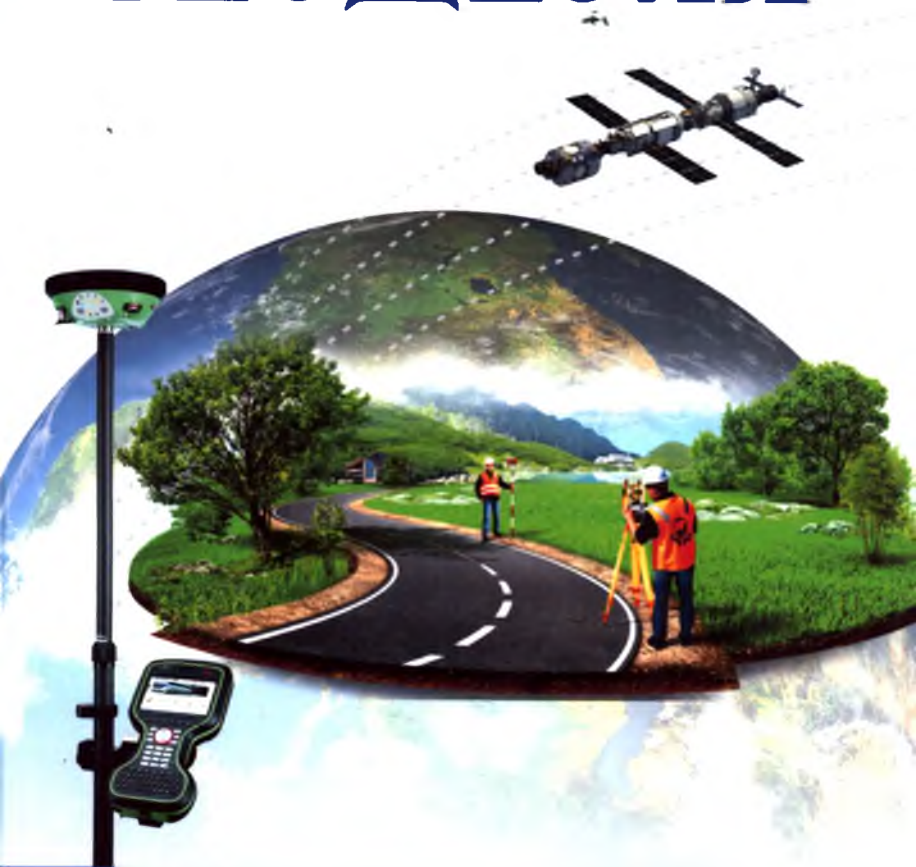


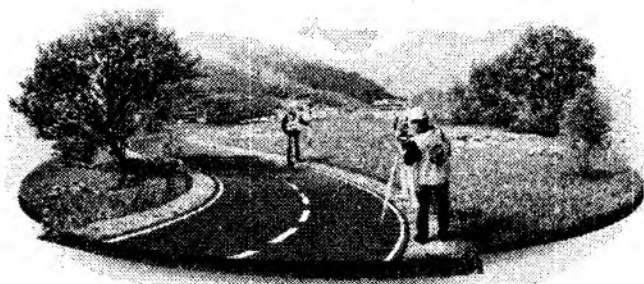
Ҳ.Мубораков З.Д.Охунов А.С.Рўзиев
Х.Ж.Ҳайитов Ғ.З.Якубов

ГЕОДЕЗИЯ



Ҳ.Мубораков З.Д.Охунов А.С.Рўзиев
Х.Ж.Ҳайитов Ғ.З.Якубов

ГЕОДЕЗИЯ



ЯНГИ АСР АВЛОДИ

ТОШКЕНТ

2021

УЎК: 528.41

КБК: 2612

М-93

Мубораков, Х. ва бошқ.

Геодезия: I ва II қисмлар / Х.Мубораков ва бошқ. Такризчилар: Исаков Э.Х. ва бошқ. – Тошкент: Янги аср авлоди, 2021. – 512 б.

ISBN 978-9943-20-809-4

Мазкур дарсликда геодезия фани, унинг вазифалари, фанга доир умумий маълумотлар, геодезик ўлчаш турлари, усуллари ва ўлчаш асбобларининг гузилиши, ўлчашларни бажариш, натижаларни математик ишлаб чиқиш, план, карта ва профилларни тузиш масалалари ишлаб чиқилган. Шунингдек, йирик масштабли топографик съёмкалар ҳамда қурилиш ишлари эҳтиёжи учун зичлаш планли ва III, IV синф нивелир тармоқларини барпо этишда аниқ геодезик ўлчашларни бажариш услуги ва натижаларини содда усулларда тенглаштириш масалалари ёритилган.

Дарслик олий ўқув юртларининг «Геодезия, картография ва кадастр» ва геодезия ва геоинформатика» таълим йўналишлари талабаларига мўлжалланган бўлиб, ундан геодезия фанини ўқийдиган бошқа таълим йўналиши талабалари ҳам фойдаланишлари мумкин.

УЎК: 528.41

КБК: 2612

ТАКРИЗЧИЛАР:

Э.Х.ИСАКОВ, СамДАҚИ «Геодезия ва картография кафедраси»
доценти, т.ф.н.

И.М.МУСАЕВ, ТИҚХММИ «Геодезия ва геоинформатика»
кафедраси доценти, т.ф.н.

ISBN 978-9943-20-809-4

© Х.Мубораков, З.Д.Охунов, А.С.Рўзиев, Х.Ж.Ҳайитов,
Ғ.З.Якубов, «Геодезия: I ва II қисм». «Янги аср авлоди», 2021.

СЎЗБОШИ

Мазкур дарслик Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети ва Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти Геодезия ва геоинформатика кафедралари профессор-ўқитувчилари томонидан «Геодезия, картография ва кадастр» ҳамда «Геодезия ва геоинформатика» таълим йўналишлари талабалари учун ишлаб чиқилган «Геодезия» фанининг намунавий дастури асосида ёзилган.

Ушбу дарслиқдан геодезия фанидан таҳсил оладиган барча йўналиш талабалари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Дарсликни ёзишда муаллифлар ўзларининг геодезия бўйича ўқув қўлланма ва дарсликларни ёзишда орттирган кўп йиллик бой тажрибалари ва қайта нашрдан чиққан китоблари материалларидан фойдаланганлар.

Шуни таъкидлаш жоизки, геодезия, картография ва кадастр бакалаврият йўналиши Ўзбекистоннинг мустақиллик йилларида, бундан 25 йилча илгари ташкил этилган бўлиб, ҳозирги кунда эса 10 га яқин олий таълим муассасаларида кадрлар тайёрлаб келинишига қарамай, ҳалигача бундай дарслик ёзиб нашр этилмаган.

Ушбу дарслик I ва II қисмлардан ташкил топган бўлиб, I қисми 1-курс талабаларига мўлжалланган, унда геодезиянинг умумий масалалари (план, карта ва масштаб, ориентирлаш ва ҳ.к.), ўлчаш асбобларининг тузилиши, жойда ўлчашларни бажариш, контурли ва топографик съёмкалар учун геодезик асос қуриш, йирик масштабли съёмкаларни бажариш, натижаларни математик ишлаб чиқиб, контурли ва топографик план ва профилларни тузишнинг назарий ва амалий масалалари батафсил кўриб чиқилган.

II қисми 2-курс талабаларига мўлжалланган ва унда йирик майдонларда бажариладиган геодезик ишлар учун таянч геодезик тармоқларни, шу жумладан, зичлаш триангуляцияси, зичлаш полигонометрияси ва геодезик кестирмалар усуллари ҳамда III ва IV синф нивелир тармоқларини ривожлантиришда қўлланадиган аниқ геодезик асбоблар тузилиши, улар билан ўлчашларни бажариш,

натижаларни содда тенглаштириш усулларида ишлаб чикиб таянч пунктлар координаталари ва баландликларини аниқлашнинг назарий ва амалий масалалари берилган. Бунда конкрет объектларда бажарилган ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, амалий машқларни ечиш батафсил тушунтирилган. Бу эса талабаларга топшириқларни мустақил бажаришда енгиллик туғдиради.

Дарсликни ёзишда қўлланилган бундай методик ёндашув 1 ва 2-курсларда талабаларнинг фан бўйича оддий геодезик ўлчашлардан аниқ ўлчашларга ўтиш, улар услубини ўзаро таққослаш ва ишларни бажариш, натижаларни ишлаб чиқиш кетма-кетлигини тўла тушуниш имконини беради.

Дарслик ЎзМУ Геодезия ва геоинформатика кафедраси профессор-ўқитувчилари томонидан тайёрланган. Бунда муаллифларнинг ҳиссаси қуйидагича: Муборақов Ҳ. – Кириш, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX боблар ва XXI бобнинг 1.1 – 1.2 бўлимлари; Охунов З.Д. – II, III, IX, X, XI боблар; Рўзиев А.С. – IV, V, VII боблар, XXI бобнинг 1.3 – 1.4 бўлимлари; Ҳайитов Х.Ж. – VI, XIII боблар; Якубов Г.З. – VIII, XII боблар.

Жараёнда ТИҚХММИ Геодезия ва геоинформатика кафедраси ўқитувчиси Х.Ж.Ҳайитов ҳам иштирок этган.

Ишларни ташкил этишда т.ф.н., проф. Ҳ.Муборақов раҳбарлик қилган.

І ҚИСМ

І БОБ

КИРИШ

1.1. Геодезия фани ва унинг вазифалари

Инсониятнинг асосий хўжалик фаолияти азалдан ер усти ва унинг фойдали қазилмаларидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлиб келган. Бу масалани изчил ва мақсадга мувофиқ ҳал этиш ер шаклини ўрганиш ва унинг сиртида ўлчашларни бажариш орқали амалга оширилади. Шундай қилиб, геодезия, Ернинг шакли ва унинг ўлчамларини аниқлаш, ер сиртида ўлчашларни бажариб унинг бўлақларини план, карта ва профилларини тузиш, турли инженерлик иншоотларини куриш ҳамда ер табиий ресурсларидан фойдаланишни геодезик ўлчашлар билан таъминлаш тўғрисидаги фандир.

*Буюк немис олими Фридрих Роберт Гельмертнинг таърифига кўра, (1880 й.) «Геодезия – (үң(geo)=ер, даиω(дезия)=бўлиш, ўлчаиш) ер юзасини ўлчайдиган ва тасвирлайдиган фандир».*¹

Геодезия фанининг вазифалари илмий ва илмий-техника бўлинади.

Бош илмий вазифаси Ернинг шакли ва ўлчамлари ҳамда унинг ташқи гравитация майдонини аниқлашдан иборат. Булардан ташқари, геодезия Ернинг структураси ва ички тузилишини, Ер қобиғини горизонтал ва вертикал деформациясини, Ер қутбларининг силжиши ва бошқаларни ўрганиш билан ҳам шуғулланади.

Геодезиянинг илмий-техник ва амалий вазифалари кўпдан-кўпдир. Умумлаштириб айтганда, улар куйидагилардан иборат:

– Ер сиртидаги алоҳида нуқталар ўрнини қабул қилинган координаталар системасида аниқлаш;

– турли мақсадлар учун турли масштаблардаги топографик план ва карталар ҳамда профилларни тузиш;

¹ Wolfgang Torge: Jurgen Muller. Geodesy. Berlin, De Gruyter, Berlin, 2001, 1 page.

– бино ва инженерлик иншоотларни лойihalаш, куриш ва фойдаланишда, Ернинг табиий бойликларидан фойдаланишда бажариладиган геодезик ўлчашларни таъминлаш;

– давлат мудофааси мақсадларини геодезик маълумотлар ва картографик материаллар билан таъминлаш.

Барча геодезик ўлчашлар махсус геодезик асбоблар ёрдамида, махсус ўлчашлар услубида бажарилади. Шу сабабли мақсадга мувофиқ геодезик асбобларни ишлаб чиқариш ва ўлчашлар услубини дастурини ишлаб чиқиш геодезиянинг муҳим илмий-техник вазифаси ҳисобланади.

Ер сиртида геодезик ўлчашларни бажариш усулларини ўрга-ниш, чунончи, жойда чизик узунлиги, бурчаклар ва баландликларни ўлчаш, ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ҳамда план, карта ва профилларни тузиш, турли муҳандислик-геодезик масалаларни ечишда уларнинг натижаларидан фойдаланиш геодезиянинг вазифалари каторига киради. Геодезик асбоблар тузилишини ва текширишларни ўрганиш, улар билан аниқ ва илмий-амалий жиҳатдан мақбул ўлчаш усулларини ишлаб чиқиш ҳам геодезиянинг муҳим вазифаларидан ҳисобланади.

Геодезик ишлар мақсади ва тавсифига кўра икки босқичда амалга оширилади:

1. Геодезик асбоб ва технологиялардан фойдаланиб дала ўлчаш ишларини бажариш

2. Ўлчаш натижаларини математик ишлаб чиқиш ва план, карталарини тузиш.

Геодезия фани бир қанча илмий-амалий фанларга бўлинади.

Геодезия ёки *топография* фани (топографик ва кадастр съёмкаларини ўз ичига олади) Ер сиртининг кичик бўлакларида бажариладиган геодезик ўлчашларни бажариш ва натижаларини математик ишлаб чиқиб, уларни план, карта ва профилларда тасвирлаш билан шуғуллианади.

Олий геодезия Ер шакли ва ўлчамларини аниқлаш, мамлакат ҳудудининг карталарини тузиш мақсадида зарур бўлган давлат геодезик тармоқларини барпо этиш учун юқори аниқ ўлчашларни бажариш, натижаларини ишлаб

чиқиб, тармоқ пунктлари координаталари ва баландликларини ягона системада ҳисоблаш, ер усти қобиғининг горизонтал ва вертикал силжишини геодезик усулларда аниқлаш билан шуғулланади. Олий геодезия фанининг вазифасига геоид сирти ва Ернинг гравитацион майдонини аниқлаш ишлари ҳам киради.

Инженерлик геодезияси – турли бино ва иншоотларни лойиҳалашда бажариладиган муҳандислик-геодезик қидирувлар, лойиҳани жойга кўчириш, конструкция ва ускуналарни лойиҳавий ўрнига ўрнатиш ва монтаж қилишда керакли геодезик ўлчашларни бажариш, бино ва иншоотлар деформациясини кузатиш ва бошқа шу каби ишлар билан шуғулланади.

Фотограмметрия – Ер сиртини учиш аппаратлари ёрдамида суратга олиш ва аэросуратларини махсус фотограмметрик усулда ишлаб чиқиб, жойнинг план ва карталарини тузишни ўрганувчи фан ҳисобланади.

Космик геодезия – Ер ва бошқа сайёраларнинг табиий ва сунъий йўлдошларини кузатиш натижалари бўйича олий геодезиянинг илмий ва амалий масалаларини ҳал этишга қаратилган фан ҳисобланади.

Картография фани карталарни лойиҳалаш, тузиш, нашр этиш усулларини ва фойдаланиш йўлларини ўрганади. Карталарни тузиш турли геодезик ва топографик материалларни умумлаштириш ва фойдаланишга асосланади.

1.2. Геодезиянинг қисқача ривожланиш тарихи

Геодезия энг қадимги фанлардан бири бўлиб, ер ўлчаш, ер майдонлари чегараларини аниқлаш, хўжалик мақсадлари учун план, карталар тузишга эҳтиёж пайдо бўлиши билан вужудга келган. Унинг тарихи эрамиздан бир неча аср илгари Қадимги Мисрда ерларни ўлчаш ва тақсимлаш, Нил дарёси ҳавзасида ерларни суғориш учун каналлар қазилганда геодезик ишларни олиб боришдан бошланган. Милoddан аввалги VII асрда Қадимги Вавилон ва Оссурияда сополдан ясалган тахтачаларда географик карталар яратилган бўлиб, унда иқтисодий характерга эга маълумотлар келтирилган эди.

Инсон кадимдан юлдузлар ва сайёраларни кузатиш орқали Ернинг шаклини аниқлаш билан шуғулланиб келган. Эратосфен милoddан аввалги III асрда Мисрда «Градусли ўлчашлар» деб ном олган ер сиртидаги ўлчашлар орқали илк бор Ер шарининг радиусини аниқлаган.

Милoddан аввалги II асрда астрономлар ва математик олимлар жойнинг географик кенглиги ва узоклиги тўғрисида тушунча киритдилар, дастлабки картографик лойихаларни ишлаб чиқдилар, хариталарда меридиан ва параллел тўрларини туширдилар, астрономик кузатишлар орқали ер сиртидаги нуқталарнинг ўзаро ўрнини аниқлашнинг дастлабки усулларини таклиф этдилар.

IX асрнинг бошида Бағдод шаҳрида ташкил этилган «Байт ул-ҳикма» илмий марказ олимлари томонидан Мосул шаҳри яқинида «градус ўлчаш усули»да ўлчашлар бажарилиб, Ер шарининг радиуси аниқланган.

Ўрта Осиёлик машхур олим Абу Райҳон Беруний ўз фаолияти давомида 150 та илмий асар ёзган бўлиб, шулардан 40 тасини геодезия фанига бағишлаган. У томонидан 1023 йилда Ернинг ўлчамларини аниқлашга оид изланишлар олиб борилиб, Ер радиуси 6339,6 км га тенг экани эътироф этилган.

Геодезиянинг замонавий ривожланиши XVII асрнинг бошига тўғри келди. Галилей томонидан кўриш трубасининг ихтиро этилиши, тригонометрия ва аналитик геометрия ҳисоблашларининг жорий этилиши туфайли ер сиртида ўлчашларни бажариш ва тасвирлаш усуллари анча такомиллашди. 1615 – 1617 йилларда геодезиянинг ривожланишига катта ҳисса қўшган голландиялик олим Снеллиус триангуляция усулини ишлаб чиққан. Ушбу усул ҳанузгача топографик съёмкалар учун таянч нуқталар ўрнини аниқлашнинг асосий усулларида бири ҳисобланади. Бундан ташқари, бурчак ўлчаш асбоби бўлмиш теодолитнинг ихтиро этилиши ва унинг кўриш трубасининг иплар тўри билан таъминланиши триангуляцияда бурчакларни ўлчаш аниқлигини оширишга имкон яратди.

XVII асрнинг иккинчи ярмида машхур олим Ньютон томонидан Бутун олам тортишиш қонунининг кашф этилиши

Ер шар шаклида эмас, балки қутблардан сиқилган эллипсоид шаклига эгаллиги ғоясининг пайдо бўлишига сабаб бўлди. Шундан кейинги йилларда амалга оширилган бир қанча илмий-тадқиқот ишларида Ер шаклининг ҳақиқатан ҳам эллипсоидга яқин эканлиги аниқланди ва унинг ўлчамлари ҳисоблаб топилди.

XIX аср давомида бир қатор олимлар томонидан Ер эллипсоиди ўлчамларини аниқлашга доир илмий-тадқиқот ишлари олиб борилди ва унинг параметрлари эълон қилинди. Ушбу асосий муаммони ижобий ҳал қилиш мақсадида 1864 йилда Европада, сўнгра жаҳон миқёсида Ернинг ўлчамларини аниқлаш бўйича халқаро комиссия тузилди. Кейинчалик бу комиссия Халқаро геодезия ва геофизика иттифоқига айланди.

Россиялик олимлар Ф.Н.Красовский, А.А.Изотов, А.С.Чеботарев, М.С.Молоденский ва бошқалар геодезик тадқиқотлар ва назарий ишларни кенг қўламда олиб бориб, геодезиянинг ривожланишига катта ҳисса қўшдилар. Жумладан, 1940 йилда Ф.Н.Красовский раҳбарлигида собиқ иттифоқ давлати ҳудудида Ернинг ўлчамларини аниқлашга доир катта ҳудудда илмий тадқиқот ишлари олиб борилиб, ер эллипсоидининг янги ўлчамлари аниқланди. Айтиш жоизки, кўпгина давлатларда (жумладан, Ўзбекистонда) ханузгача ушбу ўлчамлардан фойдаланиб келинмоқда.

XX асрда илм-фаннинг тараққиёти негизда геодезия фани ҳам ривожланиб, қатор ютуқларга эришди:

– Гринвич меридиани геодезик ўлчашлар боши қабул қилинди (1950 йил) ва симсиз технология ва кварцли соатлар асосида глобал вақт системаси киритилди.

– Масофани электрон ўлчаш технологияси вужудга келиши сабабли чизиқларни ўлчашлар аниқлиги бир неча мартаба ошди.

– Теодолит асбобининг янада такомиллаштирилиши дастлаб оптик, кейинчалик электрон-оптик асбобларнинг вужудга келишига ва ўлчашлар аниқлиги ошишига сабаб бўлди.

– 1960 йилдан сунъий йўлдошларнинг кенг татбиқ этилиши космик геодезиясини ривожланишига, ўз навбатида, ўлчашларни китъалараро бажаришга имкон берди.

– Глобал навигацияли сунъий йўлдош тизимини яратиш глобал позицирлаш GPS ва ГЛОНАСС системалари орқали аниқ геодезик ўлчашлар асосида ер нуқталари координаталарини аниқлашни тез ва ҳар қандай шароитда бажариш имконини туғдирди.

Бугунги кунда геодезия, картография ва кадастр ишларини юқори илмий-амалий савияда амалга ошириш ва янги техника ва технология негизида янада ривожлантириш бўйича Ўзбекистон Республикасининг Солиқ қўмитаси қошидаги кадастр агентлиги шуғулланади.

1.3. Геодезиянинг бошқа фанлар билан алоқаси ва унинг халқ хўжалигидаги аҳамияти

Геодезия фани ўз вазифасини амалга оширишда бир қанча фанлар билан ўзаро узвий алоқада бўлади.

Математика фани назариясига асосланиб, геодезик ўлчашларни тўғри ташкил қилиш ва бажаришни илмий асосланган дастури ишлаб чиқилади ва зарур қийматлар билан ўлчашлар натижаси орасидаги боғланиш ўрнатилади (масалан, чизиклар узунлиги ва унинг дирекцион бурчак қийматлари орқали ер сиртида олинган нуқта координаталари боғланиши). Математика қонуниятлари асосида ўлчаш натижалари ишлаб чиқилиб, зарурий ва ишончли қийматларни олиш имкони яратилади.

Физика фанидан маълумотлар, айниқса, унинг оптика, электроника ва радиотехника бўлимлари бўйича, геодезик ўлчаш асбобларини ишлаб чиқишда ва улардан тўғри фойдаланишда зарур бўлади.

Астрономия фанидан маълумотлар ер сиртидаги нуқталар координаталарини коинот юлдузларини астрономик кузатишлар орқали аниқлашда керак бўлади. Аксинча, геодезик усулда аниқланган Ер диаметрининг қиймати астрономияда Қуёш системаси ёриткичлари орасидаги

масофаларни аниқлашда узунликнинг ўлчов бирлиги сифатида фойдаланилади.

Геология хозирги замон илмий тадқиқотлар йўналишларидан бири бўлиб, Ернинг ички тузилиши ва унинг сиртида ва остида рўй бераётган жараёнларни ўрганиш соҳаси ҳисобланади. Бунда геодезик методлар бундай жараёнларнинг сунъий тавсифларини, яъни ер қобигини горизонтал ва вертикал тектоник ҳаракатлари, денгиз ва океанлар соҳили чизиқлари сурилиши ва бошқаларни аниқлаш имконини беради.

Маълумки, инсоннинг асосий хўжалик фаолияти ер усти ва ер ости қазилма бойликларидан оқилона фойдаланиш билан бевосита боғлиқдир. Бу ва бошқа масалаларни илмий, мақсадга мувофиқ ва қатъий асосда босқичма-босқич амалга ошириш учун, даставвал, ер юзасида маълум топографик-геодезик ва картографик тадқиқот ишлари бажарилади.

План, карта ва профиллар геодезик ишларнинг асосий маҳсулоти бўлиб, улардан халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг фойдаланилади. Улар кишлок ва шаҳарларнинг бош планларини тузиш, иншоотларни кидирув, лойиҳалашда ниҳоятда зарурдир.

Бино ва иншоотларларни қуриш жараёнида геодезик усуллар ёрдамида уларнинг конструкцияларини лойиҳавий ўрнига ўрнатиш, деворлар ва устунлар вертикаллиги ва горизонталлигини назорат қилиш ҳамда инженерлик иншоотларидан фойдаланиш жараёнида улар деформациясини кузатиш амалга оширилади.

Транспорт инфратузилмаси бўлиши, автомобиль ва темир йўллар, кўприклар, туннеллар ва аэродромларни лойиҳалаш ва қуришни геодезик ишларсиз тасаввур қилиб бўлмайди.

Кишлоқ хўжалигида картографик материаллар жуда катта аҳамиятга эга. Улардан ер тузиш ва унинг кадастри мақсадларида ердан оқилона фойдаланиш масалаларини таъминлашда кенг фойдаланилади. Суғориш ва зах қочириш тармоқларини жойлаштиришда план ва карталар асос бўлиб хизмат қилади.

Биринчи маротаба Ернинг сунъий йўлдоши учирилиши геодезиянинг янада ривожланишида янги эрани очиб берди. Ернинг сунъий йўлдошларини кузатиш Ер шакли ва унинг ўлчамларини янада аниқроқ ҳисоблаш имконини яратди. Ҳозирги замонда глобал навигация сунъий йўлдош GPS ва ГЛОНАСС системаларидан фойдаланиб, ер сиртидаги нуқталар координатларини тез ва юқори аниқликда топиш имкони яратилди. Радиоэлектрон, лазер ва сканер асбоб ва системаларни қўллаш геодезик ўлчашларни тез ва юқори аниқликда бажариш имконини беради.

Юқори аниқликдаги геодезик маълумотлар ва картографик материаллар мамлакат мудофааси учун ҳам жуда зарурдир.

1.4. Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматининг ташкилий шакллари

Ўзбекистон Республикасида «Геодезия ва картография» қонуни қабул қилинган бўлиб, барча геодезик-картографик ишлар ушбу қонун талаблари доирасида олиб борилади. Ҳозирги пайтда геодезия ва картография хизмати Республика Давлат солиқ қўмитасининг Кадастр агентлиги таркибида бўлиб, асосий вазифалари қилиб қуйидагилар белгиланган:

– бутун давлат ҳудудида ягона ва аниқ геодезик тармоқларни ривожлантириш ва давлат аҳамиятидаги карталаштириш ишларини олиб бориш; ишлар таркиби ва аниқлиги мамлакат халқ хўжалиги соҳалари ва мудофаасини таъминлаш талабларини ҳисобга олиб белгиланади;

– турли планлар, карталар ва атласларни тузиш ҳамда нашрдан чиқариш;

– турли вазирликлар, ташкилотлар ва корхоналар томонидан ўз эҳтиёжлари учун бажарадиган геодезик ва топографик ишларни мувофиқлаштириш ва улар устидан давлат назоратини олиб бориш; Кадастр агентлиги тизимида етакчи геодезик корхоналар бўлиб, улар Республика аэрогеодезия маркази ва Самарқанд аэрогеодезия корхоналаридир.

Давлат картография-геодезия фонди – геодезик ва картографик ишлар натижаларини (геодезик пунктлар координаталари, баландликлари, турли масштабдаги топографик карталар) жамлаш ва сақлаш ҳамда ҳозирги кун технологиялари асосида геодезик-картографик маълумотлар базасини шакллантирадиган ташкилот.

Давлат геодезия назорати – геодезия ва топографик ишларни бажаришни қонун талаблари асосида ташкил қилинишини, бажарилган ишлар сифати ва уларни техник талабларга жавоб бериш нуқтаи назардан назорат олиб борувчи ташкилот.

Республикамиздаги саноат ва фуқаро, автомобиль ва темир йўл, турли гидротехник иншоотларни лойиҳалаш, лойиҳани жойга кўчириш ва қурилишни геодезик таъминлаш бўйича етакчи қурилиш вазирлигига қарашли «ЎЗГАШКЛИТИ» давлат унитар корхонаси ҳисобланади.

Назорат саволлари:

1. *Геодезия фани ва унинг вазифалари нимадан иборат?*

2. *«Геодезия» сўзи қандай маънони билдиради?*

3. *Геодезия қайси фанлар билан узвий алоқада ҳисобланади?*

4. *Буюк алломаларимиздан ким геодезия фанига катта ҳисса қўнган?*

5. *Геодезик ишлар мақсади ва тавсифига кўра неча босқичда амалга оширилади?*

6. *Геодезиянинг қисқатча ривожланиш тарихи деганда нимани тушунасиз?*

7. *Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматининг вазифаси нималардан иборат?*

ЕРНИНГ УМУМИЙ ШАКЛИ ВА ЕР СИРТИДАГИ НУҚТАЛАР ҲАҚИДАГИ АНИҚЛАШ

2.1. Ернинг умумий шакли ва ўлчамлари ҳақида маълумот

Геодезик масалаларни ечишда Ернинг шакли ва ўлчамларини билиш керак бўлади. Қадимдан олимларни ўзлари яшаётган сайёра – Ернинг шакли ва ўлчамларини аниқлаш ва билиш қизиқтириб келган.

Ер шакли назариясининг ривожланишига Гюйгенс, Кассини, Макларен, Делаамбр, Лагранж, Лаплас, Лежандр, Бессель, Кларк, Листинг, Гельмерт, Хейфорд, Красовский ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар.

Маълумки, Ер сиртини текисликда аниқ тасвирлаш унинг ўлчамларини аниқ ҳисоблаб топишга боғлиқдир. Ернинг табиий юзаси, яъни топографик сирти паст-баландлик, текислик ва тоғликлардан иборат бўлиб, у ўзига хос мураккаб шаклга эга.

Ер шаклини математик нуқтаи назардан ҳисоблашларда оддий геометрик шакл – шар деб қабул қилиш мумкин. Ер сиртини ифодаловчи бундай шаклдан кўпинча астрономик ва навигацияли ҳисоблашларда фойдаланилади. Шар Ернинг ҳақиқий шаклига яқин бўлиб, бир қатор масалаларни ечишда қўлланса ҳам қитъалар ва океанларни қамраб оладиган катта масофаларни аниқ ўлчаш билан боғлиқ геодезик масалаларни ечишнинг имкони бўлмайди.

Таъкидлаш жоизки, биринчи яқинлашишда Ер шаклини шар деб, унинг радиусини 6371,3 км тарзида қабул қилиш мумкин.

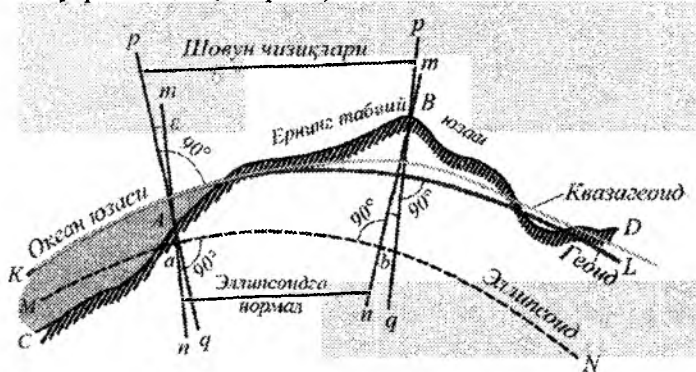
Геодезияда Ернинг бошланғич сатҳий юзаси *геоид* деб қабул қилинган. Тинч ҳолатдаги океан ва денгиз сувлари сатҳининг фикран қитъалар остидан шовун чизигига перпендикуляр қилиб давом эттиришдан ҳосил бўлган шакл *геоид* деб аталади.

Геоид шакли мураккаб бўлганлиги туфайли уни математик формула орқали ифодалашнинг имкони йўқ.

Аниқ ўлчашлар ва съёмкаларни бажариш учун зарурий сирт сифатида геоид шаклига яқин бўлган бошқа математик шакл – *эллипсоид* қабул қилинган. Бундай геометрик шакл Ернинг ўз ўқи атрофида бир хил тезликда айланишидан кутбларида сиқилиши ва экваторда эса кенгайиши натижасида ҳосил бўлганлиги туфайли у *айланма эллипсоид* деб номланади.

2.1-расмда Ернинг табиий юзаси $CABD$, геоид KL ҳамда эллипсоид MN кесимлари келтирилган. Геоид юзаси бир текис бўлмай, Ернинг ички зичлиги унинг турли қисмларида турлича бўлиши сабабли тўлқинсимон кўринишда бўлади. A ва B нукталарда эллипсоид сиртига *нормал tn* билан *шовун чизиқ pq* орасидаги ϵ бурчаги *шовун чизиғининг оғиши* дейилади. Бу бурчак қиймати ўртача 3 – 4 секунд, баъзи жойларда бир дақиқагача қийматни ташкил қилади.

Геоид шаклини куруқликда ўрганиш учун М.С.Молоденский томонидан қўшимча сирт – *квазигеоид* деб номланган сирт киритилган. Бу сирт ер устининг астрономик-геодезик ва гравиметрик ўлчашлари мажмуасини бажариб аниқланади. Квазигеоид геоид сиртидан текис жойларда 2–4 см ва тоғли жойларда 2 метргача фарқ қилади. Денгиз ва океанларда бу ҳар иккала сирт тўла бир-бири билан тўғри келади (2.1-расм).



2.1-расм.

Кўпгина тадқиқот ишлари натижасига кўра, геоид юзасига эллипсоид юзаси яқинроқ келиши аниқланган. Буни

текшириш учун турли олимлар меридиан ёйининг бир бўлагини ўлчаб, Ер шар шаклида бўлмай, балки қутблари бўйича сиқилган эллипсоид шаклига ўхшаш эканини аниқлаганлар. Меридианнинг қутбга яқин бўлган бир градус ёйининг узунлиги 111,6 км, экватор яқинида эса 110,6 км эканлиги аниқланган.

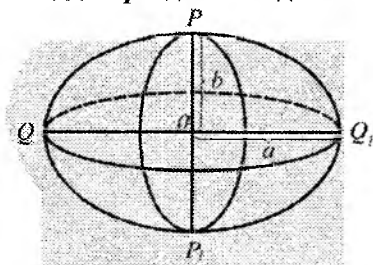
Геоид ўрнига қабул қилинган айланма эллипсоид ўзининг кичик ўқи PP_1 (қутбий ўқ) атрофида айланишидан ҳосил бўладиган геометрик шакл ҳисобланади ва у қуйидаги параметрлар билан аниқланади (2.2-расм):

a – катта ярим ўқ (экваториал радиус);

b – кичик ярим ўқ (қутбий радиус);

$\alpha = \frac{a-b}{a}$ – геометрик (қутбий) сиқилиш.

Амалда ер эллипсоидини Ернинг танасида ориентирлаш керак бўлади. Шартга кўра, ориентирлаш шундай амалга оширилиши лозимки, бунда астрономик ва геодезик координаталарнинг фарқи минимал бўлсин. Бунинг учун референц-эллипсоиддан фойдаланилади.



2.2-расм.

Референц-эллипсоид – ўлчамлари аниқланган ва ер сиртида маълум ҳолатда ориентирланган (жойлаштирилган) эллипсоиддир. Бошқача қилиб айтганда, бундай эллипсоиднинг сирти геоид сирти билан фақат Ернинг қайсидир бир нуқтасида ўзаро туташтириб шундай ориентирланадиги, натижада референц-эллипсоиднинг сирти алоҳида давлат ёки бир қанча давлатларнинг ҳудудларида геоид сиртга энг яқин жойлашади.

Одатда референц-эллипсоидлар мамлакат ҳудудида ягона координаталар системасини жорий этиш ва геодезик ўлчашларни ишлаб чиқиш учун қонун билан ўрнатилган

тартибда қабул қилинади. Бугунги кунда Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлиги (МДҲ) мамлакатларида, жумладан, Ўзбекистонда Красовский референц-эллипсоиди қабул қилинган. 2.1-жадвалда турли давлатлар учун ҳисоблаб чиқилган референц-эллипсоидлар ва уларнинг параметрлари келтирилган.

Ер танасида ориентирланган ҳар қандай референц-эллипсоид қуйидаги талабларни қаноатлантириши лозим:

– эллипсоиднинг кичик ярим ўқи Ернинг айланиш ўқига параллел бўлиши;

– берилган ҳудудда эллипсоиднинг сирти имкон борича геоид сиртига яқин жойлашиши керак.

Референц-эллипсоидлар ва уларнинг параметрлари

2.1-жадвал

Т/р	Референц-эллипсоидлар	Йил	Мамлакатлар	a, м	a
1.	Деламбр	1810	Франция	6 376 985	308,6 465
2.	Эверест	1830	Ҳиндистон, Покистон, Непал, Шри-Ланка	6 377 276	300,8 02
3.	Бессель	1841	Германия, Россия (1942 йилгача)	6 377 397	299,1 52
4.	Кларк	1866	АҚШ, Канада, Лотин ва Марказий Америка	6 378 206	294,9 78
5.	Хейфорд	1910	Европа, Осиё, Жанубий Америка	6 378 388	297,0
6.	Красовский	1940	Россия, МДҲ давлатлари, Шарқий Европа	6 378 245	298.3

Референц-эллипсоидни Ер танасида жойлаштириб ориентирлаш учун геодезик тармоқ бошланғич пунктининг геодезик координаталари B_0 , L_0 баландлиги H_0 ва қўшни пунктга қараб бошланғич азимутини A_0 аниқлаган бўлиши керак. Ушбу қийматларнинг мажмуаси *бошланғич геодезик қийматлар* деб аталади.

Геодезиянинг глобал масалалари учун *умумер эллипсоиди* идеал асос бўлиб хизмат қилса, ер қобиғининг горизонтал ва вертикал ҳаракатларини ўлчаш ва шунга ўхшаш бошқа масалаларни ҳал этишда маҳаллий эллипсоидлар (референц-эллипсоидлар) энг мақбул ҳисобланади. Чунки ер сиртида бажарилган ўлчашларни математик ишлаб чиқиш учун ушбу сирт маҳаллий эллипсоиднинг эгри сиртига тўғри келиши керак. Акс ҳолда, катта четланишлар юз бериши мумкин.

Айтиш жоизки, илгари умумер эллипсоидининг параметрлари анъанавий ер усти ўлчашлари билан ўрганилган бўлса, ҳозирги кунда сунъий йўлдош ўлчашлари орқали Ернинг шакли ва ўлчамлари аниқланиб, ўрнатилган параметрларга аниқлик киритилди.

Умумер эллипсоиди Ернинг шакли ва ўлчамларини мумкин қадар аниқроқ тасвирлаш учун унинг параметрлари a ва α қуйидагиларни қаноатлантирган ҳолда аниқланиши лозим:

- кичик ярим ўқ Ернинг айланиш ўқига тўғри келиши;
- эллипсоид маркази Ер оғирлик марказига тўғри келиши;
- эллипсоид ҳажми геоид ҳажмига тенг бўлиши;
- эллипсоид сиртидан геоиднинг баландлиги (баландликлар аномалияси) кичик квадратлар шартига бўйсунуши керак, яъни

$$\sum_{n=1}^{\infty} h_i^2 = \min.$$

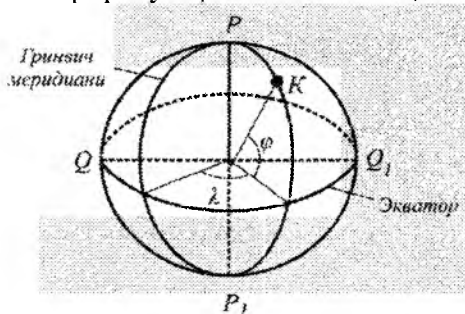
Умумер эллипсоидини Ер танасига ориентирлашда референц-эллипсоидга ўхшаш геодезик бошланғич қийматларни киритиш шарт эмас.

2.2. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системалари

Ер юзасидаги нуқталар ўрнини аниқлаш учун координаталар системаларидан фойдаланилади. Геодезияда

географик, геодезик ва ясси тўғри бурчакли координаталар системалари қўлланади.

Географик координаталар системасида Ер шар деб қабул қилиниб, унинг сиртидаги нуқта ўрни географик кенглик φ ва географик узоклик λ билан аниқланади.



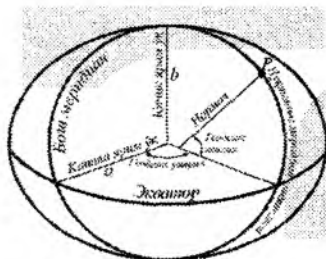
2.3-расм.

2.3-расмда кўрсатилганидек, K нуқтасининг ўрнини ифодаловчи географик кенглик экватор текислиги билан ушбу нуқта орқали ўтувчи шовун (оғирлик кучи вектори) чизиги орасидаги бурчак билан аниқланади. Бунда географик узоклик Гринвич (бош) меридиан текислиги ва K нуқтаси орқали ўтувчи меридиан текислиги орасидаги бурчак бўлади. Иккала меридиан текисликлари Ер айланиш ўқи билан кесишади.

Географик кенглик шимолий ва жанубий бўлиб, 0° дан 90° гача қийматларга эга бўлади. Узоклик эса шарқий ва ғарбий бўлиб, Гринвич меридианидан шарққа ва ғарбга 0° дан 180° гача ўлчанади.

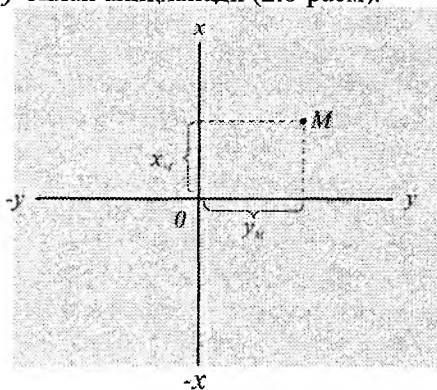
Геодезик координаталар системаси. Геодезик координаталар системасида эллипсоид сиртидаги нуқтанинг ўрни унинг геодезик кенглиги B ва геодезик узоклиги L билан аниқланади.

M нуқтасининг геодезик кенглиги B шу нуқтадан ўтувчи нормал чизик билан экватор текислиги орасидаги бурчак, геодезик узоклик L эса шу нуқтадан ўтган геодезик меридиан текислиги билан бош (Гринвич) меридиан текислиги орасидаги икки ёқли бурчак билан аниқланади (2.4-расм).



2.5-расм.

Тўғри бурчакли координаталар системаси. Ушбу системада текисликда олинган нуқта ўрни унинг абсциссаси x ва ординатаси y билан аниқланади (2.6-расм).



2.6-расм.

Геодезияда қабул қилинган тўғри бурчакли координаталар системаси математикада қабул қилинган тўғри бурчакли координаталар системасига нисбатан 90° га бурилган бўлиб, x ва y ўқларининг кесишган нуқтаси 0 координаталар боши деб олинади (2.6-расм).

Бу системада меридиан йўналиши абсцисса ўқи деб қабул қилиниб, x қиймати бош нуқтадан шимолга мусбат, жанубга манфий ишорада олинади; ордината ўқи абсцисса ўқиға перпендикуляр олиниб, y қийматлари бош нуқтадан шарққа мусбат, гарбга манфий ишора билан олинади. 2.6-расмда M нуқтасининг ўрни x_M ва y_M билан аниқланади.

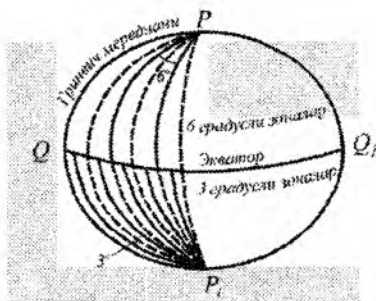
Геодезияда тўғри бурчакли координаталар системасининг чораклари меридиан чизигининг шимол учидан бошлаб соат милининг йўли бўйича рақамланади. Берилган нуқтанинг қайси чоракда жойлашгани координаталар ишораси билан аниқланади.

Кичик майдонларда бажариладиган съёмкаларда системанинг боши хусусий ёки шартли олинishi мумкин.

2.3. Гаусс-Крюгер ясси тўғри бурчакли координаталар системаси ҳақида тушунча

Ер сирти катта бўлаklarини текисликда (қоғозда) тасвирлаш учун махсус проекциялар қўлланадики, улар ёрдамида ер нуқталари ўрни текисликка махсус математик коидаларга таяниб кўчирилади. Шунда текислигдаги нуқталар ўрнини соддарок бўлган ясси тўғри бурчакли координаталар x ва y билан аниқлаш мумкин.

Гаусс-Крюгернинг тенг бурчакли кўндаланг цилиндрик проекциясини қўллашда ер эллипсоиди сирти меридианлар билан зоналарга бўлинади (2.7-расм). Зоналар Гринвич меридианидан бошлаб узоклик бўйича 6° дан, йирик масштабли карталар учун 3° дан ўтган меридианлар билан чегараланади.



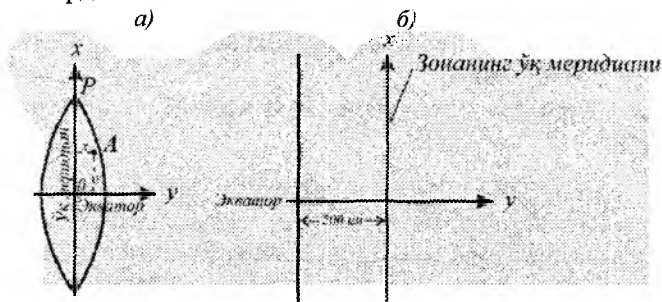
2.7-расм.

Ҳар бир зонанинг ўртасидан ўтувчи меридиан **зонанинг ўқ меридиани** дейилади (2.7-расмда узук чизиклар билан кўрсатилган).

Эллипсоиднинг ҳар бир зонаси текисликка алоҳида конформ қилиб проекцияланади.

Зонанинг ўқ меридиани текисликда тўғри чизик бўлиб тасвирланади ва уни абсцисса ўқи деб, унга перпендикуляр қилиб ўтказилган ва экватор текислигида ётган чизик эса ордината ўқи, деб қабул қилинади (2.8-а расм).

Бу ўқларнинг ўзаро кесишган нуқтаси O координаталар системасининг бош нуқтаси деб олинади. Ҳар бир зона ўзининг координата системасига эга.



2.8-расм.

Ушбу системада берилган нуқта координаталари бўйича қайси зонада жойлашишини билиш учун унинг ордината қиймати олдига зона рақами ёзиб қўйилади. Масалан, $y = 7375252$ м бўлса, бу ердаги 7 рақами зона рақами, 7375252 м эса нуқта ординатасидир.

Шимолий яримшарда жойлашган ҳудудлар учун ҳамма абсциссалар мусбат. Ўқ меридиандан шарқ томондаги нуқталар ординаталари мусбат, ғарб томондагилари манфий бўлади.

Манфий ишорали ординаталарни мусбат ишорада ифодалаш учун улар қийматига 500 км қўшиб ёзилади, яъни ўқ меридиан шартли равишда 500 км ғарбга сурилади (2.8-б расм). Шунда юқорида берилган $y = 7375252$ м дан ордината ҳақиқий қиймати $375252 - 500000 = -124748$ м бўлади.

Гаусс-Крюгернинг конформ проекциясида текисликка проекцияланган бурчак хатосиз, чизик узунлиги ва майдон эса хатолик билан тасвирланади. Текисликда тасвирланадиган чизик узунлигига киритиладиган тузатма ΔS , агарда S узунликка эга чизик учлари координаталари x_1 ,

x_2 ва y_1, y_2 бўлса қуйидаги формулалардан ҳисобланиши мумкин:

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

Шунда чизикнинг текисликдаги узунлиги қуйидагига тенг

$$S_0 = S + \Delta S,$$

бу ерда S_0 ва S – текисликда ва эллипс сиртида олинган чизик узунлиги,

y_m – берилган чизик ўрта нуқтасининг ординатаси, $y_m = \frac{(y_1 + y_2)}{2}$,

R – Ернинг ўртача эгрилик радиуси.

Гаусснинг текисликдаги проекциясида чизик узунлиги ва шакл майдони ҳар доим эллипсдаги чизик узунлиги ва майдонидан катта бўлади. Хатолик чизик ёки шакл ўрта нуқтасининг ордината қийматига боғлиқ бўлиб, у ўқ меридиандан узоқлашган сари ошиб боради.

Масалан, чизик олти градусли зонанинг четида жойлашган бўлса, узунлигининг ўзгариши ($S_0 - S$) чизик қийматининг 1:1500 ҳиссасига тенг.

2.4. Геодезияда қўлланиладиган баландликлар системалари

Нуқта баландлиги унинг фазодаги ўрнини аниқловчи координаталарнинг учинчи қиймати ҳисобланади.

Геодезияда ер сиртидаги нуқталар баландлигини аниқлаш учун бошланғич сирт сифатида асосий сатҳий юза, яъни *геоид* юзаси қабул қилинган. Ушбу сатҳий юзага нисбатан геодезик ўлчашлар орқали ер сиртидаги нуқталар баландлиги аниқланади.

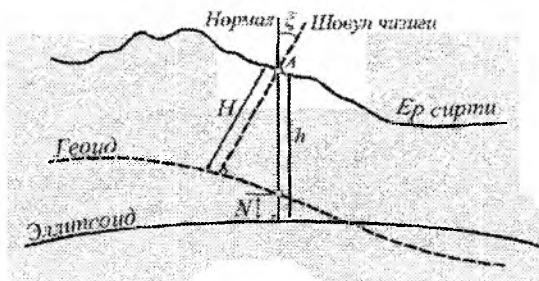
Кўпинча амалий геодезик ишларда ер сиртидаги нуқталар баландлигини аниқлашда мутлақ, шартли ва нисбий баландликлар системалари қўлланилади.

Глобал навигацияли сунъий йўлдош GPS ва ГЛОНАСС системаларида нуқталарнинг фазовий ўрни X, Y ва Z билан аниқланади ва фойдаланиш учун улар маҳаллий системага

қайта ҳисобланади. Бунда қуйидаги 2.9-расмда берилган ортометрик ва эллипсоидал баландликлар системаларидан фойдаланилади³.

Барча амалий геодезик ишларда ер сирти нуқталари баландлиги нормал баландликлар системасида, яъни квазигеоид сиртига нисбатан аниқланади.

Умумер эллипсоиди ёки референц-эллипсоиддан квазигеоиднинг баландлиги Ернинг гравитацион майдони моделларига мувофиқ ҳисобланади.



2.9-расм.

Умумер эллипсоиди ва Красовский референц-эллипсоид сиртидан квазигеоиднинг баландлиги тўғрисидаги маълумотлар тегишли карта-схемалар кўринишида тасвирланади. Нисбатан текис жойларда квазигеоид баландликларини аниқлаш хатолиги, улар орасидаги масофа бир неча ўн километрни ташкил қилганида бир неча сантиметрдан ошмайди. Топографик план ва карталарда ер сирти нуқталарининг нормал баландликлари берилади.

Нуқтанинг мутлақ баландлиги H бошланғич деб қабул қилинган асосий сатҳий юзадан ернинг физик сиртидаги нуқтагача бўлган вертикал масофага айтилади.

Нуқтанинг шартли баландлиги $H_{ш}$ деб шартли равишда қабул қилинган сатҳий сиртдан ернинг физик сиртидаги нуқтагача бўлган вертикал масофага айтилади.

Нисбий баландлик h деб олинган иккита нуқталар баландлиги фарқига айтилади ёки бир нуқтанинг иккинчи

³ W. Schofield M. Breach. Engineering Surveying. Oxford, Elsevier, 2007, 292–293–pages.

нуктага нисбатан бўлган паст-баландлигига **нисбий баландлик** дейилади.

Баъзан нукталар баландлигини ҳисоблашда бошланғич сатҳга боғланиш имкони бўлмаса, жойда бирон-бир нукта баландлиги ихтиёрий қабул қилиниб, бошқа нукталарнинг баландлиги унга нисбатан аниқланса, **шартли баландлик** дейилади.



2.10-расм.

МДҲ давлатларида асосий сатҳий юза учун Болтик денгизи сувининг кўп йиллик ўртача сатҳи қабул қилинган бўлиб, бу давлатлар ҳудудларида жумладан, Ўзбекистонда ер нукталари мутлақ баландликлари 1977 йилда қабул қилинган Болтик баландликлар системасида, Кронштадт футштокининг нолига нисбатан ҳисоблаб келинади (2.10-расм).

2.5. Чизикларни ориентирлаш

Жойда берилган чизик йўналишини унинг бошланғич нуктасидан ўтувчи меридианга нисбатан аниқлашга **ориентирлаш** деб айтилади. Чизикнинг ихтиёрий нуктасидан ўтган меридиан билан шу чизик орасида ҳосил бўлган бурчакка **ориентирлаш бурчаги** деб айтилади.

Ориентирлашда ҳақиқий, ўқий ва магнит меридианларидан фойдаланилади.

Ҳақиқий меридиан деб – Ер шари сиртини, унинг айланиш ўқи ва берилган нукта шовун чизиги орқали ўтувчи

текислик билан кесишишидан ҳосил бўладиган, фараз қилинадиган чизиққа айтилади.

Жойда ҳақиқий меридиан йўналишини аниқлаш мураккаб масала бўлиб, у астрономик кузатишлар ёрдамида бажарилади.

Чизиқларни ориентирлаш учун азимут, дирекцион бурчак ва магнит азимут деб аталувчи горизонтал бурчаклар фойдаланилади.

Азимут деб, меридианнинг шимолий учидан бошлаб соат мили йўли бўйича берилган чизиқчага ўлчанган горизонтал бурчакка айтилади. Азимут бурчаги A билан белгиланиб, 0° дан 360° гача ўлчанади.

Агарда азимут ҳақиқий (географик) меридиандан ҳисобланган бўлса, **ҳақиқий азимут** дейилади.

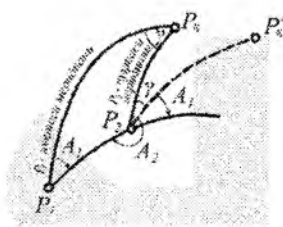
Чизикнинг тўғри йўналиши азимути – **тўғри азимут**, тескари йўналиш азимути – **тескари азимут** дейилади.

P_1P_2 чизигининг тўғри азимути A_1 ва тескари азимути A_2 бўлади (2.11-расм).

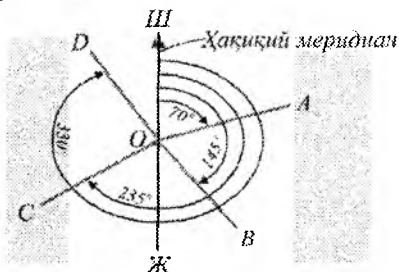
Берилган чизиқ иккита нуқтасидан ўтган меридианлар параллел эмаслик бурчагига меридианларнинг яқинлашиш бурчаги дейилиб, у γ билан белгиланади. Тўғри ва тескари азимутлар орасидаги муносабат қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$A_2 = A_1 \pm 180^\circ \pm \gamma, \quad (2.3)$$

бу ерда A_1 – тўғри азимут; A_2 – тескари азимут, γ – меридианлар яқинлашиш бурчаги.



2.11-расм.



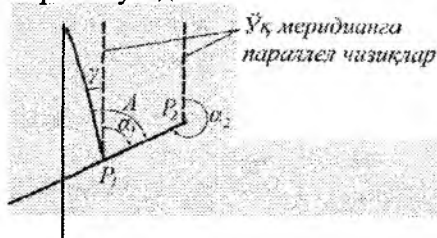
2.12-расм.

2.12-расмда OA , OB , OC ва OD чизиклар азимутини ўлчаш йўналиши ва қиймати кўрсатилган⁴. Шунда расмдаги OA чизиғи азимутини -70° ; $OB - 145^\circ$; $OC - 235^\circ$ ва $OD - 330^\circ$ ўлчанган.

Дирекцион бурчак деб, зонанинг ўқ меридиани ёки унга параллел йўналишнинг шимолий учидан соат мили бўйича берилган чизикқача ўлчанган горизонтал бурчакка айтилади. Дирекцион бурчак ҳам 0° дан 360° гача ўлчаниб, α харфи билан белгиланади (2.13-расм).

Чизикнинг берилган нуқтасидаги азимутини билан унинг дирекцион бурчағи орасидаги фарқ ушбу нуқтада меридианлар яқинлашиш бурчағи γ га тенг бўлади.

Агар нуқта ўқ меридиандан ғарб томонда жойлашса, меридианлар яқинлашиш бурчағи γ_1 манфий, шарқда жойлашса, мусбат ишорали бўлади.



2.13-расм.

Амалда меридианлар яқинлашиш бурчагининг аҳамияти муҳим бўлиб, у орқали азимутдан дирекцион бурчакка ҳамда дирекцион бурчакдан азимутга қуйидаги формула ёрдамида ўтилади

$$\alpha = A \pm \gamma. \quad (2.4)$$

Нуқталар шимолга қараб узоқлашган сари меридианлар яқинлашиш бурчағи γ ошиб боради.

Битта берилган чизикнинг тўғри α_1 ва тескари α_2 бурчаклари ўзаро 180° га фарқ қилади. Меридианлар

⁴ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, «Pearson». 2012, 172-173 pages.

яқинлашиш бурчагининг қиймати қуйидаги тақрибий формула орқали топилиши мумкин:

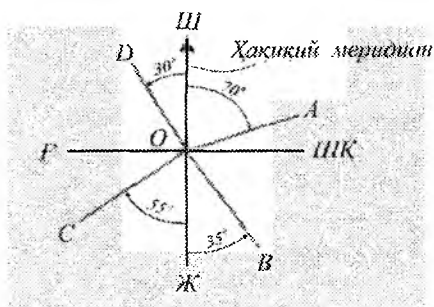
$$\gamma = l \sin B, \quad (2.5)$$

бу ерда l – берилган нуқтадан ўтувчи меридиан узоқлиги билан ўқ меридиан узоқлиги айирмаси; B – берилган нуқтанинг геодезик кенглиги.

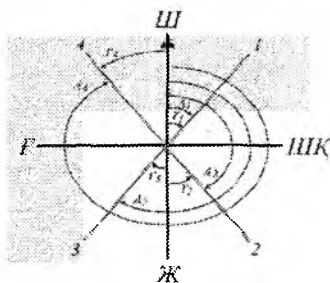
Кўпинча амалиётда азимут ёки дирекцион бурчак ўрнига румб бурчагидан фойдаланилади.

Румб бурчаги деб, меридианнинг яқин (шимолий ёки жанубий) учидан берилган чизиқ йўналишигача ўлчанадиган ўткир горизонтал бурчакка айтилади. Румб r ҳарфи билан белгиланиб, 0° дан 90° гача ўлчанади.

Чет эл адабиётида румб қиймати 90° дан кичик бўлганда, унинг олдида шимол ёки жануб ҳарфи, охирига шарқ ёки ғарб ҳарфи қўйилади. Мисол, 2.14-расмда OA чизиғи румби $N70^\circ E$ (Ш 70° Шқ.) каби ёзилади. Шимоли-шарқий (NE) чорагида барча румблар меридиандан соат мили бўйича ўлчанади. Жануби-шарқий (SE) чорагида барча румблар меридиандан соат милига қарши амалга оширилади, шунинг учун OB чизигининг румби $S35^\circ E$ бўлади. Ўхшаш ҳолда OC нинг румби $S55^\circ W$ ва OD ники эса $N30^\circ W$ бўлади⁵.



2.14-расм.



2.15-расм.

Азимутлар ва румбларнинг боғлиқлиги. Геодезик амалиётда кўпинча румб бурчагини қўллаш осонлиги

⁵ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, «Pearson», 2012, 172-173 pages.

сабабли азимут (дирекцион бурчак) билан румб бурчаклари орасидаги муносабат (2.3-жадвал) дан фойдаланиб, азимутдан румбга осонгина ўтиш мумкин.

2.3-жадвал

Азимутлар	Румблар	Чораклар
$0^{\circ} - 90^{\circ}$	$r_1 = A_1$	I – ШШҚ (шимолий – шарқий)
$90^{\circ} - 180^{\circ}$	$r_2 = 180^{\circ} - A_2$	II – ЖШҚ (жанубий – шарқий)
$180^{\circ} - 270^{\circ}$	$r_3 = A_3 - 180^{\circ}$	III – ЖҒ (жанубий – ғарбий)
$270^{\circ} - 360^{\circ}$	$r_4 = 360^{\circ} - A_4$	VI – ШҒ (шимолий – ғарбий)

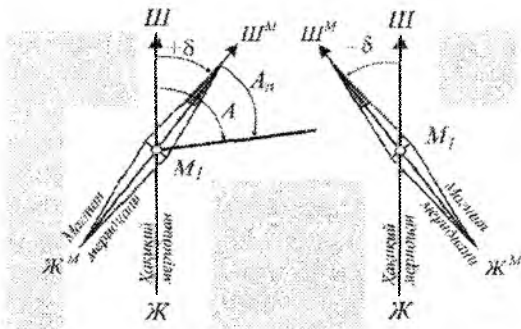
2.15-расмда M_1, M_2, M_3 ва M_4 чизикларнинг азимути ва румблари орасидаги муносабат келтирилган.

Чизикнинг азимути маълум бўлса, унинг румбини ёки румби маълум бўлса, азимутини аниқлаш мумкин. Чизик йўналишини румб билан кўрсатишда унинг сон кийматидан олдин чизик жойлашган чорак номи ҳам кўрсатилади.

Масалан, 1) $A_2 = 134^{\circ}15'$ берилган бўлса, бундай азимутга эга чизик иккинчи чоракда жойлашади ва унинг румби $r_2 = 180^{\circ} - A_2 = 180^{\circ} - 135^{\circ}15' = 45^{\circ}45'$ ёки $r_2 =$ ж. шқ; $45^{\circ}45'$ бўлади.

2) Аксинча, чизик румби ж. ғ: $51^{\circ}45'$ берилган бўлса, у учинчи чоракда жойлашган бўлиб, 2.3-жадвалга асосан азимути қуйидагига тенг: $A_3 = 180^{\circ} + r_3 = 180^{\circ} + 51^{\circ}45' = 231^{\circ}45'$.

Магнит азимути магнит меридианининг шимолий учидан бошлаб соат мили йўналиши бўйича берилган чизикқача ўлчанган горизонтал бурчак. Магнит азимути ҳам 0° дан 360° гача ўлчаниб A_n билан белгиланади.



2.16-расм.

Магнит меридиани деб, магнит милининг мувозанат ҳолатда турганида унинг магнит ўқи орқали ўтувчи вертикал текисликни Ер сирти билан кесишишидан ҳосил бўлган чизикқа айтилади.

Магнит мили сунъий магнитланган темирдан тайёрланган бўлиб, у горизонтал ҳолатда ва эркин ҳаракатланиши учун вертикал ўк учига ўрнатилади (2.16-расм).

Эркин ҳолда жойлашган магнит милининг ўткирланган учларидан ўтувчи вертикал текислик **магнит меридиани текислиги** дейилади.

Ушбу меридиан текислигининг географик меридиан текислиги билан ташкил қилувчи бурчакка магнит оғиш бурчаги дейилиб, у δ билан белгиланади. Магнит милининг оғиши шимолдан шарққа ёки ғарбга бўлиши мумкин. Шарқий оғиш бурчаги мусбат ва ғарбий оғиш бурчаги манфий ишора билан олинади.

Чизикнинг ҳақиқий азимутини A билан унинг магнит азимутини орасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади.

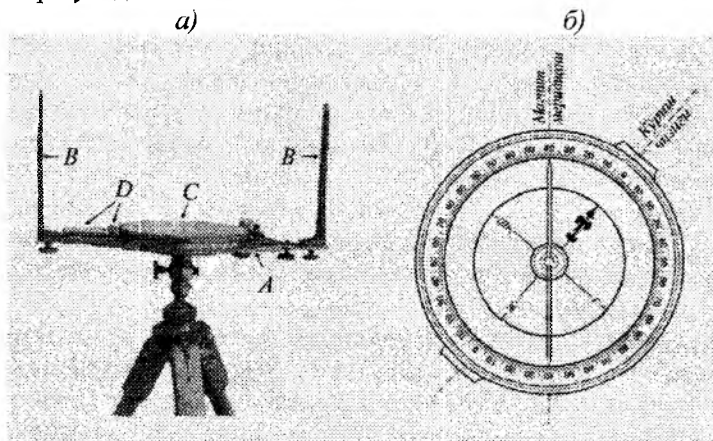
$$A = A_n \pm \delta, \quad (2.6)$$

бу ерда \pm ишоралари оғиш йўналишига қараб олинади.

Магнит азимутларини жойда ўлчаш учун азимутал (гардусли бурчакларга бўлинган горизонтал ҳалқали) ва ориентир (теодолит асбобидан фойдаланиб, магнит азимутни ўлчаш учун) буссоллар ишлаб чиқилган. Уларнинг асосий қисми доира ёки тўртбурчак шаклдаги қутича марказида

вертикал маҳкамланган ўқ ва унинг учда горизонтал ўрнатилган магнит мили бўлиб хизмат қилади.

Теодолит асбоби ишлаб чиқарилишидан олдин чизиқлар йўналиши ва бурчаклар оддий асбобларда аниқлаб келинган. АҚШда кўпгина ишлар 2.17-расмда келтирилган оддий қуроллардан фойдаланган ҳолда бажарилиб келинган. Расмдаги қурол *компас* дейилиб, у металл таянч таглик (А), ва унинг иккала учларида жойлашган диоптрлар (В) дан иборат⁶. Компас қутиси (С) ва металл тагликда бир-бирига перпендикуляр ўрнатилган 2 та цилинрик адилаклар (D) мавжуд. Адилаклар пуфакчаси марказга келтирилганда компас қутиси горизонтал ҳолга келади ва фойдаланишга тайёр бўлади.



2.17-расм.

Сўнгги моделлардаги компаслар (2.17-а расм) штативда ўрнатилиб, уларнинг турғунлиги таъминланади. Компас магнитланган милини химоялаш учун устидан шиша билан қопланган.

Компасдан фойдаланишда унинг диоптри ўлчанадиган чизиққа қаратилиб, уни стрелкаси бўйича магнит румби саноғи бевосита олинади.

⁶ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, «Pearson», 2012, 179-180 pages.

Назорат саволлари:

1. Геодезияда Ер шаклини ўрганишидан мақсад нима?
2. Нима учун Ер шаклига эллипсоид шакли қабул қилинади?
3. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системаларидан қайсыларини биласиз?
4. Геодезияда қандай баландликлар системалари қўлланилади?
5. Ориентирлаш деганда нимани тушунасиз?
6. Қайси ориентирлаш бурчақларини биласиз?
7. Тўғри ва тескари азимутлар орасидаги муносабат қандай ифодаланади?
8. Меридиан ва параллел чизиқлари нима?
9. Гаусс-Крюгернинг зонали координаталар системаси нима?

ПЛАН ВА КАРТАЛАР

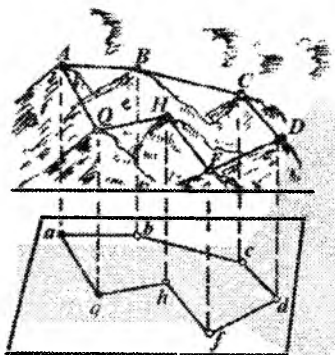
3.1. Умумий маълумотлар

Ер юзаси кичик бўлагининг Ер эгрилигини эътиборга олмай, айнан ўзига ўхшаш ҳолда кичрайтириб, қоғозга туширилган тасвирига (горизонтал проекциясига) **план** дейилади.

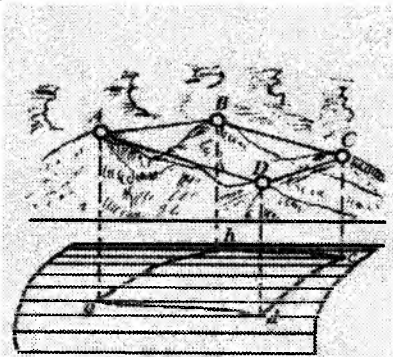
Жойдаги *A, B, C, D, E, F, H, Q* нукталар билан чегараланган (3.1-рasm) ер бўлагини кичрайтириб ва ўзига ўхшатиб горизонтал проекциясини қоғозга (текисликка) туширсак, унда жой горизонтал проекциясининг график тасвирини, яъни *a, b, c, d, e, f, h, q* нукталар билан чегараланган планини оламиз.

Планга фақат жой тафсилотларининг (ҳайдалма ер, йўл, дарё, кўл ва бошқалар) чегаралари туширилса, бундай планга **контурли план** дейилади. Агар планда жой тафсилотларидан ташқари жойнинг рельефи ҳам тасвирланган бўлса, у **топографик план** дейилади.

Ернинг нисбатан катта бир бўлагини қоғозда тасвирлашда, албатта, Ер эгрилиги ҳисобга олинади. Бундай бўлак картасини тузиш учун жой контурлари сферик сиртга проекцияланиб, маълум математик қоидаларга асосланиб текисликка ёйилади (3.2-рasm).



3.1-рasm.



3.2-рasm.

Бундай тасвирни текисликка (қоғозга) ўзгаришларсиз ёзиб бўлмайди, сферик (эгри) юзани текисликка туширганда хатоликлар (майдон, шакл, бурчак ва узунликларда) рўй беради.

Бутун Ер юзаси ёки унинг катта бир қисмини ер эгрилигини ҳисобга олиб, математик қоидалар асосида бироз умумлаштириб ва кичрайтириб қоғозга туширилган тасвирига **карта** дейилади.

Карталар масштаб, мазмун, тасвирланадиган ҳудуднинг ўлчами ва вазифаси бўйича турларга бўлинади.

Масштаби бўйича карталар шартли 3 гуруҳга бўлинади:

- 1) Майда масштабли карталар 1: 1 000 000 ва ундан кичик;
- 2) Ўрта масштабли карталар 1: 1 000 000 дан 1: 200 000 гача;
- 3) Йирик масштабли карталар 1: 100 000 ва ундан йирик.

Мазмуни бўйича эса:

- умумгеографик;
- мавзули (тематик) карталарга ажратилади.

Умумгеографик карталарда тенг равишда жойдаги барча табиий объектлар (гидрография, рельеф, ўсимликлар, аҳоли пунктлари, йўллар ва бошқ.) тасвирланади. Йирик масштабли умумгеографик карталарга **топографик карталар** дейилади.

Мавзули карталарда умумгеографик карталарнинг элементларидан бири (аҳоли пунктлари, рельеф, йўллар ва бошқ.) батафсил тасвирланади, бошқа элементлари эса кўрсатилмайди.

Тасвирланадиган ҳудуднинг ўлчами бўйича дунё картаси, қитъалар, алоҳида давлатлар, республикалар, табиий ва иқтисодий минтақалар, маъмурий туманлар ва бошқа карталарни ажратиш мумкин.

Шунингдек, юқорида келтирилган план ва карталар тўғрисидаги маълумотларга кўра, план ва карталар орасидаги фарқларни қуйидагича изоҳлаш мумкин:

1) план – Ер сиртининг кичик бўлагини горизонтал текисликда тасвирланган проекцияси бўлса, карта эса бутун

Ер ёки унинг катта бир қисмини Ер эгрилигини эътиборга олиб, текисликка туширилган тасвирдир;

2) планда чизиқ узунлиги, бурчаклар ва контурлар майдони ўзгармайди, карталарда эса ўзгаради;

3) планинг масштаби доимий қиймат, картлар масштаби эса бир нуқтадан иккинчи нуқтага ўтишда, балки бир нуқтадан турли йўналишларга қараб ҳам ўзгариши мумкин.

3.2. Масштаблар

Жойда ўлчанган чизиқнинг горизонтал куйилиш узунлигини план, карта ёки профилга кичрайтириб тушириш даражасига **масштаб** дейилади.

Пландаги чизиқ узунлиги S ни унинг жойда ўлчаб топилган горизонтал куйилиши қиймати $S_{ж}$ нисбатига **план масштаби** дейилади.

$$\frac{1}{M} = \frac{s}{S_{ж}} \quad (3.1)$$

Кичрайтириш даражасини сонли ёки график ифодалаш мумкин, шунга кўра, масштаблар **сонли** ва **график** масштабларга бўлинади. График масштаблар **чизиқли** ва **кўндаланг** бўлади.

Сурати бир бўлиб, махражи кичрайтириш даражасини кўрсатувчи оддий касрга **сонли масштаб** дейилади. Масалан, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{25000}$ ва ҳоказо.

Жой ва пландаги чизиқлар ўртасида куйидагича муносабат мавжуд:

$$S_{ж} = s \cdot M.$$

бу ерда $S_{ж}$ – жойдаги чизиқ узунлиги, s – шу чизиқнинг пландаги узунлиги, M – сонли масштабнинг махражи.

Масштаблар **йирик** ва **майда масштабларга** бўлинади. Сонли масштаб махражи қанча кичик бўлса, у йирик ва аксинча, махражи қанча катта бўлса, у майда масштаб ҳисобланади. Одатда планлар йирик масштабда, карталар эса майда масштабда тузилади.

Сонли масштаб 1:10 000 бўлса, «1 сантиметрда 100 м» деб ёзилади, яъни пландаги 1 сантиметр узунлик жойдаги 10 000 см ёки 100 м узунликка мос келади.

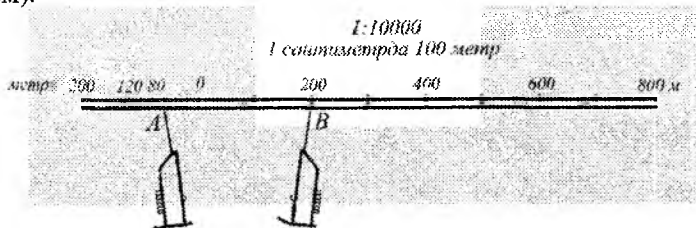
Сонли масштабни билиб жойдаги чизикни планга (картага) ёки аксинча, пландаги чизикни жойга осонгина кўчириш мумкин.

Агар жойдаги чизикнинг горизонтал қўйилиши 146,8 м, масштаб 1:5 000, яъни 1 см да 50 метр бўлса, чизикнинг пландаги узунлиги $146,8 : 50 = 2,94$ см ни ташкил қилади.

Агар чизик узунлиги картада 2,38 см, масштаб 1:25 000, яъни 1 см да 250 м бўлса, чизикнинг жойдаги горизонтал қўйилиши $2,38 \cdot 250 = 595$ м га тенг бўлади.

Юқоридаги ҳисоблаш ишларини камайтириш мақсадида **чизикли масштабдан** фойдаланилади. У **асос** деб номланадиган битта кесмани бир неча марта кетма-кет қўйиб чиқилиб ясалади (3.3-расм).

Чизикли масштаб асоснинг узунлиги одатда яхлит 2 см қилиб олиниб, унга жойда тўғри келадиган чизик узунлиги, масалан, 200 м, 1:10 000 масштабда чизмада чапдан ўнга ошиб боришига қараб рақамланади. Биринчи чап томондаги асосни 20 га тенг бўлақларга бўлинади (3.3-расм). Масофани аниқлаш учун ўлчагич циркуль билан карта ёки планда берилган кесма узунлиги олиниб, уни чизикли масштабга шундай қўйиладики, ўлчагич циркульнинг чапдаги нинаси биринчи чап асоснинг чегарасида, ўнг нинаси эса яхлит асосларнинг чегара чизикларининг бирида жойлашсин (3.3-расм).



3.3-расм.

Шунда 3.3-расмдаги *АВ* кесманинг жойдаги узунлиги 1:10 000 масштабда 260 метрга тенг бўлади.

Чизиқли масштабнинг энг кичик бўлаги 1 мм га тенг бўлиб, ундан кичик қийматлар кўз билан чамалаб аниқланади. Шу сабабли натижалар аниқлиги пасаяди. Ўлчашларни осонлаштириш ва аниқлигини ошириш учун график номограммали кўндаланг масштабдан фойдаланилади (3.4-расм).

Кўндаланг масштаб узунлиги 12 ёки 20 см ва эни 3 см номограммани ташкил этадиган, ўзаро перпендикуляр чизиқлар системасидан иборат. Вертикал чизиқлар ораси масштаб асоси АВ га тенг оралиқлардан ўтказилган ва улар ҳар бири 2 см ни ташкил қилади (3.4-расм).

Энига қараб параллел чизиқлар билан m тенг бўлақларга бўлинган; чапдан биринчи бўлақ АВ бўйига қараб n тенг бўлақларга бўлиниб, улардан қия параллел чизиқлар системаси (трансверсаллар) ўтказилган.



3.4-расм.

Масштаб асосининг ҳар бир кичик бўлаги $AB:n$ қийматга тенг. Шунда кўндаланг масштабнинг энг кичик кесмаси ab иккинчи кесмаси $a'b'$ эса $2ab$, учинчиси $3ab$ ва ҳоказо бўлади. Номограмманинг охириги кесмаси $m \times ab = AB:n$ бўлганлиги учун қуйидагини ёзиш мумкин:

$$ab = \frac{AB}{mn}. \quad (3.2)$$

$AB = 2$ см, $n = 10$ бўлақ, $m = 10$ бўлақ бўлиганини ҳисобга олиб, (3.2) натижани топамиз: $ab = \frac{2 \text{ см}}{10 \times 10} = \frac{20 \text{ мм}}{100} = 0,2 \text{ мм}$.

Кўриш мумкинки, номограммадаги энг кичик бўлақ ab нинг ярмини (0,1 мм) кўз билан чамалаб аниқлаш мумкин ва у масштабнинг қабул қилинган аниқлигига тенгдир. Унинг метрда ифодаланган қиймати сонли масштабга боғлиқ

бўлади. Масалан, 1:25 000 масштабда жойда $AB = 500$ м тўғри келади ва $m = 10$ ва $n = 10$ бўлганда, кўндаланг масштабнинг энг кичик бўлаги (3.2) ифодага кўра $ab = 5$ м бўлади.

Кўндаланг масштаб ёрдамида масофани аниқлашда циркуль ўлчагичда картада берилган чизиқ узунлиги белгилаб олиниб, циркуль масштаб сиртида горизонтал ҳолда шундай сурилсинки, унинг чап нинаси трансверсал чизиқлардан, ўнг нинаси эса асосга перпендикуляр чизиқлардан бирида жойлашсин (3.5-расмда шартли белги билан кўрсатилган).

3.4-расмда аниқланадиган масофани кўйидагича ёзиш мумкин: $S = 3AB + 6AB:n + 7ab$, унинг жойдаги узунлиги эса карта ёки планнинг масштабига боғлиқ. Унда 1:25 000 масштабда $AB = 500$ м, $A:n = 50$ ва энг кичик бўлак $ab = 5$ м, масофа эса $S = 3 \cdot 500 + 6 \cdot 500:10 + 7 \cdot 5 = 1835$ м; 1:10 000 масштабда $ab = 2$ м, $S = 3 \cdot 200 + 6 \cdot 200:10 + 7 \cdot 2 = 734$ м; 1:5 000 масштабда $ab = 1$ м, $S = 3 \cdot 100 + 6 \cdot 100:10 + 7 \cdot 1 = 367$ м ва ҳоказо бўлади.

Агар $n = m = 10$ ва $AB = 2$ см бўлса, бундай кўндаланг масштаб нормал юзлик кўндаланг масштаб дейилади.

Масштаб аниқлиги. Оддий кўз билан (лупасиз ёки микроскопсиз) миллиметрнинг 0,1 бўлагини ажратиш мумкин. Шунинг учун геодезияда план ёки картадаги 0,1 мм узунлик масштаб аниқлиги қийматига қабул қилинган.

Масштаб аниқлиги деб, план ёки картадаги 0,1 мм узунликка жойда тўғри келадиган горизонтал кўйилиш (масофа)га айтилади ва уни кўйидагича ифодалаш мумкин $t = 0,1 \text{ мм} \times M$. Масалан, 1:10 000 масштаб аниқлиги $t = 0,1 \text{ мм} \times 10000 = 1,0$ м га тенг бўлади.

Масштаб аниқлигини билиш кўйидаги икки масалаларни ҳал этишга имкон беради:

– масштаб аниқлигидан кичик бўлган ва карта, планларда тасвирлаб бўлмайдиган предметлар ўлчамларини аниқлаш;

– инженерлик масалаларининг аниқлигига кўйиладиган талабларга мувофиқ карта, планларни тузишда уларнинг масштабларини тўғри танлаш.

3.3. Топографик план ва карталар номенклатураси

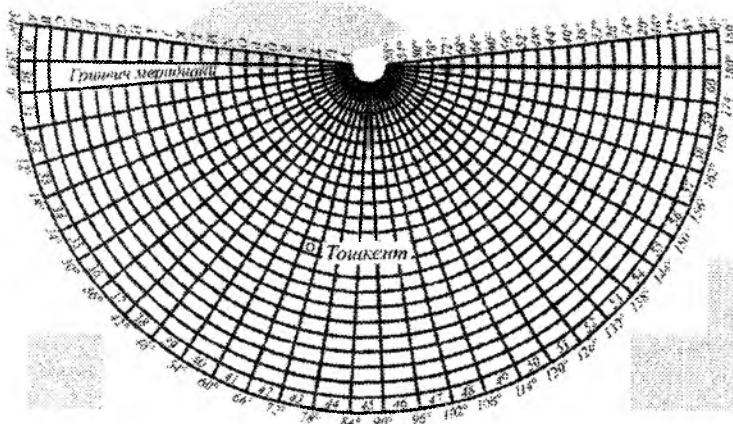
Катта ҳудудларнинг топографик карталаридан қулай фойдаланиш учун улар рамкага эга алоҳида варақларга бўлинади ва бирлашган варақлар системасини ташкил қилинади.

Карта варақларини белгилаш системасида ҳар бир варақ маълум рақамли белгиларга эга бўлади ва уни **карта варағининг номенклатураси** дейилади. План ва карталар варақлари тўғри бурчакли ва трапеция шаклидаги рамкалар билан чегараланади. Майдони 20 км² гача бўлган участкаларни 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 ва 1:500 масштаби топографик планларини тузишда квадратли (40×40 см) варақларга бўлиш қабул қилинган.

Трапецияли варақларга бўлиш системасида алоҳида варақларнинг рамкалари бўлиб, меридиан ва параллеллар чизиқлари хизмат қилади.

Турли масштаблардаги варақлар номенклатурасини ҳисоблашда 1:1 000 000 масштаби карта варақларининг халқаро бўлиниши асос қилиб қабул қилинган.

Картани варақларга бўлиш ҳамда варақлар номенклатурасини белгилаш учун Ер шарининг сирти узоқлиги бўйича ҳар 6° дан меридианлар орқали 60 та колоннага бўлинади. Колонналар араб рақамлари билан Гринвич меридианига 180° га қарши жойлашган меридиандан шарққа қараб **1 дан 60 гача** номерланади.



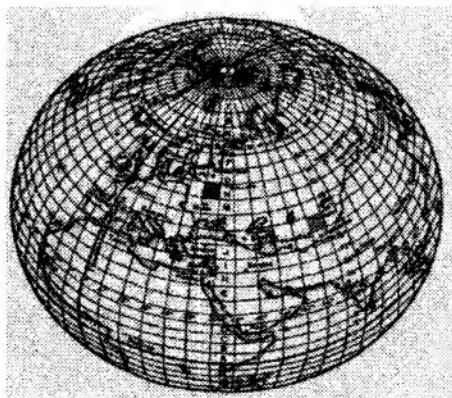
3.5-расм.

Колонналар экватордан бошлаб, шимолий ва жанубий кутбларга қараб ҳар 4° дан ўтказиладиган параллеллар орқали қаторларга бўлинади. Қаторлар ўрни латин алифбоситининг бош ҳарфлари A, B, \dots, V, Z билан белгиланади (3.5-расм).

Колонналар билан координаталар зоналари номери орасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади: $n = Q - 30$, n – Гаусс-Крюгер координаталарининг зона номери, Q – масштаби 1:1 000 000 бўлган карта варағининг колонна номери.

Юқорида айтилганидек, ўтказилган меридиан ва параллеллар билан ер юзасида 1:1 000 000 масштабдаги карталарнинг трапецияси ҳосил бўлади. Ҳар қайси трапеция битта алоҳида варақда тасвирланади, меридиан ва параллел чизиқлар эса шу варақларнинг ички рамкаси ҳисобланади.

1:1 000 000 масштабдаги карта бир варағининг номенклатураси шу карта трапецияси жойлашган қатор ҳарфи ва колонна номеридан иборат. Масалан, Ташкент шаҳри K қатори ва 42 колоннада жойлашган. Шунинг учун масштаби 1:1 000 000 карта варағига мос номенклатураси $K-42$ бўлади (3.6-расм).



3.6-расм.

Қаторларнинг қайси яримшарда эканлигини билиш учун уни белгиловчи ҳарф олдига шимолий яримшарда N , жанубий яримшарда эса S ҳарфи ёзилади [26].

Нуқтанинг географик координаталари φ (кенглик) ва λ (узуклик) маълум бўлса, шу нуқта жойлашган 1:1 000 000 масштабли карта варагининг номенклатурасини аниқлаш учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин (колонна номери m ва қатор номери n деб олинган):

$$m = \frac{\lambda}{6} + 31; \text{ агар } \lambda > 180^\circ \text{ бўлса, } m = \frac{\lambda - 180^\circ}{6} + 1 \text{ бўлади;}$$

$$n = \frac{\varphi}{4} + 1.$$

Бу формуладан фойдаланишда φ ва λ ларнинг фақат градус қийматлари тегишлича 6 ва 4 га бўлиниб, бутун қийматига тегишлича 31 ва 1 қўшилади.

Масалан, шимолий яримшарда бирор нуқтанинг географик координаталари $\varphi = 41^\circ 13' 00''$, $\lambda = 69^\circ 40' 10''$ бўлса, шунда колонна номери $m = \frac{69^\circ}{6} + 31 = 11 + 31 = 42$, қатор номери эса $n = \frac{41^\circ}{4} + 1 = 10 + 1 = 11$ бўлади.

3.6-расмдан 11-ҳарф K . Шунга кўра, 1:1 000 000 масштабдаги карта варагининг номенклатураси $K-42$ кўринишда бўлади.

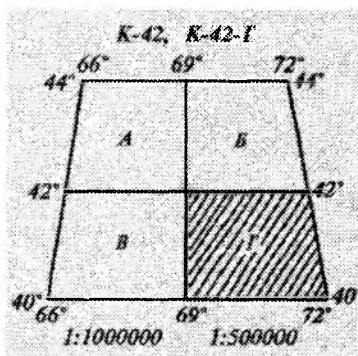
Мамлакатимизда топографик карта ва планлар тузиш учун қуйидаги стандарт масштаблар қабул қилинган:

1:1 000 000; 1:500 000; 1:300 000; 1:200 000; 1:100 000;
1:50 000; 1:25 000; 1:10 000; 1:5 000; 1:2 000; 1:1 000; 1:500.

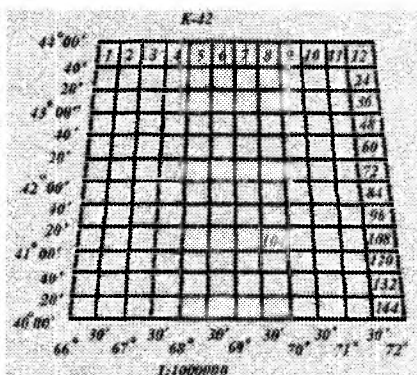
1:100 000 ва ундан майдароқ масштабдаги карта варақларининг номенклатураси 1:1 000 000 масштабдаги карта варағининг ичида бўлади. 1:50 000 ва ундан йирикроқ масштабдаги карта ва план варақларининг номенклатураси эса 1:100 000 масштабдаги карта варағининг ичида бўлади.

1:1 000 000 масштабдаги карта варағига 4 та *A, B, B* ва *Г* ҳарфлари билан белгиланадиган 1:500 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади ва уларнинг номенклатураси 1:1 000 000 га тенг бўлади. Варақ номенклатурасига ушбу варақ номери қўшиб ёзилади. Масалан, *K-42-Г* (3.7-расм).

1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варағига рим рақамлари билан I дан IX гача белгиланадиган 9 та 1:300 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Масалан, унинг битта варағи номенклатураси VIII–*K-42* кўринишида ёзилади.



3.7-расм



3.8-расм.

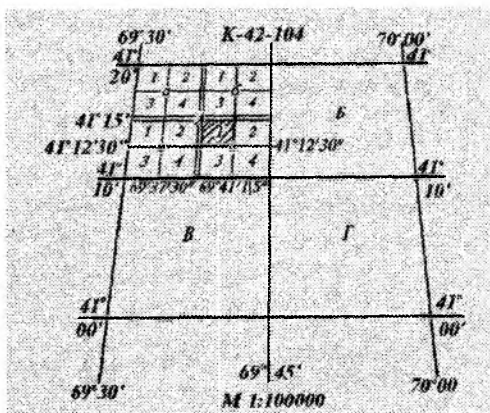
1:1 000 000 масштабдаги карта варағига рим рақамлари билан I дан XXXVI гача белгиланадиган 36 та 1:200 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади ва битта варақ номенклатураси *K-42-XXVI* каби кўринишда ёзилади.

1:1 000 000 масштабдаги бир вараққа араб рақамлари билан 1 дан 144 гача белгиланадиган 144 та 1:100 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Уларнинг

номенклатураси 104-варақ учун К-42-104 кўринишда ёзилади (3.8-расм).

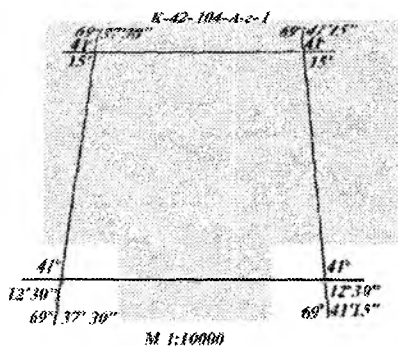
1:100 000 масштабдаги карта битта варағига 4 та 1:50 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Улар кириллча бош ҳарфлар А, Б, В ва Г билан белгиланади (3.9-расм). Шунда 1:50 000 масштабдаги варақ номенклатураси қуйидагича бўлади: К-42-104-А.

Битта 1:50 000 масштабдаги карта варағига 4 та 1:25 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Улар кириллча ёзма ҳарфлар а, б, в ва г билан белгиланади. Айтайлик, битта варақнинг номенклатураси К-42-104-А-г кўринишда бўлади (3.9-расм).



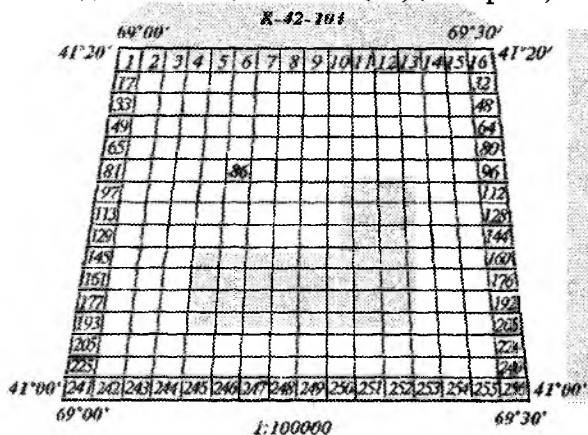
3.9-расм.

Битта 1:25 000 масштабдаги карта варағига 4 та 1:10 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Улар араб рақамлари 1, 2, 3 ва 4 билан белгиланади. Шунда варақнинг номенклатураси К-42-104-А-г-1 кўринишда ёзилади (3.10-расм).



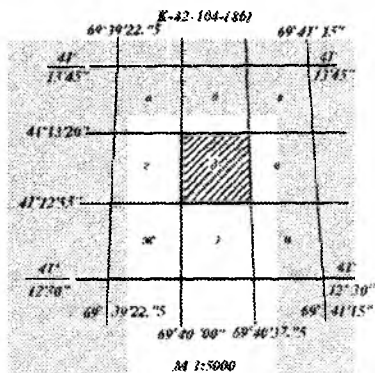
3.10-расм.

Битта 1:100 000 масштабли карта варағига араб рақамлари билан 1 дан 256 гача белгиладиган 256 та 1:5 000 масштабдаги план варақлари тўғри келади (3.11-расм). Уларнинг номенклатураси қавс ичига ёзилган варақ номери 1:100 000 масштабли карта варағи номенклатурасига кўшиб ёзилади. Масалан, K-42-104-(86) (3.11-расм).



3.11-расм.

Битта 1:5 000 масштабдаги план варағига 9 та 1:2 000 масштабдаги план варағи тўғри келади. Улар кириллча ёзма ҳарфлар *а, б, в, г, д, е, ж, з, и* билан белгиланади. Шунда 1:2 000 масштаб варағи номенклатураси K-42-104-(86-д) кўринишда ёзилади (3.12-расм).



3.12-расм.

Карта ва планлар варақларининг номенклатураси ва рамкалари ўлчамлари 3.1-жадвалда келтирилган.

Карта ва планлар варақларининг номенклатураси, варақ рақамларининг ўлчамлари

3.1-жадвал

Карта ва планлар масштаб- лари	1:1 000 000 ва 1:100 000 масштаблар бир варақдаги варақлар сони	Варақ ўлчами		Варақ номенклатураси
		Кенглик бўйича	Узюклик бўйича	
1:1 000 000 масштабдаги варақда				
1:1 000 000	1	4°	6°	K-42
1:500 000	4	2°	3°	K-42-Г
1:300 000	9	1°20'	2°	VIII-K-42
1:200 000	36	40'	1°	K-42-XXVII
1:100 000	144	20'	30'	K-42-104
1:100 000 масштабдаги варақда				
1:50 000	4	10'	15'	K-42-104-A
1:25 000	16	5'	7'30"	K-42-104-A-г
1:10 000	64	2'30"	3'45"	K-42-104-A-г -I
1:5 000	256	1'15"	1'52,5"	K-42-104-(86)
1:2 000	2304	25"	37,5"	K-42-104-(86- d)

3.4. Жой (ер) рельефи ва уни топографик план ва карталарда тасвирлаш

Маълумки, инженерлик иншоотларини куришда, янги ерларни ўзлаштиришда, уларни текислашда, суғориш тармоқларини лойихалаш ва куришда ер юзасининг паст-баландлигини ҳисобга олиш керак бўлади. Шунга кўра, жойдаги тафсилотлар ва жой рельефи топографик карта ва планда тўла тасвирланган бўлиши керак.

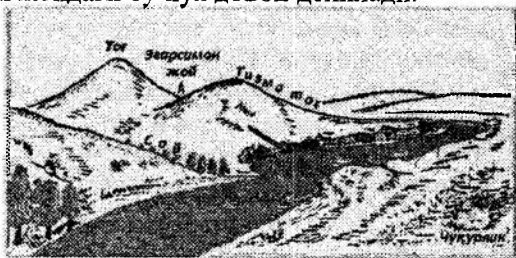
Ер юзасининг жами паст-баландликларига **жой рельефи** дейилади.

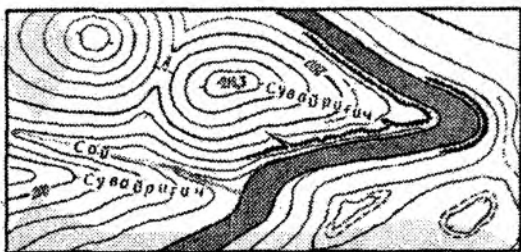
Рельеф шакллари. Ер табиий сиртининг рельефи шакли мураккаб бўлиб, уни умумлаштириб қуйидаги асосий шаклларга ажратиш мумкин: *тоғ (тепа), тизма тоғ, эгарсимон жой (бел), чуқурлик, тизма сой* (3.13-расм).

1. **Тоғ (тепа)** – ер сиртидаги кўтарилган гумбазсимон (конуссимон) жой бўлиб, унинг энг баланд нуқтаси чўққи, ён томонлари қиялик (ёнбағир), атроф билан туташган чизиги эса тоғ этаги (таги) дейилади.

2. **Тизма тоғ** – чўзиқ баландлик бўлиб, бир йўналишда пасайиб боради ва ҳар иккала тик қияликлар ўзаро кесишиб, **сув айирғич чизикни** ҳосил қилади.

3. **Эгарсимон жой (бел)** – икки тоғ ёки тепанинг ўзаро қўшилишидан ҳосил бўлади. Эгарсимон жойнинг икки томонидан карама-қарши йўналишда сой бошланади. Кўпинча бир сойдан иккинчисига ўтган сўқмоқ йўл эгарсимон жой орқали орқа томондаги сойга туташади, эгарсимон жойдаги бу йўл довон дейилади.





3.13-расм.

4. **Чуқурлик (қозонсой)** – тоғнинг акси бўлиб, ён томонлардан ўралган пастлик жой; энг чуқур жойига – *туб* деб, ён томонлари қиялик, қияликларнинг атроф билан туташган чизиғи – *чуқурлик қиргоғи* дейилади.

5. **Тизма сой** – бир йўналишда пасайиб борувчи чуқурлик бўлиб, тизма тоғнинг аксидир. Тизма сой иккита ёнбағир текисликлардан ташкил толиб, уларнинг ўзаро кесишиб ҳосил қилган чизиғи **сув йиғувчи чизиқ** дейилади. Бу чизиқ бўйича ёғин сувлари оқади. Агар сой кенг бўлса ва узоққа чўзилса, **водий** дейилади.

Дарёлар водийнинг сув йиғилувчи чизиғи бўйича оқади, агар сойда сув йиғувчи чизиқ нишаблиги катта ва тупроқ юмшоқ бўлса, сел оқимлари ювиб, ўпирилади ва **жарлик** ҳосил бўлади. Тизма тоғ ёки тоғ ёнбағридаги текис майдончаларга **терраса** дейилади.

Рельефни тасвирлаш. Рельеф план ва карталарда куйидаги усулларда тасвирланади:

- *нуқталар баландлик белгисини ёнига ёзиш;*
- *баландлигига қараб оч ва тўқ ранглар билан бўйиш;*
- *турли йўгонликда ва турли қалинликда штрихлар чизиш;*

- *горизонталлар.*

Топографик план ва карталарда рельеф, асосан, горизонталлар билан тасвирланади.

Горизонталлар билан тасвирланган жой рельефи энг аниқ бўлиб, бундай карта ва планлардан ҳар хил лойиҳалаш ва турли инженерлик масалаларини ечишда фойдаланилади.

Баъзида «горизонтал» сўзи «изогипис» тарзида ҳам ишлатилади, унинг маъноси «балаңдлиги бир хил бўлган чизик» демакдир. Яъни **горизонтал** деб, балаңдлиги бир хил бўлган нуқталарнинг геометрик ўрнини туташтирувчи эгри чизикқа айтилади. Горизонталга яна бошқача таъриф бериш мумкин: денгиз сатҳидан бир хил балаңликда жойлашган нуқталарни план ва карталарда бирлаштирган чизик **горизонтал** деб аталади.

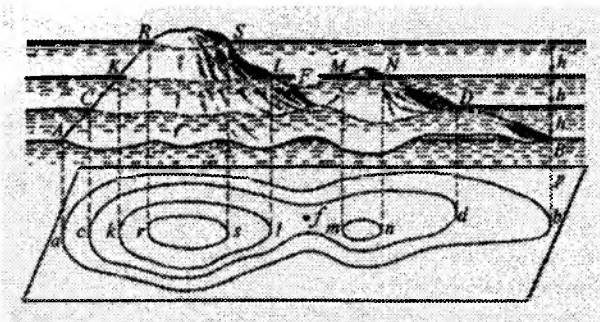
Горизонталларни яхши тасаввур қилиш учун тепаликдан иборат ер бўлагини олиб, уни сатҳий юзага параллел горизонтал текисликлар AB, CD, KL билан бир хил балаңликда кесиштиришдан ҳосил бўлган A, C, K, R, \dots, D, B нуқталарни горизонтал текисликка ортогонал проекциялаб a, c, k, r, \dots, d, b нуқталарни топиб (3.14-расм), бир хил балаңликка эга нуқталарни эгри чизик билан ўзаро туташтириб горизонталлар ҳосил қилинади.

Агар тўлдирилган сув ҳавзасидаги сув ҳажмини ҳар куни камайтириб борсак, унинг деворларида сув сатҳи излари ҳосил бўладики, улар горизонталларни билдиради.

3.14-расмдан кўриш мумкинки, тепаликни ифодалайдиган горизонталлар ёпиқ эгри чизиклардан иборат бўлиб, ёнбағирлар қанча қия бўлса, горизонталлар бири-бирига планда шунча яқин жойлашган бўлади. Агар тоғ тўғри конус шаклга эга бўлса, унда у горизонталлар ёрдамида бири-биридан тенг ораликда жойлашган концентрик доиралар кўринишда тасвирланган бўлади.

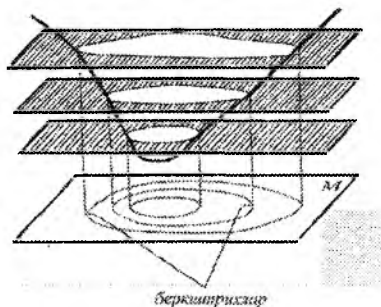
Эгарсимон жойларни горизонталлар орқали тасвирланишини ҳам 3.14-расмда кўришимиз мумкин, ундаги F нуқтаси бел ҳисобланади.

