тиклаш (қайта чизиш) учун керак бўлади. Баландликлар калькасидан планшетда горизонталлар тўғри ўтказилганлигини текширишда ҳам фойдаланилади.

Жойнинг плани олингач, планнинг тўғрилиги текшириб кўрилади. Бу иш билан планни қабул қилиб олувчи киши шуғулланади. Планшет текширилиб, камчиликлари йўқотилгач, у мензула тахтасидан кўчирилади. План ёнма-ён жойлаштирилган бир неча планшетга туширилган бўлса, уларни бирлаштириш учун ҳар бир планшетнинг рамкаси бўйлаб 5 мм ча жой планга олинади. Сўнгра ёнма-ён жойлашган планшетлардаги контурлар тасвири ва горизонталлар таққосланади. Контурлар тасвиридаги фарқ 1 мм дан кичик бўлса ва горизонталлар бир-бирига кесим баландлигининг $\frac{2}{3}$ қисмича тўғри келмаса, иккита планшетни бир-бирига бирлаштиришда контур ва горизонталларнинг ўрталикдаги ўрни чизилади. Акс ҳолда юқоридаги жойлар қайтадан планга олиниши керак. Қаламда чизилган планнинг тўғрилиги текширилиб, топилган камчиликлар йўқотилгандан кейин план устидан тушь юргизиб чиқилади. 1:5000 ва 1:2000 масшабли планларда таянч ва план олиш пунктларининг отметкалари ҳамда ҳар 1 дм² жойда камида тўртта пикетнинг отметкаси, 1:500 масшабли планда эса барча пикетларнинг отметкалари ёзиб қўйилади. Мензула билан олинган план ҳамда унинг рамкаси ва рамкасидан ташқаридаги ёзув ва чизмалар тахеометрик пландек расмийлаштирилади (108- §).

115-§. Кўз билан чамалаб план олиш

Бирор жойни географик, геологик, геоморфологик, тупроқ ва бошқа жиҳатдан дастлабки ўрганиш учун керак бўладиган тахминий плани кўз билан чамалаб олиш мумкин. Бунинг учун планшет-тахтача ёки планшет-папка, компас ва визирлаш линейкаси қўлланилади. План олишда чизиқ (йўналиш)лар орасидаги горизонтал бурчаклар график усулда ясалади. Шунинг учун кўз билан чамалаб план олиш график усулда план олишга киритилади. Бунда таянч пунктлар ораси қадамлаб ўлчанади, тафсилотгача бўлган масофа эса кўз билан чамалаб аниқланади ва планшетга берилган масштабда кичрайтириб туширилади.

Маршрут планини олишда маршрут чизигининг бурилиш нуқталари таянч пунктлар бўлиб хизмат қилади. Маршрут (плани олинган жой) шимолга томон давом этган бўлса, бошланғич пункт ўрни планшетнинг жанубида (пастки қисмида), шарқ томонга чўзилган бўлса—ғарбида (ўнг қисмида) бел-

ҳосил қилинади. Тафсилотларни планшетга тушириш билан бир вақтда, рельеф ҳам планга олинади Бунинг учун пикетларгача бўлган масофалар ва қиялик бурчаклари ўлчанади. Қиялик бурчаклари 3° дан катта бўлса, дальномер бўйича ўлчанган қия масофанинг горизонтал проекцияси аниқланади. План олишда автомат кипрегель ишлатилаётган бўлса, масофанинг горизонтал проекцияси ва пикетларнинг нисбий баландликлари бевосита аниқланади. Нисбий баландликларни аниқлашда қиялик бурчаги доира чапдалигида оддий кипрегель билан ўлчанади. Вертикал доира алидадасининг эксцентриситети $2'$ дан кичик бўлса, битта в.р.н.ердан саноқ олинади. Вертикал бурчакни кипрегель билан ўлчашда кипрегель вертикал доирасининг ноль ўрни аниқланиши керак. Нисбий баландликни ҳисоблашни осонлаштириш учун ҳар бир станцияда асбоб баландлиги рейкага белгилаб қўйилади. Қиялик бурчагини ўлчашда кипрегель қараш трубаши иплар тўрининг кесишган нуқтаси шу белгига визирланади. Вертикал доирадан саноқ олишдан аввал адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Пикетларнинг нисбий баландлиги махсус жадваллардан ёки баландликлар масштаби деб аталадиган номограммалардан фойдаланиб аниқланади. Нисбий баландликлар асбоб ўрнатилган пункт (станция) нинг отметкасига алгебраик қўшилса, пикетларнинг отметкалари келиб чиқади. Бу отметкалар планшетда тегишли пикетлар ёнига $0,1$ м гача яхлитланиб ёзиб қўйилади.

Тафсилотларни планшетга туширишда асбоб ўрнагилган пункт (станция) билан пикетлар ўртасидаги масофа $1:10\,000$ масштабда план олишда 200 м, $1:5\,000$ масштабда— 150 м, $1:2\,000$, масштабда— 100 м. $1:1\,000$ масштабда эса 80 м дан катта бўлмаслиги керак. Рельефни планга олишда бу масофа икки барабар катта, бино ва иморатлар қурилган ёпиқ жойларда эса 20 — 30% қисқа бўлиши мумкин. Бундан ташқари, рельефни планшетга туширишда пикетлар оралиғи $1:500$ масштабда план олишда 20 м, $1:1000$ масштабда— 30 м, $1:2000$ масштабда— 50 — 70 м, $1:5000$ масштабда эса 100 — 120 м дан катта бўлмаслиги керак.

Ҳар б р пункт атрофидаги тафсилотлар ва рельефнинг характерли нуқталари планшетга туширилгач, рельеф шу жойнинг ўзида кўз билан чамалаб интерполяциялаш усулида горизонталлар билан чизилиши керак

Мензула билан план олишда олинган саноқлар ҳамда улар бўйича ҳисобланган масофаларнинг горизонтал проекциялари, пикетларнинг нисбий баландликлари ва отметкалари журналга ёзиб борилади. Бу журнал тахеометрик план олиш журналига ўхшайди (36-жадвалга қаралсин); бироқ унда „горизонтал доира“ деган устун бўлмайди. Ўлчаш ишларини бажарган вақтда қиялик бурчаклари ҳамда пикетларнинг нисбий баландликлари ва отметкалари жойнинг ўзида ҳисоблаб чиқарилиб, улар ҳам журналга ёзилади.

Ҳар куни иш тамом бўлгач, планшетга туширилган пикетларнинг отметкалари—баландликлар калькасига, тафсилотлар эса контурлар калькасига кўчирилади. Бу калькалар планни текшириш учун ҳамда ўчиб кетган отметка ва шартли белгиларни тиклаш (қайта чизиш) учун керак бўлади. Баландликлар калькасидан планшетда горизонталлар тўғри ўтказилганлигини текширишда ҳам фойдаланилади.

Жойнинг плани олингач, планнинг тўғрилиги текшириб кўрилади. Бу иш билан планни қабул қилиб олувчи киши шу ғулланади. Планшет текширилиб, камчиликлари йўқотилгач, у мензула тахтасидан кўчирилади. План ёнма-ён жойлаштирилган бир неча планшетга туширилган бўлса, уларни бирлаштириш учун ҳар бир планшетнинг рамкаси бўйлаб 5 мм ча жой планга олинади. Сўнгра ёнма-ён жойлашган планшетлардаги контурлар тасвири ва горизонталлар таққосланади. Контурлар тасвиридаги фарқ 1 мм дан кичик бўлса ва горизонталлар бир-бирига кесим баландлигининг $\frac{2}{3}$ қисмича тўғри келмаса, иккита планшетни бир-бирига бирлаштиришда контур ва горизонталларнинг урталикдаги ўрни чизилади. Акс ҳолда юқоридаги жойлар қайтадан планга олиниши керак. Қаламда чизилган планнинг тўғрилиги текширилиб, топилган камчиликлар йўқотилгандан кейин план устидан тушъ юргизиб чиқилади. 1:5000 ва 1:2000 масштабли планларда таянч ва план олиш пунктларининг отметкалари ҳамда ҳар 1 дм' жойда камида тўртта пикетнинг отметкаси, 1:500 масштабли планда эса барча пикетларнинг отметкалари ёзиб қўйилади. Мензула билан олинган план ҳамда унинг рамкаси ва рамкасидан ташқаридаги ёзув ва чизмалар тахеометрик пландек расмийлаштирилади (108- §).

115-§. Кўз билан чамалаб план олиш

Бирор жойни географик, геологик, геоморфологик, тупроқ ва бошқа жиҳатдан дастлабки ўрганиш учун керак бўладиган тахминий плани кўз билан чамалаб олиш мумкин. Бунинг учун планшет-тахтача ёки планшет-папка, компас ва визирлаш линейкаси қўлланилади. План олишда чизиқ (йўналиш)лар орасидаги горизонтал бурчаклар график усулда ясалади. Шунинг учун кўз билан чамалаб план олиш график усулда план олишга киритилади. Бунда таянч пунктлар ораси қадамлаб ўлчанади, тафсилотгача бўлган масофа эса кўз билан чамалаб аниқланади ва планшетга берилган масштабда кичрайтириб туширилади.

Маршрут планини олишда маршрут чизигининг бурилиш нуқталари таянч пунктлар бўлиб хизмат қилади. Маршрут (плани олинган жой) шимолга томон давом этган бўлса, бошланғич пункт ўрни планшетнинг жанубида (пастки қисмида), шарқ томонга қўзилган бўлса—ғарбида (ўнг қисмида) бел-

гиланади. Сўнгра бу пунктда туриб, визир линейкасининг бир қирраси бошланғич пунктга теккизиб қўйилиб, иккинчи таянч пунктга томон чизик чизилади, атрофдаги тафсилотларнинг характерли нуқталари танланади, таянч пунктдан шу нуқталарга чизик чизилади ва масофаси кўз билан чамалаб ўлчанади. Сўнгра характерли нуқталар чизик билан туташтирилиб, тафсилотнинг контури ҳосил қилинади ёки предметларнинг шартли белгиси қўйилади. Биринчи таянч пунктда иш тамом бўлгандан сўнг иккинчи таянч пунктда, кейин учинчи таянч пунктда шу ишларнинг ҳаммаси такрорланади.

Майдоннинг планини олишда кўпбурчак шаклида ёпиқ полигон ҳосил қилинади ва шу билан бирга, атрофдаги тафсилотлар планшетга туширилади; жойнинг рельефи кўз билан чамалаб горизонталлар ёрдамида тасвирланади. Ёпиқ полигон хатолиги 1 : 50 дан ошмаса, график усулда тузатилади. Полигон ичида планшетга туширилмай қолган жой диагональ йўл ўтказиб планшетга туширилади. Асосий полигоннинг бирор бурилиш пунктидан бошланган диагональ йўл иккинчи бурилиш пунктига боғланиши керак.

Кўз билан чамалаб план олишда кўл дальномери, эклиметр ёки кўл нивелири ва буссолдан фойдаланилса бунга *ярим инструментал план олиш* дейилади.

XVIII боб

ЖОЙДА СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИК ПЛАН ОЛИШ

116-§. Жойда стереофотограмметрик план олишнинг моҳияти. Фототеодолит

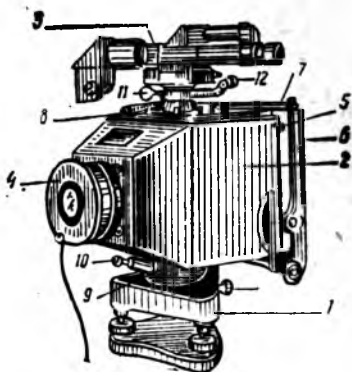
Жойнинг стереофотограмметрик планини олишда маълум узунликдаги базиснинг икки учидан туриб, жой фототеодолит билан сурагга олинади ва бу суратлар фотограмметрик асбобларда қайта ишланиб, нуқталарнинг координаталари аниқланади ҳамда жойнинг плани ёки картаси тузилади. Бу усул баъзан фототеодолит билан план олиш усули деб ҳам аталади. Тоғли районларнинг йирик масштабли планларини тузишда, геологик, гидротехника, йўл қурилиши, архитектура ва бошқа қидирув ишларида, инженерлик иншоотларининг деформацияларини аниқлашда ва шу каби бошқа ишларда стереофотограмметрик усул қўлланилади. Бунда ҳам ишлар жойда бажариладиган ва камерал шароитда (корхонада) бажариладиган ишларга бўлинади. Стереофотограмметрик план олишда ишлатиладиган фототеодолитлар жуда кўп хилдир. Улар олинган суратларнинг ўлчами, фокус оралиғи, кўриш бурчагининг майдони ва бошқа хусусиятлари билан бир-биридан фарқ қилади.

178- шаклда иттифоқимизда ишлаб чиқарилган „Геодезия“ типидagi фототеодолитнинг умумий кўриниши берилган. Унинг

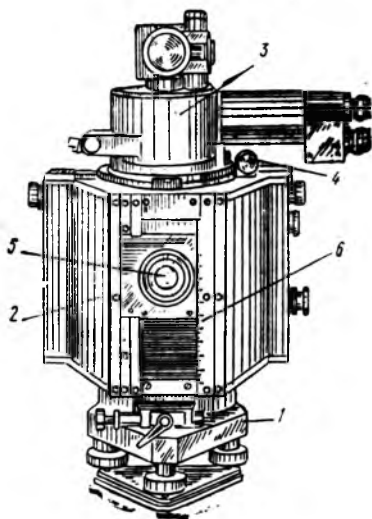
асосий қисмлари таглик 1, камера 2 ҳамда ориентирлаш мосламалари 3 дан иборат. Камеранинг олд томонига объектив 4, орқа томонига рама 5, устига бўлак қиймати $20'' - 30''$ бўлган иккига адилак 7 ва 8 ўрнатилган. Жойни суратга олишда рамага фотопластинка кассета 6 жойлаштирилади. Камеранинг маҳкамлаш 9 ва микрометр 10 винтлари бор. Бундай винт 11 ва 12 лар ориентирлаш мосламаларида ҳам бор. Лимб, қараш трубаси ва саноқ олиш микроскопидан иборат бўлган ориентирлаш мосламаси ёрдамида теодолит камерасининг оптик ўқи базис чизигига нисбатан перпендикуляр ҳолатга келтирилади ва маълум бурчакка бурилади.

179-шаклда Фотео-19/1318 (ГДР) фототеодолитининг ташқи кўриниши берилган. Бу фототеодолит асосан таглик 1, камера 2 ва ориентирлаш мосламаси 3 дан иборат. Камера корпуси пишиқ ва енгил металлдан ясалган бўлиб, унинг айланиш ўқи таглик втулкасига киритилиб тагликка ўрнатилади. Камера тепасига иккита цилиндрик адилак 4 ва ориентирлаш мосламаси, ол қисмига объектив 5, объективнинг қарама-қарши томонига эса рама ўрнатилган. Рамада икки жуфт координата белгилари бўлиб, жойни суратга олишда бу белгилар суратга тушади.

Жойни суратга олишда рамага 13×18 см ўлчамли фотопластинка жойлаштирилади. Объектив камерага махсус рама ёрдамида ўрнатилган бўлиб, уни юқорига 30 мм кўтариш ва 45 мм пастга тушириш мумкин. Объективнинг кўтарилган ёки туширилганлигини шкала 6 дан билиб бўлади. Жойни суратга олишда объектив қандай ҳолатда турган бўлса, шу ҳолати негативда индекс-чизиқча кўринишида тасвирланади. Камеранинг фокус оралиғи 19 см; кўриш майдони горизонтал йўналишда 50° , вертикал йўналишда 38° дир. Камеранинг оптик ўқини базис чизигига нисбатан перпендикуляр жойлашти-



178-шакл

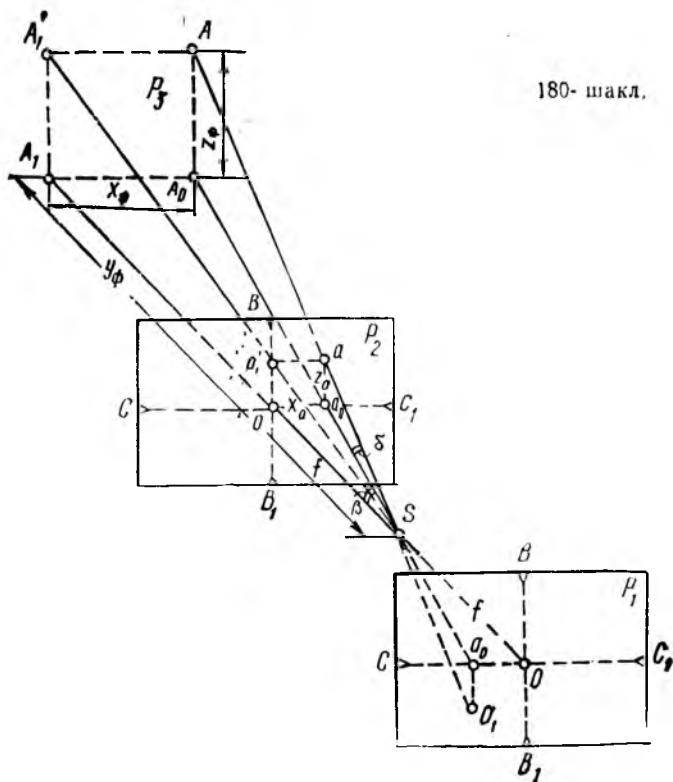


179-шакл.

риш ҳамда маълум бурчакка буриш учун камера устидаги ориентирлаш мосламасидан фойдаланилади. Ориентирлаш мосламаси лимб, қараш трубаси ва сзюк олиш микроскопидан иборат. Камера ўз ўқи атрофида айлантирилганда у билан бирга лимб ҳам айланади. Фотео-19/1318 фототеодолити камераси ориентирлаш мосламасининг ҳам горизонтал, ҳам вертикал лимблари бор. Вертикал лимб билан базиснинг қиялик бурчаги ўлчанади; лимбнинг аниқлиги $\pm 1'$. Бу фототеодолит комплектидаги Тео-020 теодолити билан горизонтал ва вертикал бурчакларни $6''$ аниқликда ўлчаш мумкин. Базис узунлиги 2 м бўлган инвар рейка ва теодолит ёрдамида паралактик бурчакни ўлчаш асосида ҳисоблаб чиқарилади.