Қуйидаги 3.14-расмда жой рельефининг (тепаликнинг) горизонталлар билан тасвирланиши кўрсатилган. Бунда горизонталларнинг пландаги ўрни нуқталар балаңдлигини интерполяция қилиш усули билан топилади. Ушбу расмда келтирилган h билан горизонталлар кесими балаңдлиги ифодаланган.



3.14-расм.

3.15-расмдан кўринишича, чуқурлик ҳам ёпик шаклдаги горизонталлар билан тасвирланади. Фақат чуқурлик тасвирини тоғдан ажратиш учун горизонталларда нишабнинг пасайиш томонига қараб **бергштрихлар** (калта чизиқчалар) қўйилади (3.15-расм).

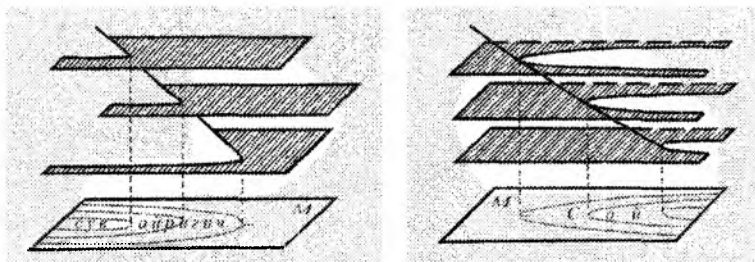


3.15-расм.

Тизма тоғ ва тизма сойлар ҳам план ва карталарда шакли ўхшаш горизонталлар билан тасвирланади. 3.16-а расмда тизма тоғ, 3.16-б расмда эса тизма сой горизонталлар орқали тасвирланган. Тизма тоғни сойдан ажратиш учун горизонталларда бергштрихлар қўйилади. Тизма тоғда бергштрихлар горизонталнинг бўртиқ томонига, тизма сойда эса ботик томонига қўйилади (3.16-а, б расмлар).

а)

б)



3.16-расм.

Горизонталлар баландлиги уларни узиб ёки уларнинг охирида, рақамлар асоси билан рельефнинг пасайиш томонига қараб ёзилади.

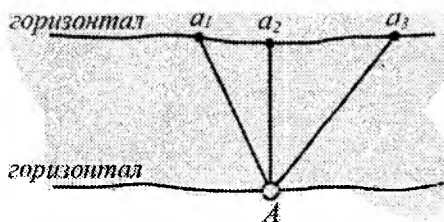
Икки қўшни горизонталлар орасидаги шовун йўналиш бўйича вертикал масофага **рельефнинг кесим баландлиги** (h) дейилади.

Горизонтал баландлиги ҳамма вақт рельеф кесими баландлигига яхлит бўлиниши керак. Масалан, рельеф кесим баландлиги 2,5 м учун, горизонтал баландлиги 180; 182,5; 185 м ва хоказо бўлиши мумкин.

Кесим баландлиги қиймати тасвирланадиган жой рельефининг мураккаблигига ва тузиладиган план ва карта масштабига қараб қабул қилинади. Горизонталларнинг планда бир-бирига қанча яқин ёки бир-биридан қанча узок бўлиши жой қиялик бурчагининг катта ёки кичиклигига боғлиқ бўлади.

Агар қиялик бурчаги катта бўлса, горизонталлар бир-бирига яқин бўлади ва аксинча. Текисликдаги (пландаги) икки қўшни горизонталлар орасидаги масофа горизонталлар **қўйрилиши** деб аталади.

3.17-расмдаги A нуқта жойлашган горизонталдан қўшни горизонталгача ҳар хил йўналишда қуйилиш олиш мумкин. Масалан, Aa_1 , Aa_2 , Aa_3 ва бошқалар. Булардан горизонталларга тик қилиб олинган Aa_2 йўналиши энг характерлиси ҳисобланади. Шунга асосан, унинг қуйилиши энг кичик бўлиб, қиялик тиклиги энг катта бўлади.



3.17-расм.

Энг кичик куйилиш бўйича олинган чизик **энг катта тиклик чизиги** дейлади. Бу чизик **қиялик йўналиши** деб қабул қилинади.

Горизонталлар қуйидаги асосий хоссаларга эга:

1. Горизонталлар план ёки карталарда бир-бирига қанча яқин бўлса, жой қиялиги шунча тик бўлади; бир-биридан узоқ бўлса, қиялик ётиқ бўлади. Ёнма-ён икки горизонтал орасидаги энг қисқа масофа энг тик жой ҳисобланади.

2. Турли баландликдаги горизонталлар ўзаро кесишмайди.

3. Пандаги горизонталлар ёпиқ чизик бўлади ёки план чегида тугайди.

4. Горизонталга перпендикуляр чизик энг катта нишабликда бўлади.

Рельефи текис жойларда уни асосий горизонталлар билан тўла кўрсатиш мумкин бўлмаган вақтда кесим баландлигининг ярмига тенг қийматда қўшимча горизонталлар ўтказилади. Қўшимча горизонталлар узук (пунктир) чизиклар билан чизилади. Баъзида чорак горизонталлар ҳам ўтказилади.

3.5. Топографик план, карталарнинг рамкалари ва шартли белгилари

Топографик карталар варақлари учта рамкадан ташкил топади: **ички, минутли ва ташқи** (3.18-расм).

Ички рамка трапеция шаклига эга бўлиб, меридиан ва параллел кесмалардан ташкил топади. Ушбу чизикларнинг чиқишида ички рамканинг бурчакларида бурчак нуқталарининг кенглиги ва узоқлиги қийматлари ёзиб кўрсатилади. Масалан, 1:10 000 карта масштабдаги шимолий-

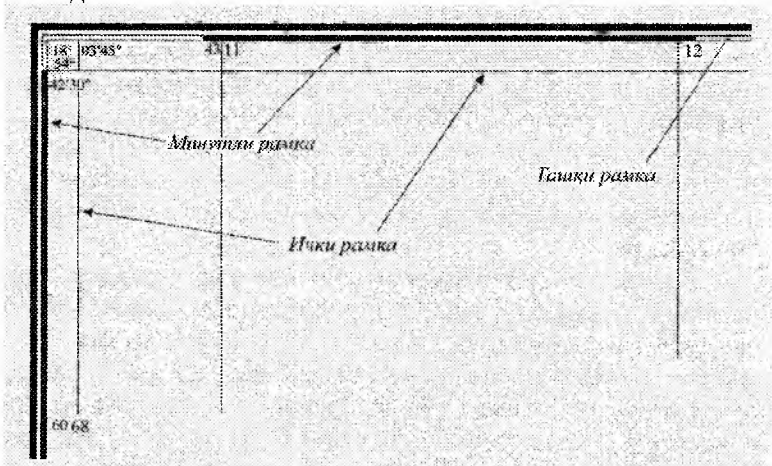
ғарбий бурчак нуктаси учун кенглик $54^{\circ}42'30''$, узоқлик эса $18^{\circ}03'45''$ (3.18-расм).

Картада нукталарнинг географик координаталарини аниқлаш учун кенглик ва узоқлик белгиланган **минутли рамка** хизмат қилади. Ушбу рамка минутли ва $10''$ ли бўлақларга бўлинган. Минутли бўлақлар қалин чизиқлар, $10''$ ли эса нукталар билан белгиланган.

Ички ва ташқи рамкалар орасида координаталар (километр) түри чизиқларининг ордината ва абсцисса чиқишлари ёзилган. Шунда ордината қийматларида биринчи бўлиб зонанинг номери кўрсатилган, ўқ меридиандан саналадиган ординатанинг қиймати эса 500 км га ошириб ёзилган. Масалан, координаталар түрининг ордината чиқиши рақами 4311 (3.18-расм) бўлса, ушбу карта варағи 4-зонада жойлашганини билдиради. Ушбу чизиқ ординатасининг ҳақиқий қиймати: $311 - 500 = -189$ км.

Ташқи рамка безак рамка ҳисобланиб, унинг узук жойларида ушбу вараққа тўртта қўшни карта варақларининг номенклатуралари ёзилади.

Ташқи рамкани расмийлаштириш. Карта варағининг номенклатураси ташқи рамканинг шимолий томон устида ёзилади.



3.18-расм.

Рамканинг жануб томонидан ташқарида сонли масштаб ва унинг остида ёзувли ҳамда чизиқли масштаблар, қабул қилинган рельеф кесими баландлиги ва баландлик системлари кўрсатилади. Ташқи рамканинг жануби-ғарбий бурчагида магнит мили оқиши ва меридианларнинг ўртача яқинлашиши қийматлари ҳамда координата тўри чизиқларига нисбатан меридианларнинг ўзаро жойлашиш схемаси келтирилади. Ташқи рамканинг жануби-шарқий бурчагида қияликларни аниқлаш учун қуйилиш графиги жойлаштирилади.

Тўғри бурчакли варақларга бўлинган топографик планлар одатда иккита рамка: ички ва ташқи рамкалар билан чегараланади. Варақларнинг стандарт ўлчамларида (1:5000 масштаб учун 40×40см ва 1:2000 масштаб учун 50×50 см) ички рамкалар тўғри бурчакли координата тўрининг дециметрли чизиқлари билан бевосита бирлаштирилади; варақларни бошқа ўлчамларида ички рамкалар ушбу чизиқларга параллел тузилади. Ички ва ташқи рамкалар орасида тўрнинг абсцисса ва ордината чизиқларининг қийматлари ёзилади.

Карта ва планларда кўрсатилган объектлар ва улар тўғрисида бериладиган маълумотлар мажмуаси карта ва планларнинг мазмуни бўлиб хизмат қилади. Турли объектлар ва уларнинг тавсифларини изоҳлаш учун маълумотларни карта ва планларда қўлланиладиган картографик шартли белгиларда берилади. Шунингдек, топографик план ва карталарни тузишда уларни аниқ, тушунарли ва кўргазмали бўлиши учун жой тафсилотлари ва рельефи махсус қабул қилинган шартли белгилар ва ёзувлар ёрдамида тасвирланади (3.19-расм).

Алоҳида объектларнинг шартли белгилари, биринчидан, уларнинг турлари (қудук, геодезик пунктлар, шоссе, ботқоқ ва ҳ.к.) ва тавсифлари (масалан, қудуқнинг дебити, йўл ҳаракат қисмининг эни ва қопланиши ва ҳ.к.); иккинчидан, объектларнинг фазовий ўрни, ўлчамлари ва шакллари аниқлашга имкон беради. Шунинг учун махсус шартли белгилар ўз хусусиятига ва вазифаларига кўра тўртта гуруҳга

бўлинади: **масштабли (майдонли), масштабсиз, чизиқли** ва **тушунтириш** (3.19-расм).

Масштабли (майдонли) шартли белгилар билан карта ёки планнинг масштабида чегаралари тасвирланиши мумкин бўлган предмет ва тафсилотлар кўрсатилади. Уларнинг чегаралари нуқтали пунктирлар билан, ички майдони (ҳайдалма ерлар, боғ, токзор, ўтлоқ, чакалакзор, яйлов ва ҳ.к.) эса унинг мазмунини билдирувчи махсус қабул қилинган шартли белгилар билан тўлдирилади.

Масштабсиз шартли белгилар карта ёки план масштабида тасвирлаш мумкин бўлмаган объектлар (геодезик пунктлар, қудуқлар, электр узатгич ва алоқа чизиқлари устунлари ва бошқ.)ни тасвирлаш учун қўлланилади. Масштабсиз шартли белгиларнинг кўп қисми ўз чизмаси бўйича тасвирланадиган предмет ва объектларнинг ташқи кўринишини эслатади, лекин карта бўйича уларнинг ҳақиқий ўлчамларини аниқлаш имкони бўлмайди.

Чизиқли шартли белгилар узунлиги карта ёки планнинг масштабида ифодаланадиган, эни эса ўзгариб тасвирланадиган чизиқли объектлар (йўл тармоқлари, каналлар, ариқлар, кичик дарёлар, коллектор-зовурлар ва бошқ.)ни тасвирлаш учун қўлланилади. Жойда ушбу объектларнинг планли ўрни карта ёки пландаги шартли белгининг бўйлама ўқиға тўғри келади.

ШАРТЛИ БЕЛГИЛАР

▲ 384,2
■ 384,9
◎ 370,0



ЧИРЧИК

0,9

Чорвек

0,47



Геодезик нуқталар

Далда геодезик торнинг нуқталари
Зачални геодезик нуқталари ва съёмка
торниги нуқталари

Давлат инвентаризация репер ва марказлари

Аҳоли яшаш жойлари ва алоҳида маҳаллий объектлар

Шаҳар ва шаҳар ташкилиги кинлоқларида
ёшашни маҳаллий объектлар

Шаҳар ва шаҳар ташкилиги кинлоқларида
ёшашни алоҳида объектлар

Шаҳар: типиниги ноёбдан номсиз (0,4-
аҳоли соли, янгида)

Кинлоқ ва деяр девони типиниги
кўчалар (0,47 - аҳоли соли, янгида)

Минора ташкилиги аҳоли яшашни

Алоҳи яшашлари (телефон, телеграф)

Маҳаллий ёки темир-бетон ташкилиги
электр ўзатиш линиялари,
20 - бағишдан (бетон)

Йўл тирмакчалари

Кўчаларда ўтган бир йили темир йўл (2 -
кўчалар бағишдан, маҳал)

Тақсимланган шоссе

19 - янгидаги қисмнинг кенлиги,

16 - умумий кенлиги, метрда,

А - аҳоли материалли,

автомобиль йўлининг йўналиши

(2 - кўчалар бағишдан, метрда)

Шоссе, кўчаларда ўтган шосселар

Янгидаги темир йўллар (4 - йўл

ўзини қисқиниш кенлиги, метрда,

511 - аҳоли материалли материалли)

Гидроқ. ёқоқ йўли

Дала йўллари

Гидрография

Қўлар

Суя сағки бағишдан белгиси

Дарёлар тавсифи: 70 - кенлиги,

1,4 - чуқурлиги (метрда),

К - туб тўртинчи тавсифи

Кенлиги ўтган жойи: 0,5 - чуқурлиги,

15 - узунлиги, К - туб тўртинчи тавсифи

0,1 - оқим тизини (абсолют)

Даре номи, сувнинг кўрсатилган

миа, 0,1 - оқим тизини (абсолют)

Маҳаллий кўриш

Ётоқ кўриш: 10 - узунлиги, 5

кенилиги (метрда), 10 - юк кўриши

кувиш (деңизда)

Бўёқлар

Рельеф

Асосий горизонталлар ва эллиптик
буғилари, метрда

Асосий қўтубнақширидан торлаш-
тилар ва узароли буғилари,
метрда

Йети бағишдан белгиси:
Бағишдан белгиси

Усуллик қондири

Усулликлар, гидроқлар ва
бўёқлар қондири

Еш ўрмон қўчалари (2 - дараклар)
ўрмон бағишдан, метрда

Бўёқлар

Усулликлар

Течлик белгиси (планда)

370,7 - 371,8

3.19-расм.

Масштабли (майдонли), масштабсиз, чизикли шартли белгилар билан тасвирланган объектлар ва предметларни қўшимча равишда тавсифлаш ва маълумотлар бериш учун уларнинг миқдорий тавсифлари бошқа махсус изоҳлар — тушунтириш шартли белгилари билан тўлдирилади.

Амалиётда турли масштабни топографик карта ва планларда шартли белгиларнинг стандарт шакллари, ўлчамлари ва туриши усуллари қўлланилади. Умумий топографик шартли белгилар махсус жадваллар [23] кўринишида нашр этилган бўлиб, бу эса съёмка ишларни олиб борадиган барча муассаса ва ташкилотлар учун муҳим ҳисобланади.

Планда тафсилотларнинг табиий чегаралари, чизикли иншоотлардан ташқари нуқталар билан кўрсатилиб, ичи бир-бирдан фарқланувчи белгилар билан тўлдирилади.

Карта ва планларда давлат стандартлари бўйича қабул қилинган шартли белгилар, уларнинг ўлчамлари, ранги план масштаби бўйича кўрсатилади.

Барча сув ҳавзалари кўк рангда кўрсатилади. Табиий рельеф элементлари, горизонталлар, сув ўйиб кетган чуқур жойлар – жигаррангда, бошқа ҳамма объектлар қора рангда кўрсатилади.

План ва карталар учун қабул қилинган шартли белгилар мисоли 3.19-расмда тасвирланган.

3.6. Топографик карталарда машқлар бажариш

Жой тафсилоти ва рельефи тасвирланган топографик карта ва планлар бўйича турли инженерлик иншоотлари (темир йўл ва автомобиль йўллари, гидротехник иншоотлар, бинолар ва бошқалар) лойиҳаланади. Бунда горизонталлар қуйилиши, пландаги чизиқ нишаби, қиялик бурчаги, қиялик тиклиги, нуқталар баландлиги ва бошқа қийматларни аниқлаш керак бўлади. Топографик картада, асосан, қуйидаги геодезик масалалар ечилади.

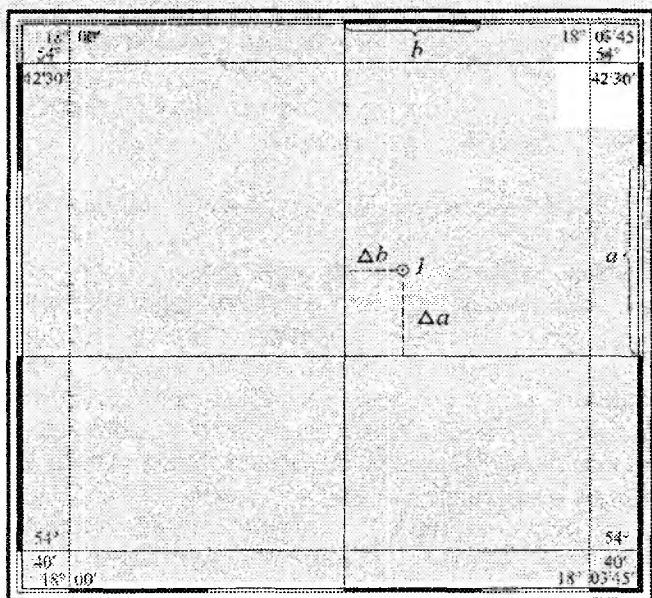
1. Нуқталарнинг географик координаталарини аниқлаш. Картада берилган нуқтанинг *географик координаталари* қуйидагича аниқланиши мумкин. Агарда картанинг тўлиқ варағи мавжуд бўлса (3.20-расм), унда минутли рамканинг қарама-қарши томонларидаги бир хил қийматга эга берилган нуқтага яқин бўлақларни бирлаштириб, текширилган чизғич бўйича параллел ва меридиан чизиқлари ўтказилади, кейин эса уларнинг φ ва λ қийматлари аниқланади.

3.20-расмда 1-нуқтага яқин жанубий параллелнинг кенлиги $\varphi_{ж} = 54^{\circ}41'$, ғарбий меридиан узоклиги эса $\lambda_{\varphi} = 18^{\circ}02'$.

Шунда 1-нуқтанинг географик координаталари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= \varphi_{ж} + \Delta\varphi'', \\ \lambda_1 &= \lambda_{\varphi} + \Delta\lambda'',\end{aligned}\tag{3.3}$$

бу ерда $\Delta\varphi''$ ва $\Delta\lambda''$ – географик координаталари маълум қийматлари билан 1-нуқтадан чизикқача бўлган орттирмалардир.



3.20-расм.

$\Delta\varphi''$ ва $\Delta\lambda''$ қийматларини ҳисоблаш учун ўлчагич ва масштаб чизгичи билан картада Δa ва Δb кесмалар, минутли рамка бўйича эса a ва b бўлақлар ўлчанади. 3.20-расмда ушбу бўлақларнинг қиймати $1' = 60''$ га тенг. Географик координата орттирмалари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta\varphi'' = \frac{\Delta a \cdot 60''}{a}; \quad \Delta\lambda'' = \frac{\Delta b \cdot 60''}{b}. \quad (3.4)$$

3.20-расмда ўлчанган қийматлар $\Delta a = 8,18$ см, $\Delta b = 5,30$ см, $a = 18,55$ см, $b = 18,72$ см бўлса, (3.4) ифодалардан қуйидагиларни топамиз: $\Delta\varphi'' = 26,5''$ ва $\Delta\lambda'' = 29,7''$.

Шунда (3.3) формулага мувофиқ, 1-нуқтанинг координатлари $\varphi_1 = 54^\circ 41' 26,5''$; $\lambda_1 = 18^\circ 02' 29,7''$ га тенг бўлади.

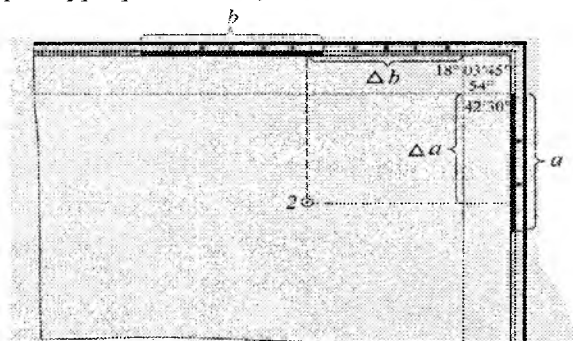
Картада координаталарни аниқлаш назорати учун берилган нуқтага яқин шимолий параллел ва шарқий меридиан чизиқлари ўтказилади. Юқорида келтирилган усулда амалларни бажаришдан кейин географик координаталар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= \varphi_{\text{ш}} - \Delta\varphi'', \\ \lambda_1 &= \lambda_{\text{шқ}} - \Delta\lambda''.\end{aligned}\tag{3.5}$$

Икки аниқланган қийматлар орасидаги фарқ $0,1''$ дан ошмаслиги керак.

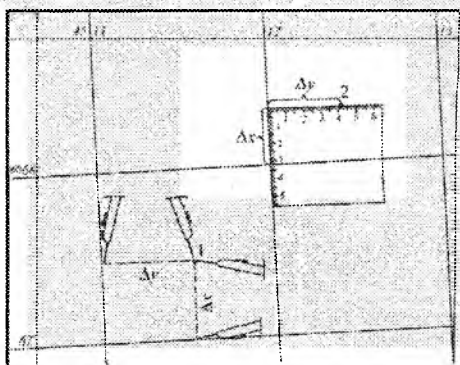
Агар карталарнинг фақат бир қисми берилган бўлса, унда географик координаталарни аниқлаш учун берилган нуқтадан чизғич ва учбурчак чизғич ёрдамида параллел ҳамда меридиан ўтказилади, сўнгра Δa , Δb , a , b кесмалар ўлчанади (3.21-расм). Кейинги ҳисоблашлар (3.3) ва (3.5) формулаларга мувофиқ бажарилади.

2. Нуқталарнинг тўғри бурчакли координаталарини аниқлаш. Нуқталарнинг тўғри бурчакли координаталари координаталар тўри чизиқлари орқали аниқланади. Ушбу тўр $1:10\,000$ ва ундан майда масштабли топографик карталарда 1 км га тенг томонлардан ташкил топиб, улар учларида координаталари қиймати ёзиб кўрсатилади (бундай тўрлар километрли тўрлар дейилади).



3.21-расм.

Берилган 1-нуқтанинг тўғри бурчакли координаталарини аниқлаш учун ушбу нуқтага энг яқин жойлашган координаталар тўрининг кесишган нуқтаси олиниб, унинг координаталари ёзилади. Масалан, 3.22-расмдаги километр тўри ёзувлари бўйича 1-нуқта учун ёзамиз: $x = 6067000$ м ва $y = 4311000$ м. Берилган нуқтадан квадратнинг жанубий ва ғарбий томонига перпендикулярлар туширилади ва улар узунлиги карта масштабида ўлчаниб, Δx ва Δy координаталар орттирмалари ҳосил қилинади.



3.22-расм.

Олинган нуқтанинг тўғри бурчакли координаталари қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{\text{ж}} + \Delta x, \\ y_1 &= y_{\text{ғ}} + \Delta y. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Координаталар орттирмалари қиймати $\Delta x = 467$ м, $\Delta y = 542$ м бўлса, (3.6) формуладан топамиз:

$$\begin{aligned} x_1 &= 6067000 + 467 = 6067467 \text{ м,} \\ y_1 &= 4311000 + 542 = 4311542 \text{ м.} \end{aligned}$$

Ҳисоблаш назорати берилган нуқтадан квадратнинг шимолий ва шарқий томонигача юқорида келтирилган услубда орттирмаларни ўлчаб координаталарнинг қийматлари такроран қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\begin{aligned}x_1 &= x_{\text{ш}} - \Delta x, \\y_1 &= y_{\text{шк}} - \Delta y.\end{aligned}\tag{3.7}$$

Орттирмаларни ўлчаш учун шаффоф асосдан ясалган иккита ўзаро перпендикуляр шкалалардан иборат координатометрдан фойдаланиш мумкин (3.22-расм). Координатометр квадратга шундай қўйиладики, унинг чап шкаласи квадрат абсцисса ўқининг ғарбий чизиғи билан, юқоридаги шкаласи эса аниқланадиган 2-нуқта билан бирлашсин. Шунда шкалалар бўйича орттирмаларнинг қиймати санаб аниқланади ва карта (план) масштаби бўйича уларнинг жойдаги қийматларига ўтилади. Нуқта координаталари (3.6) формула бўйича ҳисобланади. 3.22-расмга кўра, 2-нуқтанинг координаталари қуйидагига тенг:

$$\begin{aligned}x_2 &= 6068000 + 320 = 6068320 \text{ м}, \\y_1 &= 4312000 + 415 = 4312415 \text{ м}.\end{aligned}$$

Амалиётда кўп сонли нуқталарнинг координаталарини аниқлаш учун бошқариш пультли автоматик электрон координатографаларни қўллаш мақсадга мувофиқ. Бундай асбоб турли инженерлик масалаларни ечиш учун ўлчанган координаталар қийматларини бевосита олиш имконини беради.

3. Карта (план)да горизонтал бурчакларни ўлчаш. Карта ва планларда горизонтал бурчаклар ва чизиклар йўналишлари геодезик транспортир ёрдамида ўлчанади. Улардан энг кўп тарқалгани радиуси 90 мм ва бурчак ўлчаш шкаласининг бўлак қиймати $0,5^\circ$ ли ТГ-А-180 ярим доирали транспортир ҳисобланади. Ўлчашларни бажаришда транспортирни шундай қўйиш керакки, ноль диаметрининг иккала нишони (0° ва 180°) бир чизикда жойлашсин, марказий белгиси эса (тўғри чизикли шкаланинг ноли) бурчакнинг учига тўғри келсин.

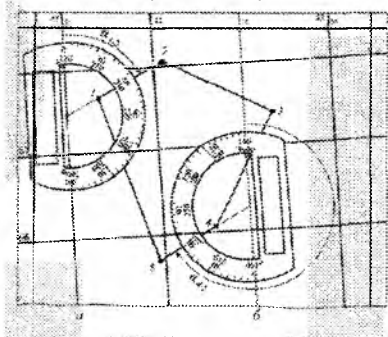
Агар ўлчанадиган бурчакнинг томони транспортир радиусидан калта бўлса, унда улар текширилган чизғич ёрдамида узунлаштирилади, томонлардан бирини эса ноль диаметрини аниқроқ бирлаштириш учун давом эттирилади. Бурчакнинг қиймати соат мили йўли бўйича саналади.

Транспортирнинг ноль диаметри координата тўри бўйича қўйилиб, унинг марказий белгиси чизикнинг кесишган нуқтаси билан бирлаштирилади ва дирекцион бурчак ўлчанади.

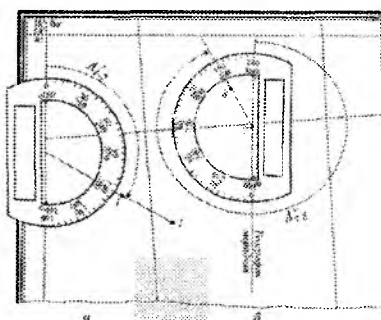
Яқин кичик штрихидан бурчак томонининг йўналишигача бўлган ёйнинг бурчак қиймати кўз билан чамалаб баҳоланади. Шунда натижа 5' га қолдиқсиз бўлинадиган қийматгача яхлитланади, бу эса ушбу типдаги транспортир билан бурчак ўлчаш аниқлигига тўғри келади.

Дирекцион бурчакларни ўлчаш учун зона ўқ меридианига параллел қилиб картада туширилган координаталар тўр (километрик) чизикларидан фойдаланилади.

Дирекцион бурчак зона ўқ меридиани ёки унга параллел чизилган абсцисса ўқининг шимолий йўналишидан соат мили йўли бўйича берилган чизик йўналишигача ўлчанади (3.23-расм). Чунончи, абсциссага қабул қилинган тўрнинг чизиклари карта ва планларда маълум оралиқлардан ўтказилган бўлади. Шунда дирекцион бурчакларни ўлчаш учун берилган йўналиш ушбу чизикларнинг яқини билан кесишгунча давом эттирилади. Агар дирекцион бурчак 180° дан кичик бўлса, транспортир 3.23-а расмда кўрсатилгандай ўрнатилиб, у 180° дан катта бўлса, транспортир 3.23-б расмдагига ўхшаш ўрнатилиб ўлчанади.



3.23-расм.



3.24-расм.

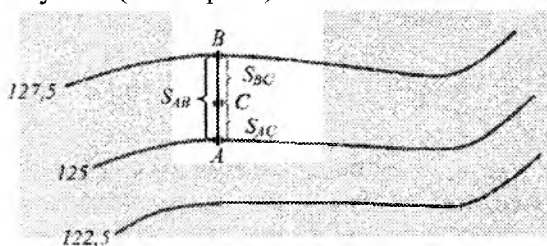
Ҳақиқий азимут берилган чизикнинг бошланғич нуқтасидан ўтадиган ҳақиқий меридианнинг шимолий

йўналишидан соат миля йўли бўйича ўлчанади. Ушбу меридианнинг йўналиши амалда, варақнинг ички рамкаси бўйича жанубдан шимолга қараб картанинг чегараловчи чизиқларига параллел бўлади. Шунинг учун ҳақиқий азимутларни ўлчаш учун берилган чизиқни картанинг ғарбий ёки шарқий рамкаси билан кесишгунча давом эттирилади (3.24-а расм) ёки картада туширилган ҳақиқий меридианлардан бири берилган чизиқнинг бошланғич нуқтасига параллел қилиб кўчирилади (3.24-б расм). Азимут қиймати транспортир билан дирекцион бурчакларни ўлчаш сингари аниқланади.

4. Берилган нуқталар баландлигини аниқлаш. Агар нуқта горизонтал устида жойлашган бўлса, унинг баландлиги ушбу горизонталнинг баландлигига тенг бўлади.

3.25-расмдаги A нуқтанинг баландлиги $H_A = 125,0$ м бўлади.

Горизонталлар орасида жойлашган нуқталар баландлигини аниқлаш. Айтилик, пландаги C_1 нуқта жойдаги C нуқтанинг проекцияси ҳисобланади ва у баландликлари маълум H_A ва H_B горизонталлар орасида жойлашган бўлсин (3.26-а расм).



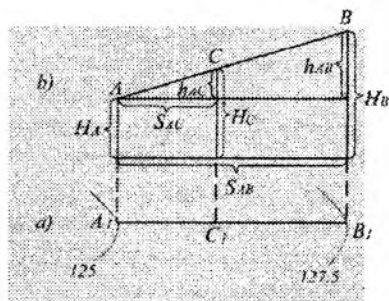
3.25-расм.

3.26-б расмда AB чизиқнинг вертикал кесими кўрсатилган ва ундан кўриш мумкинки,

$$H_C = H_A + h_{AC}, \quad (3.8)$$

бу ерда

$$h_{AC} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}} \cdot S_{AC}. \quad (3.9)$$



3.26-расм.

S_{AB} ва S_{AC} горизонтал куйилишлари планда ўлчанади, A ва B нуқталар нисбий баландлиги эса $h_{AB} = H_B - H_A$ формула бўйича ҳисобланади.

C нуқта баландлигини куйидагича топиш ҳам мумкин:

$$H_C = H_B - h_{BC}, \text{ бу ерда } h_{BC} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}} \cdot S_{BC}. \quad (3.10)$$

3.26-расмдан $H_A = 125,0$ м; $H_B = 127,5$ м; $h = 2,5$ м; $S_{AC} = 56,7$ м; $S_{BC} = 113,3$ м; $S_{AB} = 170$ м; бўлса, (3.8), (3.9) ва (3.10) формулалардан топамиз

$$h_{AC} = \frac{2,5}{170} \cdot 56,7 = 0,83 \text{ м; } H_C = 125,0 + 0,83 = 125,83 \text{ м;}$$

$$h_{BC} = \frac{2,5}{170} \cdot 113,3 = 1,67 \text{ м; } H_C = 127,5 - 1,67 = 125,83 \text{ м.}$$

5. Картадан жойдаги чизиқ нишаблиги ва қиялик бурчагини аниқлаш. Жойнинг пасайиш ва кўтарилиш даражаси чизиқнинг қиялик бурчаги ν ёки нишаблиги i билан тавсифланади.

Қиялик (оғиш) бурчаги деб, горизонтал текислик ва жой чизиғи орасида ҳосил бўлган ν вертикал бурчакка айтилади. Қиялик бурчакнинг градусли ўлчами ушбу чизиқнинг жойдаги **қиялик тиклигини** тавсифлайди.

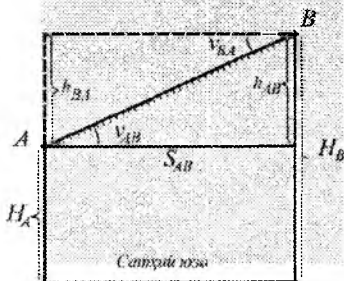
Нишаблик i деб, берилган нуқтада жойдаги чизиқни қиялик бурчагининг тангенсига айтилади. Нишабликлар i промилли (бирликнинг мингдан бирида) ёки фоизда ифодаланиб, улар қийматлари учинчи ўнлик белгигача яхлитланади.

3.27-расмда AB чизик бўйича жой бўлагининг вертикал кесими кўрсатилган. Унда тўғри бурчакли учбурчакнинг катети h_{AB} A ва B нуқталарнинг нисбий баландлиги, S_{AB} катети эса AB чизикнинг горизонтал куйилиши бўлади. Шунга кўра ёзиш мумкин,

$$i_{AB} = \operatorname{tg} v_{AB} = h_{AB}/S_{AB}. \quad (3.11)$$

Шунингдек, AB чизикнинг нишаблиги i_{AB} A ва B нуқталар нисбий баландлигини ушбу нуқталар орасидаги горизонтал куйилишининг нисбатига тенг бўлади.

Амалда картада чизик нишаблигини аниқлаш учун чизик горизонтал куйилиши карта масштабида ўлчаниб, чизик учлари нуқталари баландликлари айирмасидан топиладиган нисбийлик бўйича ҳисобланади.



3.27-расм.

Агарда картада тасвирланган A ва B нуқталар баландликлари $H_A = 72,5$ м, $H_B = 75,0$ м, AB чизигининг горизонтал куйилиши, $S_{AB} = 90$ м бўлса (улар картадан аниқланади), нисбий баландликни $h_{AB} = H_B - H_A$ бўйича ҳисоблаб AB чизигининг нишаблиги (3.11) формуладан топилади

$$i_{AB} = (75,0 - 72,5): 90 \approx +0,028 \text{ ёки } i_{AB} = +2,8\%.$$

Ушбу чизикнинг қиялик тиклигини тавсифловчи қиялик бурчакни куйидаги формула орқали ҳисоблаш мумкин:

$$v_{AB} = \operatorname{arctg} i_{AB} \text{ ёки } v_{AB} \approx 57,3^\circ \cdot \frac{h_{AB}}{S_{AB}}. \quad (3.12)$$

Олинган мисолда $v_{AB} \approx 57,3^\circ \cdot 0,028 \approx +1,6^\circ$.

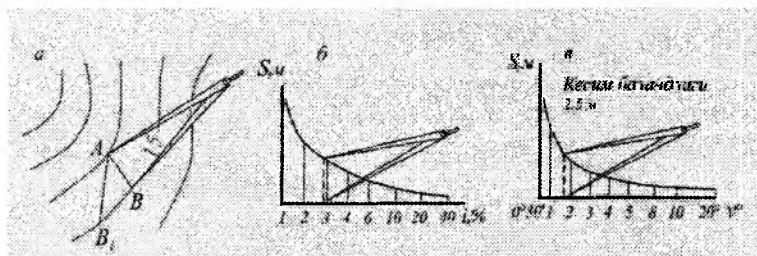
3.27-расмда B ва A нуқталар нисбий баландлиги h_{BA} манфий ишорада бўлади, яъни $h_{BA} = H_A - H_B$ ва шунда $i_{BA} = (72,5 - 75,0) : 90 \approx -0,028$. BA чизигининг қиялик тиклигини тавсифлайдиган қиялик бурчаги $v_{BA} \approx 57,3^\circ \cdot (-0,028) \approx -1,6^\circ$.

Агар икки қўшни горизонталларни туташтирувчи тўғри чизикнинг нишаблигини аниқлаш талаб қилинса, унда нисбий баландликни ҳисоблашнинг ҳожати йўқ, чунки у рельеф кесими баландлиги h_0 га тенг, нишаблик йўналишининг тавсифловчи ишораси (плюс ёки минус) картадан олинади.

Қуйилиш графикалари. Қуйилиш деб, картада қўшни горизонталлар орасидаги ҳар қандай йўналиш бўйича берилган масофага айтилади (масалан, 3.28-а расмда AB_1 йўналишидаги масофа). Лекин қўпинча нишабликни энг катта қиялигининг йўналиши бўйича тавсифлаш талаб қилинади. Бунда картада қуйилиш тиклиги қўшни горизонталлар орасидаги энг қисқа масофа бўйича, яъни қўшни горизонталларга перпендикуляр масофа бўйича олинади (масалан, 3.28-а расмда AB йўналиши). Нишабликларни аниқлаш учун қуйилиш графиги тузилади (3.28-б расм). Нишаблик графигини тузиш учун (3.11) формуладан фойдаланиб, нишаблик i га бериладиган ҳар хил қийматлар: 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 ва ҳоказолар бўйича горизонтал қуйилиш қийматлари формуладан топилади.

$$S = \frac{h_0}{i}. \quad (3.13)$$

Горизонтал ўқ бўйича i қийматлари ихтиёрий масштабда қўйиб топилган нуқталардан ўққа перпендикуляр йўналишда план масштабида ҳисобланган S қийматлари қўйилади. Бу топилган нуқталар эгри чизик билан бирлаштирилиб нишаблик қуйилиш масштабининг графиги чизилади (3.28-б расм).



3.28-расм.

Нишабликни аниқлаш учун картада қўшни горизонталлар орасидаги кесим (3.28-а расмда AB кесим) циркул ниналари орасида олиниб, уни графикка тик қўйилиб нишаблик қиймати шкаладан саналади (3.28-б расмга кўра нишаблик $i_{AB} = +2,8\%$).

Айнан шу тарзда 3.28-в расмда тасвирланган қиялик масштаби графиги бўйича қиялик тиклиги аниқланади. Ушбу график учун қўйилиш қийматлари қиялик бурчак ν га қийматлар бериб, қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$S = \frac{h_0}{\operatorname{ctg} \nu} = h_0 \cdot \operatorname{ctg} \nu \quad (3.14)$$

3.28-в расмга кўра қиялик бурчаги $\nu_{AB} \approx +1,6^\circ$.

6. Берилган йўналиш (маршрут) бўйича рельефни таърифлаш. Бу масала картага туширилган маршрутларнинг алоҳида участкаларида рельефнинг синиш (характерли) нуқталари-нинг планли ўрни, баландлиги ва қиялик тиклигини аниқлашга қаратилган.

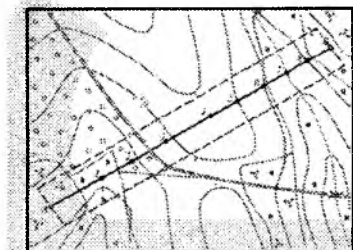
Масалан, рельеф кесими баландлиги $h_0 = 2,5$ м бўлган картада A нуқтадан B нуқтагача тўғри чизиқли йўналиш (маршрут) туширилган (3.29-расм). Унда жой рельефининг синиш (характерли) 1, 4 ва 7-нуқталари жойлашган. Ушбу характерли нуқталарининг баландликлари интерполяция усулида карта бўйича аниқланади. Қиялик тиклигини ҳисоблаш учун карта масштабида ушбу нуқталар орасидаги чизиқ узунлиги ўлчанади. Маршрутнинг алоҳида участкаларида қиялик бурчаклари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\nu_{i-k} = 57,3^\circ (H_k - H_i) : S_{i-k}, \quad (3.15)$$

бу ерда H_i, H_k – баландликлари маълум нукталар.

Масалан, 3.29-расмдан 1 ва 4-нукталар учун топиш мумкин, $H_1 = 145,1$ м; $H_4 = 151,3$ м; $S_{1-4} = 349$ м, шунда (3.15) бўйича топамиз:

$$v_{1-4} = 57,3^\circ \cdot (151,3 - 145,1) : 349 \approx +1,0^\circ.$$



3.29-расм.

3.29-расмда кўрсатилган маршрут бўйича ўлчашлар натижаларидан олинган рельефнинг бошқа тавсифлари изохи 3.2-жадвалда келтирилган.

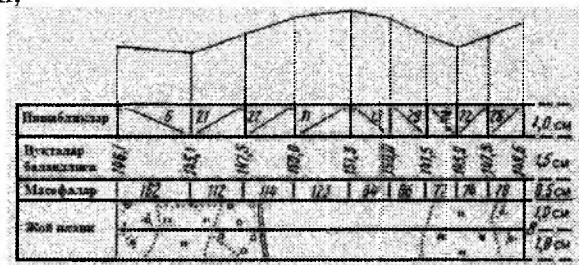
3.2-жадвал

Нукталар белгилари	Нукталар жойлашини	Баландликлар, м	Масофа, м	Нишаб-ликлар йўналиши	Қиялик тиклиги
A	Қияликда	146,1			
			162		
1	Сув йиғилувчи чизигида	145,1		Пасайиш	$-0,4^\circ$
			349		
4	Сув айриғич чизигида	151,3		Кўтарилиш	$+1,0^\circ$
			247		
7	Сув йиғилувчи чизигида	145,9		Пасайиш	$-1,3^\circ$
			150		
B	Қияликда	149,5		Кўтарилиш	$+1,4^\circ$

7. *Картада берилган йўналишининг бўйлама профилини тузиш.* Масштаби 1:10000 картада берилган (3.29-расм) *AB* чизиқнинг бўйлама профилини тузиш учун ишлар куйидаги тартибда бажарилади:

– *AB* чизигидан чап ва ўнг томонларга 1 см дан ораликда узук чизиқлар ўтказилиб чегараланади (3.29-расм);

– миллиметрли қоғоз варағи олиниб, пастки четига параллел профилнинг қаторлари берилган *AB* чизиқнинг бўйига қараб чизилади (қаторларнинг эни 3.30-расмда кўрсатилган), ҳар бир қаторнинг чап учида уларнинг номлари ёзилади;



3.30-расм.

– ўлчагич циркуль ёрдамида тафсилотлар чегаралари картадан ўлчаб олиниб, «жой плани» қаторига кўчирилади ва шартли белгиларга мувофиқ чизилади;

– картада *AB* чизигининг горизонталлар билан кесишган нуқталари ва рельефнинг характерли нуқталари тартиб рақамлари қўйилиб, белгилаб чиқилади;

– циркуль ўлчагич билан рақамланган нуқталар орасидаги масофалар олиниб, «масофа» қаторига кўчирилади; бир вақтда ушбу масофаларнинг қийматлари карта масштабида аниқланади ва қаторнинг тегишли оралиқларига ёзилади;

– горизонталлардан фойдаланиб рақамланган профил нуқталарнинг баландликлари интерполяциялаш усулида 0,1 м гача аниқликда ҳисобланади ва қийматлар «Нуқталар баландлиги» қаторидаги тегишли нуқталарининг ёнига кўндаланг қилиб ёзилади;

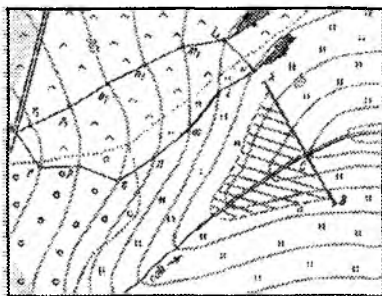
– бошланғич сатх профилни «Нишабликлар» қаторидан 2-3 см юқорида нуқта билан белгиланиб, унинг баландлигига нуқталарни энг кичик қийматга эга баландлиги яхлит метрда ёзиб олинади;

– профил нуқталари ҳар бирдан вертикал масштабда уларни тегишли баландликлари перпендикулярлар бўйича қўйилиб нуқталар белгиланади ва уларни тўғри чизиқлар билан бирлаштириб чиқиб, АВ чизигининг профили ҳосил қилинади;

– профил нуқталарини туташтирувчи чизиқлар нишабликлари (3.11) формула бўйича ҳисобланиб, қийматлари минглик ҳисобида яхлит метрда ёзилади (масалан, 0,006 ўрнига 6); нишабликлар йўналиши шартли чизиқлар билан чизиб кўрсатилади (3.30-расм).

8. Сув ҳавзаларни картада лойиҳалаш. Сунъий сув ҳавзалари (масалан, сув омборлари)ни барпо этишда дарёни тўғон билан шундай тўсиш керакки, дарё туби *C* тирсак нуқтасида (3.31-расм) сув сатҳи 12 м га кўтарилсин, тўғон усти қиррасининг баландлиги сув ҳавзасининг лойиҳавий сув сатҳидан 1 м ортиқ бўлсин.

Лойиҳалаш бўлажак тўғоннинг ўқи ўрнини аниқлайдиган *A* ва *B* нуқталарни картага тушириш ва сув босиш зонаси чегараларини чизиб белгилашдан иборат.



3.31-расм.

Ушбу масалани ечишда аввал сув сатҳининг лойиҳавий баландлиги H_0 ва тўғоннинг устки қирраси баландлиги $H_{тўғ}$ ҳисобланади. Юқорида кўрсатилган шартларга кўра,

$$H_0 = H_c + 12\text{м} = 115 + 12 = 127 \text{ м}; H_{\text{тўғ}} = H_0 + 1\text{м} = 128\text{м}.$$

Тўғон учлари баландлиги бир хил бўлиб, у горизонтал лойиҳаланади, яъни

$$H_A = H_B = H_{\text{тўғ}} = 128 \text{ м}.$$

Кейин картада тўғоннинг ўқи ўтказилади (C нуктада дарё ўзанининг йўналишига перпендикуляр қилиб) ва унда A ва B нукталарнинг ўрни уларнинг аниқланган баландлиги бўйича интерполяциялаш усули орқали картада топилади (3.31-расм).

Бунинг учун баландлиги 125 м дан 130 м горизонталгача қуйилишнинг $3/5$ қиймати ўлчанади. Кейин картада тўғоннинг контуридан сувнинг лойиҳавий сатҳи $H_0 = 127$ м бўйича қўшимча горизонтал ўтказиш йўли орқали сув босиш зонаси чегараланади. Бу қўшимча горизонтал ўрни интерполяциялаш асосида аниқланади. Бунда 125-горизонталнинг характерли бурилиш нукталаридан 130-горизонталгача қуйилишнинг $2/5$ қиймати ўлчаб туширилади. Ҳосил қилинган горизонтал (3.31-расмда узук чизик билан кўрсатилган) лойиҳаланадиган сув омборининг сув босиш зонаси чегарасини аниқлайди.

9. Берилган нишаблик бўйича картада чизик ўтказиш. Чизикли иншоотлар (автомобиль ва темир йўл, каналлар, зовурлар, коллектор-дренажлар, қувур ўтказгичлар ва ҳ.к.)ни лойиҳалашда карта ёки планга иншоот ўқи туширилади ва у *трасса* деб аталади.

Трассанинг планли ўрни ушбу иншоотнинг техник кўрсаткичларига жавоб берадиган, олдиндан берилган шартларга асосланиб аниқланади. Масалан, трассанинг ҳар қандай бўлагида нишабликнинг йўл қўярли қиймати ўрнатилади. Берилган техник шартларга қараб чизикли иншоот ўқини карта ёки жойда танлашга *трассалаш* дейилади.

Масалан, масштаби 1:10 000, рельеф кесим баландлиги эса $h_0 = 5$ м га тенг картада тўғон чўққиси K нуктасидан мавжуд автомобиль йўлининг N нуктасигача йўлни трассалаш керак бўлсин (3.31-расм). Трассалаш йўлнинг ҳар қандай участкасида чекли нишаблик $i_{\text{чек}} - 4,0 \%$ дан

ошмаслик шarti билан бажарилиши керак бўлсин. Бунинг учун (3.13) формуладан чекли нишаблик қиймати бўйича қуйилиш қиймати S_0 аниқланади. Шунда $S_0 = (h_0 \cdot 100\%): i_{\text{чек}}\% = (5 \cdot 100\%): 4\% = 125$ м. План масштабида $S_0 = 1,25$ см бўлиб, уни циркуль ўлчагичда олиб, A нуқтага яқин горизонталдан N нуқтага қараб қўшни горизонталлар билан кесиштириб қўйиб чиқилади (3.31-расмда kl, lm, \dots, rN). Трассалаш иккинчи вариантда (ўша расмда $kl_1, l_1m_1, \dots, r_1N$) бажарилиши мумкин.

Қўшни горизонталлар орасидаги қуйилиш оралиғи унинг ҳисобланган қиймати S_0 дан катта бўлса, трассалаш N нуқтага қараб тўғри чизиклар бўйича олиб борилади. Картада белгиланган кесишиш нуқталари тўғри чизик кесмалар билан туташтириб чиқилади. Вариантлар таққосланиб, улардан энг самаралиси олинади. Келтирилган мисолда иккинчи вариант биринчисидан афзал, чунки у биринчи вариантдан қисқароқ ва тўғри чизик шаклига яқин.

Назорат саволлари:

1. *План ва карта нима?*
2. *Топографик план ва карталарнинг афзаллиги нимада?*
3. *Масштаб нима ва унинг қандай турларини биласиз?*
4. *Жой (ер) рельефи нима ва уни план ҳамда карталарда тасвирлашнинг қандай усулларини биласиз?*
5. *Горизонталларнинг қандай асосий хоссаларини биласиз?*
6. *Топографик карталар учун қабул қилинган шартли белгилар қандай?*
7. *Рақамли ва электрон карталар нима?*
8. *Топографик план ва карталар номенклатураси нима?*
9. *Мамлакатимизда топографик карта ва планларни тузиш учун қандай масштаблар қабул қилинган?*

ЎЛЧАШ ХАТОЛАРИ НАЗАРИЯСИ ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

4.1. Ўлчаш турлари ва хатолари

Геодезик ишларни бажариш жараёнида турли миқдорларни (чизиклар узунлиги, бурчаклар, баландликлар ва бошқалар) ўлчаш ва аниқроқ натижани танлаш талаб этилади.

Ўлчаш ва унинг турлари. Бир миқдорни ўлчов куроли бирлигига таққослаб, унинг қийматини аниқлашга **ўлчаш** дейилади; ўлчаб топилган катталикни кўрсатувчи сон **ўлчаш натижаси** дейилади. Геодезик ўлчаш қандай бажарилишига қараб **бевосита** (воситасиз) ва **билвосита** (воситали) ўлчашга бўлинади. Ўлчанадиган миқдорни ўлчаш асбоби билан жойда бевосита таққослаб, қийматини аниқлашга **бевосита** (воситасиз) **ўлчаш** дейилади. Бунга ўлчаш лентаси билан жойдаги икки нуқта орасидаги масофани ўлчаш мисол бўла олади. Ўлчанадиган миқдор қийматини ўлчаш асбобида бевосита ўлчамасдан, бошқа ўлчанган миқдор қиймати орқали ҳисоблаб топишга **билвосита ўлчаш** дейилади. Масалан, бориб бўлмас масофани ўлчанган базис узунлиги ва горизонтал бурчаклар орқали тригонометрик функциялари формуласидан фойдаланиб ҳисоблаб топиш.

Ўлчаш шароитининг ўзгаришига, қўлланилган асбоб ва ўлчовчи шахсга қараб **тенг аниқли** ва **тенг аниқсиз ўлчашлар** бўлади. Агар ўлчаш бир хил шароитда, бир асбоб билан бир хил усул ва битта шахс томонидан бажарилса, бунга **тенг аниқли** ўлчаш, агар ўлчаш ҳар хил шароитда турли асбоб ва усуллар билан бир неча шахс томонидан бажарилса, бунга **тенг аниқсиз** ўлчаш дейилади.

Ўлчашларда қуйидаги тушунча мавжуд: зарурий ўлчаш ва ортиқча ўлчашлар. Масалан, айнан битта катталик n мартаба ўлчанган бўлса, унда ўлчашлардан биттаси зарурий бўлиб, қолганлари $n-1$ эса ортиқча. Ортиқча ўлчашлар олинадиган ўлчаш натижаларининг тўғрилигини назорат

қилиш учун қўлланилади. Бундан ташқари, улар аниқланаётган миқдорнинг янада ҳам ишончли қийматини топишга имкон беради. Ортиқча ўлчашларни етарли миқдорда бажарилиши амалга оширилган ўлчашларнинг аниқлиги тўғрисида хулоса чиқаришга ҳам имкон беради.

Ўлчаш хатоларининг турлари. Геодезик ўлчашларни бажаришда ва ҳисоблашларда ҳар хил хатоликларга йўл қўйилади. Агар бир миқдорни ўлчаб, топилган қийматини l , ҳақиқий қийматини x десак, булар ўртасидаги фарқ **ўлчаш хатоси** дейилади. Хатони Δ билан белгиланса, у вақтда ўлчашнинг ҳақиқий хатоси

$$\Delta = l - x. \quad (4.1)$$

Бирон миқдор n мартаба ўлчанса, ҳар бир ўлчашда маълум хато бўлиши мумкинлиги сабабли уларни $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ билан ифодалаш мумкин, бунга **хатолар қатори** дейилади.

Ўлчаш хатолари миқдори ва такрорланишига қараб уч турга бўлинади:

1. Қўпол хато.
2. Систематик хато.
3. Тасодикий хато.

Қўпол хато деб, хатолар қаторида абсолют қиймати бўйича қатордаги бошқа хатолардан бир неча марта катта қийматга эга хатога айтилади. Қўпол хато ўлчашда янглишиш орқали содир бўлади. Масалан, пўлат лента билан масофа ўлчанаётганда лента тортиш сонини адашиб санашда, шунингдек, бурчак ўлчашда санок олиш мосламасидан нотўғри санок олиш оқибатида қўпол хато келиб чиқади. Бу хато ўлчанаётган миқдорни қайта ўлчаш йўли билан аниқланади.

Систематик хато деб, хатолар қаторида абсолют қиймати катта бўлмаган бир хил ишора ва бир хил қийматда такрорланадиган хатога айтилади. Систематик хато асбобнинг хатосига, ташқи муҳитга ва ўлчовчининг малакасига боғлиқ бўлади. Масалан, масофа ўлчанаётганда лентанинг узунлиги унинг ҳақиқий қийматидан фарқ қилса, ҳаво ҳароратининг ўзгариши ҳам лента узунлигига таъсир қилиб систематик хатони келтириб чиқаради. Систематик

хатони асбоб хатосини ва ташки муҳит таъсирини ҳисобга олиш йўли билан камайтиради.

Тасодифий хато деб, хатолар қаторида турли ишора ва турли қийматда бўлиб, абсолют қиймати маълум чегарадан ошмаган ҳолда такрорланадиган хатога айтилади. Тасодифий хатонинг келиб чиқиши ўлчаш шароити, асбобнинг аниқлиги, ўлчовчининг тажрибаси каби омилларга боғлиқ бўлади.

Тасодифий хатоларни йўқотиб бўлмайди, балки тузатмалар киритиб камайтириш мумкин; ўлчаш хатолари назариясининг асосий вазифаларидан бири тасодифий хатоларнинг келиб чиқиш қонуниятларини ўрганиб, унинг таъсирини камайтириш йўллари ўрганишдан иборатдир.

Тасодифий хатоларнинг хоссалари:

1. Ўлчаш хатолари қаторидаги миқдор жиҳатдан кичик хатолар катталарига нисбатан кўпроқ учрайди.

2. Ўлчаш хатолари қаторида мутлақ қиймати бўйича мусбат ва манфий хатолар бир хил учрайди.

3. Ўлчаш қаторидаги тасодифий хатоларнинг мутлақ қиймати маълум чекдан ошмайди, яъни $|\Delta| < \Delta_{\text{чек}}$.

4. Ўлчаш қаторидаги тасодифий хатоларнинг арифметик ўрта миқдори ўлчаш сони ортган сари нолга интилади.

Ҳақиқий қиймати X бўлган бир миқдорни n маротаба ўлчаш натижалари l_1, l_2, \dots, l_n , буларнинг тасодифий хатолари $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ бўлса, тўртинчи хоссага кўра

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = 0, \quad (4.2)$$

ёки Гаусс йиғинди белгиси «[]» дан фойдалансак, (4.2) формулани қуйидагича ифодалаш мумкин:

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

4.2. Арифметик ўрта миқдор

Агар бирон миқдорни тенг аниқ n маротаба ўлчаб l_1, l_2, \dots, l_n натижалар олинган бўлса ва ҳақиқий қиймати X бўлса, уни (4.1) формулага биноан ёзиш мумкин:

$$\Delta_1 = l_1 - X; \Delta_2 = l_2 - X; \dots; \Delta_n = l_n - X.$$

Тенгликларнинг ўнг ва чап томонларини қўшиб, куйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n = (l_1 + l_2 + \dots + l_n) - nX.$$

Гаусс суммасини қўлласак,

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

бундан

$$X = \frac{[l]}{n} - \frac{[\Delta]}{n}. \quad (4.3)$$

Агар ўлчашлар сони n чексизликка интилиб борса, хатолар қиймати нолга тенг бўлади, яъни:

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

Худди шу сабабли (4.3) формуладан:

$$X = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[l]}{n}. \quad (4.4)$$

Амалда бирор миқдорни ўлчаш сони n чекланган бўлади, шунинг учун (4.4) формуладаги X ўрнига x қийматини қабул қилиб ёзиш мумкин:

$$x = \frac{[l]}{n}, \quad (4.5)$$

Бу ерда x – арифметик ўрта миқдор дейилади.

4.3. Айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси

Битта миқдорнинг ҳақиқий қиймати X бўлса, уни бир неча марта ўлчаб топилган қийматларидан фойдаланиб, айрим ўлчаш аниқлигини ҳамда ўрта арифметик миқдор аниқлигини баҳолаш мумкин. Бунинг учун Гаусс томонидан киритилган ўрта квадратик хатони аниқлаш формуласидан фойдаланилади:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}. \quad (4.6)$$

Бу формула миқдорнинг ҳақиқий қиймати маълум бўлганда ишлатилади. Амалда эса ўлчанадиган миқдор ҳақиқий қиймати номаълум бўлади. Бундай ҳолда айрим

Ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формула бўйича топилади:

$$m = \sqrt{\frac{[\vartheta^2]}{n-1}} \quad (4.7)$$

Бу ерда ϑ – эҳтимолий хато ва у қуйидагига тенг $\vartheta_i = l_i - x$; n – ўлчашлар сони; $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Ўрта квадратик хато m ўлчаш натижалари аниқлигини баҳолаш учун ишончли мезон бўлиб хизмат қилади.

Эҳтимоллик назариясида аниқланишича, берилган катордаги тасодиқий хатолар мутлақ қиймати ўрта квадратик хатонинг учланган қийматидан ошмайди. Шунинг учун ўрта квадратик хатонинг учланганига **чекли хато** дейилади ва у қуйидагига тенг деб олинади:

$$\Delta_{\text{чекли}} = 3m. \quad (4.8)$$

Айрим ҳолларда чекли хато деб $2m$ ҳам олинади.

Ўртача хато. Ўлчаш натижалари аниқлигини баҳолаш учун баъзан ўртача хато θ дан фойдаланиш мумкин. Ўртача хато тасодиқий хатолар мутлақ қийматининг ўрта арифметик миқдорига тенг, яъни

$$\theta = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n}. \quad (4.9)$$

Ўртача хато билан ўрта квадратик хато ўртасида қуйидаги муносабат мавжуд:

$$\theta = 0,8m. \quad (4.10)$$

Ўрта арифметик миқдорнинг ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (4.11)$$

Бу ерда m – айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси; n – ўлчашлар сони.

Т/р	Ўлчаш натижалари l_i , м	Экстремалый хато, ϑ , см	ϑ^2	Ҳисоблаш формуласи ва натижалари
1.	105,46	+7	49	$x = \frac{[l]}{n} = \frac{632,34}{6} = 105.39$ $m = \sqrt{\frac{v^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{6-1}} = 5,9 \text{ см}$ $M = 0,060 / \sqrt{6} = 0,028 \approx 0,03$ $\Delta_{\text{вер}} = 2m = 0,12 \text{ м}$ $x = 105,39 \pm 0,03 \text{ м}$
2.	105,36	-3	9	
3.	105,30	-9	81	
4.	105,41	+2	4	
5.	105,38	-1	1	
6.	105,43	+4	16	
	$x=105,39$	$[v] = 0$	$[v^2] = 160$	

Мисол: Чизик узунлиги 6 марта пўлат лента ёрдамида ўлчанган ва ўлчашлар натижалари 4.1-жадвалга келтирилган. Улардан фойдаланиб айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси m ва арифметик ўрта миқдорнинг ўрта квадратик хатоси M ҳисоблансин. Ҳисоблаш натижалари қуйидаги 4.1-жадвалда келтирилади.

4.4. Ўлчаш натижаларининг вазни. Вазили ўрта арифметик миқдор

Ўлчаш хатолари назариясида тенг аниқсиз ўлчаш натижалари аниқлигини баҳолашда *ўлчашлар вазни* деган тушунча киритилади. **Ўлчаш вазни** деб, ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси квадратига тескари пропорционал бўлган миқдорга айтилади:

$$p_i = \frac{c}{m_i^2}. \quad (4.12)$$

Бу ерда p – ўлчаш вазни; m – айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси; c – пропорционаллик коэффициенти бўлиб 1, 10, 100 бўлиши мумкин, кўпинча у $c = 1$ деб олинади.

Фараз қилайлик, бирор-бир миқдорни тенг аниқсиз ўлчаш натижалари $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ ва улар вазнлари $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ берилган бўлсин. Ҳар бир l_i , қийматни p_i тенг аниқ

Ўлчашлардан арифметик ўрта миқдори деб караш мумкин, яъни

$$l_i = \frac{l_{i1} + l_{i2} + l_{i3} + \dots + l_{in}}{p_i}$$

ёки

$$p_i l_i = [l_i].$$

Бундай тенгликлар сони ўлчаш сони $[p]$ га тенг. Тенгликларнинг чап ва ўнг томонларидан арифметик ўрта қийматни олиб ёзамиз:

$$\frac{[pl]}{[p]} = \frac{[[l]_i]}{[p]}.$$

Қуйидаги белгини $\frac{[[l]_i]}{[p]} = x_0$ киритиб ёзамиз $x_0 = \frac{[pl]}{[p]}$,

ёки

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2 + l_3 p_3 + \dots + l_n p_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n} \quad (4.13)$$

Ушбу формулага *ваззли арифметик ўрта* дейилади.

Тенг аниқсиз ўлчаш натижаларининг умумий арифметик ўртачаси ҳар қайси ўлчаш натижасининг ўз вазнига бўлган кўпайтмалари йиғиндисининг вазнлар йиғиндисига бўлинганига тенг.

Мисол: Битта чизик узунлигини 3 маротаба ўлчаб 218,416 метр, 5 марта ўлчаб 218,432 метр ва 7 марта ўлчаб 218,456 метр арифметик ўрта қийматлари олинган бўлсин, (4.13) формулага асосан шу масофанинг умумий ваззли арифметик миқдори ҳисоблансин.

Вазн p ўрнига ўлчашлар сонини олиб, ваззли арифметик ўртани топамиз:

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

Вазн бирлигининг ўрта квадратик хатоси эҳтимолий хато орқали қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\mu = \sqrt{\frac{[p\vartheta^2]}{n-1}}. \quad (4.14)$$

Умумий вазни арифметик ўртанинг ўрта квадратик хатоси эса куйидагига тенг:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \quad (4.15)$$

Назорат саволлари:

1. Қандай ўлчаш турларини биласиз?
2. Ўлчаш хатоси деганда нимани тушунасиз?
3. Ўлчаш хатоларининг турлари қайсилар?
4. Тасодифий хатолар ва уларнинг келиб чиқиш манбаларини айтинг.
5. Ўлчанган миқдорнинг арифметик ўрта қиймати нима?
6. Ўлчашларнинг ўрта квадратик хатоси қандай аҳамиятга эга?

БУРЧАКЛАРНИ ЎЛЧАШ

5.1. Горизонтал бурчакларни ўлчаш моҳияти

Жойда *бурчак ўлчаш* деганда, горизонтал бурчаклар ва қиялик бурчаклари (вертикал бурчаклар)ни ўлчаш кўзда тутилади.

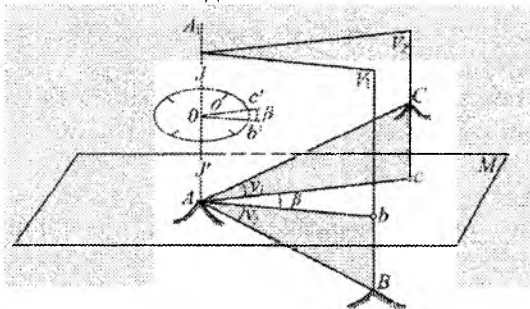
Жойда ҳар хил баландликда жойлашган B , A ва C нуқталарни ўзаро туташтирувчи AB ва AC чизиқлар A нуқтада кесишиб, BAC бурчакни ҳосил қилса (5.1-расм), унга **горизонтал бурчак** дейилади.

Горизонтал бурчакни ўлчаш принципи шундан иборатки, бунда бурчак учи A нуқтасидан фараз қилинадиган M горизонтал текислик ўтказилади (5.1-расм). Жойдаги AB ва AC чизиқлар AA_1 шовун чизиғи орқали ўтувчи V_1 ва V_2 вертикал текисликлар билан горизонтал текисликка проекцияланади. Проекцияловчи вертикал текисликлар билан горизонтал текислик кесишган жойда Ab ва Ac чизиқлари, яъни жойдаги AB ва AC чизиқларнинг горизонтал проекциялари (горизонтал куйилиши) ҳосил бўлади. Демак, Ab ва Ac чизиқлар орасидаги β бурчак горизонтал текисликда ётади ва унга горизонтал бурчак дейилади. Бу бурчак қийматини маркази BAC икки ёқли бурчакнинг вертикал қирраси AA_1 даги O нуқтада жойлашган градус бўлақларига бўлинган горизонтал доира ёрдамида аниқлаш мумкин. Бу доирадаги ob' ва oc' чизиқлар доира сиртининг V_1 ва V_2 вертикал текисликлар билан кесишишидан ҳосил бўлади, яъни ob' ва oc' чизиқлар ушбу тегишли текисликларда ётади ва шу туфайли $b'oc'$ бурчаги $bAc = \beta$ бурчакка тенг бўлади.

Бунда горизонтал доира M горизонтал текисликка параллел ҳолда ўрнатилиши керак. Бу иш горизонтал доирада ўрнатилган цилиндрик адилак ёрдамида амалга оширилади.

Агар горизонтал доира градус бўлақларининг сон қиймати соат мили ҳаракати йўналиши бўйича ортса, у вақтда β бурчагининг қиймати доирадан олинган b' ва c' саноклар айирмасига тенг бўлади, яъни $\beta = b' - c'$. Градус

бўлақларга бўлиниб, бу бўлақлар сон қийматлар билан белгилаб чиқилган доирага **лимб доираси** дейилади. Шундай қилиб, жойда горизонтал бурчакни ўлчаш учун лимб доираси, адилак, қараш трубаси бўлмиш асосий қисмларни ва уларга тегишли бошқа қисмларни ўзида бирлаштирувчи теодолит асбоби ишлатилади.



5.1-расм.

Бурчак ўлчаш жараёнида теодолит ўлчанаётган бурчак учи A нуктага шовун ёрдамида марказлаштирилади. Бунда горизонтал доирадаги лимбнинг маркази O дан ўтувчи теодолитнинг айланиш ўқи JJ' (5.2-расм) бурчак учидан ўтувчи AA_1 шовун чизиғида ётиши керак. Горизонтал ҳолатга келтирилган лимб текислиги горизонтал текислик вазифасини ўтайди. Труба ўз айланиш ўқи TT' атрофида айланганда кўриш ўқи VV' ҳосил қилган коллимация текислиги проекцияловчи вертикал текислик вазифасини бажаради.

Шундай қилиб, бурчак ўлчаш принципи амалга ошиши учун теодолитларда асосий геометрик ўқлар (5.2-расм) қўйилган геометрик шартларни қаноатлантириши керак.

Теодолит горизонтал доираси лимбининг устки қисмида алидада доираси маркази лимб маркази билан туташган ҳолда ўрнатилган. Бу доиралар ўз марказларидан ўтувчи теодолитнинг айланиш ўқи JJ' атрофида бирга ёки алоҳида-алоҳида айланади.

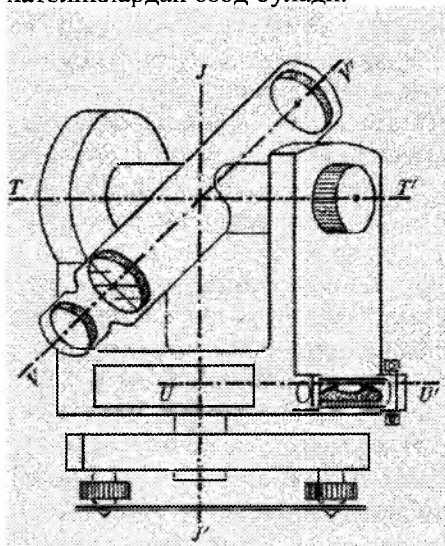
Асбоб айланиш ўқи JJ' цилиндрик адилак бўйича тагликдаги учта кўтаргич винтлар (5.2-расм) ёрдамида

вертикал ҳолатга (шу билан бирга, лимб текислигини горизонтал ҳолатга) келтирилади.

Теодолит штатив (уч оёқ) устига қўйилиб, унга ўрнатгич винт орқали маҳкамланади.

Ясалишига қараб теодолитлар такрорий ва оддий бўлади. Лимби ҳамда алидадаси айланадиган теодолит такрорий, лимби айланмайдигани эса оддий теодолит бўлади. Ҳозирги пайтда фақат такрорий теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда.

Лимб ҳолатини ўзгартиб (айлантириб) лимбни турли қисмида бурчак ўлчанса, ўлчанган бурчак қиймати айрим хатоликлардан озод бўлади.



JJ' – асбоб (теодолит)нинг айланиш ўқи;
TT' – кўриш трубагининг айланиш ўқи;
VV' – трубагининг кўриш ўқи;
UU' – цилиндрик алидак ўқи.

5.2-расм.

Теодолит асбоби билан горизонтал бурчаклардан ташқари жой чизикларининг қиялик (вертикал) бурчагини ўлчаб, уларнинг горизонтал қўйилишини ҳисоблаш ҳамда нуқталарнинг нисбий баландлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун теодолит кўриш трубагининг горизонтал айланиш ўқи бир учида вертикал доира ўрнатилган (5.2-расм).

5.2. Адилаклар

Адилаклар геодезик асбобларнинг геометрик ўқларини горизонтал ёки вертикал ҳолатга келтириш учун хизмат қиладиган мосламадир.

Адилаклар цилиндрик ва доиравий кўринишларда бўлади. Цилиндрик адилак (5.3-расм) ампула (шиша найча) ва уни шикастланишдан сакловчи металл ғилофдан иборат. Ампуланинг ички юқори сирти маълум радиусдаги айлана ёйи кўринишида ишланган бўлади. Ампула суюқлик (эфир ёки спирт) билан тўлдирилган бўлиб, озгина бўшлиқ қолдирилади. Бу бўшлиқ адилак пуфакчасини ташкил қилади. Адилак пуфакчаси тўлдирилган суюқликка нисбатан енгил бўлганлиги сабабли у доимо ампула ички сиртининг энг юқори қисмини эгаллайди. Ампуланинг ички ёйсимон сирти ўртасидаги 0 нуктага *ноль пункти* дейилади. Ампуланинг юқори сирти *ноль пункти*да пуфакча кенглигида жой қолдириб (5.3-а расм), 2 мм ли бўлақларга бўлинади. Шу бўлақларга нисбатан адилак пуфакчасининг ҳолатини билиш мумкин.

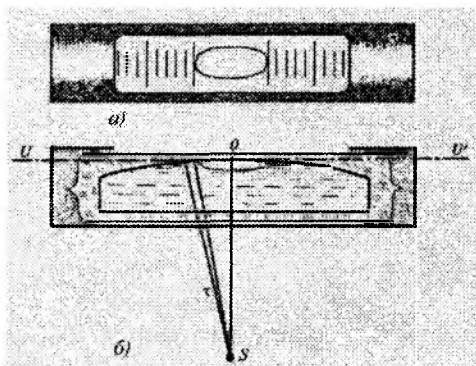
Ампула ички ёйсимон сиртининг ўртасидан, яъни *ноль пункти*дан ўтказилган уринма UU' цилиндрик *адилак ўқи* дейилади.

Пуфакча *ноль пункти*га нисбатан симметрик жойлашган пайтда цилиндрик адилак ўқи UU' горизонтал ҳолатда бўлади. Агар пуфакча *ноль пункти*га нисбатан n бўлақка силжиса, адилак ўқи n бурчакка оғади. Бу оғиш бурчагининг адилак бир бўлагига мос қиймати **адилак бўлагининг қиймати** дейилади, яъни

$$\tau = \frac{\nu}{n}. \quad (5.1)$$

Бошқача қилиб айтганда, адилак бир бўлагига тенг ёйга тўғри келадиган марказий бурчак τ адилак бўлагининг қиймати деб қабул қилинган.

Цилиндрик адилакларда бўлақ қиймати 2" дан 5' гача бўлади. Адилак бўлагининг қиймати қанча кичик бўлса, у шунча сезгир бўлади, яъни пуфакча тез ва аниқ ҳаракат қилади.



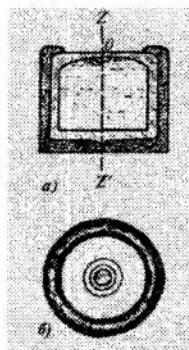
5.3-расм



5.4-расм

Баъзи геодезик асбобларда, асосан, нивелирларда адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири призмалар орқали трубанинг кўриш майдонига узатилади (5.4-расм). Адилак пуфакчасини ноль пунктга келтириш, трубанинг кўриш майдонида пуфакча ярим паллалари учларининг тасвирини туташтириш (контактга келтириш) принципига асосланган. Пуфакча ярим паллалари учларининг тасвири туташган пайтда (5.4-а расм), цилиндрик адилак ўқи горизонтал ҳолатда бўлади. Акс ҳолда (5.4-б расм), цилиндрик адилак ўқи қия ҳолатда бўлади.

Доиравий адилак (5.5-расм) цилиндрик шиша идишнинг ички томонидаги юқори сирти маълум радиусидаги шар сирти каби сферик кўринишда ишланган бўлиб, суюқлик (эфир ёки спирт) билан тўлдирилган. Бунда ҳам цилиндрик адилакдаги декидишнинг ички томонидаги юқори сирти маълум радиусидаги шар сирти каби сферик кўринишда ишланган бўлиб, суюқлик (эфир ёки спирт) билан тўлдирилган. Бунда ҳам цилиндрик адилакдагидек қолдирилган бўшлиқ адилакнинг пуфакчасини ташкил этади.



5.5-расм

Шиша идишни шикастланишдан сақлаш учун у металл гардишга жойлаштирилган. Доиравий адилакнинг юкори қисмидаги сферик сирт маркази O адилакнинг ноль пункти дейилади. Адилакнинг юкори сиртида маркази ноль бўлган концентрик айланалар чизилади. Адилак пуфакчасининг ҳолати шу айланаларга нисбатан кузатилади. Ноль пункт орқали ўтган сферик сирт радиусининг йўналиши ZZ' доиравий адилак ўқи дейилади. Пуфакча ноль пунктда турганда доиравий адилак ўқи вертикал ҳолатда бўлади. Сизирлиги кам бўлганлиги сабабли доиравий адилаклар геодезик асбобларнинг ўқларини тахминан вертикал ҳолатга келтириш учун қўлланилади.

5.3. Кўриш трубаси

Геодезик асбобларга жойдаги предметларни катталаштириб кўришга имкон берадиган кўриш трубалари ўрнатилган.

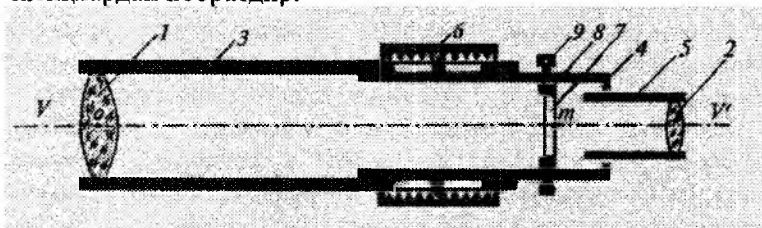
Геодезик асбобларда кўпинча астрономик, яъни тескари тасвир берувчи кўриш трубалари қўлланилади. Баъзи геодезик асбоблар, асосан, янги чиқарилган теодолит ва тахеометрлар ер трубалари деб аталиб, тўғри тасвир берувчи кўриш трубалари билан жиҳозланган.

Кўриш трубалари кузатилаётган предмет тасвирини яққол, равшан ҳолга, яъни фокусга келтирилишига қараб

икки турга, ташқи фокусловчи (Кеплер трубалари) ва ички фокусловчи трубаларга бўлиш мумкин.

Ташқи фокусловчи кўриш трубасининг тузилиши оддий (5.6-расм). Унинг оптик системаси объектив *1* ва окуляр *2* дан иборат. Кўриш трубаси объектив ўрнатилган тирсаги *3*, объектив тирсаги ичида суриладиган окуляр тирсаги *4* ва окуляр тирсаги ичида суриладиган окуляр найчаси (диоптрик ҳалқа) *5* дан ташкил топган. Окуляр найчасига окуляр линзаси ўрнатилган.

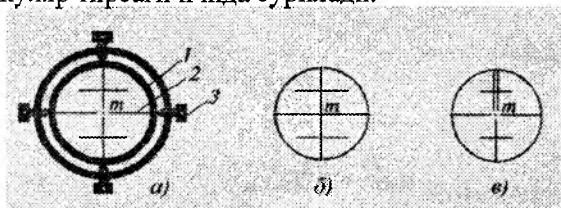
Окуляр тирсагига иплар тўри *7* жойлаштирилган бўлиб, у металл гардиш-диафрагма *8* ичига ўрнатилган шиша пластинкада ўйиб туширилган ўзаро перпендикуляр чизиклардан иборатдир.



5.6-расм

Иплар тўри тузатгич винтлари *9* ёрдамида окуляр тирсагига маҳкамланган. Иплар тўридаги (5.7-расм) асосий горизонтал ипга нисбатан симметрик жойлашган, масофа ўлчашда фойдаланиладиган юқори ва пастки ипларга дальномер иплари; трубани нуқтага ёки предметга аниқ каратиш учун хизмат қиладиган вертикал кўш чизикқа (5.7-в расм) **биссектор** дейилади.

Трубани кўзга тўғрилаш учун, яъни иплар аниқ равшан кўриниши учун окуляр найчаси (диоптрик ҳалқа) бураш йўли билан окуляр тирсаги ичида сурилади.



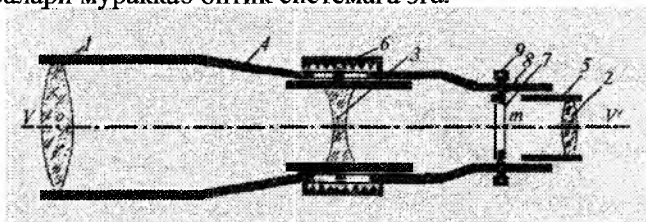
5.7-расм

Кузатиш пайтида иплар тўрининг кесишган нуқтаси m кузатилаётган нуқта билан туташтирилади, бунда кўриш чизиғи объективнинг оптик маркази O дан ўтади. Шунинг учун иплар тўрининг кесишган нуқтасидан ва объективнинг оптик марказидан ўтувчи кўриш чизиғи VV' трубаининг визир (кўриш) ўқи дейилади (5.6 ва 5.8-расмларга қаранг).

Кўриш трубаси кузатилаётган нуқтага ёки предметга қаратилганда нуқта ёки предмет тасвири кўриш майдонида равшан кўринмаслиги мумкин. Нуқта ёки предмет тасвирини фокусга келтириш, яъни равшан кўриниши учун кремальера b (5.6-расм) буралиб, окуляр тирсаги объектив тирсаги ичида ичкарига ёки ташқарига сурилади. Бунда кузатилаётган нуқтанинг узоқ-яқинлигига қараб кўриш трубасининг узунлиги ўзгаради. Кўриш трубасининг узунлиги ўзгараётган пайтда, яъни окуляр тирсаги объектив тирсаги ичида сурилганда, визир ўқининг бироз бўлса-да, оғиши кузатиш аниқлигини пасайтиради. Бундан ташқари, труба ичига намлик, чанг ўтиши сабабли оптик система кирланади. Ташқи фокусланувчи кўриш трубалари, асосан, илгари чиқарилган геодезик асбобларда қўлланилган.

Замонавий геодезик асбоблар ички фокусланувчи кўриш трубалари билан жиҳозланган.

Ички фокусланувчи кўриш трубаси ташқи фокусланувчисидан, асосан, объектив 1 ва окуляр 2 дан бошқа, ички фокусловчи икки ёқлама ботик, тарқатувчи) линза 3 нинг мавжудлиги билан фарқ қилади (5.8-расм). Шунингдек, трубаининг оптик кучини кўпайтириш, баъзиларида (ер трубаларида) эса предмет тасвирини тўғри кўрсатиш учун қўшимча линзалар жойлаштирилади. Шунинг учун замонавий геодезик асбобларда қўлланилаётган кўриш трубалари мураккаб оптик системага эга.



5.8-расм.

Трубада объектив ва иплар тўри текислиги орасидаги масофа ўзгармайди. Кузатилаётган нуқта ёки предмет тасвири объектив тирсаги 4 ичида фокусловчи линзани кремальера 6 ёрдамида олдинга ёки орқага суриб фокуста келтирилади. Кремальера кўриш трубанинг айланиш ўқи ёнида винт (5.13-расм) кўринишда бўлади.

Иплар тўри туширилган шиша 2 жойлаштирилган металл гардиш диафрагма 1 объектив тирсагига тузатгич винтлар 3 ёрдамида маҳкамланган (5.7-а расм). Труба ичида иплар тўри тузатгич винтлар ёрдамида юқорига ва пастга, ўнгга ва чапга сурилиши мумкин. Бундан геодезик асбобларни текширишда геометрик шарт бажарилиши учун визир ўқининг ҳолатини ўзгартиришда фойдаланилади. Тузатгич винтларнинг тирқиши орқали труба ичига намлик, чанг ўтмаслиги учун окуляр томонидан винтларни беркитувчи қалқонсимон ҳалқа кийгазилади.

Труба иплар тўрининг параллакси. Трубани жойдаги предметга қаратишдан аввал окуляр кўзга мослаб ўрнатилиши, предмет тасвири эса иплар тўри текислиги билан туташтирилиши керак. Окулярни кўзга мослаб ўрнатиш учун труба ёрқин фонга (масалан, оқланган деворга) қаратилади ва окуляр найчаси иплар тўри равшан ва аниқ кўрингунча сурилади (буралади).

Предмет тасвирини иплар тўри текислиги билан туташтириш (фокуслаш) трубадаги фокусловчи линзани кремальера (5.8-расм) ёрдамида суриб бажарилади. Бунда предмет тасвирининг равшан кўриниши таъминлангунча суриш керак бўлади. Агар предмет тасвири иплар тўри текислиги билан туташмаган бўлса, окулярга нисбатан кўзни сурганда (ўнг-чапга ёки юқори-пастга) иплар тўри кесишган нуқтаси m тасвирнинг ҳар хил нуқтасига проекцияланади. Бу **иплар тўрининг параллакси** дейилади. Уни тузатиш (йўқотиш) учун кремальера винтини озроқ бураш керак бўлади.

5.4. Санок олиш мосламалари

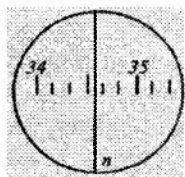
Санок олиш мосламалари лимб бўлақларидан кичик бўлган қисмини баҳолаш (аниқлаш) учун хизмат қилади.

Теодолитларда санок олиш мосламаси сифатида верньер, штрихли ва шкалали микроскоп, микроскоп-микромметр ва оптик микромметрлардан фойдаланилади.

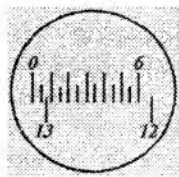
Ҳозирги пайтда верньерли теодолитлар ишлаб чиқарилмаётганлиги сабабли унга тўхталиб ўтмаймиз.

Оптик теодолитларда штрихли ва шкалали микроскоплар ҳамда оптик микромметрлар санок олиш мосламалари сифатида хизмат қилади.

Штрихли микроскоп. Лимб бўлагининг тасвири ҳосил бўладиган микроскоп фокал текислигида n штрихи (чизиги) туширилган шиша пластинка ўрнатилади (5.9-расм) ва унга *микроскоп индекси* (кўрсаткичи) дейилади. Микроскопнинг кўриш майдонида бир вақтнинг ўзида лимб бўлаклари ва индекс n кўринади. 5.9-расмга кўра лимб бўлагининг қиймати $l = 10'$; яхлит бўлақлардан индекс n бўйича санок эса $34^{\circ}30'$ га тенг. Лимб қолдиқ бўлагини кўз билан чамалаб баҳолаб, $0,6$ бўлак ёки $10' \times 0,6 = 6'$ деб олиш мумкин. Шунда умумий санок $34^{\circ}36'$ бўлади. Бу ерда лимб бўлаги $0,1$ ҳиссасини кўз билан чамалаб аниқлаш мумкин, деб қабул қилсак, санок олиш аниқлиги $t = 10:0,1 = 1'$ ни ташкил этади.



5.9-расм.



5.10-расм.

Шкалали микроскоп. Бу мослама бўйича санок олиш аниқлиги штрихли микроскопга қараганда бир поғона юқори туради. 5.10-расмда шкалали микроскопнинг кўриш майдони бўлак қиймати 1° га тенг лимб бўлаги билан тасвирланган. Шишада ўйиб туширилган шкала узунлиги лимбнинг бир бўлагига тенг. Шкала 12 бўлақка бўлинган бўлиб, бир бўлагининг қиймати $60':12 = 5'$ га тенг; шкала бир бўлагининг $0,1$ ҳиссасини кўз билан чамалаб баҳолаб, шкаладан $5' \times 0,1 = 0,5'$ аниқликда санок олиш мумкин. Шунга кўра, 5.10-расмдаги шкаладан олинган санок $13^{\circ}05' + 0,3 \times 5' = 13^{\circ}06,5'$ га тенг бўлади.

5.5. Теодолит турлари

Теодолитлар аниқлиги, вазифаси, доиралари тайёрланган материал ва конструктив хусусиятларига қараб бир-биридан фарқ қилади. Ўзбекистонда геодезик асбоблар ишлаб чиқарилмаслиги сабабли бу асбоблар бўйича давлат стандарти қабул қилинмаган.

Россияда ишлаб чиқилган асбоблардан кенг фойдаланилиши туфайли Россия 10529-86 стандартига асосан геодезик ишлаб чиқаришда Т05, Т1, Т2, Т5, Т15 ва Т30 теодолитлари қўлланилади. Уларнинг шифрида асбоб номининг бош ҳарфи ва бурчакни бир тўлиқ қабулда ўлчаш ўрта квадратик хатоси кўрсатилади. Масалан, бурчакни бир тўлиқ қабулда Т05 теодолити ёрдамида 0,5", Т1 теодолити ёрдамида эса 1" ўрта квадратик хато билан ўлчаш мумкин. Теодолитлар аниқлиги бўйича учга бўлинади: юқори аниқликдаги теодолитлар – Т05, Т1; аниқ теодолитлар – Т2, Т5; техник теодолитлар – Т15, Т30. Ушбу теодолитларнинг мукамаллаштирилган иккинчи серияси – 2Т2, 2Т5, 2Т5К, 2Т5КП, 2Т30, 2Т30П шифрли теодолитлар чиқарилган.

Ҳозирги пайтда Россияда буларнинг учинчи – 3Т2КП, 3Т2КА, 3Т5КП, 3Т15П, 3Т30П ва тўртинчи серияси – 4Т15П, 4Т30П, электрон теодолитлардан Т10Э ишлаб чиқарилаётган бўлса (5.1-жадвал), хорижий давлатларда эса асосан электрон-рақамли теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда.

Шифрдаги «К» – вертикал доирадаги цилиндрик адилак ўрнига компенсатор билан, «П» – тўғри тасвир ҳосил қилувчи кўриш трубази билан, «А» – автоколлимацияловчи (горизонтал ҳолга келтирувчи) мослама, «Э» – электроника (кичик компьютер) билан жиҳозланганини билдиради.

Такрорий теодолитлар бурчакни лимбда кетма-кет n маротаба ўлчаш имконини беради.

Бундан ташқари, лимб туришини ўзгартириш билан бурчакни лимбнинг турли қисмида ўлчаш мумкин. Бу эса ўлчаш натижасини текширишга ва баъзи бир ўлчаш хатоларини камайтириш имконини беради.

Теодолитлар доиралари тайёрланган материалларига қараб металлдан, шишадан (оптик) ва диск кодлардан ясалган

теодолитларга булинади. Қуйидаги 5.1-жадвалда оптик теодолитларнинг техник тавсифлари келтирилган.

5.1-жадвал

№	Асосий кўрсаткичлар номи	Теодолит турлари						
		Т05	Т1	Т2КА	Т5КП	Т103	Т15И	Т30И
1	Горизонтал бурчакни битта қабулда ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси, с	±0,5	±1	±2	±5	±10	15	30
2	Кўриш труба­сининг узунлиги, мм	390	300	185	185	145	145	145
3	Кўриш труба­сининг кўриш майдони	40'	1°	1°35'	1°35'	2°	2°	2°
4	Кўриш труба­сининг катталаш­тириши, карра	50	40	30	30	20	20	20
5	Лимб шкаласининг бўлак қиймати (горизонтал доира)	10'	10'	20'	1°	10"	1°	1°
6	Санок олиш мосламалари шкаласи (микроскоп-микрометр)нинг бўлак қиймати	1"	1"	1"	1'	10" *	10"	5'
7	Ипли даль­номер коэф­фициенти	-	-	100	100	100	100	100
8	Ипли даль­номер доимий қу­шилувчи сони	-	-	-	0	0	0	0
9	Труба­ни визи­рлаш­нинг энг кичик масо­фаси, м	5	5	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2
10	Лимб доираларининг диаметри, мм горизонтал, вертикал	200 130	140 90	100 72	100 72	75 75	80 72	72 72
11	Ади­лак шка­ласи­нинг бир бўла­ги қий­мати, с. горизонтал доир. вертикал доир. кўриш труба­сида­ги	10 10 -	10 15 -	15 - 20	30 - 20	45 - 20	45 - 20	60 - 30
12	Вертикал доира индекси­нинг ўз­ўзидан ўрна­шиш диа­пазо­ни	-	-	4'	5'	-	-	-
13	Теодолит ва­зни (мас­саси), кг	22	11	4,7	4,5	2,5	2,4	3,5

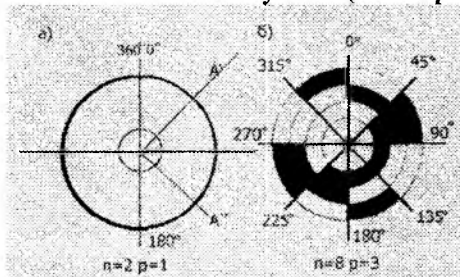
* - электрон бурчак ўлчаш дисплеи бўлак қиймати

5.6. Электрон теодолитлар

Охирги йилларда бурчак ўлчашларни бажаришда электрон ёки рақамли теодолитлардан кенг фойдаланилмоқда. Ушбу асбобларда бурчак ўлчаш жараёнини автоматлаштиришга имкон берувчи «бурчак-код» ўзгартиргич мавжуд бўлиб, у орқали кузатиш жараёнида ўлчаш натижаларини рақамли экран (дисплей) чиқариш мумкин.

Рақамли теодолитларда анъанавий бурчак ўлчаш доираларни градус ёки град бўлақларга бўлиш тизими ўрнига маълумотларни узатиш учун бўлақлар сони энг кам бўлган, оладиган маълумотни ҳисоблаш мосламасига автоматик тарзда киритувчи белгилар тизимидан фойдаланилади.

Бундай белгилар тизимида бурчак иккиламчи код ҳисобида ифодаланади: шунда лимб иккиламчи коднинг иккита белгиси (0 ва 1) га мос келувчи, навбати билан қора ва оқ полосаларга бўлинади. Бунда лимб ёқилганда фақат иккита сигнал ҳосил бўлади ва улар автоматик тарзда фотоэлектрик мослама орқали кейинчалик ишлаб чиқиш учун узатилади. Оддий ҳолатларда йўналишни ўлчаш аниқлиги 180° ни ташкил этиш мумкин (5.11-а расм).



*А – икки қисмга бўлинган; б – кодли йўлакчалари билан
5.11-расм.*

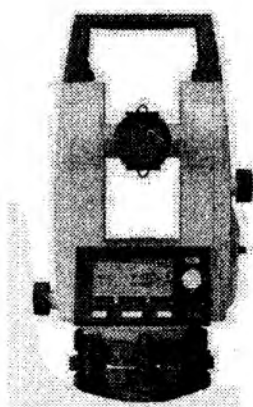
Ўлчаш аниқлигини ошириш учун лимбда навбатма-навбат шаффоф ва ношаффоф майдонлардан иборат халка кўринишда кодли йўлакчалар туширилади ва ҳар бир йўлакчада майдонлар сони икки марта кўпайтирилади.

Шунда лимбнинг йигирмата кодли йўлакчалари билан 1" га тенг лимбнинг бўлак қийматини ҳосил қилиш мумкин.

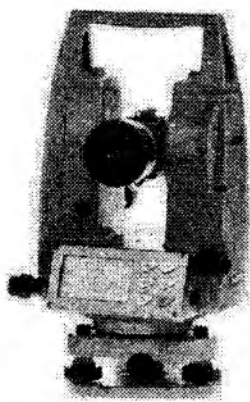
Рақамли теодолитларда доира бўйича жойлашган кодли комбинациялар орқали лимбнинг алоҳида участкаларини белгилайдиган кодлаш методлари қўлланилади (5.11-б расм).

Рақамли теодолитлар визуал тарзда саноклар олишини талаб қилмайди. Бурчак қийматини ҳосил қилиш учун нишонга қаратиш етарли бўлиб, санокларнинг жорий қиймати шу заҳоти экранда кўрсатилади. Бу эса, ўз навбатида, санок олиш хатолигини бартараф этиш, унумдорлик ва дала ишларининг сифатини оширишига имкон беради.

Бугунги кунда турли етакчи фирмалар томонидан турли типдаги электрон теодолитлар – ўлчаш аниқлиги 1-2" (юқори аниқликдаги)дан бошлаб, 20-30" (техник аниқликдаги)гача бўлган теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда (5.12-расм).



Leica Builder T



Boif DJD10

5.12-расм.

Горизонтал ва вертикал бурчаклар қийматлари ҳар бир 0,5" да икки қаторли суяқ кристалли дисплейга чиқарилади. Кўриш трубаси ишлар туринининг ёқилиши билан 30^x катталаштириш хусусиятига эга. Бундан ташқари, ушбу асбобларга нам ва чангликдан ҳимоя тизими ўрнатилган бўлиб (IP66), улар билан ҳар қандай ноқулай шароитларда,

масалан, кутилмаган, узоқ муддатли совуқ ёки ер ости қурилишларида юқори намликларда ишончли ишлаш мумкин. Айтиш жоизки, оптик теодолитлар ўрнига рақамли теодолитлардан фойдаланиш иш унумдорлигини деярли 75% гача оширишга имкон беради.

5.7. Техник теодолитлар

Оптик теодолитлар. Оптик техник теодолитлар энг кўп тарқалган теодолит бўлиб, улар билан теодолит йўллари ва тахеометрик йўллари ўтказилади, тахеометрик ва теодолит съёмкалари бажарилади, қурилиш ишларида кенг қўлланилади. Оптик техник теодолитлар Т30, 2Т30 (2Т30П) ташки қўриниши жиҳатидан бир-биридан фарқ қилмайди (5.13-расм).

Теодолитнинг асосий қисмлари ички фокусланувчи кўриш трубаси 1, горизонтал 3 ва вертикал доира 2, шунингдек, горизонтал доира ёнидаги цилиндрик адилак 4 ва таглик 5 дан иборат.

Горизонтал ва вертикал доиралар диаметри 70 мм ли шиша доиралардан иборат бўлиб, улар *либ* дейилади. Либ айланаси 360 та тенг бўлақларга бўлинган ва 0° дан 359° гача ёзиб чиқилган. Демак, ҳар бир бўлақ қиймати 1° га тенг. Т30 теодолитида ўрнатилган лимбларда шу 1° ли бўлақлар яна 6 та тенг бўлақка, яъни $10'$ ли бўлақларга бўлинган.

Горизонтал доиранинг лимби ичи ковак цилиндр шаклидаги ўқи билан тагликка жойлаштирилади, вертикал доиранинг лимби эса кўриш трубасининг ўқиға маҳкамланган бўлади.

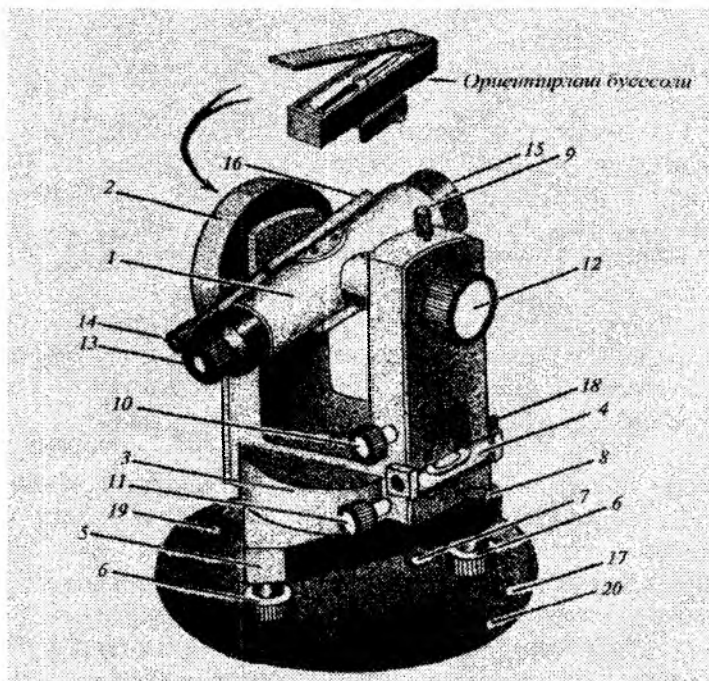
Горизонтал доиранинг лимби устида теодолитнинг юқори қисмлари билан бириктирилган иккинчи доира – алидадаға айланади. Алидаданинг цилиндр шаклидаги ўқи лимбнинг ичи ковак цилиндр қисмидаги ўқ ичига жойлаштирилади. Вертикал доиранинг алидадаси кўриш трубасининг ўқи жойлашган ерга маҳкамланган бўлади.

Горизонтал доирадаги лимбнинг ичи ковак цилиндр шаклидаги ўқи ва унинг ичига жойлаштирилган цилиндр шаклидаги алидаданинг ўқи марказидан ўтувчи JJ' чизиги битта геометрик ўқни ташкил этади. Бу геометрик ўққа асбоб

(теодолит)нинг айланиш ўқи дейилади. Кўриш трубасининг айланиш ўқи вертикал доирадаги лимб ва алидада марказидан ўтиб, TT' чизигини, яъни иккинчи геометрик ўқни ташкил этади (5.2-расмга қаранг).

Теодолитлар, юқорида айтилган асосий қисмлардан ташқари яна кўшимча мосламалар билан жиҳозланган бўлади (5.13-расм).

Цилиндрик адилак ёрдамида горизонтал доира текислигини горизонтал ҳолатга ёки бошқача қилиб айтганда, асбоб айланиш ўқини вертикал ҳолатга келтириш учун тагликнинг учта бурчагига кўтаргич винтлари 6 ўрнатилган (5.13-расм). Горизонтал доира лимби ўқини тагликка маҳкамлаш учун 19, алидада ўқини лимб ўқиға маҳкамлаш учун 8, труба ўқини маҳкамлаш учун 9 рақамлари билан расмда кўрсатилган маҳкамлаш винтлари мавжуд.



5.13-расм.

1 – ички фокусланувчи кўриш трубаси; 2 – вертикал доира; 3 – горизонтал доира; 4 – цилиндрик адилак; 5 – таглик; 6 – кўтаргич винтлари; 7 – лимбнинг қаратиш винти; 8 – алидадани маҳкамлаш винти; 9 – труба ўқини мустаҳкамлаш винти; 10 – трубанинг қаратиш винти; 11 – алидаданинг қаратиш винти; 12 – фокусловчи винт (кремальера); 13 – окуляр; 14 – микроскоп; 15 – объективка; 16 – оптик визир; 17 – гилоф илгаклари ўтказиладиган қулоқ; 18 – цилиндрик адилакнинг тузатгич винти; 19 – лимбнинг маҳкамлаш винти; 20 – гилоф туби.

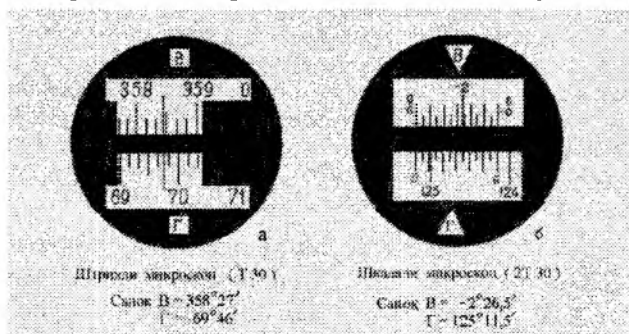
Маҳкамлаш винтлари маҳкамлангандан кейин лимб ўқини бироз чапга ёки ўнга буриш учун лимбнинг қаратиш винти 7 дан, алидада ўқини ҳам шу тартибда буриш учун алидаданинг қаратиш винти 11 дан, кўриш трубасининг ўқини эса бироз пастга ёки юқорига кўтариш учун трубанинг қаратиш винти 10 дан фойдаланилади.

Труба нуқтага ёки предметга оптик визир 16 билан тахминан тўғрилангандан кейин окуляр 13 дан қаралиб, фокусловчи винт (кремальера) 12 ёрдамида нуқта ёки предмет тасвири фокусга келтирилади (равшанлаштирилади). Нуқта ёки предмет тасвири иплар тўрининг кесишган нуқтасига тўғри келмаса, унда у алидаданинг ва трубанинг қаратиш винтлари ёрдамида келтирилади. Агарда горизонтал доирадаги керакли санокни ўзгартирмасдан туриб трубани нуқта ёки предметга аниқ визирлаш керак бўлса, у ҳолда алидада винтлари ўрнига лимбнинг винтларидан фойдаланилади.

Горизонтал ва вертикал доиралардан санок олиш учун кўриш трубаси ёнига микроскоп 14 ўрнатилган. Т30 теодолити штрихли микроскоп (5.14-а расм), 2Т30 (2Т30П) теодолити эса шкалали микроскоп (5.14-б расм) билан жиҳозланган. Микроскоп кўриш майдонининг «В» ҳарфи билан белгиланган юқори қисмида вертикал доирадаги лимб бўлаклари, «Г» ҳарфи билан белгиланган пастки қисмида эса горизонтал доирадаги лимб бўлаклари кўринади.

Штрихли микроскопда санок кўриш майдонининг ўртасида жойлашган кўзгалмас штрих (санок олиш индекси) бўйича 10' ли бўлақларнинг 0,1 қийматигача, яъни 1' гача

аниқликда олинади. 5.14-а расмда санок вертикал доирадан $358^{\circ}27'$, горизонтал доирадан $69^{\circ}46'$ эканлиги кўрсатилган.



5.14-расм.

Бунда аввал санок олиш индексига нисбатан чапда жойлашган градус қиймати – вертикал доирада 358° , горизонтал доирада 69° , сўнгра шу градус штрихидан санок олиш индексигача бўлган бўлақлар сонига мос минутлар қиймати – вертикал доирада 2,7 бўлақ, яъни $27'$, горизонтал доирада 4,6 бўлақ, яъни $46'$ олинган.

Шкалали микроскопда, 5.14-б расмда, узунлиги 1° га тенг бўлган шкала 6 та катта ва 12 та кичик бўлақлардан иборат. Демак, шкаланинг ҳар бир катта бўлаги қиймати $10'$ га, кичик бўлаги қиймати $5'$ га тенг. Санок шу шкала ичига тушган градусли штрихга нисбатан кичик $5'$ ли бўлақнинг $0,1$ қийматигача, яъни $0,5'$ аниқликда олинади. 2Т30 (2Т30П) теодолитларида вертикал доирадаги лимбининг фақат горизонтал диаметри яқиндаги секторлари 0° дан $+75^{\circ}$ гача ва 0° дан -75° гача градус бўлақларига бўлинган.

Шу сабабли вертикал доирадан санок олиш учун шкала чапдан ўнгга 0 дан 6 гача, ўнгдан чапга -0 дан -6 гача белгиланади. Агар вертикал доирадаги градус саноғи мусбат бўлса, шу градус штрихгача шкаладаги бўлақлар сони мусбат 0 дан; агар градус саноғи манфий бўлса, шу градус штрихигача шкаладаги бўлақлар сони манфий 0 дан ҳисобланиши керак. Вертикал доирадан олинган мусбат санок олдига «+», манфий санок олдига «-» ишоралари қўйилади.

5.14-б расмда тасвирланган шкалали микроскопнинг кўриш майдонида вертикал доирадан санок $-2^{\circ}26,5'$, горизонтал доирадан санок $125^{\circ}11,5'$ ни ташкил қилади. Бунда аввал шкала ичига тушган штрихнинг градус қиймати вертикал доирада -2° , горизонтал доирада 125° ; кейин шу градусли штрихгача шкаладаги 0 дан бошлаб ҳисобланган бўлақларга мос минутлар қиймати вертикал доирада 5,3 бўлақ, яъни $5 \times 5,3 = 26,5'$ (бўлақлар сони манфий -0 дан ҳисобланган), горизонтал доирада 2,3 бўлақ, яъни $5 \times 2,3 = 11,5'$ деб ўқилади.

Теодолит йўлида горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашда, тафсилотларни съёмка қилишда, тахеометрик съёмкани бажаришда санок аниқлиги етарли бўлганлиги сабабли шкаладан катта $10'$ ли бўлақнинг $0,1$ қийматигача, яъни $1'$ аниқликкача санок олишга рухсат этилади. Бу ҳолда 5.14-б расмда саноклар вертикал доирадан $-2^{\circ}26'$, горизонтал доирадан $125^{\circ}12'$ деб олинishi мумкин.

Теодолит иш вақтида ғилоф тубининг марказидаги резьбали тешикка бураб киритиладиган ўрнатгич винт ёрдамида штатив устига ўрнатилади, ишдан ташқари пайтда эса қаттиқ пластмассадан ясалган ғилоф қопқоғи билан ғилоф тубидаги қулоқларга илинтирилиб, беркитиб қўйилади ва штатив устидан олиб қўйилади.

Теодолитлар ишлатишга олинган пайтда ташқи кўриқдан ўтказилиши керак. Бунда барча винтларнинг раван бурчалиши, винтларнинг ўз хизматини бажариши, теодолит ва кўриш трубасининг ўз ўқлари атрофида раван айланиши, шиша қисмларнинг шикастланмаганлигига эътибор берилади.

5.8. Теодолитларнинг текширишлари ва тузатиши

Горизонтал бурчакни ўлчаш моҳиятидан келиб чиқиб (5.1 га қаралсин) ҳар қандай теодолит бурчак ўлчаш жараёнида қуйидаги асосий геометрик шартларни қаноатлантириши керак:

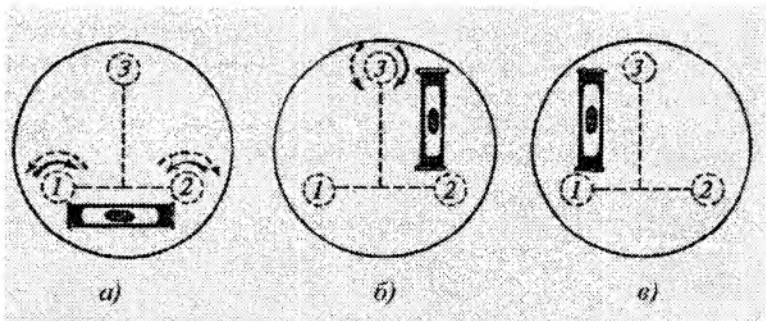
а) теодолитнинг вертикал айланиш ўқи тик бўлиши шарт;

б) лимбнинг текислиги горизонтал бўлиши шарт;

в) визирлаш текислиги вертикал бўлиши шарт.

Ҳар бир теодолит ушбу геометрик шартларни қаноатлантириши учун *теодолитни текшириши* деб аталадиган маълум ишлар бажарилади. Қаноатлантирилмаган геометрик шартларни тузатишга *теодолитни тузатиши* дейилади.

1. Горизонтал доира алидадасидаги цилиндрик адилакнинг ўқи UU' асбобнинг айланиш ўқи JJ' га перпендикуляр бўлиш керак ($UU' \perp JJ'$) (5.2-расм). Адилак исталган иккита кўтаргич винтга параллел ўрнатилади ва иккала винтни қарама-қарши томонга бураб адилак пуфакчаси ўртага (ноль пунктга) келтирилади (5.15-а расм). Кейин алидада 90° га бурилиб, адилак ўқи учинчи кўтаргич винт йўналишига ориентирланади ва шу винтни бураб, пуфакча яна ўртага келтирилади (5.15-б расм). Лимбдан саноқ олиниб, алидада 180° га тенг бурчакка бурилади. Шундан кейин адилак пуфакчаси ноль пунктда қолса (5.15-в расм) ёки пуфакча ўртадан бир бўлакдан ортиқ силжимаган бўлса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, пуфакчанинг ноль пунктга нисбатан оғиш ёйи аниқланиб, адилакнинг тузатгич винти ёрдамида пуфакча оғиш ёйнинг ярмига қайтарилади. Кейин кўтаргич винтлар орқали пуфакча ноль пунктга келтирилади. Агар алидадани яна 180° га бурилганда (бунда адилак 5.15-б расмдаги ҳолга келади) пуфакча ноль пунктда қолса, адилак тузатилган бўлади. Акс ҳолда, тузатиш такрорланади. Кейинги текширишларни амалга оширишда ва умуман иш жараёнида теодолит текширилган цилиндрик адилак ёрдамида горизонталлаштирилади, яъни горизонтал доира текислиги горизонтал ҳолатга (ёки, бошқача қилиб айтганда, асбобнинг айланиш ўқи шовун йўналишига) келтирилади. Бунинг учун адилак иккита кўтаргич винтга параллел ўрнатилиб, шу винтлар ёрдамида пуфакча ўртага келтирилади. Кейин алидадани 90° га буриб, учинчи кўтаргич винт ёрдамида пуфакча яна ўртага келтирилади.



5.15-расм.

2. Трубанинг визир ўқи трубанинг горизонтал айланиш ўқиغا перпендикуляр бўлиши керак ($VV' \perp TT'$). Визир ўқи трубанинг айланиш ўқиغا перпендикуляр бўлмаслигидан кўриш трубасининг коллимацион хатоси c келиб чиқади (5.16-расм). Буни текшириш учун яққол кўринадиган шундай нуқта танлаб олиниши керакки, унга визирланган кўриш трубаси тахминан горизонтал ҳолатда бўлиши керак. Шу нуқтага кўриш трубаси аввал доира ўнг (ДЎ), яъни вертикал доира трубага нисбатан ўнг томонда жойлашган ҳолатида қаратилиб, горизонтал доирадан R саноғи олинади. Кейин труба зенит орқали айлантирилиб, доира чап (ДЧ) ҳолатида визир ўқи яна ўша нуқтага қайта тўғриланади ва горизонтал доирадан L саноғи олинади.

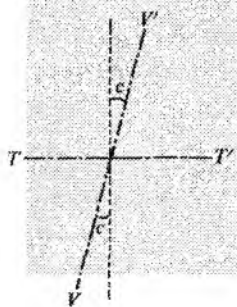
Коллимацион хато қиймати қуйидагича аниқланади:

$$c = \frac{L-R \pm 180}{2} \text{ (ТЗ0 теодолити учун);} \quad (5.2)$$

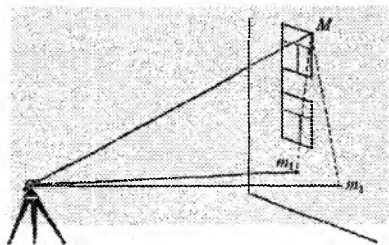
$$c = \frac{L-R}{2} \text{ (2ТЗ0 теодолити учун).} \quad (5.3)$$

Агар коллимацион хатонинг қиймати саноқ олиш аниқлигининг иккиланганидан, яъни $2'$ дан ошмаса, ТЗ0 учун шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, алидаданинг қаратиш винти ёрдамида горизонтал доирада $N_R = R + c$ (ДЎ да) ёки $N_L = L - c$ (ДЧ да) саноғи қўйилади. Шунда трубадан қаралганда кузатилаётган нуқта тасвири иплар тўрининг кесишган нуқтасидан четлашган бўлади. Энди иплар тўрининг кесишган нуқтаси иплар тўри диафрагмасини тутиб

турган тузатгич винтларнинг ёнбошдагилари орқали сурилиб, кузатилаётган нукта тасвири устига келтирилади. Ишонч ҳосил қилиш учун текшириш такрорланади.



5.16-расм.



5.17-расм.

3. Кўриш трубасининг айланиш ўқи асбобнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак ($TT' \perp JJ'$). Бу шартни текшириш учун теодолит қандайдир бино деворидан 10–15 м масофада ўрнатилади ва теодолитнинг вертикал айланиш ўқи тик ҳолатга келтирилади. Деворда горизонтга нисбатан 25° – 30° бурчак остида кўринадиган қилиб M нукта белгилаб олинади (5.17-расм).

Кўриш трубаси шу нуктага визирланади, сўнгра кўриш трубаси тахминан горизонтал ҳолатга келгунча туширилади ва деворда иплар тўрининг кесишган нуктаси проекцияси m_1 қалам билан белгиланади. Кейин кўриш трубаси зенит орқали айлантрилиб (ДЧ), алидада 180° га бурилади. Кўриш трубаси яна ўша M нуктага визирланади ва аввалгидек труба горизонт сатҳгача туширилиб, деворда иплар тўрининг кесишган нуктаси проекцияси m_2 белгиланади. Агар m_1 ва m_2 нукталар бир-бирининг устига тушса ёки уларнинг оралиғи трубадан қаралганда иплар тўридаги биссектор кенглигининг иккиланганидан ошмаса, шарт бажарилган деб ҳисобланади. Акс ҳолда, трубанинг айланиш ўқи $1'$ дан ортиқ оғиш бурчагига эга бўлади. Бундай носозликни тузатиш учун асбобни қисмларга ажратиш керак, шунинг учун бу иш асбоб ишлаб чиқарилган заводда ёки махсус ихтисослаштирилган устaxonаларда бартараф этилади.

4. Ишлар тўридаги асосий вертикал чизик кўриш трубасининг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текширишда кўриш трубаси яхши кўринадиган бир нуқтаға тўғриланади. Кейин трубанинг қаратиш винти ёрдамида нуқта тасвири кўриш майдонининг четига келтирилади. Агар нуқта тасвири асосий вертикал чизикда ётса, шарт қаноатлантирилган бўлади. Агарда нуқта тасвири асосий вертикал чизикдан четлашган бўлса, унда окуляр ва объектив тирсакларини бириктириб турган винтлар бўшатилиб, окуляр тирсағи нуқта тасвири вертикал чизикқа тушгунга қадар буралади. Сўнг бўшатирилган винтлар маҳкамланиб, текшириш такрорланади. Шу нарсаға эътибор қилиниши керакки, теодолитнинг, умуман, қолган ҳамма геодезик асбобларнинг текшириш ва тузатиш ишлари қатъий кўрсатилган кетма-кетликда бажарилиши шарт.

5.9. Горизонтал бурчакларни ўлчаш усуллари

Теодолит билан горизонтал бурчакни ўлчаш қуйидаги тартибда бажарилади:

1. Дастлаб теодолит ўлчанадиган бурчак учига (нуқтаға) ўрнатилади, марказлаштирилади, айланиш ўқи вертикал ҳолатға келтирилади ва кўриш трубасини кузатиш учун мосланади.

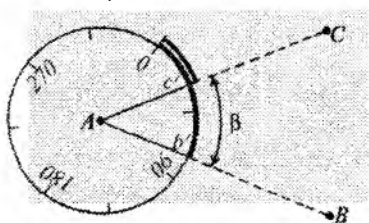
2. Горизонтал бурчак ўлчанади, ўлчаш натижалари ишлаб чиқилади ва ўлчаш натижаси текширилади.

Горизонтал бурчакларни ўлчашда қуйидаги усуллар қўлланилади: тўла қабул усули (битта бурчак ўлчанадиган бўлса) доиравий қабуллар усули (бир нуқтадан чиққан бир неча йўналиш орасидаги бурчакларни ўлчашда) ва такрор ўлчаш усули.

Тўла қабул усули. Жойдаги *ВАС* бурчакни (5.18-расм) ўлчаш қуйидаги тартибда бажарилади. Теодолит бурчак учи *A* нуқтаға ўрнатилади. Штатив усти кўз билан чамалаб горизонтал ҳолатға келтирилиб штатив оёқларини босиб ерга маҳкамлангач, ўрнатгич винтни бўшатиб теодолитни штатив устида суриш билан шовун *A* нуқта устиға келтирилади. Кейин кўтаргич винтлар ва алидададаги цилиндрик

адилакдан фойдаланиб, асбоб айланиш ўқи вертикал ҳолатга келтирилади. Кўриш трубасини бирон-бир ёрқин фонга, масалан, осмонга қаратиб окуляр ҳалқачасини суриш (бураш) билан иплар тўри равшан ҳолга келтирилади ва кўриш трубаси жойдаги B нуқтага қаратилади; лимб, алидада доиралари ва кўриш трубасининг винтлари маҳкамланади. Сўнгра труба фокусланиб алидада ва труба қаратиш винтлари ёрдамида иплар тўрининг маркази B нуқтага аниқ тўғриланади ва лимбдан b' саноғи (5.18-расм) олиниб, махсус журналга (6-жадвал) ёзилади. Кейин труба ва алидада бўшатилиб, труба C нуқтага визирланади, юқорида қайд қилинган ишлар такрорланади ва яна лимбдан c' саноғи олиниб журналга ёзилади. Ўлчанаётган β бурчакнинг қиймати куйидагича ҳисобланади:

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



5.18-расм.

Агар шу бурчак теодолитнинг доира ўнг (ДЎ) ҳолатида, яъни вертикал доира кўриш трубасига нисбатан ўнг томонда турганда ўлчанган бўлса, бу биринчи ярим қабулни ташкил қилади. Натижа тўғрилигига қаноат ҳосил қилиш ҳамда асбобдаги коллимацион ва бошқа хатолар таъсирини камайтириш учун бурчак иккинчи ярим қабулда, яъни теодолитнинг доира чап (ДЧ) вазиятида иккинчи марта ўлчанади. Бунинг учун кўриш трубасини зенит орқали айлантириб, лимбни бўшатиб тахминан 90° га бурилади ва лимб маҳкамлангандан кейин β бурчак юқоридаги тартибда ўлчанади. Бурчак ўлчашнинг юқоридаги иккита ярим қабули (ДЎ ва ДЧ) битта тўла қабулни ташкил қилади.

Ўлчашлар натижаси 5.2-жадвалга ёзилиб, бурчак қиймати бирданига ҳисоблаб борилади.

Бурчакнинг иккала ярим қабулда аниқланган қийматлари солиштириб кўрилади. Агар қийматлар орасидаги фарқ санок олиш аниқлигининг иккиланганидан ошмаса, ўлчанган бурчакнинг ўрта арифметик қиймати ҳисоблаб чиқарилади. Агар бурчакнинг икки ярим қабулдаги қийматлари санок олиш аниқлигининг иккиланганидан, масалан, 2Т30П теодолит учун 1' дан кўпга фарқ қилса, бурчак қайта ўлчанади.

Доиравий қабуллар усули. Теодолит нуқта устида ўрнатилиб, кўриш трубаси соат мили йўналиши бўйича бирин-кетин ҳамма нуқталарга қаратилиб, лимб доирасидан саноклар олиниб ёзилади. Бунда лимб доирасининг қўзғалмас турганини назорат қилиш учун охирида қараш трубаси яна қайта бошланғич нуқтага қаратилади (шунда лимбдаги санок дастлабки олинган санокқа тенг чиқиши керак). Бу ўлчашлар биринчи ярим қабул (масалан, ДЎ)ни ташкил қилади. Иккинчи ярим қабулда (ДЧ) кўриш трубаси зенит орқали айлантрилиб соат мили йўналишига тескари йўналишда яна ўша нуқталарга бирин-кетин қаратилиб саноклар олиб ёзилади. Иккала ярим қабуллар тўла бир қабулни ташкил қилади. Ўлчашнинг талаб қилинган аниқлигига қараб станцияда бундай қабуллар сони ҳар хил бўлиши мумкин. Қабуллар орасида лимб доираси ҳолати $180^\circ/n$ қийматга ўзгартиб олинади, бу ерда n – қабуллар сони.

Бурчак ўлчаш журнали

5.2-жадвал

Асбоб турган нуқта	Кузати-лаётган нуқта	Лимбдан олинган саноклар		Бурчакнинг ярим қабулдаги қиймати		Бурчакнинг ўртача қиймати	
		°	'	°	'	°	'
2	ДЎ (доира ўнг)						
	1	250	38	155	03		
	3	95	35				
	ДЧ (доира чап)						
						155	02,5
	1	162	37	155	02		
	3	7	35				

3	ДУ (доира ўнг)					
	2	191	15			
				125	39	
	4	65	36			
	ДЧ (доира чап)					
					125	39,5
	2	289	52			
				125	40	
4	164	12				

Такрорлаш усулида бурчакни ўлчаш. Бу усулда бурчакни ўлчашнинг моҳияти ўлчанаётган бурчакни лимбада кетма-кет бир неча марта ўлчаб қўйишдан иборат. Бунда саноклар икки марта – ўлчашнинг бошида ва охирида олинади. Натижада ўлчанган бурчак аниқлигига санок олиш хатосининг таъсири камаяди.

Ўлчаш қуйидагича бажарилади: Асбобни бурчак учи A га (5.18 -расм) ўрнатиб, лимб доирасида санокни 0° га яқин ўрнатиб, алидада маҳкамланади. Кейин лимбни бўшатиб, чапдаги C нуктага қаратилади ва c саноғи олинади. Алидадани бўшатиб, ўнг нукта B га қаратилади ва лимбдан назорат санок олинади. Бунда ўлчанаётган бурчакнинг тахминий қиймати аниқланади. Кейин лимбни бўшатиб чап нуктага қаратилади, лимб маҳкамланади, лекин санок олинмай алидада бўшатилади, айлантириб яна ўнг нуктага қаратилади ва b саноғи олинади. Ушбу бурчакни неча марта такрорлаб ўлчаш режаланган бўлса, шунча марта такрорланади ва ўлчанган бурчак якуний қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\beta = \frac{b-c}{n}. \quad (5.4)$$

Бу ерда b – ўнг нуктага (B) қараб олинган санок; c – чап нуктага (C) қараб олинган санок; n – лимбада бурчак қийматини қўйишдаги такрорлаш сони. Амалда n қиймати учдан кам бўлмайди.

5.10. Горизонтал бурчакни ўлчаш аниқлиги

Горизонтал бурчакни техник теодолитлар билан ўлчаш аниқлигига, асосан, асбобнинг хатолари, трубани визирлаш,

теодолитни нуқта устига ўрнатиш (марказлаш), кузатилаётган нуқталарга вехаларни ўрнатиш ва лимбдан санок олиш хатолари таъсир қилади.

Замонавий теодолитларда юқорида келтирилган асбоб хатолари қийматини асбобни синчиклаб текшириш ва уни тузатиш ҳамда ўлчашни тўғри ташкил қилиш билан камайтириш мумкин. Масалан, кўриш трубасининг визирлаш хатосини

$$m_V = \pm \frac{60''}{V} \quad (5.4)$$

формула бўйича аниқлаш куйидагича амалга оширилади:

Агар кўриш трубасининг катталаштириши $V = 20^\times$ бўлса, унда (5.4) га кўра натижа $m_V = \pm 3''$ ни ташкил қилади. Асбоб синчиклаб марказлаштирилиб, вехалар тўғри ўрнатилса ва бурчак томонлари калта бўлишига йўл қўйилмаса, марказлаштириш ва вехани ўрнатиш хатоси кичик қийматга келтирилади.

Асбобдан санок олиш хатоси санок олиш мосламаси аниқлигининг ярмига тенг, деб қабул қилинади ва у куйидагича ифодаланеди:

$$m_0 = \pm \frac{t}{2}. \quad (5.5)$$

Бу ерда t – санок олиш мосламасидан санок олиш аниқлиги.

Масалан, 2Т30П теодолити учун $t = 30''$ га тенг, шунда $m_0 = 15''$ бўлади. Демак, лимбдан саноклар олишдаги хатолар ўлчаш аниқлигига асосий таъсир кўрсатади.

Бурчакни ўлчашда нуқтага қаратиб лимбдан $m_0 = t/2$ ўрта квадратик хато билан санок олинса, уни ўлчанаётган бурчак йўналиши хатосига қабул қилиш (бошқа хатолар кичиклиги учун уларни ҳисобга олинмаса) мумкин. Ўлчанган бурчак икки йўналиш санокларининг айирмасига тенг бўлгани учун унинг хатоси куйидагини ташкил қилади:

$$m_\beta = m_0\sqrt{2} = \frac{t}{2}\sqrt{2}. \quad (5.6)$$

Шунда тўла бир қабулда (ДЎ ва ДЧ ярим қабулларда) ўлчанган бурчакнинг ўрта квадратик хатоси куйидагига тенг бўлади:

$$m_{\beta} = \frac{t\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = \frac{t}{2}. \quad (5.7)$$

Бурчак ўлчашнинг чекли хатоси эса

$$m_{\beta_{\text{чек}}} = 3m_{\beta} = 3\frac{t}{2} = \pm 1.5t. \quad (5.8)$$

Иккита ярим қабулда ўлчанган бурчак кийматлари орасидаги фарқнинг ўрта квадратик хатоси

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

бўлади.

Бу ҳолда чекли хатога айирма ўрта квадратик хатосининг иккилангани олинади:

$$m_{d_{\text{чек}}} = 2m_d = \pm 2t. \quad (5.9)$$

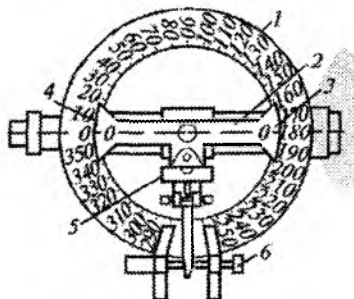
Шундай қилиб, иккита ярим қабулда ўлчанган бурчак кийматлари орасидаги фарқ санок олиш мосламаси аниқлигининг иккиланганидан ошмаслиги керак.

5.11. Вертикал бурчакларни ўлчаш

Жойдаги баландлик ва пастликлар тўғрисида маълумотга эга бўлиш учун вертикал бурчаклар (қиялик бурчаклар) ўлчанади. 5.1-расмдаги v_1 ва v_2 бурчаклар жойдаги AB ва AC чизиклар билан уларнинг горизонтал текисликдаги проекциялари Ab ва Ac чизиклари орасида бўлиб, V_1 ва V_2 вертикал текисликларда ётади. Демак, **қиялик бурчаги** деб, жойдаги чизик йўналиши билан унинг горизонтал куйилиши орасидаги бурчакка айтилади.

Вертикал бурчаклар (жойдаги чизикларнинг оғиш бурчаклари) теодолитнинг вертикал доираси ёрдамида ўлчанади. Вертикал доира лимби 1 (5.19-расм) трубаинг айланиш ўқи билан битта қилиб маҳкамланади ва у билан бирга айланади. Алидада 2 ҳам трубаинг айланиш ўқида жойлашган, лекин бу ўқ билан бирга маҳкамланмагани учун труба айланганда у қўзғалмай туради. Шу боис таъкидлаш жоизки, агар горизонтал бурчакларни ўлчашда горизонтал доира лимби қўлғазмас бўлиб алидада айланса, қиялик

бурчакларни ўлчашда эса вертикал доира алидадаси қўлғазмас бўлиб, лимби кўриш трубаси (визир ўқ) билан биргаликда айланади.



5.19-расм.

Алидада санок олиш мосламасида верньер 3 ва цилиндрик адилак 4 бор. Адилак верньери 0 индексини туташтирувчи чизикни горизонтга (горизонтал текисликка) нисбатан маълум ҳолатга келтириш учун хизмат қилади. Адилак пуфакчасини шкала ўртасига келтириш учун қаратиш винти 5 хизмат қилади. Т30, 2Т30, 2Т30П типидаги теодолитлар вертикал доирасида адилак ўрнатилмаган. Унинг вазифасини горизонтал доира алидадасига ўрнатилган ва вертикал доира текислигига параллел ўрнатилган цилиндрик адилак бажаради. Вертикал бурчакни ўлчашда труба ни нуктага визирлаб санок олишдан олдин адилак пуфакчаси аниқ ўртага келтирилади.

Қиялик бурчакларни ўлчаш принципи айнан горизонтал бурчакларни ўлчашдек, яъни бурчак қиймати бурчакнинг икки томонлари бўйича визирлашдан сўнг олинган икки саноклар айирмасига тенг. Лекин қиялик бурчакнинг бир томони ҳамма вақт горизонтал чизик бўлиб, ундаги лимб бўйича олинган санок ноль ўрнига (НЎ) тенг бўлганлиги туфайли қиялик бурчакни ўлчаш кутилаётган нуктага визирлашда лимб бўйича санок олишни тақозо этади. Фақат санок олишдан олдин вертикал доира алидадасидаги адилак пуфакчасини ўрнатиш винти ёрдамида ўртага келтириш керак бўлади.

Вертикал доира алидадасидаги адилак, алидадани шундай ҳолатга келтириш учун хизмат қиладик, унда кўриш трубасининг визир ўқи горизонтал ҳолатда бўлганда лимб бўйича санок 0 (180°) тенг ёки қандайдир нолга яқин, ноль ўрни деб номланадиган қийматга эга бўлсин. Шунингдек, трубанинг визир ўқи горизонтал ҳолатда, алидадаги адилак пуфакчаси эса ўртада жойлашганда вертикал доирадан олинган санокқа **вертикал доиранинг ноль ўрни (НЎ)** дейилади.

Техник теодолитларда вертикал доира лимби 0° дан 360° гача бўлиниб, диаметрининг 0 ва 180° нуқталари труба визир ўқига параллел қилиб ўрнатилган ва труба билан бирга айланади. Вертикал бурчаклар қийматини ҳисоблаш осон бўлиши учун қуйидаги шарт қўйилади: трубанинг визир ўқи ва алидадаги адилак ўқи горизонтал ҳолатни эгаллаганда ноль индекслари (бўлаклари) лимбнинг ноль бўлаклари (ёки 0° ва 180°) билан тўғри келиши керак. Амалда бу шарт бажарилмаслиги ҳам мумкин (5.19-расм).

Агар ноль ўрни маълум бўлмаса, унда қиялик бурчак ν ва НЎ қийматлари нуқтага икки марта вертикал доиранинг ўнг (ДЎ) ва чап (ДЧ) ҳолатларида визирлаб олинган саноклар бўйича топилади.

Қиялик бурчак ва ноль ўрнини ҳисоблаш формулалари вертикал доира лимбидаги бўлақлар ёзувларига боғлиқ. Т30 теодолитида вертикал доира бўлақлари соат мили йўлига қарши йўналишда 1° дан 359° гача рақамлар билан ёзилган ва санок доиранинг фақат бир томонидан олинади, шу сабабли ν ва НЎ қийматлари қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

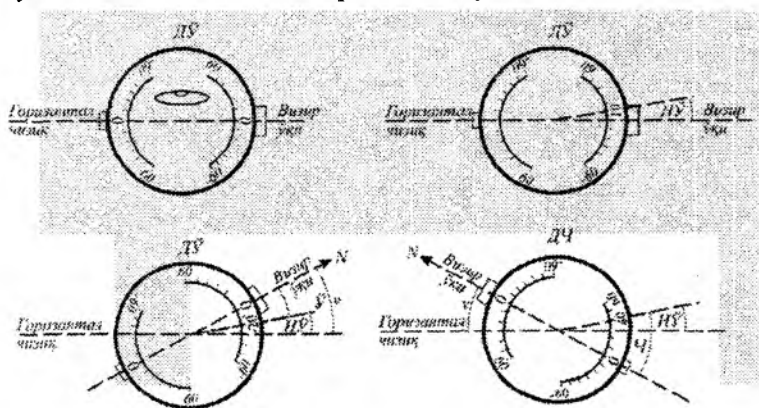
$$\nu = \frac{\check{Y} - \check{Ч} - 180^\circ}{2}, \quad (5.10)$$

$$Н\check{У} = \frac{\check{Y} + \check{Ч} + 180^\circ}{2}, \quad (5.11)$$

$$\nu = Н\check{У} - \check{У} - 180^\circ, \quad (5.12)$$

$$\nu = \check{Ч} - Н\check{У}, \quad (5.13)$$

Бу формулалар бўйича ҳисоблашда 90° дан кичик бўлган \check{U} , \check{C} ва $N\check{U}$ қийматларига 360° қўшилади.



5.19-расм.

5.19-д расмда $N\check{U} = 0$ ҳолати кўрсатилган, 5.19-е расмда эса $N\check{U} = 10^\circ$ бўлган ҳолати кўрсатилган.

2Т30 теодолитида N нуқтага визирлашда $D\check{U}$ даги санокни 5.19-ж расм изоҳлайди, $D\check{C}$ да эса 5.19-з расм. Расмлардан кўринишича

$$N\check{U} = \frac{\check{C} + \check{U}}{2}, \quad (5.14)$$

$$\nu = N\check{U} - \check{U}, \quad (5.15)$$

$$\nu = \check{C} - N\check{U}, \quad (5.16)$$

Юқоридаги формулаларда \check{U} ва \check{C} – вертикал доиранинг $D\check{U}$ ва $D\check{C}$ ҳолатида олинган саноклар.

Бир тўла қабул билан ўлчанган вертикал бурчакларнинг қиймати тўғрилигига ҳар гал аниқланган $N\check{U}$ доимийлиги далолат беради. Бунда $N\check{U}$ қийматининг катталиги аҳамиятга эга эмас. Бироқ рельефни съёмка қилиш пайтида нисбий баландликни аниқлаш учун вертикал бурчаклар (қиялик бурчаклари) одатда $D\check{C}$ ҳолатда ўлчанади ва (5.16) формулани ечишни осонлаштириш учун $N\check{U}$ нолга тенг қилиб олиниши ёки $2'$ дан ошмаслиги мақсадга мувофиқ бўлади.

Бундай шартни амалга ошириш учун узоқдаги яхши кўринадиган иккита ёки учта нуқта тўла қабулда кузатилиб, ҳар сафар $H\check{U}$ аниқланади. Агар $H\check{U}$ нинг топилган қийматлари ўртачаси нолдан $2'$ гача фарқ қилса, шарт қаноатлантирилган ҳисобланади. Акс ҳолда, кўриш трубасини ДЧ ҳолатида охириги нуқтага қаратиб олинган Ч саногининг тузатилган қиймати $Ч_{\text{туз}} = Ч + H\check{U}$ вертикал доирада ҳосил бўлгунча трубаинг қаратиш винти буралади. Шунда трубага қаралганда кузатилаётган нуқта тасвири ишлар тўри кесишган нуқтасидан вертикал чизиқ бўйича силжиган бўлади. Иплар тўри диафрагмасини юқори ва пастки тузатгич винтларини бураб, иплар тўрининг кесишган нуқтаси кузатилаётган нуқта тасвири устига келтирилади.

Текшириш учун $H\check{U}$ қиймати янгидан аниқланади.

Теодолитларда вертикал доиранинг ноль ўрнини нолга тенг қилиб олинса, вертикал бурчакларни ҳисоблаш осон бўлади. Бунда ДЧ ҳолатида олинган санокнинг ўзи вертикал бурчак қийматига тенг бўлади, яъни $\nu = Ч$.

Назорат саволлари:

1. Горизонтал бурчак қандай бўлади?
2. Теодолит асбоби нима?
3. Теодолитнинг қандай асосий қисмларини биласиз?
4. Теодолитлар аниқлиги бўйича қандай турларга бўлинади?
5. Теодолитлар қандай геометрик шартларни қаноатлантириши керак?
6. Оптик ва электрон теодолитлар ҳақида нималарни биласиз?
7. Горизонтал бурчакни тўла қабулда ўлчашнинг қандай маъноси бор?

ЧИЗИҚЛАРНИ ЖОЙДА ЎЛЧАШ

6.1. Чизикларни бевосита ўлчаш куроллари

Геодезияда чизик ўлчаш фундаментал ўлчашлардан бири ҳисобланади. Кўпинча уч ўлчамли муҳитда фазовий масофа (қия чизик) ўлчанса ҳам одатда унинг горизонтал қуйилишини билиш зарур. Чизикни ўлчаш нуқталар топографик ўрнини аниқлаш учун таянч тармоғи пунктларининг координаталарини аниқлаш, қурилиш ишларини олиб боришда нуқталар ўрнини кутбий координаталар орқали аниқлаш ва ҳ.к.ни талаб қилади.

Ҳозирги пайтда масофа ўлчашнинг бир қанча методлари бўлиб, улар *бевосита* – лента (тасма), рулетка ва *билвосита (воситали)* – оптик ва электрон (ёки электрон-оптик) масофа ўлчаш усуллари дидир.

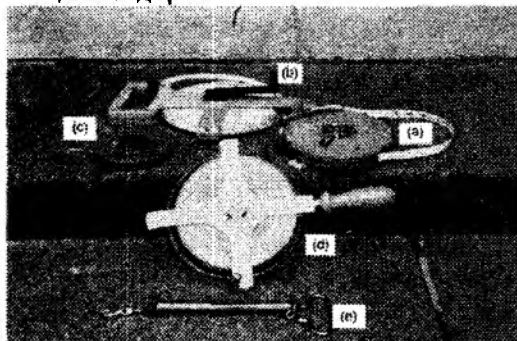
Масофаларни бевосита ўлчашда турли механик ўлчаш асбоблари ишлатилади. Чунончи, пўлат лента, пўлат рулетка, юмшоқ материалдан ишланган (масалан, фибрегласс, зиғирпоя толаси) тасма рулеткалар, трос ва инвар материалдан ясалган ўлчов симлари (6.1-расм).

Аниқлиги асосий мезон бўлиб ҳисобланадиган лён (6.1-а расм) ёки шишатоладан (6.1-б расм) ясалган ленталар умумий фойдаланиш учун қўлланилиши мумкин. Зиғирпоя толаси ленталари юқори сифатли материалдан тайёрланган бўлиб, у пластик қутига жойлаштирилади. Ушбу ленталарда 5 мм ли бўлақлар туширилган. Юқорида келтирилган ленталарнинг яна ҳам аниқроқ нусхалари пўлатдан ясалган бўлиб, улар миллиметрли бўлақларга эга (6.1-с расм). Юқори аниқликдаги ўлчашларни бажариш учун очиқ рамкада жойлаштирилган пўлат ленталардан фойдаланилади. Ленталар шундай тарзда стандартлаштирилганки, уларнинг номинал узунлиги 20°C ҳарорат учун, тортиш кучи эса 50 дан 80 кг учун аниқланган.

Энг аниқ ўлчашлар учун 35% никель ва 65% пўлатдан ясалган инвар ленталар ишлатилади.

Бундай ленталарнинг афзаллиги шундаки, уларнинг кенгайиш коэффициенти пўлатга нисбатан сезиларли

даражада кичик бўлиб, ҳароратнинг ўзгариши қатъий таъсир этмайди. Лекин уларнинг камчилиги шундаки, аралашма металл бўш ва юмшоқ бўлиб, нархи эса пўлат ленталарга нисбатан анча қимматдир.



б. 1-расм.

Муқобил ленталар бўлиб, ярим пўлат ва ярим инвардан иборат Lovag ленталар ҳисобланади. Улар қизил ва оқ ранглар билан бўялган бўлиб, ерга маҳкамлаш учун металл шпилькалар билан таъминланган.

Масофа ўлчаш жараёни ўлчов асбобини ўлчанаётган чизикда кетма-кет қўйиб чиқишдан иборат. Асбобни қўйиш сонини унинг узунлигига кўпайтириб, якуний натижа топилади. Ўлчаш асбобининг ҳақиқий узунлиги унинг номинал (лойиҳа) қийматидан бирмунча фарқ қилади. Бунга ҳар хил омиллар, чунончи, асбобни бўлакларга бўлиш хатоси, асбобни тайёрлашдаги ҳаво ҳарорати билан чизик ўлчаш вақтидаги ҳарорат фарқи, асбобни ҳар хил куч билан таранг тортиш ва бошқалар сабаб бўлади.

Бу ишчи лента узунлигини эталон лента узунлиги билан таққослаш (компарирлаш) орқали аниқланади. Ўлчаш қуролини *компарирлаш* деб ишчи лента узунлигини эталон лента узунлиги билан таққослашга айтилади. Компарирлаш махсус компараторларда бажарилади, улар стационар (лаборатория шароитида ўрнатилган махсус компаратор) ва дала компараторларига бўлинади.

Оддий шароитда ишчи лента билан эталон лента узунликларини қуйидагича таққослаш мумкин. Текис жойда

ёки бинонинг полида ишчи ва эталон ленталарни ёнма-ён ётказиб, нолинчи штрихлари туташтирилади, кейин уларни бир хил куч билан тортилади ва миллиметрли чизғич билан ленталарнинг иккинчи учидаги штрихлари фарқи Δl ўлчанади. Бу Δl қийматига **компарираш тузатмаси** дейилади. Аниқ ўлчаш ишлари учун компарираш вақтидаги ҳаво ҳарорати ўлчанади.

Агар ишчи лентанинг ҳақиқий узунлигини l , эталон лента узунлигини l_0 десак, унда **компарираш тузатмаси** қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (6.1)$$

Айтайлик, лентанинг номинал узунлиги $l_0 = 20$ м, ишчи лентанинг узунлиги $l = 20,016$ м (метрнинг мингдан бир бўлаклари миллиметрли чизғич орқали аниқланади). Унда (6.1) кўра $\Delta l = 20,016 - 20,000 = +0,016$ м.

Дала компаратор (узунлиги 120 м)ни қўллашда ишчи лента ёрдамида дала компараторнинг узунлиги ўлчанади ва унинг ҳақиқий узунлиги L , ишчи лента ёрдамида ўлчанган дала компараторнинг узунлиги эса L_0 айирмасини компаратор узунлиги бўйича ишчи лентани қўйиб чиқиш сони n га бўлинади. Ҳисобланган натижа **компарираш тузатмаси** қиймати Δl ни ифодалайди. Масалан,

$$\Delta l = \frac{L - L_0}{n} = \frac{119,963 - 119,870}{6} = 0,016 \text{ м.}$$

Амалда кўп ишлатиладиган ўлчов асбобларининг тавсифи қуйидаги 6.1-жадвалда келтирилган.

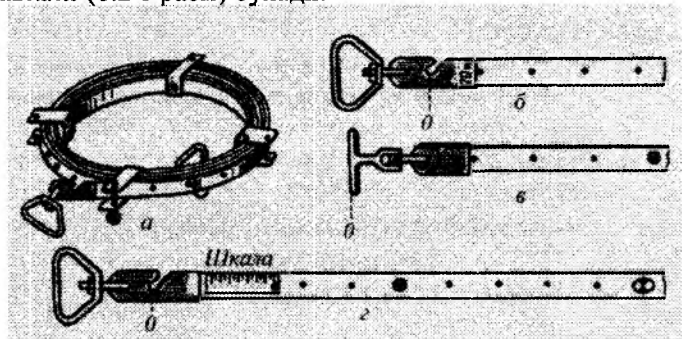
6.1-жадвал

Ўлчов асбобларининг турлари	Ўлчов асбобларининг номи	Узунлиги	Эни, қалинлиги, мм	Ўлчашнинг меъёрий виссий ҳаёлини
ЛЗ	Штрихли ер ўлчов лентаси	20; 24; 50	10-15 0,4-0,5	1:1 500
ЛЗШ	Шкалали ер ўлчов лентаси	20; 24; 50	10-15 0,4-0,5	1:2 000
ЛТ	Ер ўлчов лентаси	50; 100	2	1:1 000

РК	Крестовинада Уралган рулетка	30; 50; 100	10-12 0,20-0,25	1:2 000
РС	Пузлат рулетка	10; 20; 30; 50	10-12 0,16-0,22	1:2 000 - 1:5 000
БП	Осма базис асбоби (инвар сим)	24	1; 1,5	1:1 000 000

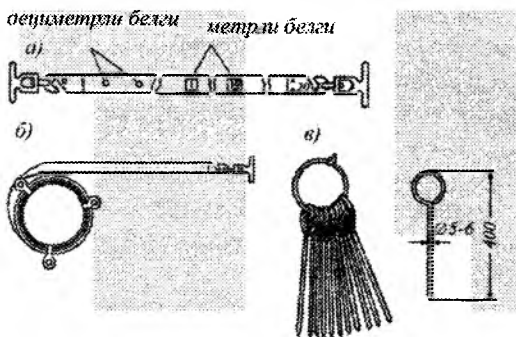
Амалий ишларда кўпроқ пўлатдан ясалган ўлчов ленталари қўлланилади, унинг эни 10-15 мм, қалинлиги 0,4-0,6 мм ва узунлиги 20 м бўлади. Узунлиги 24, 30, 50 м ли ленталар ҳам бўлади.

Сақлаш, олиб юриш учун қулай бўлиш мақсадида ленталар темир ҳалқаларда ўраб йиғилади (6.2-а расм). Ленталар *штрихли* (6.2-б расм), *учли* (6.2-в расм) ва *шкали* (6.2-г расм) бўлади.



6.2-расм

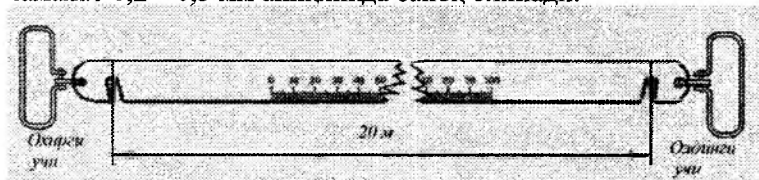
ЛЗ тиидаги *штрихли* лента – пўлат тасмадан иборат бўлиб, икки учида доирасимон қия илмоқ шаклидаги кесик металл пластинка ўрнатилган; кесиклар эни шпилька диаметрига тенг бўлади. Уларнинг маркази қаршисида лента бўйлама ўқига перпендикуляр ҳолда ўлчаш шкаласининг бошини ва охирини кўрсатувчи штрихлар ўйиб туширилган ва тегишли 0 ва 20 рақамлар билан белгиланган. Бу ерда 20 пўлат лентанинг номинал узунлигини билдиради (6.2-а расм).



6.3-расм.

ЛЗ штрихли лента комплектига қуйидагилар кирди: лента (6.3-а расм), лентани ўраш учун металл ҳалқа (6.3-б расм) ва 6 ёки 11 шпилькалар комплекти (6.3-в расм). Масофа чизик створи бўйича лентани бирин-кетин қўйиб чиқиб ўлчанади. Ҳар бир қўйишда ўлчов лентасининг боши ва охирини белгилаш учун уни илгалари орқали ерга шпилькалар санчилади.

ЛЗШ шкалали лента – фақат икки учиди узунлиги 10-15 см бўлган кесимлар см ва мм бўлақларга бўлинган (6.4-расм). Бошқа бўлақлар туширилмаган. Шкаладан кўз билан чамалаб 0,2 – 0,5 мм аниқликда санок олинади.



6.4-расм

РК рулеткаси – крестовина барабанга ўралган пўлат тасмадан иборат. Рулетканинг биринчи дециметри мм бўлақларга, қолганлари эса см бўлақларга бўлинган. Рулетка узунлигидан ошмайдиган узунликдаги чизикларни ўлчаш ва жойга кўчиришда юқори аниқликни таъминлаш зарур.

ЛТ ер ўлчаш троси – диаметри 2 мм га тенг 7 толали пўлат сим бўлиб, пластмасса қобикда ясалган. У ҳалқа

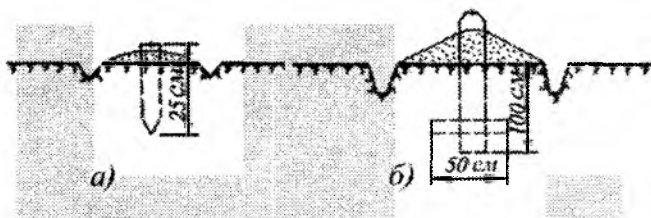
шаклидаги металл белбоғчалар билан 1 метрли бўлақларга бўлинган ва ғалтакка ўралган бўлади.

Масофа ўлчашда трос ерда ёзиб қўйилади ва 1 метрдан кичик бўлган қолдиқ кўз билан чамалаб 0,1 м аниқликда баҳоланади.

РС рулеткаси – металл ғилофда жойлаштирилган ғалтакка ўралган пўлат тасма (лента)дан иборат. Рулетка шкаласи бошидан охиригача мм бўлақларга бўлинган ва ҳар см рақамлар билан ёзилган.

6.2. Чизикни ўлчашга тайёрлаш

Жойда ҳар қандай чизикни ўлчашдан аввал у ўлчашга тайёрланади. Чунончи, чизик учлари жойда маҳкамланади, улар белгиланади ва чизиклар жойда ўтказилади. Чизик учи нуқталари ўрни жойда чизик вазифасига, сақланиш муддатига ва жой шароитига қараб турлича маҳкамланади. Оддий ҳолларда нуқталар жойда ёғоч қозиклар (3×25 см) билан маҳкамланиб, атрофига учбурчак, тўртбурчак ёки доира шаклида ариқча қазилади ва чиққан тупроғи қозик атрофида ўйиб қўйилади (6.5-а расм).



6.5-расм

Агар нуқта муҳим аҳамиятга эга бўлиб, узоқ муддатга сақланиши керак бўлса, ёғоч устун (6.5-б расм), металл парчаси ёки темир бетон плитаси билан маҳкамланади.

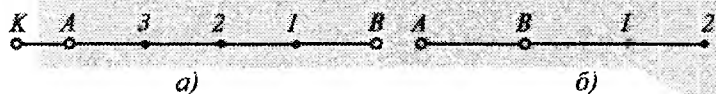
Нуқталарни бир-биридан кўринишини таъминлаш учун улар вежа деб аталувчи махсус таёқлар билан белгиланади. Вежа узунлиги 2, 3 ва 4 м, йўғонлиги 3–4 см бўлган, узунаси бўйлаб 10–15 сантиметрли бўлақларга бўлиниб оқ-қора рангга бўялган ва бир учига темир найза қопланган таёқ ҳисобланади. Жойдаги тўғри чизик унинг иккала учида

Ўрнатилган вехалар билан белгиланади. Текис жойдаги узунлиги 100 м дан ортиқ чизикни ўлчаш учун уни иккала учида ўрнатилган вехалар оралиғида қўшимча вехалар (масалан, ҳар 50 метрдан) ўрнатиб чиқилади, бунга чизик олиш дейилади.

Тепалик ва жарликлар орқали ўтган чизиклар ҳар 20-50 м да қўшимча вехалар билан белгилаб чиқилади.

Чизик олишни берилган икки нукта орасида чизик олиш ва берилган икки нукта орасидаги чизикни давом эттириш йўли билан бажариш мумкин.

Биринчисида берилган A ва B нукталар (6.6-а расм) орасида чизик олиш керак бўлсин. Кузатувчи ўз ёрдамчисини B нуктасидан 50-100 м да бўлган 1-нукта томон жўнатади, ўзи эса A нуктасидан 10-20 м да жойлашган K нуктасига туради. Шундан кейин у ўз ёрдамчисига қўлидаги вехани 1-нуктада чапга ёки ўнга суришга, A нуктадаги веха 1 ва B нукталаридаги вехаларни тўсмагунча, кўрсатма беради. Кейин ёрдамчи бошқа бир веха билан 2-нуктага ўтади ва олдингига ўхшаб кўрсатмага биноан у вехани ҳам ўрнатади ва ҳоказо. Бу усулга ўзига қараб чизик олиш дейилади. Агар биринчи оралик веха 3-нуктада, кейин 2-нуктада ва ҳоказо тартибда ўрнатилса, ўзидан чизик олиш дейилади.



6.6-расм

Берилган икки нукта A ва B (6.6-б расм) орасидаги чизикни давом эттириш учун кузатувчи AB чизигининг давомига ўтиб, A ва B нукталарда ўрнатилган вехалар бўйича 50-100 м чамаси масофада 1-вехани шундай ўрнатадики, у A ва B нукталардаги вехаларни тўссин, кейин 2-вехани худди шундай ўрнатади ва ҳоказо.

6.3. Пулат лента билан чизик ўлчаш ва унинг аниқлиги

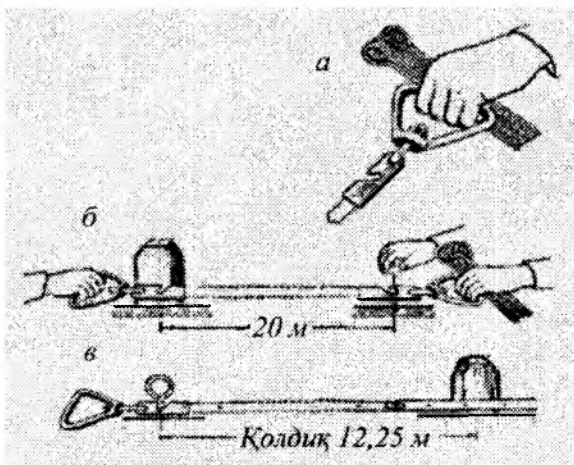
Лента билан жойда чизикни ўлчаш учун икки киши керак бўлади. Ўлчаш лента ва 6 та ёки 11 та шпилькалар

комплекти билан бажарилади. Ўлчашни бошлашда лентанинг биринчи (0 индекси билан белгиланган) учи ва 1 дона шпилька орқадаги ўлчовчида, лентанинг иккинчи учи ва 5 та шпилька олдинги ўлчовчининг қўлида бўлади. Орқадаги ўлчовчи лента учидаги қия илгакни қўлидаги шпилькага олиб, уни чизикнинг бош нуқтасида ерга қадаб тутати, олдинги ўлчовчи лентани ўлчанадиган чизик йўналиши бўйича қўяди. Кейин орқадаги ишчи кўрсатмаси бўйича олдинги ишчи лентани чизикда тўғри ётқизиб силкитиб таранг тортади ва шу туришда лента учидаги қия илгакдан шпилькани ўтқазиб, ерга қадайд (6.7-б расм). Кейин орқадаги ўлчовчи ерга қадалган шпилькасини олиб, олдинги ўлчовчи эса ерга қадалган шпилькасини жойида қолдириб, иккаласи олдинга караб юради; орқадаги ўлчовчи лента учини олдинги ўлчовчи қолдирган шпилькага илади ва ўлчаш юқоридаги каби давом эттирилади. Олдинги ўлчовчи қадаб кетган шпилькаларни орқадаги ўлчовчи йиғиб боради. Орқадаги ўлчовчи қўлида 5 та шпилька йиғилганда ўлчанган масофа 100 м га тенг бўлади. Кейин орқадаги ўлчовчи қўлидаги 5 та шпилькани олдинги ўлчовчига узатади. Чизик охиридаги энг кейинги қадалган шпилька билан чизик охириги учи нуқтаси орасидаги лента узунлигидан калта бўлган қолдиқ r охирида ўлчанади (6.7-в расм).

Шунда ўлчанган чизик узунлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$D = nl_0 + r \quad \text{ёки} \quad D = n \cdot 20 + r. \quad (6.2)$$

Бу ерда n – чизикда лентанинг қўйилиш сони; l_0 – лентанинг номинал узунлиги (20 м); r – қолдиқ, лента узунлигидан кам кесма.



6.7-рasm

Агар ишчи лентанинг ҳақиқий узунлиги номинал узунликдан фарқ қилса, бунда (6.1) формулани эътиборга олиб, чизик узунлиги куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$D = nl_0 + r + n\Delta l. \quad (6.3)$$

Ўлчаш натижасини назорат қилиш учун ҳар бир чизик икки марта – тўғри ва тескари йўналишларда ўлчанади.

Иккала ўлчаш натижалари бир-бири билан тенг чиқса ёки фарқи белгиланган қийматдан ошмаса, ўлчаш тўғри амалга оширилган бўлади. Акс ҳолда, чизик қайта яна бир марта ўлчанади.

Лентада чизик ўлчаш оддий бўлишига қарамай кўпинча қўпол хатоларга йўл қўйилади. Қўпол хатолар, масалан, 20 м га тенг хатолар шпилькаларни биринчи ўлчовчи иккинчисига узатишда уларнинг сонини нотўғри ҳисоблашдан ёки шпилькаларни йўқотишдан келиб чиқади. Лентада жойлаштирилган метр ёзувларидан нотўғри саноқ олиш оқибатида бир неча метр хатога йўл қўйиш мумкин. Лентани икки томони (юзи)да метр ёзувлари қарама-қарши учларидан бошланади. Масалан, бир юзида 9 м ёзуви жойлашган бўлса, унинг тескари томонида 11 м ёзуви тўғри келади. Шунинг

учун колдиқларни ўлчашда эътибор билан метр ёзувларини ҳисоблаш керак.

Шунингдек, шпилька ерга тик ва чуқур кадалиб, лентани унга илиб таранг тортилганда шпилька олдинга ёки орқага қийшайиб қолмаслиги керак.

Ўлчанадиган чизиқни бошланғич ва охири нуқталарини туташтирувчи тўғри чизиқдан ҳар бир қўйилган лента оғиб бориб яқуний натижани ошириб юборади. Чунки тўғри чизиқ ўрнига синиқ чизиқлардан иборат чизиқ ўлчанади.

Чизиқ ўлчаш аниқлигига лентани компарирлаш хатоси, ҳаво ҳарорати ва бошқалар ҳам таъсир этади.

Бундан ташқари, чизиқ ўлчаш аниқлигига жойнинг нотекислиги ва тупроқ қопламнинг юмшоқлиги ҳам катта таъсир кўрсатади. Текис ва тупроқ қоплами қаттиқ жойда, чизиқлар нотекис ва юмшоқ тупроқли жойларга қараганда анча аниқ ўлчанади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, кўриб чиқилган хатолардан ўлчаш аниқлигига энг катта таъсир этувчиси бўлиб, бу жой рельефи ва тупроқ шароити ҳисобланади.

Бу кўрсаткичлар бўйича жой уч тоифага бўлинади:

1-тоифа – ўлчаш учун энг қулай жой (текис, тупроғи қаттиқ, ўсимликларсиз);

2-тоифа – ўлчаш учун ўртача шароитдаги жой (рельефи бирмунча нотекис, тупроғи нисбатан бўш, ўсимликлари унча баланд эмас);

3-тоифа – ўлчаш учун ноқулай жой (тепа ва жарликлар билан кесилган, тупроғи жуда бўш, ўсимликлари баланд).

Жойда пўлат лента билан чизиқларни ўлчаш кўп йиллик тажриба натижаларига таяниб, жой тоифалари бўйича ўлчашнинг қуйидаги чекли нисбий хатоси белгиланган:

– 1-тоифали жойда $\frac{1}{3000}$ дан;

– 2-тоифали жойда $\frac{1}{2000}$ дан;

– 3-тоифали жойда $\frac{1}{1000}$ дан ошмаслиги керак.

Амалда чизиқ ўлчаш аниқлигини текшириб бориш учун ҳар бир чизиқ энг камида икки марта ўлчанади (тўғри ва тесқари йўналишларда). Ўлчаш хатолари таъсирида бу икки

қиймат ўзаро фарқ қилади ва унга *мутлақ хато* дейилади. Қанчалик ўлчаш аниқ амалга оширилган бўлса, шунча кичик мутлақ хато қийматини кутиш мумкин. Кўпинча на мутлақ хато, на фарқ ўлчаш аниқлигини ифодалай олади. Масалан, чизик узунлиги 1 м га тенг хатолик билан ўлчанган деб айтганда, ушбу хатолик қиймати бўйича ўлчаш аниқлиги тўғрисида сўз юритиш мумкин эмас. Чунки 10 м чизик узунлигига 1 м га тенг хатолик жуда катта бўлиб, бир неча ўн километр масофа учун эса кичик ҳисобланади. Шунинг учун мутлақ хато қиймати билан ўлчаш аниқлиги тўғрисида сўз юритиш камлик қилади, нисбий хатони ҳосил қилиш учун мутлақ хатони ўлчаш натижаси билан таққослаш лозим. Нисбий хатолар одатда каср билан ифодаланади. Ўлчашнинг *нисбий хатолиги* деб, мутлақ хатони ўлчаш натижасининг нисбатига айтилади. Икки ўлчаш натижаларининг фарқи қачон (қандай қийматда) йўл қўярли эканлигини билиш учун юқорида келтирилган нисбий хатолар чекидан фойдаланилади.

Масалан, бирон-бир чизик икки марта ўлчаниб, унда 318,75 м ва 318,64 м қийматлар топилган бўлсин. Ўлчаш ўрта шароитдаги (2-тоифа) жойда бажарилган бўлса, нисбий хатоси $\frac{1}{2000}$ дан ошмаслиги керак. Бизнинг мисолда ўлчанган чизикни яхлит метрдаги қиймати 319 м бўлса, $319:2000 = 0,16$ м ни топамиз. Натижаларнинг фарқи эса $318,75 - 318,64 = 0,11$ м ни ташкил этади ва у сезиларли нисбий хатодан кичик, яъни $0,11 < 0,16$. Демак, иккала ўлчаш ҳам қониқарли бажарилган ва яқуний натижа қилиб, улар арифметик ўрта қийматини оламиз:

$$(318,75 + 318,64): 2 = 318,70 \text{ м.}$$

Агар ўлчаш натижаларининг фарқи 0,16 м дан катта бўлса, демак, қайсидир бир ўлчашда қўпол хатога йўл қўйилган ҳисобланади ва ўлчашни яна бир марта такрорлаш лозим бўлади.

Умуман олганда, икки марта ўлчанган чизик қийматлари орасидаги фарқ ΔD нинг йўл қўярли нисбий хатоси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\frac{\Delta D}{D} \leq \frac{1}{M} \sqrt{2}. \quad (6.4)$$

Бу ерда D – ўлчаб топилган кийматларнинг ўртачаси; M – йўл қўярли нисбий хато маҳражи.

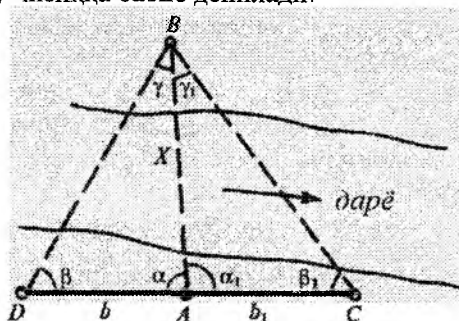
Олинган мисол учун (6.4) формуладан қуйидагиларни топамиз:

$$\frac{0,11}{318,70} < \frac{1}{2000} \sqrt{2} \quad \text{ёки} \quad \frac{1}{2897} < \frac{1}{1414},$$

яъни хато йўл қўярли экани кўриниб турибди.

6.4. Бориб бўлмас масофани аниқлаш

Юқорида айтиб ўтилганидек, теодолит йўлининг бирон-бир томони, масалан, дарёни кесиб ўтган бўлса, ўша томон узунлигини бевосита ўлчаб чиқиш имконияти бўлмайди ва бу ҳолатда бориб бўлмас масофани аниқлаш усули қўлланилади. Масалан, теодолит йўлининг AB томони дарёдан ўтиши керак бўлсин (6.8-расм). Унинг узунлигини топиш учун дарё ёқаси бўйлаб лента билан ўлчаниши қулай бўлган AD чизиғи олиниб, учлари ёғоч козиқлар билан жойда мустаҳкамланади ва уларнинг ораси ўлчов лентаси билан имкон қадар аниқ ўлчанади. Бу чизикқа **базис** дейилади.



6.8-расм

Ҳосил бўлган ABD учбурчакда иложи бўлса, ҳамма бурчаклар теодолит билан ўлчанади. Агар учбурчакда фақат α ва β бурчаклари ўлчанган бўлса, γ бурчак $\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$ формуласи орқали ҳисоблаб топилади.

Шунда синуслар теоремасига асосан 6.8-расмдан ёзиш мумкин:

$$AB = x = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} \cdot b. \quad (6.5)$$

Бу ерда $AD = b$ – базис томонининг узунлиги.

Топилган қийматни текшириш учун жойда қўшимча базис b_1 ва бурчаклар α_1 ва β_1 ўлчанади (6.8-расм), шунда томон узунлиги қуйидаги формула билан топилади:

$$AB = x = \frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha_1 + \beta_1} \cdot b_1, \quad (6.6)$$

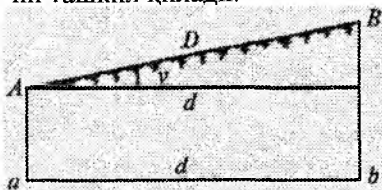
Томон узунлиги x ни аниқлаш учун учбурчак шундай танланиши керакки, базис ва аниқланадиган томонлар қаршисидаги бурчаклар қиймати 30° дан кичик ва 120° дан катта бўлмасин (шунда томон узунлиги аниқроқ топилади).

x қийматлари орасидаги фарқ 1:1 000 дан катта бўлмаслиги керак. Бу шарт бажарилса, қийматларнинг ўртачаси олинади.

6.5. Ўлчанган қия чизикнинг горизонтал қуйилишини аниқлаш

План ва карталарни тузиш технологияси жойда ўлчанган қия чизиклардан уларни горизонтал қуйилишига ўтишни талаб қилади.

Жойда AB қия чизик (6.9-расм) ўлчанган бўлсин. Ушбу чизикнинг A нуқтасидан ўтувчи горизонтал чизикқа нисбатан оғиш бурчаги ν ни ташкил қилади.



6.9-расм.

Чизикнинг горизонтал қуйилиши d га тенг. Агар AB чизикнинг узунлиги D лента билан, ν бурчаги теодолит билан

ўлчанса, улар орқали d қийматини топиш учун 6.9-расмдан фойдаланамиз:

$$d = D \cos v. \quad (6.7)$$

Бу формула бўйича ҳисоблаш калькуляторда осонгина бажарилади.

Мисол: $D = 156,70$ м; $v = 4^{\circ}51'$ га тенг бўлса, (6.5) формула бўйича топамиз: $d = 156,70 \cdot \cos 4^{\circ}51' = 156,15$ м.

Амалда кўпинча ўлчанган кия чизик учун тузатма ΔD ҳисобланади:

$$\Delta D = D - d. \quad (6.8)$$

(6.8)га (6.7)ни қўйиб топамиз:

$$\Delta D = D - D \cos v = D(1 - \cos v) \quad (6.9)$$

ёки келтириш формуласига асосан ёзамиз:

$$\Delta D = 2D \sin^2 \frac{v}{2}. \quad (6.10)$$

(6.10) формула бўйича ҳисобланган қиймат (6.8) формулага асосан D ўлчанган қийматдан айрилади, шунга кўра (6.8) формулани

$$\Delta D = -2D \sin^2 \frac{v}{2}. \quad (6.11)$$

кўринишда ёзиш мумкин.

Юқорида олинган мисолни бу формулалар бўйича ечиб топамиз:

(6.10) формуладан

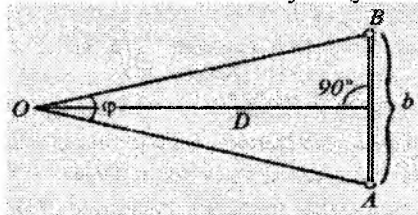
$$\Delta D = 2 \cdot 156,70 \cdot \sin^2 \frac{4^{\circ}51'}{2} = 0,55,$$

(6.8) формуладан $\Delta D = D - d = 156,70 - 0,55 = 156,15$ м эканлиги келиб чиқади.

Чизик узунлигини ўлчашда бирданига унинг оғиш бурчаги ҳам ўлчаб борилади. Бунинг учун теодолитнинг вертикал доирасидан фойдаланилади. Бурчак қиймати кичик ($1-15^{\circ}$) бўлса, уни оддий мослама – эклиметрда ҳам ўлчаш мумкин.

6.6. Оптик дальномерлар

Масофани оптик дальномерлар билан аниқлаш асосига параллактик бурчак φ ва унинг қаршисида ётган b томони (6.10-расм) маълум бўлган тенг ёқли параллактик учбурчакнинг оптик механик ечиш йўли қўйилган.



6.10-расм.

Параллактик бурчак одатда кичик (1° дан ошмайди), базис томони b узунлиги 1-3 м орасида, ўлчанадиган масофа D эса юзлаб метрга етади.

OAB учбурчакдан биссектриса базис b га перпендикуляр деб ҳисоблаб ёзамиз:

$$D = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \quad (6.12)$$

ёки бурчак кичик бўлгани учун

$$D = \frac{b}{2} \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} = \frac{b\rho}{\varphi}, \quad (6.13)$$

бу ерда ρ – радиан қиймати.

(6.13) формуладаги қайси бир элемент ўлчанишига қараб дальномерлар қуйидаги турларга бўлинади:

- доимий бурчакли дальномер;
- доимий базисли дальномер;
- ўзгарувчан бурчакли ва ўзгарувчан базисли дальномер.

Амалда юқоридаги а) ва б) бандларда кўрсатилган дальномерлар кенг тарқалган. Улар геодезик асбоблар кўриш трубагининг иплар тўри диафрагмасида жойлаштирилади ҳамда труба объективига кийдириладиган мослама сифатида тайёрланади. Доимий параллактик бурчак оптик йўл билан

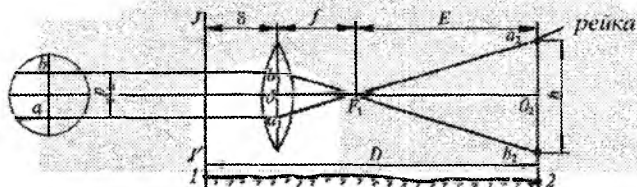
ҳосил қилинади: иплар тўри диафрагмасида чизилган штрихлар ёрдамида (ипли дальномерлар) ёки труба объективига кийдириладиган линза (призма)лар ёрдамида (иккиланган тасвирли дальномерлар). Базис вазифасини вертикал ёки горизонтал ҳолатда ўрнатиладиган дальномер рейкаси бажаради. Оптик дальномерларни кўп йиллик ишлатиш тажрибасининг кўрсатишича, улар масофани осон ва тез ўлчаш имкониятини беради.

Ипли дальномер. У доимий параллактик бурчакли ва ўзгарувчан базисли дальномерлар турига киради.

Иплар тўри диафрагмасидаги марказий горизонтал ипдан ҳар иккала томонга бир хил ораликда ўзаро параллел қилиб чизилган штрихлар (6.11-расм) ипли дальномер бўлади. Параллактик бурчак φ штрихлар b ва a нукталаридан ўтувчи визирлаш нурлари ёрдамида ҳосил бўлади. Бурчак қиймати штрихлар орасидаги p масофага боғлиқ; бурчак учи объектив оптик ўқида жойлашган бўлиб, у кўзгалмасдир. Ташқи фокусланувчи трубаларда (Кеплер трубаси) бу нукта объективнинг олдинги фокус нуктасида бўлади. Ички фокусланувчи трубаларда эса иплар тўри билан объектив оралиғида жойлашади.

Ипли дальномер назариясини Кеплер трубасининг оптик чизмасида кўриб чиқиш қулайдир.

D масофани (6.11-расм) ўлчаш учун дальномер шундай ўрнатиладики, асбобнинг (масалан, теодолитни) айланиш ўқи JJ_1 вертикал бўлиб, 1-нукта устидан ўтсин. Охириги 2-нуктага рейка тик ўрнатилади.



6.11-расм.

Агар O_1O_2 чизиғи горизонтал ҳолатда бўлса, тик ўрнатилган рейка унга перпендикуляр бўлиши керак. Расмдан ўлчанадиган масофа D қуйидагига тенг:

$$D = E + f + \delta. \quad (6.14)$$

Бу ерда E – объектив олдинги фокусидан рейкагача масофа;
 f – объективнинг олдинги фокус масофаси;
 δ – объективдан асбоб айланиш ўқигача бўлган масофа.

Дальномер штрихларидаги b ва a нуқталарни рейкага нурлар орқали проекцияласак, рейкада b_2 ва a_2 нуқталар ҳосил бўлади (бунда нурлар объективнинг олдинги фокус нуқтасидан ўтиши керак). Объектив олдинги фокусидан рейкадаги дальномер штрихлари тасвирини кўриш бурчаги φ ўзгармас, чунки p ва f қийматлар доимийдир. Шуни ҳисобга олиб $F_1 a_1 b_1$ ва $F_1 a_2 b_2$ ўхшаш учбурчаклардан ёзамиз:

$$\frac{p}{f} = \frac{l}{E}, \quad (6.15)$$

бу ердан

$$E = l \frac{f}{p}. \quad (6.16)$$

(6.16) формуладан $\frac{f}{p} = K$ деб белгилаб, (6.14) формулага қўйиб ёзамиз:

$$D = Kl + f + d \quad (6.17)$$

ёки $f + d = c$ билан белгиласак, (6.17) ни қуйидагича ёзамиз:

$$D = Kl + c. \quad (6.18)$$

Бу ерда K – ипли дальномер коэффиценти; c – дальномер доимий қўшилувчиси.

Кўпинча K қийматини 100 га тенг деб олинади.

Нотекис рельефли жойда визирлаш ўқи тик ўрнатилган рейкага перпендикуляр бўлмаслиги учун у жой қиялиги бурчаги n қийматига тенг қия ўрнатилиши керак бўлади. Амалда рейка тик ўрнатилади ва дальномерда ўлчанган қия масофа D га ΔD тузатмасы киритилади, у қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta D = D \sin^2 v. \quad (6.19)$$

ΔD оғиш бурчаги 3° гача бўлса, кичик қийматга эга бўлади. Масалан, $v = 2^\circ$ ва $D = 100$ м бўлса, $\Delta D = 0,15$ м

га тенг. Ипли дальномерларнинг афзаллиги тузилиши содда, масофа ўлчаш эса тез ва осон бажарилади; камчилиги — ўлчаш аниқлиги нисбатан паст ва 1:200 — 1:400 ни ташкил қилади.

6.7. Электрон дальномерлар хақида маълумот

Фойдаланиладиган электромагнит тўлқинларнинг кўринишига қараб дальномерлар ёруғлик ва радиодальномерларга бўлинади. Улар чизик ўлчаш электромагнит тўлқинларнинг ўлчанаётган масофадан ўтиш вақтини аниқлашга асосланган.

Табриқларни тарқатиш хусусиятига қараб ёруғлик ва радиодальномерлар импульсли ҳамда фазаликаби турларга бўлинади. Ҳамма электрон дальномерларда бир хил принципдаги блок-чизма қабул қилинган. Дальномер иккита асосий қисмдан ташкил топади: *узатгич* ва *қабул қилгич*. Қабул қилгич бошланғич нуктада ўрнатилади, қайтаргич чизикнинг охириги нуктасида ўрнатилади.

Узатгич-қабул қилгичнинг вазифаси электромагнит тўлқинларини қайтаргич томонга юбориш, қайтарилган электромагнит тўлқинларни қабул қилиш ва уларни *узатгич-қайтаргич-қабул қилгич* йўлида тарқалиш вақтини ўлчашдан иборат.

Қайтаргич юборилган электромагнит тўлқинларини тескари йўналишда қайтаради.

Дальномернинг бу ишлаш принципига асосан ўлчанган масофа қуйидагича ҳисобланади:

$$D = \frac{1}{2} v \cdot t. \quad (6.20)$$

Бу ерда v — ўлчаш давомида электромагнит тўлқинларини ҳавода тарқалиш тезлиги; t — электромагнит тўлқинларни $2D$ масофани ўтиши учун сарфланган вақт.

Импульсли дальномер. Импульсли дальномер масофани аниқ ўлчашни таъминлай олмайди, лекин ўлчашни тезкорлик билан бажариш имконини беради.

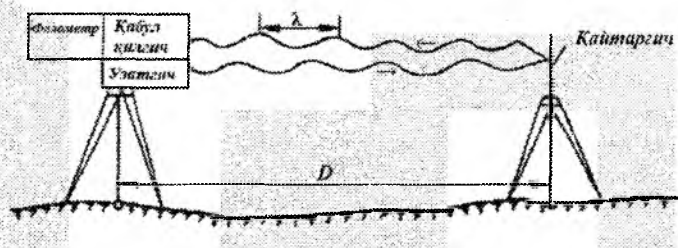
Одатда импульсли дальномерлардан локатор сифатида фойдаланилади, яъни улар билан масофадан ташқари

объектга қараб йўналиш ҳам ўлчанади. Улар аниқлиги паст бўлганлиги сабабли геодезик ўлчаш ишларида кам қўлланилади. Бундай дальномерлардан энг аниқлари аэрофотосъёмкада қўлланилади ва съёмка давомида самолёт учиш баландлигини ўлчаш учун баландлик ўлчагич вазифасини бажаради.

Фазали дальномер. Бундай дальномернинг ишлаш моҳияти ва схемаси 6.12-расмда тасвирланган.

Узатгич сўнмайдиган f частотали электромагнит тебранишни қайтаргичга қараб узлуксиз таркатади, унинг бир қисми шу заҳоти қабул қилгичнинг фазометрига тушади. Қолган қисми кувват қайтаргичгача бориб яна орқага қайтиб, t вақт ўтгандан кейин қабул қилгич фазометрига тушади.

Тебраниш частотаси f маълум бўлганда вақт t ни аниқлаш тебраниш даврининг бутун сонлари N ва давр колдиғи Δ ни аниқлашдан иборат бўлади. Δ қийматига **фаза циклининг домери** дейилади.



6.12-расм

Фазали дальномерларда фақат D ни бевосита ўлчаш имконини беради ёки частота f ни ўзгартириб, D ни айрим қийматларга: $D = 0$; $D = 1/4$; $D = 1/2$ тебраниш даврининг ҳиссасига тенглаштириб олинади.

Шунга биноан масофани ҳисоблаш асосий формуласи куйидаги кўринишда ёзилади:

$$D = \frac{v}{2} (N + \Delta) \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{2} (N + \Delta). \quad (6.21)$$

Бу ерда $\lambda = v/f$ – электромагнит тебраниш тўлқин узунлиги.

Фазали дальномерлар афзаллиги D қийматини юқори аниқликда, 1:1 000-1:1 500 тебраниш даврининг ҳиссасига тенг ўлчашдан иборат.

Ҳозирги замон фазали дальномерларда электромагнит тебраниш частотаси $f = 10^8$ Гц, тебраниш даври $T = 10^{-8}$ с, вақт ўлчаш аниқлиги $m_t = 10^{-11}$ с ни ташкил қилади. m_t вақт давомида электромагнит тебранишлар ҳавода 3 мм га яқин масофани босиб ўтади.

Шундай қилиб, фазали дальномерлар масофани мм аниқликда ўлчаш имконини беради.

(6.21) формуладаги N ҳар қандай бутун сон қийматга эга бўлиши мумкин. Бу эса формулани ечишда ноаниқликка олиб келади. Масалани ечиш учун бир текис частота усули ва белгиланган частота усули қўлланилади. Бу усуллардан қайси бири қўлланилганига қараб дальномернинг конструктив чизмаси ва техник кўрсаткичлари маълум даражада ўзгаради.

Ҳозирги пайтда ишлаб чиқарилаётган дальномерларда узатгич ва қабул қилгич мосламалари бир блокда жойлашган ҳамда у чизикнинг бош учи нуқтасида марказлаштирилади, қайтаргич эса чизикнинг охириги учида ўрнагилади. Уларда t қийматини ўлчаш икки усулда амалга оширилади: 1. *бевосита импульсли деб аталувчи электрон секунд ўлчаш ва билвосита, модуллаштириб қайтаргичга юборилган нур оқими билан*; 2. *ундан қайтиб келганини фазаси бўйича солиштириб аниқлаш усули билан*.

Электрон дальномерлар бўйича қабул қилинган стандартга асосан уларнинг аниқлиги ва вазифасига қараб 3 гуруҳга бўлинган: G , P ва T гуруҳлар, уларнинг тавсифи 6.2-жадвалда келтирилган.

G ва P гуруҳларига кирувчи дальномерлар давлат геодезик тармоқларини барпо этишда ва амалий геодезик ишларда қўлланади. T гуруҳи эса зичлаш тармоқларини барпо этиш ва топографик ишларда ишлатилади.

Улар билан масофа ўлчашда йўл қўярли ўрта квадратик хато чеки қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$m_D = a + b \cdot D \cdot 10^{-6}. \quad (6.22)$$

Бу ерда a ва b – коэффициентлар (қийматлари 6.2-жадвалда берилган); D – ўлчанадиган масофа, мм.

Ёруғлик дальномерлар гурухи	Кoeffициентлар киймати		Масофа ўлчаш чегаралари	
	а, м	б, м	қуйи	юқори
Г	5; 10	1; 2	0,5	15 - 20
П	0,3; 0,5; 1; 2	0,3; 0,5; 1; 2	0,002	0,1 - 3
Т	5; 10	3; 2; 5	0,002	1 - 15

Дальномерлар номидаги белгилар қуйидаги маъноларни билдиради: *С* – асбоб номидаги бош ҳарф (*С* – светодальномер); *Г*, *П* ва *Т* – гуруҳ белгилари; *Н* – кўриш трубаши объективига кийдирилади (*Н* – насадка); келтирилган рақам эса ўлчанадиган масофанинг энг юқори кийматини билдиради.

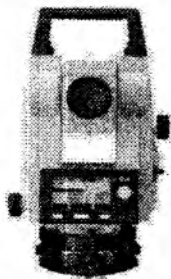
Мисол: СГ-20 белгида *Г* гуруҳидаги ёруғлик дальномер (светодальномер), 20 км гача масофани ўлчашга мўлжалланган; СТ-15Н белгида *Т* гуруҳидаги ёруғлик дальномери, ўлчанадиган масофа 15 км гача, кўриш трубаши объективига кийдирилади; СП-02 белгида *П* гуруҳига кирадиган ёруғлик дальномери, 2 км гача масофа ўлчашга яроқли.

Дальномерларни лойиҳалаб ишлаб чиқарадиган етакчи давлатлар АҚШ, Германия, Россия, Швейцария, Швеция, Англия ва Япония ҳисобланади.

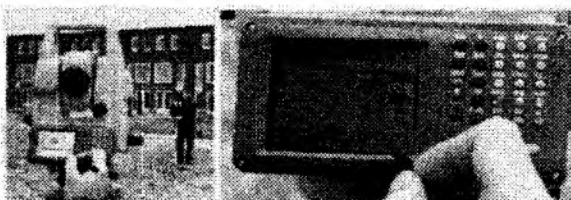
Г гуруҳидаги дальномерларда ёруғлик тарқатиш манбаи бўлиб қуввати 2 10 МВт бўлган гелий неон газ лазерлари хизмат қилади. Уларга мисол қилиб, «Keuffel and Esser» (АҚШ) фирмасининг Рейнджмастер; «AGA Geotronics» (Швеция) фирмасининг геодиметрлари 8 ва 600; Россиянинг «Кварц» ва «Гранат» ёруғлик дальномерларини келтириш мумкин. Амалий геодезик ишларида қўлланадиган (*П* гуруҳи) дальномерларга МА 100 «Tellurometer» (Англия); МСД 1М, СПОЗ (Россия); Мекометр 3000 «Kern» (Швейцария) киради.

Т гуруҳига кирадиган дальномерлар: 2СМ-2, СМ-5, СТ-5 «Блеск», 3СМ-2 (Россия); Bettle «Precision International» (АҚШ); Эльди 2 «Opton» (Германия); 100, 112, 14 А, 120 геодиметрлар «AGA Geotronics» (Швеция); СД-6 «Tellurometer» (Англия) ва бошқалар.

Маълумки, ҳозирги пайтда геодезик-топографик ишлаб чиқаришда асосий асбоб «электрон тахеометр» ҳисобланади. Ушбу асбобда жамланган электрон дальномер ёрдамида жой шароитини ҳисобга олмасдан осон ва тез равишда юқори аниқликда масофани ўлчаш мумкин.



6.13-расм.



6.14-расм.

6.13 ва 6.14-расмларда келтирилган замонавий электрон тахеометрлар масофаларнинг горизонтал қийматларини аниқлаш учун алгоритмлар билан жиҳозланган. Инженерлик қидирув ишларини олиб боришда маълумотларни автоматик тарзда реал вақт тартибида қайд этиш учун стандартли мосламалар мавжуд.

Масофа ўлчашининг стандартли вақти 1,5 с дан 3 с гача. Такрорий автоматик ўлчашлар мураккаб иқлим шароитларида ишончли натижаларни бериши учун қўлланади.

Назорат саволлари:

1. Чизикларни бевосита ўлчаш қуроллари қайсылар?
2. Пулат лента тузилиши қандай бўлади?
3. Пулат лентани компарирлаш нима?
4. Пулат лента билан чизик ўлчаш аниқлиги нималарга боғлиқ?
5. Чизикни ўлчашга тайёрлаш нима?
6. Ўлчанадиган чизик жойларда қандай маҳкамланади?
7. Игли дальномер нима?
8. Электрон дальномерда чизик узунлигини ўлчаш нимага асосланади?

7.1. Нивелирлаш моҳияти ва методлари

Нивелирлаш геодезик ишларнинг бир тури бўлиб, унинг натижасида ернинг табиий (физик) юзасида жойлашган нуқталарнинг бир-бирига нисбатан баландлиги (нисбий баландлиги) ўлчанади ҳамда у орқали нуқталарнинг бошланғич деб қабул қилинган сатҳий юзадан баландлиги аниқланади.

«Нивелирлаш» умумий атама бўлиб, у нуқталар баланлиги ёки уларнинг фарқини аниқлашнинг турли жараёнларида қўлланилади. Нивелирлаш план, карталарни тузиш, инженерлик объектларини лойиҳалаш ва қуришда зарур маълумотларни олиш учун бажарилади. Нивелирлаш натижалари: (1) – автомобиль ва темир йўллар, каналлар, сув оқова, сув таъминоти тизими ва бошқа объектларни лойиҳалашда, жойда бирон-бир йўналиш бўйича аниқ топографик маълумот олишда; (2) – бино ва иншоотлар қурилиш лойиҳаларини баландлик бўйича жойга кўчиришда; (3) – қурилишда ер ишлари ҳажмини аниқлашда; (4) – худуд ер ости сувлари сатҳини аниқлашда; (5) – ернинг умумий рельефини тасвирловчи карталарни ишлаб чиқишда; (6) – ер қатламини вертикал ва горизонтал сурилишини аниқлашда кенг қўлланади.

Фойдаланадиган асбоблар ва методларига қараб қуйидаги нивелирлаш методлари қўлланилади:

Геометрик нивелирлаш геодезик асбоб нивелир ёрдамида ҳосил қилинадиган горизонтал визирлаш нури ёрдамида бажарилади. Шунингдек, бундай горизонтал визирлаш нурини трубада цилиндрик адилак мавжуд бўлган геодезик асбоблар-теодолит (5.6 га қаралсин) ҳамда кипрегель (13.2) ёрдамида ҳам ҳосил қилиш мумкин.

Тригонометрик нивелирлаш қия нур ёрдамида бажарилади, у геодезик асбоб – теодолит-тахеометр, кипрегель асбоблар ёрдамида ҳосил қилинади. Бу нивелирлаш методи икки нуқта орасидаги чизикнинг оғиш бурчаги ва масофасини ўлчаш билан амалга оширилади.

Физик нивелирлаш гидростатик, барометрик ва аэрорадио нивелирлашга бўлинади.

Гидростатик нивелирлаш ўзаро уланган шиша найчалардаги суюқлик эркин сатҳининг ҳар доим бир хил баландликни эгаллаш хусусиятидан фойдаланиб, иккита нуқталарга ўрнатилган ва ўзаро шланка билан уланган шиша найчалар орқали ўлчанади.

Барометрик нивелирлашда нуқталарга ўрнатилган барометрлар кўрсаткичи бўйича улардаги атмосфера босимининг кийматлари ўлчаниб, босим фарқи орқали нисбий баландлик ҳисобланади.

Аэрорадионивелирлаш радиобаландликни ўлчаш ва статоскоп билан учиб кетаётган самолётнинг ер сиртидан баландлигини аниқлаш орқали бажарилади.

Стереофотограмметрик нивелирлаш жойнинг иккита қўш аэросуратини стереометр, стереокомпаратор ва шуларга ўхшаш махсус асбобларда рельеф моделини ҳосил қилиб, унда ўлчашни бажариш билан амалга оширилади.

Автоматик нивелирлаш жойнинг бирон-бир йўналиши бўйича профилини махсус нивелир-автомат деб аталувчи асбобда чизиб, профилдан нуқталар нисбий баландлигини аниқлаб олишга асосланган.

Ушбу бобда қўлланадиган асосий атамаларнинг мазмуни қўйида келтирилган.

Вертикал чизик – нуқтадаги оғирлик кучи йўналишига тўғри (мос) келувчи шовун чизиғи йўналиши.

Сатҳий юза – ҳар бир нуқтада маҳаллий шовун чизиғи йўналишига перпендикуляр бўлган эгри чизик (оғирлик кучи йўналишига мос йўналиш). Сатҳий юза тақрибан сферик шаклга эга. Тинч ҳолатдаги сув сатҳи текис сирт мисоли бўла олади. Алоҳида участкаларда ҳар хил баландликка эга сатҳий юзалар концентрик доиралар шаклига эга.

Сатҳий чизик – сатҳий юзадаги эгри чизик бўлади.

Горизонтал текислик – оғирлик кучининг айрим йўналишига перпендикуляр текисликдир. Съёмка текислигида бу текислик маҳаллий вертикалга перпендикулярдир.

Горизонтал чизик – горизонтал текислигидаги чизик; съёмка текислигида ушбу чизик маҳаллий вертикалга перпендикулярдир.

Ихтиёрӣй баландлик боғланган ноль нуқта. Ушбу сатҳӣй юза *таянч нуқта* деб ҳам аталади, чунки унга боғланиб нуқталар баландлигини шу нуқтага нисбатан хисоблаб топилади.

7.2. Геометрик нивелирлаш усуллари

Геометрик нивелирлашнинг икки усули мавжуд:

1. Ўртадан нивелирлаш.
2. Олдинга нивелирлаш.

1. Ўртадан нивелирлаш. Геометрик нивелирлаш *нивелир* ва *нивелир рейкалари* ёрдамида бажарилади.

Нивелир геодезик асбоб бўлиб, горизонтал визирлаш нури ёрдамида нуқталар орасидаги нисбий баландликларни ўлчаш учун хизмат қилади. У ўзида кўриш трубаси, цилиндрик адилак ёки компенсаторни бирлаштирган асбоб адилак ва компенсатор кўриш трубаси визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш учун хизмат қилади.

Геометрик нивелирлаш моҳияти нуқталарда тик ўрнатилган рейкалардан олинган саноклар бўйича улар орасидаги нисбий баландликларни аниқлашдан иборат.

Жойда олинган икки нуқта орасидаги нисбий баландлик h ни ўлчаш учун нивелир асбоби A ва B нуқталар орасида, улардан бир хил масофада, ишчи ҳолатга келтириб ўрнатилади (7.1-расм). Бунда нивелир нуқталарни туташтирувчи чизик устида ўрнатилиши шарт эмас. A ва B нуқталарда вертикал ҳолатда рейкалар ўрнатилади (рейка шкаласининг ноль ёзуви ерга қўйиб ўрнатилади). Нивелирнинг кўриш трубаси навбати билан R_1 ва R_2 рейкаларга қаратилиб, a ва b саноклари олинади.

7.1-расмдан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$a = h + b. \quad (7.1)$$

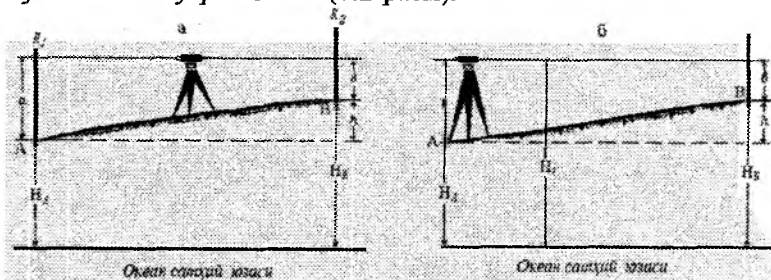
Бундан

$$h = a - b, \quad (7.2)$$

яъни нисбий баландлик h орқадаги a ва олдинги b рейкалардан олинган санокларнинг айирмасига тенг эканлиги келиб чиқади.

Нивелирлаш A нуктадан бошлаб B нукта йўналиши бўйлаб олиб борилиши учун A орқадаги, B олдинги нукта ҳисобланади. Шундай қилиб, нисбий баландлик орқадаги ва олдинги рейкалардан олинган саноклар айирмасига тенг. Агар $a > b$ бўлса, нисбий баландлик мусбат, $a < b$ бўлса, манфий ишорали бўлади.

2. Олдинга нивелирлаш. Нисбий баландликни олдинга нивелирлаш усулида ўлчаш учун нивелир асбоби шундай ўрнатиладики, унинг окуляри A нуктасидан ўтувчи шовун йўналишига тўғри келсин (7.2-расм).



7.1-расм.

7.2-расм.

B нуктасига эса рейка ўрнатилади. Нивелир ишчи ҳолатига келтирилади, рейка ёки рулетка билан асбоб баландлиги i ўлчанади, труба рейкага қаратилиб, ундан b саноғи олинади. Расмдан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$i = h + b. \quad (7.3)$$

Бундан

$$h = i - b, \quad (7.4)$$

яъни нисбий баландлик h асбоб баландлиги i ва рейкадан олинган санок b нинг айирмасига тенглиги маълум бўлади.

Нивелирлаш натижасидан фойдаланиб, A нуктасининг баландлиги H_A бўйича, B нуктасининг баландлиги H_B ўлчанган нисбий баландлик ёки асбоб горизонти орқали ҳисобланиши мумкин.

7.1-расмга асосан A нуктасининг баландлиги ва нисбий баландлик орқали B нуктаси баландлиги H_B қуйидагига тенг:

$$H_B = H_A + h, \quad (7.5)$$

яъни олдинги нуктанинг баландлиги орқадаги нукта баландлигига нисбий баландликни алгебраик қўшилмасига тенг. B нуктасининг баландлиги H_B асбоб горизонти орқали қуйидагича ҳисобланади (7.2-расмга асосан):

$$H_B = H_i - b. \quad (7.6)$$

Бу ерда H_i – асбоб горизонти бўлиб, у қуйидагига тенг:

$$H_i = H_A + a. \quad (7.7)$$

Асбоб горизонти деб, асбобнинг визир ўқидан бошланғич деб қабул қилинган сатҳий сиртгача бўлган вертикал оралиққа айтилади.

Нукталар баландлигини асбоб горизонти орқали ҳисоблаш, масалан, ерларни вертикал текислашда бир неча нукталар лойиҳа белгисини бир бекатдан (нивелир ўрнатилган жой) туриб жойга кўчиришда қулайлик туғдиради.

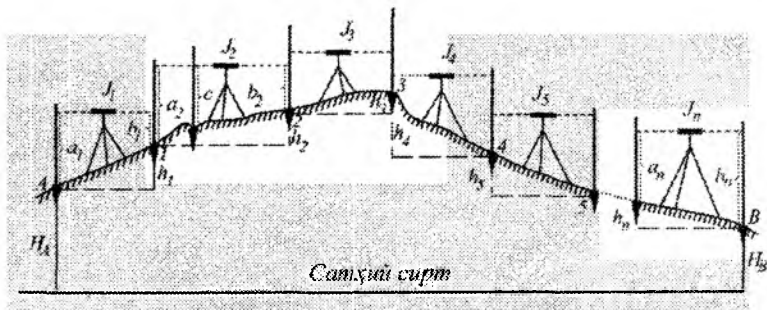
Юқорида кўриб чиқилган нивелирлаш оддий **нивелирлаш** дейилади. Агар нивелирланадиган икки нукта орасидаги масофа катта бўлса, нивелирлаш учун у бир нечта бўлақларга бўлиниб нивелирлаб чиқилса, унга **мураккаб ёки кетма-кет нивелирлаш** дейилади.

7.3. Кетма-кет геометрик нивелирлаш

Кетма-кет геометрик нивелирлашда нивелирланадиган AC чизиғи (7.3-расм) бўлақларга бўлинади ва ҳар бир бўлақ алоҳида бекатлардан нивелирланади. Нивелирни биринчи бекат J_1 да ўрнатиб, 1-нуктанинг A нуктасига нисбатан нисбий баландлиги ўлчанади:

$$h_1 = a_1 - b_1. \quad (7.8)$$

Кейин нивелир J_2, J_3, \dots, J_n бекатларга кетма-кет ўрнатилиб, худди шу тарзда 1 ва 2; 2 ва 3 ва ҳоказо нукталарнинг нисбий баландлиги h_1, h_2, \dots, h_n ўлчанади.



7.3-расм.

Агар нивелирлаш n та бекатда бажарилган бўлса, умумий нисбий баландлик қуйидагига тенг бўлади:

$$h_0 = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum_1^n h \quad (7.9)$$

ёки

$$h_0 = \sum_1^n (a - b) = \sum_1^n a - \sum_1^n b \quad (7.10)$$

яъни охириги нуқта B ни бошланғич нуқта A га нисбатан нисбий баландлиги орқадаги рейка бўйича саноклар йиғиндисидан олдинги рейка саноклари йиғиндисининг айирмасига тенг.

Агар нивелирлаш охириги нуқтанинг баландлиги H_B ни аниқлаш мақсадида бажарилган бўлса, бошланғич нуқта баландлиги H_A дан фойдаланиб, қуйидагича ҳисобланади:

$$H_B = H_A + h_0. \quad (7.11)$$

Нивелирлаш AB чизигининг бўйлама профилини тузиш мақсадида бажарилса, унда 1, 2, . . . нуқталар баландлигини ҳам ҳисоблашга тўғри келади, яъни

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= H_A + h_1 \\ H_2 &= H_1 + h_2 \\ \dots &\dots \dots \dots \\ \dots &\dots \dots \dots \\ \dots &\dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad (7.12)$$

Бу формуладан кўринишича, 1, 2, 3, . . . нуқталар орқали нивелир йўлида баландликлар кетма-кет узатилади ва уларга боғловчи нуқталар дейилади.

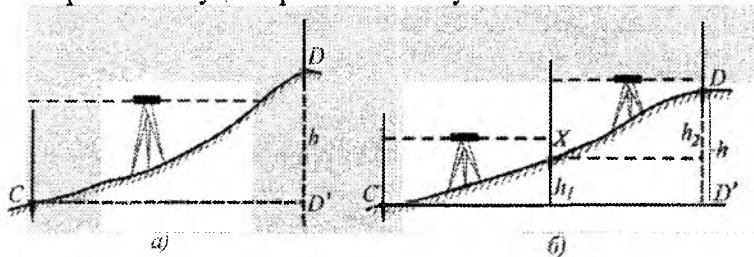
Амалий ишларда боғловчи нуқталар кўпинча белгиланган бир хил масофалар (100, 40, 20 м)да олинади ва шунинг учун улар хар доим ҳам жой рельефининг паст-баланд нуқталарига тўғри келавермайди. Рельефни батафсил тасвирлаш учун бу нуқталар баландлигини ҳам топишга тўғри келади. Бундай нуқталарга **оралиқ ёки плюс нуқталари** дейилади ва улар орқадаги энг яқин боғловчи нуқтадан бошлаб ўлчанган масофа билан белгиланади (7.3-расмда J_2 бекатдаги +31 нуқта).

Оралиқ нуқталарнинг баландлиги тегишли бекатда ҳисобланадиган асбоб горизонти орқали топилади. Масалан, +31 нуқта учун (7.6) ва (7.7) формулаларга асосан баландлик кўйидагича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} H_{+31} &= H_i - c \\ H_i &= H_1 + a_2 \end{aligned} \right\} \quad (7.13)$$

Бу ерда c – оралиқ нуқтасида ўрнатилган рейкадан олинган санок.