117-§. Суратда нуқтанинг фотограмметрик координаталарини аниқлаш

Суратда жойдаги нуқтанинг тасвирини ҳосил қилиш. Тушунарли бўлиши учун буни шаклда кўриб чиқамиз. 180-шаклда s — фофокамера объективининг узел нуқтаси, p_1 — негатив



текислиги, дейлик. Объектив оптик ўқининг негатив текислиги p_1 билан кесишган O нуқта жой суратининг бош нуқтаси бўлади. Суратда бош нуқта ўрнини топиш учун фотокамера рамасидаги координата белгилари (B ва B_1 , C ва C_1 нуқталари) нинг суратдаги ўринлари чизиқ билан туташтирилади, уларнинг кесишган нуқтаси суратнинг бош нуқтаси (O) бўлиб ҳисобланади. Жойни суратга олишда негативда жойнинг тескари тасвири ҳосил бўлади. Масалан, жойдаги A нуқта негатив текислиги (P_1) да a_1 нуқта бўлиб тасвирланади. Жойнинг позитив суратини ҳосил қилиш учун у суратга олиндиған жой (масалан, A нуқта) билан объектив узел нуқтаси (S) оралиғига жойлаштирилган деб фараз қилинади. Агар суратнинг CC_1 ўқи горизонтал ҳолатда, бош нуқтаси (O) камеранинг оптик ўқи (SO) тўғрисида ҳамда узел (S) нуқтадан камера фокус оралиғи (f) ча масофада бўлса, позитив сурат (P_2) жойнинг марказий проекциядаги тасвири, объективнинг узел нуқтаси (S) проекция маркази бўлиб ҳисобланади.

Нуқтанинг ясси фотограмметрик координаталарини аниқлаш. Суратдаги бирор нуқтанинг бош нуқтага нисбатан турган ўрнини ифодаловчи миқдорга нуқтанинг *ясси фотограмметрик координатаси* дейилади. Масалан, жойдаги A нуқта (180-шаклга қаралсин) проекциясининг ўрни p_2 суратда a билан белгиланган. Агар суратдаги C C_1 чизиқни x ўқ, BB_1 чизиқни z ўқ деб қабул қилсак, a нуқтанинг координаталари $Oa_0 = x_a$ ва $a_0O = z_a$ бўлади. Бу—жойдаги нуқтанинг суратдаги ясси фотограмметрик координаталаридир. Демак, суратдаги бош нуқта (O) ни координата боши деб қабул қилсак, суратдаги ҳар қандай нуқтанинг ясси фотограмметрик координаталарини ўлчаб, бу нуқталарнинг бош нуқтага нисбатан ўрнини билиш мумкин.

Суратда горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш. Суратда чизиқлар орасидаги горизонтал ва вертикал бурчакларни қутбий координата усулида аниқлаш мумкин. Бунда фотокамера объективининг маркази (s нуқта) қутбий нуқта бўлиб, фотокамеранинг оптик ўқи (Os) қутбий ўқ бўлиб хизмат қилади. Масалан, шаклдаги горизонтал β ва вертикал δ бурчакларни аниқлаш керак дейлик. SOa_0 тўғри бурчакли учбурчакка асосан горизонтал бурчак

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Oa_0}{sO};$$

бу ерда $Oa_0 = x_a$; $sO = f$ бўлганлиги учун

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x_a}{f}. \quad (\text{XVIII}-1)$$

sa_0a тўғри бурчакли учбурчакка асосан вертикал бурчак

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{aa_0}{sa_0}; \quad (\text{XVIII}-2)$$

бу ерда $aa_0 = z_a$ ва sa_0 — учбурчакнинг гипотенузаси бўлиб, қуйидагига тенг:

$$sa_0 = \sqrt{x_a^2 + f^2}$$

ёки

$$sa_0 = \frac{f}{\cos \beta}.$$

Шунда суратдаги вертикал бурчак

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{z_a}{\sqrt{x_a^2 + f^2}} \quad (\text{XVIII—3})$$

ёки

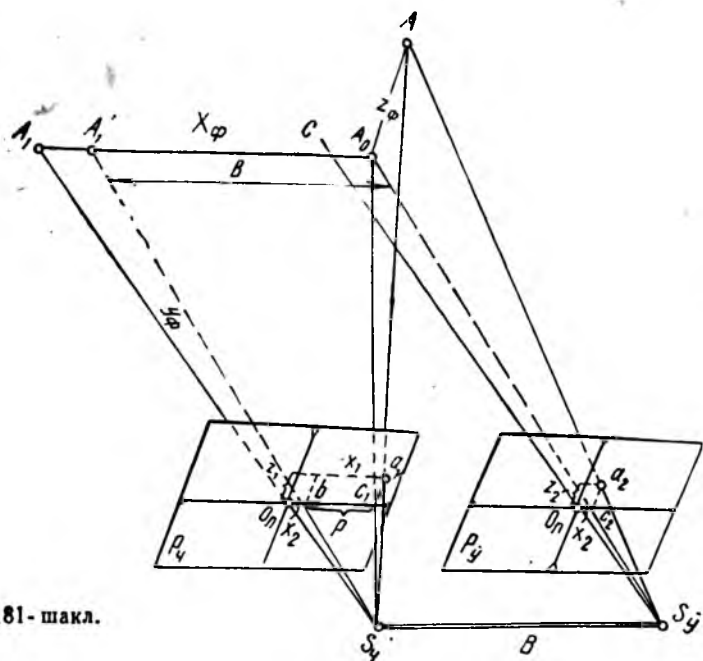
$$\operatorname{tg} \delta = \frac{z_0 \cos \beta}{f} \quad (\text{XVIII—4})$$

бўлади. Демак, ҳар қандай горизонтал ва вертикал бурчакни ясси фотограмметрик координата қийматлари x ва z ҳамда фотокамеранинг фокус оралиғи f ёрдамида ўлчаш мумкин.

Нуқталарнинг фазовий фотограмметрик координаталарини аниқлаш. 180-шаклда жойдаги A нуқтанинг узел нуқта s га нисбатан ўрнини унинг фазовий координаталари y_ϕ , x_ϕ ва z_ϕ билан аниқлаш мумкин. Узел нуқта s нинг координатаси план тузишда қабул қилинган координата системасида (бу нуқтани геодезик таянч пунктларга боғлаш йўли билан) аниқланади. Агар узел нуқта s координатаси тўғри бурчакли координата системасида аниқланганидан бўлса, суратдаги A нуқтанинг бу нуқтага нисбатан тўғри бурчакли координатасини унинг фазовий координатаси бўйича ҳисоблаб чиқариш мумкин. A_0sA_1 ва a_0sO ҳамда $A_1'sA_1$ ва $a_1'sO$ учбурчаклар ўхшаш бўлганлигидан, A нуқтанинг фазовий координаталари қуйидагига тенг:

$$x_\phi = \frac{y_\phi}{f} x_a, \quad z_\phi = \frac{y_\phi}{f} z_a; \quad (\text{XVIII—5})$$

бу ерда f — фотокамеранинг фокус оралиғи; $x_a = Oa_0$ га ва $x_a = Oa_1'$ га тенг (бу миқдорлар суратдаги a нуқтанинг ясси фотограмметрик координаталаридир); y_ϕ — узел нуқта s дан сурат текислиги p_2 га параллел қилиб A нуқта орқали ўтказилган вертикал текислик p_3 гача бўлган $A_1's$ оралиққа тенг бўлиб, маълум узунликдаги базиснинг икки учидан бир-бирига параллел қилиб олинган қўш суратлар ёрдамида аниқланади. Масалан, фотокамерани маълум узунликдаги базис учларига, унинг оптик ўқини эса базисга перпендикуляр ўрнатиб сурат олинган дейлик (181-шакл). s_4 — базиснинг чап узел нуқтаси; s_7 — базиснинг ўнг узел нуқтаси; бу нуқталардан чап p_4 ва ўнг p_7 суратлар олинган. Шаклдаги $B = s_4 s_7$ — суратга олиш базисининг узунлиги; $s_4 A_1$ — оптик ўқнинг фотокамера базисининг чап учига ўрнатилгандаги ҳолати; $s_7 c$ — фотокамера ба-



181-шакл.

виснинг ўнг учига ўрнатилгандаги ҳолати; a_1 —жойдаги A нуқтанинг чап суратдаги тасвири; a_2 —шу нуқтанинг ўнг суратдаги тасвири; x_1 ва z_1 — a_1 нуқтанинг, x_2 ва z_2 эса — a_2 нуқтанинг ясси фотограмметрик координаталаридир.

$s_4 A_1 A_0$ ва $s_4 b C_1$ учбурчаклар бир-бирига ўхшашдир. Уларнинг баландлиги $s_4 A_1$ ва $s_4 b$ га тенг. Чунки $s_4 A_1$ чизиқ $A_1 A_0$ тўғри чизиққа перпендикулярдир. Шунга кўра

$$\frac{s_4 A_1}{s_4 b} = \frac{A_0 A_1'}{b c_1};$$

$s_4 A_1 = y_\phi$; $s_4 b = f$; $A_0 A_1' = B$; $b c_1 = x_1 - x_2 = p$
 бўлганлигидан

$$\frac{y_\phi}{f} = \frac{B}{p};$$

бундан

$$y_\phi = \frac{B}{p} f. \quad (\text{XVIII—6})$$

Демак, y_ϕ қийматини аниқлаш учун фотокамеранинг фокус оралиғи (f), суратга олиш базиси (B) нинг узунлиги ҳамда координатаси аниқланаётган нуқтанинг чизиқли параллакси (p) маълум бўлиши керак. Фотокамеранинг фокус оралиғи унинг

паспортида берилган бўлади; базис узунлиги жойда бевосита ўлчанади. Чизиқ параллакси (p) ўнг ва чап суратларда нуқтанинг ясси фотограмметрик координаталари фарқи

$$x_1 - x_2 = p \quad (\text{XVIII}-7)$$

га тенг бўлиб, жойнинг қўш суратларида шу координаталарни ўлчаб аниқланади.

XVIII—5 формулалардаги u_ϕ ўрнига унинг қийматларини қўйсақ, нуқтанинг фазовий координаталари қуйидагига тенг бўлади:

$$x_\phi = \frac{B}{p} x_1; \quad z_\phi = \frac{B}{p} z_1; \quad (\text{XVIII}-8)$$

бу ерда B — суратга олиш базис узунлиги; p — чизиқ параллакси;

x_1 ва z_1 — нуқтанинг чап суратдаги фотограмметрик координаталари.

Фотокамера оптик ўқини маълум бурчакка буриб олинган суратларда нуқталар координаталари қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$\begin{aligned} y &= \frac{B}{p} f \left(\cos \varphi \pm \frac{x_{\text{ўнг}}}{f} \sin \varphi \right); \\ x &= B \frac{x_{\text{чап}}}{p} \left(\cos \varphi \pm \frac{x_{\text{ўнг}}}{f} \sin \varphi \right); \\ z &= B \frac{z_{\text{чап}}}{p} \left(\cos \varphi \pm \frac{x_{\text{ўнг}}}{f} \sin \varphi \right). \end{aligned} \quad (\text{XVIII}-9)$$

Фотокамера оптик ўқи чапга бурилган бўлса, бурилиш бурчаги φ нинг ишораси—мусбат, ўнгга бурилган бўлса—манфий бўлади.

118-§. Фототеодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар

План олиш лойиҳасини тузиш. Лойиҳа тузишда суратга олиш базислари танланиши лозим. Базис кўпинча жойнинг йўналишига параллел қилиб олинади. Базислар сони ва узунлиги план масштабига ва жойнинг характерига боғлиқ. Масалан, 1 км^2 жойни $1:1000$ масштабда планга олишда базислар сони 3—5 та, $1:2000$ масштабда—2—4, $1:5000$ масштабда—1—3, $1:10000$ масштабда эса 1—2 бўлиши мумкин.

Базислар билан бирга, ҳар бир қўш суратда учтадан контроль нуқта белгиланади. Бу нуқталар планнинг қанчалик аниқ олинганлигини текшириш ҳамда тузатишлар киритиш учун керак. Контроль нуқталар сифатида триангуляция, полигонометрия ва аналитик шохобчалар пунктларидан ҳамда кўзга ташланиб турадиган объектлардан фойдаланилади. Бундай объектлар бўлмаган тақдирда контроль нуқталар ўрни вежа, марка ва бошқа белгилар билан белгиланади.

Жойни суратга олиш. Жой қуйидаги тартибда суратга олинади: базис учларига штатив, штативга таглик ўрнатилади; базиснинг чап учидаги тагликка визир маркаси, ўнг учидаги тагликка эса фотокамера ўрнатилади; фотокамерага кассета жойлаштирилади; камеранинг оптик ўқи чап томонни сурагга оладиган қилиб тўғриланади, номерлаш қисми мазкур станция номери ва *VL* индексга қўйилади. кассета очилади, фотопластинка рамага қисилади, объектив жойнинг устки ва остки қисмлари сурагга тушадиган қилиб тўғриланади; камера айлантрилиб, ориентирлаш мосламаси визир маркасига тўғриланади, атилак пуфакчаси ноль пунктга келтирилади, жой сурагга олинади, кассета ёпилади; фотокамерага янги кассета қўйилиб, оптик ўқ нормал ҳолатга келтирилади-да, жой сурагга олинади; фотокамерага яна янги кассета қўйилади; оптик ўқ ўнгга — базисга нисбатан маълум бурчакка бурилиб, жой сурагга олинади; базиснинг ўнг учида иш тамом бўлгач, визир маркаси базиснинг ўнг учидаги штативга, фотокамера эса чап учидаги штативга ўрнатилади. Бу станцияда ҳам жой юқоридагидек уч марта суратга олинади.

Жойни суратга олишда фотокамеранинг оптик ўқлари бири-бирига аниқ параллел бўлиши лозим, ўқларнинг параллелмаслиги $\pm 5''$ дан ошмаслиги, оптик ўқни базисга нисбатан буришдаги хато эса $30''$ дан катта бўлмаслиги керак; адилак пуфакчасининг марказга келтирилиш аниқлиги $20''$ бўлиши шарт.

Геодезик ишлар. Фототеодолит билан план олишда жойда бажариладиган геодезик ишлар қуйидагилардан иборат: базиснинг узунлигини, қиялик ва дирекцион бурчакларини ўлчаш; базис чап учининг планли координаталари ва отметкасини аниқлаш; ҳар бир қўш суратда учта контроль нуқтанинг планли координаталарини аниқлаш.

Базис 1:2000 аниқликда дальномер билан ёки паралактик полигонометрик усулида ўлчанади. Базис учларининг координаталари тўғри ёки тескари кесиштириш усулида, аналитик шохобча ёки светодальномер полигонометрияси ўтказиш йўли билан, тоғли районларда базис учларининг отметкаси эса тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Контроль нуқталарнинг планли координаталари базис учлари ёки таянч пунктлардан кесиштириш йўли билан топилади. Ўлчаш вақтида контроль нуқталарнинг абрисси ҳам чизилади.

Суратни дешифрировка қилиш. Жойнинг суратида рельеф, гидрография, ўсимлик, аҳоли пунктлари, йўллар, чегаралар ва бошқалар топографик карта ёки план олиш мақсадида аниқланиб, тегишли шартли белгилар билан кўрсатилган бўлса, бунга *топографик дешифрировка* дейилади. Жойни геологик, геоморфологик, тупроқ ва бошқа жиҳатдан ўрганиш мақсадида қилинган дешифрировкага *махсус дешифрировка* дейилади. Махсус дешифрировкада ҳам жойнинг топографик элементлари аниқланиб, шартли белгилар билан кўрсатилади.

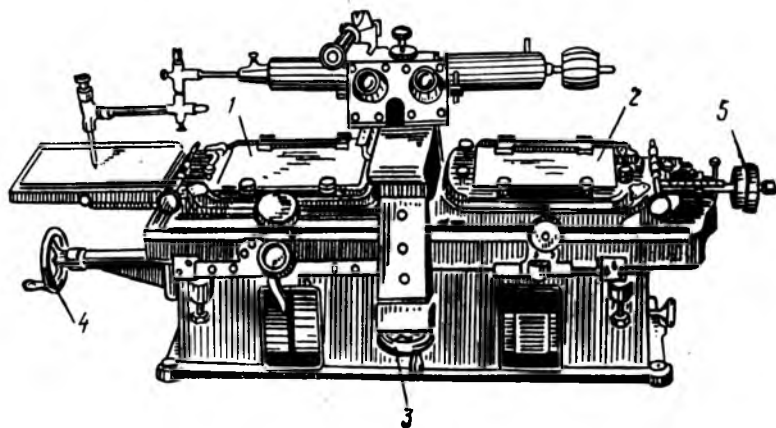
119-§. Олинган суратларга асосланиб план тузиш

Фототеодолит билан олинган суратларга асосланиб план чизишда аналитик, аналитик-график ва график-механик усуллардан фойдаланилади.

Аналитик усулда суратдаги характерли нуқталарнинг координаталари XVIII — 6, XVIII — 8, XVIII — 9 формулалар бўйича аниқланади. Сўнгра нуқталар қоғозга туширилиб контур ва рельеф чизилади. Бу усулда план чизиш учун кўп вақт кетади. Шунинг учун аналитик усул деярли қўлланилмайди.

Аналитик-график усулда дастлаб суратдаги характерли нуқталарнинг планли координаталари (x ва z) ҳамда бўйлама параллакс (P) қийматлари стереокомпаратор ёрдамида аниқланади. Сўнгра бу нуқталарнинг фазовий координаталари XVIII — 6, XVIII — 8, XVIII — 9 формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади, нуқталар координаталари бўйича планга туширилади ва отметкалари ёзилади, горизонталлар чизилади. Бу энг аниқ усул ҳисобланади. Жойдаги контроль нуқталар, инженерлик иншоотлари қуриладиган жойдаги характерли нуқталар, геологик қидирув ишларида белгиланган нуқталар, шурфлар, парма қудуқлар ва бошқаларнинг координаталари шу усулда аниқланади.

Суратдаги нуқталарнинг x , z ва p қийматларини *стереокомпаратор* (182- шакл) ёрдамида ўлчаш учун асбобнинг чап кареткаси 1 га — чап сурат, ўнг кареткаси 2 га ўнг сурат қўйилади; сўнгра xx ва zz чизиқлар стереокомпараторнинг шундай ўқларига параллел бўлгунча суратлар айлантирилади. Ўлчаш маркаси аввал стереокомпараторнинг визирлаш мослама ёрдамида абсцисса x_0 , z_0 ҳамда бўйлама параллакс p_0 шкалаларининг ноль штрихига туғриланади, сўнгра стереокомпараторнинг 3 ва 4 штурваллари ҳамда горизонтал параллакс



182-шакл.

5 винти ёрдамида стереомоделдаги ўрни аниқланаётган нуқтага визирланади ва ҳар бир нуқта учун тегишли шкалалардан x' , z' ва параллакс вингдан p' саноқлар олиниб, махсус журналга ёзилади. Журналдаги ёзувлардан нуқталарнинг фазовий координаталари x , y ва z аниқланади. Нуқталарнинг отметкалари қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади;

$$H_1 = H_0 + z + r; \quad (\text{XVIII} - 10)$$

бу ерда H_0 — фототеодолит объективи узел нуқтасининг отметкаси;

r — Ернинг дўмбоқлиги ва рефракция учун киритилган тузагиш. Бу тузагиш махсус формулалар ёрдамида топилади ёки махсус жадваллардан олинади.

Ҳозирги вақтда мамлакатимизда ишлаб чиқариладиган СК-3 ва ГДР да („Цейсс“ фирмаси) ишлаб чиқариладиган 1818 маркали стереокомпараторлар қўлланилмоқда. Стереокомпараторлар ўрнига Ф. В. Дробишев таклиф этган СМ-3 ва СМ-4 прицизион стереометрлари ҳам ишлатилали. Кейинги йилларда ўлчаш натижалари перфокарта, перфолентага автоматик ёзиладиган ёки нуқталарнинг тайёр координаталари қозога автоматик ёзиб бориладиган стереокомпараторлар ишлаб чиқарилмоқда. ЦНИИГАиКда ишлаб чиқилган СКВ-1 стереокомпаратори ва „Цейсс“ фирмаси (ГДР) ишлаб чиқараётган стереометр шулар жумласидандир.

График-механик усулда план тузишда проф. Ф. В. Дробишев конструкциясидаги стереоавтограф, „Цейсс“ 1318 стереоавтографи (ГДР) ёки стереопланиграф ишлатилади. Бу асбоблар жойнинг картаси ёки планини, трассанинг бўйлама ва кўндаланг профиллари ва архитектура ёдгорликларининг чизмаларини автоматик равишда чизади. Ф. В. Дробишев стереоавтографининг кареткаларига қўш сураглар жойлаштирилиб штурваллар айлантирилганда кареткалар ҳаракатга келади. Қўшимча кареткаларнинг бирига ўрнатилган қалам кареткаларнинг ҳаракат йўналишини қозога чизиб боради, яъни нуқталарнинг планли координаталари (x ва y) ни ҳосил қилади. Нуқталарнинг отметкалари махсус саноқ олиш мосламасидан олинади. Саноқ олиш мосламасини бирор отметкага тўғ'илаб, планда маълум кесим баландлигида горизонталлар ҳам чизиш мумкин.

ХІХ б о б

АЭРОФОТОТОПОГРАФИК ПЛАН ОЛИШ

120-§. Аэрофототопографик план олишнинг моҳияти ва усуллари

Аэрофототопографик усулда топографик карта тузиш учун жой самолётдан туриб суратга олинади, фотографик, топографик-геодезик ва фотограмметрик ишлар бажарилади.

Математика нуқтаи назаридан қаралганда топографик карта ёки план жойнинг горизонтал текисликка туширилган тўғри бурчакли (ортогонал) проекцияси ҳисобланади. Бу проекцияда жойдаги нуқталар карта ёки планга перпендикуляр чизиқлар ёрдамида проекцияланади, деб фараз қилинади. Аэросурат жойнинг марказий проекциядаги тасвири ҳисобланади. Бунда аэрофотоаппарат объективнинг маркази — проекция маркази бўлиб, аэросураг текислиги эса проекциялаш текислиги бўлиб хизмат қилади. Аэросуратдаги тасвир жойдаги нуқталардан келувчи ва аэрофотоаппарат объективнинг оптик марказидан ўгувчи ёруғлик нурларидан ҳосил бўлади. Жойнинг сурати (марказий проекция) ни карта (горизонтал проекция)га айлан-тириш аэрофототопографик план олишдаги асосий ишни таш-кил қилади. Бу ишлар *фотограмметрик ишлар* деб аталади.

Аэрофототопографик план олишда топографик карталар комбинациялаштирилган усулда ва стереофототопографик усул-да тузилади

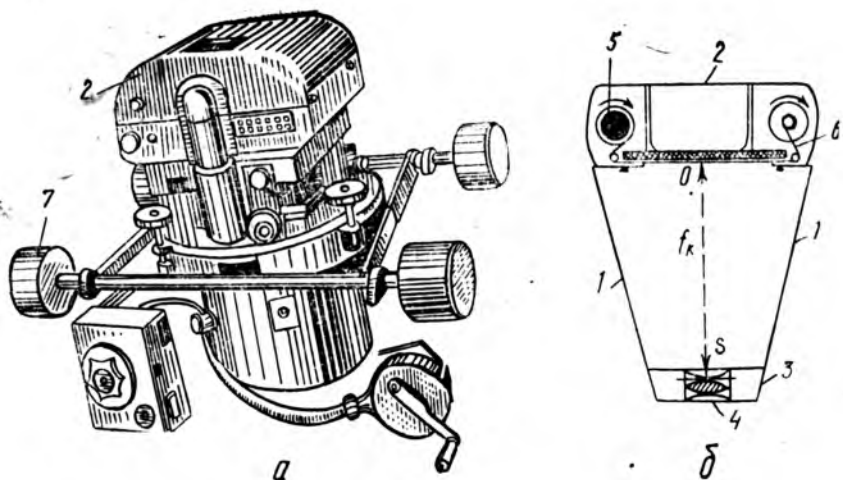
Комбинациялаштирилган усулда жойдаги тафсилотлар кон-тури фотограмметрик методда ҳосил қилинади. Лекин комби-нациялаштирилган усулнинг энг қийин томони шуки, бунда рельефни горизонталлар билан тасвирлаш мензула билан план олишдаги каби, жойда бажарилади. Бу усул текис районлар-нинг планини олишда қўлланилади.

План олишнинг стереофототопографик усулида жойда бир-мунча камроқ иш бажарилади; бунда жойнинг рельефи жойда эмас, балки корхонада махсус фотограмметрик асбоблар ёрда-мида чизилади. Ҳозирги вақтда совет олимлари план олиш вақтида жойда бажариладиган ишларни янада камайтириш йўлларини ахтармоқдалар.

121- §. Жойни суратга олиш вақтида ишлатиладиган асбоблар

Жойнинг суратини олиш учун самолётга аэрофотоаппарат, самолётнинг учиш баландлиги ўзгаришини аниқлайдиган ста-тоскоп, самолётнинг жойдан баландлигини аниқлайдиган радио-висотомер, самолётнинг планли координатасини аниқлайдиган радио-геодезик станция ва бошқа асбоб ҳамда аппаратуралар ўрнатилган бўлади.

Аэрофотоаппарат (183-шакл). Фотоаппарат корпуси 1 ости ва усти очиқ металл яшиқдан иборат. Корпуснинг устки то-монига кассета 2 ва остки томонига конус 3 ўрнатилган. Ко-нуснинг учига мураккаб объектив 4 жойлаштирилган. Аэро-фотоаппаратлар фокус оралиғи ($OS = f_k$) га қараб, қисқа фо-кусли (фокус оралиғи 150 мм гача), ўрта фокусли (фокус ора-лиғи 150 лан 300 мм гача) ва узун фокусли (фокус оралиғи 300 мм дан узун) аэрофотоаппаратларга бўлинади.



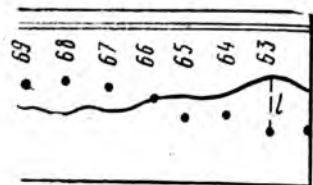
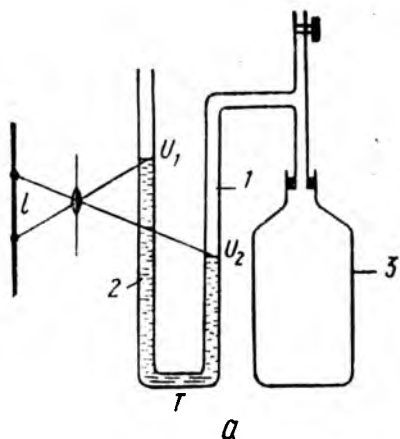
183- шакл.

Кассета ичига эни 19 см, узунлиги 60 м келадиган аэроплёнка ўралган ғалтак 5 жойлаштирилган. Бу плёнкага 18×18 см ўлчамда 300 та аэросурат олиш мумкин. Баъзи кассеталар эни 32 см ва узунлиги 60 м келадиган аэроплёнкага мўлжалланган бўлади. Бундай плёнкага 30×30 см ўлчамда 190 та аэросурат олиш мумкин. 560 та аэросурат олишга мўлжалланган, эни 19 см, узунлиги 120 м бўлган аэроплёнка жойлаштирилган кассеталар ҳам бор. Плёнканинг сурат олинган қисми иккинчи ғалтак 6 га ўралади.

Аэрофотоаппаратларнинг объективи битта ёки кўп бўлиши мумкин. Ҳозирги вақтда 9 объективли аэрофотоаппаратлар ишлаб чиқарилмоқда. Мамлакатимизда ишлаб чиқарилган, фокус оралиги 200 ва 500 мм бўлган икки объективли аэрофотоаппарат билан 1959 йил 7 октябрда дунёда биринчи марта Ойнинг орқа томони сурагга олинди.

СССРда топографик картаси тузиладиган территория битта объективли ТЭ (топографик электрик) аэрофотоаппарати билан суратга олинади. Аэрофотоаппарат самолётнинг остки томонидаги тешикка, объективини ерга қаратиб, махсус пружинали амортизатор ҳамда гидростабилизаторли мослама 7 лар ёрдамида ўрнатилади. Бу мосламалар аэрофотоаппаратнинг горизонтал ва вертикал ўқлари атрофида қийшайиши ва тебранишини йўқотиш учун хизмат қилади. Замонавий мосламалар аэрофотоаппарат ўқини $10' - 15'$ аниқликда вертикал ҳолатга келтириш имконини беради.

Статоскоп. Жойни суратга олиш вақтида самолётнинг учуш баландлиги ўзгарса, жойнинг қандай баландликдан суратга олинаётганлигини статоскоп ёрдамида билиш мумкин.



184-шакл.

Статоскоп амлин спирти солинган иккита монометрик найча 1 ва 2 дан иборат (184-шакл, а); найчалар баллон 3 га туташтирилган. Баллон ичидаги босим ўзгармаслиги учун баллон температураси маълум даражада сақланиши лозим; шунинг учун ҳам баллон термоизоляцияли махсус коса ичига жойлаштирилган. Статоскоп найчаларидаги суюқлик сатҳи (v_1 ва v_2) нинг ўзгариши самолётнинг учиш баландлиги ўзгарганлигидан дарак беради. Жойни суратга олаётганда статоскопнинг ўнг найчаси 1 ни махсус лампочка доимо ёритиб туради. Чап найча эса плёнканинг ҳар бир кадрига жойнинг сурати тушгандагина ёришади. Шунда ўнг найчадаги суюқлик сатҳи (v_2) плёнкада яхлит чизик тарзида, чап найчадаги суюқлик сатҳи (v_1) эса қатор нуқталар тарзида тасвирланади. Ҳар нуқта маълум номерли аэросуратга тегишли бўлади. Найчалардаги суюқлик сатҳининг ўзгариши ҳаво босимининг ўзгаришига боғлиқ; сатҳларнинг қанчалик ўзгарганлигини статограмма (184-шакл, б) деб аталадиган плёнкадан 0,1 мм аниқликда ўлчаб билиш мумкин. Жойни суратга олишда баллон ичидаги ва сиртидаги ҳаво босимининг фарқи маълум бўлса, суратга олиш баландликлари ўртасидаги фарқни ҳисоблаб чиқариш қийин бўлмайди. Самолёт қанча баланд учса, суратга олиш баландлигидаги фарқни шунчалик аниқ ҳисоблаб топиш мумкин. Суратга олиш баландликлари ўртасидаги фарқ қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta H = C_H l; \quad (\text{XIX} - 1)$$

бу ерда l — статоскоп найчаларидаги суюқлик сатҳлари ўртасидаги фарқ;

C_H — статоскоп шкаласидаги қийматлар (бу қийматлар статоскоп паспорти ва махсус жадваллардан олинади).

Самолётнинг учиш баландлиги $H = 3000$ м бўлганда жойни суратга олиш баланглигидаги фарқи $\pm 1,5$ м уртача квадратик хато билан аниқлаш мумкин.

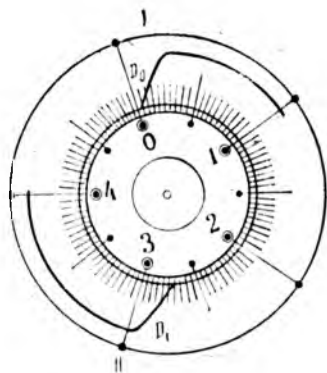
Радиовисотомер — жойни суратга олишда самолётнинг қандай баландликда учганлигини аниқлайдиган асбобдир. У ихчам радиолокация қурилмаси бўлиб, асосий қисмлари передатчик (тўлқин тарқатгич), приёмник (тўлқин қабул қилгич) ва индикатордан иборат. Ҳозирги вақтда Москва Марказий геодезия, аэрофотосъёмка ва картография илмий текшириш институти ходимлари яратган РВТД-А маркали топографик висотомер қўлланилади. Жойни суратга олиш пайғида радиовисотомер передатчиги ерга қисқа импульсли электромагнит тўлқинлари юборди.

Тўлқинларнинг бир қисми жойдаги бирор нуқтадан акс этиб қайтади. Қайтган тўлқинларни приёмник қабул қилиб, сигналлар тарзида индикаторга узатади. Индикатор ичида соаг стрелкаси йўналишида узлуксиз равишда электрон нур айланиб туради. Передатчик ерга электромагнит тўлқини юборган вақтла мазкур электрон нур бир томонга оғишади ва бўртик (185-шакл, I) ҳосил бўлади. Бўртикнинг бошланиш нуқтаси D_1 электромагнит тўлқин юборила бошланглигини билдиради. Индикаторга сигнал тарзида қайтган электромагнит нур таъсирида электрон нурнинг иккинчи бўртиги (II) ҳосил бўлади, унинг D_0 нуқтаси сигналларнинг қайтиб келганлигини билдиради. Аэрофотосъёмка пайғида индикатор экрани фоторегистратор ёрдамида автоматик равишда суратга олиб борилади. Жойни суратга олиш баланглиги (H) индикатор экранидagi D_1 ва D_0 нуқталарга тўғри келган саноқларнинг фарқига тенг бўлади. Индикатор экранининг шкаласи доира шаклида бўлиб айлана узунлиги 500 м га, шкала ҳар бўлагининг қиймати эса 5 м га тенг. Агар самолёт ердан 500 м баландликда учаётган бўлса, электромагнит тўлқин ердан акс этиб қайтгунча электрон нур экран шкаласини бир марга, самолётнинг баландлиги 1000 м бўлса, икки марта айланиб чиқади ва ҳоказо. Бундай пайғида индикатор экранидан саноқ олишда электрон нурнинг неча марта тўлиқ айланганлигини эъгиборга олиш ва айланалар сони (n) ни 500 га кўпайтириш лозим. Шунда жойни суратга олиш баланглиги келиб чиқади:

$$D = D_1 - D_0 + 500 \cdot n. \quad (\text{XIX} - 2)$$

Мисол. $D_0 = +3$ м; $D_1 = 220$ м; $n = 5$;

$$D = 220 - (+3) + 500 \cdot 5 = 2717 \text{ м.}$$



185- шакл.

Текис жойни самолётдан топографик аэровисотомер ёрда-мида суратга олишда самолётнинг ердан баландлигини 2—3 м аниқликда ҳисоблаб чиқариш мумкин. Лекин адир ва тоғли районларда самолёт баландлиги D га тенг бўлмайди. Чунки бу ҳолда сигнал жойнинг самолётга яқин нуқтаси A дан акс этиб қайтади. Бундай пайтда суратга олиш баландлиги қуйи-дагига тенг бўлади:

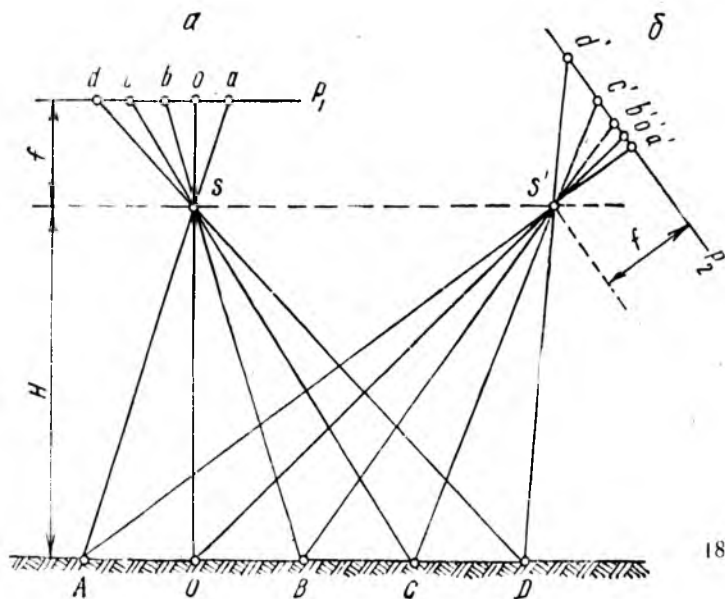
$$H_{ж} = D \left(1 - \frac{1}{2} \frac{r^2}{f^2} \right); \quad (\text{XIX} - 3)$$

бу ерда r — A нуқтадан аэросуратнинг бош нуқтасигача бўл-ган оралик;

f — аэро фотоаппаратнинг фокус оралиги

122-§. Жойни самолётдан суратга олиш (аэрофотосъёмка)

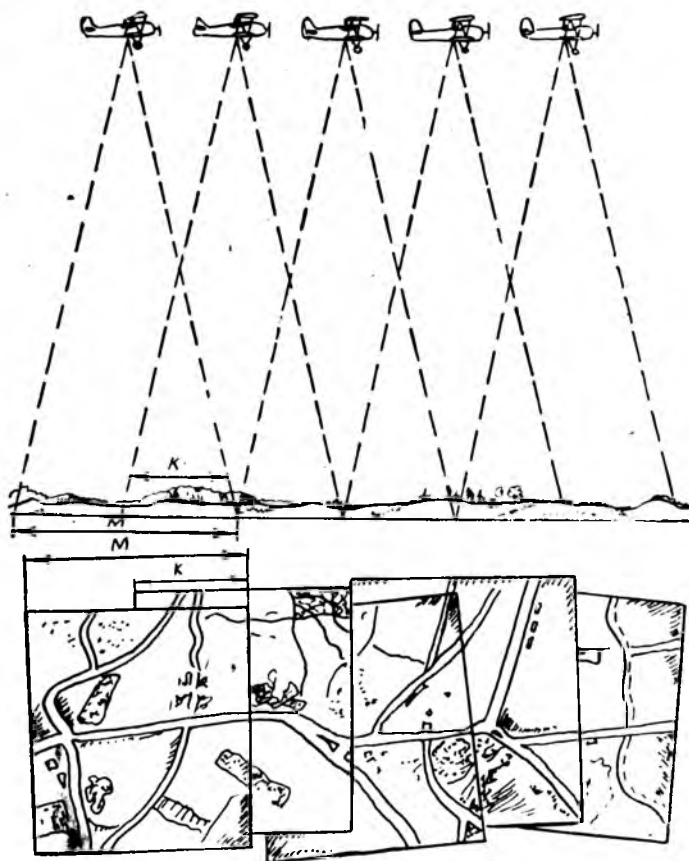
Жойни самолётдан суратга олиш учун аэрофотоаппаратнинг оптик ўқи сурати олинadиган жойга нисбатан перпендикуляр ҳолатда жойлашиши лозим; суратга олиш вақтида оптик ўқ вертикалдан энг кўпи 3° оғишган бўлса (186-шакл, a) бунга *планли аэрофотосъёмка* дейилади; бунда жойнинг планли аэро-суратлари ҳосил бўлади. Жойдаги тафсилотлар юқоридан (уст-дан) қараганда қандай кўринса, планли аэросуратда ҳам шундай кўринади. Улардан баъзан карта каби фойдаланиш мумкин. То-пографик карталар планли аэросуратлардан фойдаланиб тузилади.