Тик қия жойларни нивелирлашда икки кўшни боғловчи нуқталарни бир бекатдан нивелирлаш имкони бўлмай қолади (7.4-а расм). Масалан, горизонтал нур рейка устидан ўтиши мумкин. Бундай ҳолда орада x нуқта деб аталувчи кўшимча боғловчи нуқта олинади (7.4-б расм). Унгача бўлган масофа ўлчанмайди. Расмдан ўлчаниши керак бўлган умумий нисбий баландлик h алоҳида-алоҳида ўлчанган нисбий баландликлар h_1 ва h_2 йиғиндисига тенг эканлиги аён бўлади. Қияликнинг катта-кичиклигига қараб икки боғловчи нуқта орасида битта ёки бир нечта x нуқталари олиниши мумкин.



7.4-расм.

Кетма-кет нивелирлашда натижани текшириб бориш учун ҳар бир станцияда рейкаларнинг қора ва қизил томонлари бўйича ёки рейкаларнинг бир томони ва асбобнинг икки горизонтида нивелирлаш бажарилади.

Нивелирлаш натижалари махсус журналга ёзиб борилади. Бир бекатда саноклар олиб бўлингандан кейин нисбий баландлик ҳисобланади. Бунинг учун орқадаги рейкадан олинган санокдан олдинги рейкадан олинган санок айрилиши керак. Демак, бунда нисбий баландлик икки марта: қора томондан олинган саноклар ва қизил томондан олинган саноклар бўйича аниқланади. Нисбий баландликнинг иккала қиймати орасидаги фарқ 4 мм дан ошмаслиги керак. Бунга **станциядаги текшириш** дейилади. Агар шарт бажарилса, нисбий баландликнинг ўртача қиймати ҳисобланади ва нивелир билан кейинги бекатга кўчиб ўтилади. Акс ҳолда, бекатда нивелирлаш қайтадан бажарилади.

7.4. Геометрик нивелирлашга ер эгрилиги ва рефракциянинг таъсири

Юқорида (7.1-расм) кўриб ўтилган геометрик нивелирлашнинг назариясида сатҳий юзани текис юза деб, трубага тушувчи нур эса тўғри чизиқ бўйича ўтади деб берилган эди.

Амалда сатҳий юза текисликка мос келмайди, визир нур эса ҳаво қатламининг зичлиги ҳар хил бўлгани туфайли синиб тўғри чизиқдан оғади.

7.5-расмдан визир чизиғи MN сатҳий юзага параллел бўлган ҳолда A ва B нуқталари орасидаги нисбий баландлик h қуйидагига тенг:

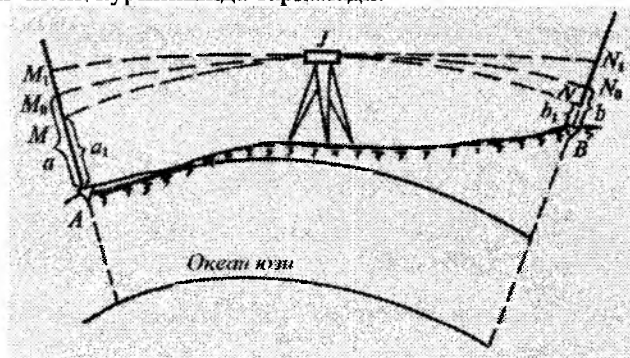
$$h = a_1 - b_1 \quad (7.14)$$

Визир чизиқ J нуқтасида эгри чизиққа уринма бўлиб ўтганда рейкалардан олинган саноклар AM_1 ва BN_1 га тенг бўлади ва бу ҳолда нисбий баландлик h қуйидагича топилади:

$$h = (a_1 + MM_1) - (b_1 + NN_1). \quad (7.15)$$

Бу ерда $MM_1 = k_1$; $NN_1 = k_2$ – ер эгрилиги учун тузатмалар бўлади.

Аслида, ёруғлик нури фақат хавонинг бир хил муҳитида тўғри чизик кўринишида таркалади.



7.5-расм.

Табиатда ҳаво қатламлари ер юзига яқин жойда нисбатан зичроқ жойлашади ва шунга кўра нивелир трубасига рейкадан етиб келаётган нур йўлда хавонинг ҳар хил қатламларини кесиб ўтишига тўғри келади. Натижада M_1N_1 визирлаш нури (7.5-расм) M_0N_0 эгри чизик бўйича йўналади ва $M_1 = k_1$ ва $NN_1 = k_2$ қийматлари $M_0M_1 = r_1$ ва $N_0N_1 = r_2$ **рефракция** учун тузатма қийматларига камаяди. Шунга кўра, рейкалар бўйича ҳақиқий саноклар қуйидагига тенг бўлади:

$$\left. \begin{aligned} a &= a_1 + k_1 - r_1 \\ b &= b_1 + k_2 - r_2 \end{aligned} \right\} \quad (7.16)$$

Ер эгрилиги ва рефракция қўшма тузатмасини $f_1 = k_1 - r_1$ ва $f_2 = k_2 - r_2$ билан белгилаб, (7.16) дан қуйидагини ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= a - f_1 \\ b_1 &= b - f_2 \end{aligned} \right\} \quad (7.17)$$

Бу ерда f_1, f_2 – ер эгрилиги ва рефракция учун қўшма тузатма.

Топилган a_1 ва b_1 қийматларни (7.14) формулага қўйиб топамиз:

$$h = (a - f_1) - (b - f_2), \quad (7.18)$$

ёки

$$h = (a - b) - (f_1 - f_2). \quad (7.19)$$

Ер эгрилиги учун ўлчанган баландликка тузатма куйидагига тенг:

$$\Delta h = k = \frac{S^2}{2R}. \quad (7.20)$$

Бу ерда S – нивелирдан рейкагача масофа, R – Ернинг радиуси.

Рефракция эгриси R_1 радиусга эга айлананинг ёйи, деб фараз қилиб (7.21)га ўхшаш рефракция тузатмаси учун ёзамиз:

$$r = \frac{S^2}{2R_1}. \quad (7.21)$$

Рефракция эгрисининг радиуси ҳаво ҳарорати, намлиги, босими ва бошқаларга боғлиқ бўлиб, уни аниқ ифодалаб бўлмайди. Ернинг эгрилик радиуси R ни рефракция эгрилигининг радиуси R_1 га нисбати куйидагича ифодаланади:

$$K = \frac{R}{R_1}. \quad (7.22)$$

Бу нисбатга **ернинг синдириш коэффициентини** дейилади ва у 0,16 га тенг деб қабул қилинган.

(7.22) формуладан R_1 қийматини (7.21)га қўйиб топамиз:

$$r = 0,16 \frac{S^2}{2R}. \quad (7.23)$$

(7.20) ва (7.23) лардан ер эгрилиги ва рефракция учун умумий тузатма куйидагига тенг:

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

ёки

$$f = 0,42 \frac{S^2}{R}. \quad (7.24)$$

Бу формула бўйича, масалан, масофалар $S = 100$ м, $S = 200$ м бўлганда $R = 6000$ км олиб тегишли натижаларни топамиз $f = 0,7$ мм ва $f = 3,0$ мм.

Бу тузатмани ҳисобга олиш ёки олмаслик, талаб қилинадиган иш аниқлигига ва ишни бажариш усулига боғлиқ. Нивелир ўлчанадиган нуқталардан бир хил масофада ўрнатилса, (7.19) формуладаги f_1 ва f_2 қийматлар бир-бирига тенг бўлади ва у қуйидаги кўринишга келади:

$$H = a - b. \quad (7.25)$$

Демак, ўртадан геометрик нивелирлашда ер эгрилигининг таъсири умуман йўқотилади, рефракциянинг таъсири эса камайтиради.

7.5. Геометрик нивелирлаш аниқлиги

Ўртадан геометрик нивелирлаш формуласи (7.2)га кўра ўлчанган нисбий баландликнинг ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг бўлади (IV бобга қаралсин):

$$m_h = \sqrt{m_a^2 + m_b^2}. \quad (7.26)$$

Бу ерда m_a , m_b – орқадаги ва олдинги рейкалардан олинган саноклар ўрта квадратик хатоси.

Юқорида (IV бобда) кўриб чиқилган далилларга асосланиб $m_a = m_b = m_{\text{қар}}$ деб, қуйидагини ёзиш мумкин:

$$m_h = m_{\text{қар}}\sqrt{2}. \quad (7.27)$$

Бу ерда $m_{\text{қар}}$ – рейкага қараш хатоси.

Рейкага қараш хатоси $m_{\text{қар}}$ қийматига таъсир этувчи хатолар қуйидагича ҳисобланади:

1. Кўриш трубасининг визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш хатоси $m_{\text{в.ў}}$. Бу хато қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$m_{\text{в.ў}} = \frac{m''_{\text{адл}}}{\rho''} S. \quad (7.28)$$

Бу ерда $m''_{\text{адл}}$ – цилиндрик адилак пуфакчасини ноль пунктга келтириш хатоси; S – асбобдан рейкагача бўлган масофа (мм да).

Тадқиқотлар натижасига асосланиб аниқланишича, $m''_{\text{адл}} = 0,1\tau$, бу ерда τ – адилакнинг бўлак қиймати. Агар

$\tau = 20''$ ва $S = 100$ м бўлса, (7.28) формуладан $m_{в.ў.} \approx \pm 1$ мм.

2. Рейкадан санок олишнинг ўрта квадратик хатоси $m_{р.с.}$ у куйидагига тенг:

$$m_{р.с.} = \pm(0,136 \frac{S}{V} + 0,0292t). \quad (7.29)$$

Бу ерда V – кўриш трубасининг катталаштириши; t – рейканинг бўлак қиймати (мм да).

Агар $S = 100$ м; $V = 20^\times$; $t = 10$ мм бўлса, (7.29) формуладан $m_{р.с.} \approx \pm 1$ мм.

3. Кўриш трубасининг ҳал қилиш қобилиятига боғлиқ бўлган рейкадан санок олиш хатоси $m_{х.к.}$, масофага пропорционал ҳолда таъсир этади:

$$m_{х.к.} = \frac{60''}{V\rho''} S, \quad (7.30)$$

$V = 20^\times$; $S = 100$ м бўлса, (7.30) формуладан $m_{х.к.} \approx \pm 1$ мм.

4. Рейканинг дециметрли бўлаklarининг тасодифий хатосини $m_{р.б.} \approx \pm 0,5$ мм деб қабул қилиш мумкин.

Кўриб чиқилган хатолар бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ўлчаш натижасига таъсир этади, деб қабул қилиб, куйидагини ёзиш мумкин:

$$m_{кар} = \sqrt{m_{в.ў.}^2 + m_{р.с.}^2 + m_{х.к.}^2 + m_{р.б.}^2}. \quad (7.31)$$

Бу формулага қийматларини кўйиб чиқиб, (7.27)га асосан $m_n = 2\sqrt{2} = \pm 3$ мм ни топамиз.

Шундай қилиб, техник нивелир ва шашкали рейкалар билан битта бекатда нивелирлашнинг ўрта квадратик хатосини 3 мм деб қабул қилиш мумкин. Нивелирдан рейкагача масофа $S = 100$ м бўлганда 1 км нивелир йўлида бекатлар сони $n = 5$ га тенг бўлади ва бу йўлнинг хатоси куйидагига тенг:

$$m_{км} = m_{ст} \cdot \sqrt{n} = 3\sqrt{5} = \pm 7 \text{ мм.}$$

Чекли хато 1 км йўл учун $fh_{чекли} = 3m_{км} = 3 \cdot 7 = 21$ мм, бу эса IV синф нивелирлаш аниқлигига тўғри келади.

7.6. Нивелир турлари

Нивелирлар бўйича ГОСТ 10528-90 «Нивелирлар. Умумий техник шартлар»га асосан нивелирларни таснифлаш асосига иккита кўрсаткич қабул қилинган:

– аниқлиги бўйича нивелирлар 3 турга бўлинади: юқори аниқликдаги Н-05, Н-05К оптик нивелирлар (Россия), Trimble Dini (АҚШ), Leica DNA 03 (Швейцария) *рақамли нивелирлар*; *аниқ нивелирлар* – Н-3, 2Н-3, Н-3К, 2Н-3КЛ (Россия), Ni-30, Ni-50 (Германия), «Sprinter» Trimble (АҚШ) Kernlevel-20 ва 24 (Швейцария); *техник нивелирлар* – Н-10, 2Н-10КЛ (Россия).

– конструктив тузилиши бўйича нивелирлар қараш трубасида цилиндрик адилак ўрнатилган ва компенсаторли нивелирларга бўлинади. Компенсаторли нивелирда келтирилган рақамлар 1 км иккиланган нивелир йўлида йўл қўярли ўрта квадратик хатонисини кўрсатади, рақамдан кейин «К» ҳарфи келтирилади. Масалан, Н-3К. Нивелир русумида «Л» ҳарфи кўрсатилган бўлса, у лимб доирасига эга нивелир бўлади. Масалан, 2Н-10Л. Бу ерда олдинда келтирилган «2» рақами, модел тартиб рақами ҳисобланади. Юқорида кўрсатилган Н-05, Н-3 ва Н-10 нивелирлар ҳам қараш трубасида цилиндрик адилакли, шунингдек, компенсаторли вариантларда ишлаб чиқарилади. Жаҳонда геодезик асбобларни ишлаб чиқариш тажрибасига кўра ҳозирги пайтда асосан компенсаторли нивелирлар ишлаб чиқарилади. Аниқланишича, бундай нивелирлар иш унумдорлигини 10-15% га оширади.

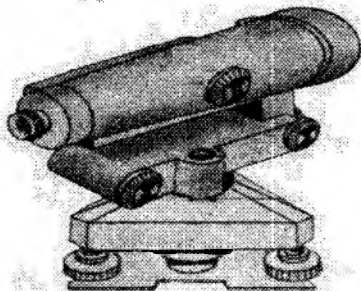
Юқори аниқликдаги нивелирлар давлат тармоғларида, геодинamik полигонларда I ва II синф нивелирлаш йўллари ўтказишда, аниқ нивелирлар III ва IV синф нивелирлаш ишларида фаол қўлланилади. Техник нивелирлар топографик съёмкалар асосини яратишда ва қурилиш майдончаларида фойдаланилади.

Ҳозирги кунда амалда кенг қўлланилаётган нивелирларнинг техник кўрсаткичлари 7.1-жадвалда берилган.

Кураткичлар	Нивелир турлари	
	Н-3 / Н-3К	Н-10 / 2Н10К.1
1км йўлда икки томонга бажариладиган нивелирлашдаги ўрта квадратик хато, мм	3	10
Трубанинг катталаштириши, кара	30	20
Цилиндрик адилак бўлагининг киймати, сек /2мм	15	45
Визирлашнинг энг кичик масофаси, м	2	2
Компенсатор чегараси, мин.	/±15	/± 20
Нивелир массаси, кг	3	2

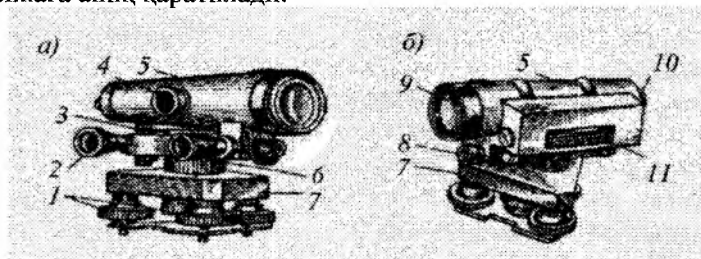
7.7. Аниқ ва техник нивелирлар

Н-3 нивелирн. Цилиндрик адилак ва эливаця винтига эга аниқ нивелир (7.6-расм). III ва IV синф нивелирлаш, инженерлик қидирув ва қурилиш ишларига мўлжалланган. Нивелирнинг асосий қисмлари (7.7-а, б расм): таглик 7 учта кўтаргич винтлари 1 га эга, караш трубаси ва цилиндрик (контактли) адилак 11, асбобни вертикал ўқи атрофида айланувчи труба умумий корпуси 5 орқали ўзаро перпендикуляр қилиб ўрнатилган.



7.6-расм.

Қараш трубасини рейкага қаратиб винт 8 билан кўзгалмас маҳкамланади ва кремальера винти 4 билан рейка тасвири аниқлаштирилади, қаратиш винт 6 билан труба рейкага аниқ қаратилади.

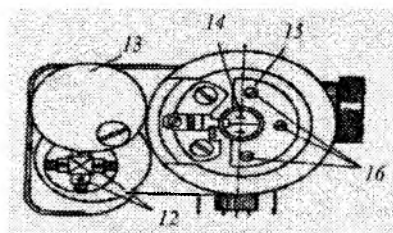


7.7-расм.

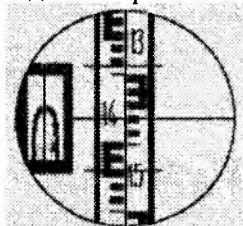
Эливаця винти 2 ёрдамида қараш турубасини цилиндрик адилак билан бирга кичик қийматга вертикал текисликда қиялаштириш мумкин. Окуляр 10 томонидан цилиндрик адилак қутичаси қопқоқча 13 билан ёпилади (7.8-расм). Қопқоқча остида тузатгич винтлари 12 жойлашган бўлиб, улар ёрдамида адилак ўқини труба визир ўқиға параллел келтириш амалга оширилади.

Иплар тўри диафрагмаси окуляри олдида жойлашган бўлиб, маҳкамлаш винтлари 15 га эга.

Кўриш трубасининг майдонида рейка ва адилак пуфакчаси учларининг тасвири 7.9-расмда келтирилган.



7.8-расм.



Н-3 нивелирида санок: 1465
Дальномер саноклари: 1389,
1542

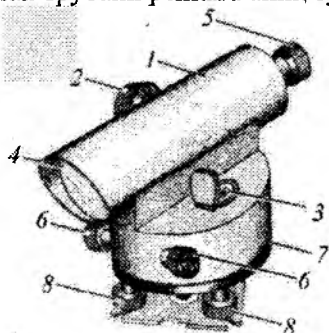
7.9-расм.

Доиравий адилак 3 (7.7-расм) нивелир айланиш ўқини дастлабки вертикал ҳолатга келтиришга хизмат қилади. Доиравий адилак пуфакчаси марказга келтирилса, кўриш

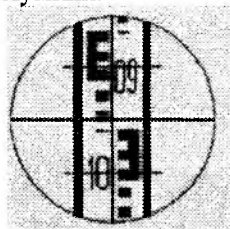
трубаси майдонида цилиндрик адилак пуфакчаси учларининг тасвири кўринади. Улар учини ўзаро туташтириш элевацион винти 8 ни бураб амалга оширилади.

Компенсаторли Н-3К нивелири. Бу нивелир Н-3 нивелирининг ўзгартирилган конструкцияси бўлиб, маятникли оптик-механик компенсаторга эга. Трубанинг визир ўқи ушбу компенсатор ёрдамида ўз-ўзидан автоматик равишда горизонтал ҳолатга келтирилади. Цилиндрик адилак ўрнатилмаган. Кўриш трубасининг маҳкамлаш винти йўқ, қаратиш винти эса червякли винт кўринишида бажарилган ва окуляр 5 дан қараб буралади.

Н-3К нивелири (7.10-расм) кўриш трубаси 1, кремальера винти 2, доиравий адилак 3, объектив 4 томонида икки ёнбошда қаратиш винтлари 6, доиравий таглик 7, кўтаргич винтлар 8 ва визир ўқини горизонтал ҳолатга келишини таъминлайдиган оптик (призмали) компенсатор билан жиҳозланган. Оптик компенсатор ишлаши учун доиравий таглик қиялиги $\pm 15'$ дан ошмаслиги керак. Шунинг учун аввал бўлак киймати $10'$ га тенг бўлган доиравий адилак пуфакчаси учта кўтаргич винт ёрдамида ўртага (ноль пунктга) келтирилади. Труба вертикал ўқ атрофида енгил айланиб, турган вазиятини яхши ва тинч сақлайди, шу сабабли у маҳкамлагич винтига эга эмас. Икки ёнбошдаги чексиз бурайдиган қаратиш винтларидан хоҳлаган биттаси билан трубани рейкага аниқ тўғрилаш мумкин.



7.10-расм.



Н-3К нивелирида
Санок: 0989
Дальномер саноклари: 0935,
1043
7.11-расм.

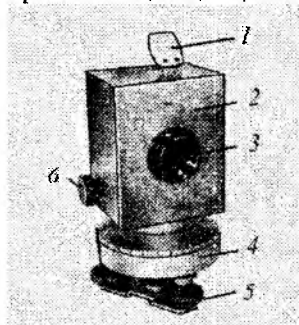
Нивелир ўрнатгич винт ёрдамида штатив устига ўрнатилади. Штатив ерга бошмоқлари ботирилиб ўрнаштирилганда усти тахминан горизонтал бўлишига эътибор қилиниши керак. Шундай қилинмаса, нивелирдаги доиравий адилак пуфакчасини кўтаргич винтлар ёрдамида ўртага келтириш мумкин бўлмай қолади.

7.11-расмда Н-3К нивелири кўриш трубасида рейка тасвири кўрсатилган.

Н-3К нивелири Н-3КЛ ва 2Н-3КЛ шифрлари билан горизонтал лимб конструкциясида чиқарилади. Лимб бўлагининг қиймати 1 га тенг. Лимбдан саноқ $0,1^\circ$ аниқликда олинади.

Техник Н-10КЛ нивелири. Н-10КЛ нивелири техник аниқлиги нивелирлар турига киради ва у техник нивелирлашни 1 км нивелир йўлини икки томонга 10 мм гача ўрта квадратик хатолиги билан бажариш учун мўлжалланган (7.12-расм). Аниқлиги нивелир компенсатор ва лимб билан таъминланган.

Н-10КЛ нивелири катталаштириши 20° кўриш трубасига эга, горизонтал доира лимбининг бўлак қиймати 1° , горизонтал бурчаклар $6'$ ўрта квадратик хато билан ўлчанади. Бўлак қиймати (2 мм) $10'$ га тенг доиравий адилак орқали асбоб иш ҳолатга келтирилади. Асбобнинг ташқи қисми энгил термоизоляция қопқоғи билан ёпилган.



7.12-расм.

- 1-доиравий адилак;
- 2-қопқоқ;
- 3-объектив;
- 4-тағлик;
- 5-кўтаргич винт;
- 6-кремальера винти.

Асбобни тузатиш учун иплар тўри ва адилак тузатгич винтлар билан таъминланган. Нивелир предмет тасвирини тўғри ҳосил қилувчи оптик системаси билан жиҳозланган.

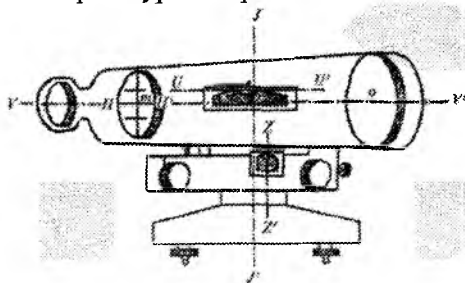
Компенсатор горизонтал текисликка нисбатан нивелирнинг вертикал ўқидан $\pm 15'$ ораликда оғишида бир хил ҳолатни эгаллайди. Компенсаторнинг доимий ҳолатини сақлаш шарикподшипникли маятник ёрдамида амалга оширилади. Ҳаволи демпфер билан тўхталадиган компенсаторнинг тебранишини тинчйтиш вақти 2 секунддан ошмайди.

7.8. Нивелирларнинг текширишлари ва тузатиши

Дала ишларига чиқишдан олдин нивелир синчиклаб кўриқдан ўтказилади. Ҳар қандай ишга яроқли нивелир қуйидаги 7.13-расмда келтирилган геометрик шартларни қаноатлантириши керак.

1. Доиравий адилак ўқи нивелирнинг айланиш ўқига параллел бўлиши керак ($ZZ' \parallel JJ'$, 7.13-расм).

Кўтаргич винтлар ёрдамида доиравий адилак пуфакчаси ноль пунктга келтирилади. Бунда аввал иккита кўтаргич винт ёрдамида пуфакчани ноль пункт қаршисига олиб келинади (7.14-а расм). Кейин эса учинчи кўтаргич винт ёрдамида ноль пунктга келтирилади (7.14-б расм). Нивелир айланиш ўқи атрофида 180° га бурилади (7.14-в расм). Агар пуфакча ноль пунктда қолса, шарт бажарилган бўлади. Агарда доиравий адилак пуфакчаси ноль пунктдан четга оғса, унда пуфакча оғиш ёйининг ярмига адилакнинг тузатгич винтлари, қолган ярмига эса кўтаргич винтлар ёрдамида ноль пунктга келтирилади. Шундан кейин шарт бажарилишини яна текшириб кўриш керак.



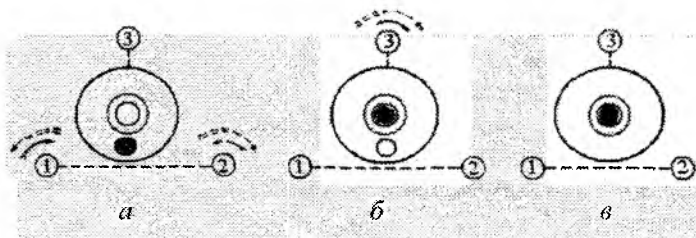
JJ' - нивелирнинг айланиш ўқи; *ZZ'* - доиравий адилак ўқи; *VV'* - трубаaning кўриш ўқи; *UU'* - цилиндрик адилак ўқи; *HH'* - иплар тўрининг горизонтал ити.

7.13-расм.

2. Иплар тўрнининг горизонтал ипни нивелирнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак ($HH' \perp JJ'$, 7.13-расм).

Бу шартни текшириш учун нивелирдан 8–10 м масофада рейка ўрнатилади ва унга кўриш трубади қаратилади. Қаратиш винти ёрдамида кўриш майдонидаги рейка тасвири горизонтал ипнинг ўнг ва чап учларига келтирилиб саноклар олинади. Агар саноклар бир хил чиқса, шарт бажарилган ҳисобланади. Акс ҳолда, саноклар 1 мм дан кўпга фарқ қилса, иплар тўри тузатилиши керак. Бунинг учун аввал санокларнинг ўртача қиймати ҳисобланади, кейин тузатгич винтлар бўшатилиб, иплар тўри горизонтал ипининг учида ўртача санок ҳосил бўлгунча бурилади. Шундан кейин тузатгич винтларни маҳкамлаб, текширишни такрорлаш керак.

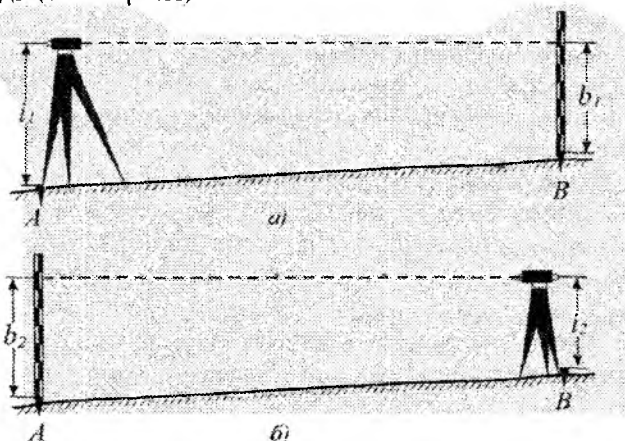
3. Трубанинг кўриш ўқи цилиндрик адилак ўқиға параллел бўлиши керак ($VV' \parallel UU'$, цилиндрик адилакли нивелирларда) ёки трубанинг кўриш ўқи горизонтал бўлиши керак (компенсаторли нивелирларда).



7.14-асм.

Бунга нивелирларнинг асосий геометрик шартни дейилади. Бу шартни текшириш учун бир-биридан 50 – 70 м масофада турган A ва B нуқталарига қозиқ қоқилади (7.15-расм). A ва B нуқталарининг оралиғи тўғри ва тескари йўналишда олдинга нивелирлаш усули билан нивелирланади. Бунинг учун A нуқтаси ёнига нивелирни окуляр шовун чизиғи бўйича нуқта (қозиқ) устига тўғри келадиган қилиб ўрнатилади ва қозиқ устидан окуляр марказигача бўлган баландлик нивелир баландлиги i_1 рейка ёрдамида ўлчанади. Кейин рейка B нуқтасидаги қозиқ устига вертикал қилиб

қўйилади ва унга кўриш трубаси қаратилиб, b_1 саноғи олинади (7.15-а расм).



7.15-расм.

Энди айнан шундай иш тескари йўналишда бажарилади. Бунда B нуктаси ёнига ўрнатилган нивелирнинг баландлиги i_2 ўлчанади ва A нуктасидаги қозиқ устига қўйилган рейкадан b_2 саноғи олинади. Рейкадан санок олинаётган пайтларда кўриш майдонидаги адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири туташтирилган бўлиши керак (цилиндрик адилакли нивелирларда) ёки доиравий адилак пуфакчаси ноль пунктда бўлиши керак (компенсаторли нивелирларда).

Асосий геометрик шартнинг бажарилмаслик хатоси x қуйидаги ифода бўйича топилади:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}. \quad (7.32)$$

Агар x нинг қиймати 4 мм дан ошмаса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, цилиндрик адилакли нивелирларда цилиндрик адилак ўқининг ҳолати, компенсаторли нивелирларда эса кўриш ўқининг ҳолати тузатилиши керак. Бунинг учун рейкадан охириги марта олинган санокнинг гузатилган қиймати $b_{2\text{туз}} = b_2 - x$ ҳисоблаб олинади. Кейин цилиндрик адилакли нивелирларда

элевацион винт ёрдамида иплар тўрининг горизонтал ипи тузатилган $b_{2\text{туз}}$ саноғига тўғриланади. Шунда цилиндрик адилак пуфакчаси ноль пунктдан четлашади. Цилиндрик адилакнинг юқоридаги ва пастдаги тузатгич винтлари ёрдамида кўриш майдонидаги пуфакча ярим паллаларининг тасвири туташтирилади, яъни бу билан пуфакча ноль пунктга келтирилади. Компенсаторли нивелирларда эса доиравий адилак пуфакчасини ноль пунктга келтириб, иплар тўрининг юқорида ва пастда жойлашган тузатгич винтлари ёрдамида горизонтал ип тузатилган $b_{2\text{туз}}$ саноғига тўғриланади. Энди шарт бажарилганлигига ишонч ҳосил қилиш учун текшириш такрорланади.

4. Асбоб айланиш ўқи вертикал ҳолатда турганда цилиндрик адилак ўқи ва трубаинг кўриш ўқи ўзаро параллел вертикал текисликларда ётиши керак.

Бу шарт фақат цилиндрик адилакли нивелирларда текширилади. Кўриш трубаси кўтаргич винтлардан бирининг йўналиши бўйича ўрнатилади ва адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири туташтирилиб, 50 – 70 м масофада турган рейкадан санок олинади.

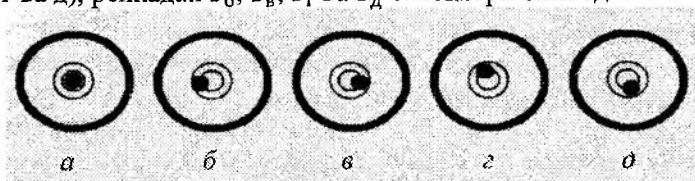
Кўриш трубасига нисбатан икки ёнбошда қолган иккита кўтаргич винт қарама-қарши томонга бир неча марта буралиб, нивелир аввал бир томонга, кейин иккинчи томонга оғдирилади. Ҳар иккала ҳолда ҳам санокнинг ва пуфакча ярим паллалари тасвирининг ўзгармаслиги текширилади.

Агар санок ўзгармаган ҳолда пуфакча ярим паллаларининг тасвири туташган ҳолда қолса, ёки фақат бир томонга силжиса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, яъни санок ўзгармаганда пуфакча ярим паллаларининг тасвири қарама-қарши томонга силжиса, бу силжиш цилиндрик адилакнинг ёнбош тузатгич винтлари ёрдамида бартараф қилинади. Ҳар галгидек текшириш такрорланиши керак.

5. Компенсаторнинг тўғри ишлашига ишонч ҳосил қилиш керак.

Демак, бу шарт компенсаторли нивелирларда текширилади. Бунинг учун нивелирдан 40 – 50 м масофада рейка қўйилади ва доиравий адилакнинг пуфакчаси ноль пунктда бўлганда (7.14-а расм) рейкадан b_a саноғи олинади.

Кейин кўтаргич винтлар ёрдамида пуфакча окуляр, объектив, чап ва ўнг томонларга бир бўлакка оғдирилиб (7.16-расм, б, в, г ва д), рейкадан b_b , b_v , b_r ва b_d саноклари олинади.



7.16-расм.

Бу саноклар дастлабки олинган b_a саноғидан 1 мм дан ортиқ фарқ қилмаслиги керак. Акс ҳолда, компенсатор нивелир ишлаб чиқарилган заводда ёки махсус устахоналарда созланади.

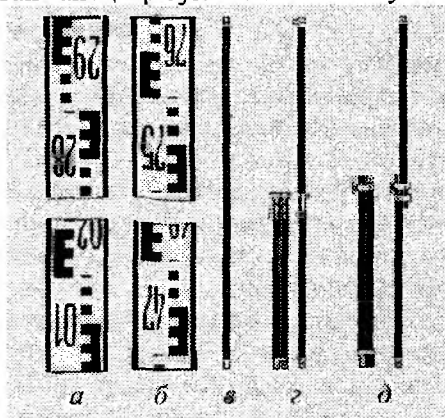
7.9. Нивелир рейкалари ва уларнинг текширишлари

Нивелир рейкалари сифатли ёғочдан ясалган бўлиб, узунлиги 3 ёки 4 м (3000 ёки 4000 мм), қалинлиги 2 – 3 см ва эни 8 см га тенг (7.17-расм). Рейкага шашкасимон сантиметрли бўлақлар чизилган ва дециметрли оралиқлар араб рақамлари билан кўрсатилган. Бўлақлар ҳисоби рейканинг пастки учидан (товонидан) бошланади. Дециметрли бўлақларнинг бошланиши чизикча билан белгиланган.

Рейка эгилмайдиган ва чидамли бўлиши учун қўштавр кесимли қилиб ясалган ва икки учига металл (тунука) копланган. Рейкалар бир томонли (бўлақлар бир томонига чизилган) ва икки томонли (бўлақлар икки томонига чизилган) бўлади. Икки томонли рейкаларнинг бир томонидаги шашкасимон бўлақлар оқ ва қора, иккинчи томонидагилари эса оқ ва қизил рангга бўялган бўлади. Шунинг учун рейканинг қора рангли томони «қора томон», қизил рангли томони эса «қизил томон» деб ажратилади.

Санок олиш қулай бўлиши учун ҳар дециметрли бўлақнинг дастлабки бош сантиметрли бўлақлари «Е» ҳарфи кўринишида берилади ва қиймати дм бирликда ёзилади.

Рейкаларнинг қора томонида санок нолдан (7.17-а расм), қизил томонида эса ихтиёрий сондан, масалан, 4687 мм дан (7.17-б расм) бошланади. Натижада нивелирлашда қўлланилаётган рейкалар жуфтнинг қора ва қизил томонидан олинган саноклар фарқи доимий қийматга тенг бўлади. Икки томонли рейкалар қўлланилганда нивелирнинг баландлигини ўзгартирмасдан туриб, нисбий баландликни икки марта, яъни қора томондан олинган саноклар ва қизил томондан олинган саноклар бўйича аниқлаш мумкин.



7.17-расм.

Нивелир рейкалари уч турда: РН-05, РН-3 ва РН-10 шифрлари билан чиқарилади. Шифрдаги сонлар 1 км нивелирлаш йўлидаги хатолик қийматини мм да ифодалайди. РН-05 рейкалари I, II синф нивелирлаш, РН-3 рейкалари III, IV синф нивелирлаш ва РН-10 рейкалари техник нивелирлаш учун мўлжалланган. Бироқ техник нивелирлашда кўпроқ РН-3 рейкалари қўлланилади. Узунлиги 3000 мм ли рейкалар яхлит (7.17-в расм) ёки букланадиган қилиб чиқарилади. Баъзан букланмасдан, сурилиб йиғиладиган (йиғма) рейкалар (7.17-д расм) ҳам тайёрланади.

Дала ишларини бошлашдан олдин рейкаларнинг бутунлиги, бўлақлар ва рақамлар бўёғининг кўчмаганлиги, маҳкамлаш мосламаларининг ишлаши (букланадиган ёки йиғма рейкаларда) ва улардаги металл қопламаларнинг

мустаҳкамлиги кўриб чиқилади. Кейин қуйидаги текширишлар бажарилади:

1. Рейкалар жуфтидаги метрли ораликларнинг ўртача қийматини аниқлаш. Текшириш Женева чизғичи (зангламайдиган оқ металлдан ясалган, узунлиги 1 м, эни 40 – 55 мм, икки ёғи қия йўниланган ва бир томони 0,2 мм, иккинчи томони эса 1 мм ли бўлақларга бўлинган махсус чизғич) ёрдамида бино ичида бажарилади. Текширишни бошлашдан олдин метрли ораликлар, яъни қора томондаги 01, 10, 20, 29; қизил томондаги 47, 57, 67, 76 дециметрли бўлақларнинг бошланиши ўтқир қалам билан металл чизғич ёрдамида белгилаб олинади. Рейка эгилмайдиган қилиб горизонтал ҳолатда ётқизилади. Кейин Женева чизғичи ёрдамида ҳар бир метрли оралик (01 – 10, 10 – 20, 20 – 29 ва 47 – 57, 57 – 67, 67 – 76) икки марта: тўғри ва тескари йўналишда ўлчанади. Ҳар бир метрли ораликда Женева чизғичининг ўнг ва чап учларидан олинган саноклар фарқи 0,1 мм дан ошмаслиги керак. Рейкалар жуфтидаги метрли ораликларнинг ўртача қийматлари бир-биридан 0,8 мм гача фарқ қилиши мумкин.

2. Дециметрли бўлақлардаги хатоликни аниқлаш. Текшириш рейканинг қора томонида 01 – 29, қизил томонида 47 – 76 ораликда Женева линейкаси ёрдамида бажарилади. Текширишни бошлашдан олдин дециметрли бўлақларнинг четлари ўтқир қалам билан металл чизғич ёрдамида белгилаб олинади. Женева чизғичининг чап учидаги лупадан қаралиб, чизғичнинг ноль штрихи рейкадаги биринчи дециметр бошланиши билан туташтирилади. Кейин ўнг томондаги лупа чизғич бўйича сурилиб, дециметрли бўлақлар четига келтирилади ва саноклар олинади. Ўлчаш ҳар метрли ораликда икки марта бажарилади. Иккинчи марта ўлчашдан олдин Женева чизғичи бироз силжитилади. РН-3 рейкаларида дециметрли бўлақлар хатолиги: III синф нивелирлаш учун 0,4 мм, IV синф нивелирлаш учун 0,6 мм ва техник нивелирлаш учун 1,0 мм дан ошмаслиги керак.

Рейкадаги дециметрли бўлақларни текшириш билан биргаликда қора томондаги нолнинг рейка учидаги металл қоплама (товон) четига тўғри келиши ҳам текширилади. Техник нивелирлашда қўлланиладиган рейкаларда нолнинг

товон четига тўғри келмаслик хатоси 1,0 мм дан ортик бўлмаслиги керак.

РН-3 рейкаларидан санок миллиметр аниқлигида олинади. 7.9 ва 7.11-расмларда Н-3, Н-3К нивелирларидан кузатилаётган рейкаларнинг кўриш майдонидаги тасвири ва уларга мос саноклар келтирилган. Нивелирларда тескари тасвир берувчи кўриш трубалари ўрнатилганлиги учун рейка нуқтага 7.17-а, б расмдаги ҳолда ўрнатилади. Нивелирлашда иплар тўрининг вертикал ипи рейканинг ўқи бўйича жойлаштирилади ва цилиндрик адилак пуфакчаси ярим палларарининг тасвири туташтирилади (Н-3 нивелирида) ёки доиравий адилак пуфакчаси ўртага келтирилади (Н-3К нивелирида). Рейкадан санок асосий горизонтал ип бўйича олинади. Санок олишда аввал горизонтал ип тўғри келган дециметрли бўлак қиймати ўкилади. Масалан, 7.9-расмда 14; кейин дециметрли бўлакнинг юқори четидан горизонтал ипгача тўлиқ сантиметрли бўлаклар ҳар қайсиси 10 мм дан ҳисобланиб, охириги тўлиқ бўлмаган сантиметрли бўлакнинг миллиметрдаги қиймати чамалаб олинади – 65. Демак, санок «ўн тўртту олтмиш беш» деб айтилиб, тўрт хонали сон кўринишида ёзилади, яъни 1465. Нивелирдан рейкагача бўлган масофани аниқлашда дальномер ипларидан ҳам шу тартибда санок олинади.

7.10. Тригонометрик нивелирлаш

Тригонометрик нивелирлашда нивелирланадиган нуқталар орасидаги чизик узунлиги ва унинг оғиш бурчаги ўлчанади. Бу нивелирлаш ёрдамида баландлик узок масофага тез ва осон узатилади.

Жойдаги A ва B нуқталар орасидаги нисбий баландлик h ни ўлчаш учун (7.18-расм) нуқталарнинг бирига (масалан, A да) теодолит тахеометр, B нуқтага эса рейка ўрнатилади ва кўриш трубабини рейка учига қаратиб оғиш бурчаги ν ўлчанади (ν бурчакни ўлчаш 6.10 да берилган).

Агар AB чизигининг горизонтал куйилиши d бўлса, асбоб баландлиги i ва рейка баландлиги l ни ташкил қилса, келтирилган расмдан куйидагини ёзиш мумкин:

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

ёки

$$h = h' + i - l. \quad (7.33)$$

Худди ўша расмдан

$$h' = dtgv$$

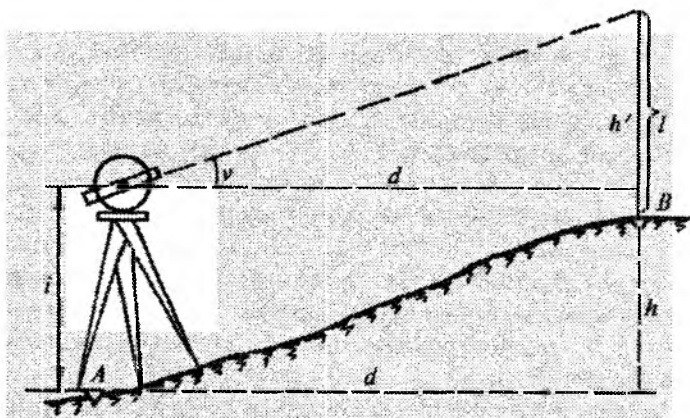
бўлгани учун нисбий баландлик қиймати қуйидагига тенг:

$$h = dtgv + i - l. \quad (7.34)$$

Бу формула ер эгрилиги ва рефракция таъсирини ҳисобга олмасдан чиқарилди. Ер эгрилиги ва рефракция таъсири учун киритиладиган тузатма f билани фодаланса (7.34), формула қуйидагича бўлади:

$$h = dtgv + i - l + f. \quad (7.35)$$

Бу формулага *тригонометрик нивелирлашнинг асосий формуласи* дейилади.



7.18-расм.

Нивелирланадиган нуқталар орасидаги масофа $d = 300$ м бўлганда, (7.24) формуладан $f = 0,01$ м бўлишини аниқлаймиз. Тригонометрик нивелирлашда кўпинча нисбий баландлик қиймати 0,01 м гача яхлитлаб олинади ва шунга кўра $d = 300$ м гача бўлганда f тузатма ҳисобга олинмаслиги мумкин.

Агар l ни ўлчашда кўриш трубаси рейкада белгиланган асбоб баландлигига тенг қилиб олинса (яъни $i = l$), юқоридаги (7.35) формула қуйидаги кўринишга келади:

$$h = dtgv. \quad (7.36)$$

Ипли дальномерда ўлчанган қия чизик узунлиги D нинг горизонтал қуйилиши қиймати d қуйидаги формула бўйича ҳисобланади (7.6. га қаралсин).

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

Бундан d қийматини (7.36) га қўйиб, оғиш бурчагининг қиймати 10° гача бўлганда, $\sin 2v \approx \sin v$ эканини ҳисобга олиб ёзамиз:

$$h = \frac{1}{2}(Kn' + c)\sin 2v. \quad (7.37)$$

Бу формуладаги $Kn' + c$ ўрнига D ни олиб ёзамиз:

$$h = \frac{1}{2}D\sin 2v. \quad (7.38)$$

Амалий ҳисоблашларда ушбу формула ишлатилади. Нисбий баландлик қийматларини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида ишлаб чиқилган махсус тахеометрик жадваллар ёки номограммалардан фойдаланиш мумкин. Тригонометрик нивелирлашда асбоб баландлиги i ва қаратиш баландлиги l қийматлари 0,01 м аниқликда ўлчаб топилади ва уни кичиклиги учун эътиборга олмаслик мумкин. Шундай қилиб, тригонометрик нивелирлаш аниқлигига асосан чизик узунлигининг ўлчаш хатоси таъсир этади.

Оғиш бурчагининг қиймати 10° гача ва масофа $D = 100$ м бўлганда, масофа 1:200 аниқликда ўлчанса, (7.38) формула бўйича ҳисобланган нисбий баландликнинг чекли хатоси $\Delta h \approx \pm 4$ см ни ташкил этади.

Назорат саволлари:

1. *Нивелирлаш деб нимага айтилади?*
2. *Нивелирлашнинг қандай турлари мавжуд?*
3. *Геометрик нивелирлаш нима ва у қайси асбоб билан бажарилади?*
4. *Тригонометрик нивелирлаш нима ва у қайси асбобда бажарилади?*
5. *Ўртадан геометрик нивелирлашнинг афзаллиги нимада?*
6. *Нивелирларнинг қандай турларини биласиз?*
7. *Цилиндрик адилакли нивелирнинг бош шarti нима?*
8. *Компенсаторли нивелирларнинг асосий қисмлари қайсилар?*

ГЕОДЕЗИК ТАРМОҚЛАР

8.1. Умумий маълумотлар

Геодезик ишларни олиб боришда энг муҳим вазифа дастлаб таянч тармоқни қуриб олиш ҳисобланади. Таянч геодезик тармоғи ер сиртида мустаҳкам ўрнатилган пунктлар координаталарини умумий битта метрик системада чиқариб олиш имконини беради. Одатда бундай таянч тармоқлар конкрет (муайян) давлатнинг бутун ҳудуди учун қурилиб, унинг пунктлари давлат ҳудудида имкон борица бир хил зичликда жойлаштирилиб координаталари юқори аниқлик билан битта системада аниқланади. Бундай тармоқнинг вазифаси давлатнинг бутун ҳудудини карталаштиришни, илмий ва амалий мақсадлардаги ишларини таъминлашдан иборат.

Геодезик тармоқларни қуриш принципи умумдан хусусийга (яккага) ўтиш, яъни аввал катта ҳудуддаги жуда юқори аниқликдаги ишлардан кичик майдонлардаги аниқлиги паст ишларга ўтишга асосланади. Шунга кўра геодезик тармоқлар *давлат геодезик тармоқлари, зичлаш геодезик тармоқлари* ва *съёмка геодезик тармоқларига* бўлинади. Геодезик тармоқлар пунктлари ўзаро боғланган бўлиб, улар етарли зичликда ва аниқликда қурилади.

Давлат геодезик тармоқлари планли ва баландлик (нивелир) тармоқларига бўлинади.

Планли тармоқлар нуқталар планли координаталари (x , y), баландлик тармоқлари эса нуқталар мутлақ баландлигини аниқлашга хизмат қилади. Давлат геодезик тармоқлари пунктларининг координаталари ва баландликлари махсус каталокка ёзиб қўйилади. Каталогда қўшимча пунктларнинг жойлашган ўрни чизмаси ва тегишли маълумотлар ёзиб қўйилади. Ушбу маълумотлар (каталоглар) давлат картография-геодезия фонди ташкилотида сақланади.

Зичлаш геодезик тармоқлари давлат геодезик тармоқлари пунктларининг зичлигини ошириш мақсадида

улар орасида қурилади. Зичлаш тармоқлари ҳақида тўла маълумот мазкур дарсликнинг II қисмида берилади.

Съёмка геодезик тармоқлари давлат геодезик тармоқлари ва зичлаш тармоқлари негизида қурилади. Уларнинг нуқталари жойни контурли ёки топографик съёмкаларини бажариш, лойиҳа нуқталарини жойга кўчириш ва бошқалар учун асос бўлиб хизмат қилади. Съёмка геодезик тармоғи ҳақида тўла маълумот 8.4. да берилади.

8.2. Давлат планли геодезик тармоқлари

Давлат геодезик тармоғи барча масштабларда бажариладиган топографик съёмкаларнинг бош геодезик асоси бўлиб хизмат қилади.

Давлат геодезик тармоғининг замонавий таркиби қуйидагича: давлат планли геодезик тармоғи, баландлик геодезик тармоғи ва давлат сунъий йўлдош геодезик тармоғи.

Давлат планли геодезик тармоқлари тўртта 1, 2, 3 ва 4-синфларга бўлинади. Улар бир-биридан бурчаклар ва томонларни ўлчаш аниқлиги, томонларининг узунлиги ва қуриш ишларининг кетма-кетлиги билан фарқланади.

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида нуқталар координаталари (x, y) ни санашнинг бош (ноль) нуқтаси бўлиб, Пулково обсерваториясининг гумбази марказ вазифасини бажаради.

Планли тармоқларни қуришнинг қуйидаги усуллари мавжуд.

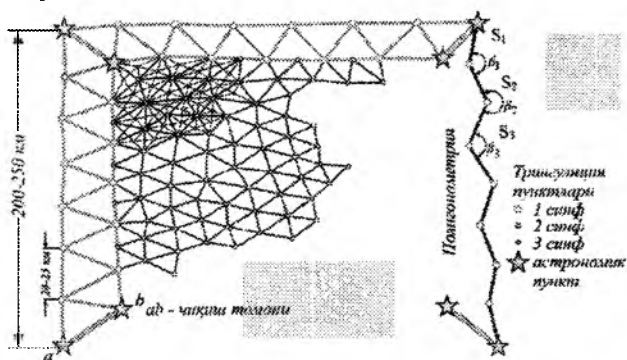
Триангуляция усули тармоқни ташкил қилувчи учбурчаклар бурчаклари, бошланғич ва охириги учбурчаклар базис томонларининг узунлигини ўлчашга асосланган. Бунда жойда мустақкам ўрнатилган учбурчаклар учлари *пунктлар* деб аталади. Бурчаклар аниқ ва юқори аниқликда теодолитлар билан, томонлар узунлиги светодальномер ёки электрон дальномерлар билан юқори аниқликда ўлчанади. Учбурчакларнинг қолган томонлари синуслар теоремаси бўйича ҳисобланиб топилади. Математик ҳисоблашлар орқали тармоқ пунктларининг координаталари битта системада аниқланади.

Полигонометрия усули синик чизиқлардан ташкил топувчи кўпбурчакларда бурчаклар учи нуқталари жойда маҳкамланади, томонлар орасидаги бурчаклар ва барча томон узунлиги ўлчанади.

Ўлчанган натижалар математик ишлаб чиқилиб, пунктлар координаталари аниқланади. Полигонометрия кўриниш шароити қийин бўлган жойлар (ўрмон ва шаҳарлар ҳудуди)да қўлланилади. Ҳозирги кунда полигонометрияда бурчак ва томонлар узунлиги аниқ ва юқори аниқ электрон тахеометрларда ўлчанади.

Трилатерация усулида учбурчаклардан ташкил топган тармоқда барча учбурчаклар томонлари ўлчанади. Ушбу томонлар орқали учбурчаклар бурчакларининг қийматлари ҳисобланади. Якуний ҳисоблашларни бажариб тармоқ пунктларининг координаталари аниқланади.

Давлат триангуляция тармоғини куриш 1-синфдан бошланади. Бунда учбурчаклар қатори (звено)лари меридиан ва параллеллар йўналиши бўйича жойлаштирилади, қаторлар ҳар бирининг узунлиги 200 – 250 км ва улар ҳосил қилган полигонлар перметри 800 – 1000 км ни ташкил қилади (8.1-расм). Қаторлар туташган жойларда базис томонлар олиниб, улар учларида астрономик кузатишлардан астрономик кенглик ва узоклик аниқланади.



8.1-расм.

2-синф триангуляция тармоқлари 1-синф полигонларини ёппасига тўлдирувчи учбурчаклар тармоғи кўринишида қурилади (8.1-расм).

2-синф тармоқлари 3 ва 4-синф тармоқларига таянч бўлиб хизмат қилади ва 1-синф пунктлари орасини зичлаш учун хизмат қилади. Зарур ҳолатларда 3 ва 4-синф тармоқлари мустақил тармоқлар сифатида ҳам қурилиши мумкин (8.2-расм).

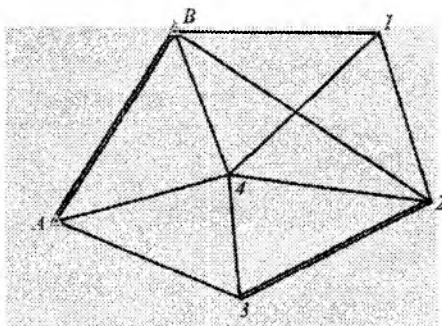
Полигонометрия усулида давлат планли геодезик тармоқларини қуриш чизмаси 8.1-расмда кўрсатилган.

Давлат планли тармоғининг асосий техник кўрсаткичлари 8.1-жадвалда келтирилган.

8.1-жадвал

Синф	Триангуляция				Полигонометрия		
	S , км	m_B	$f_{\beta\text{чекли}}$	$m_S : S$	S , км	m_B	$m_S : S$
1	>20	0,7"	3"	1:400 000	8 – 30	0,4"	1:400 000
2	7 – 20	1,0"	4"	1:300 000	5 – 18	1,0"	1:200 000
3	5 – 8	1,5"	6"	1:200 000	3 – 10	1,5"	1:100 000
4	2 – 5	2,0"	8"	1:200 000	>0.25	2,0"	1:40 000

Жадвалдаги белгилар: S – томон узунлиги, км; m_B – бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси; $f_{\beta\text{чекли}}$ – учбурчаклар бурчаклари йиғиндисининг чекли хатоси; $m_S : S$ – базис ёки йўл томонлари узунлигини ўлчашнинг нисбий ўрта квадратик хатоси.



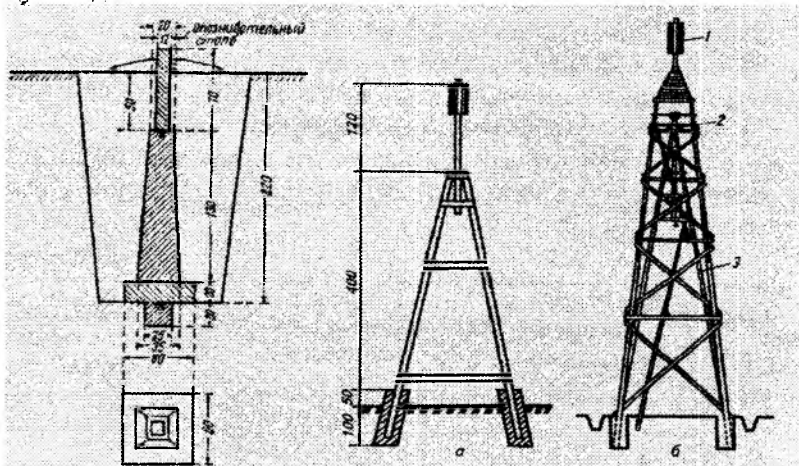
8.2-расм.

1 ва 2-синф пунктлари бўлмаган ҳудудларда 1:5 000 ва 1:2 000 масштаблардаги топографик сьемкалар учун геодезик асос сифатида 3 ва 4-синф мустақил геодезик тармоқларни қуришга рухсат этилади. Бунда ҳар бир триангуляция тармоғида иккитадан кам бўлмаган базис томонлар ўлчаниши керак. 3-синфда полигонометрия тармоғи учун полигон периметри 60 км, 4-синф учун эса 35 км дан ошмаслиги керак.

Давлат планли геодезик тармоқ пунктлари жойда узоқ муддатга кўзгалмас қилиб қўшма марказ (8.3-расм), тоғли ҳудудларда эса турлар (8.4-расм) билан маҳкамланади.

Пунктларнинг марказлари ернинг музламайдиган қатламидан пастда ўрнатилади. Триангуляция пунктларининг маркази устма-уст жойлаштирилган чўян қуймасидан ясалган иккита маркалардан иборат (8.3-расм).

Пункт координаталари марка тешигининг ўртасига, баландлиги эса марка ярим сфера бўртиқнинг юқори нуктасига тўғри келади. Марказ устига тупроқ уйилиб, тепача ҳосил қилинади (8.3-расм). Атрофи эса чуқурлиги 0,4–0,5 м тўртбурчак шаклида ариқча қилиб қавлаб қўйилади.



8.3-расм.

8.4-расм.

Планли геодезик тармоқлар пунктлари орасида ўзаро кўринишни таъминлаш учун уларнинг марказлари устига

ташқи белгилар, пирамида (8.4-а расм) ёки сигналлар (8.4-б расм) қурилади. Пирамиданинг баландлиги 10-12 м, сигналларнинг баландлиги эса 15-40 м гача бўлиб, ёғоч ёки металлдан ясалади. Бурчак ўлчашда теодолит пирамиданинг остига, ерга, сигналда эса сигнал юқори қисмида жойлаштирилган махсус столчага ўрнатилади. Сигналнинг тепа қисмида кузатувчи учун махсус майдонча ҳам бўлади. Пирамида ва сигнал учига визирлаш цилиндри ўрнатилади.

8.3. Давлат баландлик геодезик тармоқлари

Давлат баландлик геодезик тармоғи бутун давлат ҳудудида ягона баландлик системасини ўрнатади. У турли масштаблардаги топографик съёмкалар ва қурилишдаги геодезик ишлар учун баландлик асоси бўлиб хизмат қилади ҳамда ички, ташқи денгиз, океанлар суви сатҳлари фарқи, сиқилиш ва ер қобйғи силжишларини кузатишни таъминлайди.

Давлат нивелир баландлик тармоқлари I, II, III ва IV синфларга бўлинади. I ва II синф тармоқлари давлат ягона баландликлар системасини тузишнинг бош асоси ҳисобланади. III ва IV синфлар топографик съёмкаларни бажариш ва қурилишда инженерлик геодезик ишларни бажаришни таъминлайди.

Давлат баландлик тармоқларини яратиш асосан геометрик нивелирлаш усулида амалга оширилади. Тармоқни қуришда 8.2-жадвалда келтирилган талабларга риоя қилиниши керак.

8.2-жадвал

Нивелир-лаш синфи	Полигон периметри, йўл узунлиги L (км).	1 км йўлда нивелирлаш ўрта квадратик хатоси, мм	Полигон (йўл)даги нивелирлаш чекли хатоси, мм
I	-	0,5	-
II	500-600	2,0	$5\sqrt{L}$
III	150-200	5,0	$10\sqrt{L}$
IV	25	10,0	$20\sqrt{L}$

I синф нивелир йўллари мамлакат чегараларида жойлашган денгизлар сувининг сатҳини туташтирувчи ва темир ҳамда автомобиль йўллари ёқалаб ўтувчи йўналишлар бўйича ўтказилиб, энг юқори аниқликда бажарилади.

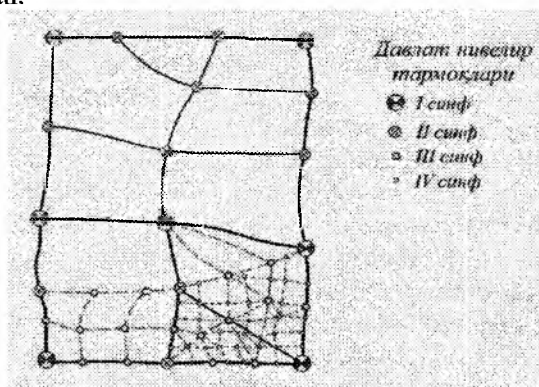
II синф нивелирлаш тармоқлари I синф тармоғи пунктларига боғлаб, периметри 500 – 600 км полигонлар шаклида ҳосил қилинади. Бу синф нивелир йўллари ҳам темир ва автомобиль йўллари ёқалаб, қиялиги кичик жойлардан ўтказилади (8.6-расм).

III синф нивелирлаш тармоғи I ва II синф пунктларига таяниб ҳосил қилинади ва периметри ўртача 150 км ни ташкил қилади. 1:5 000 масштабдаги съёмкаларни таъминлаш учун полигон периметри 60 км дан ошмаслиги керак.

IV синф нивелирлаш йўллари битта йўналиш бўйича юқори синф пунктлари орасида ўтказилади. Бу йўлларнинг узунлиги 50 км дан ошмаслиги керак. IV синф нивелирлаш йўлларининг пунктлари бевосита съёмкаларнинг баландлик асоси бўлиб хизмат қилади.

Давлат нивелирлаш тармоқлари йўллари жойда ўртача ҳар 5 – 7 км да гурунт репер ёки деворий маркалар билан маҳкамланади. I синф йўллари жойда ҳар 50 – 80 км да чуқур ўрнатиладиган фундаментал реперлар билан маҳкамланиб, улар 25 йилда қайта нивелирлаб турилади.

Нивелир белгиларининг схемалари 8.6-расмда келтирилган.



8.6-расм.

Грунт реперлар яхлит бетондан ёки ост томони бетон лангарли темир трубадан ясаиб, устига марка ўрнатилади. Репернинг баландлиги марка устидаги ярим сферик бўртикнинг юқори нуктасига тўғри келади. Грунт реперининг маркаси ер юзидан 60 – 80 см чуқурликда, лангар асоси эса ернинг музлаш чуқурлигидан 0,5 м пастда жойлашиши керак. Деворий маркалар мустаҳкам биноларнинг деворига ўрнатилади. Марканинг мутлақ баландлиги марка тешигининг марказига тўғри келади. Репер ва маркалар ҳақида тўла маълумот дарсликнинг II қисмида тўлиқ берилади.

8.4. Съёмка геодезик асоси

Съёмка геодезик асоси планли ва баландлик асосларга бўлинади. Берилган топшириққа ҳамда турли шароитлардан келиб чиқиб планли ва баландлик асос алоҳида ёки съёмка ишлари билан қўшиб олиб борилади.

Съёмка геодезик асосини ривожлантириш куйидаги мақсадларда бажарилади:

- мавжуд геодезик тармоқни берилган масштабдаги топографик съёмкани таъминлаш талабидан келиб чиқиб;
- инженерлик-геодезик ишларни турли мақсадларда – геодезик қидирув ишлари, лойиҳани жойга кўчириш, дарёлар нишабини аниқлаш ва бошқаларни таъминлаш мақсадида.

Съёмка геодезик тармоқлари давлат геодезик тармоқлари асосида ривожлантирилади. Айрим ҳолларда кичик ер бўлаклари съёмкаларини бажаришда съёмка геодезик асосни маҳаллий координаталар системасида ривожлантириш мумкин.

Съёмка геодезик асос пунктлари координаталарини аниқлашда полигонометрия ёки микротриангуляция усуллари қўлланилади.

Полигонометрия усулида планли координаталари аниқланадиган съёмка геодезик йўллари теодолит йўллари деб номланади. Агар йўл нукталарининг координаталари билан биргаликда баландликлари ҳам аниқланса, теодолит-нивелир йўли ёки тахеометрик йўл деб аталади.

Съёмка баландлик асос баландликларини аниқлаш геометрик ёки тригонометрик нивелирлаш билан амалга оширилади.

Теодолит йўлларини қуришда йўл нуқталарининг координаталари 9.5. да келтирилган формулалар бўйича ҳисобланади.

Планли съёмка геодезик асосининг аниқлиги бажариладиган съёмка масштабидан келиб чиқиб аниқланади. Бунда съёмка асоси пунктнинг яқин жойлашган зичлаш ёки давлат тармоғи пунктларига нисбатан планли хатоси съёмка масштабида 0,2 мм дан ошмаслиги керак. Масалан, теодолит йўлининг нисбий хатоси 1:2 000 бўлганда ушбу йўл зичлаш тармоғининг иккита пунктлари орасида ўтказилса, унинг ўрта нуқтасининг хатоси 1:1 000 масштаб учун 0,2 м дан ошмаслиги керак.

Умуман олганда, съёмка геодезик асосини қуриш усули объект ҳудудининг шароити ва берилган топшириқдан келиб чиқиб белгиланади.

Назорат саволлари:

- 1. Геодезик тармоқ нима?*
- 2. Геодезик тармоқлар қандай турларга бўлинади?*
- 3. Планли геодезик тармоқларни қуриш усуллари қандай?*
- 4. Баландлик геодезик тармоқ ва уни қуриш усуллари қандай?*
- 5. Аниқлиги бўйича давлат геодезик тармоқлари қандай бўлинади?*
- 6. Геодезик тармоқлар пунктлари жойида қандай маҳкамланади?*

ТЕОДОЛИТ СЪЁМКАСИ

9.1. Теодолит съёмкасининг мохияти

Съёмка – бу технологик жараён бўлиб, ер сиртини план ва карталарда тасвирлаш мақсадида амалга оширилади. Агар жойнинг фақат тафсилот ва предметлари съёмка қилинса, унда у **горизонтал**, фақат рельефи тасвирланса, **вертикал съёмка** дейилади. Қачонки карта ёки планга жойдаги тафсилот ва рельефини тасвирлаш учун ўлчашлар амалга оширилган бўлса, унда у **топографик съёмка** деб номланади.

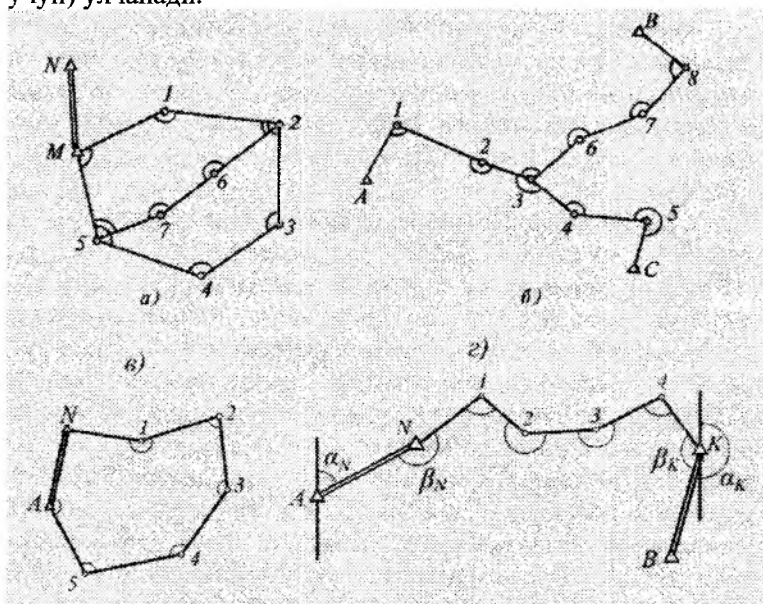
Теодолит съёмкаси горизонтал съёмка турига киради ва у жойнинг йирик масштаби тафсилотли (контурли) планини ҳосил қилиш мақсадида бажарилади. Съёмка жараёнида жойда нуқталар орасидаги масофа ва горизонтал бурчаклар ўлчанади. Теодолит, лента ва рулеткалар ҳамда турли дальномерлар асосий ишлатадиган асбоблар вазифасини бажаради.

Теодолит съёмкаси дала ўлчаш ишларидан бошланиб, уни бажаришда дастлаб геодезик пунктлар оралиғида съёмка асоси барпо этилади ва у асосида жойдаги тафсилотлар съёмка қилинади. Теодолит съёмкаси дейилишига сабаб асосий ўлчаш ишлари – горизонтал бурчаклар ва оғиш бурчаклари геодезик асбоб, теодолит билан бажарилишидир.

Теодолит съёмкасини бажаришда ёпиқ кўпбурчаклар (полигонлар) тармоғи (9.1-а расм) ёки очик кўпбурчаклар тармоғини ҳосил қилувчи теодолит йўллари (9.1-б расм) съёмка тармоғи бўлиб хизмат қилади. Бу чизиклар учи нуқталарининг ўрни жойда маҳкамланади ва координаталари аниқланади. Катта бўлмаган ер бўлақларини съёмка қилишда эса ёпиқ (полигон) кўпбурчак (9.1-в расм) ёки якка теодолит йўли съёмка асоси вазифасини бажаради (9.1-г расм).

Полигон ўрта қисмида жойлашган тафсилотларни съёмка қилиш учун полигон ўртасидан қўшимча йўл ўтказилса, у **диагонал йўл** дейилади (2, 6, 7 ва 5 нуқталар, 9.1-а расм).

Ўлчашларни бажаришдан аввал йўллар бурилиш нуқталарининг ўрни жойда ёғоч қозиклар, ёғоч устунлар (6.2 га қаралсин) ва бошқалар билан маҳкамланади. Нуқталар маҳкамлангандан кейин томонлар орасидаги бурчаклар, томонларнинг узунлиги ҳамда уларнинг оғиш бурчаклари (томонлар узунлигининг горизонтал қуйилишини ҳисоблаш учун) ўлчанади.



9.1-расм.

Шундай қилиб, теодолит съёмкасини бажариш қуйидаги босқичлардан иборат:

1. Теодолит йўли (полигон) нуқталарини жойда маҳкамлаш.

2. Полигон ёки очик йўлда томонлар узунлигини ва горизонтал бурчакларни ўлчаш.

3. Жой тафсилотларини съёмка қилиш.

Ўлчашлар натижаси махсус журналга ёзиб борилади. Тафсилотлар съёмкаси асосида абрис чизилади.

Дала ўлчаш натижалари камерал шароитда (хонада) математик ишлаб чиқилади ва теодолит йўли нуқталарининг

координаталари топилади. Сифатли калин чизма қоғози (ватман) олиниб, тегишли масштабда унга теодолит йўли (полигони) нуқталари ҳисоблаб топилган координаталари бўйича туширилади. Планни тузиш абрисидан фойдаланиб, йўл томонларига таянган ҳолда тафсилотлар тегишли шартли белгилар билан қоғозга туширилади ва теодолит съёмкасининг плани ҳосил қилинади.

Шундай қилиб, ер бўлагининг теодолит съёмкаси натижасида ушбу жойнинг фақат тафсилот ва предметлари тасвирланган плани ҳосил қилинади. Теодолит съёмкаси, асосан, йирик масштабларда бажарилади ва ер, ўрмон тузиш ишларида кенг қўлланилади.

9.2. Теодолит йўллари лойиҳалаш ва қуриш

Ер участкаларини съёмка қилишда теодолит йўллари кўпинча ердан фойдаланиш ҳудудининг чегаралари бўйича, диагональ йўл эса ҳудуд (полигон) ичкарасида ўтказилади.

Теодолит йўллари ўтказиш одатда жойнинг мавжуд план, карталарини топиш ва улар билан танишиб чиқишдан бошланади. Натижада жойда мавжуд геодезик пунктлар ҳамда йўл нуқталарининг ўрни аниқланиб, йўлнинг дастлабки лойиҳаси тузилади. Кейин эса жойга чиқиб жой шароити билан бевосита танишиб (рекогносцировка) лойиҳага қўшимча аниқликлар киритилади ва йўл нуқталарининг жойдаги ўрни танлаб олиниб маҳкамланади.

Теодолит йўли лойиҳасини тузиш ва рекогносцировка қилишда қуйидаги шартларга риоя қилиш керак бўлади:

1. Йўл бурилиш нуқталарининг ўрни (ҳеч бўлмаганда учта ўзаро қўшни нуқталар), уларнинг бир-биридан кўринишини таъминлаш мақсадида мумкин қадар дўнглик жойларда олиниши керак.

2. Йўл томонлари текис ва ўлчаш лентаси билан ўлчашга қулай жойлардан (йўллар, каналлар ёқалаб) ўтиши ва оғиш бурчаклари қиймати унча катта бўлмаслиги керак.

3. Томонлар узунлиги 400 м дан катта ва 50 м дан кичик бўлмаслиги, ўртача 250 м атрофида бўлиши керак.

4. Умуман, томонларнинг узунлиги ўзаро бир-бирига яқин бўлса, мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

5. Томонлар орасидаги бурчаклар қиймати 180° га яқин бўлиши, яъни йўл чўзинчоқ бўлиши керак.

Теодолит йўли томонлари орасидаги бурчаклар 1 дақиқали ёки 0,5 дақиқали теодолитлар билан тўла қабулда (5.9 га қаралсин), ярим қабуллар орасида эса лимб ҳолатини 90° га ўзгартириб ўлчаб чиқилади.

Ҳар бир томон узунлиги ўлчаш лентаси ёки оптик, электрон дальномер билан икки марта – тўғри ва тескари йўналишларда ўлчаб чиқилади. Томонлар узунлигининг горизонтал қуйилиш қийматини ҳисоблаш учун оғиш бурчаги ҳам бирданига ўлчаб кетилади. Агар томонлар узунлигини бевосита ўлчаш имкони бўлмаса (йўл дарё, жар ёки бошқа тўсиқлар орқали ўтса), унда узунлик бориб бўлмас масофани аниқлаш усулини қўллаб топилади (6.4 га қаралсин).

Бурчак ўлчаш журнали

9.1-жадвал

Нукталар номери		Лимбдан олинган саноклар		Бурчаклар				Чизик узунлиги, м	Қиялик бурчаги, ν
				ДЎ ва ДЧ		Ўртача			
Туриш	Кузаги-лаётган	o	,	o	,	o	,		
1	2	3		4		5		6	7
1						ДЎ			
	A	243	59					$D_{1-2}=2$ 55,54	$\nu_{1-2}=4^{\circ}17'$
				97	55				
	2	146	04					$D_{2-1}=2$ 55,44	
					ДЧ	97	55,5		
	A	155	17					$D_{\text{ўрт}}=2$ 55,49	
					97	56			
	2	57	21						
2						ДЎ			

1	44	09						
			174	27			$D_{2-3}=1$ 65,88	
3	229	42			174	26,5		
				ДЧ			$D_{3-2}=1$ 65,95	
1	136	54						
			174	26			$D_{урт}=1$ 65,92	
3	322	28						

Бурчаклар ва томонлар узунлигини ўлчаш билан бир вақтда жойдаги предметлар ва тафсилотлар ҳам съёмка килиниб (9.3 га каралсин) борилади.

Теодолит йўли бурчакларини, томонлар узунлигини ўлчаш ва тафсилотлар съёмкасини бажариш натижалари куйида келтирилган дала ўлчаш журнаliga (9.1-жадвал) ёзилади ва абриси чизиб борилади.

Таянч геодезик пунктлардан ориентирлаш учун дирекцион бурчак ва координаталарни теодолит йўлига узатиш мақсадида бажарилган ўлчаш ишларига **теодолит йўлини боғлаш** деб айтилади.

Очиқ теодолит йўли иккита геодезик асос (таянч) пунктлари (нукталари) оралигида ўтказилади (9.1-г расм). Расмда N ва K нукталари йўлнинг бошланғич ва охириги боғлаш нукталари ҳисобланади. Бу пунктлардан энг камида биттадан пунктга (A ва B ларга) қараб йўналишлар (дирекцион бурчаклар α_{AN} ва α_{BK}) маълум бўлиши керак.

Теодолит йўлини геодезик таянч пунктлар N , K , A ва B ларга боғлаш учун N ва K нукталарида йўл бўйича ўнг томонда жойлашган β_N ва β_K бурчаклар ўлчанади. Текшириш учун хар бир нуктада бу бурчакларни 360° га тўлдирувчи бурчаклари ҳам ўлчанади.

Ушбу боғлашга **бевосита боғлаш** дейилади. Агар теодолит йўлини фақат бир нуктасигина геодезик пунктга боғланса, бунда ўлчашда йўл қўйилган хато йўлнинг умумий ҳолатига таъсир этади ва ҳамма нукталар бир хил қийматга эга бўлиб қолади. Шунинг учун теодолит йўли энг камида геодезик асоснинг иккита пунктга боғланиши керак.

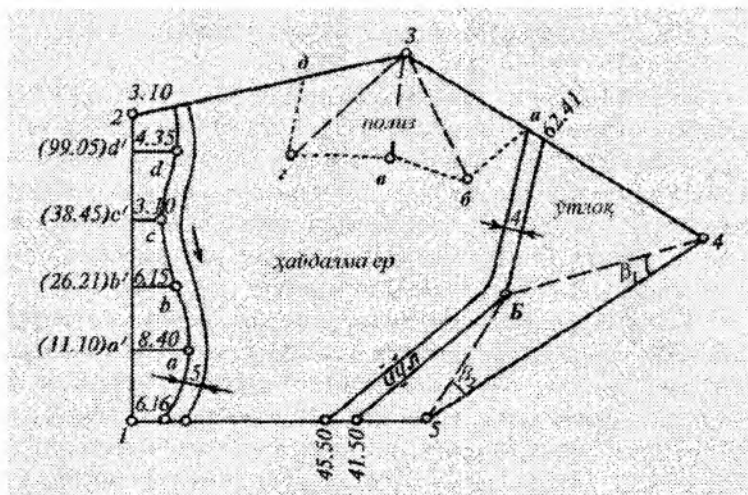
9.3. Жой тафсилотларини съёмка қилиш. Абрис

Ер бўлагининг чегаралари ва ўрта қисми бўйлаб теодолит йўллари ўтказилгандан сўнг тафсилотларни съёмка қилиш бошланади, кўпинча теодолит йўлларини ўтказиш билан бир вақтда тафсилотлар ҳам съёмка қилиниб борилади. Съёмка қилинадиган жой тафсилотларининг шаклига, чегараларининг мураккаблигига, узоқ ёки яқинлигига қараб қуйидаги усуллардан бири қўлланилади.

Тўғри бурчакли координаталар (перпендикулярлар) усули. Бу усул теодолит йўли томони яқинида жойлашган йўл, дарё, иморат ва шунга ўхшаш тафсилотларни съёмка қилишда қўлланилади. Теодолит йўлининг томони *абсцисса ўқи*, нуқтаси эса *бош нуқта* ва съёмка қилинадиган иншоот нуқтасидан абсциссага тушириладиган перпендикуляр чизиклар узунлиги *ордината* деб олинади.

Масалан, 9.2-расмда берилган 1–2 чизикнинг 1-учи координата бошига, 1–2 чизик эса абсцисса ўқиға қабул қилинади. Унинг яқинида жойлашган дарёни съёмка қилишда, бурилиш нуқталари *a, b, c, d* лар ўрни қуйидагича топилади.

1–2 чизик бўйлаб лента таранг тортиб қўйилади ва унга *a* нуқтадан перпендикуляр туширилади. Ҳосил бўлган 1–*a'* кесим лента бўйича аниқланади, *a – a'* эса рулетка билан ўлчанади. Лентани 1–2 чизик бўйича бирин-кетин қўйиб, унга кейинги *b, c* ва *d* нуқталардан перпендикулярлар туширилади ва тегишли кесимлар олдингидай ўлчанади (*1 – b', 1 – c'* ва *1 – d'* ва *b – b', c – c', d – d'*), расмга қаралсин.



9.2-расм.

Кутбий координаталар усули. 9.2-расмда бошланғич йўналишга 3 — 4 томон, бош нуктага эса 3-нукта қабул қилинса. $a, b, в, г, д$ нукталарни съёмка қилиш учун 3-нуктага теодолит ўрнатилади, горизонтал доира саноғи $0^{\circ}00'$ га тўғриланиб, кўриш трубази 4-нуктага қаратилади. Лимб маҳкамланади ва алидада бўшатилиб труба b нуктадаги рейкага қаратилади, сўнгра лимбдан санок олинади, ипли дальномер билан масофа ўлчанади. Кейин труба $в$ -нуктага қаратилиб, худди олдингидай ўлчашлар бажарилади ва хоказо. Охирида труба 4-нуктага қайта қаратилади ва горизонтал доирадан олинган санок текширилади, у $0^{\circ}00'$ бўлса, лимб доираси кўзгалмаган бўлади. Бу нукталарни планга туширишда транспортрдан фойдаланиш учун лимбдан олинган саноклар $5'$ га яхлитланиб олинади. Нукталаргача бўлган масофа ипли дальномерда ўлчаниши учун $1:5\ 000$ масштабдаги съёмка учун қиймати $150-200$ м дан ошмаслиги керак. $1:10\ 000$ масштаб учун эса 250 м гача олинади. Ўлчаш натижалари махсус жадвалга ёзилади.

Кесиштириш усули. Теодолит съёмкасида бу усул нисбатан кам қўлланилади. Кесиштириш усули иккита бурчак ва чизиқ кесиштиришларга бўлинади. Бурчак кесиштиришда теодолит йўли нукталарида теодолит билан

туриб съёмка қилинадиган нуктага (9.2-расмда йўл бурилиш нуктаси Б га қараб бурчаклар ўлчанади. Съёмка тегишли аниқлигини таъминлаш учун ўлчанаётган нуктадаги бурчак 40° дан кичик ва 140° дан катта бўлмаслиги лозим.

Бурчаклар ўрнига нуктагача бўлган масофалар (йўналишлар узунлиги) ўлчанса, **чизиқ кесиштириш** дейилади. Бунда чизиқлар узунлиги ўлчаш асбоби (масалан, лента) узунлигидан катта бўлмаслиги керак. 9.2-расмда Б нуктасини съёмка қилиш учун β_1 ва β_2 кестирма бурчаклари ёки 4 — Б ва 5 — Б кестирма чизиқлар узунлиги ўлчаниши керак.

Тафсилотларни съёмка қилиш бажарувчидан тажриба ва эътиборни талаб қилади. Бунда ҳар бир съёмка қилинадиган нуктани ўлчашда йўл қўйилган хато фақат ушбу нукта учун таъсир этади ва нуктадан нуктага узатилмайди. Шунинг учун уларнинг тўғрилигини таъминлаш учун синчиклаб ўлчаш ва кўз билан солиштириб бориш зарур. Съёмка вақтида жойдаги кишлоқ хўжалик ер турларини тўғри аниқлаш ва абрисда кўрсатиб бориш муҳим аҳамиятга эга.

9.4. Тўғри ва тескари геодезик масалалар

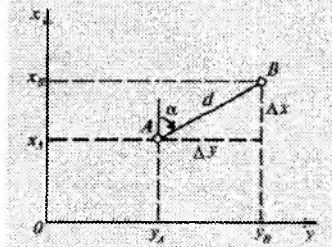
Теодолит йўли нукталарининг координаталарини ҳисоблашда иншоот лойиҳасини жойга кўчириш ва бошқа мақсадларда тўғри ҳамда тескари геодезик масалаларни ечишга тўғри келади.

Тўғри геодезик масалада AB чизигининг A нуктаси координаталари x_A ва y_A (9.3-расм), чизиқнинг дирекцион бурчаги α ва горизонтал куйилиши d лардан фойдаланиб, B нуктасининг координаталари x_B ва y_B топилади. Масалани ечиш учун бериладиган қийматлар: x_A ва y_A ; α ва d . Топиш керак: x_B ва y_B .

Келтирилган 9.3-расмда AB чизиғи оддий ҳолатда, координаталар системасининг биринчи чорагида, унинг дирекцион бурчаги шимоли-шарқ йўналиши бўйича олинган бўлиб, қиймати румб қийматига тенг бўлади. Расмдан куйидагиларни ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + \Delta x \\ y_B &= y_A + \Delta y \end{aligned} \right\} \quad (9.1)$$

Бу ерда Δx ва Δy – **координаталар ортгирмаси** дейилади.



9.3-расм.

AB чизигининг горизонтал қуйилиши d ва дирекцион бурчаги α қийматда берилганини ҳисобга олиб, расмдаги тўғри бурчакли учбурчакдан қуйидагиларни топамиз:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= d \cos \alpha \\ \Delta y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.2)$$

Ушбу формула бўйича ҳисобланадиган Δx ва Δy ишоралари $\cos \alpha$ ва $\sin \alpha$ ларнинг ишорасига ёки румб бурчакларининг номига боғлиқдир. Координата ортгирмаларининг ишораси 9.2-жадвалдан фойдаланиб аниқланади.

9.2-жадвал

Чораклар	Дирекцион бурчакларнинг қийматлари	Румбларнинг номи	Ортгирмалар ишораси	
			Δx	Δy
I	0 – 90	Ш – Шқ	+	+
II	90 – 180	Ж – Шқ	–	+
III	180 – 270	Ж – Ғ	–	–
IV	270 – 360	Ш – Ғ	+	–

Одатда (9.2) формулалар бўйича Δx ва Δy қийматлари тригонометрик функцияли калькуляторда ҳисобланади ва координата ортгирмаларининг ишоралари автоматик равишда келиб чиқади. Шунда (9.2) формулани (9.1)га қўйиб топамиз:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + d \cos \alpha \\ y_B &= y_A + d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.3)$$

Тескари геодезик масалада AB чизигининг учлари координаталари x_A ва y_A ; x_B ва y_B лар берилган бўлиб, ушбу чизикнинг дирекцион бурчаги α ва узунлиги d ҳисоблаб топилади. (9.1) формуладан ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x_B - x_A \\ \Delta y &= y_B - y_A \end{aligned} \right\} \quad (9.4)$$

9.3-расмдан AB чизигининг дирекцион бурчаги α_{AB} куйидагига тенг:

$$tg \alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad (9.5)$$

Бу формула бўйича ҳисобланган натурал кийматдан фойдаланиб, тригонометрик жадвал ёки калькулятор бўйича румб бурчаги топилади ва Δx ҳамда Δy ишораларига қараб румбдан дирекцион бурчакка ўтилади. Чизик узунлигини ҳисоблаш учун (9.2) формулани куйидагича ёзиш мумкин:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha} \quad (9.6)$$

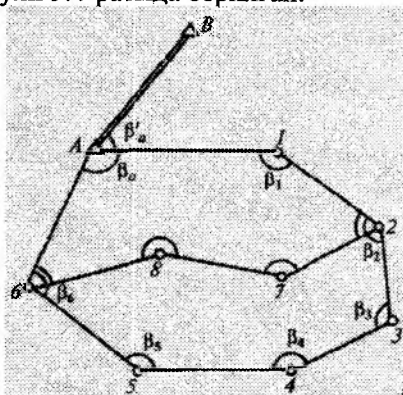
Бундан ташқари, чизик узунлиги d 9.3-расмдаги учбурчакдан куйидагича топилиши мумкин:

$$d = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad (9.7)$$

9.5. Теодолит йўли нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш

Ёниқ полигон бурилиш нуқталар координаталарини ҳисоблаш. Теодолит йўллари математик ишлаб чиқиш улар нуқталарининг координаталарини топиш мақсадида бажарилади. Ҳисоблаш ишлари бурчак ўлчаш журналидаги ярим қабуллардаги бурчак қийматлари ва улар бўйича ҳисобланган бурчакларнинг ўртача қийматларини қайта текширишдан бошланади. Шунинг учун дала ҳисоблаш ишларини қайта текширишга катта эътибор берилади. Журналнинг (9.1-жадвал) 5 ва 6-устунларида қалам билан ёзилган бурчак ва чизикларнинг текширилган ўртача қиймати

сиёҳ билан ёзиб чиқилади. Бу ерда ёпиқ полигон ва унинг нукталарига учлари билан боғланган очик полигон (диагонал йўл) кўринишидаги теодолит йўллари математик ишлаб чиқиш кўриб чиқилади. Мисолда олинган ёпиқ полигон ва унинг диагонал йўли 9.4-расмда берилган.



9.4-расм.

Бурчак боғланмаслиги қийматини аниқлаш ва бурчакларни тенглаш. Дала журналида ҳисобланган қийматлар текшириб чиқилгандан кейин бурчаклар ўртача қиймати журналдан координаталарни ҳисоблаш қайдномасининг (9.3-жадвал) 2-устунига кўчириб ёзилади ва бурчаклар йиғиндиси топилиб, ўша устуннинг остига ёзилади. Ёпиқ полигонда бурчак боғланмаслиги қиймати куйидаги формула билан аниқланади:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n. \quad (9.8)$$

Бу ерда $f\beta$ – бурчаклар боғланмаслиги; $\sum_1^n \beta_a$ – ўлчанган бурчаклар йиғиндиси; $\sum_1^n \beta_n$ – бурчакларнинг назарий йиғиндиси.

Ёпиқ полигон бурчакларининг назарий йиғиндиси куйидаги формула билан аниқланади:

$$\sum_1^n \beta_n = 180^\circ(n - 2). \quad (9.9)$$

Бу ерда n – ўлчанган бурчаклар сони.

Бу мисол учун (9.8) ва (9.9) формулалардан фойдаланиб $f\beta = -01,5'$ ни топамиз (ҳисоблаш тартиби 9.3-жадвал остида берилган).

Теодолит йўлларидаги бурчак боғланмаслиги йўл қўярли (чекли) қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$f\beta_{\text{чек}} = 1'\sqrt{n}. \quad (9.10)$$

Шунда 9.4-расм ва (9.10) формулага кўра:

$$f\beta_{\text{чек}} = 1'\sqrt{7} \approx 2,6'.$$

Агар ўлчанган бурчакларнинг боғланмаслик қиймати ушбу формула бўйича ҳисобланган қийматдан катта бўлса, ҳисоблаш натижалари қайта текширилади. Лозим бўлса, бурчакларни қайта ўлчаб хатолик топилади ва тузатилади. Боғланмаслик йўл қўярли, яъни $f\beta \leq f\beta_{\text{чек}}$ бўлса, у ҳамма ўлчанган бурчакларга тенг ва ўзининг ишорасига тескари ишора билан тарқатиб берилади, яъни:

$$v_{\beta} = \frac{-f\beta}{n}. \quad (9.11)$$

Ушбу формула бўйича тузатмаларни ҳисоблашда ҳамма бурчаклар тенг аниқликда ўлчанган, деб қабул қилинади. Амалда боғланмаслик камдан-кам ҳолатда бурчаклар сони n га қолдиқсиз бўлинади. Шу сабабли айрим бурчакларга бошқаларига қараганда каттароқ тузатма беришга тўғри келади. Киска томонлар орасидаги бурчаклар узун томонли бурчакларга қараганда каттароқ хатолик билан ўлчанишини ҳисобга олиб, уларга каттароқ тузатма берилади. Бурчаклар қийматини яхлит минутларга келтириш ҳисоби билан ҳам тузатма киритилиши мумкин. Лекин бундай ёндашув, томонлар узунлиги катта бўлганда йўл аниқлигининг пасайишига олиб келади. Тузатмалар йиғиндиси боғланмаслик қийматига тескари ишора билан тенг бўлиши керак, яъни:

$$\sum_1^n v_{\beta} = -f\beta. \quad (9.12)$$

Тузатмалар бурчак қийматларининг устига ёзилади (2-устунга қаралсин) ва уларнинг ишораси ҳисобга олиниб, тузатма киритилган бурчаклар қиймати 9.3-жадвалнинг 3-

устунига ёзилади. Тузатилган бурчакларнинг йиғиндиси (3-устун) назарий йиғиндига тенг бўлиши керак.

Полигон томонларининг дирекцион ва румб бурчакларини ҳисоблаш. Нуқталар координаталарини ҳисоблаш учун тўғри геодезик масалани ечиш талаб қилинади. Бунинг учун ҳар бир томоннинг дирекцион бурчагини ҳисоблаб чиқиш керак бўлади. Полигон бошланғич томонининг дирекцион бурчаги маълум бўлса, томонлар орасидаги тузатилган ички бурчаклар бўйича полигоннинг қолган барча томонлари дирекцион бурчакларини қуйидаги формулалар орқали ҳисоблаб чиқариш мумкин:

$$- \text{агар ўнг бурчаклар ўлчанган бўлса,} \\ \alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n. \quad (9.13)$$

Бу ерда α_n – кейинги томоннинг дирекцион бурчаги; α_{n-1} – олдинги томоннинг дирекцион бурчаги; β_n – кейинги тузатилган ўнг бурчак;

$$- \text{агар чап бурчаклар ўлчанган бўлса,} \\ \alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n - 180^\circ. \quad (9.14)$$

Бу ерда β_n – кейинги тузатилган чап бурчак.

Мисолимизда олинган полигон учун йўл бўйича ўнг томондаги бурчаклар ўлчанганини ҳамда (9.13) ифодани ҳисобга олиб, қуйидаги формулалардан фойдаланилди:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3 \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \alpha_7 &= \alpha_6 + 180^\circ - \beta_7 \\ \alpha_1 &= \alpha_7 + 180^\circ - \beta_1 \end{aligned} \right\}$$

Ушбу тенгламаларни кетма-кет бир-бирига қўйиб қуйидагини топамиз:

$$\alpha_1 = \alpha_1 + 7 \cdot 180^\circ - \sum_1^7 \beta.$$

Ўлчанган n бурчаклар учун бу тенгламани қуйидагича ёзамиз:

$$\alpha_1 = \alpha_1 + n \cdot 180^\circ - \sum_1^n \beta.$$

Бундан β бурчаклар тенгланганини ҳисобга олинса, (9.9) формулага асосан қуйидаги тенглик келиб чиқади:

$$\alpha_1 = \alpha_1,$$

яъни ёпиқ полигонда бошланғич дирекцион бурчак ва томонлар орасидаги тенгланган бурчаклар орқали кетма-кет қолган томонларнинг дирекцион бурчаклари ҳисоблаб борилса, охирида бошланғич томоннинг дирекцион бурчаги такроран келиб чиқади. Бу эса дирекцион бурчакларни ҳисоблашнинг назорати бўлиб хизмат қилади.

Юкоридаги 9.4-расмда берилган B ва A геодезик пунктлар координаталаридан (9.5) формула бўйича BA томон дирекцион бурчаги $\alpha_{BA} = 227^\circ 08'$ топилиб, боғлаш чап бурчаги қиймати $\beta'_A = 29^\circ 08'$ ва (9.14) формула орқали полигон бошланғич томони $A-1$ нинг дирекцион бурчаги α_{A-1} ни қуйидагича топамиз:

$$\alpha_{A-1} = \alpha_{BA} + \beta'_A - 180^\circ = 227^\circ 08' + 29^\circ 08' - 180^\circ = 76^\circ 16'.$$

Полигон кейинги томонларининг дирекцион бурчакларини, ўнг бурчаклар ўлчанганини ҳисобга олиб, қуйидагича топамиз:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{A-1} + 180^\circ - \beta_1 = 76^\circ 16' + 180^\circ - 97^\circ 56' = 158^\circ 20';$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2 = 158^\circ 20' + 180^\circ - 174^\circ 27' = 163^\circ 53'$$

ва ҳоказо. Назорат ҳисоблаш:

$$\alpha_{A-1} = \alpha_{6-A} + 180^\circ - \beta_A = 24^\circ 36' + 180^\circ - 128^\circ 20' = 76^\circ 16'.$$

Демак, ҳисоблашлар тўғри.

Ҳисобланган дирекцион бурчаклар 9.3-жадвалнинг 4-устунига ёзилади. Ҳисоблаш ишлари тригонометрик функцияли калькуляторда бажарилса, бурчаклар қийматининг минут қисми ҳам градусда ифодаланиб ёзилиши керак. Масалан, $145^\circ 15' = 145^\circ + (15:60) = 145,25^\circ$.

Оддий калькуляторда ҳисоблаш ишларини бажариш учун тригонометрик функциялар жадвали ёки махсус ишлаб чиқилган «координаталар орттирмаси жадвали»дан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун ҳамма бурчаклар градус ҳамда минутларда ҳисобланиши керак ва қўшимча координаталар ҳисоблаш қайдномаининг 5-устуни «Румблар» ҳам тўлдирилиши керак. Полигон ҳар бир томонининг дирекцион бурчаги бўйича румб номи ва унинг қиймати (2.3-жадвал)даги формулалар орқали ҳисобланиб, жадвалнинг 5-устунига ёзилади.

Жадвалнинг 6-устунига бурчак ўлчаш журналидан томонлар узунлигининг ўртача қийматлари кўчириб ёзилади. Бунда полигоннинг қайси томони қия чизиқ бўлиб, унинг оғиш бурчаги ўлчанган бўлса, (7.8) формула бўйича тузатма ҳисобланади ва у чизиқ узунлигига киритилиб, натижа жадвалнинг 6-устунига ёзилади. Бизнинг мисолимизда полигоннинг 1 – 2 томони узунлиги $D = 255,49$ м, оғиш бурчаги $\nu = 4^{\circ}17'$ бўйича ҳисобланган тузатма $\Delta D = 0,71$ м бўлгани учун чизиқнинг горизонтал қуйилиши $d = D - \Delta D = 255,49 - 0,71 = 254,78$ м га тенг бўлади.

Координата орттирмаларини ҳисоблаш. Координата орттирмалари юқорида келтирилган (9.2) формула билан ҳисобланади. Олинган мисолда полигоннинг 1 – 2 томони учун 9.3-жадвалнинг 4 ва 6-устунларидан α ва d қийматларини олиб топамиз:

$$\Delta x = d \cos \alpha = 254,78 \cdot \cos 158^{\circ}20' = -236,78 \text{ м,}$$

$$\Delta y = d \sin \alpha = 254,78 \cdot \sin 158^{\circ}20' = +94,06 \text{ м.}$$

Ҳисобланган орттирмалар жадвалнинг 7 ва 8-устунларига ёзилади. Худди шу тартибда полигоннинг қолган томонлари учун ҳам координата орттирмалари ҳисоблаб топилади.

Координата орттирмаларининг хатосини аниқлаш ва уларни тенглаш. Ёпиқ полигонда координата орттирмаларининг алгебраик йиғиндиси назарий жиҳатдан нолга тенг бўлиши керак, яъни:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= 0 \\ \sum_1^n \Delta y_n &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (9.15)$$

Амалда эса бурчак ва томонлар узунлигини ўлчашда йўл қўйилган айрим хатолар таъсири натижасида (9.15) формула шarti бажарилмайди, яъни

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_a &\neq 0 \\ \sum_1^n \Delta y_a &\neq 0 \end{aligned} \right\} \quad (9.16)$$

Шуни ҳисобга олиб, координата орттирмалари хатоси учун ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned} \right\} \quad (9.17)$$

Бу ерда $\sum_1^n \Delta x_a$ ва $\sum_1^n \Delta y_a$ – координата орттирмаларининг амалий йигиндиси (9.3-жадвал 7 ва 8-устунларининг тегишли алгебраик йигиндиси). (9.16) формула ҳисобга олинса, (9.17) куйидаги кўринишга келади:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a \end{aligned} \right\} \quad (9.18)$$

Ёлпк полигон нукталарининг координаталарини хисоблаш қайдномаси

9.3-жадвал

№	Ички бурчларлар (°М)		Дирекцион бурчлар	Ғумб	Ўрта қисми қисми (м)	Орта қисми (м)						Қўшилмалар	
	Ўлчанган	Тузатилган				±	±	±	±	±	±	±	±
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
B		$\beta a - 29^{\circ}08'$		$227^{\circ}08'$	-	-	-	-	-	-	-	-	
A	$128^{\circ}20'$		$128^{\circ}20'$				-0,10						+ 4100,00
	+0,5'		$76^{\circ}16'$		ШШК $76^{\circ}16'$	221,28	+ 52,55	+ 214,95	+ 52,45	+ 214,95			+ 4152,45
1	$97^{\circ}55,5'$		$97^{\circ}56'$		ЖШК $21^{\circ}40'$	254,78	- 0,12	+ 94,06	- 236,90	+ 94,06			+ 3915,55
2	$174^{\circ}26,5'$		$174^{\circ}27'$		ЖШК $16^{\circ}07'$	165,92	- 0,08	+ 46,04	- 159,48	+ 46,04			+ 3756,07
3	$107^{\circ}00'$		$107^{\circ}00'$		ЖШК $16^{\circ}07'$	165,92	- 0,10	+ 46,04	- 159,48	+ 46,04			+ 3756,07
	+0,5'		$236^{\circ}53'$		ЖҒ $56^{\circ}53'$	201,91	- 110,31	- 169,11	- 110,41	- 169,11			+ 3645,66
4	$156^{\circ}31,5'$		$156^{\circ}32'$		ЖҒ $56^{\circ}53'$	201,91	- 0,12	- 255,59	- 43,54	- 255,59			+ 3602,12
5	$104^{\circ}47'$		$104^{\circ}47'$		ЖҒ $80^{\circ}21'$	259,25	- 0,09	- 78,99	+ 173,81	- 78,99			+ 3775,93
	+0,5'		$335^{\circ}34'$		ШҒ $24^{\circ}26'$	191,00	+ 173,90	- 78,99	+ 173,81	- 78,99			+ 4100,00
6	$130^{\circ}57,5'$		$130^{\circ}58'$		ШШК $24^{\circ}36'$	356,60	- 0,18	+ 0,01	+ 324,07	+ 148,64			+ 2500,00
A							+ 324,25	+ 148,63	+ 324,07	+ 148,64			+ 4100,00
													+ 2500,00

$$\sum d = 1650,74$$

$$\sum \beta a = 839^{\circ}58'$$

$$\sum \beta b = 900^{\circ}00'$$

$$\sum \beta c = 0,2$$

$$\sum \beta_n = 180^{\circ}(n-2) = 180^{\circ}(7-2) = 900^{\circ}00'$$

$$\sum \beta_n = \pm 1\sqrt{n} = \pm 1\sqrt{7} = \pm 02,6$$

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{(0,79)^2 + (0,01)^2} = 0,79 \text{ м}$$

$$\frac{fd}{\sum d} = \frac{0,79}{1651} = \frac{1}{2089} \approx \frac{1}{2000}$$

Олинган мисолимизда ушбу формула бўйича ҳисобланган fx ва fy қийматлари қайдноманинг остига ёзилган. Ҳисобланган ортгирмалар боғланмаслик қиймати йўл қўярли ёки йўқлиги текширилади. Бунинг учун ҳисобланган fx ва fy лар бўйича полигон периметридаги боғланмаслик абсолют қиймати ҳисобланган fd қуйидаги формуладан топилади:

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2}. \quad (9.19)$$

Абсолют боғланмасликнинг полигон периметрига нисбати $fd : \sum_1^n d$ периметрдаги **нисбий боғланмаслик** дейилади. Кўпинча нисбий боғланмаслик сурати бирга тенг оддий каср билан ифодаланadi:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \leq \frac{1}{N}. \quad (9.20)$$

Бунда $N = \sum_1^n d : fd$ бўлади.