186-шакл.

Сурат олиш вақтида аэрофотоаппаратнинг оптик ўқи вертикалдан 3° дан кўп оғишган бўлса, бунга *перспектив аэрофотоасёмка* дейилади (186-шакл, б). Бу ҳолда перспектив аэросуратлар ҳосил бўлади. Перспектив аэросуратлар маълум бурчда остида қарагандек таассурот туғдиради. Уларда олдинги тафсилотлар орқадаги тафсилотларни тўсиб қолади; шу билан бирга, яқиндаги тафсилотлар узоқдаги тафсилотларга nisbatan йирикроқ кўринади. Перспектив аэросуратлардан планли аэросуратлар каби, план ёки карта ўрнида фойдаланиб бўлмайди.

Маршрутни суратга олиш йўл, дарё, канал каби объектларни ўрганишда ҳамда чизиқли иншоотлар (йўл, канал, телефон ва телеграф линиялари, газ ва нефть қувурлари) нинг лойиҳасини тузишда қўлланилади. Бунда самолёт маршрут устидан бир марта учиб ўтиб сурат олади (187-шакл). Кўприк, якка



187-шакл.

бино ва шу каби айрим объектларнинг суратини бир марта олиш мумкин. Лекин фотограмметрик ишларни бажаришлардан фойдаланиб бўлмайди. Жойнинг узлуксиз сурати ҳосил қилиш учун ҳар бир объект икки марта суратга олиниди. Ҳар бир жойни икки марта суратга олишга аэросуратларнинг бир-бирини бўйига *бўйлама қоплаши* дейилади. Ҳар бир аэросурат иккинчи суратнинг 60 — 80% ини қоплаши керак. 187-шаклда муайян бир жойнинг биринчи аэросуратдаги кўрinishи *M* билан, иккинчи аэросуратдагиси *K* билан кўрсатилган аэросуратларнинг бир-бирини бўйига қанчалик қоплагандиги қўйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$P_x = \frac{K}{M} 100\% = \frac{l}{l_x} 100\% \quad (\text{XIX} - 4)$$

l_x — аэросуратнинг бўйи, см; l — аэросуратларнинг бир-бирини қоплаш узунлиги, см.

Маршрутнинг суратга олиш мумкин бўлган кенглиги (*C*) ва аэросуратлари сони (*L*) қўйидаги формулалар ёрдамида топилади:

$$C = l_y \cdot m, \quad (\text{XIX} - 5)$$

$$L = \frac{D \cdot 10^7}{l_x (100 - P)m} + 3;$$

бу ерда l_x ва l_y — аэросуратларнинг бўйи ва эни (см);

D — маршрутнинг узунлиги (км);

P — аэросуратнинг бўйига қоплаши (%);

m — суратга олиш масштаби махражидаги сонлар.

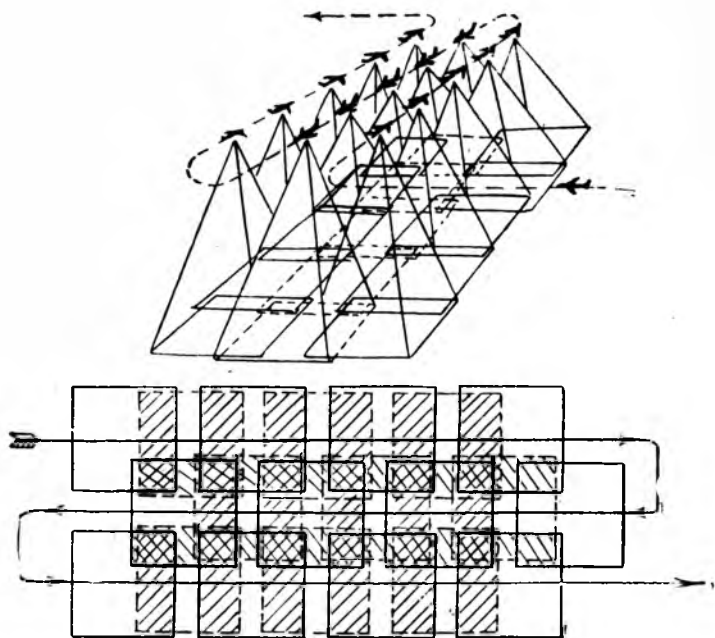
Майдонни суратга олишда самолёт бир неча параллел маршрутлар бўйлаб учиб ўтади. Параллел маршрутлар орасидаги масофа аэросуратлар бир-бирини энига 20 — 30% қоплай оладиган қатгаликда бўлиши керак. Майдоннинг аэросуратлари (четки маршрутнинг сурати бундан мустасно) бир-бирини тўрт томондан қоплайди (188-шакл).

Суратга олинadиган маршрутлар оралиги (*R*) ва маршрутлар сони (*T*) қўйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$R = l_y m \frac{100 - q}{100}, \quad (\text{XIX} - 6)$$

$$T = \frac{S \cdot 10^7}{l_y (100 - q)m} + 1,$$

бу ерда q — аэросуратларнинг бир-бирини энига қоплаши (%);
 S — суратга олинadиган жойнинг кенглиги



188- шакл.

Майдонни суратга олишда аэросуратлар сони (N) ни топиш учун ҳар бир маршрутдаги аэросуратлар сони (L) маршрутлар сони (T) га кўпайтирилади:

$$N = L \cdot T. \quad (\text{XIX} - 7)$$

Жойни суратга олиш масштаби тузиладиган топографик карта ёки планинг масштабига, жойнинг рельефига ва карта тузиш усулига қараб танланади. Масалан, комбинациялаштирилган методда 1 : 2000 масштабда план тузиш учун аэросурат 1 : 3500 — 1 : 5000 масштабда олинади, 1 : 5000 масштабда план тузиш учун аэросурат 1 : 7500 — 1 : 10 000 масштабда, 1 : 10 000 масштабда план тузиш учун эса 1 : 10 000 — 1 : 15 000 масштабда олинади. Юқсак аниқликдаги стереофотограмметрик асбоблар ёрдамида қайта ишланиши лозим бўлган суратлар план масштабидан икки-уч баравар йирикроқ бўлиши лозим. Комбинациялаштирилган усулда 1 : 2000 ва 1 : 5000 масштабда топографик план тузиш учун жой узун фокусли (фокус оралиғи 210, 350, 500 ва 750 мм) аэрофотоаппаратлар билан суратга олинади. Стереофотограмметрик усулда 1 : 2000 ва 1 : 5000 масштабда план тузиш учун шаҳар территорияси қисқа фокусли (фокус оралиғи 55,70 ва 100 мм) аэрофотоаппаратлар билан суратга олинади. Биноларининг кўпчилиги бир ва икки қават-

ли бўлган ҳамда рельефи унча мураккаб бўлмаган кичик шаҳарлар фокус оралиғи 100 мм бўлган аэрофотоаппарат билан суратга олинishi мумкин. Ҳозирги вақтда аэросуратлар дифференциаллаштирилган усулда қайта ишланадиган бўлса, территория икки марта суратга олинади.

123-§. Фотолаборатория ишлари. Аэрофотосъёмка сифатини баҳолаш

Жойнинг сурати олингандан кейин аэроплёнкалардан махсус фотолабораторияда негатив тайёрланади; негативларга тартиб номери, территория суратга олинган вақт ва мазкур территория учун қабул қилинган шифрлар ёзилади. Кейинги вақтда қўлланилаётган аэрофотоаппаратларда бу маълумотлар, шунингдек статоскоп, радиовисотомер ва бошқа асбобларнинг кўрсатиши жойни суратга олиш вақтида аэросуратга автомагик ёзилиб боради. Суратнинг сифатини текшириш учун негативлардан позитив тайёрланади. Улар бир-бирини энига ва бўйига тегишлича қоплайдиган қилиб тахтага терилади (монтаж қилинади). Аэросуратларнинг бир-бирини бўйига неча процент қоплаши махсус линейка ёрдамида аниқланади. Аэросуратлар 60% ўрнига бир-бирини бўйига 56% дан кам қопласа, бракка чиқарилади. Шунингдек бир-бирини энига 20% ўрнига 17% дан кам қоплайдиган суратлар ҳам яроқсиз ҳисобланади.

Маршрутларнинг тўғри чизиқ бўйлаб суратга олинганлигини текшириш учун ҳар бир маршрутнинг биринчи ва энг охириги аэросуратларининг бош нуқталари чизиқ билан туташтирилади, аэросуратларнинг бош нуқтаси шу тўғри чизиқдан қанчалик четга оғишганлиги ўлчанади. Қолган суратларнинг ҳам бош нуқталарини туташтириш натижасида ҳосил бўлган эгрибугри чизиқнинг узунлиги билан биринчи ва охириги аэросуратларнинг бош нуқталарини туташтирувчи чизиқнинг узунлиги ўртасидаги фарқ 3% дан ортиқ бўлмаса, маршрут тўғри чизиқ бўйича суратга олинган ҳисобланади.

Самолётнинг суратга олиш пайтидаги баландлиги билан олдин белгиланган баландлик ўртасидаги фарқ 5% дан ортиқ бўлмаслиги керак.

Текшириш натижасида аниқланган камчиликларни йўқотиш учун монтаж қилинган суратлардан кичрайтирилган нусха кўчирилади. Қайтадан суратга олинishi керак бўлган жойлар шу нусхада кўрсатилади ва янгидан суратга олинади.

124-§. Аэросуратнинг ориентирлаш элементлари. Аэросурат масштаби

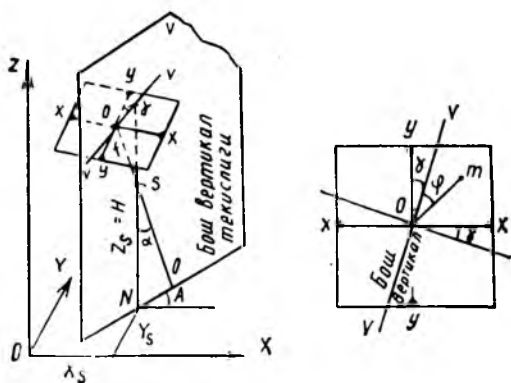
Аэросуратнинг жойга нисбатан тутган ўрнини ифодаловчи миқдорлар баъзи бир амалий масалаларни ечишда керак бўлади. Бу миқдорлар *аэросуратларни ориентирлаш элемент-*

лари деб аталади. Аэросуратларнинг ички ва ташқи ориентирлаш элементлари билан аэросуратни геодезик таянч шохобча пунктларидан фойдаланиб, фотограмметрик ўлчаш ишларини бажариш вақтида аниқланади.

Аэросуратнинг бош нуқтасини топиш учун суратга тушган координата белгилари (189-шаклда x ва y) ни тўғри чизиқлар билан туташтириш керак, шу чизиқлар кесишган нуқта аэросуратнинг бош нуқтаси бўлади. Бу нуқтани координатанинг бош нуқтаси деб, x ва y чизиқларни эса координата ўқлари деб қабул қилиб, аэросуратдаги ҳар қандай нуқтанинг ясси фотограмметрик координатасини аниқлаш мумкин (117-§).

Ташқи ориентирлаш элементлари аэросурат текислигининг жойга нисбатан тутган ўрнини ифодаловчи қуйидаги миқдорлардан иборат (189-шакл):

189- шакл.



x, y, z — аэрофотоаппарат объективининг суратга олиш пайтидаги координаталари (z — суратга олиш баландлиги H га тенг);

α — суратга олиш пайтида аэрофотоаппарат оптик ўқининг вертикалдан оғиш бурчаги;

γ — аэросуратнинг бош нуқтаси (O) атрофида бурилиш бурчаги;

A — абсцисса ўқи (x) билан бош нур (NO) йўналишининг проецияси орасидаги дирекцион бурчак.

Ташқи ориентирлаш элементлари жойни суратга олишда ёки жойдаги геодезик таянч шохобча пунктларидан фойдаланиб, фотограмметрик ўлчаш ишларини бажариш вақтида аниқланади.

Аэросурат масштаби. Текис жой фотоплёнканинг горизонтал ҳамда аэрофотоапарат оптик ўқи (OS) нинг жойга нисбатан вертикал ҳолатида суратга олинган бўлса (186-шакл, a га қаралсин), аэросурат планга ўхшайди, яъни аэросурат жойнинг горизонтал проекцияси ҳисобланади. Бунда жойдаги ўзаро тенг чизиқлар (AO, OB, BC, CD) аэросуратда ўзаро тенг кесмалар (oa, ob, bc, cd) тарзида тасвирланади. Бундай аэросуратларнинг масштаби ўзгармайди. Лекин сурат олишда аэрофотоапарат оптик ўқи ҳамма вақт перпендикуляр ҳолатда бўлавермайди, балки бирмунча оғишади (186-шакл, b га қаралсин), шунга яраша жойнинг сурати ҳам шунча қия олинади. Нагжижада жойдаги ўзаро тенг чизиқлар аэросуратда узунлиги бир-бирдан фарқ қиладиган кесмалар ($a'o', o'b', b'c', c'd'$) тарзида тасвирланади. Жойдаги чизиқлар ўзгариши билан контурлар шакли ҳам ўзгариб, квадрат шаклидаги контур аэросуратда трапеция шаклида тасвирланади. Аэросуратнинг четки қисмидаги контурлар хусусан кўп ўзгаради.

Контур нуқталари ўрни қанчалик ўзгарганлигини қуйидаги формула ёрдамида тахминан ҳисоблаб чиқариш мумкин:

$$\delta_a = -\frac{r^2}{f} \sin \alpha \cdot \sin \varphi; \quad (\text{XIX-8})$$

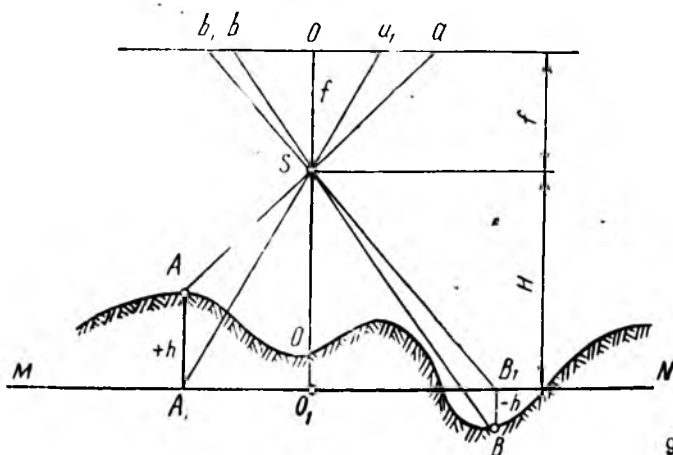
бу ерда r — аэросурат бош нуқтасидан ўлчанаётган контур нуқтагача бўлган масофа (радиус-вектор);

f — аэрофотоапарат фокус оралиғи;

α — аэросуратнинг қиялик бурчаги;

φ — бош вертикал (VV) билан нуқта радиус-вектори орасидаги бурчак.

Жойдаги чизиқларнинг аэросуратда ўзгариб тасвирланишига рельеф кагга таъсир кўрсатади. Масалан, 190-шаклда аэ-



90-шакл.

рофотоаппаратнинг оптик ўқи перпендикуляр ҳолатда суратга олинган, дейлик. Жойдаги A нуқта суратда a нуқта бўлиб тасвирланади. Жой текис бўлганда A нуқтанинг планли ўрни A_1 ; у аэросуратда a_1 нуқтада тасвирланиши керак эди. Шунга ўхшаш, жойдаги B нуқта ҳам аэросуратда b нуқтада тасвирланади, ваҳоланки у b_1 нуқтада тасвирланиши керак эди. Аэросуратдаги aa_1 ва bb_1 кесмалар рельефнинг таъсири натижасида рўй берган хатолардир. Бу хатолар қиймати жойдаги нуқталарнинг планли ўрнини белгиловчи горизонтал текислик (Mv) га нисбатан тугган ҳолатига боғлиқ. Агар нуқта горизонтал текисликдан юқорида жойлашган бўлса, унинг хатоси манфий ишорали, пастда жойлашган бўлса, мусбат ишорали бўлади.

Аэросуратда нуқта ўрнининг рельеф таъсирида ўзгариш даражаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\delta_h = \frac{rh}{H}; \quad (\text{XIX—9})$$

бу ерда h — нуқтанинг горизонтал текисликдан баландлиги; H — суратга олиш баландлиги горизонтал текисликдан).

Жойдаги чизиқларнинг аэросуратда ўзгариб тасвирланиши шу чизиқ нуқталарининг баландлик фарқи ва аэросуратнинг марказидан қанчалик масофада туришига боғлиқ. Нуқталарнинг баландлик фарқи қанча катта булса ва улар аэросуратнинг марказидан қанча узоқда жойлашса, бу чизиқ ҳам шунча кўп ўзгаради. Шунинг учун аэросуратларда ўлчаш ишларини бажаришда унинг марказий қисмидан фойдаланилади.

Тоғли районларнинг аэросуратларида рельеф таъсирида рўй берадиган хато каттароқ бўлади; шунинг учун бундай аэросуратларда ўлчаш натижаларига анча тузатишлар киритишга тўғри келади.

Планли аэросуратнинг масштабини аниқлаш. Аэрофотоаппарат оптик ўқининг қиялиги ва рельефнинг таъсири ҳар хил бўлишини назарда тутиб, аэросуратлардаги ўлчаш ишларида ўртача масштабдан фойдаланилади. 190-шаклдаги A_1SB_1 ва a_1sb_1 учбурчаклари ўхшаш бўлганлигидан аэросурат масштаби қуйидагича бўлади:

$$\frac{1}{m} = \frac{a_1b_1}{A_1B_1} = \frac{f}{H}; \quad (\text{XIX—10})$$

бу ерда A_1B_1 — жойдаги чизиқнинг узунлиги;

a_1b_1 — шу чизиқнинг аэросуратдаги тасвири;

f — аэрофотоаппаратнинг фокус оралиғи;

H — суратга олиш баландлиги;

m — аэросурат масштабининг махражидаги сонлар.