Периметрдаги нисбий боғланмаслик қиймати томонлар узунлигини ўлчаш шароити яхши (қулай) бўлганда қуйидаги шартни таъминлаши керак:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \leq \frac{1}{2000}. \quad (9.21)$$

Бу қиймат ўртача ўлчаш шароити учун 1:1 500 ва ноқулай шароит учун эса 1:1 000 дан ошмаслиги керак.

Бизнинг мисолимизда $fx = +0,79$ м ва $fy = -0,01$ м бўлгани учун (9.19) формуладан $fd = 0,79$ м бўлади.

Полигон периметрини 9.3-жадвалнинг 6-устунидаги ҳамма қийматларни қўшиб топамиз: $\sum_1^n d = 1650,74$ м.

Шунда (9.21) формулага кўра аниқлаймиз:

$$\frac{0,79}{1651} = \frac{1}{2089}, \quad \frac{1}{2089} < \frac{1}{2000}.$$

Демак, ортгирмалар боғланмаслик қиймати бизнинг мисолимизда йўл қўярли чегарада экан. Агар ушбу шарт (9.21) бажарилмаса, боғланмаслик хатоси орқали $tga = fy : fx$ формуладан дирекцион бурчак топилади, ва унга яқин дирекцион бурчакли полигон томони учун ҳисоблашлар текширилади, бўлмаса томон узунлиги жойда қайта ўлчанади.

Юқоридаги мисолда fx ва fy қийматлари координата орттирмаларига томонлар узунлигига пропорционал равишда тескари ишора билан тузатма қилиб берилади. Тузатмалар қуйидагича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} v_{\Delta x_i} &= \frac{-fx}{\sum_1^n a} d_i \\ v_{\Delta y_i} &= \frac{-fy}{\sum_1^n a} d_i \end{aligned} \right\} \quad (9.22)$$

Бу ерда d_i – тузатма бериладиган томоннинг узунлиги.

Ҳисобланган тузатмалар қийматининг каср қисмини икки хонагача (сантиметргача) яхлитлаб, тегишли орттирма қиймати устига ёзилади (7 ва 8-устунларга қаралсин).

Тузатмалар тўғри ҳисоблаб тарқатилган бўлса, ушбу шарт тузатмалар йиғиндисининг боғланмаслик хатоларига тескари ишора билан тенг бўлиши, бажарилиши керак:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n v_{\Delta x} &= -fx \\ \sum_1^n v_{\Delta y} &= -fy \end{aligned} \right\} \quad (9.23)$$

Ҳар бир тузатма тегишли орттирма қийматига алгебраик қўшилиб натижа 9.3-жадвалнинг 9 ва 10-устунларига ёзилади. Тузатилган орттирмаларнинг йиғиндиси ёпиқ полигон учун нолга тенг бўлиши керак.

Шундан кейин бошланғич нуқтанинг берилган координаталари ва тузатилган орттирмалар қиймати орқали (9.1) формула бўйича нуқталар координаталари ҳисобланади, яъни:

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y \end{aligned} \right\} \quad (9.24)$$

Бу ерда i – полигон нуқталарининг тартиб рақами: 1, 2, 3, ... n .

Ёпиқ полигонда нуқталар координатаси кетма-кет ҳисоблаб борилганда охирида бошланғич нуқта координаталари такроран келиб чиқади. Бу эса ҳисоблашлар текшируви бўлади.

Олинган мисолимизда A нуқтанинг координаталари такроран келиб чиқиши жадвалнинг 11 ва 12-устунларида кўрсатилган.

Очиқ полигон (диагонал йўл) нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш. Очиқ полигон теодолит

Йўлида бурчак ва координата орттирмаларини тенглаш ёпиқ полигондаги каби бажарилса-да, боғланмасликларни ҳисоблаш ўзига хос хусусиятга эга. Ҳисоблаш ишлари куйидаги тартибда бажарилади:

Очк полигон (диагонал йул) нукталарининг координаталарини хисоблаш кайдномаси

9.4-жадвал

№	Ички бурчаклар (унг)		Дирекцион бурчаклар	Ҳумб	Полигон горизонтал куйилиши (м)	Орттирмалар (м)						Координаталар (м)		
	Учлар-гани	Тузати-гани				Хисоблангани			Тузатилгани			x	y	z
						± Δx	± Δy	± Δz	± Δx	± Δy	± Δz			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1			158°20'											
2	88°42.5'	88°42'	249°38'	Ж.Ғ.69°38'	144,26	+0,08	-0,06			+ 3915,55	+ 2809,01			
7	124°12'	124°12'				- 50,20	- 135,24	- 50,12	- 135,30	+ 3865,43	+ 2673,71			
8	258°55'	258°55'	305°26'	Ш.Ғ.54°34'	159,50	+0,09	-0,08							
	-0.5'		226°31'	Ж.Ғ.46°31'	264,85	92,48	- 129,95	+ 92,57	- 130,03	+ 3958,00	+ 2543,68			
6	21°55.5'	21°55'	24°36'			+0,18	-0,15							
						- 182,25	- 192,17	- 182,07	- 192,32	+ 3775,93	+ 2351,36			
A														

$$\sum \beta_{\alpha} = 493^{\circ}45'$$

$$\sum \beta_{\alpha} = 493^{\circ}44'$$

$$\beta = +0,1'$$

$$\sum d = 568,61$$

$$\sum \Delta x_n = -139,97 \quad \sum \Delta y_n = -457,36$$

$$\sum \Delta x_n = (-139,62) \quad \sum \Delta y_n = (-457,65)$$

$$\bar{f}_x = -0,35 \text{ м} \quad \bar{f}_y = +0,29 \text{ м}$$

$$\sum \beta_n = \alpha_6 + 180^{\circ} \cdot n - \alpha_{\alpha} =$$

$$158^{\circ}20' + 180^{\circ} \cdot 4 - 24^{\circ}36' = 493^{\circ}44'$$

$$\sum \beta_n = \pm 2\sqrt{n} = \pm 2\sqrt{4} = \pm 04'$$

$$\sum \Delta x_n = 3775,93 - 3915,55 = 139,62 \text{ м}$$

$$\sum \Delta y_n = 2351,26 - 2809,01 = -457,65 \text{ м}$$

$$fd = \sqrt{(0,35)^2 + (0,29)^2} \approx 0,45 \text{ м}$$

$$\frac{fd}{\sum d} = \frac{0,45}{569} = \frac{1}{1264} < \frac{1}{1000}$$

1. 9.4-жадвалнинг 1-устунига полигон нуқталарининг тартиб рақами, йўлнинг бошланғич ва охириги учи таянч нуқталари билан бирга ёзилади. Мисолда 2 ва 6-нуқталар йўлнинг бошланғич ва охириги учининг таянч нуқталари ҳисобланади (9.4-расм). 1 – 2 ва 6 – А томонларнинг дирекцион бурчаклари (α_6 ва $\alpha_{ох}$) ҳамда 2 ва 6- нуқталарнинг координаталари (x_6, y_6 ва $x_{ох}, y_{ох}$) 9.3-жадвалдан олиниб, бошланғич қийматлар сифатида 9.4-жадвалга ёзилган.

2. Жадвалнинг 2-устунига йўл бўйича ўлчанган бурчаклар дала ўлчаш журналидан олиб ёзилади ва уларнинг йиғиндиси $\sum_1^n \beta_a$ топилади.

3. «Дирекцион бурчаклар» устунига (4-устун) бошланғич 1-2 ва охириги 6 – А томонлар дирекцион бурчаклари α_6 ва $\alpha_{ох}$ 9.3-жадвалнинг 4-устунидан олиб ёзилади.

4. Бурчаклар хатоси (9.8) формула бўйича ҳисобланади. Лекин бунда $\sum_1^n \beta_n$ – бурчакларнинг назарий қиймати куйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_6 + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ох}. \quad (9.25)$$

Бу ерда α_6 ва $\alpha_{ох}$ – йўлнинг бошланғич ва охириги томонларининг берилган дирекцион бурчаклари; n – йўлда ўлчанган бурчаклар сони.

(9.25) формула йўл бўйича ўнг бурчаклар ўлчанган вақтда ишлатилади. Агар чап томондаги бурчаклар ўлчанган бўлса, формула куйидагича бўлади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_{ох} + n \cdot 180^\circ - \alpha_6. \quad (9.26)$$

Ушбу мисолда йўлда ўнг бурчаклар ўлчанганлиги учун бурчакларнинг назарий йиғиндиси (9.25) формула бўйича ҳисобланади. Бу формулага куйиладиган қийматлар 9.4-жадвалнинг 4-устунидан олинади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_6 + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ох} = 158^\circ 20' + 4 \cdot 180^\circ - 24^\circ 36' = 853^\circ 44'.$$

(9.25) ва (9.26) формулалари билан ҳисобланган натижаларда ортиқча 360° (битта давр) пайдо бўлиши мумкин ва бунда натижадан 360° айириб ташланиши керак

бўлади. Шунга кўра, мисолдаги бурчаклар назарий йиғиндисини топамиз:

$$\sum_1^n \beta_n = 853^\circ 44' - 360^\circ 00' = 493^\circ 44'.$$

Шунда бурчаклар боғланмаслик қиймати (9.8) формула бўйича куйидагига тенг бўлади:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n = 493^\circ 45' - 493^\circ 44' = +01'.$$

Чекли хато диагональ йўл учун куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$f\beta_{\text{чек}} = \pm 2' \sqrt{n} = \pm 2' \sqrt{4} = \pm 4'.$$

Бу ерда n – ўлчанган бурчаклар сони.

Ҳисобланган хато чеки қийматини ўлчанган бурчаклар хатоси билан солиштириб, мисолда ўлчаш хатоси йўл кўйиладиган чегарада эканлигини кўраимиз.

Бурчаклар хатоси ёпик полигондагига ўхшаш тарқатилади ва бурчаклар қиймати тузатилиб, 3-устунга ёзилади.

5. Томонлар дирекцион ва румб бурчаклари ёпик полигондаги каби ҳисобланади. Дирекцион бурчаклар тўғри ҳисобланганлигининг исботи бўлиб, охириги томоннинг олдиндан маълум бўлган дирекцион бурчагини такроран келиб чиқиши хизмат қилади (бу мисолда 4-устундаги $b - A$ томонининг дирекцион бурчаги $24^\circ 36'$).

6. Томонларнинг узунлиги ўлчаш журналидан олиниб, 6-устунга ёзилади. Бунда қия чизиқлар ўлчанган бўлса, уларнинг горизонтал куйилиши ҳисоблаб олинади.

7. Йўл томонларининг орттирмаси ёпик полигонга ўхшаш (9.3) формулалар билан ҳисобланади ва 7, 8-устунларга ёзилади.

8. Орттирмалар боғланмаслиги очиқ полигонда куйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned} \right\} \quad (9.27)$$

Бу ерда $\sum_1^n \Delta x_n$ ва $\sum_1^n \Delta y_n$ – орттирмалар назарий йиғиндисини бўлиб, куйидаги формулалардан топилади:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= x_{\text{ох}} - x_6 \\ \sum_1^n \Delta y_n &= y_{\text{ох}} - y_6 \end{aligned} \right\} \quad (9.28)$$

Бу ерда x_6 , y_6 ва $x_{\text{ох}}$, $y_{\text{ох}}$ – йўл бошланғич ва охириги таянч нуқталарининг координаталари.

Бизнинг мисолимизда 2 ва 6-нуқталар таянч нуқталар бўлиб, координаталари 9.3-жадвалининг 11 ва 12-устунларидан олиниб, 9.4-жадвалнинг тегишли устунларига ёзилади.

Юқоридаги (9.27) ва (9.28) формулалардан фойдаланиб 9.4-жадвал маълумотлари асосида fx , fy , fd ва $fd: \sum_1^n d$ қийматлар ҳисобланиб жадвалнинг остида келтирилган.

Диагонал йўлда асосий (ёпиқ) теодолит йўли нуқталари орасида ўтказилганлиги учун унда йўл қўйилган хатолар таъсирида орттирмалар боғланмаслигининг мутлақ қиймати бир мунча каттароқ бўлади ва унинг нисбий қиймати $fd: \sum_1^n d \leq 1:1000$ шартни қаноатлантириши керак. Бизнинг мисолимизда у $1:1260 < 1:1000$ бўлгани учун (ҳисоблаш 9.4-жадвал остида келтирилган) орттирмалар хатоси йўл қўярли чегарада эканлиги тасдиқланди. Орттирмаларни боғлаш худди ёпиқ полигонга ўхшаш бажарилади. Боғланган (тузатилган) орттирмалар ва бошланғич нуқтанинг (мисолимизда 2-нуқта) координаталари бўйича кейинги нуқталарнинг координаталари ёпиқ полигонга ўхшаш кетма-кет ҳисоблаб чиқилади. Ҳисоблашлар охирида йўл охириги таянч нуқтасининг берилган координаталари келиб чиқиши керак. Олинган мисолда диагонал йўлнинг охириги таянч нуқтаси 9.3-жадвалдан олинган 6-нуқта бўлиб, унинг координаталари 9.4-жадвалда қуйидагича ҳисобланади (9.4-расмга асосан):

$$x_6 = x_8 + \Delta x = 3957,88 - 182,10 = 3775,93\text{м};$$

$$y_6 = y_8 + \Delta y = 2543,71 - 192,35 = 2351,36\text{м}.$$

Бу эса ҳисоблаш тўғри эканлигини билдиради. Ҳисобланган координаталар 9.4-жадвалнинг 11 ва 12-устунларига ёзилади.

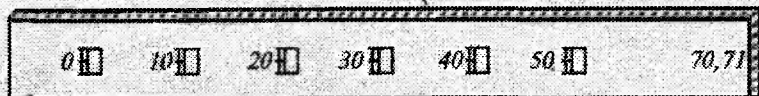
9.6. Теодолит съёмкаси планини координаталар бўйича тузиш ва расмийлаштириш

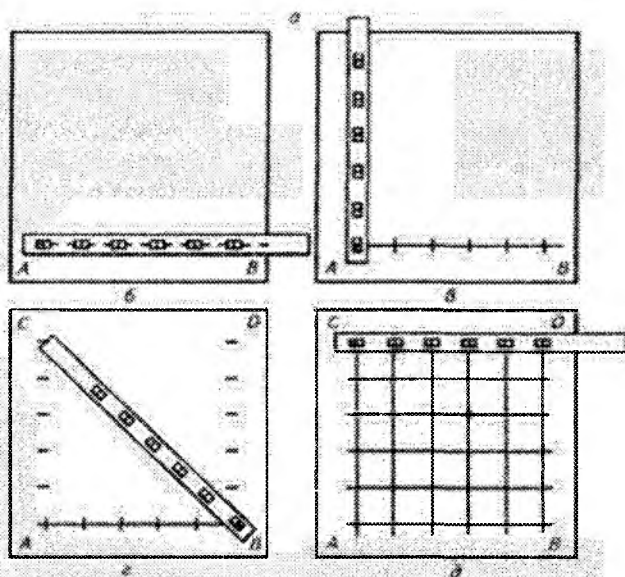
Полигоннинг шимолдан жанубга қараб катталиги нуқталар абсциссасининг энг катта ва энг кичик қийматлари айирмаси, ғарбдан шарққа эса ординаталар энг катта ва энг кичик қийматларининг айирмаси билан белгиланади. Уларни план масштабига келтириб, сантиметрда ҳисобласак, план чизиладиган қоғоз варағининг ўлчамини аниқлаган бўламиз.

Ҳисоблаш асосида танлаб олинган ватман қоғозида томонлари 10×10 см бўлган квадрат катаклар ясалади. Бу иш махсус металл чизгич – Дробышев чизгичи ёки ЛБЛ чизгичи ёрдамида бажарилади. Улар бўлмаган тақдирда квадрат катакларни кағтароқ узунликдаги оддий чизгич, кўндаланг масштаб ва циркуллардан фойдаланиб яшаш мумкин.

Дробышев чизгичи металдан ясалган, унинг ўрта қисмида 6 та тўғри бурчакли тешиклар жойлашган бўлиб, улар ҳар бирининг чап қирраси, чизгичнинг узунасига битта ён қирраси ва охириги учи қирраси йўнилган бўлади (9.5-а расм). Биринчи тешик йўниғида перпендикуляр йўналишда штрих чизилган бўлиб, у 0 билан белгиланган. Қолган тешикларнинг йўнилган қирралари нолдан ҳисоблаганда, 10, 20, ..., 50 см ва чизгич охириги учи йўнилган қирраси эса 70,71 см ёзувлар билан белгиланган. Бундай чизгичдан фойдаланиш принципи катетлари 50 см, гипотенузаси эса 70,71 см га тенг тўғри бурчакли учбурчакни яшашга ($50^2 + 50^2 = 70,71^2$) асосланган.

Йўнилган қирри





9.5-расм.

Ушбу чизгич ёрдамида қоғозда квадрат катакларни яшаш тартибини кўриб чиқамиз. Бунда дастлаб қоғознинг пастки қиррасига Дробышев чизгичи параллел қилиб қўйилади ва йўнилган қирраси бўйлаб AB чизиқ ўтказилади. Ушбу чизиққа чизгични қўйиб, унинг 0 штрихи учини A нуқта билан туташтирадilar ва Дробышев чизгичининг тешиклари йўнилган қирраси бўйича қалам билан ингичка қилиб чизиқчалар чизилади (9.5-б расм). Сўнгра чизгични AB чизиққа перпендикуляр қилиб қўйиб, чизгичининг 0 штрихи учини A нуқта билан туташтирадilar ва тешиклар йўнилган қирраси бўйича қалам билан ингичка қилиб яна чизиқчалар чизилади (9.5-в расм). Энди чизгичининг 0 штрихи учини B нуқта билан туташтириб (9.5-г расм) чизгичнинг йўнилган учи билан диагональ бўйлаб C ёй кесиштирилади ва квадратнинг юқори чап томон учи ҳосил қилинади. Айнан шу тарзда квадратнинг юқори ўнг томон учи D ҳосил қилинади. Назорат учун чизгичининг 0 штрихи учини C нуқта билан туташтириб олтинчи тешикчанинг йўнилган қирраси D нуқта

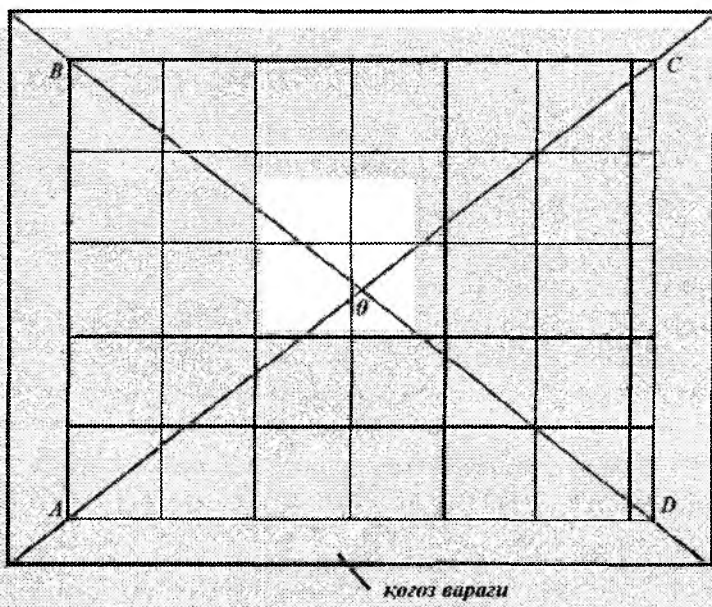
билан туташтириш ёки туташмаслиги (9.5-д расм) текшириб кўрилади. Туташмаслик қиймати 0,2 мм дан ошмаслиги керак. Агар туташган бўлса, унда квадратнинг тўрт томони чизғичнинг тешикчалари орқали 10 см ли бўлақларга бўлиб чиқилади ва қарама-қарши томонларда ҳосил бўлган нуқталар чизғичнинг йўнилган қирраси билан туташтирилиб чизиқлар чизилади ва квадрат катакларни тўри ҳосил қилинади. Квадратларнинг ўзаро тенглигини текшириш учун улардан бирининг диагонали циркуль билан олиниб, қолганларининг диагонали бўйича қўйиб чиқилганда улар тенг бўлиши ёки уларнинг фарқи 0,2 мм дан ошмаслиги керак.

Бундай махсус чизғич қўл остида бўлмаса, оддий йўл билан квадрат катаклар тўрини ҳосил қилиши мумкин. Бунинг учун олинган қоғоз варағининг қарама-қарши бурчакларидан оддий чизғич билан диагонал чизиқлар ўтказилади. Уларнинг кесишган нуқтаси 0 дан бошлаб тўртта бурчакларга қараб қабул қилинган узунликдаги кесимлар қўйиб чиқилади ва A , B , C ва D нуқталари топилади (9.6-расм). Бу нуқталарни туташтириб, тўғри бурчакли тўртбурчак ҳосил қилинади. A нуқтадан B нуқтага қараб кўндаланг масштабдан циркуль ёрдамида аниқ ўлчаб олинган 10 см га тенг кесим кетма-кет қўйиб чиқилиб, нуқталар белгиланади (9.6-расм).

Сўнгра циркулда олинган ўша 10 см ли кесим A нуқтадан бошлаб D нуқтага қараб бирин-кетин қўйилиб, нуқталар белгиланади. Худди шу тарзда DC томон D нуқтадан, BC томон эса B нуқтадан бошлаб олдингидай кесимларга бўлинади. Қарама-қарши томонлардаги тенг нуқталардан чизиқлар ўтказилиб, 10×10 см бўлган квадрат катаклар ҳосил қилинади. Уларнинг тенглигини текшириш юқоридаги каби бажарилади.

Квадрат катаклар тўри ясаб бўлинган, чизилдиган план масштаби ва теодолит полигонали нуқталарининг координаталари қийматидан келиб чиқиб, квадрат катаклар тўри координата қийматлари билан белгилаб чиқилади. Бизнинг мисолимизда теодолит полигонали нуқталарининг 9.3-жадвалдаги x ва y қийматларига қараб 1:2 000 масштаб учун

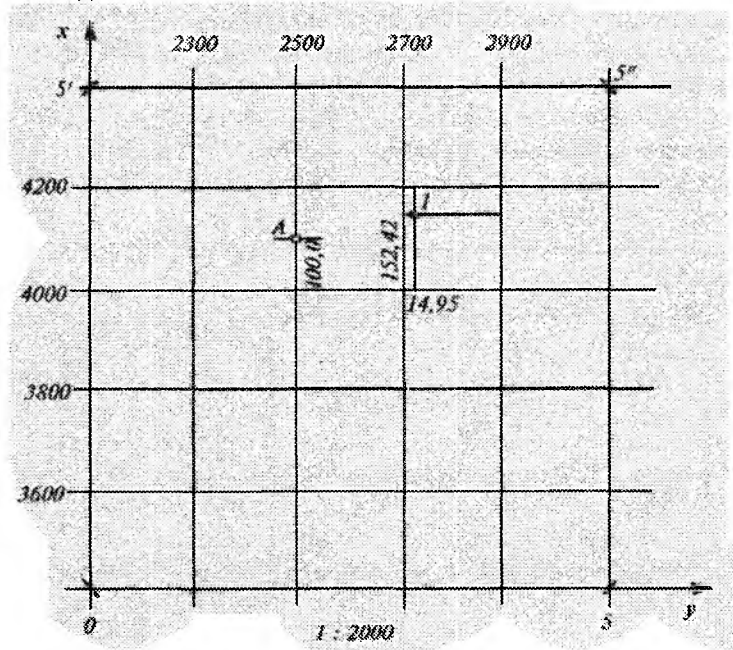
9.6-расмдаги координаталар тўри сонлар билан ёзиб чиқилган. Полигон нуқталарини координаталари бўйича планга тушириш бошланғич нуқта (9.3-жадвалда A нуқта)дан бошланади. Бунинг учун ушбу нуқта координаталарининг ишораси ва қийматига қараб нуқта жойлашадиган квадрат аниқланади. A нуқтасининг координаталари $x = +4100,00$ м ва $y = +2500,00$ м бўлгани учун нуқта жойлашадиган квадратнинг пастки чап учи нуқтасининг координаталари $x = +4000$ ва $y = +2500$ м бўлади. Демак, ундан бошлаб шимолга $4100 + 4000 = 100$ м, шарққа $2500 - 2500 = 0$ м масштабда ўлчаб қўйилса, A нуқтанинг ўрни топилади (9.7-расм).



9.6-расм.

Координаталари $x = +4152,42$ м ва $y = +2714,95$ м бўлган 1-нуқта (9.3-жадвал) пастки чап учи координаталари $x = 4000$ м ва $y = +2700$ м га тенг квадратда жойлашади. Ундан юқорига (шимолга) $4152,42 - 4000 = 152,42$ м ва ўнг томонга (шарққа) $2714,95 - 2700 = 14,95$ м ни план

масштабида ўлчаб қўйиб (9.7-рasm) топилган нуқталардан квадрат томонларига параллел чизиклар чизилса, уларнинг кесишишидан 1-нуқтанинг пландаги ўрни ҳосил бўлади. Полигон қолган нуқталарининг ўрни ҳам планда шу тартибда топилади.



9.7-рasm.

Планга нуқталар тўғри туширилганини текшириш учун бирин-кетин туширилган икки нуқта оралиғи масштабда циркуль билан ўлчаниб, қайдномадаги (9.3-жадвал) чизикнинг горизонтал қуйилиши қиймати билан солиштирилади. Агар улар бир-бирига тенг чиқса, нуқталар планга тўғри туширилган бўлади. Акс ҳолда, уларнинг ўрни планда қайта топилади.

Туширилган ҳар бир нуқта ёнига унинг тартиб рақами ёзилади. Айнан шу тарзда планга диагональ йўл нуқталари ҳам туширилади.

Пландаги теодолит йўли нуқталари чизиклар билан ўзаро туташтириб чиқилади ва планда полигон ҳосил бўлади.

Шундан кейин жойда съёмка қилинган тафсилотлар (9.2-расм) планга йўл нуқталари ва томонларидан тегишли ўлчанган қийматларни ўлчаб қўйиб туширилади. Бунда дала съёмкасида олиб борилган абрисдан фойдаланилади.

Перпендикулярлар усули билан съёмка қилинган тафсилот нуқталари планга циркуль, чизгичлар (оддий ва учбурчак) ҳамда кўндаланг масштаб ёрдамида туширилади. Перпендикулярлар узунлиги ва уларнинг асосигача ўлчанган масофаларни учбурчак ва оддий чизгичлар ёрдамида кўндаланг масштаб ва циркуль ёрдамида ўлчаб қўйиб, тафсилот нуқталари планга туширилади.

Кутбий координаталар усулида съёмка қилинган нуқталарни транспортир, циркуль ва кўндаланг масштаб ёрдамида ўлчаб қўйилади.

Ўлчанган кутбий бурчакларни қоғозда яшаш учун транспортир маркази теодолит ўрнатилган нуқтага, унинг ноль диаметри эса жойда бошланғич йўналиш қилиб олинган томон билан туташтириб олинади. Ҳар бир туширилган бурчакни чегараловчи йўналиш бўйича теодолит ўрнатилган нуқтадан бошлаб тегишли масофалар масштабда қўйилиб топилган нуқталар бўйича тафсилот чегараси чизиб кўрсатилади.

Бурчак кесиптириш усули билан съёмка қилинган нуқталарни планга транспортир ва чизгич ёрдамида туширилади. Бунда бурчаклар қайси томондан бошлаб ўлчанган бўлса, транспортир билан ўша томондан ўлчаб қўйилади.

Теодолит съёмка планини расмийлаштириш. Жойдаги барча предметлар ва тафсилотларни планга тушириб бўлгандан кейин уни шу масштабга тегишли шартли белгилар билан ишлаб чиқилади. Бунинг учун махсус адабиёт (Условные топографические знаки для масштабов 1:500, 1:1 000, 1:2 000 и 1:5 000)дан фойдаланади.

Полигон учлари диаметри 1,5мм доирача билан кўрсатилади, доирача сиртига уни марказидан ўтувчи 0,5 мм икки горизонтал ва иккита вертикал штрихлар чизилади.

Полигон томонлари, тафсилотларни (контурларни) чегара чизиқлари қора туш билан ингичка (0,1 мм) қилиб кўрсатилади.

Дарё, кўл, канал ўринлари оч ҳаворанг бўёқда бўялади, четлари эса яшил рангда ингичка (0,1 мм) қилиб кўрсатилади. оким йўналиши мил билан қора тушда кўрсатилади ва дарёнинг номи ёзилади.

Экинлар ўрни ўзига хос шартли белгиларига мувофиқлаштириб кўрсатилади. Рамка учун ички ва ташқи чизмалар чизилади. Ички рамка сифатида кўпинча квадрат катакларнинг четки чизиғи қабул қилинади. Бундан қоғоз қирғоғига қараб 12,8 мм ўлчаниб, йўғонлиги 1,2 мм бўлган ташқи чизиқ чизилади. Рамка чизиқлари ва бурчакларидаги ёзувлар қора тушда чизилади ва ёзилади. Рамка ташқи қисмининг тепасига жой ва ташкилот номлари ёзилади. Рамканинг тагида эса (ўртада) сонли масштаб ёзилиб, унинг тагига 1 см даги қиймати кўрсатилади.

Назорат саволлари:

1. Теодолит йўли нима ва у қандай шаклларда қурилади?

2. Теодолит йўлида горизонтал бурчаклар қандай ўлчанади?

3. Теодолит йўли томонларининг узунлиги қандай ўлчанади?

4. Тўғли геодезик масаланинг моҳияти нимадан иборат?

5. Ёпиқ теодолит йўлида ўлчанган бурчаклар хатоси қандай ҳисобланади?

6. Ёпиқ ва очик полигонларда теодолит йўлидаги координаталар орттирмаларининг хатоси қандай топилади?

7. Координаталар орттирмалари ҳисобланган хатолик орқали қандай тuzатилади?

8. Теодолит йўли нуқталарининг координаталари қандай ҳисобланади?

ЮЗАНИ ҲИСОБЛАШ

10.1. Умумий маълумотлар

Ер майдонларидан фойдаланишига оид турли лойиҳаларини тузишда, уларнинг табиий бойлигини ўрганишда, ерларни ҳисобга олиш ва йўқлама қилишда, ер мулкига эгалик қилишни изоҳладиган ер участкасига далолатнома тузишда ва бошқа ҳолатларда ер майдонлари юзаларини аниқлаш талаб қилинади.

Унча катта бўлмаган ер участкалари юзаларини аниқлашда инглиз ўлчаш системасида фут^2 ёки дюйм^2 , м^2 бирликлари қўлланилади, катта ер участкалари эса акр ёки гектарда аниқланади. Метрик ўлчаш системасида асосан м^2 ва гектар бирликлардан фойдаланадилар.

Ер бўлақларининг хўжалик аҳамиятига, уларнинг шаклига, катта-кичиклигига, геодезик ўлчашларнинг аниқлиги ва усулларига, ўлчашда ишлатиладиган асбоблар, план ва карталарнинг мавжудлиги ва керакли маълумотларнинг бор-йўқлигига қараб юзани ҳисоблашнинг қуйидаги усуллари қўлланилади:

1. Аналитик усул – юза жойда ўлчанган чизиклар ва бурчаклар орқали геометрия, тригонометрия ва аналитик геометрия формулалари бўйича ҳисобланади. Масалан, томорқалар, қурилиш майдончаси ер бўлақлари, якка иморат ёки иншоот билан банд майдонларни ҳисобга олиш ва ҳар хил мақсадлар учун ер бўлақларини ажратиш учун уларни оддий геометрик шаклларга – учбурчак, тўғри бурчакли тўртбурчак, айрим вақтларда трапецияга бўлиб олиб, ҳар бирининг юзаси тегишли оддий формулалар билан ҳисобланади ва уларнинг йиғиндисини олиб умумий юза топилади.

Катта майдонлар, масалан, хўжаликлар ери уларнинг чегара нуқталари координаталари бўйича ҳисобланиши қулай бўлади ва аниқ натижа беради (10.2 га қаралсин).

Аналитик усул энг аниқ усул ҳисобланади. Чунки юза ҳисоблаш аниқлигига фақат жойда чизик ва бурчак

Ўлчашларни бажаришда йўл қўйиладиган хатолар таъсир қилади ва шунинг учун унинг аниқлиги планнинг аниқлигига боғлиқ бўлмайди.

6. График усул – майдонлар юзаси план ва карталар бўйича ўлчаб аниқланган чизиклар узунлиги орқали ҳисобланади, яъни ер бўлақлари план ёки картада учбурчак, тўртбурчак ёки трапецияга бўлиниб, уларнинг асос ва баландлиги масштабдан фойдаланиб ўлчанади ва тегишли формулаларга қўйиб ҳисобланади. Палеткалар ёрдамида юза ҳисоблаш ҳам шу усулга қиради (10.3 га қаралсин).

График усулнинг аниқлиги аналитик усулга нисбатан пастроқ, чунки жойда ўлчашларни бажаришда содир бўлган хатолардан ташқари юза ҳисоблаш аниқлигига план, карталарларни тузишдаги ва юзаларни план, карталарда аниқлашдаги график хатолар ҳам таъсир қилади.

7. Механик усул – майдонлар юзаси план ёки картада махсус асбоб планиметр ёрдамида ўлчанади (10.4 га қаралсин). Ушбу усул энг кўп қўлланиб келинган бўлиб, ҳозирги кунда рақамли план ва карталарда контурлар юзаси дастурий таъминотдан фойдаланиб аниқланади. Кейинги йилларда турли типдаги электрон планиметрларнинг ишлаб чиқилиши туфайли бу усул *электрон – механик* усул деб номланади.

Юқорида кўриб ўтилган усуллар хўжаликлар, ердан фойдаланувчилар ихтиёрида бўлган ерлар юзасини ҳисоблашда, ер тузиш ва ер кадастрида, шунингдек, ердан фойдаланиш чегараларини аниқлашда, хўжаликлараро ер тузиш ишларини бажаришда, ерларни ҳисобга олиш ва бошқаларда кенг қўлланилади.

10.2. Аналитик усулда юзани аниқлаш

Жойда ўлчанган чизиклар ва бурчаклар натижалари бўйича ер бўлақлари юзасини аниқлашда геометрик ва тригонометрик формулалар қўлланилади.

Агар чизик узунлиги ва бурчаклар ер бўлагининг чегараси бўйича ўлчанган бўлса, унда унинг юзаси геометрик

шаклларга тегишли куйидаги формулалар орқали аниқлаш мумкин.

Учбурчак (10.1-а расм). Учбурчак юзасини ўлчанган икки томоннинг узунлиги S_1 ва S_2 ҳамда улар орасидаги β_2 бурчак орқали аниқлаш мумкин. 10.1-а расмдан маълумки,

$$2P = S_1 h, \quad (10.1)$$

Бу ерда $h = S_2 \sin \beta_2$.

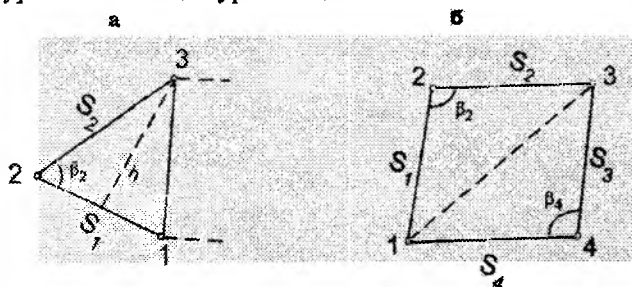
h нинг қийматини (10.1)га қўйиб,

$$2P = S_1 S_2 \sin \beta_2 \text{ ни ҳосил қиламиз.} \quad (10.2)$$

Тўртбурчак. Узунлиги маълум ўлчанган тўрт томон S_1, S_2, S_3, S_4 ва икки қарама-қарши турган бурчаклар β_1 ва β_2 қийматлар бўйича (10.1-б, расм), (10.2) формула асосида тўртбурчак шакл юзасини ҳисоблаш формуласини куйидагича ҳосил қиламиз:

$$2P = S_1 S_2 \sin \beta_2 + S_3 S_4 \sin \beta_4. \quad (6.3)$$

Агар бирон-бир ер бўлагининг чегаралари бўйича теодолит йўли ўтказилиб, бурилиш нуқталарининг координаталари топилган бўлса, унинг юзаси тегишли формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқилиши мумкин. Бу формулалар исботини 10.2-расмда келтирилган оддий бешбурчак мисолида кўриб чиқамиз.



10.1-расм.

Ушбу расмдаги полигон юзасини P билан белгилаб, уни $A-1-2-3-4-B$ билан $A-1-5-4-B$ шакллар юзасининг фарқи деб ҳисоблаб, ҳар бир шакл юзасини

асослар x ва баландликлари $y_2 - y_1$, $y_3 - y_2$ ва ҳоказодан иборат трапециялар юзalarининг йиғиндиси билан ифодалаш мумкин, яъни

$$P = \text{юза}_{A-1-2-3-4-B} - \text{юза}_{A-1-5-4-B} = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + \frac{1}{2}(x_3 + x_4)(y_4 - y_3) - \frac{1}{2}(x_4 + x_5)(y_5 - y_4) - \frac{1}{2}(x_5 + x_1)(y_1 - y_5).$$

Юқорида келтирилган ифоданинг икки охириги ҳадларидаги ишораларини ўзгартириб, қуйидагича ёзамиз:

$$2P = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + (x_3 + x_4)(y_4 - y_3) - (x_4 + x_5)(y_5 - y_4) - (x_5 + x_1)(y_1 - y_5).$$

Ҳосил қилинган ифодадан кўриш мумкинки, полигоннинг иккиланган юзаси полигон учлари нуқталари сони қанча бўлса, шунча кўпайтмалар йиғиндисига тенг. Шунда ҳар бир кўпайтманинг биринчи кўпаювчиси k ва $k + 1$ билан иккита кўшни нуқталар абсциссасини, иккинчи кўпайтурувчиси эса $k + 1$ ва k рақамлари билан ушбу нуқталарнинг ординаталари фарқини билдиради. Бу эса, ўз навбатида, ҳар қандай n бурчакли кўп бурчак учун қисқа формулани ёзишга имкон беради:

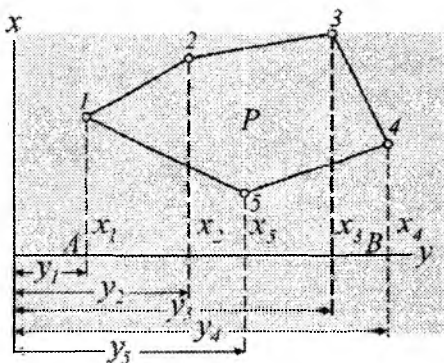
$$2P = \sum_1^n (x_k + x_{k+1})(y_{k+1} - y_k). \quad (10.2)$$

Бу формуладаги қавсларни очиб, ўзгаришларни бажариб бўлиб ва y_k ни қавсдан чиқариб (10.2) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$2P = \sum_1^n y_i (x_{i-1} + x_{i+1}). \quad (10.3)$$

Бу ерда $k = 1, 2, 3, \dots, n$ – полигон нуқталарининг тартиб рақами.

Ушбу формулага асосланиб қуйидаги таърифни бериш мумкин: *полигоннинг иккиланган юзи ҳар бир нуқта ординатасини орқадаги ва олдинги нуқталар абсциссалари айирмасига кўпайтириб, умумий йиғиндисини олишга баробардир.*



10.2-расм.

Агар полигон бурилиш нуқталари ордината ўқига проекцияланса, яна ўша 10.2-расмга асосан кўпбурчакли полигон учун қуйидагини ҳосил қилишимиз мумкин:

$$2P = \sum_1^n x_i(y_{i+1} + y_{i-1}). \quad (10.4)$$

Ушбу формулага асосланиб қуйидаги таърифни ёзиш мумкин: *полигоннинг иккиланган юзи ҳар бир нуқта абсциссасини олдинги ва орқандаги нуқталар ординаталари айирмасига кўпайтириб, умумий йиғиндисини олишга баробардир.* Ҳисоблаш ишларини текшириб бориш (10.3) ва (10.4) формулаларнинг қавс ичидаги ҳадлари орқали амалга оширилади. Ёпиқ полигон учун ушбу формулалардан қуйидагини ёзамиз:

$$\sum_1^n (x_{i-1} + x_{i+1}) = \sum_1^n (y_{i+1} + y_{i-1}) = 0. \quad (10.5)$$

Битта полигон учун (10.3) ва (10.4) бўйича ҳисобланган юза қийматлари ўзаро тенг чиқиши керак. Ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида координаталар қиймати 0,1 м гача яхлитлаб ёзилади. Ҳисоблаш махсус жадвалда микрокалькулятор ёрдамида бажарилади. Мураккаб ва кўп бурилиш нуқталаридан ташкил топган полигонлар юзи компьютерда махсус дастура асосида ҳисобланиши мумкин.

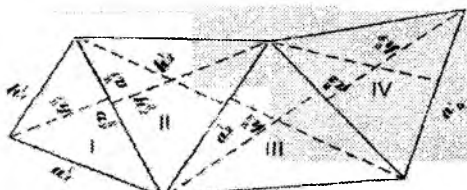
9.2-жадвалда топилган координаталар бўйича полигон юзасини ҳисоблаш 10.1-жадвалда келтирилган.

Нукта-лар т/р	Координаталар (м)		Айримлар (м)		Кунайгмалар (м)	
	x	y	$X_i - X_{i+1}$	$Y_i - Y_{i+1}$	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$
1	2	3	4	5	6	7
A	+4100,0	+2500,0	-376,6	+363,6	+1490760	-941500
1	+4152,4	+2715,0	+184,5	+309,0	+1283092	+500918
2	+3915,5	+2809,0	+396,4	+140,0	+548170	+1113488
3	+3756,0	+2855,0	+269,9	-123,1	-462364	+770564
4	+3645,6	+2685,9	+154,0	-424,6	-1547922	+413629
5	+3602,0	+2430,4	-130,2	-334,5	-1204869	-316438
6	+3775,8	+2351,4	-498,0	+69,6	+262796	-1170997
			+1004,8	+882,2	+3584818	+2798599
			-1004,8	-882,2	-3215155	-2428935
Σ			0	0	+369663	+369664
					$2P = 369664 \text{ м}^2$	
					$P = 184832 \text{ м}^2 = 18,48 \text{ га}$	

10.3. График усулда юзани аниқлаш

Бу усулнинг моҳияти шундаки, план, картада тасвирланган ер бўлаклари оддий геометрик шаклларга – кўпинча учбурчаклар ва трапеция ёки тўғри бурчакли тўртбурчакларга бўлинади. Ушбу шаклларнинг томонлар узунлиги ва бурчаклари ўлчаниб геометрия ва тригонометрия формулалари ёрдамида улар юзаси ҳисобланади ва улар бири-бирига қўшилиб ер бўлақларининг умумий юзаси аниқланади.

Ҳар бир учбурчакнинг юзаси назорат учун икки марта (ўлчанган икки асос a ва h баландликлар) бўйича ҳисобланади (10.3-расм).



10.3-расм.

График усулда юзани аниқлаш

10.2-жадвал

Учбурчакларнинг сони	Асослар, a	Баландликлар, h	Ҳисобланган юза P , га	Мутлақ хато, ΔP , га	Чекли хато $\Delta P_{\text{чек}}$, га	Уртача низо, P , га
1	2	3	4	5	6	7
	365	602	11,00			
1				0,03	0,12	10,98
	572	380	10,97			
	438	421	9,22			
2				0,03	0,12	9,24
	507	365	9,25			
	300	340	5,10			
3				0,05	0,10	5,12
	330	312	5,15			
	258	365	4,71			
4				0,06	0,09	4,68
	431	216	4,65			
						$P=29,92$ га

Шунда умумий юза учбурчаклар ҳисобланган юзасининг йиғиндисига тенг бўлади.

Учбурчакнинг юзаси маълум формулалар орқали ҳисобланади:

$$P_2 = 0,5a'h'.$$

Ҳар бир учбурчак бўйича мутлақ боғланмаслик ҳамда чекли боғланмаслиги қуйидаги ифодалар орқали аниқланади:

$$\Delta P = P_1 - P_2,$$

$$\Delta P_{\text{чек}} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P, \text{га}}. \quad (10.6)$$

Бу ерда M – план масштабининг махражи.

Агар ҳисобланган мутлақ боғланмаслик $\Delta P_{\text{чек}}$ йўл қўярли, яъни $\Delta P \leq \Delta P_{\text{чек}}$ бўлса, у ҳолда уларнинг ўртача қиймати олинади.

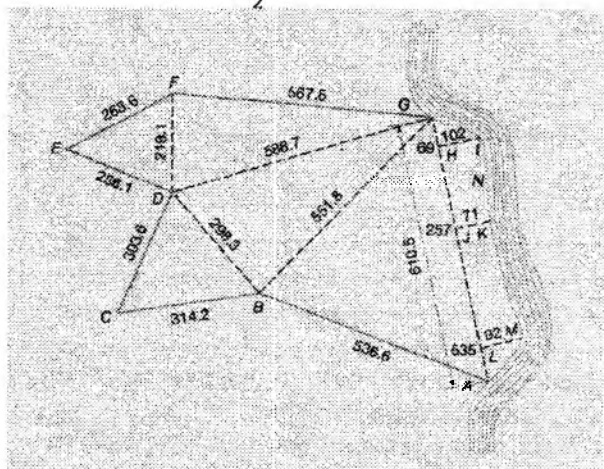
10.3-расмда кўрсатилган ер бўлагининг юзаси график усулда ҳисобланиб, натижалари 10.2-жадвалда келтирилган.

Ер участкаси юзасини учбурчакларга бўлиб, аниқлашини 10.4-расмда келтирилган мисолда ҳам кўриш мумкин. Шунда томонлар узунлиги орқали учбурчак юзасини қуйидаги формула орқали ҳисоблаш мумкин:

$$area = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}. \quad (10.7)$$

Бу ерда a , b ва c учбурчак томонлари узунлиги бўлиб, ифода қуйидагича бўлади:

$$s = \frac{1}{2}(a + b + c).$$



10.4-расм.

Бундан ташқари, учбурчак юзасини аниқлашининг бошқа формуласини ҳам келтириш мумкин:

$$area = \frac{1}{2} absinC. \quad (10.7)$$

Бу ерда $C - a$ ва b томонлар орасидаги бурчак.

(10.6) ёки (10.7) формулаларни танлаш учбурчакнинг кўринишига боғлиқ.

Палетка ёрдамида юзани ҳисоблаш. Чегаралари эгри чизиқдан ташкил топган майда контурлар юзасини ҳисоблашда палеткалардан фойдаланиш мумкин. Палеткалар тўғри ва эгри чизиқли бўлади. Тўғри чизиқли палеткаларга энг кўп тарқалган квадрат ва параллел палеткалар киради.

Квадрат палетка – оралари 1 ёки 2 мм дан шаффоф целлулоидда ўзаро перпендикуляр ўтказилган чизиқлардан иборат. Перпендикуляр чизиқлар кесишиб квадратлар тўрини (томонлари 1×1 ёки 2×2 мм) ҳосил қилади (10.5-а расм).

Айрим вақтда палеткани тўғри бурчакли катаклардан ҳам яшаш мумкин. Берилган расм юзаси унинг ичида жойлашган палетка бутун катаклари сонига тўламас катаклар сонини кўз билан аниқлаб кўшиб, битта катак қийматига кўпайтириб топилади.

Мисол, 1:1 000 масштабдаги планда олинган шакл юзаси, палетка катагининг томонлари 2×2 мм бўлса, 10.5-а расмга асосан қуйидагича ҳисобланади:

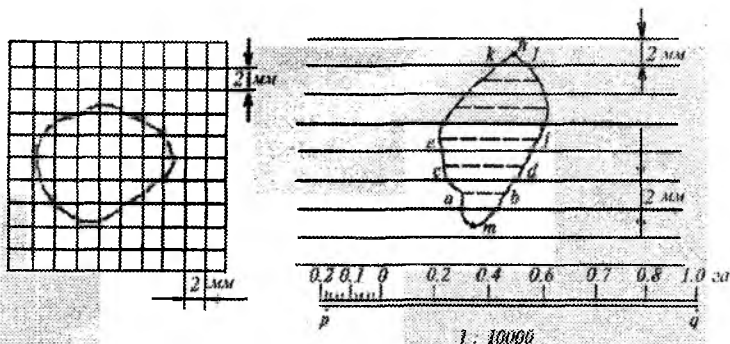
Битта квадратнинг томонлари олинган масштабда 2×2 м бўлса, майдони 4 м^2 га тенг. Бутун катаклар сони 14 та, бутун бўлмаган катаклар сонини чамалаб ҳисобласак, улар 7 та чиқади, жами эса 21 та катакни ташкил этади. Шунда умумий юза $21 \times 4 \text{ м}^2 = 84 \text{ м}^2$ га тенг бўлади.

Палеткалар ёрдамида планда катталиги 2 см² дан ортик бўлган юзаларни ҳисоблаш тавсия этилмайди. Бутун бўлмаган катаклар сонини кўз билан чамалаб ҳисоблаш ўлчаш аниқлигини пасайтиради.

Юзаларни параллел чизиқли палеткалар билан аниқлаш учун шаффоф целлулоид варақчасига 2 мм ораликдан параллел чизиқлар чизилади (10.5-б расм).

Юзаларни бу палетка билан қуйидагича ҳисобланади:

Юзаси ҳисобланадиган шаклга палетка шундай қўйиладики, унинг энг четдаги m ва n нукталари параллел чизиқлар орасига тўғри келсин (10.5-б расм).



а)

б)

10.5-расм.

Шунда контурнинг бутун юзи параллел чизиклар ёрдамида бир хил баландликка эга трапецияларга бўлинади. 10.5-б расмда ab , cd , ej , ..., kl узук чизиклар билан трапецияларнинг ўртача асоси, яхлит чизиклар билан эса трапецияларнинг асослари кўрсатилган. Шунда трапециялар юзаси йиғиндиси ёки ҳисобланадиган шакл юзи қуйидагича топилади:

$$P = ab \cdot h + cd \cdot h + ej \cdot h + \dots + kl \cdot h.$$

Трапециялар баландлиги h бир хил бўлгани учун бу формулани қуйидагича ёзамиз:

$$P = h \cdot (ab + cd + ej + \dots + kl).$$

Демак, юза қийматини топиш учун ўрта чизиклар узунлиги йиғиндисини олиб, h баландлик – параллел чизиклар орасидаги масофага кўпайтириш керак бўлади.

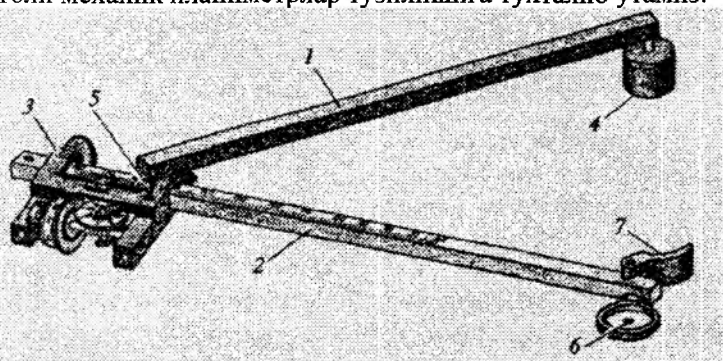
Ҳисоблашни осонлаштириш учун ўрта чизиклар йиғиндиси циркуль билан кетма-кет ўлчаниб, унинг иккита оёқчалари нинаси орасида йиғилади. Бунинг учун ab кесим циркулда олинади ва уни ўзгартирмасдан чап нинаси d нуқтасига, ўнг нинаси эса чап нина билан битта горизонтал чизикда жойлаштирилади. Шундан кейин чап нинасини кўтариб сурилади ва c нуқтаси билан туташтирилади. Натижада циркулда $ab + cd$ чизиклар йиғиндиси ҳосил бўлади. Худди шу тартибда кейинги чизиклар узунлиги циркулда ўлчаб топилади. Охиригача циркулда йиғилган

кесим узунлигини кўндаланг масштабга қўйиб умумий узунлик топилади ва баландлик h га кўпайтириб юза топилади.

Ҳисоблаш ишларини осонлаштириш мақсадида палетка остига махсус шкала чизилиб, унинг бўлаклари қиймати тегишли масштаб учун ҳисоблаб ёзиб қўйилади (чизикли масштабга ўхшаш). 1:10 000 масштаб учун шкала асосининг қийматини ҳисоблаймиз. Параллел чизиклар ораси 2 мм бўлса, берилган масштабда шкаланинг ҳар бир см ли бўлаги 0,20 га ни ташкил қилади, яъни $20 \times 100 = 0,2$ га. Аниқликни ошириш учун шкаланинг чап томонидаги бир бўлаги (1 см) 10 бўлакка бўлиб қўйилади (10.5-б расм). Бундай палетка билан планда юзаси 10 см^2 дан катта бўлмаган тафсилотлар майдони ўлчанади.

10.4. Планиметрнинг тузилиши ва унинг текширишлари

Механик усулда план ва карталарда контурлар юзаси планиметр ёрдамида аниқланади. Планиметрларнинг чизикли, кутбли ва электрон турлари мавжуд бўлиб, қуйида кутбли механик планиметрлар тузилишига тўхталиб ўтамыз:

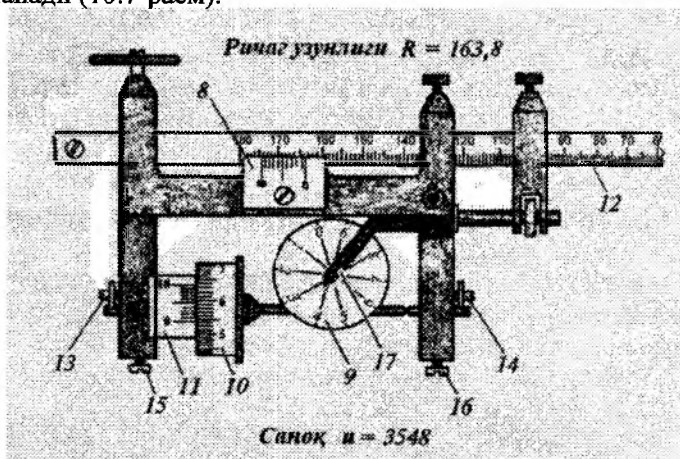


10.6-расм.

Кутбли планиметр (10.6-расм), асосан, кутб ричаги 1, айлантириш ричаги 2 ва каретка (сапоқ олиш механизми) 3 дан ташкил топган. Кутб ричагининг бир учида кутб – нина билан юкча 4, иккинчи учида эса шарсимон бошли штифт 5 жойлашган. Штифт кареткадаги чуқурликка жойлашти-

рилади. Юк остидаги нина (кутб) тахта ёки столга ёзилган план ёки картага санчиб қўйилади. Айлантириш ричагининг бир учиди металл гардишга олинган лупа ўрнатилган бўлиб, унинг остки сиртига айлантириш индекси – нуқта 6 қўйилган.

Шакл юзаси аниқланаётган пайтда айлантириш нуқтаси шаклнинг чегараси бўйича даста 7 ёрдамида секин юргизилади. Айлантириш ричагида шкала 12 туширилган бўлиб, у орқали ричагининг узунлиги верньер 8 ёрдамида аниқланади (10.7-расм).



10.7-расм.

Кареткада санок олиш механизми жойлашган бўлиб, у горизонтал доира циферблат 9, ҳисоб ғилдираги 10 ва ҳисоб ғилдирагидан санок олиш мосламаси верньер 11 дан иборат. Циферблат 10 та тенг бўлакка, ҳисоб ғилдирагининг цилиндрик сирти 100 та тенг бўлакка бўлинган. Верньер 11 да эса ҳисоб ғилдирагининг 9 та бўлагига тенг оралик 10 та тенг бўлакка бўлинган.

Санок олиш механизмидан олинган санок тўртта рақамдан иборат бўлиши керак. 10.7-расмда келтирилган санокда биринчи рақам циферблатдан – 3 (кўрсаткич 17 жойлашган ораликнинг кичик рақами), иккинчи ва учинчи рақамлар ҳисоб ғилдирагидан – 51 (верньернинг ноль штрихигача бўлган тўлиқ бўлақлар сони), тўртинчи рақам эса верньердан – 6 (верньердаги ҳисоб ғилдирагининг бирон-бир

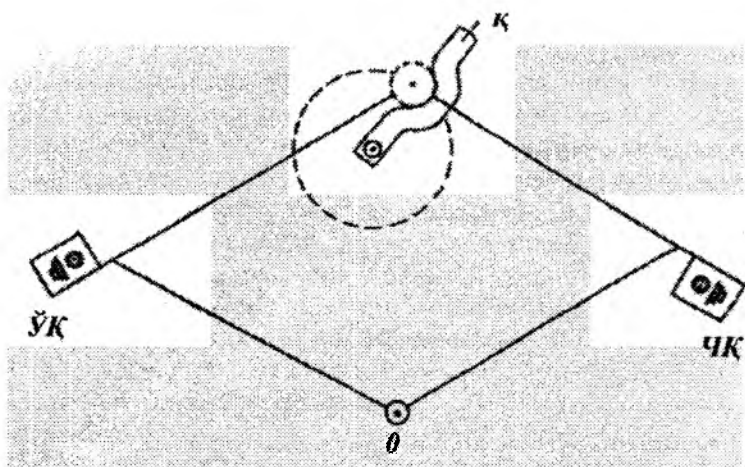
штрихи билан туташган штрих рақами) олинади. Демак, санок: 3516.

Планиметрия текшириш ва тузатиш. Иш бошладдан олдин ҳамма геодезик асбоблар сингари планиметр ҳам текширилиб, зарур ҳолларда тузатиб олинади. Ишга ярокли планиметрлар куйидаги шартларни қаноатлантириши керак.

1. Ҳисоб ғилдираги ўз ўқида эркин ва верньерга тегмасдан айланиши керак. Бу шартни текшириш учун айлантириш ричаги кўлга олиниб, бармоқ билан ҳисоб ғилдираги айлантирилиб юборилади. Шунда ғилдирак ўз инерцияси билан узоқ (бир неча секунд) айланиб туриши керак. Бунинг учун верньер билан ҳисоб ғилдираги ораси қоғоз қалинлигидан ошмаслиги, ғилдирак ўқини тутиб турган 13 ва 14 винтлар (10.7-расм) етарли буралган бўлиши керак. Агар шарт бажарилмаса, 15 ва 16 винтлар бўшатилиб, верньер билан ҳисоб ғилдираги ораси тўғриланди ва 13, 14 винтлар етарли даражада буралади. Кейин 15, 16 винтлар маҳкамланиб, текшириш такрорланади.

2. Ҳисоб ғилдирагининг ғирдишига туширилган рифелли штрихлар йўналиши айлантириш ричагининг ўқиға параллел бўлиши керак. Текшириш учун кутб нуқтаси 0 ўзгартирилмасдан бирон шакл, масалан, доира чегараси икки кутб ҳолатида: ўнг кутб (ЎК) ва чап кутб (ЧК) да айлантириб чиқилади (10.8-расм).

Айлантириш хатосининг таъсирини камайтириш учун маълум радиусли махсус нинали чизгичдан фойдаланилади. Айлантиришда планиметрнинг иккала ричаги орасидаги бурчак ўткир (90° дан кичик) бўлиши керак. Кутбнинг ўнг ва чап ҳолатида олинган саноклар айирмалари $\Delta u_{\text{ў}}$ ва $\Delta u_{\text{ч}}$ бир-биридан уч бўлақдан ортиқ фарқ қилмаслиги керак.



10.8-расм.

Агар бу шарт бажарилмаса, ҳисоб ғилдираги гардишидаги рифелли штрихлар йўналишининг ҳолати тузатгич винт ёрдамида тўғриланади. Шундан кейин текшириш яна такрорланиши керак.

10.5. Планиметрнинг бўлак қийматини аниқлаш

Планиметр бўлак қиймати деб, планиметрнинг кичик бир бўлагига (верньер бўлагига) жойда ёки планда тўғри келадиган s юзага айтилади. Назарий жиҳатдан планиметрнинг бўлак қиймати – s ни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$s = \tau \cdot R. \quad (10.8)$$

Геометрик нуқтаи назардан бу формула тўғри бурчакнинг (унинг асоси R – айлантириш ричаг узунлиги ва баландлиги τ – планиметр бўлаги) юзасини ифодалайди.

Планиметрнинг бўлаги деб, ҳисоблаш ғилдираги айланаси (диаметри) – d нинг мингдан бир қисмига айтилади, яъни

$$\tau = \frac{\pi \cdot d}{1000}.$$

Планиметрнинг бўлак қиймати c маълум бўлса, шакл юзаси P қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$P = c \Delta u. \quad (10.9)$$

Бу ерда Δu – планиметрдан айлантириш бошида ва охирида олинган саноклар айирмаси.

Планиметр бўлагининг қиймати c қуйидаги ифодадан топилади:

$$c = \frac{P_H}{\Delta u}. \quad (10.10)$$

Бу ерда P_H – планда олинган геометрик шаклнинг (квадрат, доира ва ҳ.к.) назарий маълум юзаси.

Амалда планиметр бўлагининг қиймати c ни топиш учун планда юзаси маълум бўлган шакл, масалан, квадрат танлаб олиниб, унинг чегараси бўйича айлантириш нуқтаси кутбнинг $УК$ ва $ЧК$ ҳолатларида икки мартадан айлантириб чиқилади. Бунда айлантириш ричагининг узунлиги аниқланган бўлиб, у ўзгармай туриши керак. Саноклар ва ҳисоблашлар қуйидаги 10.2-жадвалда келтирилган.

Пландаги шакллар юзасини ҳисоблаш қулай бўлиши учун планиметр бўлагининг қийматини яхлит сонга келтириб олиш керак. Агар мисолимизда планиметр бўлагининг қийматини $c_1 = 0,098522$ га ва унга мос ричаг узунлигини $R_1 = 163,5$ бўлса, планиметр бўлагининг қиймати яхлит сон $c_2 = 0,1$ га бўлиши учун ричаг узунлиги R_2 нинг қиймати қуйидаги ифодадан топилади:

$$R_2 = \frac{c_2}{c_1} \cdot R_1,$$

яъни

$$R_2 = \frac{0,1}{0,098522} \cdot 163,5 = 171,7.$$

Энди айлантириш ричагининг узунлиги R_2 қийматга келтирилиб, планиметрнинг бўлак қийматини яна аниқлаб кўрилади.

Планиметр бўлак қийматини аниқлаш

Планиметр ПП - М № 1410; $R=163,5$; $P_H=100$ га

Саноқлар n_1 n_2 n_3	Саноқлар айирмаси $n_2 - n_1$ $n_3 - n_2$	Саноқлар айирмасининг уртачаси $\Delta n_{ур}$	Булақлар сони Δn	Планиметр булақ қиймати $c = \frac{P_n}{\Delta n}$
		(КҮ)		
1536				
	1012			
2548		1013		$c = \frac{100}{1015} = 0,098522$
	1014			
3562				
		(КЧ)	1014	
2113				
	1015			
3128		1015		
	1015			
4143				

10.6. Планиметр ёрдамида юзани аниқлаш ва боғлаш

Планиметр ёрдамида юзаларни ҳисоблашда яхши натижаларга эришиш учун қуйидаги қоидаларга риоя қилиш керак:

1. Ишлатиладиган стол ёки тахтани сирти текис бўлиши керак. Агар план каттиқ асосга (алюминий, фанера) ёпиштирилмаган бўлса, у текис столга ёйиб маҳкамланиши керак.

2. Планиметр кутби шундай жойлаштирилиши керакки, контурлар айлантирилиб чиқилаётганда ричаглар орасидаги бурчак 30^0 дан кичик, 150^0 дан катта бўлмаслиги ва санок олиш механизми пландан четга чиқмаслиги керак.

3. Контурларни айлантиришда бошланғич нуктани шундай танлаш керакки, шу нуқтадан узоклашишда ёки унга яқинлашишида ҳисоблаш ғилдираги аста-секин айлансин. Бу шартни қониқтириш учун ричаглар орасидаги бурчак 90^0 га яқин бўлиши керак.

4. Контурларнинг чегараси бўйича планиметрнинг айлана нуқтаси (индекси) бир хил тезликда аста-секин юргизилиши керак. Тўғри чизиқли чегараларни айлантиришда чизғич қўлланмаслиги керак, чунки у систематик хатоларни йўл қўйишга олиб келади.

5. Контурлар чегарасида бошланғич нуқта белгилаб олиниб, айлантириш индекси шу нуқтага қўйилади ва санок u_1 олинади. Кейин контур чегараси бўйлаб айлантириш индекси текис бир тезликда соат мили юриши бўйича юргизилиб, бошланғич нуқтага қайтиб келинганда u_2 саноғи олинади. Кейин яна иккинчи марта айлантирилиб, бошланғич нуқтага келинади ва u_3 саноғи олинади. Саноклар айирмаси $u_2 - u_1$, $u_3 - u_2$ бир-бирига тенг ёки фарқи:

- контур юзаси 200 бўлаккача бўлганда 2 бўлакдан;
- контур юзаси 200 дан 2000 бўлаккача бўлганда 3 бўлакдан;
- контур юзаси 2000 бўлакдан ортиқ бўлганда 4 бўлакдан кўп бўлмаслиги керак.

Саноклар айирмалари ушбу шартни қаноатлантирса, айирмаларни ўртача қиймати олинади. Акс ҳолда, ҳисоблаш қайтадан бажарилади.

Натижалар махсус ҳисоблаш жадвалига ёзиб борилади (10.3-жадвал).

Планиметр III-M № 1410; R = 171,7; c = 0,1 га

10.3-жадвал

Шакллар	Саноклар	Саноклар айирмаси	Саноклар айирмаси ўртачаси	Улчанган юза, га	Тузатиш, га	Тузатишган юза, га
1	5820		ЎҚ	334,22	+0,58	334,80
	9159	3339				
	2502	3343				
	3129					
	6474	3345				
	9816	3342	ЧҚ			
2	1667		ЎҚ	234,48	+0,40	234,88
	4011	2344				
	6354	2343				
			2344,8			

	8196 0541 2888	2345 2347	ЧҚ			
3	6544 8837 1131 5527 7824 0120	2293 2294 2297 2296	УҚ 2295,0 ЧҚ	229.50	+0,40	229,90

Жадвалдаги хисоблашларга кўра:

Умумий юзанинг амалий қиймати $\sum P_a = 799,58$ га;

Умумий юзанинг назарий қиймати $\sum P_n = 800,96$ га;

Юза боғланмаслиги $f_P = -1,38$ га;

Чекли боғланмаслиги $f_{P_{чек}} = 1,53$ га;

Ҳамма контурларнинг юзаси аниқланиб бўлингандан кейин уларнинг йиғиндиси умумий юзанинг амалий қиймати деб олиниб, у аналитик усулда топилган ва назарий қиймат деб қабул қилинган билан солиштирилади. Бунда ўлчаш хатоси қуйидагича топилади:

$$f_P = \sum P_a - \sum P_n. \quad (10.11)$$

Хатонинг чекли қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$f_{P_{чек}} = 0,7c\sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P}, \text{ га.} \quad (10.12)$$

Бу ерда c – планиметрнинг бўлак қиймати, n – юзаси аниқланган контурлар сони, M – план масштабининг махражи, P – умумий юзанинг яхлитланган қиймати, га.

Агар ўлчаш хатосининг қиймати хатонинг чекли қийматидан кўп бўлмаса, яъни $f_P \leq f_{P_{чек}}$ чекли бўлса, ўлчаш хатолиги f_P тескари ишораси билан ўлчанган юзаларга пропорционал тарқатилади ва юзаларнинг тузатилган қиймати ҳисобланади.

Ўлчанган юзаларга тузатмалар қуйидагича ҳисобланади:

$$\delta_{P_i} = \frac{-f_P}{\sum P} P_i.$$

Бу ерда δ_{P_i} – i сонли контур юзасига тузатма, f_P – ўлчаш хатосининг тескари ишорадаги қиймати, $\sum P$ – умумий

юзанинг яхлит қиймати, $P_i - i$ сонли контур юзасининг яхлит қиймати.

Планиметрнинг афзаллиги шундан иборатки, унинг ёрдамида маълум математик шакл (доира, кўпбурчак, тўртбурчак, учбурчак) кўринишида бўлмаган шакллар (экин майдонлари, кўллар, яйловлар ва ҳ.к.) юзасини етарли аниқликда ўлчаш мумкин.

10.7. Электрон планиметрлар

Электрон планиметрлар (electronic planimeter) – бу план ва карталарда ер бўлаклари (ер участкалари) юзаларини аниқлаш учун мўлжалланган электрон асбоб ҳисобланади. Улар клавиатура, суюқ кристалли дисплей, дастурлашган калькулятор функцияси, координаталар системасини ўрнатиш мосламаси, компьютер билан алоқа воситаси, маълумотларни узатиш РСМСІА картаси ва бошқа имкониятлари билан анъанавий механик планиметрлардан фарқ қилади.

Электрон планиметр ер участкалари юзаларини аниқлаш жараёнини автоматлаштириш учун хизмат қилади. Шунда электрон планиметрнинг ишлаши учун сканерларнинг қўлланиши жараёнини максимал автоматлаштиришга имкон беради ва шу билан ўлчовчи (оператор) ишини енгиллаштириш, график материалларни ишлаб чиқиш аниқлигини оширишига имкон беради.

Электрон планиметрлар кутбли ёки ғилдиракли кўринишида бўлиши мумкин.

Кутбли электрон планиметрлар. Кутбли электрон планиметрларни турли модификациялари мавжуд бўлиб, улардан SOKKIA (Япония) фирмасининг **Planix 5** кутбли электрон планиметри конструкцияси диққатга сазовор (10.9-расм).

Асбоб шакллар юзаси, чизиклар узунлигини карталар, планлар, схемалар ва бошқа график материаллари бўйича тез ва сифатли ўлчашга имкон беради. Тўғри чизиклар узунлиги икки нўқта орасидаги чизикнинг боши ва охирини белгилаш, эгри чизикли контурлари эса уларни айлантириши билан

аниқланади. Барча ҳолатларда битта ўлчаш жараёнида ҳам чизиклар узунлиги, ҳам шакллар юзаси анқланади. Шунда ўлчаш натижаларини йиғиндисини ва ўртача қийматларини ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун асбоб ўлчаш натижаларини устида турли ҳисоблаш жараёнларини амалга ошириш имконини берадиган калькулятор билан таъминланган. Натижалар 8-белгили дисплейга чиқарилади (10.9- расм).



10.9-расм.

Planix 5 кутбли электрон планиметрининг техник тавсифлари қуйидагича:

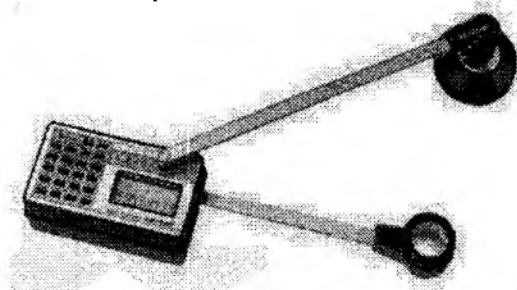
- Ўлчаш бирлиги – мм, см, км, га, акр, дюйм, фут, мил ва фойдаланувчи томонидан бериладиган ўлчаш бирлиги;
- Ўлчаш режими:
 - а нуктали (Point) – бурилиш нукталари орқали тўғри чизикли контурларни ўлчаш;
 - б узлуксиз (Continuous) – тўғри чизикли ва эгри чизикли контурларни айлантириш орқали;
- ўлчанадиган қийматлар – юзалар, чизик узунлиги (тўғри, эгри, узунликлар йиғиндисини);
- ўлчаш диапазони – 35,6 см(диаметр);
- ўлчаш аниқлиги – $< 0,2 \%$ ёки $1/2000$;
- ўлчами – $64 \times 213 \times 39$ мм (ричаг узунлиги 222 мм).
- қувват манбаси – зарядланадиган NiCd батареяси;
- зарядланиш вақти – 15 соат;
- вазни – 900 гр.

PLANCOM KP-80N туридаги кутбли электрон планиметри икки кўринишда – ҳисоблаш функциясиз ва

ҳисоблаш функцияли русумларда ишлаб чиқарилмоқда (10.10-расм).

PLANCOM KP-80N русумли кутбли электрон планиметрнинг техник тавсифлари қуйидагича:

- ўлчаш майдони – максимум 10м^2 ;
- ўлчаш диапазони – 1 ўқнинг диаметри 300 мм, 2-ўқнинг диаметри 800 мм;
- ўлчаш аниқлиги – $< 0,2\%$ ёки $1/2000$;
- ўлчаш вақти – батареянинг бир зарядида узлуксиз ишлаш вақти 30 соат;
- ўлчами – $64 \times 213 \times 39$ мм (ричаг узунлиги 222 мм).
- қувват манбаси – Ni-MH никель-металл гидридли аккумулятор;
- зарядланиш вақти – 15 соат;
- вазни – 780 гр.



10.10-расм.

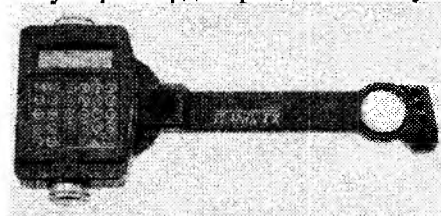
Ғилдиракли электрон планиметрлар. Ғилдирак кўринишидаги электрон планиметрларнинг турли модификациялари мавжуд бўлиб, улар горизонтал бўйича катта контурлар чегараларини айлантириш билан ер бўлаклари юзаларини аниқлашга мўлжалланган.

PLANIX EX (10.11-расм) электрон планиметри ёрдамида нафақат юзаларни тез ва аниқ, яна чизик узунлиги, нуқталар координаталари, бурчаклар, ёйлар ҳамда доиранинг радиусини ҳам ўлчаши мумкин.

Ушбу планиметрлар ёрдамида ихтиёрий кўринишидаги шакллар юзасини аниқлашдан ташқари, нуқталар координаталарини картографик материалларнинг реал

масштабида ҳосил қилиш мумкин. Ўлчашларни миллиметр, сантиметр, метр, километр ва гектарда бажариш мумкин. **PLANIX EX** электрон планиметрлари RS-232C кабели орқали компьютер ва принтерга уланиш имконига эга.

Рақамли клавиатура ва трассердаги тугмачалари туфайли **PLANIX EX** планиметрни бошқариш жуда содда ва қулай. **PLANIX EX** планиметрини компьютерга уланиб, DXF форматдаги файлга ўзгартира оладиган координаталар файлини ҳосил қилиш имкони мавжуд. Маълумотларни чиқариш учун бевосита **PLANIX EX** планиметрига уланадиган махсус принтердан фойдаланиш мумкин.



10.11-расм.

PLANIX EX электрон планиметрнинг техник тавсифлари:

- ўлчаш диапазони – 380×10 см;
- ўлчаш аниқлиги – $< 0,1 \%$;
- ўлчаш вақти – батареянинг бир зарядида узлуксиз ишлаш вақти 40 соат;
- ўлчами – $350 \times 165 \times 43$ мм;
- дисплей 3-қаторли, 17-разрядли суюқ кристалли;
- қувват манбаси – NiCd аккумулятор/қувватлаш блоқи;
- зарядланиш вақти – 15 соат;
- вазни – 1000 гр.

Ғилдирак типидagi **PLANCOM KP-90N** электрон планиметри KOIZUMI фирмаси (Япония) томонидан ишлаб чиқилган (10.12-расм).



10.12-расм.

KP-21C электрон планиметри (10.13-расм) PLANCOM (Япония) фирмаси томонидан ишлаб чиқарилмоқда ва у ёрдамида нафақат юзаларни тез ва аниқ ҳисоблаш, шунингдек, чизик узунлиги, нуқталар координаталари, бурчаклар, ёйлар ҳамда доиранинг радиусини ҳам ўлчаш мумкин.



10.13-расм.

Ушбу планиметрлар ёрдамида ихтиёрий кўринишидаги шакллар юзасини аниқлашдан ташқари, нуқталар координаталари картографик материалларининг реал масштаби ҳосил қилинади. Ўлчашларни миллиметр, сантиметр, метр, километр ва гектарда бажариш мумкин.

KP-1000 электрон координатометри PLANCOM (Япония) фирмаси томонидан ишлаб чиқарилмоқда (10.14-расм). Координатометр – бу тўғри бурчакли координатлар тўри билан топографик карталарда нуқталар координаталарини ўлчашга ҳамда маълум координаталари бўйича нуқталарни карта ва планларга туширишга мўлжалланган асбоб ҳисобланади. Координатометр KP-1000

билан ишлашда декарт координаталар методидан фойдаланилади. Катта LCD дисплей нуқталар координаталари билан бир вақтда ўлчанаётган юзани ҳам кузатиб бориш имкониятига эга. Q-AD конвекторли системани қўлланиши координаталарини аниқ ҳисоблашга қаратилган. Асбобда инфрақизил оптик портнинг ўрнатилганлиги маълумотларни принтер ёки RS232C интерфейсга узатиш имконини беради.

КР-1000 координатометрнинг имкониятлари:

- бир вақтда юза, периметр ва график контурларни ўлчаш;
- турли ўлчаш системалари (метрик системаси, инглиз-америка системаси, японча система);
- ўлчанган қийматларнинг ўртачасини ҳисоблаш;
- координаталар бошини ўрнатиш;
- градусли ўлчашларни ўзгартириш функцияси (deg, rad, grad);
- электрон ҳисоблаш функцияси.



10.14-расм.

Ҳозирги пайтда компьютер технологияси соҳасида катта имкониятлар мавжудлиги туфайли ердан фойдаланувчиларнинг ер майдонларини кўпроқ аналитик усулда, яъни нуқталар координаталарининг ҳисобланган қийматлари бўйича аниқлаши оммалашган. Ушбу қийматлар бўлмаган ҳолда, фотограмметрик ёки график усулда топилган нуқталар координаталарининг қийматларидан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун сканер ва дигитайзер асосида ишлаб чиқилган электрон планиметрлардан фойдаланадилар.

Ер участкалари юзаларини улар чегара бурилиш учларининг координаталари бўйича ҳисоблаш учун аналитик усулда юзани аниқлаш формуласига асосланиб тузилган алгоритмлар бўйича компьютер технологиясида дастурлар ишлаб чиқилган. Буларга мисол қилиб, AutoCAD, CREDO, Панорама ва бошқа дастурий таъминотларни келтириш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Юзани ҳисоблашнинг қандай усуллари мавжуд?
2. Аналитик усулда юзани аниқлаш деганда нимани тушунаси?
3. График усулда юзани аниқлашнинг моҳияти нимадан иборат?
4. Қутбли планиметрнинг қандай асосий қисмларини биласиз?
5. Ишга яроқли планиметрлар қандай шартларни қаноатлантириши керак?
6. Планиметрнинг бўлак қиймати қандай аниқланади?
7. Планиметр ёрдамида юзаларни ҳисоблашда яхши натижаларга эришиши учун қандай қоидаларга риоя қилиши керак?
8. Электрон планиметрлар ҳақида нималарни биласиз?

НИВЕЛИРЛАШ ИШЛАРИ ТУРЛАРИ**11.1. Чизикли иншоотлар трассасини нивелирлаш*****11.1.1. Трасса ўқини жойга кўчириш ва бурилиш нуқталарини маҳкамлаш***

Йўллар, каналлар, зовурлар, қувурлар, электр узатиш линиялари ва шунга ўхшаш чизикли иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш мақсадида бажариладиган инженерлик-техник нивелирлаш олдиндан жойда белгилаб чиқилган, «трасса ўқи» деб аталадиган (қурилиши мўлжалланган иншоот ўқи) чизик бўйича бажарилади. Бунда жойда бажариладиган геодезик ишлар мажмуаси қуйидагилардан иборат: берилган йўналиш ва нишаблик бўйича жойда чизикни (ўқни) аниқлаш; уни белгилаш ва маҳкамлаш; трасса бурилиш бурчакларини ўлчаш; пикет ва кўндаланг қирқимларга бўлиб чиқиш; эгриларни режалаш; трасса бўйлаб тор энли ер бўлагини сьёмка қилиш; трасса ва кўндаланг қирқимларни нивелирлаш; трассани реперларга боғлаш.

Берилган йўналиш бўйича чизикни жойда белгилашда дастлаб чизик ўқининг бошланғич йўналишини карта бўйича қабул қилинган бирон-бир йўналишга нисбатан (жойда ўтган темир йўл, автомобиль йўли, канал ва ҳоказо) азимути ёки орасидаги бурчаги ўлчаб олинади.

Карталар ҳақиқий меридианлар бўйича ориентирлаб тузилади, трасса ўқи эса жойда кўпинча теодолит ва буссолдан фойдаланиб, магнит азимути бўйича ўтказилади. Бунинг учун картадан олинган ҳақиқий азимутдан магнит азимутга ўтилади, яъни ушбу ҳудудга тўғри келадиган магнит миллининг оғиш бурчаги ва йўналиши олиниб ҳақиқий азимут қийматига тузатма киритилади ва магнит азимути топилади.

Трассанинг бош нуқтасида теодолит ўрнатилиб, унинг кўриш трубаси трасса ўқининг бошланғич магнит азимути қиймати бўйича йўналтирилади.

Бу йўналиш бўйича асбобдан имкон қадар узокроқда, ҳар 250-350 м да, биттадан веха теодолит трубаси орқали қўйилиб, чизик жойда белгилаб борилади. Чизикнинг давомини дурбин ёрдамида белгилаш ҳам мумкин. Яқуний кидирув ишларида чизикларни жойда белгилаш теодолит билан олиб борилади.

Трасса ўқини берилган нишаблик бўйича жойда танлаб белгилаш учун берилган нишаблик қиймати i га тўғри келувчи вертикал бурчак қиймати v маълум формула $tg v = i = \frac{h}{S}$ бўйича ҳисобланади.

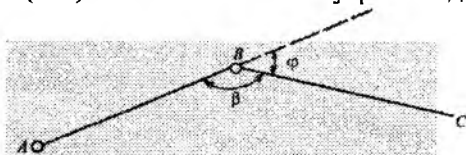
Трассанинг бошланғич нуқтасида берилган нишаблик i бўйича ҳисобланган вертикал бурчак v ни жойга кўчириш учун теодолит бошланғич нуқтага ўрнатилади ва унинг трубаси шундай йўналтириладики, бунда вертикал доирадан олинган санок ҳисобланган v қийматига мос келсин. Рейкада асбоб баландлиги i ни ип билан белгилаб, рейка трассанинг мўлжалдаги йўналиши бўйича маълум масофада қўйилади ва трубанинг вертикал ҳолатини ўзгартирмасдан рейкага қаратилади, шунда кўриш трубаси иплар тўрининг маркази рейкада ип билан қайд қилинган белгига тўғри келса, рейка турган нуқта жойда мустаҳкамланади. Акс ҳолда, рейка токи ундаги белги труба иплар тўри марказига тўғри келгунча чапга ёки ўнгга сурилади. Бу шарт амалга ошса, теодолит ва рейка турган нуқталарнинг туташтирувчи чизик нишаблиги берилган нишабликка тенг бўлади.

Сўнгра теодолит рейка турган нуқтага ўрнатилади, асбоб баландлиги i рейкада белгиланади ва рейка трасса йўналиши бўйича маълум масофада қўйилади ва худди олдингига ўхшаш навбатдаги нуқта ўрни топилади ва ҳоказо. Бунда топилган бурилиш нуқталари жойда маҳкамланади, улар орасидаги масофа ва бурчаклар аниқ ўлчаб чиқилади.

11.1.2. Трасса бурилиш бурчакларини ўлчаш ва томонлар дирекцион бурчагини ҳисоблаш

Трасса ўз бошланғич йўналишини ўзгартирадиган нуқтада (11.1-расмда B нуқтаси) теодолит асбоби ўрнатилиб тўла қабул усулида β бурчаги ўлчанади. Лекин трассани

жойда белгилаш билан боғлиқ бўлган ҳисоблаш ишларида бурилиш бурчаги φ қийматидан фойдаланилади. Ушбу бурчак қийматига қўшимча бурилиш чап ёки ўнг томонга деб кўрсатилади. Шунга кўра ўнг ва чап томон бурилиш бурчакларини бир-биридан ажратиш учун уларни тегишлича φ (ўнг) ва φ' (чап) билан белгилашга тўғри келади.



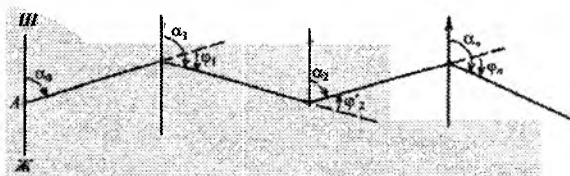
11.1-расм.

11.1-расмга асосан ўлчанган β бурчаги орқали ўнг томон бурилиш бурчаги φ қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\varphi = 180 - \beta.$$

Чап томон бурилиш бурчаги φ' эса қуйидагига тенг бўлади:

$$\varphi' = \beta - 180.$$



11.2-расм.

Агар трасса бошланғич томонининг дирекцион бурчаги α_0 берилган (11.2-расм) ва трассанинг бурилиш бурчаклари $\varphi_1, \varphi'_2, \varphi_3, \dots, \varphi'_n$ теодолит билан ўлчаб топилган бўлса, трасса қолган томонларининг дирекцион бурчаклари $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ шаклга биноан қуйидагича топилади:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_0 + \varphi_1 \\ \alpha_2 &= \alpha_1 - \varphi'_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + \varphi_3 \\ &\dots \\ \alpha_n &= \alpha_{n-1} - \varphi'_n \end{aligned} \right\} \quad 11.1$$

Яъни одлинги томон дирекцион бурчаги томон дирекцион бурчагига ўнгга бурилиш бурчаги φ ни қўшишга

ёки чапга бурилиш бурчаги φ' ни айиришга тенг. (11.1) формулада биринчи каторни иккинчисига, иккинчисини учинчисига ва хоказо кетма-кет қўйиб топамиз:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_0 + \varphi_1 - \varphi'_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_0 + \varphi_1 - \varphi'_2 + \varphi_3 \\ \alpha_n &= \alpha_0 + \sum_1^n \varphi - \sum_1^n \varphi' \end{aligned} \right\} . \quad 11.2$$

Бу формула трасса томонларининг дирекцион бурчагини ҳисоблашни текшириш формуласи бўлиб хизмат қилади. Агар ҳисоблашлар тўғри бажарилган бўлса, олинган (11.2) формуланинг чап ва ўнг томонлари қиймати бири-бирига тенг бўлиши керак. Ўлчанган бурчаклар хатоси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \varphi - \sum_1^n \varphi' - (\alpha_n - \alpha_0). \quad 11.3$$

Бу ерда α_0 , α_n – трасса бошланғич ва охириги томонларининг дирекцион бурчаги.

Ушбу формулани ечиш учун трассанинг бошланғич ва охириги томонлари тармоқ пунктларига боғланиб, α_0 ва α_n лар топилган бўлиши керак.

Ҳисобланган хато қиймати (9.10) формула бўйича топиладиган чекли қийматдан ошмаслиги керак.

11.1.3. Трассани пикетларга бўлиш. Доиравий эгри бош нуқталари ва кўндаланг қирқим нуқталарини жойда белгилаш

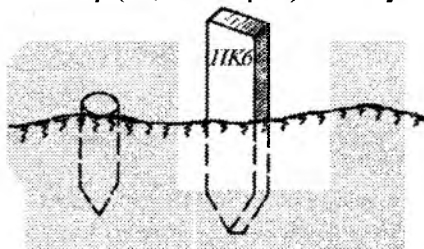
Трассани йўналиши бўйича унинг ўқи горизонтал қуйилиш бўйича ҳар 100 м дан бўлақларга бўлиб, уларнинг бош ва охириги нуқтаси ўрни қозик қоқиб белгилаб қўйилади. Бу нуқталарга **пикетлар** дейилади ва улар **ПК** белги билан ифодаланиб, тартиб рақами 0 дан бошлаб трасса охирига қараб ошиб боради: ПК0, ПК1, ПК2, Бундай белгилашда пикетнинг тартиб рақами трассани бошидан ушбу пикетгача бўлган юз метрлар сонига тўғри келади.

Ҳар қайси пикетнинг жойдаги ўрнига ёғоч қозиклар ер юзаси билан баробар қилиб қоқилади. Бу қозиклар ёнига «қоровул қозиклар» ер юзидан 20 см ча чиқиб турадиган

қилиб қоқилади. Уларга пикетларнинг тартиб рақами ёзиб кўйилади (11.3-расм).

Трассани пикетларга бўлишда трасса ўқи бўйича учрайдиган рельефни характерли нуқталари (рельефни ўзгарган нуқтаси, канал, дарё, кўл ва бошқалар суви сатҳининг кесими) ҳамда жойда мавжуд иншоотлар (йўл, кўприк ва бошқалар) билан кесишган нуқталари ҳам оралик нуқта деб олиниб, орқадаги яқин пикетдан уларгача бўлган масофалар ўлчанади ва уларнинг қиймати қозикларга ёзилиб, қозиклар қоқиб чиқилади.

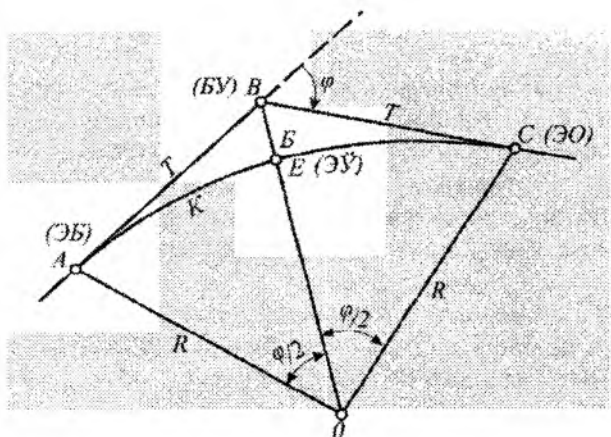
Пикетларга бўлишда масофа текширилган 20 м ли пўлат лента ёки рулеткалар (30, 50 метрли) билан ўлчанади.



11.3-расм.

Лента билан қияликлар бўйича ўлчашда масофа горизонтал қуйилишига тузатма ҳисобланиб, бирданига жойда кўйиб борилади. Бурилиш эгри чизик бош нуқталарининг пикетлаш белгиси ҳисобланади. Бунда масофалар ҳисоби эгри чизик (ёй) бўйича олиб борилади, нуқталарни ўлчаб топиш эса уринмалар (тангенслар) бўйича олиб борилади.

АВ йўналишининг ВС га ўзгаришида қуриладиган иншоот, масалан, автомобиль йўли ўқи бу икки томонни ўзаро қўшувчи эгри АЕС (11.4-расм) чизиги бўйича ўтади.



11.4-расм.

Бундай эгри чизик вазифасини ҳар хил кўринишдаги эгри чизиклар бажариши мумкин, булардан энг оддийси доиравий эгри чизик ҳисобланади. Бундай эгри чизикни жойда режалаш учун унинг қуйидаги элементлари маълум бўлиши керак: бурилиш бурчаги φ ; эгри чизикнинг доиравий радиуси R ; уринмаларнинг $AB = BC$ узунлиги ёки тангенс киймати T ; AEC эгри чизикнинг узунлиги – $AEC = K$; биссектриса $BE = B$; домер $2T - K = D$.

Бурилиш бурчаги φ жойда трассани режалашда ўлчанган β бурчаги орқали ҳисобланади (11.4-расмга қаралсин) ёки жойда бевосита теодолит билан ўлчаниши мумкин. Радиус R эса жой шароити ва иншоотни куриш учун қабул қилинган техник меъёрларга кўра белгиланади.

Агар φ ва R маълум бўлса, қолган элементлар 11.4-расмга асосан қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилади:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi^\circ}{2}, \quad (11.4)$$

$$K = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ} \pi R, \quad (11.5)$$

$$D = 2T - K, \quad (11.6)$$

$$B = R \left(\operatorname{sech} \frac{\varphi}{2} - 1 \right). \quad (11.7)$$

Бу формулалардан кўришиб турибдики, берилган φ учун T , K , B эгрининг элементлари эгрининг радиуси R га тўғри пропорционалдир. Юқорида келтирилган формулалар асосида доиравий эгри элементлари тригонометрик функцияли калькуляторларда ҳисобланади ёки махсус жадваллар (Ганьшин ва Хренов жадваллари ва бошқ.) орқали топилади.

Доиравий эгри чизикнинг бош нуқталарига эгри чизикнинг боши (ЭБ), эгри чизикнинг ўртаси (ЭЎ) ва эгри чизикнинг охири (ЭО) қабул қилинади. Мисол, берилган бурилиш бурчаги $\varphi = 39^{\circ}15'$ ва $R = 100$ м учун юқорида кўрсатилган формулалардан калькулятор билан ҳисоблаб топамиз: $T = 35,66$ м; $K = 68,50$ м; $B = 6,17$ м; $D = 2,82$ м.

Жойдаги В нуқтада (11.4-рasm) теодолит ўрнатиб, унда ўлчанган β бурчагининг ярми ўлчаб қўйилиб, биссектрисса йўналиши топилади ва у бўйича $B = 6,17$ м лента ёки рулеткада ўлчаб қўйилиб E нуқтаси топилади, у эгри чизикнинг ўртаси (ЭЎ) бўлади.

В нуқтасидан ҳар иккала томон, ВА ва ВС лар бўйича $T = 35,66$ м кесимларни ўлчаб қўйиб тегишли эгри чизикнинг боши (ЭБ) бўлмиш А нуқтани ва эгри чизикнинг охири (ЭО) бўлмиш С нуқталари жойда топилади.

Элементлари ҳисобланган эгри учун бурилиш нуқтаси ПК1 +55,0 да жойлашган бўлсин. Эгрининг бош нуқталарини пикет ўрни қуйидаги кетма-кетликда ҳисобланади:

$$\begin{array}{r} \text{БУ} = \text{ПК1} + 55,00 \\ \quad - T = \quad \quad \quad \underline{35,66} \\ \text{ЭБ} = \text{ПК1} + 19,34 \\ \quad + K = \quad \quad \quad \underline{68,50} \\ \text{ЭО} = \text{ПК1} + 87,84 \\ \quad - K/2 = \quad \quad \quad \underline{34,25} \\ \text{ЭЎ} = \text{ПК1} + 53,59 \end{array}$$

Бош нуқталар ўрнини ҳисоблаш натижаси қуйидагича текширилади:

$$\begin{array}{r}
 \text{БУ}=\text{ПК1} + 55,00 \\
 + \text{T}=\underline{\hspace{1.5cm} 35,66} \\
 \text{ЭО}'=\text{ПК1} + 90,66 \\
 - \text{Д}=\underline{\hspace{1.5cm} 2,82} \\
 \text{ЭО}=\text{ПК1} + 87,84.
 \end{array}$$

Демак, ҳисоблашларнинг тўғрилиги тасдиқланди.

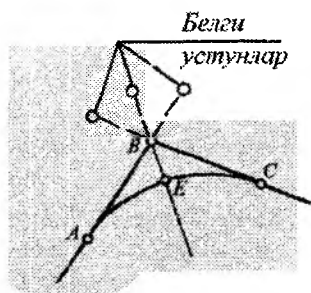
Ушбу мисолда трасса ўқи бўйича навбатдаги ПК2 ни жойда топиш учун ЭО нуқтасидан трасса давомида $100-87,84=12,16$ м ни ўлчаб, нуқта қозик билан маҳкамланади. Трассани пикетларга бўлиш шу тарзда давом эттирилади.

Ўлчаш натижаларини ёзиб бориш ва ҳисоблаш учун бурчак ўлчаш журнали тўлдирилади ва унга қуйидагилар ёзилади: *бурилиш бурчагининг тартиб рақами; бурилиш бурчаги учининг пикетаж белгиси; бурилиш бурчагининг йўналиш томони ўнг ёки чап; бурилиш бурчагининг қиймати; буссол ёрдамида ўлчанган томонларнинг магнит азимути ёки румби; белгилаб олинган радиус қиймати; эгри чизик элементларининг қиймати.*

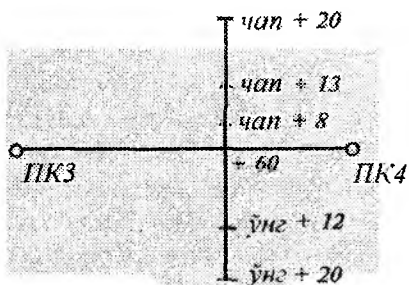
Трасса бурилиш бурчакларининг учи жойда ерга чуқур ўрнатилган ёғоч устун билан мустаҳкамланади (узунлиги 50 см йўғонлиги 7-10 см) ва нишон қозик билан белгиланади.

Устун устига баландлиги 50 см га тенг тупроқ уйилади ва атрофи ариқча қавлаб ўралади. Бурилиш учи нуқтасидан биссектириси йўналиши бўйича 2 м масофада ерга 1 м чуқурликда йўғонлиги 12-16 см бўлган ёғоч белги устунни кўмиб жойлаштирилади.

Бундан ташқари, ер ишлари худудидан ташқарида, трасса ўқлари йўналишида кўшимча равишда яна иккита нуқта қозик қоқиб белгилаб қўйилади (11.5-расм). Бурилиш бурчаги учини жойдаги доимий предметларга боғлаб абриси чизиб қўйилади. Трасса ўқининг узун томонлари шундай нуқталарда белги устунлар билан мустаҳкамланадики, унинг ҳар бирдан орқадаги ва олдинги яқин белги устунлар кўринсин.



11.5-расм.



11.6-расм.

Трассанинг бошланғич ва охириги нуқталари жойда ерга кўмилган ёғоч устунлар билан мустаҳкамланади ва атрофдага мавжуд доимий предметларга боғланиб абриси чизилади.

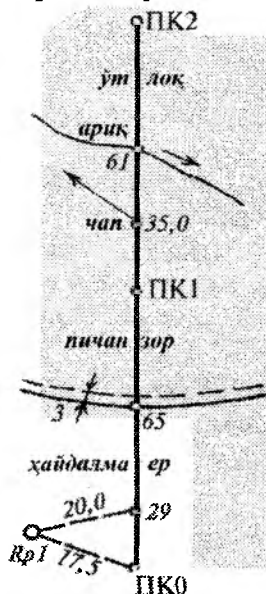
Трассага икки турдаги – доимий ва вақтинчалик реперлар ўрнатилади. Доимий репер вазифасини капитал бино ва иншоотлар пойдеворида ёки тўсинларида ўрнатиладиган деворий реперлар ўтайди. Бундай бино ва иншоотлар бўлмаган жойларда дўнг жойлар танлаб олиниб, у ерларга металл қувур ёки рельс парчасидан тупроқ реперлари ўрнатилади. Бундай реперлар асоси ернинг музлаш қатламидан чуқурроқда жойлашиши керак. Доимий реперлар ҳар 15 км дан узоқ бўлмаган ораликда ўрнатилади, вақтинчалик реперлар эса ҳар 2-3 км да, тоғли ҳудудларда улар ҳар 1 км да ўрнатилади.

Трассанинг танланган жойларида ўққа кўндаланг йўналишда кўндаланг қирқим олинади. Кўндаланг қирқим трасса ўқига перпендикуляр, айрим ҳолларда қия йўналишда олинади. Ўқдан ўнгга ва чапга олинadиган кўндаланг қирқим узунлиги иншоот турига, жой рельефига ва бошқаларга қараб ҳар хил бўлади. Умуман, кўндаланг қирқим узунлиги ҳар бир томонга қараб 20 м дан кичик бўлмайди. Кўндаланг қирқимнинг ўнг ва чап томонларида олинadиган нуқталар сони жой рельефи мураккаблигига боғлиқ. Кўндаланг қирқимни ўлчашда уларда ётган характерли нуқталар ўрни 11.6-расмда кўрсатилгандай +60 м нуқтадан бошлаб масофалари ўлчаниб, «ўнг» ва «чап» деб ёзиб белгиланади.

Ўлчанган нуқталар ўрнига ер юзаси билан баробар қилиб қозиклар қоқилади.

11.1.4. Трасса бўйлаб тор энли жойни съёмка қилиш ва пикетлаш дафтарчасини юритиш

Трассани пикетларга бўлиш билан бир вақтда тор энли жойдаги тафсилотлар ҳам съёмка қилиб борилади. Автомобиль йўллари учун трасса ўқидан ҳар икки томонга энли 50 м гача жой тафсилотлари асбоб билан ёки кўз билан чамалаб съёмка қилинади. Шундай қилиб, тўла 100 метр энли жойдаги тафсилотлар —пичанзор, ўтлок, ўрмон, ҳайдалма ер, ботқоқлик, дарё, ховуз, қудуқ, бино ва иншоотлар, трасса ўқи билан кесиб ўтадиган мавжуд темир йўл ҳамда автомобиль йўллари, аҳоли яшаш жойлари ва бошқалар съёмка қилинади. Съёмка натижалари пикетлаш дафтарчасида қайд этиб борилади. Одатда пикетлаш дафтарчаси миллиметрли қоғоздан ўлчами 10×15 см қилиб ясалади. Унда пикетлар, оралик нуқталари, эгри чизиқ бош нуқталари ва кўндаланг қирқимлар кўрсатилган бўлади. Съёмка қилинган тафсилотларнинг чегараси, иншоотларнинг ўрни, трасса ёқалаб жойда ўрнатилган реперларнинг ўрни шартли белгилар билан кўрсатилади. Пикетлаш дафтарчаси бирон-бир ихтиёрий масштабда, масалан, 1:1 000 ёки 1:2 000 масштабда чизилади.(11.7-расм).



Пикетлаш дафтарчасида трасса ўқи тўғри чизиқ кўринишида, бурилиш нуқталари мил белгиси билан кўрсатилган бўлади. 10.6-расмда пикетлаш дафтарчасининг бир бети кўрсатилган. Дафтарча ўлчамига кўра 1:2 000 масштабда унинг бир бетидида 2 та пикет оралиғи (200 м) сиғади.

Тафсилотларнинг шартли белгиси ўрнига уларнинг номини

ёзиш мумкин. Пикетлаш дафтарчасида масштаб доимий бўлмаслиги ҳам мумкин – текис ва тафсилотлар кам оддий жойда масштаб кичик, ва аксинча, тафсилотлар кўп мураккаб жойда эса йирик олиниши мумкин.

11.1.5. Трассани нивелирлаш ва журнални ишлаб чиқиш

Трасса ўқини жойга кўчириб пикет, оралик, кўндаланг қирқим нуқталари ва эгри чизик бош нуқталарини режалаб, маҳкамлаб чиқилгандан кейин трасса нивелирлаб чиқилади. Нивелирлаш учун аниқ нивелир (Н-3, Н-3К ва бошқ.) ёки техник нивелир (Н-10, 2Н-10Л ва бошқалар), бир жуфт 3 ёки 4 м ли букланма шашкали рейка олинади. Рейкалар бир (қора томон) ёки икки (қора ва қизил) томонли бўлиши мумкин.

Ўртадан нивелирлаш усулида ҳар бир бекатда натижа текшириб борилади. Пикетлар боғловчи нуқталар ҳисобланиб, ҳар иккала кўшни пикетлар орасига улардан бир хил масофада, нивелир ўрнатилади. Асбоб ўрнатилган жой **бекат** деб аталади. Нивелир бекати ПК0 ва ПК1 орасида олинган бўлса, **ПК0 га орқадаги** ва **ПК1 га олдинги пикет** дейилади. Бу пикетларда **ўрнатилган рейкаларга тегишлича орқадаги ва олдинги рейка** дейилади. Бекатда дастлаб пикетлар нивелирланади ва натижа текширилади, у тўғри чиқса, кейин оралик нуқта нивелирланади.

Икки томонли (қора ва қизил) рейкалар билан ҳар бир бекатда нивелирлаш қуйидаги тартибда олиб борилади:

а) нивелирнинг кўриш трубасини орқадаги рейкага қаратиб, рейкани қора томонидан саноқ олинади $a_{\text{қор}}$;

б) нивелирнинг кўриш трубаси олдиндаги рейкага қаратилади ва рейканинг қора томонидан саноқ олинади $b_{\text{қор}}$;

в) олдиндаги рейкани қизил томонидан саноқ олинади $b_{\text{қиз}}$;

г) нивелирнинг кўриш трубаси орқадаги рейкага қаратилиб, рейкани қизил томонидан саноқ олинади $a_{\text{қиз}}$.

Бу саноклар орқали нисбий баландлик қиймати қуйидагича ҳисобланади:

$$h = a_{\text{қор}} - b_{\text{қор}};$$

$$h = a_{\text{қиз}} - b_{\text{қиз}}.$$

Икки марта ҳисоблаб чиқарилган қийматлар ўзаро тенг бўлса ёки улар орасидаги фарқ 4 мм дан ошмаса, нивелирлаш натижаси тўғри ҳисобланади. Агар шарт бажарилмаса, бекатда рейкалардан саноклар қайтадан олинади. Шундан кейин нивелирни ўрнадан қўзғатмасдан туриб, орқадаги рейка оралик нуқталарга бирин-кетин қўйилиб, унинг қора томони бўйича ҳар бир нуқтадан биттадан санок олинади. Олинган саноклар нивелирлаш журналининг (11.1-жадвал) 3, 4 ва 5-устунларига, тегишли нуқталар қаторига ёзиб борилади. Шу билан ушбу бекатда нивелирлаш ишлари тугатилади ва нивелир билан кейинги бекатга ўтилади.

Нивелир ПК1 ва ПК2 оралиғида ўрнатилиб, нивелирлаш бундан олдинги бекатдагига ўхшаш бажарилади. (x) нуқталар ва уларни нивелирлаш 8.3 да ёзилган тартибда бажарилади. Шу тарзда кетма-кет олинган бекатларда нуқталар нивелирланиб, трасса охиригача борилади. Агар нивелирлаш учун бир томонли рейкалар олинган бўлса, ҳар бир бекатда рейкалардан санок нивелирни икки горизонтида (асбоб баландлигини ўзгартириб) олинади.

Нивелирлашнинг ҳар бир бекатдаги назорат ҳисоблаш натижаси журналнинг (11.1-жадвал) 6-устунига ва бу қийматларнинг ўртачаси 7-устунига ёзиб борилади.

Журналнинг ҳар бир бети тўлганда унда бетма-бет текшириш ишлари бажарилади. Бунинг учун журналнинг ҳар бир бети тагида 3, 4, 6 ва 7-устунларда ёзилган сонлар йиғиндиси топилиб ёзилади. Юкорида кўрсатилган устунлар йиғиндисини $\sum a$, $\sum b$, h_x , ва $\sum h_{\text{ўрт}}$ десак, у вақтда текширув натижаси қуйидаги шартни таъминлаши керак:

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h_x}{2} = \sum h_{\text{ўрт}}$$

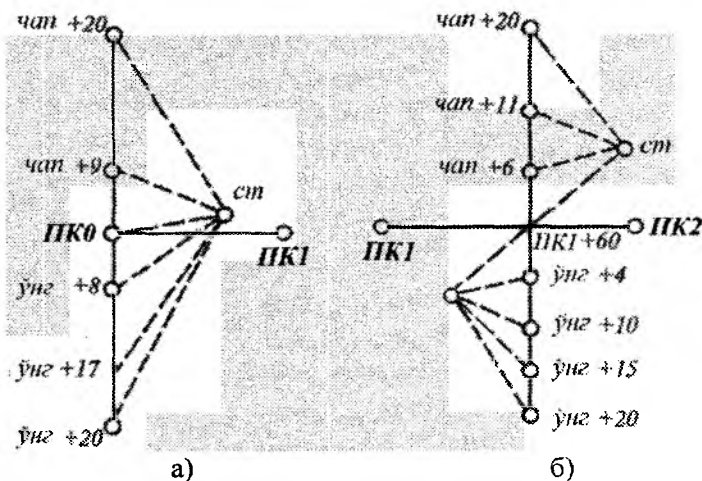
Нивелирлаш журналида берилган мисол учун бетма-бет текшириш натижаси журнал бетининг тагида ҳисоблаб келтирилган.

Трассани нивелирлаш билан бир вақтда қўндаланг қирқим нуқталари ҳам нивелирлаб борилади. Бунинг учун агар жой рельефи текис бўлса, пикетларни нивелирлаш бекатидан қўндаланг қирқим ҳамма нуқталари оралик нуқталар каби нивелирланади (11.8-а расм) ва олинган

саноклар журналнинг 5-устунига ёзиб борилади (11.1-жадвалда 7-бекатга қаралсин).

Акс ҳолда, (рельеф нотекис бўлса) кўндаланг қирким нуқталари бир неча бекатдан туриб нивелирланиши мумкин (11.8-б расм).

Трассани нивелирлаш натижасини текшириш ва нуқталар (пикетлар) баландлигини давлат баландлик системасида ҳисоблаш учун трассанинг боши ва охири жойда мавжуд репер ёки маркаларга боғланади. Бундай таянч пунктлар яқин орада жойлашмаган бўлса, трасса икки марта – тўғри ва тескари йўналишларда нивелирланади (тескари йўналишда фақат пикетлар нивелирланади) ва *бошланғич* деб қабул қилинган пикет баландлиги шартли қилиб олинади. Шунга кўра, нивелирлаш журналини ишлаб чиқишда трасса бўйича нивелирлаш хатоси қуйидаги икки усулда ҳисобланиши мумкин:



11.8-расм.

1) агар трассанинг бош ва охири нуқталари реперларга боғланган бўлса, ифода қуйидагича бўлади:

$$fh = \sum h_{урт} - (H_{ох.реп} - H_{бош.реп}). \quad (11.8)$$

Бу ерда $\sum h_{урт}$ – трасса бўйича (репердан репергача) ўлчанган нисбий баландликлар ўртача қийматларининг йиғиндиси;

$H_{\text{ок.реп}}$; $H_{\text{бош.реп}}$ – бошланғич ва охири реперларнинг баландлиги.

2) трасса тўғри ва тескари йўналишларда нивелирланган бўлса, нивелирлаш хатосининг миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$fh = \sum h_{\text{тўғ.}} - \sum h_{\text{тес.}} \quad (11.9)$$

Бу ерда $\sum h_{\text{тўғ.}}$, $\sum h_{\text{тес.}}$ – тўғри ва тескари йўналишдаги ўртача нисбий баландлик йиғиндиси.

(11.8) ва (11.9) формулалар бўйича ҳисобланган нивелирлаш хатосининг чекли қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланади:

Трассани нивелирлаш журнали

11.1-жадвал

Станциялар	Никетлар ва масофалар	Рейса саноклари (мм)			Нисбий баландлик, h (мм)		Тузатиш гани $h_{\text{туз}}$	А сдоб горизонти, H_1 (м)	Нукталар баландлиги, H (м)
		Орсалар (a)	Олинди-ги (b)	Оралик (c)	Хисоблан-гани h_x	Уртача-си $h_{\text{орт}}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rp14	1464			+0601	+1			410,755
	ПК0	6250	0863 5651		+0599	+0600	+0601		411,356
2	ПК0	2984			+2731	+1		414,340	411,356
	+75 ПК1	7671	0253 4940	0254	+2731	+2731	+2732		414,086 414,088
3	ПК1	2670			+2010	+1			414,088
	ПК2	7460	0660 5448		+2012	+2011	+2012		416,100
4	ПК2	2972			+0580	+1,5			416,100
	ПК3	7657	2392 7078		+0579	+0579,5	+0581		416,681
5	ПК3	2759			+2003	+1,5			416,681
	X	7545	0756 5541		+2004	+2003,5	+2005		418,686

6	X ПК4	2899 7686	0307 5092		+2592 +2594	+1 +2593	+2594	418,686 421,280
7	ПК4 +60 Кўн. қорқ. ўнг 6,0 ўнг +10,0 чап +3,0 чап +10,0 ПК5	0381 5162	1847 2640 1980 1037 0354		-2486 -2487	+1,5 -2486,5	-2485	421,280 419,814 419,021 419,681 420,624 421,307 418,795
8	ПК5 Rp15	0208 4896	1674 6359		-1466 -1463	+1,5 -1464,5	-1463	418,795 417,332
Σ		70664	57530		+13134	+6567		

$$\Sigma a = 70664 \quad \Sigma b = 57530 \quad \Sigma h_x = +13134 \quad \Sigma h_{ypr} = +6567$$

$$\Sigma h_{ypr} = \frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h_x}{2} = \frac{70664 - 57530}{2} = \frac{+13134}{2} = +6567 \text{ мм}$$

$$fh = \Sigma h_{ypr} - (H_{\text{оx.пен}} - H_{\text{бoш.пен}}) = 6567 - (417,332 - 410,75) = 6567 - 6577 = -10 \text{ мм}$$

$$fh_{\text{чек}} = \pm 50\sqrt{L} = \pm 50\sqrt{1,0} = \pm 50 \text{ мм}$$

$$fh_{\text{чек}} = 50\sqrt{L} \text{ мм.} \quad (11.10)$$

Бу ерда L – трасса узунлиги (репердан репергача) км да олинади.

$$fh = \sum h_{\text{ўрт}} - (H_{\text{реп15}} - H_{\text{реп14}}) = 6567 - (417,332 - 410,755) = 6567 - 6577 = -10 \text{ мм}$$

$\sum h_{\text{ўрт}}$ қиймати 11.1-жадвал 7-устун тагида чиқарилган; $H_{\text{реп14}}$, $H_{\text{реп15}}$ – реперлар баландлиги берилган. Сўнгра (11.10) формула бўйича трассани нивелирлаш хатосининг чекли қийматини ҳисоблаймиз: бу ерда трасса узунлиги 0,5 км (ПК0 дан ПК5 гача), ПК0 дан реп.14 гача шартли 250 м, ПК5 дан реп.15 гача 250 м деб ҳисобласак, шунда умумий масофа $L = 1$ км га тенг бўлади.

Мисолда $fh < fh_{\text{чек}}$ бўлгани учун нивелирлаш хатоси $fh = -10$ мм тескари ишораси билан ўртача нисбий баландликларга тенг тарқатилиб уларнинг устига ёзилади (11.1-жадвалнинг 7-устунига қаранг). Одатда тузатмалар яхлит мм да тарқатиб берилади.

Ҳар бир ўртача нисбий баландлик унга берилган тузатма ишорасига қараб тузатилади ва натижа 8-устунга ёзилади.

(11.9) формула бўйича трассани нивелирлаш хатоси ҳисобланса, топилган fh қийматининг ярми олинади ва у тескари ишора билан трассани тўғри йўналишда ҳисобланган ўртача нисбий баландликларга тарқатиб берилади.

Бошланғич репернинг берилган баландлиги ва тузатилган нисбий баландлик қиймати бўйича пикет нуқталарнинг (боғловчи нуқталар) баландлиги қуйида келтирилган формулалар бўйича ҳисобланади. Олинган мисол учун:

$$\begin{aligned} H_{\text{ПК0}} &= H_{\text{реп}} + h_1, \\ H_{\text{ПК1}} &= H_{\text{ПК0}} + h_2, \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ H_{\text{ПК}n} &= H_{\text{ПК}n-1} + h_{n+1}. \end{aligned}$$

Ушбу формулалар бўйича 11.1-жадвалнинг 10-устунида ёзилган пикет нуқталарнинг баландлиги ҳисобланган.

Пикет нуқталар баландлиги тўғри ҳисобланганлигини текшириш учун охириги пикет баландлигига шу пикет билан репер орасидаги тузатилган нисбий баландлик қўшилади, шунда ушбу репернинг олдиндан маълум бўлган (берилган) баландлиги келиб чиқиши керак.

Келтирилган мисолда бу қуйидагича бўлади:

$$H_{\text{реп15}} = H_{\text{ПК5}} + h_8 = 418,795 + (-1,463) = 417,332 \text{ мм},$$

яъни $H_{\text{реп15}}$ нинг берилган баландлиги келиб чиқади. Демак, пикетлар баландлиги тўғри топилган.

Сўнгра оралик ва кўндаланг қирқим нуқталарининг баландлиги ҳисобланади. Оралик ёки кўндаланг қирқим нуқталари қайси бекатда нивелирланган бўлса, уша бекатда асбоб горизонти (7.3) формула бўйича ҳисобланади. Бизнинг мисолда 11.1-жадвалга кўра асбоб горизонти 2 ва 7-бекатларда ҳисобланади. Масалан, 7-бекатда асбоб горизонти қуйидагича ҳисобланади:

$$H_i = H_{\text{ПК4}} + a_{\text{кор}} = 421,280 + 0,381 = 421,661 \text{ мм}.$$

Бу ерда $a_{\text{кор}}$ – ПК4 даги рейканинг қора томонидан олинган санок ($a_{\text{кор}} = 0381$).

Асбоб горизонтидан фойдаланиб, ушбу бекатда нивелирланган оралик ва кўндаланг қирқим нуқталар баландлиги қуйидагича топилади:

$$H_{+60} = H_i - c = 421,661 - 1,847 = 419,814 \text{ м},$$

$$H_{\text{ўнг+6}} = H_i - c = 421,661 - 2,640 = 419,021 \text{ м ва ҳ.к.}$$

Бу ерда c – тегишли оралик ёки кўндаланг қирқим нуқтасидаги рейкадан олинган санок.

Ҳисоблаб топилган натижалар жадвалнинг 10-устунига тегишли нуқталар қаторига ёзилади.

Шуни айтиш керакки, оралик ва кўндаланг қирқим баландлигининг тўғри ёки нотўғри ҳисобланганлигини якуний текшириш имконияти йўқ. Шунинг учун ҳар бир ҳисоблаш ишини синчиклаб, керак бўлса такроран ҳисоблаб қўриш лозим.

Шу билан нивелирлаш журнаlines ишлаб чиқиш тугатилган хисобланади ва нуқталарнинг топилган баландлигидан фойдаланиб, трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилларини чизишга ўтилади.

11.1.6. Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилларини тузиш

Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профили нивелирлаш журнаlines ва пикетлаш дафтарчаси асосида миллиметровка қоғозида чизилади. Профиль горизонтал ва вертикал масштабларда чизилади. Горизонтал масштаб лойиҳаланаётган иншоот турига, трасса ўтган жой хусусиятига боғлиқ бўлиб, асосан, йирик масштабда (1:500-1:10 000) олинади. Масалан, автомобиль йўлларини қуриш учун муҳим йўналишларни кидириш ишларида рельефи текис жойларда 1:5 000, тоғли жойларда 1:2 000 ва ундан йирикрок; каналларни лойиҳалашда 1:1 000 дан 1:5 000 масштабигача олинади.

Профилга аниқроқ кўриниш бериш учун вертикал масштаби горизонтал масофалар масштабига нисбатан 10 марта йирик (кўпинча 1:100, 1:200) қилиб олинади.

Бўйлама профилни чизиш профиль тўрини тузишдан бошланади. Профиль масштаби ва тўрининг мазмуни қуриладиган иншоот турига, унинг хусусиятига ва бошқаларга қараб ҳар хил бўлади.

Куйидаги 11.9-расмда келтирилган профилда унинг тўри умумий кўринишда берилган бўлиб, қурилаётган иншоот хусусиятига қараб қўшимча қаторлар киритилиши мумкин. Профиль тўрини яшаш учун расмда унинг қаторлари ўлчами сантиметрда келтирилган. Улар бўйича чизилган қаторларга қаторлар номи расмда берилгандай ёзиб чиқилади.

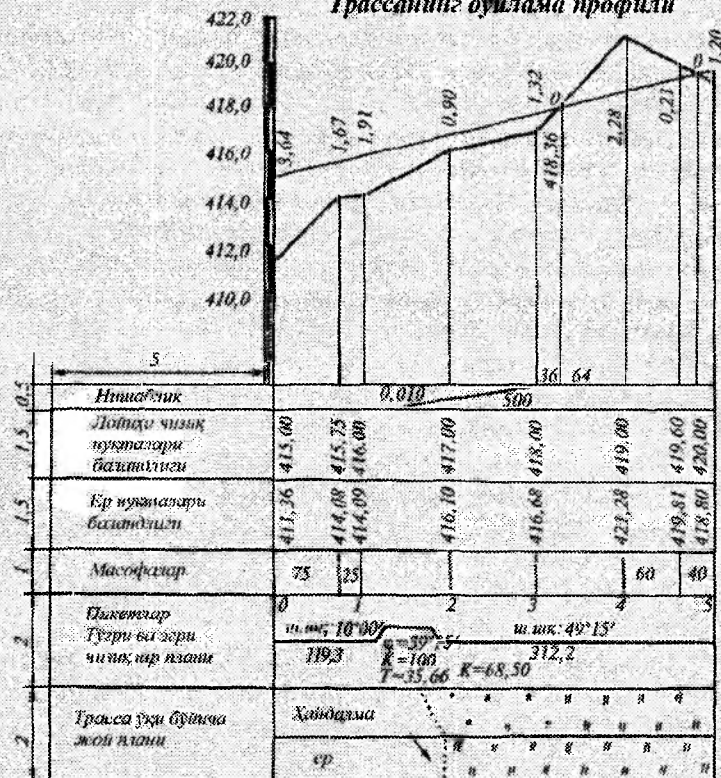
Профиль тўри қаторларини тўлдириш «Масофалар» қаторидан бошланади. Нивелирлаш журнаlinesнинг (11.1-жадвал) 2-устунидан олинган пикетлар ва оралиқ нуқталари масофаси қабул қилинган горизонтал масштаб, мисол, 1:5 000 да кетма-кет бу қаторга қўйиб чиқилади ва уларнинг ўрни топилиб масофа қиймати ёзиб қўйилади. Пикетдан

пикетгача бўлган 100 м масофа одатда ёзилмайди. Икки кўшни пикетлар орасида ёзилган оралик нуқталари масофасининг йиғиндиси 100 м га тенг бўлиши керак.

Топилган ҳар бир нуқта ёнига «Ер нуқталари баландлиги» қаторида журналнинг 10-устунидан олинган баландлик см гача яхлитланиб ёнига ёзиб чиқилади (11.9-расмга қаралсин). Профиль тўрининг юқоридан биринчи горизонтал чизиғи *шартли горизонт* дейилиб, унинг баландлиги журналда ҳисобланган нуқталар баландлигига қараб қабул қилинади. Бунда чизиладиган профилнинг энг паст нуқтаси ушбу горизонт чизиғидан 2-4 см юқорида бўлиши ҳисобга олинади.

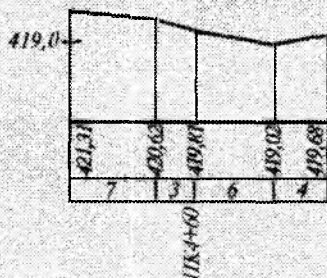
Ушбу мисолда шартли горизонт баландлиги 406,0 м деб қабул қилинган. Профилнинг энг паст нуқтаси ПК1 бўлиб, унинг баландлиги 411,36 м га тенг ва у шартли горизонтдан $411,36 - 406,0 = 5,36$ м ёки 1:200 вертикал масштабда 2,5 см ча юқорида жойлашади.

Грассанинг буёлама профили



Мақштаблар: горизонтал 1:5000
 вертикал 1:200
 кундаланг профил 1:500

Кундаланг профил



11.9-расм.

Профилнинг вертикал шкаласи сантиметрли бўлақларга бўлиниб, ҳисобланган нуқталар баландлиги қийматидан энг кичиги яхлит метрда олиниб, шкаланинг 2 ёки 3-бўлагига ёзилади ва кейинги бўлақлар қиймати вертикал масштабдан фойдаланиб ёзиб чиқилади. Мисолимизда шкаланинг иккинчи бўлаги энг кичик баландлик 410 м билан ёзилиб, 1:200 вертикал масштабда кейинги бўлақлар белгилаб чиқилган (масштабда 1 см 2 м га тенг). Сўнгра «Масофалар» қаторидаги ҳар бир нуқтадан перпендикуляр чизик йўналишида ушбу нуқтанинг баландлиги вертикал шкаладан фойдаланиб ўлчаб қўйилиб нуқталар билан белгиланади. Бу нуқталарни чизғич ёрдамида тўғри чизиклар билан туташтириб профиль чизиги ҳосил қилинади.

Тўғри ва эгри чизиклар қаторига эгри чизикнинг ҳисобланган бошланғич ва охири учи қийматлари горизонтал масштабда қўйилади. Эгрининг боши ва охири орасидаги чизик ёй кўринишда чизилади ва унинг бўртиғи ўнг бурилиш учун юқорига, чап бурилиш учун пастга қаратиб қўйилади.

Ёй ичига эгрининг элементлари ёзилади. Трасса ўқи тўғри кесимлари устида уларнинг румби, остида эса кесим узунлиги ёзилади. Бурилишдан кейинги тўғри чизик азимути (11.1) формула бўйича φ орқали ҳисобланиб, ундан румбга ўтилади.

«Трасса ўқи бўйича жой плани» қаторида пикетлаш дафтарчасидан фойдаланиб, съёмка қилинган трасса ўқи, жой ва предмет тафсилотлари, бурилиш нуқталари ва бошқалар кўрсатилади.

Кўндаланг профиль ҳам миллиметровка қоғозида, нивелирлаш журналидан олинадиган қийматлар бўйича горизонтал ва вертикал масофалари бир хил йирик масштабда (1:200 ёки 1:500) чизилади. 11.9-расмда бу профиль бўйлама профилнинг устида келтирилган.

11.1.7. Бўйлама профилда лойиҳалаш элементлари

11.9-расмда автомобиль йўлининг бўйлама ва кўндаланг профиллари берилган. Бўйлама профилда лойиҳа чизигини ўтказиш билан боғлиқ бўлган техник шартлар махсус

қўлланмаларда берилади. Булардан умумийлари куйидагилар:

1. Профилда қазилма ва кўтарма юзалари тахминан бир хил бўлиши керак.

2. Лойиҳа чизигининг нишаблиги белгиланган қийматдан ошмаслиги керак.

3. Қазилма чуқурлиги ва кўтарма баландлиги ўта катта бўлмаслиги керак ва бошқалар.

Юкоридаги шартларни ҳисобга олиб, профилга туширилган лойиҳа чизигининг бошланғич ва охири нукталари баландлиги профиль вертикал шкаласидан аниқлаб ёзилади. Масалан, 11.9-расмда бу нукталар баландлиги тегишлича 415,0 ва 420,0 м га тенг.

Бу қийматлар «Лойиҳа чизик нукталари баландлиги» қаторида тегишли ПК0 ва ПК5 нукталарига ёзилади.

Чизик нишаблигини ҳисоблашда маълум формуладан фойдаланилади. Кўриб чиқаётган мисолимизда чизик нишаблиги куйидагича ҳисобланган:

$$i = \frac{H_0 - H_6}{L} = \frac{420,0 - 415,0}{500} = 0,01.$$

Бу ерда L – лойиҳа чизик узунлиги.

Профилдаги лойиҳа чизигининг бошқа ҳар қандай нуктаси учун баландлик куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$H_i = H_{i-1} + i \cdot d, \quad (11.11)$$

яъни кейинги (i) нуктанинг лойиҳа баландлиги олдинги ($i-1$) нуктанинг лойиҳа баландлигига чизик нишаблигини бу нукталар орасидаги горизонтал масофага кўпайтириб қўшилганига тенг.

Мисол: $H_{ПК1} = H_{ПК0} + i \cdot d = 415,00 + 0,01 \cdot 100 = 416,00.$

(11.9-расмга қаралсин). Бу йўл билан нукталарнинг ҳисобланган лойиҳа баландлиги профилнинг тегишли қаторига ёзилади. Профиль ҳар бир нуктасини лойиҳа баландлигидан ер баландлиги айрилиб мусбат ишорали қиймат лойиҳа чизикни устига, манфий ишоралиси эса чизик

остига ёзиб борилади. Бу қийматларга ишчи баландликлар дейилади.

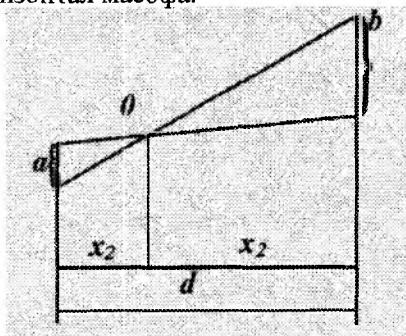
Ер юзаси чизигининг (профиль чизигининг) лойиҳа чизиги билан кесишган нуқтасига *ноль ишлари нуқтаси* дейилади.

Ноль нуқтасининг орқадаги ва олдинги яқин профиль нуқталаригача бўлган масофалари 11.10-расмга кўра қуйидаги формулалардан ҳисобланади:

$$x_1 = \frac{a}{a+b} d,$$

$$x_2 = \frac{b}{a+b} d.$$

Бу оддий формулаларда a орқадаги ва b олдинги профиль нуқталаридаги ишчи баландлик, d эса бу нуқталар орасидаги горизонтал масофа.



11.10-расм.

11.10-расмдаги 0 нуқта учун x_1 ва x_2 масофаларни ҳисоблаймиз:

$$x_1 = \frac{a}{a+b} d = \frac{1,32}{1,32 + 2,28} \cdot 100 = 36 \text{ м};$$

$$x_2 = \frac{b}{a+b} d = \frac{2,28}{1,32 + 2,28} \cdot 100 = 64 \text{ м}.$$

Ҳисоблаш ишларининг тўғрилиги қуйидагича текширилади:

$$x_1 \text{ ва } x_2 = 36 + 64 = 100 \text{ м}.$$

Ноль ишлари нуқтасининг баландлиги қуйидагича топилади:

$$H_0 = H_a + i \cdot x_1 = 418,0 + 0,01 \cdot 36 = 418,36 \text{ м.}$$

Бу ерда H_a – ноль ишлари нуктасидан орқадаги энг яқин нуктанинг лойиҳа баландлиги.

Ҳисоблаб топилган масофалар ва баландлик 11.9-расмда ёзиб кўрсатилган жойларда ёзилади. Ҳисобланган баландлик **H_0 кўк баландлик** дейилади ва кўк рангда ёзилиши керак.

Чизиб тугалланган профиль тегишли рангдаги тушлар билан тушланади. Бунда қизил ранглр билан – трасса ўқи, тўғри ва эгри чизиклар, лойиҳа баландликлари, «нишаблик» қаторидаги қийматлар, лойиҳа чизик ва ишчи баландликлар (уйма ва кўтарма); қолган ҳамма элементлар (сув манбааларидан ташқари) қора рангдаги туш билан тушланади.

11.2. Юзани нивелирлаш

11.2.1. Юзани нивелирлаш моҳияти ва усуллари

Ерларга сув чиқариш ҳамда суғориш, бино ва иншоотларни куриш ва бошқа шу каби ишлар лойиҳасини тузиш жой рельефи аниқ тасвирланган йирик масштабли топографик планларда бажарилади. Рельефи текис бўлган жойларда бундай топографик планлар асосан юзани нивелирлаш орқали тузилади.

Юзани нивелирлаш одатда жойнинг йирик масштабли топографик планлар ва рақамли моделларини (масштаби 1:500, 1:1 000, 1:2 000 (рельеф кесими баландлиги 0,1 – 0,5 м) тузиш учун бажарилади.

Жой рельефнинг характериға, уни планда тасвирлаш аниқлигига, лойиҳаланадиган иншоот туриға ва хусусиятиға ҳамда бошқа бир қанча шартларға қараб юзани нивелирлаш куйидаги усулларда бажарилади:

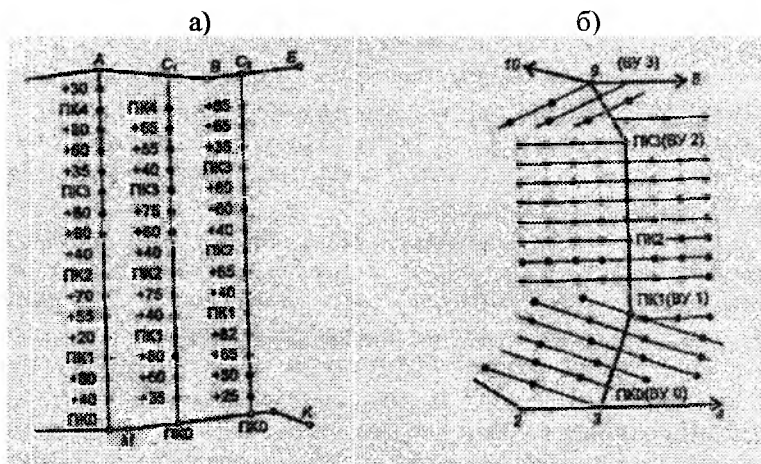
- параллел чизиклар усули;
- магистраллар усули;
- полигонлар усули;
- квадрат катаклар усули.

Параллел чизиклар бўйича юзани нивелирлаш усули квадрат катакларни ривожлантиришға тўсқинлик қиладиган

Ўсимликлар билан қопланган рельефи нисбатан текис, очик ва ёпик жойларда қўлланилиши мумкин. Бунинг учун участка чегараси бўйича бошланғич геодезик пунктлар ва реперларга таянадиган теодолит-нивелир йўли ўтказилади. Йўлнинг томонларига участкани кесадиغان тўғри профилли чизиклар учун таянч ҳисобланадиган, створли нуқталар маҳкамланади (11.11-а расм).

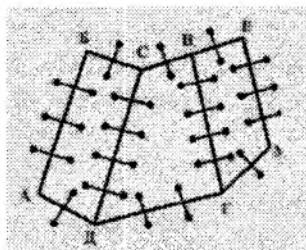
Профиль чизиклари 1:500 ва 1:1 000 съёмка масштабларида ҳар бири 20 м дан, 1:2 000 съёмка масштабида эса 40-50 м дан белгиланади. Профиль чизиклари бўйлаб пикетлаш ишлари бажарилади, юз метрли пикетлар қозиклар билан белгиланади, плюсли нуқталар эса ҳар бири 20 м ёки 40 м дан (съёмка масштабига қараб) қоровул қозиклар билан маҳкамланади. Бир вақтнинг ўзида асосан перпендикуляр усулида жой тафсилотлари съёмка қилинади ва тегишли абрисы тузилади.

Магистраллар усули. Бу усул жой рельефи нотекис, кичик ва чўзинчоқ бўлган ерларда қўлланилади. Магистрал йўллар рельефнинг характерли чизиклари: сув айриғичлар, сув йиғиш чизиклари бўйича ўтказилади (11.11-б расм). Бу усул кўпинча автомобиль йўллари, каналлар ва бошқа чизикли иншоотлар бўйлаб съёмкаларни бажаришда қўлланилади. Планли баландлик асос бўлиб, чизикли иншоотлар трассаси бўйлаб ўтказилган теодолитнивелир йўли хизмат қилади. Магистрал йўлларга перпендикуляр қилиб кўндаланглар режаланади. Сўнгра бу чизиклар бўйича съёмка масштабига қараб ҳар 20 ёки 40 м дан пикетларга бўлиб чиқилади ва қозиклар қоқилади. Шундан кейин бу нуқталар нивелирлаб чиқилади. Нивелирлаш натижалари ишлаб чиқилиб, нуқталар баландлиги топилади.



11.11-расм.

Полигонлар усули рельефи характерли катта участкаларда қўлланилади. Планли баландлик асос сифатида съёмка қилинадиган участка чегараси ҳамда рельефнинг характерли чизиқлари бўйлаб ўтказиладиган теодолит нивелир йўллари системаси қўлланилади (11.12-расм). Тафсилот ва рельефни съёмка қилиш учун планли баландлик асос томонларига кўндаланг кўринишида съёмка йўллари режаланади.



11.12-расм.

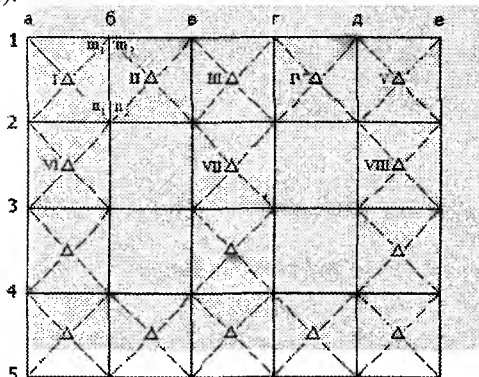
Юза нивелирлаш ишларида ишлаб чиқаришда энг кўп қўлланинадиган усул **квадрат катаклар усули** ҳисобланади. Шу боис куйида ушбу усулга батафсил тўхталиб ўтамиз.

Квадрат катаклар бўйича юзани нивелирлаш усули кўпинча рельефи текис очик жойларда вертикал текислаш лойиҳаларини тузиш ва ер ишлари ҳажмларини ҳисоблашда

кўлланилади. Бу усулда нивелирлаш ишлари саноат қурилиш майдончаларида, фукаро ва спорт объектларини қуриш, суғориш участкалари ва шоли чекларини барпо этишда бажарилади.

Квадрат катаklar усулида нивелирланадиган майдон теодолит ва ўлчаш лентаси ёрдамида квадратларга бўлинади. План масштаби ва қуриладиган иншоотнинг турига қараб квадрат томонлари 10×10; 20×20; 40×40 м бўлиши мумкин.

Бундай квадрат катаklarни ясаш учун майдон аввал томонлари 100×100, 200×200 м бўлган катта квадратларга бўлинади ва жойда квадрат учлари қозиклар билан маҳкамланади. Бунинг учун жойда 1a нуктасини маҳкамлаб, 1a–5a йўналиш белгилаб олинади (олинган ер майдонининг чегараси ёқалаб). Шу йўналишда лента билан квадрат томонининг қабул қилинган узунлиги кетма-кет ўлчаб қўйилиб, 2a, 3a, 4a ва 5a нукталари жойда маҳкамланади (11.13-расм).



11.13-расм.

Кейин 1a ва 5a нукталарига теодолит ўрнатиб, 1a–5a ва 5a–1a йўналишига нисбатан 90° ли бурчак ясаб 1a–1e ва 5a–5e йўналишлар ҳосил қилинади ва улар бўйича квадрат томонининг қабул қилинган қийматини кетма-кет қўйиб чиқиб, 1a, 1б, 1в, 1г, 1д, 1e ва 5a, 5в, 5г, 5д, 5e нукталари топилиб, қозиклар қоқиб маҳкамланади. Ташқи асосий квадрат ичида ётган квадратлар учи 1б–5б, 1в–5в ва бошқа

томонлар бўйича веҳадан веҳагача лента билан ўлчаб топилади ва қозиклар билан маҳкамланади, қозикларга тегишли квадрат учи нуқтасининг тартиб рақами 1а, 1б, 1в, ..., 2а, 2б, 2в, ёзиб қўйилади.

Асосий квадрат томонларининг узунлиги 100 м бўлса, нивелир ҳар бир квадрат ўрта қисмида ўрнатилиб, олдин асосий квадратларнинг учлари, кейин эса ички кичик квадратлар учлари нивелирланади.

Нивелирлашда нуқталарда ўрнатилган рейкадан олинган саноклар олдиндан тайёрлаб олинган чизманинг тегишли нуқталари ёнига ёзиб борилади.

Бекатда асосий квадрат учларини нивелирлаш натижасини текшириш учун қўшни бекатлардан нивелирланган иккита боғловчи нуқталар, масалан 11.13-расмда 1б ва 2б нуқталар, орасидаги нисбий баландлик саноклар бўйича ҳисобланади. Расмдаги m_1 ва n_1 саноклар биринчи бекатдан, m_2 ва n_2 саноклар иккинчи бекатдан олинган. Бу саноклар орқали 1б ва 2б нуқталар орасидаги нисбий баландлик икки марта топилади:

$$h = m_1 - n_1; \quad h = m_2 - n_2,$$

булардан

$$m_1 - n_1 = m_2 - n_2$$

ёки

$$m_1 + n_2 = m_2 + n_1 \quad (11.12)$$

ёзиш мумкин.

(11.12) формуладан ҳар бир квадрат томонида қарама-қарши ётган саноклар йиғиндиси ўзаро тенг бўлиши кераклиги келиб чиқади. Бу йиғиндилар фарқи 5 мм дан ошмаслиги керак.

Юқорида кўриб чиқилган тартибда ҳамма асосий квадратлар учи нуқталари орасидаги нисбий баландлик ҳисоблаб чиқилади. Дастлаб асосий квадрат учлари 1а, 1е, 5е, 5а орасидаги нисбий баландликлар йиғиндиси топилиб, нивелирлаш хатоси ҳисобланади. Назарий жиҳатдан ёпиқ полигонда нисбий баландликлар йиғиндиси $\sum h = 0$ бўлиши керак, амалда ноль ўрнида келиб чиққан қийматга

нивелирлаш хатоси дейилади ва у қуйидаги чекдан ошмаслиги керак:

$$fh_{\text{чек}} = 6\sqrt{n}, \text{мм} \quad (n - \text{бекатлар сони}).$$

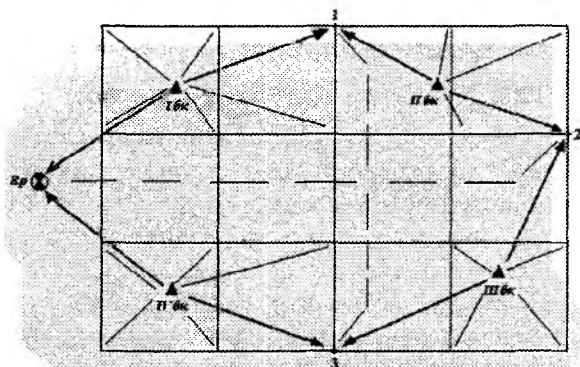
Ушбу қийматдан ошмаган хатолик тарқатилиб, нисбий баландликлар боғланади ва асосий квадрат учи нуқталарининг баландлиги ҳисобланади. Сўнгра 1а ва 1е ҳамда 5а ва 5е нуқталар орасида жойлашган 1б, 1в, ... ва 5б, 5в, ... нуқталар баландлиги ҳисобланади.

Асосий квадрат ичидаги нуқталар нисбий баландлиги 1б – 5б қатори бўйича олиниб, бош ва охириги нуқталарнинг ҳисобланган баландлигидан фойдаланган ҳолда тенгланади ва улар орасидаги нуқталар баландлиги ҳисобланади. Кейин 1в – 5в қаторига ўтилади ва олдинги қатордагига ўхшаш ҳисоблашлар бажарилади ва ҳоказо.

Томонлари 10×10 ёки 20×20 м катакларга бўлинган майдонда квадратлар учлари бир ёки бир нечта бекатдан туриб нивелирланади (11.13-расм).

Бу расмда I, II, III ва IV нивелир бекатлари; 1, 2, 3 ва R_p бекатлар орасида олинган боғловчи нуқталар бўлади. Майдонни квадратларга бўлиш билан бир вақтда майдондаги тафсилотлар ҳам съёмка қилинади.

11.14-расмда I, II, III ва IV бекатлардан нивелирланган боғловчи нуқталар 1, 2, 3 ва R_p йўғон чизиклар билан, орилик нуқталар сифатида нивелирлангани эса узук чизиклар билан кўрсатилган. Боғловчи нуқталар рейканинг қора ва қизил томонлари, орилик нуқталар эса фақат қора томони бўйича нивелирланади.



11.14-расм.

Олинган саноклар чизмада тегишли нуқта ёнига ёзиб борилади. Боғловчи нуқталар орасида ўлчанган нисбий баландлик қиймати қора ва қизил саноклар бўйича ҳисобланади ва булар ўзаро тенг бўлиши ёки фарқи 3 – 4 мм дан ошмаслиги керак. Нисбий баландлик қийматларининг ўртачаси олинади.

Қуйидаги параграфда мисолда квадратлар бўйича нивелирлаш натижаларини ишлаб чиқиш жараёни батафсил баён этилган.

11.2.2. Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш натижаларини ишлаб чиқиш

Ҳисоблаш ишлари қуйидаги кетма-кетликда бажарилади:

1. Квадратлар бўйича нивелирлаш схема-журналида келтирилган маълумотлар бўйича (11.14-расм) боғловчи нуқталар орасидаги нисбий баландликлар қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$h = a - b. \quad (11.13)$$

Бу ерда a – орқадаги рейкадан олинган санок;

b – олдинги рейкадан олинган санок.

Мисол: I бекатда h қиймати репер $Rp1$ (орқадаги) ва I-боғловчи (олдинги) нуқталарда ўрнатилган рейкаларнинг қора ва қизил томонлари бўйича олинган саноклар орқали қуйидагича ҳисобланади:

$$h_1 = 2593 - 1018 = +1575 \text{ мм};$$

$$h_2 = 7276 - 5703 = +1573 \text{ мм}.$$

Ҳисобланган нисбий баландликларнинг қиймати 11.2-жадвалининг 2-устунига ёзилади.

Агар бекатда ҳисобланган нисбий баландликлар қиймати бир-бирига тенг ёки 4 мм дан кўп фарқ қилмаса, унда ўртача қиймат топилиб, 11.2-жадвалининг 3-устунига ёзилади.

Мисол: $h_{\text{ўрт}} = (1575 + 1573)/2 = 3148/2 = 1574 \text{ мм}.$

Шу тарзда қолган бекатларда ҳам нисбий баландликлар ва уларнинг ўртача қийматлари ҳисобланади.

2. Ёпиқ нивелир йўли бўйича нисбий баландликлар боғланмаслиги ҳисобланади. Маълумки, ёпиқ нивелир йўли бўйича нисбий баландликларнинг алгебраик йиғиндиси (назарий) нолга тенг, лекин ўлчашлар жараёнида йўл қўйилган хатолар туфайли нисбий баландликларнинг амалий йиғиндиси нолга тенг бўлмай, нивелир йўлидаги нисбий баландликлар боғланмаслиги номланадиган fh қийматига тенг бўлади, яъни

$$fh = \sum h_a. \quad (11.14)$$

Бу ерда $\sum h_a$ – боғловчи нуқталар орасидаги нисбий баландликлар йиғиндиси.

Кўрилатган мисолда

$$fh = +1575 - 447 - 1770,5 + 650 = +6,5 \text{ мм}.$$

3. Квадратлар бўйича юзани нивелирлашда нивелир йўли нисбий баландликлардаги йўл кўярли боғланмаслиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$fh_{\text{чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}. \quad (11.15)$$

Бу ерда n – бекатлар сони.

Ҳисоблаш натижалари 1-жадвалнинг охирида ёзилади.

Кўрилатган мисолда:

$$fh_{\text{чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} = \pm 10 \sqrt{4} = \pm 20 \text{ мм}.$$

4. Агар $fh \leq fh_{\text{чек}}$ шарт бажарилса (бизнинг мисолда $6,5 < 20$ мм), унда fh қиймати тескари ишораси билан ўртача нисбий баландликлар қийматларига тарқатилади (11.2-жадвалнинг 3-устунига қаранг).

Тузатмалар қийматлари бўйича тузатилган нисбий баландликлар қийматлари топилади ва улар 11.2-жадвалнинг 4-устунига ёзилади.

Боғловчи нуқталар баландлигини ҳисоблаш

11.2-жадвал

Боғловчи нуқталар номери	Нисбий баландликлар h , мм			Нуқта баландлиги H , м
	$h_{\text{чек}}$	$h_{\text{ўрт}}$	$h_{\text{туз}}$	
Rp	+1575	-2		32,693
		+1575	+1573	
№ 1	+1575			34,266
№ 1	-446	-1		34,266
		-447	-449	
№ 2	-448			33,817
№ 2	-1770	-2,5		33,817
		-1770,5	-1773	
№ 3	-1771			32,044
№ 3	+649	-1		32,044
		+650	+649	
Rp	+651			32,693
		+6,5		

$$fh = \sum h_{\text{ўрт}} = +6,5 \text{ мм,}$$

$$fh_{\text{чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} = \pm 10 \sqrt{4} = \pm 20 \text{ мм.}$$

5. Тузатилган нисбий баландликлар ва бошланғич репернинг баландлиги бўйича қолган боғловчи нуқталарнинг баландликлари қуйидаги формула бўйича топилади:

$$H_n = H_{n-1} + h_{\text{туз}}. \quad (11.16)$$

Бу ерда H_n ; H_{n-1} – мувофиқ кейинги ва олдинги боғловчи нуқталар баландлиги; $h_{\text{туз}}$ – тузатилган нисбий баландликлар.

Мисол: $H_1 = H_{\text{реп.1}} + h_{\text{туз}} = 32,693 + 1,573 = 34,266 \text{ м.}$

$$H_2 = 34,266 - 0,449 = 33,817 \text{ м ва х.к.}$$

Топилган баландликлар жадвалнинг 3-устунига нуқталар каторига мувофиқ ёзилади.

Ҳисоблашларнинг назорати бўлиб бошланғич репер баландлигининг келиб чиқиши асос бўлади.

6. Оралиқ нуқталар баландлигини ҳисоблаш учун асбоб горизонти топилади:

$$AG = H_{\text{орқ}} + a \quad \text{ёки} \quad AG = H_{\text{олд}} + b.$$

Бу ерда $H_{\text{орқ}}$, $H_{\text{олд}}$ – орқадаги ва олдиндаги боғловчи нуқталар баландлиги; a , b – рейкаларнинг қора томонидан олинган саноклар.

Мисол: 1 бекатда:

$$AG = H_{\text{орқ}} + a = 32,693 + 2,593 = 35,286 \text{ м,}$$

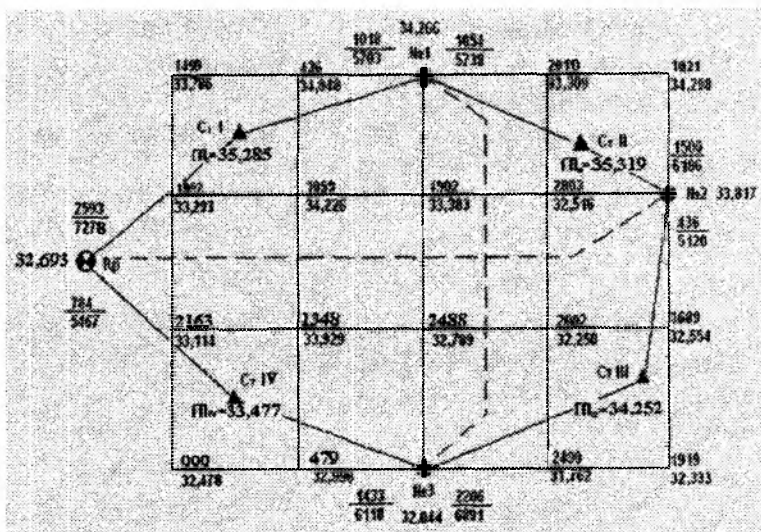
$$AG = H_{\text{олд}} + b = 34,266 + 1,018 = 35,284 \text{ м.}$$

Ҳосил қилинган асбоб горизонти қийматларининг фарқи 5 мм дан кам бўлмаганлиги туфайли схема журналига ўртача қиймат 35,285 м ёзилади (13.15-шакл).

7. Ҳисобланган асбоб горизонти қийматлари бўйича оралиқ нуқталар баландлиги қуйидаги формула бўйича топилади:

$$H_c = AG - c.$$

Бу ерда c – оралиқ нуқтада ўрнатилган рейкадан олинган санок.



11.15- расм.

Мисол, $H_{C1} = 35,285 - 1,499 = 33,786$ м,

$H_{C2} = 35,285 - 0,436 = 34,848$ м ва х.к.

Барча топилган оралиқ нуқталар баландлиги квадратларнинг мувофиқ учлари ёнида рейка бўйича санокларнинг тагида ёзилади.

11.2.3. Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш планини тузиш

Жойнинг топографик плани ватман қоғозида берилган масштаб ва рельеф кесими баландлигида тузилади. Даствлаб квадратлар түри чизилади ва квадрат учларининг ёнида улар баландлиги нивелирлаш схема-журналидан олиниб, 0,01 м гача яхлитлаб ёзилади.

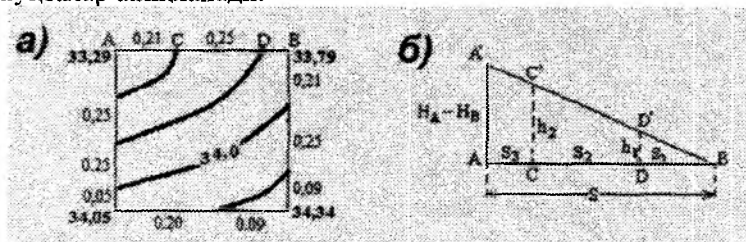
Берилган рельеф кесими баландлигида горизонталлар интерполяциялаш усули ёрдамида ўтказилади.

Горизонталларни интерполяциялаш деб, рельеф кесими баландлигига қолдиқсиз бўлинадиган нуқталар баландлигини пландаги ўрнини топишга айтилади.

Мисол. Рельеф кесими баландлиги 0,25 м бўлганда горизонталлар қуйидаги баландликларга эга бўладилар: 33,00; 33,25; 33,50; 33,75; 34,00 м ва ҳ.к.

Горизонталлар бир тизимли нишабларда жойлашган нукталар орасида интерполяция бажарилиб ўтказилади. Интерполяциялашни *аналитик* ёки *график* усулларда амалга ошириш мумкин.

Аналитик усулнинг моҳияти шундан иборатки, планда s узунликка эга AB кесим учларининг H_A ва H_B баландликлари бўйича (11.16-а расм) баландлиги H_C ва H_D нукталар аниқланади.



11.16-расм.

11.16-б расмга кўра, учбурчакларнинг ўхшашлиги теоремасидан фойдаланиб қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$\frac{s_1}{s} = \frac{h_1}{H_A - H_B}; \quad s_1 = \frac{h_1}{H_A - H_B} s.$$

Келтирилган ифодадан s_1 ни ҳисоблаб, s_2 ни s_1 билан ҳам биргаликда ҳисоблаш мумкин, яъни

$$s_1 + s_2 = \frac{h_2}{H_A - H_B} s.$$

Мисол: AB узунлиги $s = 20$ м квадратнинг юқори томони учун

$$s_1 = \frac{h_1}{H_A - H_B} s = \frac{0,21}{0,50} \cdot 20 = 8,4 \text{ м};$$

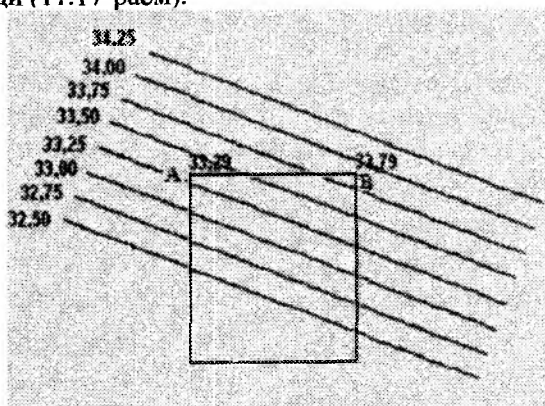
$$s_1 + s_2 = \frac{h_2}{H_A - H_B} s = \frac{0,46}{0,50} \cdot 20 = 18,4 \text{ м}.$$

Ҳосил қилинган s_1 ва $s_1 + s_2$ масофалар B нуктадан A нукта томонига қараб планнинг масштабида қўйилади.

Айнан шу тарзда квадратнинг қолган томонлари бўйича интерполяциялаш жараёни бажарилади, кейин эса бир хил баландликка эга нукталар орқали горизонталлар ўтказилади.

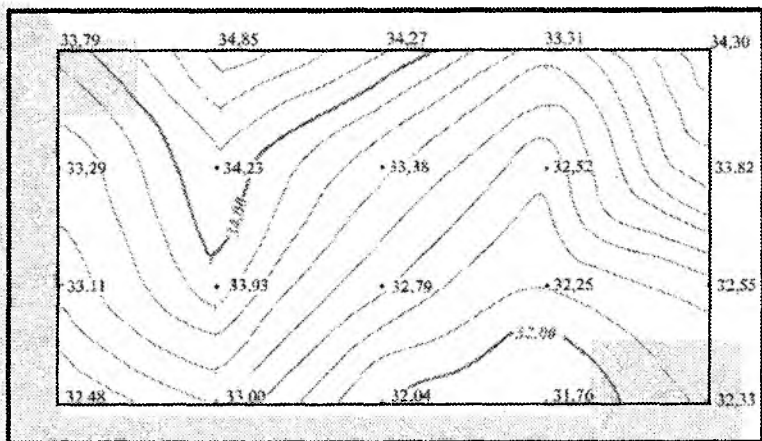
График усул орқали интерполяциялашда миллиметрли қоғоз ёки параллел чизиқли палеткалар қўлланилади.

Палетка шаффоф қоғоз (калька)да ҳар бир 0,5 ёки 1 см дан ўтказилган қатор параллел чизиқлар туширилган мослама ҳисобланади (11.17-расм).



11.17-расм.

Палетка планга шундай жойлаштириладики, A нукта ўрни бўйича ўз баландлигига мос бўлсин (11.17-расмда $H_A = 33,29$ м) ва шу ҳолатда палетка пландаги A нуктага ўлчагичнинг игнаси орқали бириктирилади. Кейин B нукта палеткада ўз баландлигига мос келгунча A нуктанинг атрофида палетка айлантирилади. Панда AB чизиқнинг палеткадаги параллел чизиқлар билан кесишган нуқталарини тешиклаб, горизонтал баландликларига мос нуқталар ҳосил қилинади. Шу тарзда барча квадратлар томонлари бўйича интерполяцияланиб, горизонталлар ўтадиган нуқталар ҳосил қилинади. Шу жараён квадратларнинг диагоналлари бўйича ҳам бажарилади. Ҳосил қилинган бир хил баландликларга эга нуқталар қалам орқали равон эгри чизиқ билан туташтирилади ва горизонталлар ҳосил қилинади.



1:1000
 1 сантиметрда 10 метр
 Режеф вискин баландлиги 0,25 м

11.18-расм.

План тушда расмийлаштирилади. Квадратлар учлари кора доирачалар билан белгиланди ва ўнг томондан улар баландлиги кора тушда ёзилади. Горизонталлар ва бергштрихлар ингичка жигаррангда кўрсатилади. Ҳар бир метрга мос горизонталлар йўғонлашади ва уларнинг баландлиги шундай ёзиладики, рақамнинг юқори қисми кўтарилиш томонига қаратилган бўлсин.

Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш жой планини расмийлаштирилган нусхаси 11.18-расмда кўрсатилган.

Назорат саволлари:

1. Инженерлик-техник нивелирлаш ишлари қаерларда олиб борилади?
2. Берилган йўналиши бўйича чизиқни жойда белгилашда дастлаб нималар ўлчаб олинади?
3. Доиравий эгри чизиқнинг бош нуқталарини режаслашда нималарга эътибор қаратилади?
4. Эгри чизиқни жойда режаслаш учун унинг қандай элементлари маълум бўлиши керак?
5. Трасса жойда қандай белгиланади?

6. Кўндаланг қирқим нуқталари жойда қандай белгиланади?

7. Пикетлаш дафтарчаси қандай юритилади?

8. Икки томонли (қора ва қизил) рейкалар билан ҳар бир бекатда нивелирлаш қандай тартибда олиб борилади?

9. Трасса бўйича нивелирлаш хатоси қайси усулда ҳисобланиши мумкин?

10. Бўйлама профилда лойиҳалаш элементлари нималардан иборат?

11. Юзани нивелирлашнинг қандай усуллари мавжуд?

12. Горизонталларни интерполяциялаш деб нимага айтилади ва унинг қандай усуллари бор?

ТАХЕОМЕТРИК СЪЁМКА

12.1. Тахеометрик съёмканинг моҳияти

«*Тахеометрия*» – грекча сўз бўлиб, «*тез ўлчаш*» деган маънони англатади. Тез ўлчаш маъноси шундан иборатки, съёмка қилинадиган нуктанинг планли ва баландлик ўрни тахеометр кўриш трубабини райкага бир қарашда ўлчанган масофа (дальномер бўйича), горизонтал ва вертикал бурчаклар орқали аниқланади. Шу боис тахеометрик съёмка деганда горизонтал ва вертикал съёмкаларни бир вақтнинг ўзида «тахеометр» деб аталувчи асбоб билан бажариш тушунилади.

Тахеометр асбоби ўрнатилган нуктага бекат дейилади ва ундан ҳар бир съёмка қилинадиган тафсилот ва рельеф нуктасига қараб бир вақтда горизонтал бурчак (бирон-бир бошланғич йўналишга нисбатан), вертикал бурчак ва дальномер билан (оддий доиравий тахеометрларда ипли дальномер ёки электрон тахеометрларда электрон дальномер билан) масофа ўлчанади.

Тахеометрик съёмкада қутбий координаталар усули билан нукталарнинг пландаги ўрни ва тригонометрик нивелирлаш усули билан эса уларнинг баландлиги топилади. Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиб ер бўлагининг йирик масштабли топографик плани тузилади.

Тахеометрик съёмка, асосан, рельефи нотекис, майдони унча катта бўлмаган, эни тор ва бўйига чўзилган тафсилотлари мураккаб бўлган жой участкалари йирик масштабли топографик планларини ҳосил қилиш учун қўлланилади. Лекин электрон тахеометрларнинг пайдо бўлиши билан, мазкур съёмка майдони катта ер участкаларининг рақамли моделларини яратишда асосий съёмка турига айланди ва тахеометрик съёмканинг тўлиқ ёки қисман автоматлаштиришига, яъни *электрон тахеометриянинг* келиб чиқишига сабаб бўлди.

Тахеометрик съёмка теодолит съёмкадан тафсилотлардан ташқари жой рельефини ҳам съёмка қилиш,

мензула съёмкадан эса жой планини далада тузмасдан, камерал шароитда яратиш билан фарк қилади. Мензула съёмкасига кўра, тахеометрик съёмка ўз афзалликлари ва камчиликларига эга. Унинг афзаллиги шундан иборатки, тахеометрик съёмкани мензула съёмкаси учун ноқулай об-ҳаво шароитида қўллаш мумкин бўлиб, у дала ўлчаш ишларини қисқа муддатда бажаришга имкон беради.

Тахеометрик съёмканинг камчилигига плани тузишда бажарувчи тузган планини жой билан таккослаш имкони йўқлигини (мензула съёмкаси плани бевосита далада тузилади) таъкидлаш мумкин.

12.2. Тахеометрик съёмка учун ишлатиладиган асбоблар

Тахеометрик съёмка ҳозирги кунда оптик геодезик асбоб – теодолит-тахеометр (доиравий тахеометр)лардан ташқари, асосан, электрон тахеометрлар ёрдамида бажарилмоқда.

Съёмка жараёнида керакли ўлчашларни амалга ошириш учун оптик тахеометр асбобининг горизонтал ва вертикал доиралари ҳамда кўриш трубасидаги ипли дальномер чизиклари хизмат қилади.

Горизонтал доира ёрдамида съёмка қилинадиган ҳар бир нуқтага (бундан кейин *пикет нуқта* дейилади) қараб, кутбий горизонтал бурчакни, вертикал доира ёрдамида вертикал (оғиш) бурчакни ва ипли дальномер билан пикет нуқтагача масофани ўлчаш мазкур дарсликнинг 5.9, 5.11 ва 6.6 параграфларида батафсил баён этилган ва керакли формулалар келтирилган. Ўлчанган вертикал бурчак ва дальномер масофаси бўйича нисбий баландликни ҳисоблаш эса 7.10 параграфда тўла-тўқис ёритилган.

Шу боис куйида ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган ва амалиётда кенг қўлланилаётган электрон тахеометрларнинг тузилиши, техник тавсифлари ва уларнинг имкониятларига тўхталиб ўтилади.

Электрон тахеометрлар. Ҳозирги пайтда ишлаб чиқарилаётган электрон тахеометрлар (электрон тахеометрик станциялар) ўлчаш-ҳисоблаш мажмуасидан иборат бўлиб,

унга ихчам масофа ўлчаш электрон дальномери, горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаб, натижасини экран (дисплей)га чиқариб ва бирданига хотирага ёзиб қайд қилувчи электрон мослама ҳамда натижаларни дастлабки ишлаб чиқиш учун кичик компьютерлар киради.

Электрон тахеометрлар ҳозирги кунда энг оммабоп асбоб бўлиб, кўпгина хорижий фирмалар томонидан ишлаб чиқарилмоқда. Улар системали ҳамда кундалик съёмкаларда ишлатиладиган асбобларга бўлинади ва бир-биридан аниқлиги, имкониятлари ҳамда автоматлаштирилган даражасига қараб фарқ қилади.

Бугунги кунда электрон тахеометрлар маълум аниқлик диапазонини қамраб оладиган бир авлод асбобларининг серияли намунаси сифатида ишлаб чиқарилмоқда. Ҳар бир серияда кўрсатилган диапазон доирасида аниқлиги, автоматлаштириш даражаси ва кўшимча функцияларнинг ҳар хил тўплами бўйича фарқланадиган бир неча модификацияси бўлади.

Электрон тахеометрларни ишлаб чиқарувчи илғор фирмалар бўлиб, «Leica» (Швейцария), «Trimble» (АҚШ), «SOKKIA» (Япония), УОМЗ (Россия) ва бошқаларни қайд этиш мумкин.

«Carl Zeiss» (Германия) томонидан ишлаб чиқилган Elta S10, S20 тизимли тахеометрлар ҳамда кундалик ишлатиладиган Elta R55 лар тўғрисида етарли маълумот [8] да келтирилган. Қуйида «Leica» (Швейцария), Trimble» (АҚШ) фирмалари томонидан ишлаб чиқарилган электрон тахеометрлар тўғрисида тўхталиб ўтамиз.

«Leica» (Швейцария) томонидан ишлаб чиқилган TPS серияли электрон тахеометрлар асосан топографик, кадастр, қурилиш учун съёмкаларни бажаришга мўлжалланган бўлиб, қуйидаги серияларда ишлаб чиқарилмоқда:

- TCM – моторлаштирилган тахеометрик станциялар;
- TCR – қайтаргичсиз ўлчашларни бажара оладиган тахеометрлар;
- TCMR – қайтаргичсиз ўлчашларни бажара оладиган моторлаштирилган тахеометрлар;

– ТСА – моторлаштирилган, қайтаргични автоматик тарзда кузатадиган тахеометрлар.

TPS 400, TPS 800, TPS 1100 серияли электрон тахеометрлар қатор афзалликларга эга бўлиб, улар бири-биридан ўлчаш аниқлиги ва айрим имкониятлари билан фарқ қилади.

TPS серияли электрон тахеометрларда қуйидаги афзалликлар мужассамлашган:

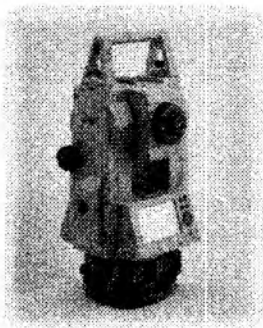
– *Уч хил аниқликни таъминлаши* – ўлчашнинг керакли аниқлигига қараб мавжуд сериянинг қаторидан зарурий моделни танлаш мумкин. Масалан, TPS 802 - 2", TPS 803 – 3", TPS 805 - 5";

– *10000 та ўлчашларни сақлаши* – ишончли ўрнатилган хотира 10000 та маълумотни сақлаш қобилиятига эга;

– *Қаратиш винтининг чексизлиги* – нишонга қаратишда винтни маҳкамлаш ва бўшатишнинг хожати йўқ;

– *Лазер шовуннинг мавжудлиги* – у билан асбобни оптик марказлаштиргичга нисбатан анча тез марказлаштириш мумкин;

– *Электрон кўрсаткичи* – режалаш ишларини бажаришда жуда қулай бўлиб, рейкачи электрон кўрсаткичи бўйича створга қайтаргични аниқ қўйиш имкониятига эга бўлади.



12.1-расм.

TPS 400 серияли электрон тахеометрлар (12.1-расм) топографик съёмка ва қурилиш ишларига мўлжалланган

бўлиб, базис чизикларни ҳосил қилиш, режалаш ишлари, баландликларни узатиш, юзаларни ҳисоблаш, бориб бўлмас нуқталар баландлигини аниқлашда қўллаш мумкин.

TPS 800 серияли электрон тахеометрлар билан эса юқорида қайд этилган ишлардан ташқари ориентирлаш, тескари геодезик масалани ечиш, лойиҳани жойга кўчириш, кўринмайдиган нуқталарни ўлчаш ва бошқа ишларни амалга ошириш мумкин.

TPS 1100 серияли электрон тахеометрлар қўшимча амалий дастурлар билан таъминланганлиги туфайли юқори ҳамда унумли ҳисобланади ва улар алоҳида масалаларни ечиш, шунингдек, асбобларнинг ишлаш қобилиятини оширишга хизмат қилади.

TPS серияли электрон тахеометрларда бир қатор геодезик ўлчашларни бевосита жойда бажариш учун дастурлар ўрнатилган, чунончи:

– *режалаш дастури* маълум координаталари бўйича уч ўлчамли режалаш элементларини ҳисоблашга имкон беради.

– *ориентирлаш баландликни узатиш дастури* орқали бошлангич дирекцион бурчакларни ҳисоблаш ва координаталари маълум бир ёки бир неча бориб бўлмас нуқталарнинг кузатиш натижалари бўйича баландликларни узатиш мумкин.

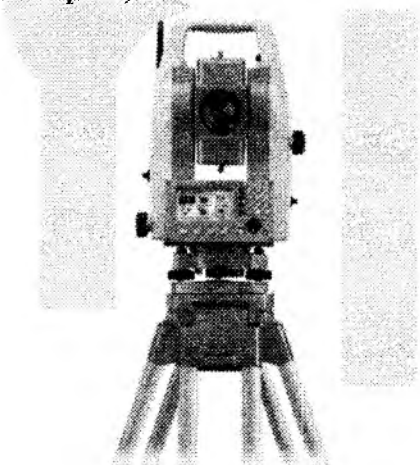
– *доиравий қабуллар дастури* ёрдамида бир неча қабуллардан иборат ўлчанган бурчакларда ўртача йўналишларни аниқлаш мумкин.

Кейинги йилларда «Leica Geosystems» (Швейцария) фирмаси томонидан янада унумли, юқори даражада автоматлашган Leica FlexLine TS русумли электрон тахеометрлар ишлаб чиқарилмоқда. Бу русумли электрон тахеометрлар қатор афзалликларга эга бўлиб, улардан сифат, мослашувчанлик, қулайлик ва самардорлик хоссаларини кўрсатиш мумкин.

Leica FlexLine TS02 plus электрон тахеометри техник ва ўртача аниқликда съёмка ишларининг барча стандарт вазифалари учун ишончли, тезкор ва қулай асбоб ҳисобланади. Бу асбоб катта график оқ-қора дисплей,

харфли-рақамли клавиатура, bluetooth симсиз алоқа билан жиҳозланган ва SmartWorx Viva дастурий таъминоти орқали янада қулаш бўлиши мумкин.

Leica FlexLine TS06 plus электрон тахеометри ўртача аниқликда кундалик съёмка ишларининг барча стандарт вазифалари учун ишончли, тезкор ва қулай асбоб ҳисобланади. Унда катта график оқ-қора дисплей, харфли-рақамли клавиатурадан ташқари, янги ўрнатилган Leica FlexFieldplus дастури ва янги рангли сенсор дисплей билан жиҳозланган(12.2-расм).



12.2-расм.

Leica FlexLine TS09 plus электрон тахеометри Leica FlexLine plus асбоблари туркумида етакчи модел бўлиб, юқори аниқликдаги ишлар учун идеал асбоб ҳисобланади. TS09 plusнинг кенгайтирилган конфигурацияси уни фавқулодда мослашувчан асбобга айлантиради, чунки у билан нафақат кундалик съёмка ишларни, балки ҳар қандай мураккаб масалаларни катта ишонч билан бажариш мумкин. Янги ўрнатилган Leica FlexFieldplus дастури ва янги рангли сенсор дисплей бажарилаётган ишлар самарасини янада оширишига имкон беради.

Leica FlexLine TS plus электрон тахеометрларининг техник тавсифлари 12.1-жадвалда келтирилган.

Курсаткичлар	TS02	TS06	TS09
Бурчак ўлчашлар:			
Горизонтал Hz / Вертикал V ўлчаш аниқлиги	3"/5"	2"/3"	1"/2"
Компенсатор	Тўрт ўкли	Тўрт ўкли	Тўрт ўкли
Кўриш майдони бурчаги	1°30'	1°30'	1°30'
Масофаларни ўлчаш:			
Фокуслашнинг минимал масофаси, м	1,5	1,5	1,5
Қайтаргичсиз масофа ўлчаш (R30/R500/R1000 диапазонларда), м	30/>500/>1000	30/>500/>1000	30/>500/>1000
Қайтаргичли пластинага (5 × 5см), м	1,6 дан 300 гача		
Битта призма бўйича, м	3500 гача	3500 гача	3500 гача
Призма бўйича ўлчаш аниқлиги, мм	$\pm(1,5+2\text{ppm}\cdot D)$	$\pm(1,5+2\text{ppm}\cdot D)$	$\pm(1+1,5\text{ppm}\cdot D)$
Қайтаргичсиз ўлчаш аниқлиги, мм	$\pm(2+2\text{ ppm})$	$\pm(2+2\text{ ppm})$	$\pm(2+2\text{ ppm})$
Ишчи ҳарорат диапазони, °C	-20° дан +50° гача	-20° дан +50° гача	-20° дан +50° гача
Горизонтал доира бўйича ҳисоб	Икки томонли	Икки томонли	Икки томонли
Вертикал доира бўйича ҳисоб	Икки томонли	Икки томонли	Икки томонли

Чанг ва намликдан химояланганлиги	IP55	IP55	IP55
Лазер марказлаштиргичи	5 даражали ёритгичли лазер тамға	5 даражали ёритгичли лазер тамға	5 даражали ёритгичли лазер тамға
Марказлаш аниқлиги	Асбоб баландлигининг 1,5 м га 1,5 мм	Асбоб баландлигининг 1,5 м га 1,5 мм	Асбоб баландлигининг 1,5 м га 1,5 мм

Клавиатура дисплей	ва	Тулик ҳарф-рақамли клавиатура, оқ-қора график дисплей, 5 даражали ёритгич, икки томонли дисплей		
Маълумотларни саклаш хотираси	24000 нукталар, ўлчашлар 13500	100000 нукталар, ўлчашлар 60500	100000 нукталар, ўлчашлар 60500	
Алмаштириладиган USB хотира картаси	1 Гбайт, узатиш тезлиги 1000 нукта/сек			
Аккумулятор тури	Литий –ионли			
Ишлаш (битга зарядланганда)	вақти Тахминан 20 соат			
Амалий дастурлар	Топография (Ориентирлаш ва съёмка), режалаш, тескари кестирма			

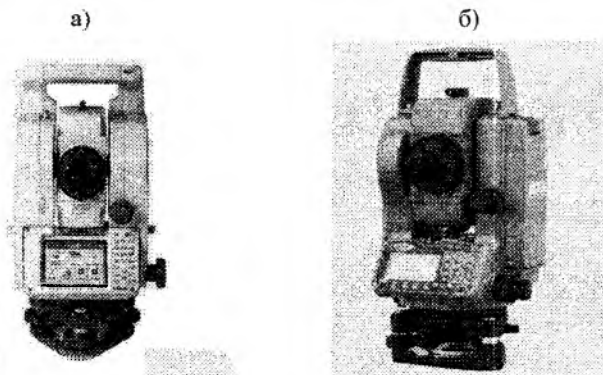
Кейинги йилларда Trimble (АҚШ) фирмаси томонидан эса Trimble M3 DR (12.3-а расм), ҳамда NIKON (Япония) фирмаси билан ҳамкорликда Spektra Precision Focus 4 (12.3-б расм,) электрон тахеометрлар ишлаб чиқарилмоқда. Улар асосан топографик, кадастр ва қурилиш съёмкаларини бажаришга мўлжалланган бўлиб, ўлчаш учун имкони бўлмаган нишон (нукта)ларгача ўлчашларни бажаришда катта универсалликка эга бўлиб, ўлчашларни қайтаргичсиз амалга ошириши ҳам кўзда тутилган.

Бу асбоблар қуйидаги масалаларни ҳал этишга хизмат қилади:

- тахеометрик йўллари ўтказиш;
- геодезик асосларни қуриш ва тармоқларни ривожлантириш;
- топографик, кадастр ва қурилишдаги съёмкаларни бажариш;
- ерларни ажратиш (ер участкалари чегараларини ўрнатиш);
- ер участкалари чегараларини жойга кўчириш;
- режалаш ишлари.

Асбобни ўрнатиш, ориентирлаш ва нишонга аниқ, тез қаратиш учун қулай шароит яратиш мақсадида Trimble M3

DR электрон тахеометрларнинг барча моделлари чексиз қаратиш винтлари, лазер нишон кўрсаткич, лазер створ кўрсаткич ва лазер марказлаштиргичи билан таъминланган.



12.3-расм.

а) *Trimble M3 DR электрон тахеометри*; б) *Focus 4 электрон тахеометри*

SP Focus 4 электрон тахеометри -20°C дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача кенг ҳарорат диапазонида ишлаш учун мўлжалланган. SP Focus 4 қўёшга бардошли, бир томонли график суюқ кристалли дисплейга эга. SP Focus 4 тахеометри бир ўқли компенсатор билан жиҳозланган. Бошқарув панелида тўлиқ функционал алфавит-рақамли клавиатура жойлаштирилган. SP Focus 4 электрон тахеометрининг копкоғи алюминийдан ишланган бўлиб, IPX4 стандартига мувофиқ сув тушишидан ҳимояланган ва ноқулай об-ҳаво шароитларида ҳам иш олиб бориш имконини беради.

SP Focus 4 тахеометри ичига ўрнатилган Ni-MN батареяси минимум 15 соатгача асбобнинг узлуксиз ишлашини таъминлайди. Мукаммалаштирилган ички дастур таъминоти турли мураккабликдаги инженерлик-геодезик масалаларни ечишни енгиллаштиради. Унинг хотира ҳажми 10 000 гача нуқтани сақлаш имконини беради. Кўриш трубаси 26^{\times} катталаштириб кўрсатади. Қулай об-ҳаво шароитларида, туман бўлмаганда 40 км масофани кўриш имконияти мавжуд.

SP Focus 4 электрон тахеометрида қайтаргичсиз технологиялар қўлланилганлиги бориб бўлмас ва хавфли жойларда ҳам ўлчаш ишларини олиб бориш имконини беради. Унда бир нечта интерфейс тилларини ўрнатиш имконияти мавжуд. Nikon фирмасининг оптикасидан фойдаланилганлиги боис бурчак ўлчаш аниқлиги ишончлилигини таъминлайди.

Trimble M3 DR серияли электрон тахеометр ва SP Focus 4 электрон тахеометрларнинг техник тавсифлари 12.2-жадвалда келтирилган.

12.2-жадвал

Кўрсаткичлар	M3 DR	Focus 4
Кўриш грубасининг катталаш-тириши, карра	30 ^x	26 ^x
Бурчак ўлчашлар аниқлиги	3"	4" 5"
Масофа ўлчаш, 1 призмада	3000 м гача	1,6 дан 5000 гача
Қайтаргичсиз масофа ўлчаш	500 м гача	1,6 дан 210 гача
Призма бўйича ўлчаш аниқлиги, мм	± 2 мм +2 мм / км	±(3+2 ppm·D)
Қайтаргичсиз ўлчаш аниқлиги, мм	± 3 мм +2 мм / км	±(5+2 ppm·D)
Призма бўйича ўлчаш вақти (аник/нормал), сек	1,6 / 0,8	1,5 / 0,8
Ишчи ҳарорат диапазони, С	-20° дан +50° гача	-20° дан +50° гача
ДЧ ҳолатидаги экран	16 битли ранг, орқа ёритгичи билан TFTСК – дисплей (320×240 пикселли)	График суюқ кристаллик (128 × 64 нукта); бир томонли
ДЎ ҳолатидаги экран	орқа ёритгичи билан СК – дисплей (128×64 пикселли)	-
Операцион тизим	Windows CE	Windows CE
Ўрнатилган дастурли таъминот	Trimble Access	Trimble Access
Ўлчаш учун хотира	RAM 128 Мб, флэш-хотира 128 Мб	10000 ёзув

Чанг ва намликдан химояланганлиги	IP66	IP56
Маълумотларни узатиш порти	RS-232C 2xUSB	RS-232C 2xUSB
Симсиз алоқа	Ўрнатилган bluetooth модули	Ўрнатилган bluetooth модули
Қаратиш винти	Чексиз	RS-232C 2xUSB
Ўлчамлари (К × У × Б), мм	149 × 145 × 306	168 × 173 × 347
Асбоб вазни (батареясиз), кг	3,9	4,96
Қувватлаш манбааси	Ички Li-ion Аккумуляторли Батарея (x2)	Ички Li-ion Аккумуляторли Батарея (x2)
Батарея	BC-65, Ni-MH	BC-65, Ni-MH
Ишлаш муддати:		
Тўхтовсиз бурчак ва масофа ўлчаш, соат (битта зарядкада)	12	6,5

12.3. Тахеометрик съёмка асоси. Тахеометрик йўллар

Тахеометрик съёмкани бажариш учун жойда мавжуд геодезик асос пунктлари ва съёмка геодезик асоси нуқталари зичлиги шундай даражага етказилиши керакки, уларнинг оралиғида 12.3-жадвалда кўрсатилган талабларни таъминлаган ҳолда тахеометрик йўллари ўтказиш мумкин бўлсин. Тахеометрик йўл дастлаб мавжуд топографик картада, жойдаги геодезик асос пунктлари орасида лойиҳаланади. Жойга чиқиб лойиҳаланган йўл нуқталарининг ўрни танланади. Сўнгра танланган нуқталарнинг жойдаги ўрни қозик қоқиб маҳкамланади.

Тахеометрик йўлда томонлар орасидаги горизонтал бурчак оптик теодолит-тахеометр билан тўла қабул усулида, вертикал бурчаклар ДЎ ва ДЧ да тўғри ва тескари йўналишда, томонлар узунлиги эса ипли дальномерда (лента, рулеткада) тўғри ва тескари йўналишда ўлчаниб журналга

ёзилади (12.5-жадвал). Ўлчаш натижалари шу жойда ҳисобланиб назорат қилиб борилади. Бунда иккита ярим қабулда ўлчанган горизонтал бурчак қиймати 1' дан, вертикал доира ноль ўрни (НЎ) эса доимий бўлиши фарқи 1' дан ошмаслиги керак. Тўғри ва тескари йўналишларда ўлчанган масофа фарқи 1:400 дан катта бўлмаслиги керак. Масофа горизонтал қуйилиши ва нисбий баландлик ўлчанган масофа ҳамда вертикал бурчак бўйича 7.10 параграфда берилган формулалар бўйича калькуляторда ҳисобланади.

12.3-жадвал

Съёмка масштаби	Нуlining максимал узунлиги, м	Чизиқлар максимал узунлиги, м	Йулдаги томонлар максимал сони
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	100	100	2

Эслатма: ушбу жадвал маълумотлари фақат оддий оптик теодолит-тахеометрга тегишлидир.

Тўғри ва тескари йўналишларда ўлчаб топилган нисбий баландлик қийматлари фарқи ҳар 100 метр масофа учун 4 см дан катта бўлмаслиги керак.

12.4. Тафсилотлар ва рельефни съёмка қилиш

Тафсилотлар ва рельефни съёмка қилиш ишлари тахеометрик йўлни ўтказиш билан бир вақтда олиб борилиши мумкин. Тахеометрик съёмкани бажаришда белгиланган съёмка масштаби ва рельеф кесими баландлигидан келиб чиқиб қуйидаги 12.4-жадвалда (жадвал қисқартириб берилган) келтирилган шартлар таъминланиши керак.

Съёмка тахеометрик йўлни ҳосил қилиш билан бир вақтда бажарилса, бекатда қилинадиган ўлчаш ишлари қуйидаги тартибда олиб борилади:

1. Тахеометр йўл нуқталаридан бирида ўрнатилиб ишчи ҳолатга келтирилади ва асбоб баландлиги ўлчаниб, рейкада белгилаб қўйилади.

2. ДЎ, ДЧ ҳолатларида тахеометрик йўлнинг горизонтал бурчаги, йўлни орқадаги ҳамда олдинги нуқталарига қараб вертикал бурчак ва дальномерда масофалар ўлчанади. Ўлчашлар натижаси тахеометрик съёмка журналига ёзиб борилади (12.5-жадвал).

12.4-жадвал

Съёмка масштаби	Кесими баландлиги, м	Пикет нуқталар орасидаги энг катта масофа, м	Асбобдан рейкани яна энг катта масофа, м	
			Рельеф съёмқасида	Тафсилотлар съёмқасида
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150

3. ДЧ ҳолатда горизонтал доира саноғи нолга қўйилиб алидада маҳкамланади, лимб эса бўшатилиб кўриш трубаси тахеометрик йўл олдинги нуқтасига қаратилади.

4. Лимбни маҳкам қолдириб, алидада бўшатилади ва труба пикет нуқтада ўрнатилган рейкага қаратилиб, ундан дальномер иплари, горизонтал ва вертикал доиралар бўйича саноклар олинади. Вертикал доирадан санок олишда труба рейкада белгиланган асбоб баландлигига қаратилади. Рейка навбатдаги пикет нуқтага қўйилади, алидада бўшатилиб, труба унга қаратилади ва олдингига ўхшаш саноклар олинади, кейин навбатдаги нуқтага ўтилади ва ҳ.к.

5. Съёмка охирида труба яна бошланғич йўналишга, йўлнинг олдинги нуқтасига қаратилади, шунда горизонтал доирадан олинган санок ноль ёки ундан 2' дан ортиқ фарқ қилмаслиги керак. Тафсилотлар чегарасини съёмка қилишда дальномер иплари рейкани ўрта қисмига (асбоб баландлигига яқин қисмига) қаратилиб масофа ўлчанади.

Шунда труба визир ўкининг оғиш бурчаги ўлчанаётган чизик оғиш бурчагига яқин бўлади.

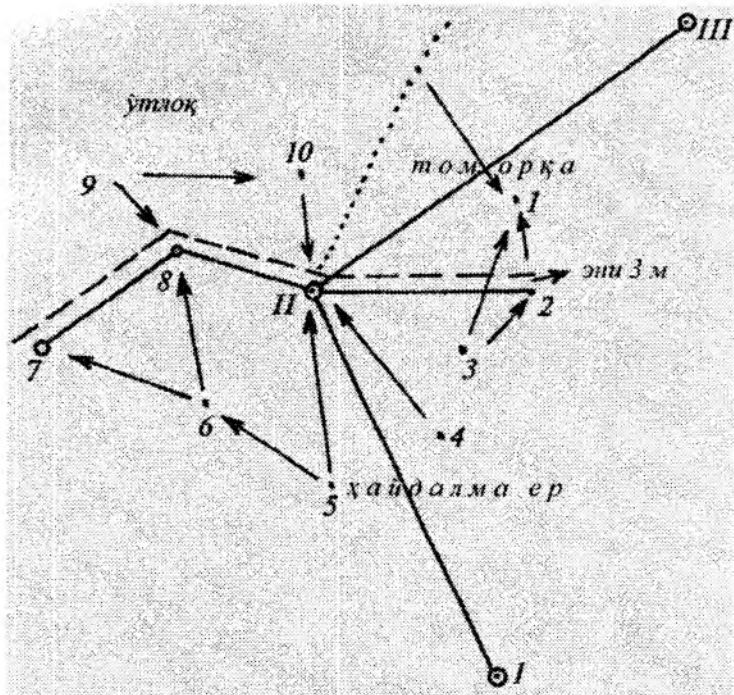
Рельефи текис жойларда съёмкани бажаришда нисбий баландликлар горизонтал нур ёрдамида ўлчаниши мумкин.

Бунинг учун кўриш трубасида ўрнатилган цилиндрик адилакдан фойдаланилади. Кўриш трубаси пикет нуқтада ўрнатилган рейкага қаратилиб, адилак пуфакчаси трубанинг қаратиш винти ёрдамида ўртага келтирилади ва рейкадан саноқ олинади. Нисбий баландлик қиймати маълум, $h = i - b$ формуласи орқали ҳисобланади (i – асбоб баландлиги, b – рейкадан олинган саноқ).

Тахеометрик съёмка журналы
 Бекат II; $H_{II} = 450,65$ м; $i = 1,55$; $H_U = 0^{\circ}00'$

12.5-жадвал

Кутаттың ай-күндөгү нүктөлөрүнүн нөмүрү	Санактар		Бурчактар		Кутаттың баландыгы i (м)	Масофанын горизонттук кудуяшы	K' (м)	B (м)	Баландыгы H_i (м)	Нөсүз	
	Дальчымер бүлүчө	Горизонттук дөңсөө бурчунан	Вертикал дөңсөө бурчунан	Горизонттук бурчтан (чак)							Вертикал бурчтан
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	115,5	0°10'	-1°22'		ДУ	$i=2,0$					
III	130,2	243°43'	+2°01'	242°33'		$i-i$					
I	115,7	173°12'	+1°23'		ДЧ	$i=2,0$					
III	130,4	55°45'	-2°00'	242°33'		$i-i$					
III	0°00'										
I	34,5	2°40'	-2°05'			$i-i$					
2	34,0	34°25'	+0°06'			$i-i$					
3	25,5	85°55'	+1°07'			$i-i$					



12.4-расм.

Съёмка жараёнида тахеометрик журнални тўндиришдан ташқари кроки ҳам чизиб борилади (12.4-расм). Крокида бекат, ундан орқада (I нукта) ва олдинда (III нукта) жойлашган йўл нуқталари ҳамда пикет нуқталарининг ўрни чизма тарзида кўрсатилиб, тартиб рақами ёзилади. Бундан ташқари, қияликлар йўналиши, рельефи мураккаб жойларда унинг тахминий шакли чизиб кўрсатилади. Қўшни бекатлардан туриб съёмкани бажаришда улар орасида съёмка қилинмаган жойлар қолмаслиги керак.

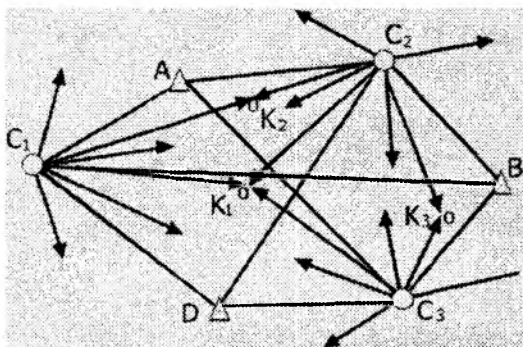
Текшириш учун қўшни бекатлардан туриб съёмка қилинган жойда икки бекатдан бир-бирини қоплаб тушадиган нуқталар олинади ва уларнинг планли ўрни ҳамда баландлиги ўлчанади. Ана шу ўрни ва баландлиги яқин атрофда бошқа бекатдан туриб олинган пикет нуқталарга мос келиши керак.

12.5. Электрон тахеометрия (съемка)ни бажариш технологияси

Топографик съёмкаларни электрон тахеометрлар билан электрон-букли тахеометрия технологиясидан фойдаланиб амалга ошириш мумкин. Ушбу технологиянинг моҳияти шундан иборатки, съёмка учун мўлжалланган объектнинг барча худуди алоҳида участка-букларга бўлинади. Битта букнинг худудида съёмка электрон тахеометри бир ўрнатишда бажарилади. Шунда олдиндан съёмка асоси барпо этилмайди, балки съёмка ишлари жараёнида шаклланади.

Электрон-букли тахеометрияни бир неча вариантларда амалга ошириш мумкин: *кетма-кет жойлашган бекатлар орқали (кетма-кет тахеометрия)*, *озод бекатлар орқали (бўлакли-букли тахеометрия)* ва *улар комбинациясида (комбинациялашган тахеометрия)*. Барча ҳолатларда буклар орасидаги боғланиш мавжуд боғловчи нуқталар орқали таъминланади.

Озод бекатлар тахеометрияси фазовий бурчак, чизик ва комбинациялашган кестирмаларни қўллаган ҳолда бекат ўрнини аниқлашга асосланган. Бундай съёмка технологиясини амалга ошириш учун унча зич бўлмаган, ихтиёрий зичликда жойлашган геодезик асос нуқталаридан фойдаланиш етарли. Озод бекат бошланғич пунктларга боғланади ва унинг координаталари тескари чизик-бурчак кестирмалар орқали аниқланади.

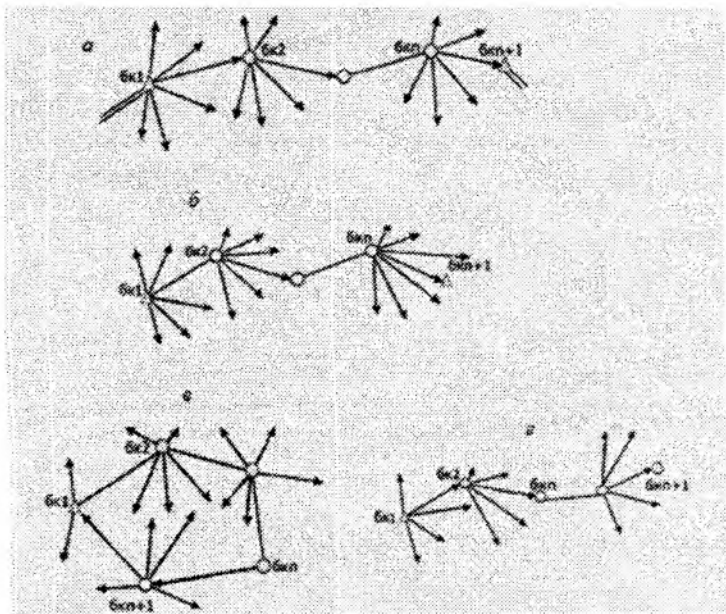


12.5-расм.

Электрон тахеометрлар билан бекат нукталари баландлиги тригонометрик нивелирлаш орқали автоматик аниқланади. Бунинг учун бекатдан баландлиги маълум нуктагача қиялик бурчак ва масофа ўлчаниши лозим. Озод бекатлар тахеометриясининг схемаси 12.5-расмда кўрсатилган.

Бунда A , B ва D геодезик асос пунктларига кўриниш бўлишидан ташқари, C_1 , C_2 , C_3 бекатларнинг жойлашиш ўрни ва съёмкани бажариш кетма-кетлиги белгиланади. Съёмка жараёнида K_1 , K_2 , K_3 нукталар ўрни назорат учун турли съёмка бекатлар (блоклар)дан икки маротаба аниқланади.

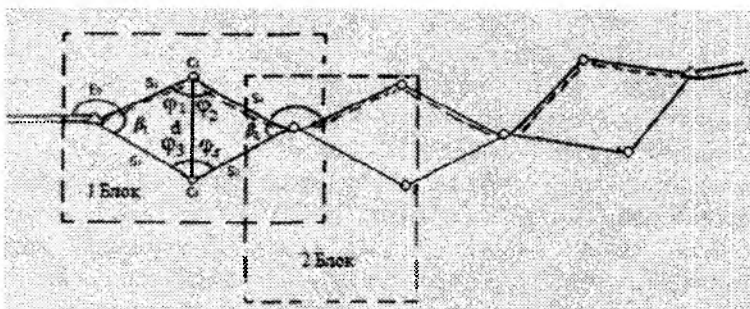
Бўлакли-блокли тахеометрия усулида бекатларнинг координаталари ва баландликларини аниқлаш учун қўлланадиган бошланғич геодезик асос пунктлари сифатида маёқли пикетлардан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун координаталари ва баландликлари маълум жойдаги предметлар (телеминоралар, тутун мўрилари, шпилли бинолар ва бошқ.) хизмат қилиши мумкин.



12.6-расм.

Юқорида таъкидланганидек, электрон-блокли тахеометрияни амалга оширишда геодезик кестирмалар энг самарали геодезик қурилмалар бўлиб, улардан энг мақбули комбинациялашган кестирма ҳисобланади. Қатор комбинациялашган кестирмаларни кетма-кет бажаришда кетма-кет электрон-блокли тахеометрия усули шаклланади. Бунда пикет нуқталари съёмкаси билан съёмка асосини яратиш бирга олиб борилади. Бу технологияни 12.6-расмдаги чизмалар асосида амалга ошириш мумкин: тўлиқ (а) ёки координаталар орқали боғланган (б) йўллар, ёпиқ (в) ёки осма (г) йўллар.

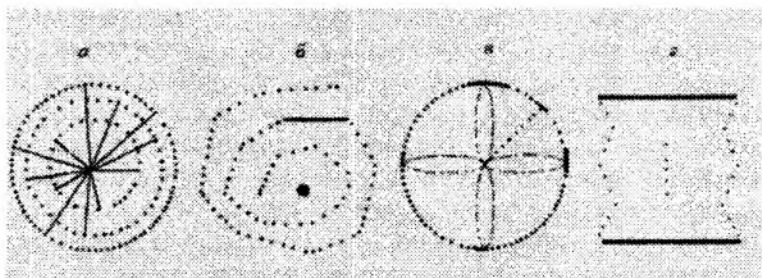
Электрон-блокли тахеометриянинг яна бир хусусияти шундан иборатки, таянч геодезик пунктлар орасидаги йўлнинг ҳар бир томони учун координаталар орттирмалари маълум бўлади, горизонтал бурчаклари эса асбоб турган бекатларда бўлади (12.7-расм).



12.7-расм.

Ушбу усулнинг моҳияти шундаки, ЭТ ўрнатадиган қўшни съёмка бекатлари орасида кўриниш бўлиши шарт эмас. Қўшни блоklar орасидаги боғланиш эса блоklarнинг ҳар бир қўшни томондан мавжуд иккита боғловчи нуқталар (12.7-расмда C_1 , ва C_2 , нуқталар) орқали амалга оширилади. Узук чизиклар эса асосий йўл ҳисобланади.

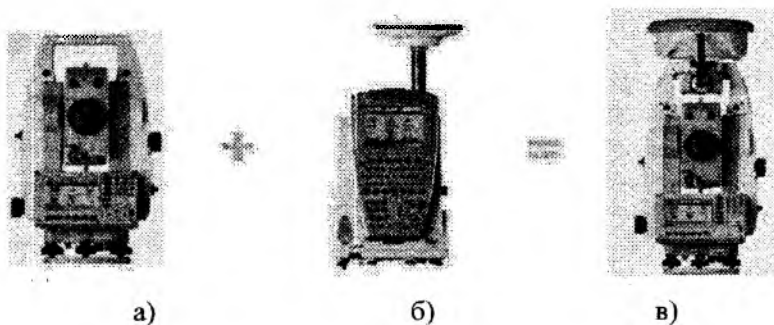
Электрон-блокли тахеометрияда пикетли съёмкани амалга оширишда қуйидаги схемалардан фойдаланиш мумкин (12.8-расм).



12.8-расм.

а – радиус бўйича; б – спирал бўйича; в – нурли; г – зигзагли (синик чизиқли).

Электрон тахеометрия соҳасида сўнгги ютуқ электрон тахеометр (12.9-а расм) ва GNSS қабул қилгични (12.9-б расм) битта тизимда бирлашган комплекс асбоб – Smart Station Leica (Швейцария) системаси ҳисобланади (12.9-в расм.). Ушбу системанинг афзаллиги шундан иборатки, съёмкани бажариш учун таянч асоснинг мавжудлиги, узун йўллarning ўтказилиши, тескари кестирмалар бажарилишини талаб этмайди. Smart Station асбоби қулай жойга ўрнатилади, GNSS қабул қилгич асбоби орқали турган нуқта координаталари аниқланади ва тахеометр билан съёмка бошланади. Шунда асбобнинг GPS/ГЛОНАСС системалари билан тўлиқ мослашуви съёмкани бажаришда янги имкониятларни туғдиради, съёмка жараёни осон ва тез, бекатлар сони қисқартирилган ҳолда амалга оширилади.



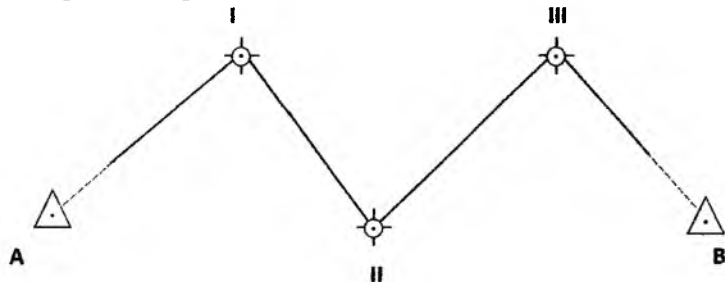
12.9-расм.