Паст-баланд жойлар учун самолётнинг учиш баландлиги ўртача горизонтал текисликдан ҳисобланади.

Рельефи унча мураккаб бўлмаган жойнинг планли аэросурати масштабини: а) аэрофотоаппарат фокус оралигининг суратга олиш баландлигига бўлган нисбати билан ва б) аэросуратдаги бирор чизиқ узунлигининг жойдаги шу чизиқ узунлигига нисбати билан аниқлаш мумкин. Планли аэросуратнинг масштабини билиш учун суратдаги чизиқнинг узунлиги жойда бевосита ўлчанади. Бунда қуйидагиларга эътибор берилиши керак:

1) аэросуратдаги камида иккита чизиқ жойда ўлчаниши;

2) аэросуратдаги чизиқлар суратнинг бош нуқтасидан ёки бу нуқтага яқин жойдан ўтиши;

3) аэросуратдаги чизиқ учлари қилиб контур нуқталар (полиэти, бино бурчагининг учи, йўлларнинг кесишган нуқтаси ва бошқалар) танланиши ҳамда бу нуқталарнинг нисбий баландликлари бир хил бўлиши ёки улар ўртача горизонтал текисликда жойлашган бўлиши;

4) чизиқлар жойда пўлат лента ёки аниқ дальномер билан ўлчаниши лозим. Чизиқ учлари қилиб координаталари маълум нуқталар танланган тақдирда улар орасидаги масофа координаталари бўйича аналитик усулда ҳисоблаб чиқарилади (II—10).

Аэросуратда чизиқ узунлиги кўндаланг масштаб ва ўлчаш циркули билан ўлчанади. Жойда чизиқ узунлигини бевосита ўлчашнинг иложи бўлмаса, чизиқ узунлиги бу жойнинг йирик масштабли топографик картасидан (агар шундай карта бўлса) ўлчанади. Ўлчаш ишларини осонлаштириш учун махсус тузилган учбурчак шаклидаги пропорционал масштабдан фойдаланилади.

125-§. Аэросуратларда опознакларни белгилаш ва уларнинг координаталарини геодезик усулда аниқлаш

Аэросуратларда геодезик шохобча пунктларининг ўрнини белгилаш керак бўлади. Жойдаги геодезик таянч пунктлар бир-биридан узоқ жойлашганлигидан, аэросуратларда қўшимча пунктларнинг координаталари аниқланади. Бунинг учун камерал шароитда фототриангуляция ва фотополигонометрия усулларидан фойдаланилади. Лекин пунктларнинг координаталарини фотограмметрик усулда аниқлаш учун жойда бир неча нуқтанинг координаталари геодезик усулда аниқланади. Шу нуқталарга *опознаклар* дейилади. Опознакларнинг координаталарини аниқлаш иши уларнинг лойиҳасини тузишдан бошланади. Шу мақсадда аэросуратларнинг устама монтажда жойда координаталари аниқланадиган нуқталарнинг ўрни белгиланади. Опознаклар оралиги план олиш масштабига боғлиқ. Масалан, 1 : 15 000 масштабли аэросуратдан фойдаланиб 1 : 10 000 масштабли топографик карта тузиш керак бўлса, қўшимча пунктларни график фототриангуляция усулида кўпайтиришда маршрутнинг ҳар тўртинчи аэросуратида опознаклар белгила-

нади. Планли опознаклар сифатида геодезик таянч пунктларидан ҳамда жойдаги аниқ контур нуқталари (йўл, канал, ариқ ва бошқаларнинг кесишган нуқталари, парклардаги йўлаклар ва бошқалар) дан фойдаланилади. Бу нуқталар аэросуратларда игна билан тешиб, 0,1 мм аниқликда белгиланади; суратнинг орқасига 3 мм ли доирача чизилиб, опознак номери ёзиб қўйилади. Ҳар бир опознак учун абрис чизилади. Опознакларнинг жойдаги ўрни темир труба ёки ёғоч қозиқ билан белгиланади. Аэросурат ва жойда опознаклар ўрни тўғри топилганлиги контроль аэросуратларда уларнинг 60%ини қайта топиш йўли билан текширилади. Опознак координаталарни план масштабида 0,2 мм гача аниқланиши керак. Опознаклар давлат ёки маҳаллий шохобча пунктларига боғланади. Шаҳар ва посёлка топографик карта ва планларини тузишда опознак координаталари мазкур шаҳар ва посёлка учун қабул қилинган маҳаллий системада аниқланиши мумкин. Опознакларнинг координаталарига асосланиб каталог тузилади ва унга тушунтириш хати ёзилади. Тушунтириш хатида қуйидаги маълумотлар бўлади:

а) опознаклар аниқланган территориянинг қисқача топографик таърифи, территориянинг майдони, планшетлар номенклатураси, опознаклар аниқланган аэросуратлар ёки фотопланлар сони, геодезик пункт ва опознаклар координаталарини аниқлаш учун ажратилган ва сарфланган вақт;

б) территорияда олдин бажарилган топографик ва геодезик ишлар (триангуляция, полигонометрия, план олиш шохобчалари, план олиш пунктлари ва бошқалар), уларнинг таърифи, сифати ва аниқлиги;

в) аэрофотосъёмка материалларининг таърифи;

г) опознак ва геодезик пунктларнинг белгиланиш сифати ва аниқлиги;

д) опознак координаталарини ҳисоблаш аниқлиги;

е) ишни бажарган ташкилотнинг номи, унинг бажарилган ва текширилган вақти.

Материалларнинг умумий сифатини ва ишни текшириш ҳамда қабул қилиш актлари ҳам тушунтириш хатига илова қилинади.

Аэросуратларда планли опознаклардан ташқари, баландлик опознакларининг отметкалари ҳам аниқланади. Баландлик опознакларининг жойдаги ўрни қозиқ ёки бошқа белгилар билан, аэросуратларда эса қизил тушъ билан 0,5 радиусли доира чизиб белгиланади. Аэросуратда триангуляция ва полигонометрия пунктларининг ўрни қизил тушда учбурчак чизиб (томонлари 1 см) белгиланади.

126-§. Фототриангуляция ва фотополигонометрия

Фототриангуляция деганда, жойдаги аниқланган таянч пунктлари ва опознакларнинг аниқланган планли координаталарига асосланиб аэросуратларда уларни кўпайтириш тушунти-

лади. Таянч пунктларни шундай кўпайтиришнинг бир неча хил усули бор; электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида амалга ошириладиган фазовий аналитик фототриангуляция, универсал фотограмметрик асбоблар ёрдамида бажариладиган фототриангуляция, график фототриангуляция шулар жумласидандир.

График фототриангуляция аэросуратларда график усулда бурчак яшадан иборат. Бурчак учи қилиб аэросуратнинг бош, марказий ва надир нуқталари олинади. Лекин кўпинча бош ва марказий нуқталардангина фойдаланилади. Марказий нуқта

$\frac{f_k}{60}$ дан катта бўлмаган радиусли айлана ичида жойлашган бўлиб, аэросуратда унинг ўрнини аниқ белгилаш мумкин. Масалан, аэрофотоаппаратнинг фокус оралиғи 190 мм бўлган аэросуратда марказий нуқта жойлашадиган айлана радиусининг узунлиги тахминан 3,2 мм бўлади.

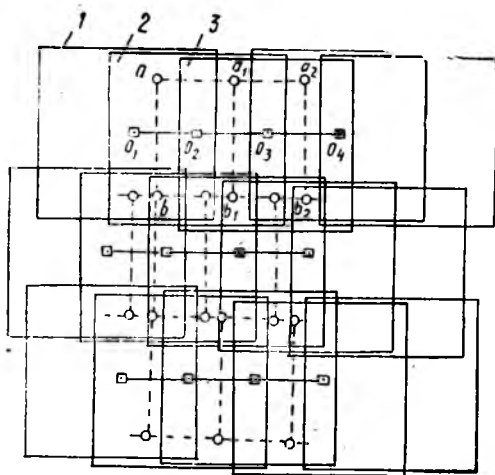
Аэросуратларда таянч пунктларни кўпайтиришда: а) суратларда пунктлар ўрни танланиши ва белгиланиши; б) марказий йўналишлар восковкаси тузилиши; в) фототриангуляция шохобчаси ўтказилиши; г) шохобча бир хил масштабга келтирилиши ва тенгланиши лозим. Аэросуратларда таянч пунктлар ўрнини белгилашда ўрни жойда осонлик билан топиладиган нуқталар (боғ, экинзор ва шу каби тафсилотлар бурчаги, йул, канал, ариқ, зовурларнинг кесишган нуқтаси ва бошқалар)ни танлаш керак. Аэросуратларда барча таянч пунктлар ва опознаклар, марказий нуқталар, трансформациялаш нуқталари ва боғловчи нуқталар белгилаб қўйилиши керак. Марказий нуқтани белгилаш учун восковка, астролонь ёки бошқа шаффоф материалдан ясалган палетка аэросурат устига ёпилади ва палеткада аэросуратнинг координата белгилари қўйилади, сўнгра бу белгилар чизиқлар билан туташтирилиб, бош нуқта топилади. Кейин маркази бош нуқтада бўлган $\frac{f_k}{60}$ радиусли доира чизилади. Доира ичида жойлашган контур нуқтаси марказий нуқта бўлади. Кейин аэросуратга тушь билан кичик квадрат чизиб, марказий нуқта белгиланади. Ёнма-ён жойлашган аэросуратларда ҳам марказий нуқталар белгиланади. Аэросуратлар бир-бирини бўйига 55% дан кўпроқ қонлаб турса, марказий нуқта учта аэросуратда белгиланган бўлади. Ҳар бир аэросуратда марказий нуқталарни туташтирувчи чизиқ (191-шаклда O_1O_2 , O_2O_3 , бошланғич йўналиш чизиқлари деб аталади.

Боғловчи нуқталар a ва b аэросуратларнинг четидан 1 см ичкарида, иложи борича марказий нуқтадан узоқроқдан танланади. Боғловчи нуқталар ҳар бир маршрутда алоҳида-алоҳида белгиланади, негатив аэросуратларда эса доира чизиб белгилаб қўйилади.

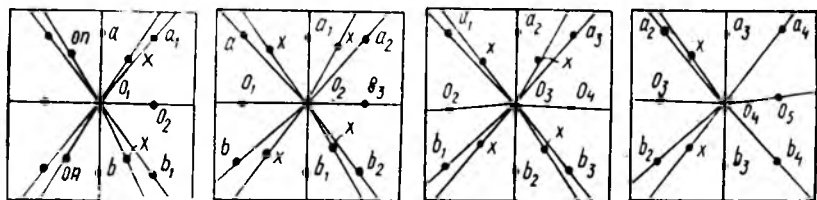
Трансформациялаш нуқталари (x) аэросуратларни бир хил масштабга келтириш ва фотоплан тузиш учун керак; улар

аэросуратларнинг бир-бирини бўйига ва кўндалангига қоплайдиган жойларида танланади.

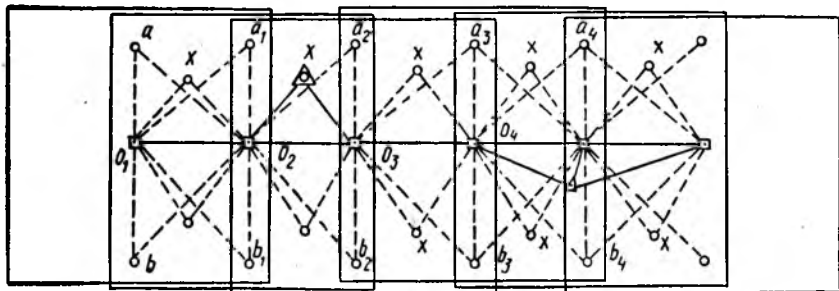
Жойда ўрни аниқланган пункт ва опознаклар аэросуратларда тушъ билан учбурчак шаклида чизилади. Улар фототриангуляция шохобчасини ориентирлаш ва бир хил масштабга келтириш учун керак бўлади. Кейин йўналишлар восковкаси тайёрланади (192-шакл). Бунинг учун ҳар бир аэронегатив остига восковка қўйилиб, барча нуқталар унга игна билан тешиб туширилади ва номи ёки номери ёзиб қўйилади. Марказий нуқтадан барча нуқталарга ингичка чизиқ тортилади. Фототриангуляция шохобчаси ҳосил қилиш учун монтаж столнинг ойнаси устига биринчи восковка, унинг устига эса, бошланғич чизиқ ва тескари йўналишлар (O_1O_2 ва O_2O_1') бир-бирига тўғри келадиган қилиб, иккинчи восковка қўйилади. Бу восковкадаги O_1 ва O_2 нуқталар оралиғи биринчи базис бўлиб ҳисобланади. Одатда биринчи базис аэросуратларнинг ўртача масштабидан 1–2 см узунроқ қилиб олинади. Бу икки



191-шакл.



192-шакл.

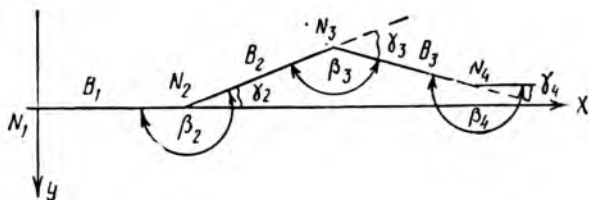


193- шакл.

восковкани устма-уст қўйиб, улардаги чизиқларнинг кесишиш нуқталари a_1 ва b_1 ни топамиз. Учинчи восковка бошланғич чизиги O_2O_3 биринчи ва иккинчи восковкалардаги O_2O_3 чизиқча устига тўғри келадиган қилиб қўйилади. O_3a_1 ва O_3b_1 чизиқлар олдин белгиланган a_1 ва b_1 нуқталар устидан ўтиши керак. Агар иш тўғри бажарилиб, учбурчак хатоси йўл қўйилган даражадан ошмаса, учинчи восковкани бошланғич чизиқ бўйича ўзгартириб, учбурчак хатосига яраша барча боғловчи нуқталарга тенг тузатиш киритилади. Кейинги восковкалар ҳам шу тарзда жойлаштирилиб, боғловчи нуқталарининг ўрни топилади. Барча восковкалар устма-уст қўйилиб, базислари O_1O_2 , O_2O_3 ва бошқалар тенглаштирилгач, тўғри кесиштириш усулида трансформациялаш нуқталари (x) нинг ўрни аниқланади (193-шакл). Кейин шохобча нуқталари умумий восковкага кўчирилади. Натихада бир хил масштабга келтирилмаган ва ориентирланмаган фототриангуляция шохобчаси ҳосил бўлади. Шохобчани бир хил масштабга келтириш ва ориентирлаш, яъни *редукциялаш* учун шохобчанинг камида 2—3 та опознаги бўлиши керак. Фототриангуляция шохобчасини редукциялашда фоторедуктор деб аталадиган оптик-механик асбоблардан фойдаланилади. Кейинги вақтда шу мақсадда Н. А. Попов фоторедуктори ёки Ф. В. Дробишев фотоэпиредуктори ишлатилмоқда.

График фототриангуляция усули текис ва салгина паст-баланд жойларда шохобчалар ҳосил қилишда қўлланилади. Бу усулда ҳосил қилинган шохобча бўйича масофа ўлчаш аниқлиги 1:400—1:600 га тенг.

Фотополигонометрия усулида шохобча ҳосил қилиш учун аэросуратларда полигонометрия йўли ўтказилади. Бунда ҳар бир аэросурат надир нуқтасининг проекцияси ёки бош нуқтаси—фотополигонометрия йўлининг учлари, суратга олиш базисларининг горизонтал проекциялари эса полигон томонлари бўлиб ҳисобланади (194-шакл). Биринчи аэросуратнинг надир нуқтаси (N_1) координата боши, биринчи суратга олиш базиси



(B_1) нинг йўналиши абсцисса (X) ўқи, бу ўқнинг ўнг томонига перпендикуляр йўналган чизиқ ордината (Y) ўқи бўлиб хизмат қилади.

Фотополигонометрия йўлини ўтказишдан олдин суратга олиш базисларининг узунлиги (B_1, B_2, B_3, \dots) ва улар орасидаги бурчаклар ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots$) стереокомпаратор ёрдамида аниқланади. Ўлчанган базисларнинг қийматлари бир хил масштабга келтирилади. Суратга олиш баландлиги радиовисотомер ёрдамида ўлчанган бўлади.

Стереокомпаратор ёрдамида икки марта ўлчанган базис (B_r ва B_y) ларга тузагишлар киритилади. Тузагишлар қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$\delta B_r = \frac{B_r^2 \tau_r}{f_k p}; \quad \delta B_y = -\frac{B_y^2 \tau_y}{f_k p}. \quad (\text{XIX} - 11)$$

Суратга олиш базиси қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$B'_i = \frac{H_{y_i}}{f_k K_q} (B_{r_i} + \delta B_{r_i}); \quad B''_i = \frac{H_{r_i}}{f_k K_q} (B_{y_i} + \delta B_{y_i}); \quad (\text{XIX} - 12)$$

бу ерда H_y — ўнг аэросуратнинг суратга олиниш баландлиги;
 H_r — чап аэросуратнинг суратга олиниш баландлиги;
 f_k — аэрофотоаппаратнинг фокус оралиги;
 K_d — негатив (диапозитив) ларнинг систематик деформациясини ифодаловчи коэффицент.

Суратга олиш базисининг якуний нагжаси қилиб икки марта аниқланган қиймаглارнинг ўртачаси олинади:

$$B_i = \frac{1}{2} (B'_i + B''_i). \quad (\text{XIX} - 13)$$

γ_i бурчак полигон томонларининг бошланғич йўналишига нисбатан ўнг томонга бурилган бўлса — унинг ишораси мусбаб, чап томонга бурилган бўлса — манфий деб қабул қилинади. Суратга олиш базислари дирекцион бурчакларининг қиймати қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\alpha_i = \alpha_0 + \sum \gamma_i; \quad (\text{XIX} - 14)$$

бу ерда α_0 — бошланғич базис дирекцион бурчаги.

Координата орттирмалари ва полигон учларининг координаталари қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= B_i \cos \alpha_i & x_i &= x_{i+1} + \Delta X_i \\ \Delta y_i &= B_i \sin \alpha_i & y_i &= y_{i+1} + \Delta Y_i \end{aligned} \quad (\text{XIX—15})$$

Фотополлигонометрия йўли бурчак учлари ҳисоблаб топилган координаталари бўйича берилган масштабда планшетга туширилади.

Аэросуратлар бўйича шохобча пунктларини кўпайтириш учун йўналишлар восковкаси фототриангуляциядагидек тузилади. Бунда аэросуратлардаги бошланғич йўналишлардан фойдаланилади. Йўналишлар восковкаси планшет устига қўйилиб, бошланғич йўналишлар бўйича ориентирланади ва шу билан бир вақтда восковка билан планшетдаги фотополлигонометрия бурчак учларининг тегишли пунктлари бир-бирига туғриланади. Планшетда ўрни аниқланиши керак бўлган нуқталар тегишли марказий чизиқларни кесиштириб топилади (193-шаклга қаралсин). Бу нуқталар игна билан тешилиб планшетга утказилади. Полигонометрия усули мураккаб рельефли жойларнинг аэросуратларида таянч пунктлари ҳосил қилишда қўлланилади.

127-§. Фотосхема ва фотоплан. Аэросуратларни трансформациялаш

Жойни суратга олишда самолётнинг учиш баландлиги ўзгариб туриши, аэрофотоаппаратнинг оптик ўқи вертикал ҳолатдан оғиши ва жойнинг рельефи таъсир этиши натижасида аэросуратларнинг турли жойида масштаб турлича бўлади; шунга кўра, аэросуратларни устма-уст қўйиб кўрганда контурлар бир-бирига туғри келмайди. Шунга қарамай, территорияни шошилиш равишда ўрганиш зарур бўлиб қолганда аэросуратлар монтаж қилиниб, фотосхема тайёрланади. Жойнинг аниқ контурли планини тузиш учун аэросуратларни бир хил масштабга келтиришга *трансформациялаш* дейилади. Лекин рельеф таъсири натижасида рўй берган хатони трансформациялаш йўли билан бутунлай йўқотиб бўлмайди, бунда хато бир оз камаяди, холос.

Аэросуратлар график, фотомеханик, оптик-график ва график-механик усулларда трансформацияланиши мумкин. Кўпинча фотомеханик усул қўлланилади. Бу усул оптик-механик усул деб ҳам юритилади.

Аэросуратларни трансформациялаш учун ҳар бир аэросуратда планли ўрни аниқланган тўртта таянч нуқта бўлиши керак. Бу нуқталар аэросуратнинг тўрт бурчагида жойлашган бўлади. Таянч нуқталар координаталари жойда геодезик ўлчаш

ишларини бажариш натижасида ёки фотограмметрик усулда корхонада аниқланади.

Фотомеханик усулда аэросуратларни трансформациялашда фототрансформатор деб аталадиган асбобдан фойдаланилади. Фототрансформатор (195- шакл) ўрнатгич қисм 1, ёрулик манбаи ва руғликни қайтарувчи қисм 2, аэронегатив жойлаштириладиган кассета 3, объектив 4 ва трансформацияланалган аэросурат проекцияси тушириладиган экран 5 дан иборат.

Аэросураглари фототрансформатор ёрдамида бир хил масштабга келтириш қуйидагича амалга оширилади:

1) асбоб электр тармоғига уланади. Аэронегативни кассетага жойлашда эмульсияли томони пастга қаратилади, бош нуқтаси кассета марказига тўғриланади;

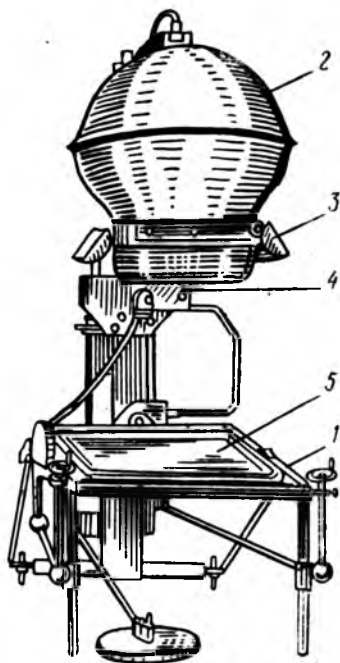
2) кассета фототрансформаторга жойланаётганида децентрация шкаласидаги саноқ нолга тўғри бўлганга қадар айлантрилади. Сўнгра объектив диафрагмаси очилади;

3) экран қиялик бурчаги шкаласи бўйича горизонтал ҳолатга келтирилади ва унга олдин тайёрлаб қўйилган планшет ўрнатилади. Устига ойна қўйилгач, планшет экранга жипс тегиб турадиган қилиб жойлаштирилади;

4) планшетни экран устида ҳаракатлантириб ва асбобнинг чап штурвалини айлантриб масштаб ўзгартирилади. Сўнгра аэронегатив маркази ва таянч нуқталардан бирининг тасвири планшетдаги шу нуқталар устига тўғри келтирилади;

5) учта таянч нуқта тасвирини уларнинг планшетдаги ўрнига тўғрилаш йўли билан аэронегатив бир хил масштабга келтирилади. Кейин планшет экрандан олинади, ўрнига фотоқоғоз қўйилади, унга аэронегатив тасвири туширилиб, трансформациялаштирилган аэросурат ҳосил қилинади.

Рельеф тасвирида рўй берган хато белгиланган чегарадан катта бўлса, аэросурат зоналар усулида трансформацияланади. Бу усулда аэросуратнинг бир хил баландликда тасвирланган нуқталар жойлашган қисми зоналарга бўлиниб, ҳар бир зона алоҳида-алоҳида трансформацияланади. Бунинг учун аэросуратда ҳар бир зонанинг чегарасини ифодаловчи горизонтал-



195- шакл.

лар чизилган бўлади. Зоналар сони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$n = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2h}; \quad (\text{XIX}-16)$$

бу ерда H_{\max} ва H_{\min} — аэросуратда энг катта ва энг кичик отметкали нуқталар; h — зона баландлиги.

Зона баландлиги қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$2h = \frac{2\Delta_h M f_k}{R}; \quad (\text{XIX}-17)$$

бу ерда Δh — рельеф таъсири натижасида картада нуқта ўрнининг ўзгартириш чеки (0,5 мм га тенг);

M — аэросуратни трансформациялаш масштабнинг махражи;

R — аэросуратнинг фойдаланиладиган қисмининг радиуси.

Мисол. $H_{\max} = 558$ м; $H_{\min} = 441$ м; $M = 10\,000$; $f_k = 200$ мм.

$$2h = \frac{2 \times 0,5 \times 10\,000 \times 200}{50} = 40\,000 \text{ мм} = 40 \text{ м.}$$

Шунда зоналар сони

$$n = \frac{558 - 441}{40} = 3.$$

440 — 480 м отметкали горизонталлар 1-зона чегараси, 480 — 520 м отметкали горизонталлар 2-зона чегараси, 520 — 560 м отметкали горизонталлар 3-зона чегараси бўлиб ҳисобланади. 1-зона учун трансформациялаш текислигининг ўртача баландлиги $H_1 = \frac{440 + 480}{2} = 460$ м, 2-зона учун — $H_2 = 500$ м, учинчи зона учун эса $H_3 = 540$ м бўлади.

Фотоплан ҳосил қилиш учун бир хил масштабга келтирилган аэросуратлар устма-уст қўйилиб монтаж қилиниши лозим. Бу мақсадда оқ қоғоз ёпиштирилган алюминий ёки фанер тахтага трапеция рамкалари ва координата тўри чизилади. Рамка бурчаклари ва таянч нуқталар координаталари бўйича қоғозга туширилади. Трансформацияланган аэросуратларда таянч пунктлар ўрни доирача шаклида ўйиб олинади. Аэросуратларни маршрут бўйича монтаж қилишда суратдаги ва планшетдаги таянч пунктларни бир бирига тўғрилашдаги хато 0,5 мм дан катта бўлмаслиги керак. Икки аэросуратдаги мос контурларнинг бир-бирига тўғри келганлиги аниқлангач, аэросуратлар устма-уст қопланган чизигидан скальпель билан қирқилиб, уларнинг марказий қисми планшетга ёпиштирилади. Бошқа аэросуратлар ҳам шу тарзда планшетга ёпиштирилиб, фотоплан ҳосил қилинади. Фотоплан таянч пунктлар ва мос контурларнинг бир-бирига тўғри келганлиги жиҳатидан текшириб кўрилади.

128-§. Аэросуратларни дешифрировка қилиш

Картани ўқий билиш учун малака ва тажриба керак бўлганидек, аэросуратни ўқиш учун ҳам юксак малака ва тажриба керак. Бу, топографик карта билан аэросуратни бир-бирига таққослаганда кўзга яққол ташланади. Картада жойдаги асосий тафсилотларгина кўрсатилади, аэросуратга эса жойдаги тафсилотларнинг ҳаммаси тушган бўлади. Топографик карта тузаётганда жойдаги беҳисоб тафсилотларнинг энг муҳимларигина танлаб олиниб, умумлаштириб кўрсатилади. Аэросуратдан фойдаланувчи киши эса унда тасвирланган кўпдан-кўп тафсилотлар орасидан ўзига кераклигини танлай олиши ва умумлаштира билиши керак. Аэросуратда жойнинг тўлиқ тасвирланиши, бир томондан, уни ўқишни қийинлаштиради, иккинчи томондан эса, ундан турли илмий ва хўжалик ишларида кенг фойдаланишга ёрдам беради.

Картада жой тафсилотлари турли рангдаги шартли белгилар билан тасвирланганлигидан уни ўқиш осон. Аэросуратда эса бир тафсилот бир неча рангда тасвирланади, бу ҳол аэросуратни ўқишни бирмунча қийинлаштиради. Топографик картада йўл ва километр кўрсаткичлари, девор, кўприк ва шу кабилар масштабсиз шартли белгилар билан кўрсатилади. Аэросуратга бундай тафсилотлар тушмайди. Бундан ташқари, аэросуратлардан жой тафсилотларининг сон ва сифат кўрсаткичлари, масалан, аҳоли яшайдиган пунктларнинг номи, дарёнинг оқиш тезлиги, ботқоқликларнинг чуқурлиги, нуқтанинг абсолют баландлиги тўғрисида маълумот олиб бўлмайди.

Тафсилотларнинг самолётдан аэросуратга олиниш сифати аэросуратни ўқишда муҳим аҳамиятга эга, аэросуратнинг сифати кўп факторларга, чунончи, аэрофотоаппаратнинг хусусиятига, аэрофотоматериаллар, аэроплёнка ва аэрофотоқоғозларнинг сифатига, суратга олиш шароитига (сурат йилнинг қайси фаслида, куннинг қайси вақтида, қандай об-ҳаво шароитида олинганлигига), фотолабораторияда аэросуратларни қайта ишлаш сифатига ва бошқаларга боғлиқ.

Махсус шартли белгилар жадвали топографик картани ўқишни осонлаштиради; бироқ аэросуратлар учун бундай жадваллар тузилмаган. Аэросурат устида ишлаб, уни жой билан солиштириб кўрган кишигина малака ҳосил қилиб, уни ўқий оладиган бўлади.

Қўйилган мақсадга қараб, дешифрировка топографик ва махсус дешифрировкаларга бўлинади. Топографик карталар тузиш учун аэросуратда жой тафсилотлари аниқланиб, тегишли шартли белгилар билан кўрсатиб қўйилса, бунга *топографик дешифрировка* дейилади. Аэросуратни жойнинг геологик, геоморфологик, тупроқ, геоботаник карталарини тузиш ва бошқа мақсадларда дешифрировка қилинишига *махсус дешифрировка* дейилади. Бунда ҳам жойнинг топографик элементларини

аниқлашга тўғри келади, чунки жойдаги турли объектлар ва ҳодисалар топографик элементлар ёрдамидагина тўғри тушунилади ва аниқланади.

Аэросуратни дешифрировка қилиш иши, жойла ёки уйда (камерал шароитда) бажарилади. Жойда дешифрировка қилган вақтда аэросуратдаги тасвирлар жойдаги тафсилотларга солиштирилиб, шартли белгилар билан кўрсатилади. Аэросуратни камерал шароитда дешифрировка қилиш учун жойда дешифрировка қилинган энг характерли аэросуратлар танлаб олиниб, улардан альбом тузилади. Альбомда ҳар бир аэросурат икки нусхада берилади; уларнинг бири дешифрировка қилинган, барча тафсилотларга оид ёзувлар ёзилган ва шартли белгилар чизилган, иккинчиси эса фақат фотографик тасвирдан иборат бўлади. Аэросуратларни камерал шароитда дешифрировка қилишга шу альбомларга амал қилинади.

Аэросуратларни дешифрировка қилишда улардаги тасвирларнинг кўриниши, шакли, ўлчами, ёруғлик билан соянинг тақсимланиши ва бошқалардан фойдаланилади. Аэросуратда объектнинг соясига қараб унинг катта-кичиклиги, баландлиги, шакли ва бошқа хусусиятларини билиш мумкин. Шунингдек фотографик тасвирнинг ранги ҳам аэросуратдаги тафсилотнинг нималигини билиб олишга ёрдам беради. Жойдаги тафсилотлар ўзига тушган ёруғлик нурини ҳар хилда акс эттирганлигидан, негативнинг ёруғлик сезгир қатлами бир текисда қораймайди. Масалан, тафсилот ёруғлик нурини қанча кўп акс эттирса ёки тафсилотнинг сирти қанча текис бўлса, у аэросуратда шунча оч рангда тасвирланади. Қўйида баъзи тафсилотларнинг аэросуратдаги хусусиятларига тўхтаб ўтамиз.

1. Аҳоли яшайдиган пунктлар бошқа тафсилотлардан бинолар кўплиги билан фарқ қилади. Бинолар аэросуратга турли катталиқдаги тўртбурчаклар шаклида тушади.

Шаҳар ва посёлкаларнинг йирик масштабли топографик карталари ва планларини тузишда фотоплан жойда дешифрировка қилинади. 1:5000 масштабли карта ёки план учун турар жойлар, жамоат биноларининг ҳаммаси, уларнинг неча қаватлилиги ҳамда қандай материалдан қурилганлиги кўрсатилади. 1:2000 масштабли план учун булардан ташқари, ҳар бир бинонинг одам яшайдиган ва яшамайдиган қисми алоҳида-алоҳида кўрсатилади, шахсий уй-жойларнинг чегаралари, ичидаги боғ, полизлар тасвирланади. Дешифрировка пайтида биноларнинг ўлчами аниқланиб, махсус журналга ёзилади. Шаҳар ва посёлкаларнинг фотопланларини дешифрировка қилишда контурлар тасвиридаги хато 0,3 мм дан катта бўлмаслиги керак. Дешифрировка натижалари жойда текшириб кўрилади.

2. Аэросуратларда йўлларни бир-биридан фарқ қилиш осон. Темир йўллар аэросуратга катта радиусли кул ранг чизиқ кўринишида тушади. Ез пайтида олинган аэросуратларда шос-

селар тасвири четидан қора чизик ўтган оқ полосаларга ўхшайди. Шоссе четдаги қора чизиқлар йўл четдаги ариқларни билдиради. Бошқа йўллар эса турли кенликдаги эгри-бугри оқ полосалар тарзида тасвирланади.

3. Дарёлар аэросуратга қора полосалар шаклида, дарёнинг саёз жойлари оқ доғлар кўринишида тушади. Дарёнинг оқиш томонини қуйдагиларга қараб билиш мумкин: а) ирмоқнинг дарёга қуйилиш жойидаги ўткир бурчак учи дарёнинг оқиш томонига қараган бўлади; б) дарёдаги оролларнинг ўткир учи сув оқими томонида бўлади; в) қумли саёз жойнинг ботиқ томони сув оқими йўналишида бўлади. Соёларнинг аэросуратдаги тасвири эгри-бугри чизиқларни эслатади. Кўл ва сув омборлари қора рангда бўлиб, бошқа тафсилотлардан ажралиб туради.

4. Ўрмон ва бутазорлар тасвири бошқа тафсилотлардан кескин фарқ қилади. Игна баргли ва япроқли ўрмонларни дарахтларининг тасвирига қараб бир-бирдан ажратиш мумкин.

5. Экинзорлар контурининг тўғри шаклдалиги билан бошқа контурлардан ажралиб туради. Одатда шудгорлар аэросуратга оқ рангда, майсазорлар эса оч кул рангда тушади.

Чўл районларнинг аэросуратларини дешифрировка қилишда сўқмоқларнинг бир-бири билан кесишган жойида қудуқ борлигини, йўлнинг дарё ёки канални кесиб ўтган жойида кўприк борлигини дарҳол билиш мумкин.

Аэросурагга тушган ўсимлик қопламани дешифрировка қилиш натижасида жойнинг тупроғи ва рельефини билиб олиш мумкин. Аэросуратда ботқоқликни майсазордан фарқ қилиш учун жойнинг рельефи ва гидрографиясига эътибор берилади ва ҳоказо.

Аэросуратларни камерал шароитда дешифрировка қилишда оддий лупа, монокулярли лупа, турли стереоскоп, стереокўзойнак, топографик стереометр ва бошқа асбоблардан фойдаланилади. Лупаларнинг одатда 4—5 карра катталаштириб кўрсатадигани қўлланилади. Монокулярли лупа, стереоскоп, стереокўзойнак ва стереометрлар ёрдамида аэросуратларда тасвирланган жойнинг фазовий модели ҳосил қилинади. Бунинг учун жойнинг қўш аэросуратларидан фойдаланилади.

129- §. Жойнинг рельефини фотопланда тасвирлаш

Фотопланда жой рельефини тасвирлаш учун текис жойларда геометрик нивелирлаш ва баланд-паст жойларда геодезик нивелирлаш ўтказилиб, баландлик шохобчалари ҳосил қилинади, уларнинг отметкалари фотопланга туширилади. Сўнгра ҳар бир таянч пунктга мензула, рельефнинг характерли нуқталарига эса рейка кетма-кет ўрнатилади. План олишда КБ кипрегели ишлатилса, қиялик бурчаги шу кипрегель билан ўлчанади; масофа фотопландан олинади; баландликлар

ва отметкалар аниқланиб пикет ёнига ёзилади. Нисбий баландликларни КБ кипрегели билан аниқлашда кипрегель вертикал доирасининг ҳолати ўзгартирилмаслиги лозим. Нисбий баландликни пикетларга рейка ўрнатиб ўлчашда кипрегель қараш трубасининг ўрта ипи рейкадаги белгилаб қўйилган асбоб баландлигига визирланади. КБ-1 ва КА-2 кипрегеллари ишлатилса, нисбий баландликлар бевосита ўлчанади.

Фотопланда рельеф горизонталлар билан тасвирланади, планга тушган объектлар шартли белгилар билан кўрсатилади, планга тушмаган объектлар (километр ва йўл кўрсаткичлари, электр ва телефон линиялари, кўприк, булоқ, қудуқ ва бошқалар) нинг ўрни асбоб ёрдамида аниқланиб, фотопланга туширилади. Фотопланга аҳоли яшайдиган пунктлар ва бошқа объектларнинг номлари ҳам ёзилади. Фотопланда рельефни тасвирлашда мензула билан план олишдаги талабларга эътибор берилади. Ҳар бир планшёт учун баландликлар калькаси тузилади, унга барча таянч пунктлар ва пикетлар туширилади ҳамда уларнинг номери ва оғметкалари ёзилади. Фотоплан жойнинг ўзида тушъ билан чизилади. Бунда контурлар учун қора тушъ, рельеф учун жигар ранг ёки қизил ранг, сувлар учун яшил ранг тушъ ишлатилади. Барча объектлар қабул қилинган шартли белгилар билан тасвирланади. Фотопланни текшириб, аниқланган камчиликлар жойнинг ўзида тузатилади.