Шундай қилиб, электрон тахеометрия қуйидаги масалаларни ҳал этишга имкон беради:

- 1) полигонометрия усулида геодезик тармоқни зичлаш;
- 2) планли-баландлик съёмка асосни куриш;
- 3) муҳандислик кидирувларидаги геодезик ишлар;
- 4) аэросуратларни боғлаш;
- 5) жойнинг йирик масштабли топографик съёмкасини бажариш;
- 6) бино ва муҳандислик иншоотларини куришда монтаж ишларининг геодезик таъминоти;
- 7) кадастр съёмкаси ва ер участкалари чегараларини ўрнатиш ва бошқалар⁷.

12.6. Тахеометрик съёмка натижасини ишлаб чиқиш

Тахеометрик съёмка журнали (12.7-жадвал)дан фойдаланиб керакли ҳисоблаш ишлари бажарилади. Тахеометрик съёмка 2Т30П теодолити ва РН-10 нивелир рейкаси ёрдамида бажарилган. Тахеометрик йўл чизмаси 12.10-расмда берилган.



12.10-расм.

Бошланғич қийматлар: $A - I$, $III - B$ томонларнинг дирекцион бурчаклари $-\alpha_{A-I}$ ва α_{III-B} , I ва III нуқталарнинг координаталари x_I , y_I ва x_{III} , y_{III} ҳамда баландликлари H_I , H_{III} 12.6-жадвалда келтирилган.

⁷ Charles D. Ghilani, Paul R. Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, «Pearson», 2012.

Нукталар сони	Дирекцион бурчаклар, α	Координаталар, м		Баландликлар, м H
		x	y	
A				
	$255^{\circ}10'$			
I		300,00	300,00	27,24
III		702,90	406,08	31,78
	$54^{\circ}48'$			
B				

Тахеометрик съёмка журнали (12.7-жадвал) куйидаги кетма-кетликда ҳисобланади:

Вертикал доира ноль ўрни ($H\check{U}$) ҳар қайси бекат учун (5.14) формула бўйича ҳисобланади:

$$H\check{U} = \frac{D\check{U} + DЧ}{2}$$

Бу ерда $D\check{U}$ ва $DЧ$ – вертикал доиранинг ўнг ва чап ҳолатларида олинган саноклар.

Масалан, I бекат учун вертикал доира ноль ўрни куйидагича:

$$H\check{U} = \frac{-1^{\circ}13' + 1^{\circ}15'}{2} = +0^{\circ}01'$$

Вертикал бурчаклар (5.15), (5.16) формулалардан ҳисобланади:

$$v = DЧ - H\check{U},$$

$$v = H\check{U} - D\check{U}.$$

Масалан, I бекатдан II бекатга визирлаб олинган саноклар бўйича қиялик бурчаги формулага кўра куйидагига тенг:

$$v_{I-II} = -1^{\circ}13' - 0^{\circ}01' = -1^{\circ}14',$$

$$v_{I-II} = +0^{\circ}01' - 1^{\circ}15' = -1^{\circ}14'.$$

Журналдаги 1, 2, 3 ва ҳ.к. рельефнинг пикет нукталари учун эса (5.15) формуладан фойдаланилади:

$$v_{1-1} = -1^{\circ}20' - 0^{\circ}01' = -1^{\circ}19',$$

$$v_{1-2} = -0^{\circ}59' - 0^{\circ}01' = -1^{\circ}00',$$

$$v_{1-1} = -2^{\circ}36' - 0^{\circ}01' = -2^{\circ}37'.$$

Тахеометрик йўл бекати билан рельефнинг пикет нукталари орасидаги нисбий баландликлар қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$h = \frac{D}{2} \sin 2v + i - \vartheta. \quad (12.1)$$

Бу ерда D – ипли дальномерда ўлчанган қия масофа; v – қиялик бурчаги; i – асбоб баландлиги; ϑ – рейкада кузатилган баландлик.

(12.1) формулада ҳисоблашларни энгиллаштириш мақсадида кўпинча съёмка жараёнида кузатиш баландлиги – ϑ асбоб баландлиги – i га тенг қилиб олинади, у ҳолда $i = \vartheta$ ва (12.1) формула (7.38) формула кўринишига келтирилади:

$$h = \frac{D}{2} \sin 2v.$$

Бу ерда қиялик бурчаги $v \geq 3^{\circ}$ бўлганда ипли дальномерда ўлчанган қия масофа D нинг горизонтал қуйилиши (6.7) формула орқали топилади:

$$d = D \cos v.$$

Қиялик бурчаклари $v < 3^{\circ}$ бўлганлиги учун қия масофа D_{1-3} , D_{1-4} ларнинг горизонтал қуйилиши – d (6.7) формулага кўра қуйидагича бўлади:

$$d_{1-3} = 44,6 \cos^2(-2^{\circ}37') = 44,5 \text{ м},$$

$$d_{1-4} = 89,1 \cos^2(+2^{\circ}28') = 89,0 \text{ м}.$$

Топилган қийматлар журналнинг 6-устуни 3 ва 4 нукталар каторида кўрсатилган.

(6.7), (7.38) формулалар бўйича ҳисоблашлар тригонометрик функцияли микрокалькуляторда бажарилади. Масалан,

$$h_{I-1} = \frac{34,5}{2} \sin 2(1^\circ 19') = 0,79 \text{ м,}$$

$$h_{I-2} = \frac{85,2}{2} \sin 2(-1^\circ 00') = -1,49 \text{ м,}$$

$$h_{I-3} = \frac{44,5}{2} \sin 2(-2^\circ 37') = -2,03 \text{ м.}$$

Бу қийматлар журнал (12.7-жадвал)нинг 7-устунида тегишли нуқталар қаторида келтирилган.

Тахеометрик йўл нуқталари нисбий баландликлари тенглаштирилади. Бунинг учун I, II, III, бекатлар орасидаги ҳисобланган тўғри ва тескари йўналишлар нисбий баландликлари қийматлари 12.7-жадвалда олиниб, 12.8-жадвалга кўчирилади ва уларнинг ўртача қийматлари – $h_{\text{ўр}}$ ҳамда йиғиндиси – $\sum h_{\text{ўр}}$ топилади. Нисбий баландликлар боғланмаслиги fh қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$fh = \sum h_{\text{ўр}} - (H_{III} - H_I). \quad (12.2)$$

Бу ерда H_{III} , H_I – III ва I бекатларнинг берилган баландлиги.

Нисбий баландликлар боғланмаслиги йўл қўярли қиймати қуйидаги формула орқали топилади:

$$fh_{\text{чек}} = 0,04 \frac{\sum S_{100}}{\sqrt{n}}. \quad (12.3)$$

Бу ерда $\sum S_{100}$ – тахеометрик йўл узунлиги 100 м ҳисобида; n – йўл томонлари сони.

Агар $fh \leq fh_{\text{чек}}$ бўлса, боғланмаслик fh қиймати тескари ишора билан тузатма сифатида нисбий баландликлар томонлари узунлигига пропорционал равишда тарқатилади ва тузатиб чиқилади. Бекатлар баландлиги эса қуйидагича ҳисобланади:

$$H_{6+1} = H_6 + h. \quad (12.4)$$

Бу ерда H_{6+1} , H_6 – кейинги ва орқадаги бекатлар баландлиги; h – бекатлар орасидаги тенглаштирилган нисбий баландлик.

Тахеометрик сьемка журналы

12.7-жадвал

Нукта сони	Саноклар			Қыялик бурчаги v	Горизонтал қуйилиш d	Нисбий баландлик, м h	Нукта баланд- лиги, м H
	Рейкадан	Горизон. доирадан	Вертикал доирадан				
1	2	3	4	5	6	7	8
I бекат $HУ=0^{\circ}01'$ $i = 9$							
$H_I = 27,24$							
			\bar{y}				
A		215°05'					
II		129°26'	-1°13'				
		$\beta_I=85^{\circ}40'$	Ч				
A		228°34'					
II	94,1	142°53'	+1°15'	+1°14'	94,1	+2,03	
II		0°00'					
1	34,5	28°33'	+1°20'	+1°19'	34,5	+0,79	28,03
2	85,2	47°16'	-0°59'	-1°00'	85,2	-1,49	25,75
3	44,6	73°48'	-2°36'	-2°37'	44,5	-2,03	25,21
4	89,1	87°35'	-2°37'	-2°38'	89,0	-4,08	23,16
5	33,4	156°24'	-2°39'	-2°40'	33,2	-1,54	25,70
6	57,4	230°40'	-3°58'	-3°59'	57,1	-3,96	23,28
7	50,2	279°57'	-1°19'	-1°20'	50,2	-1,17	26,07
II бекат $HУ=0^{\circ}00'$ $i = 9$ $H_{II} = 29,29$							
			\bar{y}				
I		305°20	-1°15'				
III		97°11	-0°55'				
		$\beta_{II}=208^{\circ}0$ 9	Ч				
I	94,0	308°41'	+1°15'	+1°15'	94,0	+2,05	
III	117,5	100°32'	+0°56'	+0°56'	117,5	+1,91	
III		0°00'					
8	50,9	14°34'	-1°20'	-1°20'	50,9	-1,17	25,03
9	65,2	85°34'	-3°46'	-3°46'	65,0	-4,27	25,02
10	58,8	15°20'	-2°23'	-2°23'	58,6	-2,43	26,86
11	35,7	173°25'	-4°09'	-4°09'	35,5	-2,54	26,75
12	47,2	277°56'	-1°09'	-1°09'	47,2	-0,96	28,33
13	52,5	297°16'	-3°28'	-3°28'	52,1	-3,16	22,97
14	78,9	327°55'	-2°02'	-2°02'	78,8	-2,79	26,50

III бекат

 $H_{\text{ў}} = -0^{\circ}01'$ $i = \vartheta$ $H_{\text{ш}} = 31,21$

			γ				
II		252°15'	+0°54'				
B		166°41'					
		$\beta_{\text{ш}} = 85^{\circ}35'$	Ч				
II	117,6	250°50'	-0°56'	-0°55'	117,6	-1,91	
B		165°24'					
II		0°00'					
15	57,8	60°10'	-3°40'	3°41'	57,5	-3,62	27,59
16	52,5	97°27'	-2°07'	2°06'	52,4	-1,54	29,67
17	43,3	143°25'	-3°20'	2°21'	43,0	-1,66	29,55
18	43,3	267°15'	-3°37'	3°36'	42,5	-2,55	28,66
19	78,1	302°08'	-2°24'	2°25'	77,8	-3,29	27,92
20	42,8	338°09'	-1°24'	1°25'	42,8	-0,95	30,26

Мисолдаги тахеометрик йўл нисбий баландликлар боғланмаслиги (12.2) формулага кўра (12.8-жадвал):

$$fh = 3,94 - (31,21 - 27,24) = -0,03 \text{ м.}$$

Боғланмаслик чеки эса (12.3) формула асосида

$$fh_{\text{чек}} = 0,04 \frac{2,12}{\sqrt{2}} = 0,05 \text{ м.}$$

$0,03 < 0,05$ бўлганлиги учун fh қиймати нисбий баландликларга тескари ишора билан тарқатилади ва тузатилади.

II бекатнинг баландлиги (12.4) формулага кўра:

$$H_{\text{II}} = H_{\text{I}} + h_{\text{I-II}} = 27,24 + 2,05 = 29,29 \text{ м}$$

ва у 12.8-жадвалнинг II бекат қаторига ёзилади.

Тахеометрик йўл нуклари баландликларини ҳисоблаш кайдномаси

12.8-жадвал

Нукталар сони	Масофа S_{100} , м	Нисбий баландликлар h , м				H_6 , м
		тўғри $h_{\text{тўғ}}$	тескари $h_{\text{теск}}$	ўртача $h_{\text{ўр}}$	тузатилган $h_{\text{туз}}$	
I				+0,02		27,24
	0,94	+2,02	-2,05	+2,03	+2,05	
II				+0,01		29,29
	1,18	+1,91	-1,91	+1,91	+1,92	
III						31,21

$$\Sigma S_{100} = 2,12 \text{ м}$$

$$\Sigma h_{\text{ўр}} = +3,94 \text{ м}$$

(12.1) формуладан ҳисобланган пикетли (характерли) нуқталар нисбий баландлиги h дан фойдаланиб, пикетли (характерли) нуқталар баландликлари H_{Π} ҳисобланади:

$$H_{\Pi} = H_6 + h,$$

Бу ерда H_6 – тегишли бекат баландлиги.

Юқоридаги формуладан ҳисобланган пикет (характерли) нуқталар баландлиги 12.7-жадвалнинг 8-устунига 0,01 м гача яхлитлаб ёзилади.

Тахеометрик йўли нуқталари координаталарини (9.5) да келтирилган формулалар бўйича ҳисоблаб чиқилиб, қуйидаги 12.9-жадвалда келтирилган.

Тахеометрик йўл нуқталари координаталарини ҳисоблаш

12.9-жадвал

Нуқталар сони	Ғоизонтал бурчаклар		α	d	Координаталар ортгирмалари, м				Координа- талар, м	
	Ўлчан- ган	Тузатиш- ган			ҳисобланган		тузатишган		x	y
					$\Delta x_{\text{хис}}$	$\Delta y_{\text{хис}}$	$\Delta x_{\text{туз}}$	$\Delta y_{\text{туз}}$		
A										
	-1'		255°10'							
I	85°40'	85°39'			+0,10	-0,12			300,00	300,00
			349°31'	94,1	+92,53	-17,12	+92,53	-17,24		
II	208°09'	208°09'			+0,11	-0,14			392,63	282,76
	-1'		339°22'	117,5	+109,96	-41,40	+110,07	-41,54		
III	85°35'	85°34'							502,70	241,22
			55°48'							
B										

$$\Sigma\beta_n = 379^\circ 24' \quad \Sigma S = 221,4 \text{ м} \quad \Sigma\Delta x_n = 202,49 \text{ м} \quad \Sigma\Delta y_n = -58,52 \text{ м}$$

$$\Sigma\beta_n = \alpha_{A1} + n \cdot 180^\circ - \alpha_{III B} = f_x = \Sigma\Delta x - (x_{III} - x_I) = 202,49 - (502,70 - 300,00) = -0,21 \text{ м}$$

$$= 255^\circ 10' - 3 \cdot 180^\circ - 55^\circ 48' = 379^\circ 22'$$

$$f_y = \Sigma\Delta y - \Sigma\beta_n = 2' \quad f_y = \Sigma\Delta y - (y_{III} - y_I) = 58,52 - (241,22 - 300,00) = +0,26 \text{ м}$$

$$f_{\rho_{\text{мах}}} = 2' \sqrt{n} = 3'$$

$$f_{\beta} \leq f_{\beta_{\text{сек}}} \quad 2' < 3'$$

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,21)^2 + 0,26^2} = 0,33 \text{ м}$$

$$f_{s_{\text{сек}}} = \Sigma S / 400 \sqrt{n} = 212,4 / 400 \sqrt{2} = 0,36 \text{ м}$$

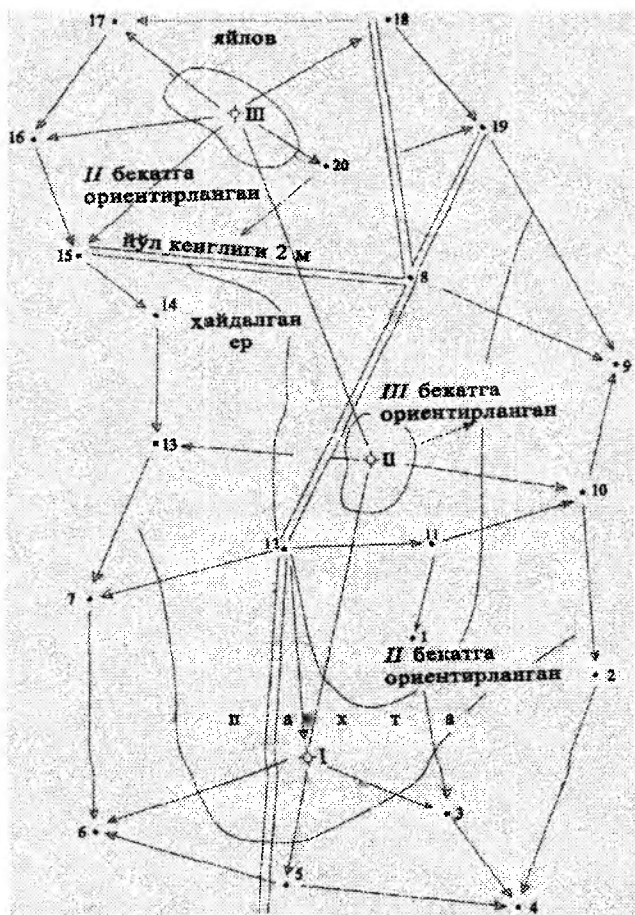
$$f_s \leq f_{s_{\text{сек}}} \quad 0,31 \text{ м} < 0,36 \text{ м}$$

Тахеометрик съёмка натижаларини ишлаб чиқишни CREDO_DAT ва AutoCAD дастурларида ҳам бажариш амалга оширилади.

12.7. Тахеометрик съёмка планини тузиш

Планини тузиш куйидаги тартибда бажарилади.

1. Ватман қоғозига координаталар тўри чизилади.
2. Тахеометрик йўл нуқталари тегишли координаталари бўйича планга туширилади.
3. Кроки (12.11-расм) ва журналдан фойдаланиб, планга туширилган тахеометрик йўлнинг ҳар бир нуқтасидан транспортир ёрдамида пикет нуқталари туширилади. Планга туширилган пикет нуқтасининг ёнига унинг тартиб рақами ва баландлиги ёзилади.

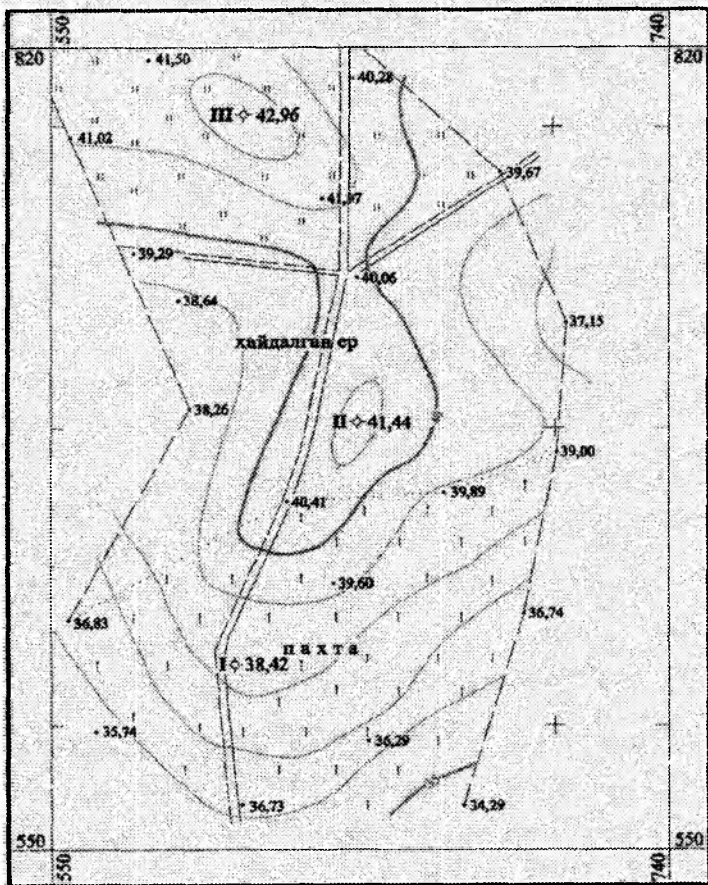


12.11-расм.

4. Планга туширилган тафсилот ҳамда рельеф нуқталари бўйича крокидан фойдаланиб тафсилотлар чизилади ва нуқталар баландлиги бўйича горизонталлар ўтказилади.

5. План шартли белгилар жадвали асосида чизилади, сўнгра уни жой билан солиштириб кўрилади ва тушда чизилади.

Юқоридаги 1 ва 2-бандларда кўрсатилган ишлар тартиби (9.6) да батафсил баён этилган.



Кабул қилди:

1:1000

Тахеометрик сѣмка 2020 й.

1 сантиметрда 10 метр

Рельеф кесими баландлиги 1 метр

12.12-расм.

Пикет нуқталарини планга тушириш учун бекат (нуқта)га транспорт маркази қўйилиб, унинг шкаласи ноли қараш трубаси ориентирланган (12.7-жадвалдаги мисолда II-III томон) йўналишга туташтирилади. Тахеометрик сѣмка журналида ёзилган ушбу станцияда (мисолимизда II станция) пикет нуқталарига қараб горизонтал доирадан олинган

саноклар бирин-кетин транспортирда қўйиб чиқилади ва топилган нуқталарга қараб тегишли масофа план масштабида қўйилса, пикет нуқталарнинг пландаги ўрни аниқланади.

Аниқланган нуқталар тафсилот нуқталари бўлса (крокига қаралади), уларни бирлаштириб тафсилотлар контури ҳосил қилинади, агар улар рельеф нуқталари бўлса, улар ёнига аниқланган баландликлари ёзилади. Крокида кўрсатилган қияликлар йўналиши бўйича қабул қилинган кесим баландлигида интерполяция ёрдамида бир хил баландликка эга бўлган нуқталарнинг ўрни топилади, сўнгра уларни бирлаштириб горизонталлар ўтказилади.

Махсус шартли белгилар жадвали асосида тафсилотлар чизилади.

Назорат саволлари:

- 1. Тахеометрик съёмканинг моҳияти нимадан иборат?*
- 2. Тахеометрик съёмкани бажаришида қандай геодезик асбобларни биласиз?*
- 3. Электрон тахеометрлар қандай русумларда ишлаб чиқарилмоқда?*
- 4. Тахеометрик йўллар қандай лойиҳаланади?*
- 5. Тафсилотлар ва рельеф съёмка қилиши нимага боғлиқ бўлади?*
- 6. Тахеометрик съёмкани бекатда бажариши қандай тартибда олиб борилади?*
- 7. Электрон тахеометрия қандай масалаларни ҳал этишга имкон беради?*
- 8. Тахеометрик съёмка планини тузиш қаси тартибда бажарилади?*

МЕНЗУЛА СЪЁМКАСИ

13.1. Мензула съёмкаси ва унинг моҳияти

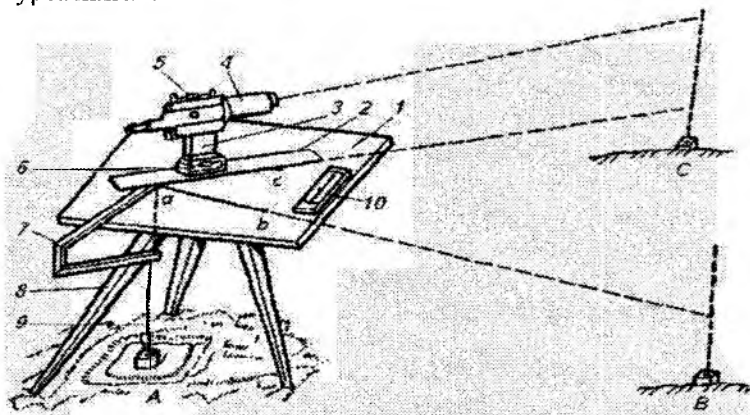
Мензула съёмкаси топографик съёмканинг бир тури бўлиб, бунда съёмканинг дала ва камерал ишлари мензула ва кипрегел ёрдамида бир вақтда жойнинг ўзида бажарилади. Агар теодолит съёмкасида горизонтал бурчаклар жойда ўлчаниб журналга ёзиб борилса, мензула съёмкасида эса горизонтал бурчаклар ўлчанмай, аксинча, улар планда график усул билан ҳосил қилинади. Бунинг учун ватман қоғозининг бир варағи мензула тахтасининг устки текислигига маҳкамлаб қўйилади ва бу тахта горизонтал ҳолатда ўрнатилади. Кўпинча мензула тахтасига ватман қоғози сифатли қилиб елим билан ёпиштирилган фанер ёки алюмин варағи қирғоқларидан миҳчалар билан қоқиб маҳкамланади. Бундай вараққа *планшет* деб аталади. Ушбу планшетга жойдаги бурчак томонларининг горизонтал қўйилишига параллел бўлган чизиклар чизилади ва улар орасида жойдаги бурчак ҳосил бўлади. Шунинг учун мензула съёмкаси кўпинча *бурчак чизма съёмкаси* ҳам дейилади.

Мензула съёмкасида жойдаги тафсилотлар билан бир вақтда рельеф нукталари ҳам планшетга туширилиб, уларнинг нисбий баландлиги ўлчаб аниқланади ва у орқали нуктанинг баландлиги ҳисобланиб, планда нукта ёнига ёзилади. Бу баландликлар бўйича интерполяция ўтказилиб рельеф шу жойнинг ўзида горизонталлар усули билан тасвирлаб борилади. Тафсилотларни ва жой рельефини планга олиш, асосан, кутбий координаталар усули билан бажарилади. Мензула съёмкасида абрис кроки чизиб борилмайди, ўлчанган масофанинг горизонтал қўйилиши циркул-ўлчагич билан съёмка масштабида планшетга бирийўла туширилади.

Съёмка жараёнида мензула тахтаси *I* теодолит горизонтал доираси лимбининг вазифасини бажаради ва шунинг учун у қўзғатилмасдан съёмка охиригача горизонтал

хололда туриши керак. Алидада вазифасини эса *кипрегел* деб аталувчи геодезик асбоб чизғичи 2 бажаради (13.1-расм).

Жойда олинган *ВАС* горизонтал бурчагини мензула планшетида график йўлда чизиб ҳосил қилиш 13.1-расмда кўрсатилган.



13.1-расм.

Мензула асбоби бурчак учи бўлган *A* нуқтага ўрнатилган, *B* ва *C* нуқталар жойда вехалар билан белгилаб олинади. Жойдаги *AB* ва *AC* томонлар *кипрегел* чизғичи қирраси бўйича планшетга туширилиб, *ab* ва *ac* йўналишлар билан ифодаланган.

Мензула съёмкасининг бошқа съёмкалардан афзаллиги шундаки, бунда планга тушириладиган майдон (жой) съёмка бажарувчининг кўз олдида бўлади. Бу эса планни жой билан таққослашга, жойдаги тафсилотлар ва рельефни планда аниқ ва мукамал тасвирлашга имкон беради.

13.2. Мензула ва унинг жиҳозлари

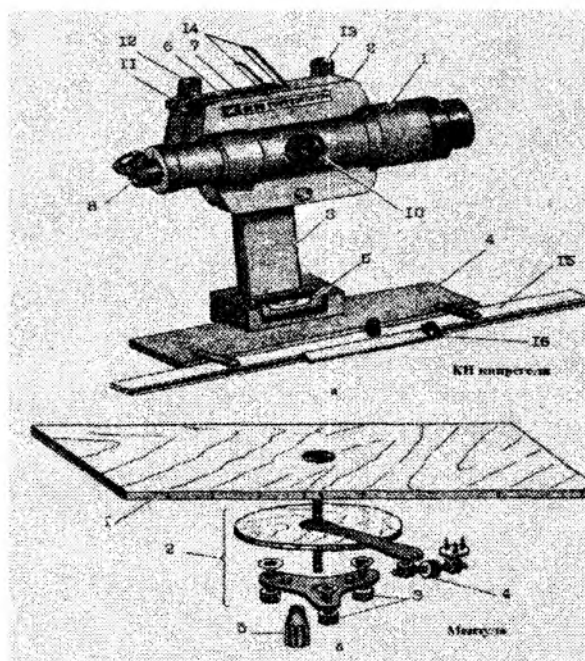
Мензула ва унинг жиҳозлари ер участкасининг топографик планини тузиш учун ишлатилади.

Мензула жиҳозлари (13.1-расм) мензула, *кипрегел*, ориентирлаш буссоли, марказлаштириш вилкаси, дальномер рейкаси ва зонт (соябон)дан иборат.

Мензула (13.2-б расм) 60×60×3 см ўлчамли квадрат тахта (1) ва таглик (2) дан ташкил топган. Тагликдаги кўтаргич винтлар (3) ёрдамида планшет горизонтал ҳолатга келтирилади. Таглик ва планшет ўрнатгич винти (5) ёрдамида штативга маҳкамланади. Планшетни ориентирлаш пайтида уни кичик бурчакка буриш учун тагликда қаратиш винти (4) ўрнатилган. Шовун осилган вилка мензулани нуқта устига марказлаштириш учун хизмат қилади. Ориентирлаш буссолидан планшетни магнит азимути бўйича ориентирлашда фойдаланилади.

Кипрегел – мензула съёмкасини бажариш вақтида планшет (чизма қоғоз ёпиштирилган мензула тахтаси) устига қўйилиб, нуқталарга визирлаш йўналишларни чизиш, масофа, нисбий баландликларни ўлчаб нуқталарнинг пландаги ўрнини белгилаш учун мослаштирилган геодезик асбоб.

Охирги йилларда ишлаб чиқарилган номограммали кипрегел КН амалда кўп қўлланилади. Бу кипрегелга тўғри тасвир берувчи кўриш трубази ўрнатилган. Шу сабабли дальномер рейкасидаги дециметрли бўлақлар қиймати тўғри ёзилган. Дальномер рейкаси худди нивелир рейкасига ўхшаш шашкасимон сантиметрли бўлақларга бўлинган ва унинг ноль ёзилган учини асбоб баландлигига мослаб кўтариб тушириш учун сурилма қилиб ясалган.



13.2-расм.

КН кипрегели, асосан, кўриш трубаси (1), вертикал доира (2), колонка (устун) (3) ва чизғич (4) дан ташкил топган (13.2-а расм).

Кўриш трубасидаги окуляр тирсаги (8) букланган ва кузатиш пайтида уни буриб кўзга қаратилади. Кузатилаётган нуқта ёки рейка тасвирини фокусга келтириш учун трубага кремалера винт (10) ўрнатилган. Кўриш трубаси нуқтага қаратилганда қимирламаслиги ва аниқ қаратилиши учун маҳкамлаш винти (ричаги) (11) ва қаратиш винти (12) га эга. Кўриш майдонидаги номограммалар (эгри чизиклар) бўйича рейкадан саноқ олишдан олдин колонка устига ўрнатилган цилиндрлик адилак (7) пуфакчаси элевацион винт (13) ёрдамида ўртага келтирилади. Кўриш трубаси билан бирга айланадиган вертикал доира устига ўрнатилган цилиндрлик адилак 6 труба кўриш ўкини горизонтал ҳолатга келтириб, кипрегелдан нивелир ўрнида фойдаланишга имкон беради. Цилиндрлик адилаклар тепасига ўрнатилган ойначалар (14)

орқали пуфакча ҳолатини окуляр ёнида туриб кузатиш мумкин.

Колонканинг пастки қисмига асосий (калтарок ва кенгрок) чизғич (4) маҳкамланган бўлиб, у кипрегелга таглик сифатида хизмат қилади. Асосий чизғич ёнига унга параллел ҳаракатланадиган ёрдамчи чизғич (15) бирлаштирилган. Съёмка пайтида жойдаги нукта ўрнини планда белгилаш учун ёрдамчи чизғич устида сурилувчи ва учига нина ўрнатилган масштаб чизғичи (16) дан фойдаланилади. Асосий чизғич устидаги цилиндрик адилак (5) ёрдамида планшет горизонтал ҳолатга келтирилади.

Дала ишларини бошлашдан олдин кипрегелни кўриқдан ўтказилади, текширилади ва зарур ҳолларда тузатилади.

13.3. Мензула ва кипрегелнинг текширишлари ва тузатиши

Съёмка ишларини бошлашдан аввал мензула ва кипрегелни текшириш керак. Текшириб кўрилганда мензула қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. Мензула тахтасининг айланиши озод ва тагликнинг қаратиш винти билан ишлашда равон бўлиши керак. Текшириш учун мензула тахтаси айлантрилиб, унинг ҳаракати кузатилади. Қаратиш винтини синашда уни бураб, кипрегелнинг кўриш трубаси орқали предметлар тасвирининг равон ҳаракатлари трубаинг кўриш майдонида кузатилади.

2. Ўрнатилган мензула тургун (муштаҳкам) бўлиши керак. Текшириш учун ўрнатилган мензула тахтасига кипрегел қўйилиб, кипрегелнинг кўриш трубаси жойдаги узоқ бир нуктага қаратилади. Кейин мензула тахтасининг окуляр томонидаги чети бармоқ билан бироз босилади. Бунда, албатта, нукта тасвири кўриш майдонига силжийди. Аммо бармоқ тахта четидан олингач, нукта тасвири ўз ўрнига яна қайтиб келса, шарт бажарилган ҳисобланади.

3. Мензула тахтасининг устки сирти текис бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун текширилган оддий чизғич ёки кипрегел чизғичининг қирраси тахта устида ҳар хил йўналишда қўйиб чиқилади. Шунда тахта сирти билан чизғич

кирраси орасидаги тирқиш кенглиги 0,5 мм дан ошмаслиги керак.

4. Мензула тахтасининг устки сирти унинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бунга ишонч ҳосил қилиш учун кипрегел чизғичидаги текширилган адилак ёрдамида мензула тахтаси горизонтал ҳолатга келтирилади. Кейин мензула тахтаси ўз ўқи атрофида айлантририлиб, адилак пуфакчасининг ҳолати кузатилади. Агарда пуфакча ноль пунктга нисбатан икки бўлақдан ортиқ силжимаса, шарт бажарилган ҳисобланади.

Мензулани текширишда аниқланган носозликлар устахонада бартараф қилинади.

Кипрегел қўйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. Кипрегел чизғичининг йўнилган қирраси тўғри, унинг пастга қараган томони эса текис бўлиши лозим. Бунинг учун планшетда кипрегел чизғичи қарама-қарши йўналишларда қўйилиб, йўнилган қирраси бўйича тўғри чизиклар чизилади. Чизиклар бир-бирининг устига тўғри тушса, шарт бажарилган бўлади. Чизғич остки сиртининг текислиги бирон-бир текис сиртга қўйиб текширилади. Шартлар бажарилмаган тақдирда чизғич ишга яроқсиз ҳисобланади ва у алмаштирилиши ёки махсус устахонада тузатилиши керак.

2. Кипрегел чизғичидаги цилиндрли адилак ўқи чизғичининг остки сиртига параллел бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун кипрегел планшетга тағликдаги икки қўтаргич винт йўналиши бўйича қўйилиб, ўша винтлар ёрдамида цилиндрли адилак пуфакчаси ноль пунктга келтирилади. Чизғичининг йўнилган қирраси бўйича қалам билан чизик чизилади. Кейин кипрегелни 180° га айлантририб, чизғичининг йўнилган қиррасини чизикқа тескари йўналишда қўйилади. Шунда адилак пуфакчаси ўртада (ноль пунктда) қолса ёки икки бўлақдан ортиқ олмаган бўлса, шарт бажарилган ҳисобланади. Акс ҳолда, пуфакча оғиш ёйининг ярмига адилакнинг тузатгич винтлари ёрдамида, қолган ярмига эса қўтаргич винтлар ёрдамида қайтарилиб ноль пунктга келтирилади. Шундан кейин текшириш такрорланиши зарур.

3. Трубанинг визир ўқи труба айланиш ўқига перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун узоқда аниқ кўринадиган бирорта нукта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуктага тўғриланади, яъни иплар тўрининг вертикал ипи билан бош эгри чизик кесишган нуктаси кузатилаётган нукта тасвирига туташтирилади ва кипрегел чизгичининг йўнилган қирраси бўйича планшетга чизик чизилади. Кейин кўриш трубаси зенит орқали айлантрилиб, кипрегел 180° га бурилади. Кўриш трубаси яна ўша нуктага тўғриланади ва чизгичнинг йўнилган қирраси бўйича иккинчи чизик чизилади. Агар иккала чизик устма-уст тушса ёки ўзаро параллел бўлса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, чизгич қирраси иккала чизик ҳосил қилган бурчак биссектрисаси (бурчакни иккига бўлувчи чизик) бўйича қўйилади. Шунда кўриш майдонида кузатилаётган нукта тасвири вертикал ип билан бош эгри чизик кесишган нуктадан силжиган бўлади. Бу силжиш иплар тўри призмасини суриш орқали бартараф этилиши мумкин. Бундай камчиликни устахонада тузатилади.

4. Трубанинг айланиш ўқи чизгичнинг остки сиртига параллел бўлиши керак. Бу шартни теодолитнинг учинчи шартига ўхшаш (5.8 параграфда келтирилган) текшириб кўрилади. Мензула бирон-бир бино деворидан 20 – 30 м масофада ўрнатилиб, планшет горизонталь ҳолатга келтирилади. Деворнинг баландрок қисмида аниқ кўринадиган M нукта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуктага тўғриланади. Кейин кўриш трубаси тахминан горизонтал ҳолатга келгунча пасайтирилади ва деворда ўша нуктанинг проекцияси m_1 (5.17-расм) қалам билан белгиланади. Труба зенит орқали айлантрилиб, кипрегел 180° га бурилади ва яна аввалгидек M нукта иккинчи марта проекцияланиб, деворда m_2 нукта белгиланади. M нуктанинг проекциялари – m_1 ва m_2 нукталар бир-бирининг устига тушса, шарт бажарилган бўлади. Аслида, бу шартнинг бажарилиши асбоб ишлаб чиқарилган заводда таъминланган бўлади. Агарда шарт бажарилмай қолса, текширишни бир неча марта такрорлаб, бунга ишонч ҳосил қилинганч, асбоб махсус устахонага юборилади.

5. Ишлар тўрининг вертикал ипи трубанинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун узокдан яхши кўринадиган битта нуқта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуқтага тўғриланади. Бунда кўриш майдонида ишлар тўрининг вертикал ипи билан бош эгри чизик кесишган нуқта кузатилаётган нуқта тасвирига туташтирилган бўлади. Кўриш трубаси қаратиш винти ёрдамида секин пастга бурилади. Агар кузатилаётган нуқта тасвири кўриш майдонининг юқори четига вертикал ип бўйича силжиса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, ишлар тўри призмасини буриш йўли билан камчилик бартараф қилинади. Тузатиш устахонада бажарилади.

6. Кўриш трубасининг коллимацион текислиги (кўриш ўқи орқали ўтувчи вертикал текислик) чизгичнинг йўналган қиррасидан ўтиши ёки унга параллел бўлиши керак.

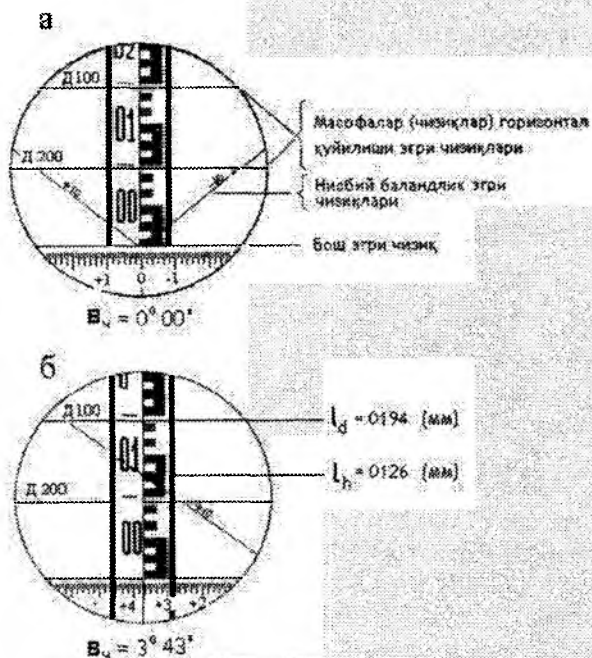
Кўриш трубаси узокдаги яхши кўринадиган предметга қаратилади ва чизгичнинг йўнилган қирраси учлари ёнига тик қилиб иккита нина қадалади. Кейин кузатилаётган нуқтага шу икки нина йўналиши бўйича қаралади. Агар ниналар орқали ўтаётган кўриш нури кузатилаётган нуқта орқали ўтса, шарт бажарилган ҳисобланади. Акс ҳолда, планшет бурилиб ниналар орқали ўтаётган кўриш нури кузатилаётган нуқтага тўғриланади. Шунда трубадан қаралганда кўриш майдонида кузатилаётган нуқта тасвири силжиган бўлади. Бу силжишни бартараф қилиш учун колонка билан чизгични бирлаштирувчи винтлар бироз бўшатилиб, колонка бурилиб кўриш трубаси нуқтага тўғриланади ва бўшатиш винтлар маҳкамланади. Бироқ бу тузатишни бажармаслик ҳам мумкин, чунки съёмка пайтида ўлчаш кипрегелнинг фақат бир вазиятида (масалан, ДЧ да) бажарилади ва хатолик съёмка аниқлигига таъсир этмайди.

КН кипрегелининг вертикал доирасида лимбдаги градусли бўлақлар 0 дан чапга +45 гача, ўнгга – 45 гача ёзиб чиқилган. Ҳар бир градусли бўлақ узунчоқ чизикчалар билан олтига 10' ли бўлаққа, улар эса, ўз навбатида, қисқароқ чизикчалар билан иккита 5' ли бўлаққа бўлинган. Демак, лимбнинг кичик бир бўлаги қиймати 5' га тенг. Лимбдан

санок вертикал чизик (ип) билан бош эгри чизик кесишган нуқтага нисбатан олинади (13.3-расм). 13.3-а рамсда вертикал доирадан олинган санок $ДЧ=0^{\circ}00'$, 13.3-б расмда эса санок $ДЧ=+3^{\circ}43'$ эканлиги кўрсатилган. Вертикал доира кўриш трубасига нисбатан ўнгда жойлашган пайтда, яъни кипрелнинг $Д\ddot{U}$ вазиятида лимб шкаласи кўриш майдонининг юқори қисмида кўринади.

Вертикал доиранинг ноль ўрни ($Н\ddot{U}$) деб трубаининг кўриш ўқи горизонтал ҳолатда бўлиб, колонка устига ўрнатилган цилиндрли адилак пуфакчаси ўртада турган пайтда лимбдан олинган санокқа айтилади.

Амалда $Н\ddot{U}$ қийматини аниқлаш учун узокда аниқ кўринадиган икки ёки учта нуқта танлаб олинади ва бу нуқталарга кўриш трубаси қаратилиб, кипрегелнинг икки вазиятида ($ДЧ$ ва $Д\ddot{U}$) вертикал доирадан $ДЧ$ ва $Д\ddot{U}$ саноклари олинади. Албатта, ҳар санок олишдан олдин колонка устидаги адилак пуфакчаси ўртага келтирилиши керак.



13.3-расм.

Ҳар бир нуқтага қаратиб олинган ДЧ ва ДЎ саноклари бўйича НЎ қиймати қуйидаги ифодадан топилади:

$$N\ddot{U} = \frac{DЧ + D\ddot{U}}{2}.$$

Ҳар бир нуқтага қаратиб олинган саноклар бўйича аниқланган НЎ қийматлари ўзаро тенг ёки фарқи 1,5' дан ошмаслиги керак. НЎ нинг ўртача қиймати нолга тенг ёки 1' дан ошмаслиги керак.

Акс ҳолда, НЎ нинг қиймати нолга келтирилади. Бунинг учун колонка устидаги цилиндрли адилак пуфакчаси ўртага келтирилиб, кўриш трубасининг қаратиш винти ёрдамида вертикал доирада НЎ нинг ўртача қийматига тенг санок қўйилади. Кейин элевацион винт ёрдамида вертикал доирадаги санок нолга келтирилади. Шунда колонка

устидаги цилиндрли адилак пуфакчаси ноль пунктдан силжиган бўлади. Адилакнинг тузатгич винтлари ёрдамида пуфакча ноль пунктга келтирилади. НУ қиймати нолга келтирилганлигига ишонч ҳосил қилиш учун унинг қийматини яна икки-уч марта аниқлаб кўриш керак.

13.4. КН кипрегелида нисбий баландлик ва масофалар горизонтал қўйилишини аниқлаш

КН номограммали кипрегелида кузатилаётган нуқтанинг нисбий баландлиги, нуқтагача бўлган масофанинг (чизик узунлигининг) горизонтал қўйилиши кўриш трубаси майдонидаги рейка тасвири устига тушиб турган эгри чизиклар орқали автоматик равишда аниқланади (13.3-расм).

Номограммада ноль нуқтаси **Н** белгиси билан белгиланган, ундан икки томонга қараб қия эгри чизиклар чизилган бўлиб, уларга *нисбий баландликнинг эгри чизиклари* дейилади. Улар устига +10 ва -10 коэффициент қийматлари ёзилган. Кузатилаётган нуқта тепада жойлашган бўлса, +10 коэффициентли; пастда жойлашган бўлса, -10 коэффициентли эгри чизиклар кўринади.

Трубанинг кўриш майдонида эгри чизикларнинг тасвири жойдаги қиялик бурчагига қараб ўзгаради. Жой қиялиги, яъни кузатилаётган йўналиш қиялиги $\pm 6^\circ$ гача бўлганда кўриш майдонида рейка тасвири устига ± 10 коэффициентли эгри чизик; қиялик $\pm 6^\circ$ дан $\pm 11^\circ$ гача бўлганда ± 20 коэффициентли эгри чизик; қиялик $\pm 11^\circ$ дан ортиқ бўлганда эса ± 100 коэффициентли эгри чизик тушади.

Ўлчаш учун сурилма рейка қўлланади. Асосий рейканинг ноль штрихи қўшимча рейка ёрдамида асбоб баландлигига мослаб маълум баландликка кўтариб қўйилади. Кузатишда вертикал чизик рейканинг бўйлама ўқиға, бош эгри чизик рейканинг ноль штрихига тўғриланади. Нисбий баландликни аниқлаш учун қия эгри чизикнинг вертикал чизик билан кесишган нуқтаси бўйича рейкадан санок l_h олиниб, уни коэффициент K_h га кўпайтирилади, яъни: $h = K_h \cdot l_h$.

13.3-б расмда $l_h = 126$ мм ёки $0,126$ м; $K_h = +10$. Демак, $h = (+10) \cdot 0,126 = +1,26$ м.

Масофанинг горизонтал қўйилишини топиш учун бош эгри чизикдан юқорида иккита горизонтал чизиклар чизилган бўлиб, улар устига D 200, D 100 сонлари ёзилган. Булар масофанинг горизонтал қўйилиши эгри чизиклари дейилади. Масофа 200 м гача бўлганда иккала чизик ҳам рейка тасвири устига тушиб туради. Бироқ ҳисоблаш қулай бўлиши учун D 100 коэффициентли эгри чизикдан санок олингани маъқул. Масофа 200 м дан ортиқ бўлганда (бундай масофалар съёмка пайтида кам учрайди) рейка тасвири устида D 200 коэффициентли эгри чизик ётади, унда шу чизик бўйича санок олинади. Масофанинг горизонтал қўйилишини аниқлаш учун рейкадан эгри чизик бўйича олинган саноклар эгри чизик коэффициентига кўпайтирилиши керак, яъни:

$$d = K_d \cdot l_d.$$

13.3-б расмда D 100 эгри чизигидан олинган санок $l_d = 0194$ мм ёки $0,194$ м; $K_d = 100$. Демак, масофанинг горизонтал қўйилиши $d = 100 \cdot 0,194 = 19,4$ м.

13.5. Мензулани нуктага ўрнатиш

Мензулани съёмка асоси нуктасига аввал тахминан, кейин аниқ ўрнатилади. Тахминий ўрнатишда кўзда чамалаб планшет ориентирланади, планшет сирти горизонтал ҳолатга келтирилади ва съёмка бажариладиган нуктанинг планшетдаги ўрни унинг ердаги ўрнига тўғри келтирилиб, штатив оёқлари ерга санчиб маҳкам ўрнатилади.

Мензулани съёмка асоси нуктасига аниқ ўрнатиш учун аввал планшет марказлаштирилади. Бунинг учун планшет тахминий ориентирланиб, унда белгиланган нукта жойдаги нукта устига вертикал чизик (шовун чизиги) бўйича тўғри келтирилади. Съёмка 1:500, 1:1000, 1:2000 масштабларда бажарилаётганда планшет вилка (7) шовуни (9) ёрдамида аниқ марказлаштирилади (13.1-расм). 1:5000 ва ундан майда масштабли съёмкаларда планшет кўзда чамалаб

марказлаштирилиши мумкин. Марказлаштириш аниқлиги съёмка масштаби аниқлигининг ярмидан ошмаслиги керак.

Марказлаштиришдан кейин планшет аниқ горизонтал ҳолатга келтирилади. Бунинг учун кипрегел чизгичини икки кўтаргич винт йўналишига қўйилади ва шу икки кўтаргич винт ёрдамида чизгичдаги цилиндрли адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Кейин чизгич учинчи кўтаргич винт йўналишига қўйилади ва шу винт ёрдамида адилак пуфакчаси яна ўртага келтирилади.

Текшириш учун кипрегел чизгичи ҳар хил йўналишларда қўйиб кўрилади, шунда адилак пуфакчаси ноль пунктдан 2 – 3 бўлақдан ортиқ оғмаслиги керак.

Планшетни ориентирлаш жойда ва планшетда белгиланган нуқталар орасидаги чизик йўналишлари бўйича ёки буссол ёрдамида бажарилиши мумкин.

Зарурият бўлганда планшет тўғрибурчак тўртбурчак шаклига эга ориентир-буссол 10 ёрдамида ориентирлаши мумкин.

Планшетни жойда маҳкамланган ва планшетга туширилган нуқталар бўйича ориентирлаш учун мензулани А нуқтага (13.1-расм) ўрнатилади. Планшет горизонтал ҳолатга келтирилгандан кейин кипрегел чизгичининг йўнилган қирраси планшетдаги *ab* чизиги бўйича қўйилади. Планшет ўз ўқи атрофида секин айлантирилиб кўриш трубаси жойдаги *B* нуқтага қаратилади.

Планшетнинг тўғри ориентирланганини текшириб кўриш учун кипрегел чизгичининг йўнилган қирраси планшетдаги *ac* чизиги бўйича қўйилади. Шунда трубадан қаралганда жойдаги *C* нуқтасининг тасвири иплар тўридаги вертикал чизикда ётиши ёки унга жуда яқин бўлиши керак.

Планшетни буссол ёрдамида магнит меридиани бўйича ориентирлаш учун ориентир-буссол 10 нинг магнит мили бўшатилиб, буссол планшет бирор-бир қирғоғига параллел қўйилади (13.1-расм). Кейин мензула тахтаси ўз ўқи атрофида секин айлантирилиб, магнит милининг учи буссол шкаласининг ноль штрихиغا тўғриланади.

Планшетни чизик бўйича ориентирлаш буссол бўйича ориентирлашга нисбатан аниқ бўлади. Одатда

ориентирлашни аниқ бажариш учун планшетдаги узун ўзаро узоқ нуқталар танлаб олинади.

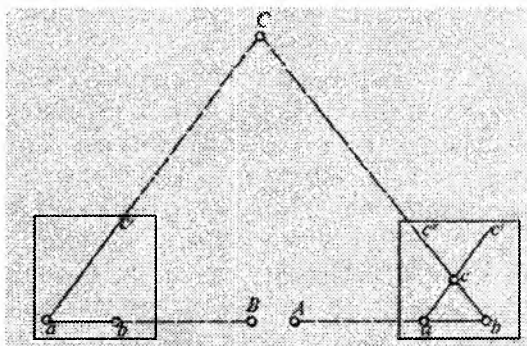
Планшетни тайёрлаш. Планшетни тайёрлаш учун юқори сифатли (зичлиги юқори) ватман қоғози олиниб, уни фанер ёки алюмин варағига ёпиштирилади. Тайёр бўлган планшетга Дробишев чизғичи ёрдамида квадратлар тўри (10×10 см) чизилади. Улар тайёрланган съёмка асоси нуқталарининг абсцисса ва ордината қийматларига қараб масштабда белгилаб чиқилади. Ҳар бир съёмка асоси нуқтаси ҳисобланган координаталари бўйича масштабда планшетга туширилади ва нуқтанинг ёнига суратида нуқтанинг номи (тартиб рақами), махражда эса унинг баландлиги ёзиб қўйилади. Дала шароитида планшетни кир бўлишдан сақлаш учун унинг усти шаффоф қоғоз (калка) билан ёпилади. Шундан кейин планшет тайёр ҳисобланади ва у мензула тахтасига қирғоклари бўйича калта михчалар билан қоқиб маҳкамланади.

13.6. Мензулада тўғри ва тескари кесиштириш

Жойдаги иккита нуқталар ўрни планшетга туширилган бўлса, мензулада тўғри ва тескари кесиштириш усулини қўллаб, жойдаги бошқа бир қанча нуқталарнинг планшетдаги ўрнини топиш мумкин.

Тўғри кесиштириш. Фараз қилайлик, жойда белгиланган A ва B нуқталарининг планшетдаги ўрни a ва b нуқталари берилган бўлсин (13.4-расм), жойдаги C нуқтанинг ўрнини планшетда аниқлаш талаб қилинсин.

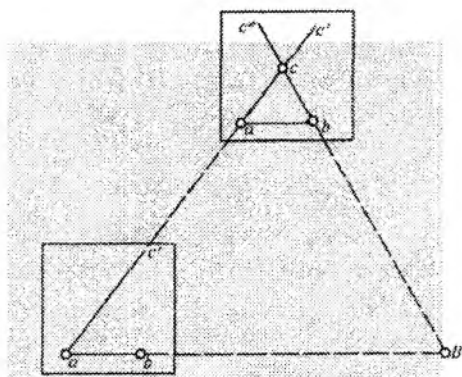
Бунда A нуқтага мензула, B ва C нуқталарга эса вехалар ўрнатилади. Сўнгра мензула ишчи ҳолатига келтирилади ва планшет ab чизиги бўйича ориентирланади.



13.4-расм.

Планшет (мензула тахтаси) маҳкамланади, кипрегел чизғичининг йўнилган қирраси планшетдаги a нуктага қўйилиб, қараш трубаси жойдаги C нуктага қаратилади ва планшетга кипрегел чизғичи бўйича ac' чизиғи чизилади. Сўнгра мензула B нуктага олиб ўтирилиб ўрнатилади ва планшетда ab чизиғи бўйича ориентирланади. Планшетни маҳкамлаб, кипрегел чизғичининг йўнилган қиррасини b нуктага қўйилади ва труба жойдаги C нуктага қаратирилиб чизғич бўйича bc'' чизиқ чизилади. Планшетга чизилган ac' ва bc'' чизиқларининг кесишган нуктаси c жойдаги C нуктасининг планшетдаги ўрни бўлади.

Тескари кесиштириш. Планшетда ўрни маълум бўлган икки нуктадан бирига, масалан, A нуктага мензула ўрнатирилиб, бунда тўғри кесиштиришда бажарилган ишларнинг айнан ўзи такрорланади ва планшетда ac' чизиғи чизилади (13.5-расм), сўнгра мензула C нуктага ўрнатилади ва мензула тахминан марказлаштирилади, чунки бу нуктанинг планшетдаги ўрни c ҳозирча аниқланмаган. Мензулани ишчи ҳолатга келтирилиб, тахтаси $c'a$ чизиғи бўйича ориентирланади ва маҳкамланади. Шундан кейин кипрегел чизғичининг қирраси планшетдаги b нукта билан туташтирилиб труба жойдаги B нуктага қаратилади ва чизғичининг йўнилган қирраси бўйича $c''b$ чизиғи чизилади (13.5-расм).



13.5-расм.

Планшетда чизилган ac' ва $c''b$ чизикларининг кесишган нуқтаси c жойдаги C нуқтанинг планшетдаги ўрни бўлади. Шу ҳолда планшетдаги c нуқтаси жойдаги C нуқта устига тўғри келса ёки фарқи масштаб аниқлигининг ярмидан ошмаса, ечилган масала тўғри ҳисобланади. Акс ҳолда, планшетни C нуқта устига аниқроқ марказлаштириб, B нуқтага қайта қаратилиб, c нуқтасининг ўрнига аниқлик киритилади. Амалда бундай ҳолат кам учрайди. Тўғри ва тескари кесиштиришда ўрни планшетга тушириладиган нуқтада кесишадиган чизиклар орасидаги бурчак қиймати 40° дан кичик ва 140° дан катта бўлмаслиги таъминланиши керак.

13.7. Мензула съёмкасини бажариш

Мензула съёмкасида тафсилотлар ва жой рельефини планга тушириш съёмка асоси бўлиб хизмат қиладиган нуқталарда туриб, кутбий координаталар усулида бажарилади. Съёмка масштаби 1:5 000 ва ундан майда бўлса, мензула асбоби жойдаги съёмка асоси нуқтаси устига кўз билан чамалаб, ундан йирик масштабларда эса вилка билан марказлаштирилади. Кицрегел чизғичидаги цилиндрли адилак ёрдамида мензула тахтаси горизонтал ҳолатга келтирилади. Иш вақтида адилак пуфакчаси 2 – 3 бўлаккача марказдан сурилган бўлса, ишни давом эттириш мумкин.

Планшетни съёмка асоси нуқталари бўйича ориентирлаганда асбобдан олинган нуқтагача масофа 300 м дан кам бўлмаслиги керак. Мензуладан съёмка қилинадиган тафсилот ва рельеф нуқталаригача масофа куйидаги формула билан ҳисобланадиган қийматдан ошмаслиги керак:

$$d \leq (2,5\sqrt{M}), \text{ м.}$$

Бу ерда M – съёмка масштабнинг махражи. Чегараси аниқмас тафсилотлар учун бу масофа 1,5 баробар оширилиши мумкин.

Тафсилотлари ва рельефи мураккаб жойларда ўтиш нуқталари ўзаро яқинроқ олиниб, асбобдан пикет нуқталаргача масофа мумкин қадар қисқароқ бўлиши керак. Бунда съёмка ишлари ҳам тезлашади. Тик қияликлар, чуқурликлар, жарларнинг тик қирғоқлари қарама-қарши томондан, яъни яхши кўринадиган томондан туриб съёмка қилинади.

Тафсилот ва рельеф нуқталари кипрегелнинг фақат ДЧ ҳолатида съёмка қилинади. Бунда чап қўл кипрегелни ушласа, ўнг қўл қалам ва циркулни ушлайди. Пикет нуқталарининг ўрни планшетда нина билан санчиб белгиланади. Тафсилот чегарасини съёмка қилишда рейка бирин-кетин тафсилот чегарасини бурилган нуқталарига қўйилиб съёмка қилинади. Ёпиқ шаклдаги чегарада съёмка ишлари бир нуқтадан бошланиб, яна ўша нуқтада тугатилади. Тафсилот нуқталари планшетга туширилгандан кейин уларни бирин-кетин ўзаро туташтириб чегараси ҳосил қилиниб борилади (орада адашиб қолдириб кетмаслик учун). Чегаранинг тўғри чизикли қисмлари чизғич билан туташтирилади. Ҳар бир кейинги станцияда съёмка ишлари олдинги станциядан съёмка қилинган жойдан бошланади ва шу билан олдинги ишнинг тўғрилиги текширилади.

Рельеф нуқталарининг съёмкаси тафсилотлар съёмкаси билан бир вақтда олиб борилади. Тафсилотлар чегараси бўйича олинган нуқталарнинг баландлиги рельефнинг фақат характерли нуқталарида аниқланади.

Тафсилотларни ушбу станциядан съёмка қилиб бўлингандан кейин горизонталлар ўтказиш учун рельефнинг

етмайдиган характерли нуқталарига рейка қўйилиб, уларга қараб масофаларнинг горизонтал қўйилиши ва нисбий баландлик ўлчаб топилади. Текис рельефли жойда мураккаб рельефли жойга қараганда пикетлар сийрақроқ олинади. Рельеф характерли нуқталари жуда кам ёки ўзаро узоқ жойлашган жойларда пикет нуқталарнинг ораси қуйидаги масофадан ошмаслиги керак:

$$d \leq (80\sqrt{h}), \text{ м.}$$

Бу ерда h – рельеф кесими баландлиги.

Рельеф кесими 1 м ва ундан ортиқ бўлганда нуқта баландлиги планшетда 0,1 м гача яхлитлаб ёзилади, кесим 0,5 м бўлганда 0,01 м гача ёзилади. Ҳар бир станцияда съёмка ишлари тамом бўлгандан кейин шу станцияда туриб рельеф горизонталлар билан чизилади.

Агар станциядан қайси бир жой бўлагининг рельефи яхши кўринмаса, мензула билан ўша ерга яқинроқ жойлашган нуқтага ўтилади ва горизонталлар чизилади.

Рельефи текис бўлган жой бўлагида берилган рельеф кесимида горизонтал тасвирланмаса, у ерда ярим горизонтал чизишга тўғри келади (рельеф кесимининг ярми олинади).

Агар жой участкаси бир нечта планшетда жойлашса, уларни туташ чегаралари бўйича тафсилотлар ва рельефни тасвирловчи горизонталлар ўзаро тўғри туташшини таъминлаш учун трапеция чегарасидан ташқарига 4 см гача жой қўшимча съёмка қилинади.

Съёмка пайтида ўлчанган масофа, нисбий баландлик ва ҳисобланган баландликлар журналга ёзиб борилади.

Рельефи текис жойларда бажарилса, нуқталар ўрни планга кипрегел ёрдамида туширилади, нуқталар баландлиги эса нивелир билан ўлчаб топилади.

Кундалик иш охирида планшетга туширилган нуқталарнинг аниқланган баландликлари – баландликлар калкасига, тафсилотлар эса контурлар калкасига кўчириб борилади. Кейинчалик бу калкалардан планшетни туш билан чизишда учрайдиган баъзи бир ноаниқликни текширишда фойдаланилади. План дастлаб қаламда, сўнгра текширилиб, хато жойлари тузатилгандан сўнг съёмка қилинган барча

тафсилот, объектлар ва рельеф шартли белгилар билан тушда чизилади. Планшет рамкаси ва рамкадан ташкаридаги ёзувлар қўйилган талабларга мувофик бажарилади.

Назорат саволлари:

1. Мензула съёмкасининг бошқа съёмкалардан афзаллиги нимада?
2. Мензула жиҳозлари нималардан иборат?
3. Съёмка ишларини бошлашдан аввал мензула қандай талабларга жавоб бериши керак?
4. Кипрегел қандай талабларга жавоб бериши керак?
5. НЎ қиймати қандай аниқланади?
6. Мензулани нуқтага ўрнатишни тушунтириб беринг?
7. Мензулада тўғри ва тескари кесштиришларнинг фарқи нимада?

II ҚИСМ

XIV БОБ

III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШ ТАРМОҚЛАРИ

14.1. Йирик масштабли (1:5000 – 1:500) топографик съёмкалар баландлик тармоқлари

Йирик масштабли топографик съёмкалар баландлик тармоқлари давлат I, II, III ва IV синф тармоқларини зичлаштириш йўли билан қурилади. Бунда нафақат съёмкалар, шунингдек, кейинги босқичдаги қурилиш ишларининг бу тармоқларга бўлган эҳтиёжини ҳисобга олиниши керак. Баландлик тармоқлари нуқталарининг зичлиги ва аниқлиги рельеф кесим баландлиги, съёмка масштаби ҳамда инженерлик-геодезик, маркшейдерлик, мелиоратив ва бошқа ишлар, талабидан келиб чиқиб белгиланади. Тармоқларни зичлаштириш, одатда умумдан айримга ўтиш: дастлаб юқори синф нивелир йўлларини, кейин эса уларга боғлаб техник нивелир йўлларини қуриш билан амалга оширилади. Нивелир тармоқлари амалдаги «I, II, III ва IV синф нивелирлаш бўйича йўриқнома» талаблари асосида ривожлантирилади.

I синф нивелир йўллари периметри 2800 – 3000 км га тенг ёпиқ полигонлар, улар ичида II синф йўллари, периметри 600 км, ёпиқ полигонлар чизмасида қурилади. II синф полигонлари ичида периметри 150 км гача III синф йўллари ўтқизилади.

Йирик масштабли топографик съёмкаларнинг съёмка баландлик асосини қуриш, одатда III ва IV синф ва техник нивелирлаш орқали бажарилади.

III синф нивелир йўллари тўғри ва тесқари йўналишларда нивелирлаб чиқилиб, йўл ёки полигонлардаги нисбий баланликлар хатоси қуйидагидан ошмасалиги керак $\pm 10\sqrt{L}$, мм; бу ерда L – йўл узунлиги ёки полигон периметри км да олинади.

III синф нивелир тармоқлари пунктларини зичлаш ва топографик съёмкаларни бевосита таъминлаш мақсадида юкори синф пунктлари орасида IV синф нивелир йўллари ўтказилади. Бунда йўллар узунлиги 50 км дан ошмаслиги керак. IV синф нивелирлаш фақат битта йўналиш (тўғри)да бажарилади ва йўл ёки полигондаги нисбий баландликлар хатоси $\pm 20\sqrt{L}$, мм дан ошмаслиги керак. Съёмка асоси нуқталари ҳамда зичлаш геодезик тармоқлари пунктлари баландлигини аниқлаш мақсадида техник нивелирлашдан фойдаланилади. Ушбу тармоқлар йўлларига имкони борича зичлаш планли тармоқларининг барча пунктлари кушилиши зарур. Агарда зичлаш тармоғи полигонометрия усулида ривожлантирилиши керак бўлса, техник нивелирлаш йўллари полигонометрия йўллари билан қўшиб ўтказилади. Техник нивелирлаш йўллари фақат битта йўналиш (тўғри) бўйича нивелирланади. Иложсиз ҳолларда техник нивелир йўллари битта пунктга таянган осма йўл кўринишида ўтказилиши мумкин. Бу ҳолда нивелирлаш тўғри ва тескари йўналишларда бажарилиши шарт.

Техник нивелирлаш йўллари ёки полигонлари бўйича нивелирлаш хатоси $\pm 50\sqrt{L}$, мм дан ошмаслиги керак. Нивелир йўллари тик қияликлар бўйича ўтиб, 1 км йўлда штативлар сони $n > 25$ дан ошса хатолик қуйидагича ҳисобланади $\pm 10\sqrt{n}$, мм. Бу ерда n – йўл ёки полигонда штативлар сони.

Топографик съёмкаларнинг баландлик асоси учун техник нивелир йўлларини ўтказишда жойдаги мустақкам контурлар нуқталари, масалан, қудуқлар қопқоғи, темир йўллар рельси головкаси, катта харсангтошлардаги белги ва бошқалар нивелир йўлига қўшилиб, уларнинг баландлиги аниқланиши керак. Бундай қўшимча нуқталар ўрни энг камида учта аниқ жой нуқталарига боғлаб, кроки тузиб борилиши керак.

Съёмка масштаби, рельеф кесими баландлиги ва жой рельефининг характеридан келиб чиқиб техник нивелирлаш йўллари узунлиги қуйидаги 14.1-жадвалда келтирилган қийматлардан ошмаслиги керак.

№/р	Техник нивелирлаш йўли кунилагилар орасида ўтказилганда	Рельеф кесими баландлиги, техник нивелирлаш йўли узунлиги, км		
		0,5 м	1,0 м ва ундан ортиқ	
1	Юқори синф пунктлари орасида	8,0	16,0	
2	Юқори синф пункти ва тугун нукталар орасида	6,0	12,0	
3	Иккита тугун нукталар орасида	4,0	8,0	
4	Осма йўл	2,0	4,0	

I, II, III ва IV синф давлат нивелирлаш йўллари жойда ҳар 5 км дан ошмайдиган ораликда доимий гурунт, қоя ёки деворий мустаҳкам белгилар (репер ва маркалар) билан маҳкамланади. Топографик съёмкалар мақсадида нивелир йўлларида ҳар 1-2 км да қўшимча доимий ва вақтинчалик белгилар ўрнатилади. Вақтинча белгилар сифатида жойдаги кесилган дарахт тўнкаси, қудук қопқоғи ва бошқалар олинади.

1:5000 масштабли съёмкаларда нивелир йўлидаги пунктлар зичлиги ҳар $10-15 \text{ км}^2$ да 1 та репер, 1:2000 ва ундан йирик масштаблар учун ҳар бир $5-7 \text{ км}^2$ да 1 та репер бўлиши керак.

Агарда давлат нивелир йўли аҳоли яшаш пунктларини кесиб ўтса, у ерда, албатта, нивелир белгиси ўрнатилади. Узунлиги 0,5 км дан ортиқ аҳоли пунктларида иккитадан кам бўлмаган нивелир белгилари ўрнатилади.

Съёмка бажариладиган ҳар бир объектда, унинг майдони ва съёмка масштабидан қатъи назар энг камида иккита доимий нивелир белгиси ўрнатилган бўлиши керак.

Ёпиқ дренаж лойиҳаси учун 1:2000 масштабли съёмкада ҳар 1 км^2 майдон тўрттадан кам бўлмаган вақтинчалик нивелир белгилари билан таъминланиши керак. Канал ва

дарёларни нивелирлашда ҳар 3 км да битта нивелир белгиси ўрнатилиши керак.

14.2. Шаҳарлар ва аҳоли пунктлари ҳудудида нивелир тармоқларини ривожлантириш

Шаҳарлар ва аҳоли пунктлари ҳудудида қуриладиган нивелир тармоқлари, айнан давлат нивелир тармоқларига ўхшаш I, II, III ва IV синфларга бўлиниб тармоқни қуриш дастури, ўлчашлар ва натижаларни ишлаб чиқиш услуби ҳам бир хил бўлади. Бунда фақат нивелир йўлларининг чекли узунлиги ва нивелир белгиларини ўрнатиш зичлиги билан фаркланади. Тармоқлар чизмаси турлича – полигонлар тизими ёки шаҳар ҳудудининг контурига боғлиқ ҳолда йўллар тизимидан иборат бўлиши мумкин.

Майдони 50-500 км² гача шаҳарларда II синф нивелир тармоқлари ёки нивелир йўллари тизими қурилади, кейинги навбатда эса уларга боғлаб III ва IV синф йўллари ўтказилади.

II синф нивелир йўллари шаҳарнинг бутун ҳудудини, қурилган ва қурилмаган ҳудуд эканидан қатъий назар, қоплаши керак. II синф тармоғида тугун нуқталар ва йўллар орасидаги масофалар қурилган ҳудудда 15 км, қурилмаганда 20 км дан ошмаслиги керак. Полигонлар периметри тегишлича 50 км ва 80 км га тенг. II синф нивелир йўллари белгилари қурилган ҳудудларда ҳар 2 км ораликда, қурилмаганда эса ҳар 3 км ўрнатилади. Ушбу белгилар пишиқ гишт, бетон ва темир бетон бино ва иншоотларда ўрнатилади.

Майдони 25-30 км² га тенг шаҳарларда III синф, 25 км² дан кичик бўлган шаҳарларда IV синф нивелир тармоқлари қурилади.

III синф асосий нивелир йўлларини тугун нуқталар орасидаги узунлиги 10 км дан, қурилмаган ҳудудларда эса 15 км дан ошмаслиги керак. II ва III синф полигонлари орасида III синф зичлаш йўллари ўтказилади. Улар периметри қурилган ҳудудларда 15 км, қурилмаган ҳудудларда 25 км дан ошмаслиги керак. III синф асосий нивелир йўллари тўғри

ва тескари йўналишларда зичлаш III синф йўллари фақат битта йўналишда нивелирланади.

III синф нивелир йўллари бир-бирига параллел ҳолда ўтказилади ва улар қурилган ҳудудларда ҳар 5 км да ва қурилмаганда ҳудудларда 8 км да ўзаро боғланиши керак.

III ва IV синф йўллари шаҳар марказий қисмидаги кўчаларда ҳар 200-300 м да, шаҳар чет қисмида ва сийрак қурилган жойларда эса ҳар 800 м да белги билан маҳкамланиши керак. Қурилмаган ҳудудларда белгилар ҳар 0,5-2,0 км да ўрнатилади. Белгилар сифатида, асосан, деворий реперлар қўлланади.

Бошланғич пунктлар орасидаги IV синф йўллари узунлиги шаҳарнинг қурилган қисмида 2 км ва қурилмаган қисмида 4 км дан, тугун нуқталар орасида эса тегишлича 1 ва 2 км дан ошмаслиги керак. Бундай тармоқлар полигонларининг периметри тегишлича 8 км ва 12 км дан ошмаслиги керак.

Съёмка тармоқлари нуқталарининг баландлиги техник нивелирлашдан аниқланиб унинг хатоси $\pm 50\sqrt{L}$ мм дан ошмаслиги керак, бу ерда L – нивелир йўлининг узунлиги (км). Шаҳар нивелир тармоқлари, албатта, давлат нивелирлаш тармоқларига боғланиши керак. Бунинг учун маҳаллий тармоқларга энг камида иккита давлат тармоқларининг пунктлари киритилиши керак.

Агарда ишлар ҳудуди яқинида бундай пунктлар бўлмаса, давлат тармоқлари пункти билан маҳаллий тармоқ пунктлари орасида махсус нивелир йўли ўтказилади. Тармоқларни қуришда бошланғич нивелир белгилари узоқ муддатга сақланиши таъминланадиган капитал бино ва иншоотларда ўрнатилади. Юқори балли зилзила зоналарида жойлашган шаҳар ва йирик иншоотлар ҳудудларида съёмка баландлик тармоғини қуриш билан бир вақтда юқори аниқ махсус нивелир тармоғи масалан, ер пўстлоғини замонавий вертикал ҳаракатини ўрганиш учун баландлик асос сифатида қурилади.

Бу ҳолатда шаҳар ёки йирик объект баландлик тармоғи периметрлари 15 км гача бўлган тўртта II синф нивелир полигонларидан ташкил топиши керак. Полигонлардаги

нивелирлаш хатоси $\pm 3\sqrt{L}$, мм дан ошмаслиги керак. Бу ерда L – йўл узунлиги ёки полигон периметри (км).

14.3. Нивелир тармоқларни лойиҳалаш ва аниқлигини баҳолаш. Рекогносцировкакани бажариш

Нивелир тармоқлари лойиҳасини тузиш иши қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Худудда илгари бажарилган нивелирлаш ишлари ҳақидаги материал ва маълумотларни йиғиш, ўрганиш ва тизимлаштириш.

2. Ишлар худудини жойга чиқиб ўрганиб чиқиш.

3. Лойиҳани тузиш.

4. Лойиҳаланган нивелир йўлларининг рекогносцировкасини бажариш.

5. Лойиҳаланган тармоқнинг кутиладиган аниқлигини ҳисоблаш.

Баландлик тармоқлари лойиҳасини тузишдан аввал объект худудида баландлик асосини ривожлантириш бўйича олдин бажарилган барча ишлар бўйича тегишли маълумот ва материалларни йиғиш ва таҳлил этиш амалга оширилади. Ушбу материаллар маҳаллий архитектура ва қурилиш бўлимларидан олинади. Бу материаллар таркибига нивелир йўлларининг номи ва синфи, бажарилган йили, ишларни бажарган ташкилот номи йўллар чизмаси, реперлар ўрни туширилган йирик масштабни карта, реперларни жойлаштириш ўрни кўрсатилган кроки, реперлар типи ва ўрнатиш чуқурлиги киради. Худуднинг физик-географик хусусияти ўрганилади. III ва IV синф йўллари 1:10 000 – 1:25 000 масштаблардаги топографик карталарда лойиҳаланади ва ишлар картага илгари ўтказилган планли ва баландлик тармоқлари пунктларини туширишдан бошланади.

Съёмка участкасининг чегараларидан қатъи назар III синф йўллари II синф полигони чегарасида, IV синф йўллари эса III синф полигони чегарасида лойиҳаланади.

Янгидан лойиҳаланаётган III ва IV синф ва техник нивелир йўллари амалдаги йўлларга туташishi ҳолларида қуйидагиларни ҳисобга олиш зарур:

1. Лойиҳаланаётган ҳар бир йўл учлари олдин қурилган баландлик тармоғининг худди шу ёки ундан юқори синф пунктларига уланиши керак.

2. Лойиҳаланаётган III ва IV синф нивелир йўлларини олдин қурилган I, II, III ва IV синф йўллари билан боғлаш амалдаги йўллар пунктларидан бирини қўшиб олиш билан амалга оширилади.

3. Лойиҳаланаётган нивелир йўли ёқалаб жойлашган амалдаги нивелир йўллари реперлари (грунтли ва деворий) лойиҳа йўлга қўшиб олинади ёки улар ораси 3 км дан узоқда бўлмаса, боғлаб борилади.

III ва IV синф ва техник нивелир йўлларини лойиҳалашда улар трассаси қуйидагиларни эътиборга олиб танланади:

1. Трассалар имкони борича нишаблиги кичик бўлган йўналишлар бўйича ўтиши, эни 200 м дан катта жарлик, дарё ва бошқа тўсиқларни имкон қадар кесиб ўтмаслиги керак.

2. Трассалар кум, ботқоклик ва шунга ўхшаш грунти юмшоқ жойлардан ўтмаслиги мақсадга мувофиқ.

3. Мақсадга мувофиқ трасса дала йўли, шоссе, темир йўллар ёқалаб ўтган трасса ҳисобланади.

4. Шаҳарлар ҳудудида трассани транспорт қатнови кам кўчалар ёқалаб ўтқазиб маъқул.

Лойиҳа нивелир йўллари ва реперлар ўрни картада белгилаб чиқилгандан сўнг ҳудудга чиқиб рекогносцировка бажарилади. Рекогносцировканинг асосий вазифаси лойиҳаланган нивелир тармоғи йўллари трассасини жой билан таққослаб кўриш, қуриладиган реперлар ўрнини танлаш ва зарурат бўлса, лойиҳага ўзгартиришлар киритишдан иборат. Бунда бирданига нивелир йўллари боғланадиган бошланғич реперлар ўрни ҳам жойда топилиб, улар ҳолати аниқланиши керак. Олдинги йилларда ўрнатилган реперлар ўрни мавжуд йирик масштабли карталар, тузилган кроки ва таъриф ёзувидан ҳамда маҳаллий аҳоли сўровидан фойдаланиб топилади.

Лойиҳа бўйича янги ўрнатиладиган реперлар ўрни қуйидаги талабларга риоя қилиб танланади: грунтларнинг мавсумий музлаш зоналарида энг қулай жой кичик дўнглик,

грунти кумлок ва ер ости сувлари сатҳи энг камида 3-4 метр чуқур жой ҳисобланади. Ёгинлар суви йиғиладиган жойлар, карст ҳодисалари, кўчкилар содир бўладиган жойларда репер ўрнатиш мумкин эмас. Яқин вақт ичида қурилиш олиб борилиши мумкин жойлардан четроқда, қишлоқ хўжалиги фаолияти олиб бориладиган ерларда эса автомобиль йўли четида, электр узатиш симларининг таянч (столб)лари яқинида репер ўрнатиш мумкин.

Шаҳарлар ҳудудида II, III ва IV синф нивелир тармоқларини ривожлантиришда деворий реперлар қурилганига 6-7 йил ўтган бино ва иншоотлар деворида ўрнатилади. Деворий реперлар ер сиртидан 0,4-0,6 метр баландликда йўллар чорраҳасига яқин ва кварталлар ўрта қисмида ўрнатилади.

Ўрнатилган ҳар бир репернинг жойлашиш ўрни крокиси тузилади.

Шаҳарларда зичлаш полигонометриясини ривожлантиришда деворий реперлар бирданига полигонометрия пунктлари бўлиб хизмат қилиши мумкин. Дала рекогносцировкасини бажариш натижаси бўйича қуйидагилар тақдим этилиши керак:

1. Баландлик тармоғининг аниқлаштирилган чизмаси.
2. Ўрнатилган реперлар крокиси ва ўрнатиш жойининг таърифи.
3. Тармоқни лойиҳалашда бажарилган ишларнинг тушунтириш матни.

Лойиҳаланган баландлик тармоқнинг қутиладиган аниқлиги, яъни тармоқнинг бошланғич реперлардан энг узоқда жойлашган аниқланадиган репер баландлигининг ўрта квадратик хатоси ҳисобланиб, у меъёрий қиймати билан солиштирилади. Пунктлар баландлигини аниқлашнинг ўрта квадратик хатосини турли усулларда ҳисоблаш мумкин. Улардан иккитасини кўриб чиқамиз. Биринчи усул ишлар ҳудудида II, III ва IV давлат нивелир тармоғининг реперлари зич жойлашганда ва иккинчи усул эса реперлар сони 1-2 тадан ошмаганда қўлланилади.

Биринчи усулда лойиҳаланган тармоқ тугун нуқталари баландликлари ўрта квадратик хатосини кетма-кет

яқинлашиш усулини қўллаб аниқлаш осон бажарилади. Бунда аввал юқори синф нивелир йўллари ҳосил қилган тугун нуқталар кейин эса қуйи синф йўллари ҳосил қилган тугун нуқталар хатолари қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$m_i^2 = m_{\text{бошл}}^2 + m_{\text{йўл}}^2 \quad (14.1)$$

$$M_i = \sqrt{\frac{1}{P_i}} \quad (14.2)$$

$$P_i = P_i' + P_i'' + P_i''' + \dots \dots, \quad (14.3)$$

$$P_i = \frac{1}{m_i^2}. \quad (14.4)$$

Бу формуларда M_i , $m_{\text{бошл}}$ – тугун нуқта ва бошланғич реперлар баландлигининг ўрта квадратик хатолари; P_i – тугун нуқта вазни; P_i' – тугун нуқтанинг тармоқдаги ҳар бир нивелир йўли бўйича вазни; m_i – тармоқ ҳар бир йўлининг, бошланғич репер хатосини ҳисобга олиб, ўрта квадратик хатоси.

Ҳисоблашларда бошланғич реперлар ўрта квадратик хатоси $m_{\text{бошл}} = \pm 3$ мм, III ва IV синфлар 1 км нивелир йўли учун ўрта квадратик хато тегишлича $m_{III} = \pm 5$ мм, $m_{IV} = \pm 10$ мм га тенг, деб олинishi мумкин.

Агар нивелир йўли ўзидан юқори синф реперлари орасида ўтказилиши режаланган бўлса, ундаги ихтиёрий пункт баландлиги ўрта квадратик хатоси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$M_i^2 = \frac{m_{\text{бошл}}^2}{2} + \eta \sqrt{\frac{(L-K)K}{L}}. \quad (14.5)$$

Бу ерда η – 1 км йўл учун тасодифий ўрта квадратик хато, у III ва IV синфлар учун тегишлича 5 мм/км ва 10 мм/км олинади; K – аниқланадиган репердан бошланғич реперларни биригача энг қисқа масофа; L – нивелир йўлининг узунлиги, км.

Агар $K = \frac{L}{2}$, бўлса, (14.5) формула қуйидаги кўринишга келади:

$$M_i^2 = \frac{m_{\text{бошл}}^2}{2} + \frac{\eta^2 L}{2}. \quad (14.6)$$

Тугун нуқта баландлиги хатоси M_i (14.6) формуладан ҳисобланади; рельеф кесими баландлиги 0,25 ва 0,5 м учун у 62,5 мм; 1 ва 2 м бўлганда тегишлича 125 мм ва 250 мм дан ошмаслиги керак.

14.4. Нивелир ер ости белгиларининг типлари ва уларни ўрнатиш

Нивелир йўлларини жойда маҳкамлаш учун зарур белгилар (реперлар) қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

1. Ер ости муҳитида узоқ муддат сақланидиган материалдан ташкил топиши;

2. Узоқ вақт давомида нивелирлаш аниқлиги чегарасида ўзгармасликни таъминлаши;

3. Белгиларни жойда ўрнатишда ер ишларини механизациялаш имконини берувчи конструкцияга эга бўлиши.

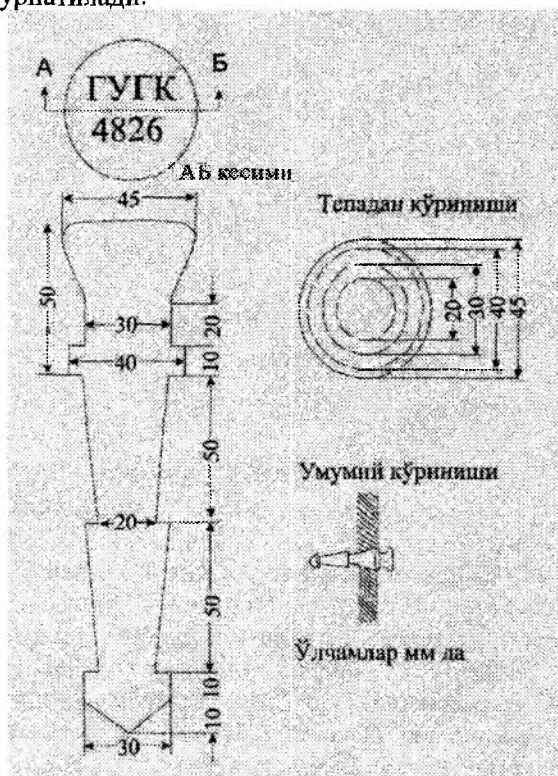
Белгиларни тайёрлашни асосий материаллари бўлиб бетон, темир бетон ва металл трубалар хизмат қилади.

Реперларни кўзгалмас туришига хавф туғдирувчи омил грунтни музлагандан сўнг деформацияланиши ҳисобланади. Бунга қарши чора сифатида белги пастки қисмини грунт музлаш қатлаидан чуқурроқ ўрнатиш зарур бўлади. Йирик масштабли съёмкалар учун нивелир йўлларида кенг қўлланиладиган белгилар сифатида капитал бино ва иншоотлар пойдеворларида ўрнатиладиган деворий реперлар хизмат қилади. Деворий репер чўяндан ясаиб унинг кўриниши ва ўлчамлари 14.1-расмда келтирилган. У деворда қавланган чуқурда цемент қоришмаси билан ва учини девордан 5 см чиқариб, маҳкам ўрнатилади.

Агарда нивелир тармоқлари пункт (репер)лари полигонометрия пунктлари билан қўшиб олинган бўлса, репер белгисини девордан чиқиб турган сферик каллакида диаметри 2 мм ва чуқурлиги 4-5 мм тешикча ясалган бўлади ва у полигонометрия пунктининг маркази вазифасини бажаради. Уни ташқи расмийлаштириш белгиси бўлиб чўяндан ясалган ва деворда ўрнатиладиган тахтача хизмат

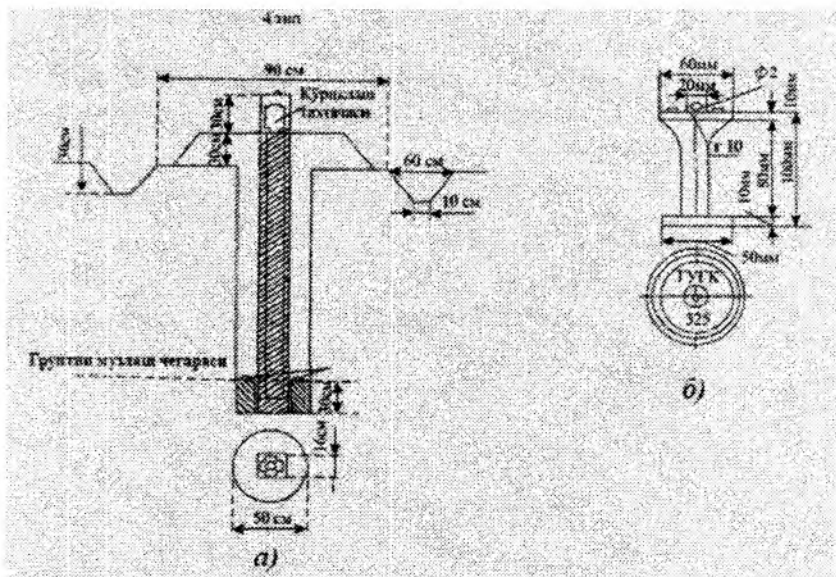
қилади. Бу тахтачада «Геодезик пункт. Давлат томонидан химоя қилинади» ёзуви жойлаштирилади.

Шаҳарлар худудидан ташқарида ер қатламини фаслий музлайдиган зоналарида III ва IV синф йўлларида 4-типтаги реперлар ўрнатилади.



14.1-расм.

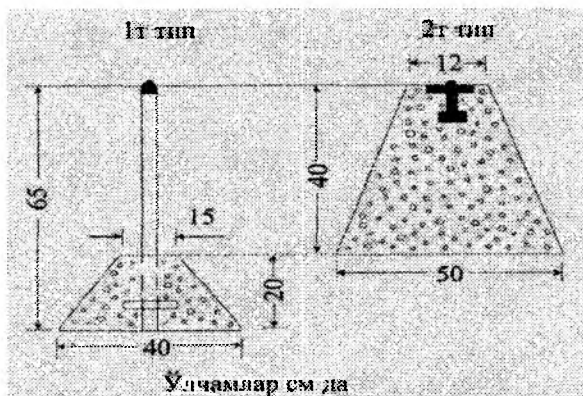
4-типтаги репер фаслий музлаш зонасининг жанубий қисмида (Ўзбекистон худудида) қўлланилади. Репер 16×16 см темир бетондан ясалган пилон кўринишида (14.2-а расм) бўлиб, унинг тепа учида чўяндан ясалган марка (14.2-б расм), пастки учида калинлиги 20 см бетон якорга эга (14.2-а расм).



14.2-расм.

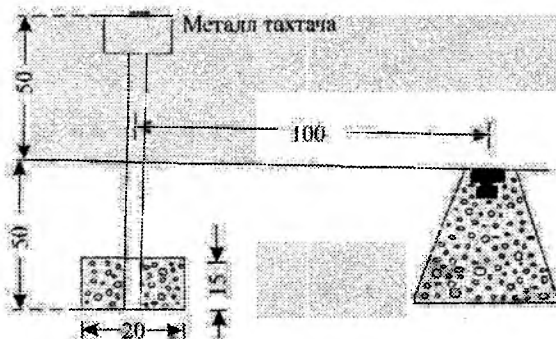
Якор ернинг музлаш қатлами чегарасидан пастда ўрнатилади.

Темир бетон пилонининг узунлиги шундай олинадики, унинг юкори учи ер сатҳидан 50 см чиқиб турсин. Репернинг ер усти қисми тўқ рангли бўёқ билан бўяб қўйилади ва уни атрофи диаметри 1,5 метрга тенг доира расмидаги ариқча қовланиб белгиланади. Грунтларни фаслий музлаш худудида техник нивелирлаш йўллари 0,65 ва 0,40 метр чуқурликда ўрнатиладиган 1т ва 2т типларидаги (14.3-расм) белгилар билан маҳкамланади.



14.3-расм.

2т типдаги белгилар шаҳардан ташқарида қўллansa, улар ёнига аниқлаб олиш белгиси ўрнатилади (14.4- расм).

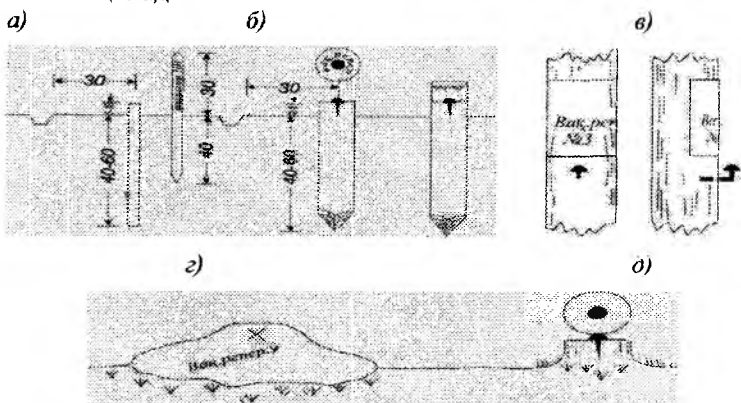


14.4-расм.

Инсон фаолият олиб борадиган ҳудудларда вақтинчалик реперлар сифатида электр узатиш линияларининг столб (таянч)лари, бетон пойдеворлар, кўприклар, бино ва иншоотлар пойдеворлари, қоя тошлар ва бошқалар сиртида бўёқ билан белгиланган нуқталар ҳамда ёғочли алоқа линиялари столблари, дарахтлар тўнкаси ва бошқаларга қоқилган қалпоқли миҳлар хизмат қилади.

Юқорида келтирилган предметлар жойда мавжуд бўлмаган ҳолларда вақтинчалик реперлар сифатида 14.5-

расмда келтирилган жойда ўрнатилган махсус белгилар хизмат қилади.



14.5-расм.

а) металл қозиқ; б) миҳ қоқилган ёғоч қозиқ; в) ёғоч столбга қоқилган миҳ; г) харсангтош; д) миҳ қоқилган дарахт тўнкаси.

III ва IV синф нивелир йўлларида 4-тип белгиларини ўрнатишда дастлаб ер бурғи механизмидан фойдаланиб, керакли чуқурликкача бурғиланади ва уни тубига цемент қоришмаси 2 см қалинликда қуйилади кейин эса якор ўрнатиб, якорни уйилган жойига цемент қоришмасида тик ҳолатда темир бетон пилон ўрнатилади. Шундан сўнг пилон атрофидаги бурғи чуқурлик грунт билан шиббалаб тўлдирилади.

Назорат саволлари:

1. I, II, III ва IV синф нивелирлаш йўллари қандай талаблари асосида барпо этилади ва уларга бўлган талаблар қандай?
2. Шаҳарлар ва аҳоли пунктлари ҳудудида нивелир тармоқларини барпо этишга бўлган талаблар қандай?
3. Нивелир тармоқлари лойиҳасини тузиши иши қандай кетма-кетликда олиб борилади?

4. Янгидан лойиҳаланаётган III ва IV синф ва техник нивелир йўллари амалдаги йўللарга тутатиши ҳолларида нималарни ҳисобга олиш зарур?

5. III ва IV синф ва техник нивелир йўллари лойиҳаланида нималарни эътиборга олиб танланади?

6. Нивелир йўллари жойда маҳкамлаш учун зарур белгилар (реперлар) қандай асосий талабларга жавоб бериши керак?

III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШ

15.1. Нивелирлар типлари, уларни текшириш ва синашлари

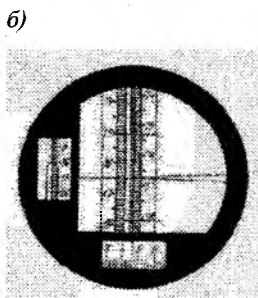
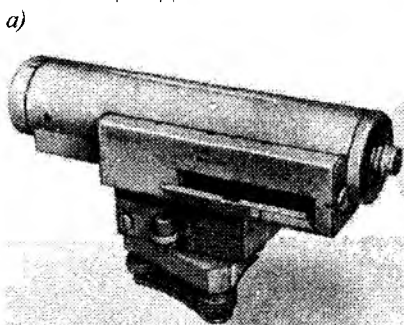
Нивелирлар буйича ГОСТ 10528-90 «Нивелирлар. Умумий техник шартлар»га асосан нивелирларни таснифлаш асосига иккита кўрсаткич қабул қилинган:

– аниқлиги буйича нивелирлар қуйидаги учта типларга: юқори аниқ – Н-05, аниқ – Н-3 ва техник – Н-10 га бўлинади. Келтирилган рақамалар 1 км иккиланган нивелир йўлида йўл кўярли ўрта квадратик хатоли кўрсатади;

– конструктив тузилиши буйича нивелирлар қараш трубасида цилиндрлик адилак ўрнатилган ва компенсаторли нивелирларга бўлинади. Компенсаторли нивелир белгисида аниқлигини билдирувчи рақамдан кейин «К» ҳарфи келтирилади. Масалан, Н-3К. Нивелир русумида «Л» ҳарфи кўрсатилган бўлса, у лимб доирасига эга нивелир бўлади. Масалан, 2Н-10Л; Бу ерда олдинда келтирилган «2» рақам, модел тартиб рақами ҳисобланади. Юқорида кўрсатилган Н-05, Н-3 ва Н-10 нивелирлар ҳам қараш трубасида цилиндрлик адилакли ва ҳам компенсаторли вариантларда ишлаб чиқарилади. Жаҳонда геодезик асбобларни ишлаб чиқариш тажрибасига кўра, ҳозирги пайтда асосан компенсаторли нивелирлар ишлаб чиқарилади. Аниқланишича, бундай нивелирлар иш унундорлигини 10-15% га оширади. III ва IV синф нивелирлаш ишларида асосан аниқ нивелирлар қўлланилади. Техник нивелирлар топографик съёмкалар асосини яратишда, қурилиш майдончаларида қўлланилади.

Нивелир Н2. Қараш трубасининг ён томонидан жойлашган контактли цилиндрлик адилак ва элевацион винтига эга аниқ нивелир (15.1 расм). Юқори аниқ инвар рейкалар буйича санок олиш имконини берувчи ясси параллел пластинкали оптик микроскоп билан жиҳозланган. Оптик микрометр инвар рейканинг энг кичик кесими қийматига тенг 5 мм гача чегарада ишлайди.

Рейка бўйича юқори аниқ олинадиган санокқа труба иплар тўрнинг ўрта ипи проекцияси билан рейканинг яқин кичик бўлаги орасидаги қисмини ўлчаш билан эришилади. Рейканинг бўлаги барабан бўлақларининг тегишли сони билан ифодаланади. Барабанинг тўла бир айланиши визир нуруни вертикал бўйича 5 мм га параллел сурилишини таъминлайди. Бу эса рейка иккита қўшни штрихлари орасидаги қийматга тенг. Барабан 100 та тенг бўлақларга бўлингани сабабли унинг битта бўлаги қиймати 0,05 мм ни ташкил қилади.



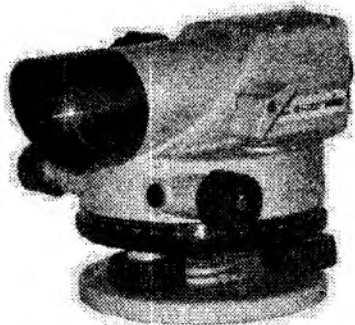
15.1-расм.

Оптик микрометр шкаласи тасвири (15.1-б расм) трубанинг кўриш майдонига узатилади, худди шу ерда бирданига цилиндрик адилак пуфакчасининг ярим учлари ва ампула шкаласининг тасвири кўринади. Труба рейкага қаратилганда пуфакча ярим учлари тасвири эливаця винти ёрдами туташтирилади. Рейкадан санок олиш учун оптик микрометр барабани айлантрилиб иплар тўрининг понага ўхшаш биссектори рейкани энг яқин жойлашган штирихига киритилади. Келтирилган 15.1-б расмда рейка шкаласидан ўрта ипдан санок 16,5 ва микрометрдан 46 жами санок 16,546 га тенг.

Қараш трубасини куёшдан қизиб кетишидан ҳимоялаш мақсадида труба, цилиндрик адилак ва оптик микрометр механизми термоҳимояловчи металл қобикқа жойлаштирилган. Нивелир билан битта бекатда

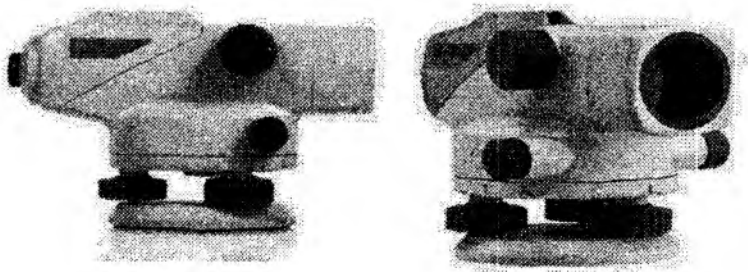
нивелирлашни ўрта квадратик хатоси $m_b = \pm 0,2$ мм, оптик микрометр битта бўлагининг қиймати 0,05 мм.

Компенсаторли нивелир 4Н-ЗКЛ. Визир ўқи ўз-ўзидан горизонтал ҳолатга келувчи III, IV синф ва техник нивелирлаш ҳамда қурилиш майдончларида нивелирлаш ишларини бажариш учун хизмат қилади (15.2-расм). У рейкага аниқ қаратиш ва бирданига тасвирни фокусга келтириш имконини берувчи фрикцияли механизм билан жиҳозланган.



15.2-расм.

Магнитли компенсатор билан таъминланган бўлиб, кучли шамол эсиши ва грунтни зичланишидан қатъи назар визир чизиги ҳолатининг устуворлигини таъминлайди, компенсаторни ишлаш чегараси $15'$. Қараш турибасини катталаштириши $23'$, трубани визирлаш энг кичик масофаси 1,2 м, дольнометр коэффиценти 100, 1 км масофага тўғри ва тескри нивелирлашни ўрта квадратик хатоси $\pm 2,5$ мм. Ушбу нивелир Россиянинг Екатеринбург шаҳрида ишлаб чиқарилади.



15.3-расм.

Компенсаторли нивелир C300 ва C310. «SOKKIA» фирмаси (Япония) ишлаб чиқаради (15.3-расм). Геометрик нивелирлаш усулида III, IV синф ва техник нивелирлаш ҳамда қурилиш ишларида қўлланади. Маятникли оптик механик компенсаторга эга бўлиб, унинг ишлаш чегараси $\pm 15'$ га тенг. Қараш трубасининг катталаштириши тегишлича 28^\times ва 26^\times га тенг, қузатишнинг энг кичик масофаси 0,3 м, ипли дальнометр коэффициентлари 100, 1 км масофани тўғри ва тескари йўналишларда нивелирлашнинг ўрта квадратик хатоси ± 2 мм. Нивелирни дастлабки ўрнатиш доиравий адиллақ ёрдамида амалга оширилади. Визир ўқини аниқ горизонтал ҳолга ўрнатиш эса автоматик равишда компенсатор ёрдамида таъминланади. Нивелир горизонтал лимбга эга бўлиб, унинг бўлак қиймати 1° ташкил қилади.