Рельеф ва тафсилотларни планга олишда ишлатиладиган комбинациялаштирилган усулнинг мензула билан план олиш усулидан фарқи шуки, жойдаги тафсилотлар асбоб билан ўлчаб қоғозга туширилмайди, бунда фотопландаги тафсилотлар шартли белгилар билан кўрсатилади, холос. Бу усулда план анча тез олинади ва арзонга тушади, вақт икки барабар тежалани ва ҳоказо. Комбинациялаштирилган усул асосан текис территорияларнинг йирик (1 : 10 000, 1 : 5000 ва 1 : 2000) масштабда топографик карталарни тузишда қўлланилади. Ҳозирги вақтда топографик карталар асосан стереотопографик усулда тузилади.

130-§. Стереотопографик план олиш

Стереотопографик план олиш деганда, бир-бирини маълум даражада устма-уст қоплаб турадиган қўш аэросуратлар ёрдамида жойнинг оптик (стерео) моделини ҳосил қилиш ва бу стереомоделда махсус фотограмметрик асбоблар билан ўлчаш ишларини бажариб топографик карта тузиш тушунилади.

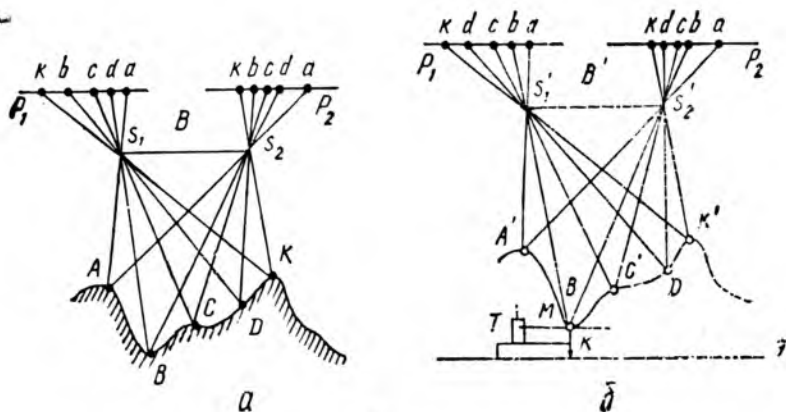
Стереотопографик усул комбинациялаштирилган усулнинг такомиллаштирилганидир. Бу усулда ҳам жой самолётдан фотосуратга олинади. Лекин аэросуратларни контурли планга айлантириш ва рельефни горизонталлар билан тасвирлаш фақат камерал шаронгда, яъни топографик карта тузилаётган корхонада махсус фотограмметрик асбоблар ёрдамида

бажарилади, жойда эса бир неча нуқтанинггина ўрни ва баландлиги аниқланади, холос. Тафсилотлар комбинациялаштирилган усулдаги каби, жойнинг ўзида дешифрировка қилиниб, шартли белгилар билан кўрсатилади. Ёзувлар ҳам жойнинг ўзида ёзилади. Аэросуратни камерал шароитда контурли планга айлантириш ва рельефларни чизиш топографик карта тузиши анча тезлаштиради ва арзонлаштиради.

Стереофототопографик усулда ҳар қандай территориянинг топографик картасини универсал ва дифференциал методларда тузиш мумкин. Дифференциал усулда бир неча фотограмметрик асбоб қўлланилади ва уларнинг ҳар бири маълум процессни бажаради. Масалан, аэросуратларда таянч пунктларни кўпайтириш учун — стереокомпаратор, план олиш шохобчалари пунктларини зичлаштириш ва рельефни горизонталлар билан тасвирлаш учун — стереометр, аэросуратлардан контур ва горизонталларни планга кўчириш учун проектор ёки трансформаторлардан фойдаланилади.

Универсал стерес фототопографик усулда топографик карта тузишда аэросуратларни ички ва ташқи ориентирлаш, планда рельеф ва контурларни тасвирлаш учун махсус универсал стереофотограмметрик асбоблар: мультиплекс, стереопланнграф, стереоавтограф ва бошқалар қўлланилади.

Тафсилотларни стереофотограмметрик асбоблар ёрдамида планга тушириш. Аэросуратларга асосланиб контурли план тузишда стересфотограмметрик асбоблар ёрдамида жойнинг стересомодели ҳосил қилинади. Бунинг учун маълум базис (B) учларидан туриб олинган қўш аэросурат керак бўлади. Масалан, 196-шакл, a да жой ($ABCDK$) узунлиги B га тенг бўлган базис учларидан суратга олиниб, қўш аэросурат (P_1 ва P_2) ҳосил қилинган. Бу қўш аэросуратларнинг фокус оралиғи аэрофотоаппарат фокус оралиғига тенг суратга олиш вақтида



196-шакл.

аэрофотоаппарат қандай турган бўлса, иккита проекциялаш камераси (s_1 ва s_2) ҳам шундай ҳолатда ўрнатилиб, мазкур қўш суратлар шу камераларга жойлашган, деб фараз қилайлик (197-шакл, б). Агар камералар ёритилса, улардаги аэросураг (P_1 ва P_2) ларнинг маълум нуқталаридан пастга йўналувчи нурлар камера (s_1 ва s_2) объективларидан ўтиб ўзаро кесишади, натижада жойнинг оптик (стерео) модели ҳосил бўлади. Стереомоделнинг масштаби проекцияларнинг марказлари оралиғи (B') га боғлиқ. Стереомоделда ўлчаш ишларини бажариш учун проекциялаш камералари остига экран (Э) ўрнатилади. Экраннинг юзаси сатҳий юза деб қабул қилинади. Экран тепасига махсус ўлчаш маркаси (М) бўлган ёрдамчи асбоб (Т) ўрнатилади. Ўлчаш маркасининг остки томонига қалам (Қ) маҳкамланган. Ёрдамчи асбобнинг ҳам ўзига яраша кичик экран бор, уни баландга кўтариш ва пастга тушириш мумкин. Ёрдамчи асбобнинг маркасини стереомоделнинг бирор нуқтасига (196-шакл, б да В нуқта) тўғрилаганда қалам шу нуқтанинг ортогонал проекциясини экран устига қўйилган плашсет ёки қоғозга чизади. Шунингдек марка стереомоделдаги бирор тафсилот контури бўйича юргизилганда ҳам шу контурнинг ортогонал проекцияси қоғозга чизилади. Натижада планда тафсилот контурининг маълум масштабда кичрайтирилган тасвири ҳосил бўлади.

Мультиплекс ва қўш проекторли фотограмметрик асбоблар юқорида келтирилган схемада тузилган. Стереопланиграф ва стереограф ҳам деярли шу схемада тузилгандир.

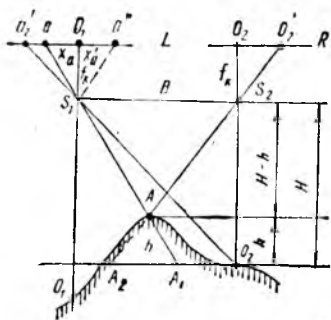
Рельефни стереофототопографик усулда планга тушириш.

Жойнинг стереомоделини ҳосил қилиш ва аэросуратлардаги тафсилотлар контурини қоғозга чизиш вақтида қандай асбоблар ишлагилган бўлса, рельефни горизонталлар билан тасвирлашда ҳам шу асбоблардан фойдаланиш мумкин. Агар экран устига ўрнатилган ўлчов асбобининг маркасини маълум баландликка кўтариб қўйиб, асбобни стереомодель бўйича юргизсак, асбоб қалами маълум баландликда горизонтални чизади.

Кейин марка яна баландроқ кўтарилиб, иккинчи горизонтал чизилади. Экран устидаги қоғоз (план) га шу тарзда бир неча горизонтал чизиш мумкин.

Ҳозирги вақтда *универсал методда* топографик карта тузишда Романовский стереопроектори, Дробшев стереографи, мультиплекс ва бошқа универсал фотограмметрик асбоблар қўлланилади.

Аэросуратлардан фойдаланиб нуқталар нисбий баландлигини *дифференциал методда* аниқлашни



197-шакл.

қуйдагича тушунтириш мумкин. Масалан, жойни s_1 ва s_2 нуқталардан суратга олиш натижасида L ва R суратлар ҳосил бўлган дейлик (197-шакл). Суратга олиш вақтида аэрофотоаппарат ўқи вертикал ҳолда турган, яъни аэросуратларнинг қиялик бурчаги нолга тенг; 197-шаклга кўра

$$\frac{B}{H-h} = \frac{aa''}{f_k} \text{ ёки } \frac{B}{H-h} = \frac{x_a - x'_a}{f_k}; \quad \frac{B}{H} = \frac{0_1 0_2}{f_k};$$

бу ердаги $x_a - x'_a$ ва $0_1 0_2 - A$ ва O нуқталарнинг паралакси; $x_a - x'_a = P_a$; $0_1 0_2 = P_{0_1} = b$ бўлса, A ва O нуқталарнинг паралакси қуйдагиларга тенг бўлади:

$$p_a = \frac{B \cdot f_k}{H-h}, \quad p_{0_1} = \frac{B \cdot f_k}{H}. \quad (\text{XIX-18})$$

A ва O нуқталар паралаксининг айирмаси (Δp) қуйдагича аниқланади:

$$\Delta p = p_a - p_{0_1} = \frac{B \cdot f_k \cdot h}{(H-h) \cdot H}; \quad (\text{XIX-19})$$

бу ерда $B = \frac{b \cdot h}{H-h}$ бўлганлигидан, бошланғич нуқта ва баландлиги аниқланадиган нуқта паралаксларининг фарқи қуйдагича тенг бўлади:

$$\Delta p = \frac{bh}{H-h}. \quad (\text{XIX-20})$$

Баландлиги аниқланадиган нуқтанинг бошланғич нуқтага нисбатан баландлигини қуйдагича ёзиш мумкин:

$$h = \frac{\Delta p \cdot H}{b + \Delta p}; \quad (\text{XIX-21})$$

бу ерда H — бошланғич нуқтанинг суратга олиш баландлиги; b — базис узунлиги (у қўш аэросуратлар бош нуқталарининг оралиғига тенг).

Текис жойда бўйлама паралакс айирмаларининг қиймати жуда кичик (0,3–0,4 мм) бўлади; шунга кўра бундай жойларда нисбий баландлик қуйдаги формула ёрдамида аниқланади:

$$h = \frac{\Delta p \cdot H}{b}. \quad (\text{XIX-22})$$

1-мисол. $H = 1100$ м; $b = 55$ мм; $\Delta p = 1,8$ мм. Нисбий баландлик

$$h = \frac{1,8 \times 1100}{55 + 1,8} = 34,8 \text{ м.}$$

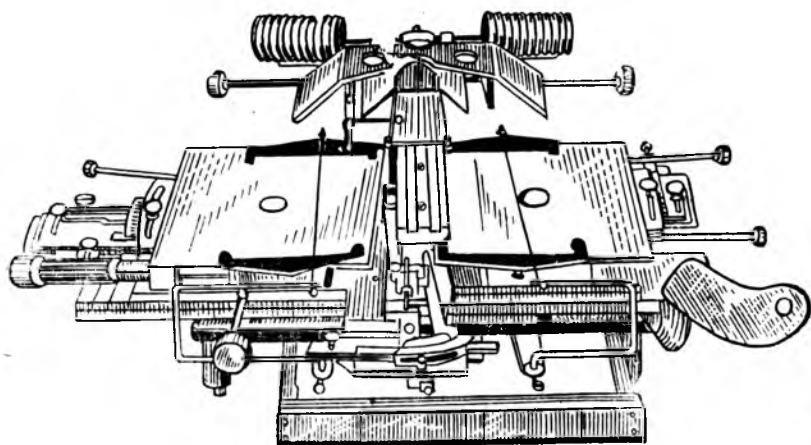
2- мисол. $H=600$ м; $b=52$ мм; $\Delta p=0,2$ мм. Нисбий баландлик

$$h = \frac{600 \times 0,2}{52} = 2,3 \text{ м.}$$

Аэросуратлардаги нуқталарнинг бўйлама паралакс айирмаларини ўлчаб бу нуқталарнинг нисбий баландлигини топиш мумкин. Лекин юқорида келтирилган формулалардан аэрофотоаппаратни горизонтал ҳолатда ўрнатиб олинган аэросуратлар учунгина фойдаланиш мумкин. Аэросуратлар маълум қиялик бурчагига эга бўлганлигидан, ўлчанган бўйлама паралакс айирмаларига тузатиш киритишга тўғри келади. Аэросуратларнинг бўйлама, кўндаланг ва бурилиш бурчаклари ҳамда суратга олиш баландлиги ўзгарганлиги учун киритиладиган тузатишлар аэросуратларнинг ташқи ориентирлаш элементларини ўлчаб тузилган формула ва графиклар ёрдамида топилади.

Стереоскоп, стереокомпаратор, паралактик линейкали стереометрлар ёрдамида ўлчанган паралакс айирмалари қиммати га аэросуратларнинг қиялиги учун тузатиш киритишда аналитик усул қўлланилади. Шунинг учун бундай асбоблар пикетларнинг нисбий баландлигини аниқлашдагина ишлатилади.

Паралакс айирмаларини ўлчаш процессида тузатиш киритишнинг кагта аҳамияти бор. Шу мақсадда Дробишев стереометридан фойдаланилади (198-шакл). Бу асбоб бўйлама паралакс айирмаларини ўлчаш билан бир вақтда, уларга аэросуратнинг қиялиги учун автоматик равишда тузатиш киритилади. Дробишев стереометри ёрдамида нуқталарнинг нисбий баландликларини аниқлаш ва рельефни горизонталлар билан чизиш мумкин. Жойнинг стереомоделини ҳосил қилиш учун стерео-



198-шакл.

метр тўрт ойнали, 2 карра катталаштириб кўрсатадиган стереоскоп билан ускуналган. Бу стереоскоп аэроуратлар жойлаштириладиган кареткалар устига ўрнатилган. Ўлчаш вақтида қўш аэросуратларнинг чап сурати чап кареткага ва ўнг сурати ўнг кареткага жойлаштирилади. Ҳар бир каретка устидан ўтган ип марка хизматини бажаради. Иплар кареткалар устига махсус винтлар ёрдамида маҳкамлаб қўйилган. Ўлчаш мосламаси паралактик винтдан иборат бўлиб, унинг ёрдамида бўйлама паралакс айирмаларини 0,01 мм аниқликда ўлчаш мумкин.

Фойдаланилган адабиёт

1. А. С. Атаев. Топографические и инженерные планы и карты. Изд. во Киевского университета, 1971.
2. Г. В. Багратуни, В. Д. Большаков ва бошқ. Справочник геодезиста. „Недра“ нашриёти, М., 1966.
3. Г. В. Багратуни ва бошқ. Инженерная геодезия. „Недра“ нашриёти, М., 1969.
4. Л. А. Башлавиц. Новый метод нивелирования III класса. Тр. МИИГАиК, вып. 25, Геодезиздат, 1960.
5. Бируни. Геодезия (книга об установлении крайних пределов мест для уточнения расстояний между населенными пунктами). Т., АН УзССР, 1969.
6. Г. Э. Бобылев. Геодезия, РосВУЗиздат., 1963.
7. Г. С. Бронштейн. Геодезические засечки с паралактическими углами. Известия ВУЗов. Раздел „Геодезия и аэрофотосъёмка“, вып. 2, М., 1964.
8. Г. С. Бронштейн, П. И. Бруевич ва бошқ. Практическое руководство по геодезии. „Высшая школа“ нашриёти, 1968.
9. И. А. Бубнов, А. И. Кремль ва бошқ. Военная топография. Воениздат, 1964.
10. П. Г. Видуев, П. И. Баран ва бошқ. Геодезический разбивочные работы. „Недра“ нашриёти, М., 1973.
11. Н. Г. Видуев, В. В. Подрезан, Д. И. Ракитов. Геодезические работы на строительной площадке. Геодезиздат, М., 1959.
12. Н. Г. Видуев ва бошқ. Инженерная геодезия. Киев, Держбудвидав, УССР, 1959.
13. А. М. Вировец. Высшая геодезия. Часть I. М., „Недра“ нашриёти, 1970.
14. Н. М. Волков. Составление и редактирование карт. Геодезиздат, М., 1961.
15. В. П. Ганшин, И. И. Купчинов ва бошқ. Инженерная геодезия, „Недра“ нашриёти, М., 1968.
16. В. П. Ганшин, С. М. Лебедев, Л. С. Хренов. Практикум по геодезии, „Недра“ нашриёти, М., 1964.
17. М. А. Гиршберг. Геодезия. Часть I. М., Геодезиздат, 1967.
18. М. А. Гиршберг. Задачник по геодезии. М., Геодезиздат, 1961.
19. Г. Ф. Глотов. Инженерная геодезия. М., „Недра“ нашриёти, 1970.
20. В. М. Голубкин ва бошқ. Геодезия, М., „Колос“ нашриёти, 1967.
21. Г. В. Господинов, В. И. Сорокин. Топография, М., „Высшая школа“ нашриёти, 1967.
22. И. М. Гужкин. Значение геодезической службы в социалистическом строительстве. Ж., Геодезист № 9—110. 1934.

23. *О. Г. Дитц*. Геодезия М., Геодезиздат, 1957.
24. *П. В. Дензин*. Геодезия. М., МГУ. 1953
25. *В. Ф. Дейнеко*. Аэрофотогеодезия. М., Геодезиздат, 1968.
26. *А. И. Дурнев*. Высшая геодезия. Вып. 1. 1967.
27. *А. И. Дурнев*. Новые системы построения геодезических сетей М., Геодезиздат, 1952.
28. *П. И. Дурнева*. Таблицы для вычисления горизонтальных проложений и превышений при работе с дальномерами ДД-3 и ДД 5. М., „Недра“ наشريёти, 1964.
29. *В. В. Егоров* ва бошқ. Составление и редактирование карт. М., Геодезиздат, 1962.
30. *Г. Г. Егоров*. Таблицы превышений, вычисляемых по горизонтальным проложениям для углов 0° до 30° . М., Геодезиздат, 1956.
31. *Г. Г. Егоров*. Таблицы превышений, вычисляемых по расстояниям измерениям дальномерам для углов наклона 0° до 30° . М., Геодезиздат, 1957
32. *П. С. Закатов*. Курс высшей геодезии. М., „Недра“ наشريёти, 1962
33. *И. В. Зубрицкий*. Теоретические основы построения геодезических сетей из четырехугольников. Тр. БСХА Т., XVIII, 1952.
34. *А. А. Изотов*. Исследования советских геодезистов по определению вида и размеров Земли, Изд. АН СССР. Сер. геог. 3 1952.
35. Инструкция о построении Государственной геодезической сети СССР. М., „Недра“ наشريёти, 1966.
36. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М., „Недра“ наشريёти, 1966
37. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000, М., Геодезиздат, 1954.
38. Инструкция по топографо-геодезическим работам для городского поселкового и промышленного строительства. СН—212—73, М., Госстройиздат, 1974.
39. *Т. Н. Кары-Ниязов*. Астрономическая школа Улугбека. М.—Л. Физматгиз, 1950.
40. *М. Д. Коншин*. Аэрофотограмметрия. М., Геодезиздат, 1967.
41. *Ф. А. Кошак*. Геодезия. М., „Недра“ наشريёти, 1969.
42. *Б. И. Косыков*. Справочное руководство по съёмке городов, М., „Недра“ наشريёти, 1968
43. *А. С. Лавриков, А. Е. Свиридов* Геодезические работы при геологических исследованиях, М., „Недра“ наشريёти, 1965.
44. *М. М. Левчук*. Курс инженерной геодезии. М., „Недра“ наشريёти. 1970.
45. *М. М. Ливанов*. Геодезия в строительстве, М., Стройиздат. 1968.
46. *А. Н. Лобанов*. Фототопография. М., „Недра“ наشريёти, 1963.
47. *А. В. Масло* ва бошқ. Геодезия Ч. I, М., „Недра“ наشريёти, 1964.
48. *Н. И. Модринский*. Геодезия. М., Гидрометиздат, 1962.
49. *Л. П. Недешева*. Таблицы для вычисления расстояний, измеренных дальномерными насалками ДНТ. ДНТ-2, ДНБ-2. М. Госгеолтехиздат, 1962.
50. *Қ. Н. Норхужаев*. Инженерлик геодезияси (камерал ва режалаш ишлари). „Ўқитувчи“ наشريёти. Т., 1963.
51. *Қ. Н. Норхужаев*. Беруний ва унинг геодезия фанига доир ишлари. „ФАН“ наشريёти, Т., 1973.
52. *Ф. Ф. Павлов, Г. Е. Мепуришвили*. Геодезия. М., „Недра“ наشريёти, 1968.
53. *Н. С. Петров*. Геодезия. М., „Недра“ наشريёти, 1966.
54. *К. Л. Проворов*. Радиогеодезия. М., „Недра“ наشريёти 1965.
55. Пятьдесят лет советской геодезии и картографии. М. „Недра“ наشريёти, 1967.
56. *А. Т. Садыков*. Бируни и его работы по астрономии и математической географии. М., АН СССР, 1953.
57. *К. А. Салишев*. Картография. М., Географиз, 1966.
58. *М. П. Сироткин*. Справочник по геодезии для строителей. М., „Недра“ наشريёти, 1963.

59. В. А. Стародубов, Я. А. Сундаков. Короткобазисная паралактическая полигонометрия, М., Гостеолтехиздат, 1963.
60. И. И. Старотин, Г. В. Яников. Основы топографии и картографии. М., Учпедгиз, 1959.
61. И. Е. Субботин, А. С. Мазницкий, Справочник строителя по инженерной геодезии Киев, Будивельник, 1972.
62. Таблицы Гаусса-Крюгера и таблицы размеров рамок и площадей трапециевидных топографических съёмок. Эллипсоид Красовского. Составлена под рук. проф. А. М. Вировец рахбарлиги остида тузилган. М., Геодезиздат, 1952.
63. Таблицы приращений координат. М., Геодезиздат, 1958.
64. Тахеометрические таблицы. М., Геодезиздат, 1951.
65. Н. И. Толстолес. Краткий справочник по инженерной геодезии. Киев, 1968.
66. Условные знаки, образцы шрифтов и сокращений для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000 и 1:100000. М., ВТУ, 1959.
67. Условные знаки топографических планов масштаба 1:10000 М., "Недра", 1969.
68. Условные знаки топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. М., "Недра", 1973.
69. Л. С. Хонев. Геодезия. М., Госбумлесиздат, 1962.
70. А. С. Чебаторев. Геодезия. Ч. I. М., Геодезиздат, 1955.
71. А. С. Чебаторев, В. Г. Селиханович, М. Н. Соколов. Геодезия. Ч. II. М., Геодезиздат, 1952.
72. А. Ф. Чижмаков. Геодезия. М., "Высшая школа" наشريёти, 1954.
73. В. И. Шиллингер ва бошқ. Нивелирование высотомером-автоматов ВА-1М, установленным на автомобиле. Ж., "Геодезия и картография", № 5, 1956.
74. П. И. Шилов. Геодезия. Т., "Ўрта ва олий мактаб" наشريёти, 1961.
75. П. И. Шилов, В. И. Федоров. Инженерная геодезия и аэрофотогеодезия. М., "Недра" наشريёти, 1971.
76. Я. А. Шувалов. Основы топографии. М., Учпедгиз, 1951.
77. А. Ф. Шавелев. Геодезия, Л., "Речной транспорт" наشريёти, 1962.
78. В. П. Шеглов. Топографо-геодезическая изученность Узбекистана. Ж., "Социалистическая наука и техника", 1935, № 8.
79. Т. Қўзибоев. Топография асослари. Т., "Ўқитувчи" наشريёти, 1965.
80. Т. Қўзибоев. Топографик карта ва у билан ишлаш. Т., "Ўрта ва олий мактаб" наشريёти, 1962.
81. Т. Қўзибоев. Техникавий нивелирлаш. Т., "Ўқитувчи" наشريёти 1972.

МУНДАРИЖА

Сўз боши 3

Биринчи бўлим. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

I б о б. Кириш

- | | |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1-§. Геодезия фани, унинг аҳамияти ва вазифалари | 5 |
| 2-§. Геодезиянинг қисқача тарихи | 9 |
| 3-§. СССР да геодезиянинг ривожланиши | 14 |

II б о б. Геодезияда қўлланиладиган координата системалари

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4-§. Умумий тушунча | 17 |
| 5-§. Ернинг шакли ва катталиги | 18 |
| 6-§. Ер сфериклигининг горизонтал ва вертикал масофаларга таъсири. Геодезияда проекциялаш методи | 21 |
| 7-§. Географик координаталар | 24 |
| 8-§. Геодезик баландлик. Ер юзидаги нуқтанинг баландлиги | 26 |
| 9-§. Фазвий тўғри бурчакли координата системаси | 27 |
| 10-§. Гаусс-Крюгернинг тўғри бурчакли координата системаси | 28 |
| 11-§. Тўғри бурчакли ясси координата ва қутбий координата | 31 |
| 12-§. Тўғри ва тескари геодезик масалалар | 33 |

III б о б Ориентирлаш

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 13-§. Ориентирлаш бурчаги. Азимут, дирекцион бурчак ва румб | 34 |
| 14-§. Меридианлар яқинлашиш бурчаги. Ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак ҳамда румб ўртасидаги муносабат | 36 |
| 15-§. Магнит стрелкасининг огиш бурчаги. Ҳақиқий азимут билан магнит азимутни орасидаги муносабат | 39 |
| 16-§. Ориентирлаш бурчаги билан горизонтал бурчак орасидаги муносабат | 41 |
| 17-§. Компас ва у билан чизик йўналишининг магнит азимутини ўлчаш | 42 |
| 18-§. Буссоль ва у билан чизик йўналишининг магнит азимутини ўлчаш | 44 |

IV б о б. План олиш ҳақида тушунча

- | | |
|------------------------------------------------------------|----|
| 19-§. План олиш турлари | 46 |
| 20-§. План олиш тартиби | 48 |
| 21-§. Жойдаги тафсилотларни планга олиш усуллари | 50 |

V б о б. Ўлчаш хатоси ҳақида тушунча

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 22-§. Ўлчашлар тури ва ўлчаш хатоси | 52 |
| 23-§. Бевосита ўлчаш натижаларининг аниқлигига баҳо бериш. Ўртача хато ва ўртача квадратик хато | 54 |
| 24-§. Чекли хато. Нисбий хато | 55 |
| 25-§. Тенг аниқликдаги бевосита ўлчаш ўртача квадратик хатоси | 56 |
| 26-§. Арифметик ўртача миқдорнинг ўртача квадратик хатоси | 59 |
| 27-§. Эҳтимолий хато ва ундан фойдаланиб ўртача квадратик хатонинг аниқлаш | 59 |
| 28-§. Тенг эмас аниқликда ўлчаш натижаларига баҳо бериш | 62 |

Иккинчи бўлим. ТОПОГ. АФИК КАРТА ВА ПЛАН

VI б о б. План ва карта ҳақида умумий тушунча. Топографик карталарнинг математик элементлари

29-§	Карта ва план	68
30-§	Карталар классификацияси. Топографик карта ва унинг элементлари	67
31-§	Топографик план ва карталар масштаби	69
32-§	Топографик карталарнинг картографик проекцияси	72
33-§	Топографик план ва карталарнинг варақларга бўлиниши ва номенклатураси	73
34-§	Топографик картанинг рамкаси, тўғри бурчакли координата тўри ҳамда рамкадан ташқарида бериладиган элементлар	80

VII б о б. Топографик карталардан географик объектларни ўрганиш

35-§	Топографик картани ўрганиш ва топографик шартли белгилар ҳақида умумий тушунча	82
36-§	Топографик карталардан рельефни ўрганиш	85
37-§	Топографик карталардан гидрография объектларини ўрганиш	92
38-§	Топографик карталардан ўсимлик ва тупроқ-грунт қопламани ўрганиш	95
39-§	Топографик карталардан аҳоли яшайдиган пунктлар ҳамда саноат, қишлоқ хўжалиги ва социал-маданий хизмат кўрсатиш объектларини ўрганиш	98
40-§	Топографик карталардан йўللарни ўрганиш	100
41-§	Топографик карталардан чегараларни ўрганиш	102
42-§	Топографик карталарда геодезик таянч пунктлари ва ориентир бўла оладиган объектларни ўрганиш	103

VIII б о б. Топографик картада ўлчаш ишлари

43-§	Топографик картадаги ўлчаш ишлари тўғрисида умумий тушунча. Карта қоғозининг деформацияси	104
44-§	Топографик картада нуқтанинг координаталарини аниқлаш	106
45-§	Топографик картада берилган чизик йўналишини ҳамда йўналишлар орасидаги бурчакни аниқлаш	108
46-§	Топографик картада масофани ўлчаш	111
47-§	Топографик картада майдон ўлчаш	113
48-§	Топографик картадаги горизонталлар ёрдамида масалалар ечиш	120
49-§	Топографик картани ориентирлаш. Жойдаги нуқтанинг ўрнини картадан топиш ва картага қараб маршрут бўйича юриш	124
50-§	Топографик картадан нусха кўчириш	125

Учинчи бўлим. Жойда ГЕОДЕЗИК ЎЛЧАШЛАР

IX б о б. Жойда бурчак ўлчаш

51-§	Жойда бурчак ўлчаш принципи. Теодолит	128
52-§	Теодолитнинг ўрнатиш қисмлари	130
53-§	Теодолитнинг иш қисмлари	133
54-§	Теодолитларнинг типлари	137
55-§	Металл лимбли техникавий теодолитлар	138
56-§	Техникавий оптик теодолитлар	139
57-§	Теодолитни текшириш	142
58-§	Теодолит билан горизонтал бурчакни ўлчаш ва ўлчаш натижаларини журналга ёзиш	145
59-§	Вертикал бурчакни ўлчаш	151

X б о б. Жойда масофани ўлчаш

60-§.	Жойда нуқталар ўрнини белгилаш ва чизик ўтказиш	153
61-§.	Масофани ўлчап усуллари	156
62-§.	Масофани бевосита ўлчаш асбоблари ва аларни текшириш	156
63-§.	Масофани пўлат лента билан ўлчаш ва ўлчаш аниқлиги	159
64-§.	Жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш. Эклиметр	162
65-§.	Масофани оптик дальномерлар билан ўлчаш	164
66-§.	Светодальномер ва радиодальномерлар	171
67-§.	Масофани бавосита ўлчаш Масофа улчашнинг паралактик методи	175

XI б о б. Жойда нуқта баландлигини ўлчаш (нивелирлаш)

68-§.	Жойда нуқта баландлигини ўлчаш (нивелирлаш) усуллари	177
69-§.	Геометрик нивелирлаш усуллари	179
70-§.	Нивелирларнинг турлари. Техникавий ва ўртача аниқликдаги нивелирлар	185
71-§.	Нивелирлашда ишлатиладиган реңкалар	194
72-§.	Нивелирлашни текшириш	197
73-§.	Геометрик нивелирлаш натижаларини текшириш	200
74-§.	Тригонометрик нивелирлаш	204
75-§.	Барометрик нивелирлаш	208
76-§.	Гидростатик нивелирлаш	217
77-§.	Механик нивелирлаш	218

Тўртинчи бўлим. ГЕОДЕЗИК ТАЯНЧ ШОХОБЧАЛАРИ

XII б о б. Давлат геодезик таянч шохобчалари. Маҳаллий шохобчалар

78-§.	Геодезик таянч шохобчаларининг турлари	220
79-§.	Жойда геодезик таянч шохобчалари нуқталари ўрнини белгилаш	221
80-§.	Геодезик таянч шохобчаларнинг барпо қилиш методлари	224
81-§.	Триангуляция, трилатерация ва полигонометрия	225
82-§.	Динамик ва космик триангуляция	230
83-§.	Давлат планли геодезик таянч шохобчалари	231
84-§.	Давлат геодезик баландлик таянч шохобчалари	235
85-§.	Маҳаллий геодезик таянч шохобчалари	238

XIII б о б. План олиш шохобчалари

86-§.	План олиш шохобчалари ҳақида умумий тўшунча	241
87-§.	Теодолит йўлини ўтказиш лойиҳасини тузиш ва жойда бажариладиган ишлар	242
88-§.	Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ва теодолит йўли нуқталарининг координаталарини аниқлаш	248
89-§.	Аналогик шохобчалар	256
90-§.	Геодезик кесиштириш усуллари	260
91-§.	Диагоналсиз тўртбурчаклар усули	263

XIV б о б. План олиш баландлик таянч шохобчалари

92-§.	План олиш баландлик таянч шохобчалари ҳақида умумий тўшунча	264
93-§.	III класс нивелирлаш	266
94-§.	IV класс нивелирлаш	272
95-§.	Техникавий нивелирлаш	275
96-§.	Нивелирлаш йўлини дарё ёки жар орқали ўтказиш	281

87-§.	Нивелирлаш йўлини баландлик таянч пунктларига боғлаш	281
88-§.	Нивелирлаш натижаларини тенглаш ва баландлик таянч пунктларининг отметкаларини аниқлаш	284
99-§.	Тахеометрик йўл	290

Бешинчи бўлим. ТОПОГРАФИК ПЛАН ОЛИШ

XV б о б. Теодолит билан план олиш

100-§.	Теодолит билан план олишнинг моҳияти	295
101-§.	Теодолит билан план олишда ишлатиладиган асбоблар	296
102-§.	Теодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар Тяфсилотларни планга олиш усуллари	299
103-§.	Теодолит билан план олишда ҳисоблаш ишлари ва план чизиш	301

XVI б о б. Тахеометрик план олиш. Майдонни нивелирлаш

104-§.	Тахеометрик план олишнинг моҳияти	307
105-§.	Тахеометрик план олишда ишлагиладиган асбоблар	307
106-§.	Тахеометрик план олишда жойда бажариладиган ишлар	312
107-§.	Тахеометрик план олишда ҳисоблаш ишлари	317
108-§.	Тахеометрик план олиш натижаларидан фойдаланиб топографик план чизиш	318
109-§.	Майдонни нивелирлаш	320

XVII б о б. Мензула билан план олиш

110-§.	Мензула билан план олишнинг моҳияти. Мензула ва кипрегель	328
111-§.	Планшетни тайёрлаш. Мензулани нуқтага ўрнатиш	334
112-§.	Мензула билан план олишдаги таянч шохобчалари. Геометрик шохобчалар	336
113-§.	Мензула йўли ва ўтиш нуқталари. Потенот масаласи	340
114-§.	Мензула билан план олишда тяфсилот ва рельефни планшетга тушириш. Планни расмийлаштириш	343
115-§.	Кўз билан чамалаб план олиш	345

XVIII б о б. Жойда стереофотограмметрик план олиш

116-§.	Жойда стереофотограмметрик план олишнинг моҳияти. Фототеодолит	346
117-§.	Суратда нуқтанинг фотограмметрик координаталарини аниқлаш	349
118-§.	Фототеодолит билан план олишда жойда бажариладиган ишлар	352
119-§.	Олинган суратларга асосланиб план тузиш	354

XIX б о б. Аэрофототопографик план олиш

120-§.	Аэрофототопографик план олишнинг моҳияти ва усуллари	355
121-§.	Жойни суратга олиш вақтида ишлатиладиган асбоблар	356
122-§.	Жойни самолётдан суратга олиш (аэрофотосъёмка)	360
123-§.	Фотолаборатория ишлари. Аэрофотосъёмка сифатини баҳолаш	364
124-§.	Аэросуратнинг ориентирлаш элементлари. Аэросурат масштаби	364
125-§.	Аэросуратларда опознакларни белгилаш ва уларнинг координаталарини геодезик усулда аниқлаш	368
126-§.	Фототриангуляция ва фотополигометрия	369
127-§.	Фотосхема ва фотоплан. Аэросуратларни трансформациялаш	374
128-§.	Аэросуратларни дишифрировка қилиш	377
129-§.	Жойнинг рельефини фотопланда тасвирлаш	379
130-§.	Стерефототопографик план олиш	380

Адабиётлар рўйхати	385
------------------------------	-----

На узбекском языке

ТУХЛИБАЙ КУЗИБАЕВ

ГЕОДЕЗИЯ

Учебник для высших учебных заведений

Издательство „Ўқитувчи“ — 1975 — Ташкент

Редактор З. Тинчерова
Техн. редактор Э. Вильданова

Балий редактор Е. Соин
Корректор М. Орифхужаева

Гаршига берилди 4/ХI-1974 й. Босишга рухсат этилди 8/Х-1975 й.
Қоғоз № 3, 60×86^{1/16} Физ. б. л. 24,5, Нашр л. 25,6, Тиражи 10000.
Р 0422.8. „Ўқитувчи“ нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шарт-
нома 14-74. Баҳоси 90 т. Муқоваси 10 т.

ЎзССР Министрлар Советининг Нашриётлар, полиграфия ва китоб
савдоси ишлари бўлими бошқармасининг Морозов номи бесмаҳонаси
Самарқанд. Кузнецкая кўчаси, 82. 1975. Зак. № 750

Типография им. Морозова областного управления по делам издатель-
ства, полиграфии и книжной торговли. Самарканд, Кузнецкая, 84.