Янги технологияларга асосланган электрон-рақамли нивелирлар. Кейинги йилларда юқори аниқ ва аниқ нивелирларларнинг янги тури — электрон рақамли нивелирлар ишлаб чиқилди ва улар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилмоқда. Буларга мисол қилиб, Dini 11, Dini 21, Carl Zeiss (Германия), Dini 12, Dini12T, Dini22, Dini0.3 Trimble (АҚШ), DNA03, DNA10, Sprinter 150M Leica (Швейцария), DL-101C, DL-102C TOPCON (Япония) ва бошқа рақамли нивелирларни келтириш мумкин.

Анъанавий нивелирлардан рақамли нивелирлар электроника билан жиҳозланганлиги ва махсус иш дастурлари ёрдамида таъминланганлиги билан фарқ қилади. Бу эса дала ўлчаш ишлари ва натижаларининг ишлаб чиқиш

жараёнларини автоматлаштириш имконини беради, жумладан:

штрих-кодли нивелир рейкаси бўйича санок олишини автоматик равишда бажариши;

– ер эгрилиги ва рефракция ҳолатлари учун тузатмаларни автоматик равишда киритиш;

– нивелир билан рейка орасидаги масофа 100 м гача бўлганда горизонтал қуйилишни 25 мм гача аниқликда автоматик ўлчаш;

– ўлчаш натижаларини автоматик равишда ички ёки ташқи ёдлаш (хотира) модулига ёзиш;

– нивелирлаш елкаларини (нивелирдан орқа ва олдинги рейкаларгача масофалар) тенглиги ва нисбий баландлик ўлчаш натижасини автоматик текшириб бориш;

– ўлчаш натижаларини автоматик ишлаб чиқиб, нукталар баландлигини экранга чиқариш;

– ўлчанган маълумотларни ёзиб сақлаш учун PCMCIA картаси ва USB мосламалардан фойдаланиш;

– асбобни бошқариш жараёни қулайлиги, шунингдек, ундан фойдаланишни ўзлаштириб олишнинг осонлиги.

Trimble Dini 12 рақамли нивелир (15.4-расм) билан 1 км йўлни тўғри ва тескари йўналишларда инвар рейка орқали 1,0 мм аниқликда, оддий буклама рейка қўллаб эса 1 мм аниқликда ўлчаш мумкин. Бекатда туриб 2,5 м дан 100 м гача масофадаги нукталар 4 сония вақтда ўлчанади. Нивелирда ўрнатилган компенсаторларни ишлаш чегараси $\pm 15'$ га тенг.

Нивелирда ўрнатилган дастур алоҳида ўлчаш, қайта ўлчаш, ўртадан ва олдинга нивелирлаш, режалаш ишлари ва нивелир йўллини тенглаш каби жараёнларни бажаришини таъминлайди.

Рейкадан олинган санокларни нивелир хотирасига ёзиб сақлаш ёки асбоб дисплейи (экрани)дан ўқиб, журналга ёзиш мумкин.

Рақамли нивелир Leica Sprinter 150 M. Қўллаш доираси: пойдеворлар, ополубкаларини ўрнатиш ва текшириш, ҳовуз ва котлованларни қуриш, III ва IV синф нивелирлашни бажариш, инженерлик иншоотларини қуриш, сёмка баландлик асосини қуриш ва бошқ.

Ўлчашлар аниқлиги: штрих кодли рейка билан 1 км иккиланган йўлни нивелирлаш ўрта квадратик хатоси $\pm 1,5$ мм, оддий шашкали рейка билан эса $\pm 2,5$ мм; хотираси 1000 нукта.

Асбоб комплекти: нивелир, кейс, созлаш винтлари тўплами, йўриқнома, 4 та батарея АА ва маълумотларни узатиш кабели.

Масофаларни ўлчаш чегараси 2-100 м, ўлчаш аниқлиги 10 мм, энк кичик фокус масофаси 0,5 м.

Қараш трубаси тўғри тасвирли катталаштириши 24° , компенсаторни ишлаш диапазони 10', компенсатор типи магнитли демпферли, вазни 2,55 кг.

Ўлчашлар стандарт дастури: масофа ва нисбий баландликларни ўлчаш, нуқталар баландликлари фарқини аниқлаш, нивелир йўлларини ўтказиш, маълумотларни сақлаш ва узатиш, уйма ва кўтармаларни аниқлаш.



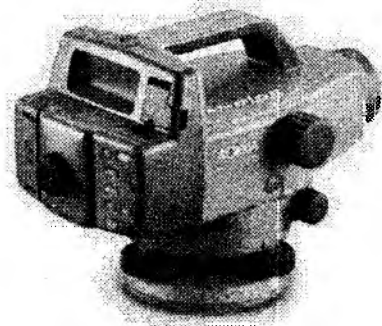
15.4-расм.

Рақамли нивелир Sokkia SDL50. Махсус электрон қурилма билан таъминланган бўлиб, штрих-кодли рейка бўйича автоматик саноқ олиб хотирада сақлайди. Шунда «инсонга хос бўлган» рейкадан саноқ олиш хатосини содир бўлишига барҳам берилади. Шу билан бирга, ушбу нивелирлаш билан стандарт нивелир рейкаси бўйича анъанавий кўз билан саноқ олиб оддий нивелирлашни ҳам бажариш мумкин. Ишлашда ўта содда, ўлчовчи киши томонидан асбоб трубасини рейкага қаратиб тегишли

тугмачани босиш етарлидир. Асбоб эса автоматик равишда масофа ва нисбий баландликни аниқлайди. Асбоб суюк кристаллик дисплей билан таъминланган ва унда ўлчаш натижасининг тасвири кўринади. Асбоб маятник типигаги компенсатор билан таъминланган. Асбоб 1° ли бўлакларга бўлинган лимб доирасига эга.

Нивелирлашда штрих-кодли инвар рейкалар қўлланилса, ўрта квадратик хато $\pm 0,6$ мм, оддий штрих-кодли рейка билан эса $\pm 1,5$ мм ни ташкил қилади.

Нисбий баландлик билан масофани ўлчаш 2-3 секунд вақт давомида амалга оширилади. Ўлчанган масофа диапазони 1,6-100 м. Қараш трубасининг катталаштириши 28^\times .



15.5-расм.

Ўлчашлар режими:

- якка ўлчаш;
- қайта ўлчаш;
- ўрта кийматни ўлчаш;
- рейкани кузатиб бориш (трекинг).

Асбоб хотираси 200 нуқтани сақлаш имконига эга.

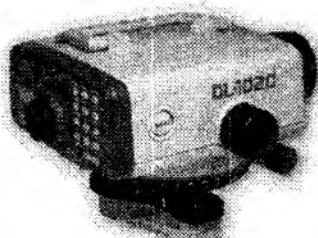
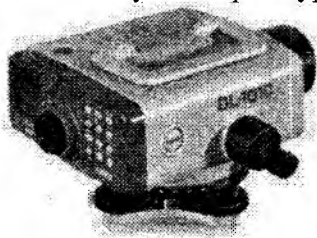
Ўрнатилган дастурий таъминот функцияси:

- олдинги нуқталар нисбий баландлиги ва (мутлақ) баландлигини ҳисоблаш;
- бекатдан ва бекатсиз нивелирлаш;
- баландликни аниқлаш;
- баландликни жойга кўчириш.

DL-101C, DL-102C TOPCON (Япония) рақамли нивелирлари юқори аниқ ва аниқ нивелирлаш ишларини амалга ошириш учун мўлжалланган бўлиб, имкониятлари деярли юқорида кўриб чиқилган Dini ва DNA рақамли нивелирларга мос келади (15.6-расм).⁸

DL-101C, DL-102C TOPCON рақамли нивелирларни қўллаш соҳалари куйидагилардир:

- нивелир тармоқларини қуриш;
- иншоотлар деформациясини кузатиш;
- чизиқли иншоотларни трассалаш;
- юзани нивелирлаш;
- топографик съёмка;
- йўл қурилишлари (бўйлама ва кўндаланг кесимлар, баландликларни жойга кўчириш);
- туннелларни қуриш.



15.6-расм.

Trimble DINI (АҚШ), DNA (Швейцария) ва DL TOPCON (Япония) рақамли нивелирларнинг техник тавсифлари 15.1-жадвалда келтирилган.

Нивелирларни синаш ишлари. Янги олинган ҳамда фойдаланишда бўлган асбоблар дала ўлчаш ишларига чиқишдан олдин синчиклаб кўздан кечирилиши, текширилиши ва синалиши зарур бўлади. Нивелирлар текширилганда ва синалганда амалдаги йўриқнома барча талабларига жавоб бериши керак. Айрим текширишларни дала ўлчаш ишлари жараёнида ўтказиб турилишига тўғри келади.

⁸ Charles D Ghilani, Paul R Wolf, Elementary surveying, An introduction to geomatics, New Jersey, «Prentice-Hall», 2012.

Рақамли нивелирларнинг техник тавсифлари

15.1-жадвал

Техник тавсифлари	Leica Sprinter 150	Sokkia SDL 50	DL101C/102 C
Ўлчаш аниқлиги (электрон ўлчашлар)			
1. Нивелирлаш:			
1 км нивелир йўлида ўрта квадратик хатоси			
- штрих-кодли инвар рейкаларда	1,5 мм	0,6 мм	0,4мм/1,0мм
- штрих-кодли стандарт рейкаларда	2,5 мм	1,5 мм	1,0 мм/1,5мм
2. Масофа (электрон Нивелир режимида (рейканинг 30 см сигменти)			
- штрих-кодли инвар рейкаларда	20 мм	20мм	10мм/20мм
- штрих-кодли стандарт рейкаларда	20 мм	25мм	20мм/30мм
3. Бурчаклар			
- доиранинг градуирлаш	400 град ва 360 ⁰		
- градуирлаш оралиғи	1°		
Ўлчаш диапазони	2 м-100 м	1,6 м-100 м	2,0 м-110 м
Ўлчаш вақти	2,5 сек	3 сек	3 сек
Кўриш трубасининг катгалаштириши	24×	28×	32×/30×
Компенсатор ишлаш	±15'	±10'	±12'/±15'
Дисплей	График, 240×160 пикселлар, монохромли, ёритқичи билан		
Клавиатура	19 клавишли ҳарфли-рақамли 4-позицияли клавишлар навигацияси		
Стандарт дастурлар	Алоҳида ўлчашлар, бир неча ўлчашлар, оралик визирлаш билан йўлларни ўтказиш, юза нивелирлаш. Баландликларни жойга кўчириш		
Ички хотира	1000 нукталар	200 нукталар	8000 нукталар

Зарядлаш қурилмаси	Литий – ионли батарея комплект и: 7,4В/2,4А с	Алкалайнл и батарея 6×LR6/AA/ AM3 1,5V	Алкалайнл и батарея 6×LR6/AA/ AM3 V
Батареянинг ишлаш вақти	3 кун	3 кун	10 соат
Ишлаш ҳарорати	–20°С дан +50°С гача		
Вазни (фақат асбобнинг)	2,55 кг	2,8 кг	2,8 кг

III ва IV синф ва техник нивелираш учун ишлатиладиган цилиндрик адилакли ва компенсаторли аниқ нивелирларни текширишлари ва тузатиши 7.8 да кўриб ўтилганга ўхшаш амалга оширилади. Шу сабабли бу ерда цилиндрик адилакли ва компенсаторли нивелирнинг асосий синашлари кўриб ўтилади.

III, IV синф ва техник нивелираш учун далага чиқишдан аввал ҳар бир нивелир комплекти синчиклаб кўриқдан ўтказилади. Бунда нивелир барча қисмларини яроқлилигига эътибор қаратилади-кўтаргич винтларини текис ва юмшққ айланиши, маҳкамлагич ва қаратгич винтларни бутунлиги ва ишлаши текширилади. Қараш трубази оптик қисмларини тозаллиги, цилиндрик адилак пуфакчаси учлари ва иплар тўрини кўриш майдонидаги тасвирни тиниқ ва яққоллиги, окуляр ҳалқаси ва фокусловчи линзани суриш го ловкаси эркин ва текис айланиши текширилиб кўрилади.

Нивелирларнинг синашлари. *Цилиндрик адилак бўлак қийматини рейка бўйича аниқлаш.* Бу синаш янги олинган ёки ишлатиладиган нивелир ишончли натижани олиш имкониятини бермаганда амалга оширилади. Текис ва очик жойда нивелирдан 40-60 м масофада иккита козиқ ерга қоқилади. Нивелир синашдан 0,5-1,0 соат олдин очик жойда куёш тушишидан зонт билан ҳимоялаб ўрнатилиб қўйилади. Нивелирдан қозиқларгача масофа ± 20 см аниқликда ўлчанади. Нивелир трубази рейкага қаратилиб эливазия винти билан адилак пуфакчаси адилак шкаласини бир учига сурилади. Адилак ойиначасидан пуфакчани ҳар иккала учларидан шкала бўйича саноклар олинади. Рейкадан ўрта ип

бўйича санок олинади. Пуфакча эливация винти ёрдамида шкалани иккинчи учига сурилади ва яна пуфакча учлари бўйича адилак шкаладан ва рейкадан саноклар олинади. Худди шу амаллар рейкани иккинчи козика ўрнатиб такроқланади.

Адилак бўлак қиймати куйидаги формула билан хисобланади:

$$\tau = \frac{206hK}{nD}, \quad (15.1)$$

Бу ерда τ – 2 мм учун адилак бўлак қиймати секундда; h – рейкадан олинган саноклар айирмаси; n – адилак пуфакчасини сурилган бўлаклари сони; k – шкала битта бўлаги узунлиги, мм; D – нивелирдан рейкагаача масофа, м.

Ўлчанган натижалар ва уларни ишлаб чиқиш 15.2-жадвалда берилган.

Нивелир НЗ № 1520

15.2-жадвал

Қабул	Рейкадан саноклар	Адилак пуфакчаси учлари бўйича саноклар		Пуфакча узунлиги	Чап-ўнг
		чап	ўнг		
		D = 50,0 м			
I	1750	12,2	1,0	13,2	+11,2
	1793	0,4	12,8	13,2	-12,4
фарқлар	43	+11,8	-11,8		23,6
		D = 48,3 м			
II	1822	11,9	1,3	13,2	+10,6
	1862	0,8	12,4	13,2	-11,6
фарқлар	40	+11,1	-11,1		22,2

$$\tau_i'' = \frac{206 \times 2 \times 43}{23,6 \times 50,0} = 15,0'',$$

$$\tau_i'' = \frac{206 \times 2 \times 40}{22,2 \times 48,3} = 15,4'',$$

$$\tau_{\text{ўр}}'' = 15,2''.$$

Олинган натижага кўра, адилак бўлак қиймати меъеридан ошмайди.

Дальномер коэффициентини аниқлаш. Дальномер коэффициентини аниқлаш учун текис жойда қозик билан нуқта маҳкамланиб унда нивелир ўрнатилади. Нивелирдан 75-100 м масофада бир-биридан 1 метр ораликда иккита қозик қоқиб, нуқталар маҳкамланади ва учала қозиклар орасидаги масофалар аниқ ўлчанади. Биринчи нуқтада ўрнатиладан нивелир трубази иккинчи нуқтадаги рейкага қаратилиб, уни қора томонидан дальномер иплари ва ўрта ип бўйича саноклар олинади. Назорат учун ҳар учала иплар бўйича уч мартадан саноклар олинади. Бунда саноклар орасида нивелир баландлигини 3-4 см га ўзгартириб, худди шундай амаллар рейкани 3-нуқтага ўрнатиб такрорланади. Дальномер коэффициентини қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\tau = \frac{D-C}{(П-Ю)_{ур}}, \quad (15.2)$$

бу ерда D – нивелир билан рейка орасидаги масофа; C – нивелир паспортдан олинган дальномер доимий қиймати; $(П - Ю)_{ур}$ – пастки ва юқоридаги дальномер иплари бўйича олинган саноклар айирмалари ўртачаси.

Юқоридаги (15.2) формуладаги $C = 0$ бўлганда у қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\tau = \frac{D}{(П-Ю)_{ур}}. \quad (15.3)$$

Дальномер коэффициентини аниқлаш бўйича мисол 15.3 жадвалда берилди.

Нивелир НЗ N1520

$D_1 = 100,00$ м $D_2 = 101,20$ м (тескари тасвир рейкаси)

15.3-жадвал

Ўлчашлар н/р	2-нуқтада ўрнатиладан рейка			3-нуқтада ўрнатиладан рейка		
	Иплардан саноклар	Ю _{ур}	П _{ур}	Иплардан санок	Ю _{ур}	П _{ур}
1	874	500	498	749	506	505
	1374			1255		
	1872			1760		
2	971	499	499	994	506	505

	1470			1400		
	1969			1905		
3	1078	499	500	1009	504	505
	1477			1513		
	2077			2018		
Ўртача		499,3	499,0		505,3	505,0
		998,3			1010,3	

Дальномер доимийлиги $C = 0$.

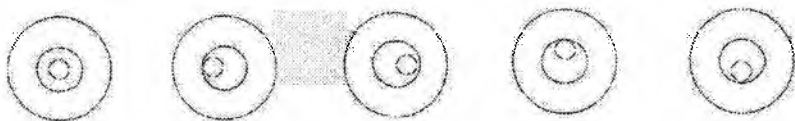
Юқоридаги (15.3) формуладан топамиз:

$$K_1 = \frac{100,00}{0,9983} = 100,2$$

$$K_2 = \frac{101,20}{1,0103} = 100,2$$

$$K_{yp} = 100,2.$$

Компенсаторли нивелирни синаш. Компенсаторли нивелирни текширишлари бажарилгандан сўнг компенсаторни синашга ўтилади. Бунда компенсаторнинг ишлаш сифати аниқланади. Бу иш лаборатория шароитида экзаминаторда аниқланади. Компенсатор иш сифатини дала шароитида ҳам синаш мумкин. Бунда ишлар куйидагича бажарилади. Нивелир иккита рейкалар створида ўртада ўрнатилади ва нисбий баландлик доиравий адилакни 15.7-расмда келтирилган ҳолатларида ўлчанади.



15.7-расм.

Бундай қиялаштиришда компенсатор ишончли ва котиб қолмасдан ишлаши керак.

Кузатишлар 5 тадан иборат серияларда бажарилади. Ҳар бир серияда нивелирни ҳар бир қиялаштиришда нисбий баландлик рейкани битта томони бўйича ўлчанади. Ҳар бир сериядан олдин асбоб баландлиги ўзгартириб олинади. III синф нивелирлашда бу синаш далага чиқишдан олдин

бажарилади. Бунда рейкалар 50 метр ва 100 метр масофаларда ўрнатилади.

Нивелир 4Н-ЗКЛ №079

15.4-жадвал

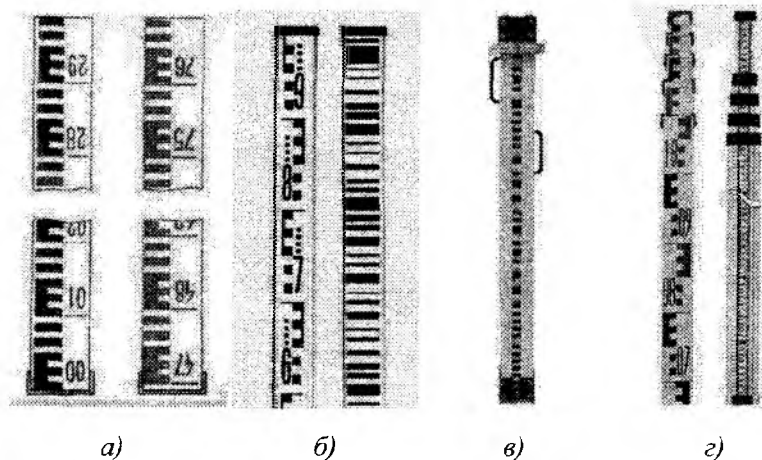
Ўлчаш сериялари	Адилак пуфакчаси 0 пунклда нисбий боғлаш	Нисбий баландлик. м			
		Бўйига қиялаштириш		Кўндалангига қиялаштириш	
		+5'	-5'	+5'	-5'
D=50 м					
1	1,576	1,578	1,575	1,576	1,577
2	1,577	1,577	1,574	1,575	1,575
3	1,575	1,576	1,576	1,577	1,575
4	1,575	1,578	1,575	1,576	1,576
5	1,576	1,576	1,576	1,577	1,577
Ўртача	1,576	1,577	1,575	1,576	1,576

Далага чиққандан сўнг икки уч ой ўтганда синаш дала шароитида 100 метр масофада қайтарилади. IV синф ва техник нивелирлашда масофа 100 метр олинади. Нивелирни бўйига ва кўндалангига қиялаштириб ўлчанган нисбий баландликлар адилак пуфакчаси нольпунклда турганда ўлчанган нисбий баландликдан III синф нивелирлашда 3 мм, IV синф ва техник нивелирлашда эса 5 мм дан ошмаслиги керак. Компенсаторни синаш бўйича мисол 50 метр масофа учун қуйидаги 15.4-жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўринишича адилак пуфакчасини турли ҳолатларида ўлчанган нисбий баландликлар фарқи жуда кичик. Демак, нивелир компенсаторининг ишлаш сифати III синф нивелирлаш талабига жавоб беради.

15.2. Нивелир рейкалари ва уларнинг синашлари

III синф нивелирлашда см ли бўлақларга бўлинган, икки томонли уч метрли яхлит ёғоч рейкалар РНЗ қўлланилади. Нивелирлашда Н2 нивелири ишлатилса, 3 м ли яхлит бир томонли инвар рейкалари ишлатилади (15.8-б ва в расм).



15.8-расм.

РНЗ рейкаси (15.8-а расм) пишиқ ёғочдан узунлиги 3000 мм, эни 60-70 мм ва қалинлиги 30-40 мм қилиб ясалади ва унга махсус ишлов берилади. Рейкада бўлақлари сантиметр ли шашкалар билан белгиланади. Рейкани бир томонига шашкалар қора рангда, иккинчи томонига қизил рангда туширилади. Рейка қора томони нули унинг товони (пятка) билан устма-уст келади. Бир жуфт рейкалар қизил томонининг нули битта рейкада 4683, иккинчисида эса 4783 га суриб белгиланган бўлиб, рейкадан саноқ олиш тўғрилигини назорат қилишни таъминлайди. Рейканинг дициметрли бўлақлари араб рақамлари билан ёзилади. Бўлақларни рақамлаш тўғри ва тесқари берилади. Қараш трубасти тўғри тасвир ҳосил қилувчи нивелирлар учун тўғри рақамланган. Тесқари тасвир ҳосил қилувчи нивелирлар учун эса тесқари рақамланган рейкалар олинади. РНЗ рейкаси уни икки ёнида ўрнатилган тутқичлар ва доиравий адилакка эга. Бу адилак ёрдамида рейкадан саноқ олишда уни тик тутилиши таъминланади.

IV синф нивелирлашда РНЗ рейкасида ташқари РН4 икки томонли буклама рейкалар ҳам қўлланилади. Бундай рейкалар доиравий адилакка эга эмас. Ҳозирги кунда IV синф ва техник нивелирлаш учун корпуси алюминдан ясалган

узудлиги 5 м гача узайтириладиган перископик рейкалар ишлаб чиқилади. Перископик рейкани бир томонига сантиметрли шашка бўлақлар, орқа томонига эса 1 мм ли бўлақлар туширилган (15.8-г расм).

Рақамли нивелирлар билан нивелирлашда штрих-кодли (15.8-б расм) ва инвар (15.8-в расм) рейкалар қўлланилади.

Рақамли нивелирлар учун махсус штрих-кодли рейкалар рақамли нивелир ўлчаш матрицаси бўйича маълумот олиш учун керак. Код нивелир рейканинг бутун узудлиги бўйича туширилган қора ва оқ полосалар (чизиклар) туркуми. Бундай кодли рейкалар билан нивелир йўллариини ўтказишда асосий хатоликларга чек қўйилади ва бу асбоб билан ишлашда қулайлик туғдиради. BAR – кодли рейкалар рақамли нивелирда ишлаш учун энг зарур элемент ҳисобланади. Бундай рейкага мисол қилиш Trimble штрих-кодли рейкани кўрсатиш мумкин. Рейка узудлиги 4 м перископ типига бўлиб, унинг бир томонига қора ва оқ полосалар (чизиклар) (код) туширилган, иккинчи томони эса шашкали «Е» бўлақларга бўлинган.

Sokkia BGS50 штрих-кодли рейка 5 м узузлиқка эга бўлиб, икки ёқли штрих-кодли ва шашкали бўлади. Sokkia BIS20 штрих-кодли инвар рейка, узудлиги 2 м ва бир томонли.

Дала ўлчаш ишларига чиқишдан олдин рейкалар синчиклаб кўриб чиқилиши ва синашлардан ўтказилиши керак. Рейкаларнинг қуйидаги синашлари бажарилиши талаб қилинади.

Рейкалар комплекти метрли бўлаги ўртача узуздлигини аниқлаш. III синф нивелирлашда бир жуфт рейкалар бўлаги ўртача узуздлиги дала ўлчаш ишларидан олдин ва ишлар тугагандан сўнг ҳамда бир мартотаба ҳар 1-2 ойда аниқланади. IV синф нивелирлашда дала ишларидан олдин ва тугатилгандан кейин бажарилади. Бу иш камерал шароитда назорат чизғичи ёрдамида бажарилади. Синашдан аввал ўтқир учли қалам ёрдамида рейкалар шашкали бўлақлари 01; 10; 20 ва 29 қора томонида ва 48; 57; 67 ва 76 кизил томонида, ингичка штрихлар чизиб белгилаб чиқилади. Рейкани текис сиртли полга ётқизиб қўйиб, унинг ҳар бир

метрли оралиги назорат чизғичи ёрдамида тўғри тескари йўналишларда ўлчаб чиқилади. Ўлчаш назорат чизғичи шкаласидан рейка метрли бўлагини штрих билан белгиланган учидан икки мартадан санок олишдан иборат бўлади. Саноклар назорат чизғичи лупаси ёрдамида 0,012 мм аниқликда олинади. Иккинчи марта санок олишда назорат чизғичи озроқ сурилиб олинади. Назорат чизғичини чап ва ўнг учлари бўйича саноклар айирмаси ҳар бир бўлак учун 0,1 мм дан ошмаслиги керак. Акс ҳолда, ўлчаш яна такрорланади. Рейканинг ҳар бир томонини ўлчаш бошида ва охирида назорат чизғичи ҳарорати ўлчаниб борилади. Келтирилган 15.5-жадвалда НЗ шашкали рейка метри ўртача узунлигини аниқлаш натижаси берилган. Ўлчанган узунликларга назорат чизғични рейкани компорлаш ҳароратига келтирилиши учун тузатма киритилади. Тузатма қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\Delta L = \Delta_{\text{комп}} + \alpha(t - t_{\text{комп}}). \quad (15.4)$$

Бу ерда $\Delta_{\text{комп}}$ – назорат чизғичи паспортдан олиндиغان чизғични эталонлашдаги ҳароратда чизғич метрли бўлаги узунлигини 1000 мм дан фарқи; α – назорат чизғични кенгайишининг чизиқли коэффиценти (агар чизғич бронзадан ясалган бўлса, 1°C га $\alpha = 0,018$ мм); t – рейкани синаш вақтидаги назорат чизғичининг ҳарорати; $t_{\text{комп}}$ – назорат чизғичининг компораторда эталонлашдаги ҳарорати.

2842-сон рейка метр бўлагининг ўртача узунлигини аниқлаш қуйидаги 15.5-жадвалда берилади.

Назорат чизғичи №0721

Чизғич тенгламаси $\Delta L = 0,01 + 0,018(t - 16,8^\circ)$ мм

15.5-жадвал

Рейка бўлақлари	Назорат чизғичидан саноклар, мм			Ўртача ўнг-чап, мм	Назорат чизғичи узунлигига ва ҳарорат учун тузатма, мм	Рейка бўлақлари узунлиги, мм
	чап	ўнг	ўнг-чап			
$t = +8,6^\circ$						

1-10	0,00	900,14	900,14	900,12	-0,11	900,01
	0,44	900,54	900,10			
10-20	0,10	1000,24	1000,14	1000,16	-0,12	1000,04
	0,36	1000,55	1000,19			
20-29	0,08	900,06	899,98	899,96	-0,11	899,85
	0,30	900,24	899,94			
$t = +8,7^\circ$						
29-20	0,14	900,10	899,96	899,93	-0,11	899,82
	0,28	900,18	899,90			
20-10	0,00	1000,10	1000,10	1000,12	-0,12	1000,00
	0,50	1000,64	1000,14			
10-1	0,12	900,22	900,10	900,11	-0,11	900,00
	1,36	901,48	900,12			
	3,68	11204,48	11200,81	5600,40	-0,68	5599,72

Рейка метрининг ўртача узунлиги, уни қора томони бўйича куйидагига тенг $\Delta L = 5599,72 : 5,6 = 999,95$ мм.

Рейканинг дециметрли бўлаклари хатосини аниқлаш.

Рейканинг дециметрли бўлаклари хатолари уни 1-29 ва 47-76 штрихлари орасида назорат чизгичи ёрдамида рейкани қора ва қизил томонлари учун аниқланади. Дециметрли бўлақлар хатоси III синф нивелир рейкалари учун $\pm 0,4$ мм, IV синф учун $\pm 0,6$ мм ва техник нивелирлаш рейкалари учун ± 1 мм дан ошмаслиги керак. Ушбу хатони аниқлаш III синф рейкалари учун дала ишларига чиқишдан аввал IV синф ва техник нивелирлаш рейкалари учун янги рейкалар олинганда бажарилади. Дастлаб рейка дециметрли бўлаклари учлари ингичка штрихларни ўтқир қалам билан чизиб белгилаб чиқилади. Рейка текис полга ётқизиб қўйилиб назорат чизгичини метрли бўлақларга ўрнатиб ҳар бир дециметрли бўлақ штрихи бўйича чизгичдан саноқ олинади. Кейин чизгични озроқ суриб ўрнатилиб, иккинчи маротаба саноқлар олинади. Худди шундай тарзда рейканинг қизил томони бўйича ҳам дециметрли бўлақлар штрихлари бўйича икки маротабадан саноқлар олинади. Ўлчашлар жараёнида назорат чизгичининг биринчи лупасидан чизгичнинг кўзгалмас туриши назорат қилинса, иккинчи лупани суриб, ҳар бир дециметрли бўлақ штрихи бўйича чизгичдан саноқ олинади.

Ҳар бир метрли бўлақда ўлчаш ишларини олиб бориш бошида чизгич ҳарорати ўлчаб олинади. Бир вақтнинг ўзида рейка қора томони ноль бўлагини рейка товони текислиги билан тутатиши ҳам текширилади. Туташмаслик хатоси III ва IV синф нивелирлаш рейкалари учун $\pm 1,0$ мм дан ошмаслиги керак. Бунда ҳам ўлчаш назорат метрда бажарилади.

Дециметрли бўлақлар хатосини аниқлаш учун ўлчашлар натижаси ва уни ишлаб чиқишга мисол 15.6-жадвалда берилган.

Назорат чизгичи № 0721

Рейканинг қора томони

15.6-жадвал

Дециметр №	Назорат чизгичидаг саноклар, мм		Фарқи II-I	Саноклар ургачаси	Дециметрли булак хатоси, мм	Дециметрли булак тасодиғий хатоси, мм
	I	II				
1	0,00	0,28	0,28	0,14	-	-
2	100,12	100,45	0,33	100,28	+0,14	+0,12
3	200,03	200,28	0,25	200,16	-0,12	-0,14
4	300,15	300,50	0,35	300,32	+0,16	+0,14
5	400,08	400,33	0,25	400,20	-0,12	-0,14
6	500,20	500,50	0,30	500,35	+0,15	+0,13
7	600,22	600,50	0,28	600,36	+0,01	-0,01
8	700,100	700,44	0,34	700,27	-0,09	-0,11
9	800,14	800,46	0,32	800,30	+0,03	+0,01
10	900,35	900,65	0,30	900,50	+0,20	+0,18
11	0,00					
						$\Sigma=+0,19$

Юқоридаги жадвалда рейка қора томони 9 та дециметрли бўлақларининг ўлчаш натижалари ва уларни ишлаб чиқиш берилган. Қолган дециметрли бўлақлар худди шундай тарзда ўлчаниб ишлаб чиқилади. Жадвалдан рейка

қора томони биринчи метрдаги дециметрли бўлақларни систематик хатоси ўртача қиймати қуйидагига тенг:

$$\delta = \frac{+0,19}{9} = 0,02 \text{ мм.}$$

Дециметрли бўлақнинг энг катта тасодифий хатоси +0,14 мм ва -0,14 мм га тенг.

Рейкалар жуфти ноль учлари, баландликлари фарқини аниқлаш. Дала ўлчаш ишларига чиқишдан олдин бир жуфт рейкалар қора ва қизил томонлари ноль учлари фарқини аниқлаб олинади. Бунинг учун ўрнатилган нивелирдан 15-20 м масофада бир-бирига яқин қилиб, тўртта қозик ерга қоқилиб маҳкамланади. Ҳар бир қозикка навбатма-навбат иккала рейкалар тик ўрнатилиб, уларнинг қора ва қизил томонларидан саноклар олинади. Бу амаллар битта қабулни ташкил қилади. Худди шу тарзда иккинчи қабул бажарилади. Қабуллар орасида нивелир баландлиги 30 мм дан кам бўлмаган қийматга ўзгартириб олинади. Олинган натижалар жадвалга ёзилиб унда ишлаб чиқилади (15.7-жадвалга қаралсин).

15.7-жадвал

Қабуллар №	Қозик №	Рейкалардан санок				Саноклар айирмаси			
		№1		№2		№1	№2	№1-№2	
		қора	қизил	қора	қизил			қор а	қизи л
I	1	1363	6150	1362	6051	4787	4689	+1	+99
	2	1412	6200	1411	6099	4788	4688	+1	+101
	3	1491	6276	1491	6178	4786	4687	0	+98
	4	1592	6379	1591	6279	4787	4688	+1	+100
II	1	1409	6197	1410	6099	4787	4689	-1	+98
	2	1457	6245	1458	6147	4788	4689	-1	+98
	3	1538	6325	1539	6227	4787	4688	-1	+98
	4	1638	6426	1636	6325	4788	4689	+2	+101
Σ		11900	50198	11898	49405	38298	37507	+2	+793
Ўртача		1487,5	6274,8	1487,2	6175,6	4787,2	4688,4	+0,2	+99,1

III ва IV синф нивелирлашда агарда бир жуфт рейкалар қора ва қизил томонлари ноль учлари баландлиги фарқи ± 1 мм дан ва техник нивелирлашда ± 2 мм дан ошмаса, улар эътиборга олинмайди. Агар бу фарқлар катта бўлса, йўлда бекатлар тоқ сонни ташкил қилса, нисбий баландликларга тузатма киритилиши керак. Юқоридаги жадвалда №1 ва №2 рейкалар ноль учлари баландликлари фарқи қора томонлар учун $+0,2$ мм, қизил томонлар учун эса $+99,1$ мм га тенг.

Шунда рейкалар жуфти ноль учлари баландлигининг фарқи $+0,2 - 99,1 = -98,9 \approx -99$ мм га тенг. Нивелирлаш бекатида рейкаларни қора ва қизил томонлари бўйича олинган нисбий баландликлар фарқи ва рейкалар ноль учлари баландлиги фарқи 99 ± 3 мм қиймат билан солиштирилади. Агар нисбий баландликлар фарқи 99 ± 3 мм ($96 - 103$) қийматдан катта фарқ қилса бекатда нивелирлаш қайта такорланади.

Рейкада ўрнатилган доиравий адилак ҳолати тўғрилигини текшириш. III синф нивелирлашда рейкадаги доиравий адилак тўғрилиги кўндалик ишни бошлашдан аввал шовун ёки нивелир қараш трубагининг иплар тўри вертикал ипи ёрдамида текшириб олинади. Иплар тўрини вертикал ипи ёрдамида текшириш кўпроқ қўлланади. Бунинг учун ишчи ҳолатга келтириб ўрнатилган нивелирдан 50 м масофада рейкани қўйиб нивелир трубаги унга қаратилади. Кузатувчининг кўрсатмаси бўйича рейканинг ён қиррасини труба иплар тўри вертикал ипи билан устма-уст туташтириб ўрнатилади. Шунда рейкада ўрнатилган доиравий адилак пуфакчаси марказда жойлашса, у тўғри ўрнатилган ҳисобланади. Акс ҳолда, адилакни тузатгич винтлари ёрдамида пуфакча марказга сурилади. Кейин рейка 90° га айлантрилиб қўйилиб, адилакни созлаш такорланади.

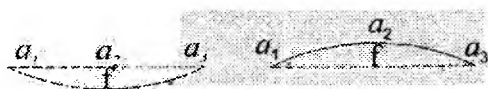
Рейка букилиши стрелкасини аниқлаш. Рейкаларга ташқи об-ҳаво таъсири ва улар билан бепарволик билан ишлаш оқибатида рейкалар букилиши содир бўлади. Бу ҳолат эса нивелирлашда хатога йўл қўйишга сабаб бўлади. Шу сабабли ойнага бир маротаба рейканинг букилиш стрелкасини аниқлаб бориш талаб қилинади. Бунинг учун рейка текис полга ён биқини билан ётқизиб қўйилиб, ингичка сим ёки ип

олиниб, рейканинг ҳар иккала учи орасида таранг тортилади ва металл чизғич ёрдамида шашкали рейкани 1; 15 ва 29 ёки 48; 63 ва 77 бўлаклари ёнида ипдан рейкани сиртигача масофалар ўлчанади.

Ўлчаб топилган a_1 , a_2 ва a_3 қийматлар (15.9-расм) орқали рейканинг букилиш стрелкаси қиймати қуйидагича ҳисобланади:

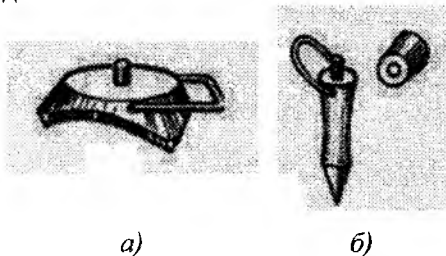
$$f = a_2 - \frac{a_1 + a_3}{2} \quad (15.5)$$

Шашкали рейкаларда f қиймати 10 мм дан ошмаслиги керак.



15.9-расм.

Нивелир рейкалари III ва IV синф ҳамда техник нивелирлашда металл бошмоқ (15.10-а расм); металл қозик (костил) (15.10-б расм) ёки ёғоч қозикларда ўрнатиб бажарилади. Уларга қўйиладиган талаб улар ўлчаш ва бекатдан бекатга ўтишда мустаҳкам (тургун) бўлиши керак. Металл бошмоқ оғирлиги 3-5 кг, костил эса 0,5-3 кг ни ташкил қилади.



15.10-расм.

Нивелир йўли трассаси ва ундаги грунтлар ҳолатидан келиб чиқиб турли типдаги ўтиш нуқталари қўлланилади:

– зич ва тошлоқ грунтлар шароитида узунлиги 20 см ва йўғонлиги 2 см костиллар ҳамда металл бошмоқлар;

– нам ва юмшоқ грунтлар шароитида узунлиги 30-40 см, йўғонлиги 5-10 см ёғоч қозиқлар.

Асфальт бўйича нивелирлашда узунлиги 7-10 см ва йўғонлиги 1 см пўлат костиллар ишлатилади.

15.3. III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбалари

Нивелирлаш натижасига асбоб хатолари, кузатувчи ва ташқи муҳит таъсири хатолари салбий таъсир этади. Бу хатолар бир-бирига боғлиқ бўлиб, улардан асосийларига қараш хатоси $m_{\text{қар}}$ ва визир ўқи i бурчагини ҳаво ҳароратига боғлиқ ўзгариши хатоси ҳисобланади.

1. Қараш хатоси қараш трубабини катталаштириши, адилак бўлаги қиймати τ ва унинг най шишасининг ички сиртини яшаш сифати, компенсаторнинг визир ўқни горизонтал ҳолатга келтириш сифати ва қараш нурининг узунлигига боғлиқ.

Қараш хатоси $m_{\text{қар}}$ қуйидаги хатолардан ташкил топади:

а) шашкали рейка бўйича санок олиш хатоси қуйидаги формуладан аниқланиши мумкин:

$$m_c = \frac{30L}{V\rho''}.$$

Бу ерда L – нивелирдан рейкагача масофа; V – нивелир трубабини катталаштириши.

Туташтириш усулида нивелирлашда бу хатолик рейка штрихига биссекторни киритиш хатосидан иборат ва у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$m_{\text{қар}} = \frac{10L}{V\rho''}.$$

б) контактли адилак пуфакчаси учларининг туташтириш хатоси.

У қуйидагича ҳисобланади:

$$m_{\text{тут}} = \frac{0,03\tau L}{\rho''}. \quad (15.8)$$

Бу ерда τ - адилак бўлагини 2 мм ёй кесимига тўғри келувчи қиймати.

в) рейкани шашкали сантиметрли бўлагидан олинган санокни яхлитлаш хатоси, у $m_{яx} = \pm 0,5$ мм га тенг. Умуман олганда, ўрта ип бўйича нивелирлашда қараш хатосини куйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$m_{кар} = \sqrt{\left(\frac{30L}{V\rho''}\right)^2 + \left(\frac{0,03\tau L}{\rho''}\right)^2 + m_{яx}^2}. \quad (15.9)$$

Бекатда рейкаларнинг битта тамони бўйича ўлчанган нисбий баландлик хатоси куйидагига тенг:

$$m'_{бек} = m_{кар}\sqrt{2}. \quad (15.10)$$

Рейкаларнинг ҳар иккала тамонлари бўйича ўлчанган нисбий баландликларнинг ўртача қиймат хатоси куйидагига тенг:

$$m_6 = \frac{m_{бек}}{\sqrt{2}} = \frac{m_{кар}\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = m_{кар}. \quad (15.11)$$

Формуладан кўринишича, нисбий баландликнинг бекатдаги хатоси қараш хатоси $m_{кар}$ га тенг.

Масалан, III синф нивелерлашда визир нурининг узунлиги 75 м, қараш трубасини катталаштириши $V = 30^\times$ ва адилак бўлак қиймати $\tau = 20''$ бўлганда (15.9) формуладан ҳисоблаймиз:

$$m_{кар} = \pm 0,8 \text{ мм.}$$

2. Ҳаво ҳарорати таъсирида i бурчакнинг ўзгаришидан содир бўладиган хатолик ўлчанган ҳар бир нисбий баландликка таъсир этади (труба визир ўқини цилиндрик адилак ўкига параллел эмаслик хатоси). Ўлчанган нисбий баландликка i бурчагининг ўзгаришидан куйидаги формуладан ҳисобланадиган хатолик таъсир этади:

$$\Delta h = \Delta_{ор} - \Delta_{ол} = tgi(L_{ор} - L_{ол}). \quad (15.12)$$

Бу ерда $L_{ор}$ ва $L_{ол}$ – нивелирдан орқадаги ва олдиндаги рейкаларгача масофалар. Агар бурчак $i = 10''$ ва бекатда рейкаларгача масофаларнинг фарқи 5, 10 ва 25 м бўлганда, ўлчанган нисбий баландликларга ушбу хатолик тегишлича

0,25, 0,50 ва 1,00 мм қиймат билан таъсир этади. Юқоридаги масофалар фарқи нивелир йўли бўйича йиғилиб бориб 500 м ни ташкил қилса, нисбий баландликлар йиғиндисига 21 мм хатолик таъсир этади. Шу сабабли ҳар бир бекатда $L_{ор}$ ва $L_{ол}$ масофаларни тенг олиш талаб қилинади.

Нивелир асбобиغا иссиқ ҳароратнинг таъсиридан визирлаш нурининг i бурчаги ўзгариб боради (масалан, нивелирнинг қуёш нури таъсиридан қизиб кетиши). Буни бекатда ўлчашлар услубини тегишлича танлаб камайтириш мумкин. Ўлчашлар жараёнида нивелир қуёш нури таъсиридан зонт билан ҳимояланиши зарур. III ва IV синф нивелирлаш учун ишлаб чиқарилаётган нивелирларда ҳаво ҳароратининг 1°C га ошишидан i бурчагининг ўзгариши $\pm 0,8''$ дан ошмайди. Компенсаторли нивелирларда эса у $0,5''$ га тенг.

Костил ва штативларнинг вертикал сурилиши нивелирлашни бекатда бажариш давомида ҳамда нивелир билан бекатдан бекатга ўтиш даврида содир бўлади. Бу силжишлар қиймати нам ва юмшоқ ҳамда тошлоқ грунтларда ошади. Штатив ва костилларнинг силжиши таъсирида нисбий баландлик бекатда маълум хатолик билан ўлчанади. Бундай хатолик бир тамонга нивелирлаш натижасига тўла таъсир этади. Тўғри ва тескари йўналишларда нивелирлаш натижаларига бу хатоликни қарама-қарши ишораларда таъсири сабабли нисбий баландликлар ўртача қиймати олинса, хатолик таъсири камаяди.

Нивелирлашга вертикал рефракциянинг таъсири тасодифий ҳарактерга эга. Нивелирлашда елкалар тенглигини таъминлаш, вақтни тўғри танлаш ва визир нурини ер сиртидан баландроқ ўтишини таъминлаш билан ушбу хатолик таъсирини камайтириши мумкин.

15.4. III ва IV синф нивелирлаш услуби

III ва IV синф нивелирлаш йўллари доимий нивелир белгилари (репер ёки марка)дан бошланиб уларда тугатилиши керак. Иш жараёни 5 кундан кам муддатга тўхтатилса, йўл учта ўтиш нукталарида (костил, бошмоқ,

ёғоч қозик) тугатилиши мумкин. Бунда костил ва ёғоч қозиклар ерга чуқур қоқилиши, бошмоқ эса 0,3 м чуқурликка ўрнатилиши керак. Танаффус (5 кунлик) дан кейин нивелирлаш тўхтатилган охириги бекатда қайтарилади. Зарур бўлса охиригидан битта олдинги бекатда ҳам қайтарилиши мумкин. Танаффусдан олдин ва кейин ўлчаган нисбий баландликлар солиштириб кўрилиб костилларнинг ҳолати ўзгармагани аниқланади. III синф нивелирлашда костилларнинг ҳолати ўзгармаган, деб ҳисобланади. Агар нисбий баландликлар фарқи 3 мм дан ошмаса, IV синф ва техник нивелирлаш учун – 5 мм дан ошмаса. Нивелирлашни ўртадан геометрик нивелирлаш усулида амалга оширилади.

Визир нурининг меъёрий узунлиги, нурнинг ер физик сиртидан минимал баландлиги, нивелирдан рейкаларгача масофаларни йўл кўярли фарқи қўйидаги 15.9-жадвалда берилади:

15.9-жадвал

Нивелирлаш синфи	Визир нурининг меъёрий узунлиги, м	Визир нурининг ер сиртидан энг кичик баландлиги, м	Нивелирдан рейкаларгача масофалар фарқи, м	
			Бекатда	Секция бўйица
III	75	0,3	2	5
IV	100	0,2	5	10

Агарда кўзатиш шароити яхши бўлиб, катталаштириш 35^\times га тенг трубага эга нивелир қўлланса, визир нурининг узунлигини III синф учун 100 м, IV синф учун 150 м гача узайтириш мумкин.

III синф нивелирлашда нивелирдан рейкагача масофаларни трос ёки ингичка арқон билан, IV синф учун эса қадамлаб ўлчаш мумкин. Нивелирлашда асбоб бекатда зонт ёрдамида куёш нуридан ҳимоя қилинади.

Нивелирлаш кўришнинг яхши шароитида ва тасвирнинг қўзғалмас ҳолатида бажарилиши лозим.

III синф нивелирлаш. Битта трассадан бир хил ўтиш нуқталари орқали тўғри ва тесқари йўналишларда бажарилиши керак.

Тўғри йўлда бекатдаги рейкалар ва нивелир ўрни жойда белгилаб борилади ва қайтишда улардан фойдаланилади. Тўғри ва тескари нивелирлаш йўлларида штативлар (бекатлар) сони тенг ва жуфт сонда бўлиши керак. III синф нивелирлаш усули қўлланадиган нивелир ва рейкалар типига боғлиқ. Агарда микрометрли нивелир ва инвар рейкалар қўлланса, нивелирлаш туташтириш усулида бажарилади. Аниқ нивелирлар ва шашкали рейкалар қўлланганда ўрта ип усулида нивелирланади.

Ўрта ип бўйича нивелирлаш усулида III синф нивелирлашда бекатда ишлар қўйидаги кетма-кетликда бажарилади.

1. Доиравий адилак ёрдамида нивелир вертикал айланиш ўқи вертикал ҳолга келтирилади шу пайтда контактли адилакли нивелирлар трубагининг кўриш майдонида адилак пуфакчасини иккала учлари тасвири кўриниши керак. Компенсаторли нивелирларда компенсатор ишчи ҳолатдами ёки йўқми бармоқ билан трубага бир неча марта чертиб кўриб аниқланади. Чертиб кўрилган ҳолатда рейкадан санок 1-2 мм дан ортиққа фарқ қилмаслиги керак.

2. Қараш трубагини орқадаги рейканинг қора томонига қаратилади. Элевация винти ёрдамида адилак пуфакчаси учлари тасвири ўзаро туташтирилиб, ўрта ип бўйича ва дальномер иплари бўйича саноклар олинади. Компенсаторли нивелир билан ишлашда қараш трубага рейкага қаратилган захоти саноклар олинади ва шу билан кўзатиш учун сарфланадиган вақти 1-2 минутга қисқартирилади.

3. Олдинги рейканинг қора томонига трубага қаратиб 2-бандда кўрсатилган амаллар қайтарилади. Рейканинг қизил томони айлантриб қўйилиб, ундан ўрта ип бўйича санок олинади.

4. Нивелир трубагини қайта орқадаги рейкани қизил томонига қаратиб, ўрта ип бўйича санок олинди (бунда санок олишдан олдин адилак пуфакчаси контакт ҳолатга келтириб олинади).

Нивелирлаш натижаларини белгиланган шаклдаги журналга ёзиб борилади (15.10-жадвал).

6540 сонли грунт репердан 112 деворий маркагача йўл

Сана: 24.05.2021 й.


Бошланиши: 7:00.

Тугаши: 10:00.

Об-ҳаво: очик, кучсиз шамол.

Тасвир: турғун.

15.10-жадвал

Шағ- ити ва рей- ка №	Йе- лаш чи- мони	Дальномер илларида саноклар		Назорат нисбий баландлиги		Ўрта ип бўйича саноклар			Ўртача нисбий фаттед- лик
		Орқа деги рейка	Олдин- ги рейка			Орқадан рейка	Олдинги рейка	Нисбий баланд- лик	
1	2	3	4	5		6	7	8	9
1	 Реп. 6540	1572 (2)	1812 (5)	-240 (11)	Қор	1739 (1)	1971 (4)	-232 (14)	-231,5
1-2		1904 (3)	2130 (6)	-226 (12)	Киз	6430 (8)	6761 (7)	-331 (15)	(19)
		332 (9)	318 (10)	+14/+14 (13)		4691 (16)	4790 (17)	+99 (18)	
2		1170	0631	+539	Қор	1478	0937	+541	
		1786	1241	+545	Киз	6269	5627	+642	+541,5
2-1		616	610	+6/+20		4791	4690	-101	
3		0601	1710	-1109	Қор	0981	2090	-1109	
		1360	2470	-1110	Киз	5670	6881	-1211	-1110,0
1-2		759	760	-1/+19		4689	4791	+102	
4		1883	0800	+1083	Қор	2217	1131	+1086	
		2550	1465	+1085	Киз	7007	5821	+1186	+1086
2-1		667	665	+2/+21		4790	4690	-100	
Назо- рат хисоб- лаш		2374 (20)	2853 (21)	+567 (22) +283,5 (27)		31791 (23) 31219 +572 (29) +286 (30)	31219 (24)	+572 (25) +286 (28)	+286 (26)

Дала журнали қабтий ҳисобга олинадиган ҳужжат ҳисобланади ва журналлар ҳамда варақлари рақамланиб чиқилиши керак. Журнал қаламда ёзилади ва ёзувлар аниқ ва ишончли қилиб тўлдирилиб борилади. Журналда ёзилган саноклар бўйича ҳисобланган нисбий баландликлар назорати тўғри чиқмаса, ёзувлар крест қўйиб ўчирилади ва давомидан қайта олинган саноклар ёзилади. Бунда нивелир баландлиги ўзгартириб олинishi керак. Қайта ўлчаб олинган саноклар ёзуви тепасида «қайта» ёки «bis I» деб ёзиб қўйилади.

Журналнинг биринчи устунига штатив ва рейкалар рақами ёзилади. Биринчи бўлиб орқадаги рейка рақами ёзилади. Иккинчи устунда рейка нивелирлаш белгисига қандай қўйилгани (боғлаш) чизмаси берилади.

Орқадаги рейка қора томонидан ўрта ип бўйича олинган санок 6-устунга (1) ёзилади, дальномер бўйича саноклар эса 3-устунга ёзилади (2) ва (3). Олдинга рейкани қора

томонидан ўрта ип бўйича санок олиниб 7-устунга (4) ёзилади, дальномер ипларидан олинган саноклар 4-устунга (5) ва (6) ёзилади. Орқадаги ва олдинги рейкалар қора томонидан ўрта ип бўйича олинган саноклар (1) ва (4) 300 дан кичик бўлмаслиги керак. Акс ҳолда, нивелир баландлиги ошириб ўрнатилади. Олдинги рейкани қизил томонидан ўрта ип бўйича санок олиниб, 7-устунга (7) ёзилади. Труба орқадаги рейкани қизил томонига қаратилиб, ўрта ип бўйича санок олиниб, 6-устунга (8) ёзилади.

Журналдаги ҳисоблаш нивелирдан орқадаги ва олдинги рейкаларгача масофаларни ҳисоблашдан (3)-(2)=(9) ва (6)-(5)=(10) бошланади. Журнални 5-устида назорат нисбий баландликлар (2)-(5)=(11) ва (3)-(6)=(12) ҳисоблаб ёзилади. Ҳисобланган фарқлар (9)-(10) ва (12)-(11) қийматлари 30 мм дан ошмаслиги ёки ўзаро тенг бўлиши керак. Акс ҳолда, бекатда ўлчашлар қайтарилади. Фарқлар қиймати 5-устунга (13) ёзилади. Йўл бўйича бу фарқлар йиғилиши (суммаси)ни ушбу графада ҳисоблаб чиқилади. Σ (13) ва унинг қиймати секция бўйича 50 мм дан ошмаслиги керак. Иккита назорат нисбий баландликларини ўрта қиймати $(11)+(12)/2$ ўрта ип бўйича топилган нисбий баландликдан 3 мм дан ортиққа фарқ қилмаслиги керак. Акс ҳолда, бекатда ўлчашлар қайтарилади. Рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича саноклар орқали нисбий баландликлар ҳисобланади (1)-(4)=(14) ва (8)-(7)=(15). Ушбу нисбий баландликлар фарқи рейкалар ноллари баландлигининг фарқидан ± 3 мм дан ошмаслиги керак. 8 устун (18). Биринчи ва иккинчи рейкалар ноллари баландликлари фарқи ҳисобланади (8)-(1)=(16) ва (7)-(4)=(17). (14)-(15) ва (17)-(16) қийматлар ўзаро тенг бўлиши керак. Бу эса бекатда ҳисоблашлар тўғрилигини кўрсатади.

Секция бўйича нивелирлаш ишлари якунлангандан сўнг журналнинг ҳар бир бетида ва йўлни охирида қуйидаги назорат ҳисоблашлар бажарилади:

1. Нивелирдан орқадаги ва олдинги рейкаларгача масофалар йиғиндиси ҳисобланади $\Sigma(9)=(20)$ ва $\Sigma(10)=(21)$. (20)+(21)ни метрга келтириш учун ушбу йиғинди 10 га бўлинади. (20) ва (21) қийматлар фарқи йўл бўйича нивелир

билан рейкалар орасидаги масофалар фарқини йиғилиб борган қийматига аниқ тенг бўлиши керак (13).

2. Назорат нисбий баландликлар суммаси $\Sigma(11)+\Sigma(12)=(22)$ олинади. Йиғинди (22)ни иккига бўлиб назорат нисбий баландликлар ўрта қиймати (27) топилади.

3. Орқадаги ва олдинги рейкалардан ўрта ип бўйича олинган барча саноклар йиғиндиси олинади $\Sigma(1)+\Sigma(8)=(23)$ ва $\Sigma(4)+\Sigma(7)=(24)$. Рейкаларнинг қора ва қизил томонлари бўйича олинган нисбий баландликлар (14) ва (15) суммаси топилади $\Sigma(14)+\Sigma(15)=(25)$ ва унинг ярми олинади $(25)/2=(28)$. Суммалар фарқи $(23)-(24)=(29)$ аниқ (25)га тенг бўлиши керак. Бекатлардаги ўртача нисбий баландликлар суммаси $\Sigma(19)=(26)$ олинади, у $(25)/2=(28)$ га тенг бўлиши керак.

Агарда журналнинг бир бетиде ёки йўлда бекатлар сони тоқ бўлса (25) ва $(23)-(24)=(29)$ қийматларга рейкалар товони фарқи қиймати охириги бекатда қайси ишорага эга бўлса, ўша ишора билан қўшилади.

IV синф нивелирлаш. Фақат тўғри йўл бўйича бажарилади ва бекатда нивелирлаш ишлари кетма-кетлиги III синф нивелирлашга ўхшаш бўлади. Фақат бунда рейкаларнинг қора томонидан ўрта ип ва дальномер юқори ипи бўйича саноклар олинади. IV синф нивелирлашни ўрта ип усулида бажарилса, натижалар 15.11-жадвалда (журналда) ёзиб борилади.

Ушбу журнални биринчи устунда штатив ва рейкалар номлари ҳамда бошланғич ва охириги нивелир белгилари номери ёзилади.

Бекатда нивелирлашда ўрта ип бўйича орқадаги рейка қора томонидан олинган санок (2) ва юқоридаги дальномер ипи саноғи (1) журналнинг 3-устунига ёзилади. Тегишлича олдинги рейканинг қора томонидан олинган, худди шундай саноклар (4) ва (3) 4-устунга ёзилади. Олдинги рейканинг қизил томонидан ўрта ип бўйича олинган санок (5) ва кейин орқадаги рейка қизил томонидан олинган санок (6) журналнинг 4- ва 3-устунларига ёзилади. Рейкалар қора томонидан олинган (2) ва (4) саноклар 200 дан кам бўлмаслиги керак. Акс ҳолда, нивелир қайтадан баландроқ

қилиб ўрнатилади. Саноклар олиб бўлингандан кейин нисбий баландликларни ҳисоблаш ва назорат ҳисоблашларга ўтилади.

4-грунт репердан 8-деворий репергача йўл

Сана: 25.06.2021 й.

Об-ҳаво: очик, кучсиз шамол.

Бошланиши: 7:00.

15.11-жадвал

Штаб № Рейка-нр №	Рейкаларгача дальномер масофалар	Рейкалардан саноклар		Нисбий баландлик, мм	Ўртача нисбий баландлик, мм
		Ўрқадаги	Ўдинги		
1	2	3	4	5	6
1 Грунт Реп.4 1-2	375 (7)	1185 (1) 1560 (2)	1058 (3) 1430 (4)	+130 (11)	+130 (13)
	372 (8)	6247 (6) 4687 (9)	6217 (5) 4787 (10)	+30 (12) +100 (14)	
2 2-1	460	805 1265	1008 1472	-207	-207
	464	6052 4787	6159 4687	-107 -100	
3 1-2	324	596 920	777 1103	-183	-183
	326	5607 4687	5890 4787	-283 +100	
4 2-1	275	719 994	1019 1293	-299	-300
	274	5781 4787	5982 4689	-201 -98	
Назорат ҳисоблаш	2870 (21) 2870/5=574 м	28426(15) 29543 -1120 (19)	29543 (16)	-1120 (17) -560 (20)	-560 (18)

Журналнинг 2-устунига нивелирдан рейкаларгача масофани ўрта ипдан олинган санокдан дальномер юқори ипидан санокни айириб (2)–(1) ва (4)–(3) ҳисоблаб ёзилади. Рейкалар ноллари баландлигининг фарқи (6)–(2)=(9) ва (5)–(4)=(10) ҳамда рейкаларнинг қора томони бўйича нисбий баландлик (2)–(4)=(11) ва қизил томони бўйича нисбий баландлик (6)–(5)=(12) топилади. Қўйидаги айирмалар (10)–(9) ва (11)–(12) топилади, улар ўзаро тенг бўлиши (14) керак. Агар улар бир-биридан фарқ қилса, ҳисоблашда хатоликка йўл қўйилган бўлади. Бу фарқ ±5 мм дан ортиқ бўлса, нивелирлаш бекатда такрорланади. Журналнинг ҳар бир бети

остиди ва йўли охирида назорат ҳисоблашлар бажарилади. Нивелир йўли узунлиги километрда ҳисобланади (21). Бунинг учун (7) ва (8) айирмалар суммалари $\Sigma(7)+\Sigma(8)$ олиниб, уни 5 га бўлиб йўл узунлиги метрда топилади ва км га келтирилади. Орқадаги рейкадан ўрта ип бўйича барча саноклар йиғиндиси $\Sigma(7)+\Sigma(8)=(15)$ ва олдинги рейкадан ўрта ип бўйича саноклар йиғиндиси $\Sigma(4)+\Sigma(5)=(16)$ ҳамда барча нисбий баландликлар $\Sigma(11)+\Sigma(12)=(17)$ ва ўртача нисбий баландликлар $\Sigma(13)=(18)$ йиғиндиси топилади. Агарда ҳисоблаш тўғри бажарилган бўлса, $(15)-(16)=(19)$ фарқи (17)га тенг бўлиши керак. Йўл бўйича ўртача нисбий баландлик штативлар сони жуфт сон бўлганда $(17)/2=(20)$ қийматга аниқ тенг бўлиши керак. Агарда нивелир йўлида штативлар сони тоқ бўлса, (17) қийматига аввал рейкалар ноллари баландлиги фарқи (14) охириги бекатдаги ишораси билан қўшилади.

Йўл бўйича нивелирлаш яқунлангандан кейин бошланғич пунктлар орасида ва ёпиқ полигонларда нивелирлаш хатоси ҳисобланади ва у қуйидагидан ошмаслиги керак $\pm 20\sqrt{L}$, мм. Акс ҳолда, йўл тескари томонга нивелирлаб чиқилгандан сўнг $h_{\text{тўғ}}$ ва $h_{\text{тес}}$ фарқи $d = h_{\text{тўғ}} - h_{\text{тес}} \pm 20\sqrt{L}$, мм қийматидан ошмаса, натижа қониқарли ҳисобланади.

15.5. Техник нивелирлаш

Планли геодезик тармоқлар пунктлари ва масштаби 1:5000-1:500 топографик съёмкалар, съёмка баландлиги асоси нуқталари баландлигини аниқлаш ҳамда инженерлик-геодезик қидирувларда III ва IV синф нивелирлаш каторида техник нивелирлаш ҳам қўлланади. Алоҳида нуқталар баландлигини аниқлашда, масалан, съёмка асосини қуришда, аэросуратларни боғлашда керак бўладиган техник нивелирлаш, якка нивелир йўллари бўйича ўтказилади. Бунда техник нивелир йўллари ва полигонларида чекли хатолар (боғланмасликлар) қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$fh_{\text{чек}} = \pm 50\sqrt{L}, \text{ мм} \quad (15.13)$$

$$fh_{\text{чек}} = \pm 10\sqrt{n}, \text{ мм.} \quad (15.14)$$

Бу ерда L – нивелир йўли ёки полигон периметри километрда; n – йўл ёки полигондаги бекатлар (штативлар) сони.

Иккинчи (15.14.) формула 1 км йўлда бекатлар сони 25 дан ошса қўлланади.

Техник нивелирлаш йўллари юкори синф белгилари ёки тугун нуқталар белгиларига боғланади. Бу йўллар доимий ва вақтинчалик белгилар билан маҳкамланади. Техник нивелирлаш ҳам ўртадан нивелирлаш усулида фақат тўғри йўл бўйича бажарилади. Нивелирдан рейкаларгача меъёрий масофа 120 метрга тенг. Тасвир аник ва устувор бўлган яхши шароитларда визир нури узунлиги 200 м гача олиниши мумкин. Визир нурини ер сиртидан баландлиги 0,2 м дан кам бўлмаслиги, яъни рейкани қора томони бўйича санок 200 мм дан кам бўлмаслиги керак. Бекатда нивелирдан орқадаги ва олдинги рейкаларгача масофалар фарқи 10 м дан ошмаслиги керак, секцияда йиғилиб бориши эса 50 м дан. Кузатувчи ўз қадами узунлигини билиб, орқада ўрнатилган рейкадан керакли масофани ўлчаб қўйиб, нивелирни ўрнатади. Олдинги рейкани ўрнатувчи киши нивелирдан олдинга қараб, орқадаги рейкагача бўлган масофага тенг қийматни қадам билан ўлчаб қўйиб ўтиш нуқтасини бошмоқ билан белгилаб, унга рейка ўрнатади. Бекатда ўлчашларни бажаришда нивелир қуёш нуридан зонт билан ҳимояланиши керак.

Съёмка тармоқларини қуришда бажариладиган техник нивелирлашда рейкалардан саноклар IV синф нивелирлашда қўлланадиган тартибда ва кетма-кетликда ($Or_{\text{кор}}$, $Ol_{\text{кор}}$, $Or_{\text{қиз}}$ ва $Ol_{\text{қиз}}$) фақат ўрта ип бўйича олинади. Нивелирлаш журналининг шакли айнан IV синфга (15.11-жадвал) ўхшаш бўлиб, фақат уни 2-устунида қадамлаб ўлчанган масофалар ёзилади. Журналда нисбий баландликларни ҳисоблаш ва назорат ҳисоблашлар айнан юкорида кўриб ўтилган IV синф журналига ўхшаш бажарилади.

15.6. Нивелир йўллари репер ва маркаларга боғлаш

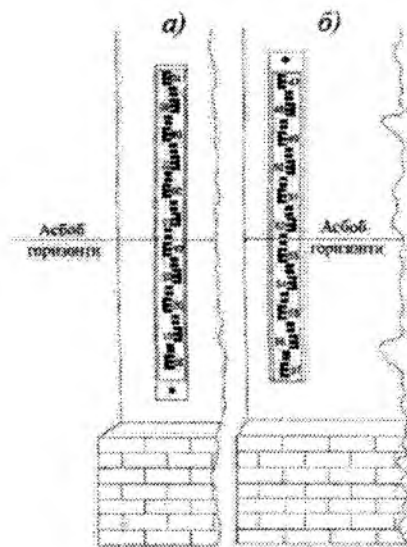
Юқорида айтиб ўтилгандай, нивелир тармоғи лойиҳасини тузишда янги лойиҳаланаётган йўл билан жойда мавжуд нивелир йўллари боғлаш тартиби батафсил ишлаб чиқилиши керак. Лойиҳаланётган нивелир йўлига яқинда жойлашган мавжуд нивелир белгилари (репер ва маркалар) қўшилиши керак. III ва IV синф ва техник нивелирлаш йўллари ўзаро ҳамда юқори синф йўллари билан боғлаш лойиҳаналаётганда йўлга ҳеч бўлмаганда жойда мавжуд ва ишончли аниқланган битта грунтли ёки деворий белгини қўшиш билан амалга оширилади. III ва IV синф нивелир йўллари нивелирлашда яқин, 3 км гача ораликда, жойлашган триангуляция ва полигонометрия пунктлари йўлга қўшиб олиниши керак. Йўлга қўшилган триангуляция ва полигонометрия барча пунктлари ишончли аниқлаштирилиши, уларнинг рақамлари ёки номлари аниқланиши керак. Нивелирлаш журналида белгиларнинг жойлашган ўрни чизмаси тузилиб, жойдаги аниқ контур нуқталаридан ўлчаган масофалар ёзиб кўрсатилади. Ўтказилаётган йўлларга қўшилаётган белгилар уларнинг синфига тенг аниқликдаги йўллар билан нивелирланади. Белги осма йўл билан боғланса, улар тўғри ва тесқари йўналишларда нивелирланади.

Йўлни грунт реперга боғлашда аввал унинг каллаги тупроқ остидан кавлаб очилади ва рейка реперни каллакига ўрнатилади. Боғлаш амалга оширилгандан сўнг репер устида уни қопқоғи кийдирилиб, устидан тупроқ ташлаб, қайта кўмилади. Деворий реперга йўлни боғлашда рейка репер дискини энг баланд нуқтасида ўрнатилиб, саноклар одатдаги услубда олинади.

Деворий маркаларга йўлни боғлашда осма рейка маркани тешиқчасига киритиб қўйиладиган шифтга осиб ўрнатилади (15.11-б расм).

Бунда маркани тешиқчаси билан шифт диаметри аниқ тенг бўлиши керак. Диаметрлар фарқи 0,4 мм га тенг бўлса, олинган санок хатоси 1 мм гача бўлиши мумкин. III ва IV

синф нивелирлашда осма рейка ёрдамида деворий маркага боғлаш усулидан ташқари бошка (унча аниқ бўлмаган) усуллар ҳам қўлланиши мумкин. Масалан, агарда кузатувчи қўл остида осма рейка бўлмаган тақдирда ёки рейкани тик осиб қўйиш имкони бўлмаганда деворга, боғланадиган маркадан тепароқ ёки пастроққа, ўткир қалам билан караш трубагининг учта горизонтал иплари проекцияси чизиб туширилади. Марка тешикчаси марказидан бу чизикларгача вертикал масофалар рулетка ёки металл чизғич билан ўлчаб аниқланади ва журналга рейкадан олинадиган саноклар ўрнига ёзиб қўйилади. Бу усулда боғлашда рейканинг қизил томони бўйича олинадиган санокка ўхшаш санок олиш имкони йўқлиги сабабли назорат учун боғлаш икки маротаба, нивелир баландлигини ўзгартириб олиб бажарилади. Маркага пўлат рулетка ёрдамида ҳам боғлаш мумкин. Бунда рулетка ноли маркани маркази билан туташтириб тик осиб қўйилади ва у бўйича нивелирдан 1 мм аниқликда саноклар олиниб, журналга ёзиб қўйилади. Боғлаш бунда ҳам нивелирни иккита горизонтида бажарилади.



15.11-расм.

Маркаларга боғлашда одатдаги нивелир рейкаси билан осма рейкалар ноллари баландлигининг тенг бўлмаслиги эътиборга олиниши керак. Тенг эмаслик қиймати назорат чизғичи ёрдамида аниқланиб олиниши керак. Репер ва маркаларга боғлашда нивелирдан рейкагача масофа 5 метргача қисқариши мумкин. Шундай бўлса ҳам нивелирдан орқадаги ва олдинги рейкаларгача масофалар тенг бўлишини таъминлаш керак. Имкон борича бу масофалар 5 метрдан кам бўлмаслиги керак, чунки қисқа масофаларга трубани қаратиш кийинлашиб, саноклар хатолик билан олиниши мумкин. Деворий маркаларга боғлашда ўрта ипнинг деворга туширилган проекцияси белги марказидан пастда жойлашган бўлса, улар орасида ўлчанган масофа (санок) қийматига минус ишора, юқорида жойлашган бўлса, плюс ишора қўйилади.

Нивелир йўлини деворий реперга боғлашда нивелир рейкаси репер дискининг энг юқори нуқтасига ёки репернинг палкасига (эски реперларда) қўйилади.

Нивелир йўллари белгиларга (репер ва маркаларга) боғлашда ўлчашлар синчиклаб ва ишончли қилиб тажрибали кузатувчилар томонидан бажарилиши керак.

15.7. Кенг дарё ва жарлар орқали баландликларни узатиш

III ва IV синф нивелирлашни бажаришда кенг дарё ва жарлар орқали баландликларни узатишга тўғри келади. Бунда нивелирлаш аниқлигига уч турдаги хатолар таъсир этади.

1. Қараш хатоси. Бу хатоликнинг қиймати асосан нивелирлаш усули, қўлланадиган нивелир ва дарёнинг энига боғлиқ. Ушбу хатолик қиймати 15.3 да берилган (15.9) формуладан ҳисобланиши мумкин. Агарда III синф нивелир йўлида баландликни ўзатиш учун N3 нивелиридан фойдаланадиган бўлса, қараш трубасини катталаштириш $V = 30^\circ$, адилак бўлагининг қиймати 2 мм га $\tau = 20''$ ва дарё эни 200 м бўлганда (15.9) формуладан топамиз: $m_{\text{кар}} = \pm 1,6$ мм. Дарё эни 400 м учун эса $m_{\text{кар}} = \pm 3,2$ мм. Шуни эътиборга олиб нивелирлаш йўриқномаси III ва IV синф

нивелирлаш йўлларида дарё кенглиги 400 ва ундан ортик бўлганда II синф нивелирлашда қўлланадиган нивелир ва рейкалар ҳамда нивелирлаш услубини қўллашни тавсия этади. Ўзбекистонда бундай кенг дарёлар жуда кам учрайди. Шунини ҳисобга олиб, баландликларни эни 400 метрдан кам тўсиклар орқали узатиш услуби кўриб чиқилади.

2. Нивелир i бурчагини дарёнинг ҳар иккала соҳилларида туриб ўлчаш вақти давомида ўзгаришидан нисбий баландликка таъсир этадиган хато. Ушбу хато нивелирдан рейкаларгача масофалар тенг бўлганда автоматик равишда қисқариб кетади. Агарда i бурчаги бир соҳилда ўлчашларни тугатиб, иккинчи соҳилда ўлчашларни бошлаш орасидаги вақтда ўзгарса ҳамда нивелир билан рейкалар орасидаги масофалар фарқи катта бўлса, ўлчанган нисбий баландликка қуйидаги формуладан топиладиган хатолик таъсир этади:

$$\delta_i = \frac{\Delta i \Delta d}{2\rho''}. \quad (15.15.)$$

Бу ерда Δi – иккала соҳилларда ўлчашлар орасидаги вақтда i бурчагини ўзгариш киймати; Δd – нивелирдан рейкаларгача масофалар фарқи.

Нивелирларда i бурчаги ҳарорат 1°C га ўзгариши билан ўртача $0,5 - 1,5''$ га ўзгаради.

Ёз пайтида 1 соат давомида ҳаво ҳарорати ўртача $2 - 4^\circ\text{C}$ га ўзгариши мумкин.

Агарда ҳар иккала соҳилда кузатишлар орасида 30 минут вақт ўтган бўлса i бурчаги $1 - 1,5''$ кийматга ўзгариши мумкин. Дарё энини 400 м деб олиб, юқоридаги (15.15) формуладан топамиз:

$$\delta_i = \frac{1,5'' \cdot 400000}{2 \cdot 206265''} = 1,5 \text{ мм.}$$

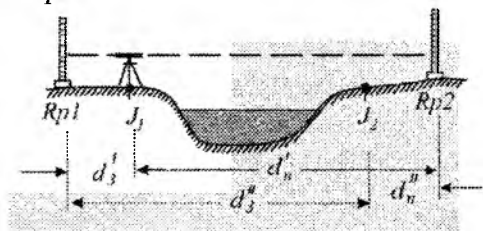
Кузатишларни ҳаво ҳарорати ўзгариши кичик бўладиган булутли кунларда бажариш тавсия этилади.

3. Вертикал рефракция таъсири. Эни 200 м дан ортик дарёлар орқали баландликни узатишни булутли ҳаво пайтида, қуёшли кунларда эса кузатишларни қуёш чиқишидан 3 соат кейин бошлаб, унинг ботишига 3 соат қолгунча давом эттириш тавсия этилади.

Тайёргарлик ишлари жараёнида жойга чиқиб, унинг шароити билан танишилади ва нивелир ҳамда рейкаларни ўрнатиш жойлари танланади. Дарё эни 200 м дан ортиқ бўлса, иккала соҳилда биттадан белгилар (реперлар) ўрнатилиши керак (15.12-расмда $Rp1$ ва $Rp2$). Улар орасидаги нисбий баланлик 0,5 м дан ошмаслиги мақсадга мувофиқ.

Баланликлар тақрибий қийматини аниқлаш учун дарё суви горизонтдан фойдаланиш мумкин. Вақтинчалик реперлар сифатида узунлиги 1 м ва йўғонлиги 10-15 см га тенг ерга кўмилган ёғоч қозиклар хизмат қилиши мумкин.

Кузатишлардан бир кун олдин олинган нивелирда i бурчаги аниқланиб, зарурат бўлса, уни тузатиш керак бўлади. Бурчак i қиймати 2-3" дан, яъни 75 м масофа учун 1-2 мм дан ошмаслиги керак.



15.12-расм.

Ўрнатилган $Rp1$ ва $Rp2$ реперлардан 10-30 м масофада нивелирлаш бекатлари ва J_2 ўрни баландроқ нуқталарда танланиб маҳкамланади (15.12-расм). Бунда масофаларни қуйидаги тенглиги таъминланиши керак:

$$J_1 Rp1 = J_2 Rp2,$$

$$J_1 Rp2 = J_2 Rp1.$$

J_1 нуқтада нивелир ўрнатилиб, орқадаги яқин репердаги ($Rp1$) рейкадан O_p^1 санок, кейин эса труба иккинчи соҳилдаги реперда ($Rp2$) ўрнатилган рейкага қаратиб O_n^1 санок олинади. Трубанинг фокус масофасини ўзгартирмай нивелир иккинчи соҳилга ўтказилиб, J_2 нуқтада ўрнатилади. Труба қарши соҳилдаги $Rp1$ репердаги рейкага қаратилиб, трубанинг фокус масофасини ўзгартирмай ундан O_p^2 санок, кейин эса $Rp2$ даги яқин рейкадан O_n^2 санок олинади. Шу

билан ўлчашларнинг битта кабули яқунланади. Бундай кабуллардан бир нечтаси бажарилади. Бундай нивелирлашда нивелирдан орқадаги ва олдиндаги рейкаларгача масофалар бир-биридан катта қийматга фарқ қилиши сабабли топилган нисбий баланликка Ер эгрилиги ва рефракция таъсири ҳамда нивелир i бурчагини ўзгаришдан хатолик таъсир этади. Бу манбаларни таъсиридан, айниқса, узоқдаги рейка бўйича олинган санок хатоси каттароқ бўлади.

Ўлчашларни биринчи ярим кабулидан нисбий баландлик қуйидагига тенг:

$$h_1 = O_p^1 - O_n^1 \quad (15.16)$$

Хатолар таъсирини этиборга олиб, O_p^1 ва O_n^1 санокларни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$O_p^1 = a_1 + d_{op}^1 tgi_1, \quad (15.17)$$

$$O_n^1 = b_1 + d_{on}^1 tgi_1 + f_1. \quad (15.18)$$

Бу ерда a_1 ва b_1 – рейкалар бўйича хатосиз саноклар; d_{op} , d_{on} – нивелирдан орқа ва олдинги рейкаларгача масофалар; i – труба визир ўқи билан цилиндрик адилак ўқи ўзаро параллел эмаслиги бурчаги; f_1 – узоқдаги рейка бўйича олинган санокка Ер эгрилиги ва рефракциянинг таъсири хатоси.

(15.17) ва (15.18) ларни (15.16)га қўйиб қуйидагини ёзамиз:

$$h_1 = a_1 - b_1 + (d'_{op} - d'_{on}) tgi_1 + f_1. \quad (15.19)$$

Юқоридаги хатоликлар таъсирини этиборга олиб, иккинчи ярим кабулдан нисбий баланликни ҳисоблаш учун ёзамиз:

$$h_2 = a_2 - b_2 + (d''_{op} - d''_{on}) tgi_2 + f_2. \quad (15.20)$$

Иккала ярим кабулларда Rp_1 ва Rp_2 реперларнинг топилган нисбий баландлигининг ўртача қиймати қуйидагига тенг:

$$h_{\bar{y}p} = \frac{h_1 + h_2}{2}.$$

Агар ярим қабуллар орасида нивелир i бурчаги атиги $2''$ га ўзгарган тақдирда ва дарё эни 300 м бўлса, нисбий баландлик хатоси қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta h = \frac{1}{2} d \frac{i_2 - i_1}{\rho''} = \frac{1}{2} 300 \frac{2''}{206265''} = 1,5 \text{ мм.}$$

Шу сабабли ўлчашлар давомида нивелир i бурчагининг ўзгаришига йўл қўймаслик керак.

15.8. Рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажариш

Leica Sprinter рақамли нивелири билан ўлчашларни бажариш тартиби:

1. Ўлчашларни бажариш учун тайёрланган нивелир бекатга ўрнатилади. Кўтаргич винтлари ёрдамида доиравий адилак пуфакчаси ўртага келтирилади ва иплар тўрининг тасвири окуляр винти орқали фокусланади.

2. Кўриш трубаси визирлаш нишони орқали рейкага қаратилади ва қаратиш винти ёрдамида иплар тўрининг маркази штрих-кодли рейканинг ўқиға қаратилади.

Айтиш жоизки, рақамли нивелирлар орқали тўсиқлар билан қисман ёпилган рейкаға қараб (масалан, рейка 30% дан кам дарахтнинг шоҳлари билан ёпилган бўлса) ўлчашларни бажариш мумкин (15.13-расм).



15.13-расм.

3. Нивелир ON/OFF (ёқиш/ўчириш) тугмачани босиб ишға туширилади. Нивелирни ёқиш билан юкланган

дастурига биноан қуйидаги ўлчаш режимларини ишга тушириш мумкин:

- алоҳида нуқталарга қараб ўлчашлар режими (таянч реперларга боғланмасдан);

- нивелир йўли режими (ўрнатилган бўлса, бошланган йўл давом эттирилади);

- созлаш режими (текширишлар ва созлаш ишлари амалга оширилади);

- DIST режими (елкалар узунлиги текширилади);

- оралик ўлчашлар режими;

- уйма ва кўтармани аниқлаш.

4. Нивелирнинг параметрлари ўрнатилади. Асбобнинг параметрлари бу унинг аппарат қисми ишлашининг асосий шартлари бўлиб, уларнинг ўлчаш бирлиги, ечим қиймати, тили ва маълумотларни ёзиш форматлари ҳисобланади. Ушбу параметрлар рўйхати бош меню – MENU тугмачаси босилиши билан дисплейга чиқади. Шунда бош менюнинг Set Instr. Param банди қайд этилган параметрларни ўрнатиш учун, Input банди эса асбобнинг доимий қийматлари (елкаларнинг максимал узунлиги, визирлашнинг максимал баландлиги, рефракция коэффициенти, рейканинг доимий қиймати ва бошқалар)ни киритиш учун мўлжалланган.

5. Leica Sprinter рақамли нивелирларда ўрнатилган дастурий таъминотга қараб турли ўлчашларни бажариш мумкин, жумладан:

- масофа ва нисбий баландликни ўлчаш;

- алоҳида ўлчашлар (таянч реперга боғланмасдан);

- нивелир йўлини ўтказиш;

- уйма ва кўтармаларни аниқлаш ва ҳ.к.

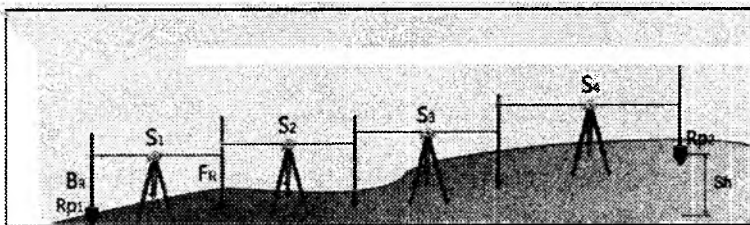
Алоҳида ўлчашлар режимига кириш учун бош менюдан дастлаб ўлчаш менюси, кейин алоҳида ўлчашлар менюси танланади. Ўлчаш натижаларини таблога чиқариш учун бошқариш панелидаги MEAS тугмачаси босилади ва дисплейда қуйидаги қийматлар пайдо бўлади: R – рейка бўйича олинган санок; HD – горизонтал қуйилиш (15.14-расм).



15.14-расм.

Бу усулда ўлчашларни бажаришда рейка бўйича саноклар қийматлари бир-бирига боғланмаган ҳолда ифодаланиши мумкин. Агар хотирага ёзиш ва нуқталарни автоматик рақамлаш ёқилган бўлса, ўлчашлар тегишлича сақланади.

Нивелир йўлини реперларга боғлаб ўтказиш. Бунда керакли операциялар алоҳида ўлчашлар усулида IntM клавиш ёрдамида ишга туширилади. Дастлаб репернинг баландлиги киритилади. Агар репер баландлиги нивелирнинг хотирасига ёзилган бўлса, унда уни нивелирнинг хотирасидан чиқариш мумкин. Боғлаш жараёни бажарилгандан кейин бир-бирига боғлиқ бўлмаган турли ўлчашлар, масалан, нивелир йўлини ўтказиш (ўртадан нивелирлаш)ни бажариш мумкин (15.15-расм).



15.15-расм.

Жараён якунида қуйидаги дастлабки натижалар пайдо бўлади:

Sh – йўл бўйича умумий нисбий баландликлар;

DB, DF – орқадаги ва олдинги рейкаларгача бўлган елкалар узунлигининг йиғиндиси;

Dz – нивелир йўли бўйича боғланмаслик (бошланғич ва охирги реперлар баландликлари киритилган бўлса).

Барча муҳим созлашларни йўлдаги ўлчашлар бошланмасдан амалга ошириш лозим.

Ўлчашларнинг юқори аниқлигини таъминлаш учун елкаларнинг максимал узунлиги, визирлашнинг минимал баландлиги ва бекатда нисбий баландликлар максимал фарқларининг йўл қўйилган қийматларини назорат қилиш лозим.

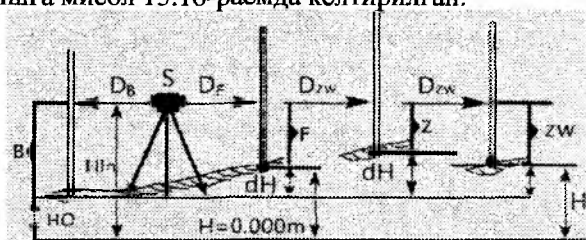
Sokkia SDL50 рақамли нивелирнинг ишлаш принципи.

Ушбу рақамли нивелирни бекатга ўрнатиш тартиби деярли бошқа рақамли нивелир билан бир хил. Қуйида рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажаришни кўриб чиқамиз.

Sokkia SDL50 рақамли нивелирда ўрнатилган дастурга биноан қуйидагиларни бажариш мумкин:

- якка ўлчаш;
- нивелир йўллари ўтказиш;
- қайта ўлчаш;
- нуқта баландлигини жойга кўчириш.

Ушбу рақамли нивелир билан нивелирлашни бажаришга мисол 15.16-расмда келтирилган.



15.16-расм.

S – бекат; B – орқадаги рейкадан саноқ; F – олдинги рейкадан саноқ; ZW – оралиқ рейкадан саноқ; D_B – орқадаги рейкагача масофа; D_F – олдинги рейкагача масофа; D_{ZW} – оралиқ рейкагача масофа; H_0 – бошланғич нуқтанинг баландлиги; H – олдинги ёки оралиқ нуқта баландлиги; dH – орқадаги ва аниқланадиган нуқталар орасидаги нисбий баландлик; Hn – асбоб горизонти.

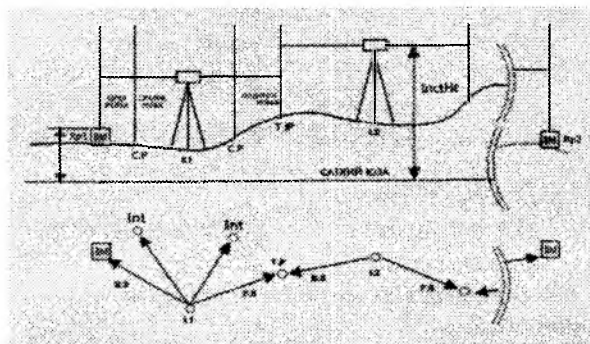
Нивелир йўллари аниқлик талабларига қараб ўтказишда қуйидагиларга риоя қилиш керак:

- елкалар бир хиллигини сақлаш;
- йўллари боғлашни назорат қилиш;
- рейкаларгача бўлган йўл қўйиладиган масофаларга риоя қилиш;
- рефракция таъсирини камайтириш учун нивелирни ердан минимал йўл қўйиладиган баландликда ўрнатиш;
- ўлчашлар ишончилигини ошириш ва хатоларни камайтириш учун иккиланган ўлчашларни бажариш (BF FB, BFFB);
- горизонтал оғиш (автоматик компенсаторнинг қолдиқли хатоси)ни бартараф этиш учун қуйидаги кузатиш жараёнини қўллаш (BFFB = BFFB FBBF), бу ерда В - орқадаги рейкадан санок; F - олдинги рейкадан санок.

DL-102C TOPCON рақамли нивелирнинг ишлаш принципи. DL-102C TOPCON рақамли нивелирни бекатга ўрнатиш тартиби ҳам юқорида қайд этилган Dini ва DNA нивелирларга ўхшаш.

DL-102C TOPCON рақамли нивелир билан нивелир йўллари ўтказишда ёзиш режими (Out Module) RAM ёки OFF ҳолатида, маълумотларни хотиранинг карточкасига ёзиш керак бўлганда эса фақат RAM ҳолатида ўрнатилган бўлиши лозим.

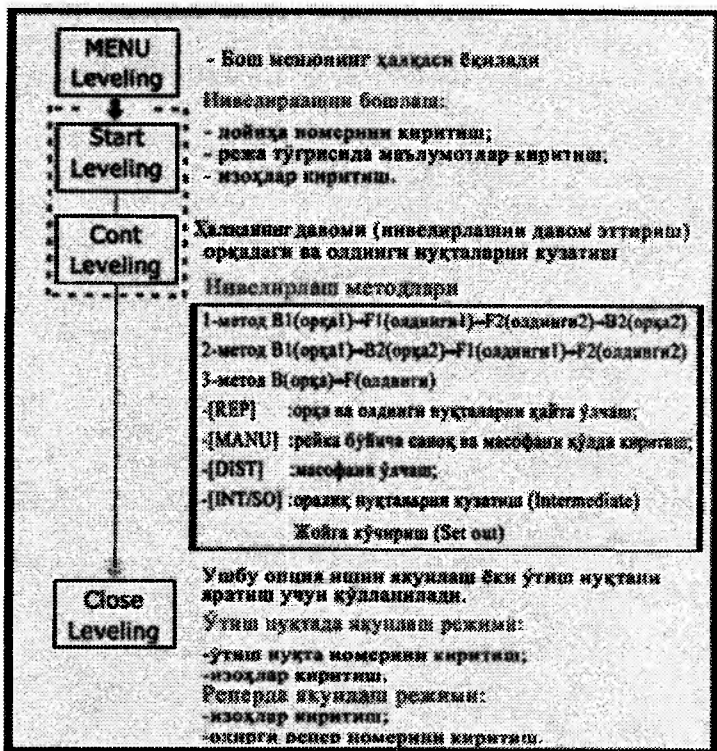
DL-102C TOPCON рақамли нивелир ёрдамида нивелир йўлни ўтказиш 15.17-расмда келтирилган.



15.17-расм.

BM – реперлар; *L* – бекат; *C.P* – оралиқ нуқталар; *T.P* – боғловчи нуқталар; *B.S* – орқадаги рейкадан санок; *F.S* – олдинги рейкадан санок; *Int*– оралиқ нуқтадан санок; *Inct Ht* – асбоб горизонти.

Нивелир йўлини ўтказиш жараёнида DL-102C TOPCON рақамли нивелирнинг Menu экранларида қуйидаги опциялар амалга оширилади (15.18-расм):



15.18-расм.

Назорат саволлари:

1. III, IV синф ва техник нивелирлашда қандай типдаги нивелирлар ишлатилади?
2. Рақамли нивелирларнинг асосий афзалликлари нималардан иборат?
3. Нивелирларнинг синашларига нималар қиради?

4. Дальномер коэффициентлари қандай аниқланади?
5. Қандай типдаги нивелир рейкаларини биласиз?
6. III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбааларига қандай хатолар салбий таъсир кўрсатади?
7. Ўрта ин бўйича нивелирлаш усулида III синф нивелирлашда бекатда ишлар қандай кетма-кетликда бажарилади?
8. Техник нивелирлашлар қачон қўлланилади?
9. Қараи хатоси тўғрисида тушунча беринг?
10. Діні рақамли нивелирларни қўллаш соҳалари тўғрисида тушунчалар беринг?
11. DNA русумли Leica (Швейцария) рақамли нивелирларда ўрнатилган дастурий таъминот бўйича нималарни амалга ошириш мумкин?
12. Нивелир йўллари аниқлик талабларига қараб ўтказишда нималарга риоя қилиш керак?

**НИВЕЛИР БЕЛГИЛАРИ БАЛАНДЛИГИНИ
ҲИСОБЛАШ**

16.1. Нивелирлаш журнадини текшириш

Алоҳида нивелир йўллари ни тенглаштиришдан олдин куйидаги дастлабки ҳисоблашларни бажариш керак: нивелир ва рейкаларни бажарилган синашлари материалларини текшириб чиқиш, нивелирлаш журналларини расмийлаштириш (тўлдириш) тўғрилигини текшириш, нивелир йўллари белгилари нисбий баландлиги ва улар баландлигини ҳисоблаш қайдномасини тузиш, нивелирлаш сифатини баҳолаш ва нивелир йўллари чизмасини тузиш. Дала ўлчаш материаллари нивелирлаш бўйича «Йўриқнома» талабларига тўғри келиши керак.

III, IV синф ва техник нивелирлаш журналлари камерал шароитда битта қўлда текшириб чиқилади. Журналларни камерал текшириш натижасида аниқланган хатолар тузатилиши керак. Нотўғри рақамлар устидан чизиб ўчирилиб, уларнинг тепасидан тўғри рақамлар қизил рангда ёзиб чиқилади.

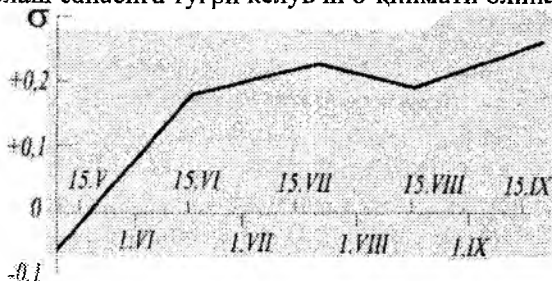
Нивелир тармоқлари одатда алоҳида-алоҳида, дастлаб III синф нивелир тармоғи, кейин IV синф тармоғи тенглаштирилади. Бунда III синф белгиларидан «бошланғич» деб олингани баландлиги «хатосиз» деб қабул қилинади. Кейин эса техник нивелирлаш тармоғи тенглаштирилади. Ҳозирги кунда нивелир тармоқларини тенглаштириш дастурий таъминот ёрдамида компьютерларда амалга оширилади.

Журналларни камерал текширишда қўшни нивелир белгилари орасида (секцияда) нисбий баландликлар ҳисоблаб топилгандан кейин уларга рейкалар жуфттини метрли бўлаклари ўртача қиймати учун куйидаги тузатма киритилади:

$$\delta_h = \delta h. \quad (16.1)$$

Бу ерда δ – тузатма коэффиценти; h – секция бўйича нисбий баландлик.

Коэффициент δ қийматини аниқлаш учун интерполяциялаш графиги (16.1-расм) миллиметровка коғозида рейкалар жуфтини камерал ва дала синашлари натижалари бўйича чизилади. Ушбу график бўйича нивелирлаш санасига тўғри келувчи δ қиймати олинади.



16.1-расм.

Масалан, III синф нивелир йўли 10 май куни, тескари йўл эса 8 июнда ўтказилган бўлсин. Нивелирлашда ишлатилган рейкалар жуфтини синашларида олинган қийматлардан 16.1-расмдаги график тузилган. Нивелирлаш тўғри йўлида олинган умумий нисбий баландлик $h_{\text{тўғри}} = +111,733$ м ва тескари йўлда эса $h_{\text{тес}} = +111,709$ м. Йўл узунлиги $L = 2,0$ км. Графикдан нивелирлашнинг саналари 10 май ва 8 июнь кунлари учун интерполяция қилиб топамиз $\delta_1 = -0,06$ мм, $\delta_2 = -0,14$ мм. Шунда 10 майда олинган нисбий баландлик тузатмаси (16.1 формуладан) қуйидагига тенг:

$$\delta_{\text{тўғри}} = (-0,06) \cdot 111,7 = -6,7 \text{ мм}$$

8 июнь учун эса

$$\delta_{\text{тес}} = (+0,14) \cdot (-111,7) = -15,6 \text{ мм.}$$

Юқоридаги тузатмаларни йўлдаги нисбий баландликларга киритиб топамиз:

$$h_{\text{тўғри}} = +111,733 - 0,007 = +111,726 \text{ мм,}$$

$$h_{\text{тес}} = +111,709 - 0,016 = +111,693 \text{ мм.}$$

Рейкалар жуфтини ўртача метри учун нисбий баландликка тузатма киритмасдан нивелирлаш хатосини ҳисобласак:

$$f_h = h_{\text{тўғ}} - h_{\text{тес}} = 111,733 - 111,709 = +24 \text{ мм.}$$

Бу эса III синф нивелирлаш хатоси чекини ҳисоблаш формуласи $f_{h_{\text{чек}}} = \pm 10\sqrt{L}$, мм бўйича топилган $f_{h_{\text{чек}}} = \pm 10\sqrt{2} = \pm 14$ мм қийматдан анча катта бўлиб, «Йўриқнома» талабига тўғри келмайди. Юқорида тузатмалар киритиб, тузатилган нисбий баландликлар $h_{\text{тўғ}} = +111,726$ ва $h_{\text{тес}} = -111,725$ орқали ҳисобланган нивелирлаш хатоси $f_h = +1$ мм тенг бўлиб, у талабни тўла қаноатлантиради.

Барча дала журналлари текширилиб, зарур бўлса тузатишлар киритилиб ҳамда тузатмаларни нисбий баландликларга киритиб бўлгандан кейин тармоқдаги нивелир йўллари нисбий баландликлари ва нивелир белгилари баландликларининг қайдномаси тузилади.

16.2. III, IV синф ва техник нивелирлаш сифатини баҳолаш

Нивелирлаш сифатини баҳолашнинг III синф нивелир йўлларида $d = h_{\text{тўғ}} - h_{\text{тес}}$ фарқи бўйича, IV синфда полигонлар ва ҳар иккала учлари реперларга боғланган йўлдаги боғланмаслик (хатолик) f_h қийматлари бўйича амалга оширилади. III синф нивелирлаш сифати бир нечта секциялар бўйича фарқлар d йиғиндиси бўйича, битта кузатувчи томонидан нивелирлаб чиқилган секциялардаги d фарқлари бўйича 1 км иккиланган йўл учун ҳисоблаб чиқариладиган тасодифий ўрта квадратик хатолар η ва систематик ўрта квадратик хатолар қиймати орқали тавсифланади. Бунда систематик ва тасодифий ўрта квадратик хатоларни ҳисоблаш учун d фарқлар ва f_h хатолар (полигонларда) сони етарли даражада катта бўлиши зарур.

III синф нивелирлашда тўғри ва тескари йўллар нисбий баландлиги фарқи d таркибида тасодифий ўрта квадратик

хатоларнинг йиғилиш қийматини қуйидагидан ҳисоблаш мумкин: $\pm 3,3\sqrt{L}$, мм.

1 км иккиланган нивелир йўли учун тасодифий ўрта квадратик хато қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\eta^2 = \frac{1}{4n} \left[\frac{d^2}{l_i} \right]. \quad (16.2)$$

Бу ерда n – нивелир йўлидаги секциялар сони; l_i – секция узунлиги, км; $d_i = h_{\text{тўғ}} - h_{\text{тес}}$, мм.

III синф нивелирлаш йўлларининг узунлиги одатда унча катта бўлмайди (100 км дан калта) шу сабабли бундай калта йўлларда систематик хатолар таъсири жуда кичик бўлиши сабабли уни ҳисобга олмаслик мумкин.

Битта синфдаги йўллардан ташкил топган полигонлардаги хатолик ушбу синф учун йўл кўярли хато қийматидан ошмаслиги керак. III синф полигонларидаги хато қуйидаги чекдан $\pm 10\sqrt{L}$, мм; IV синф учун $\pm 20\sqrt{L}$, мм; техник нивелирлаш учун $\pm 50\sqrt{L}$, мм дан ошмаслиги керак.

Агарда полигонлар ҳар хил синф йўлларидан ташкил топган бўлса, чекли хато қуйидагича ҳисобланади:

$$fh_{\text{чек}} = \sqrt{K_i L_i + K_j L_j}, \text{ мм.} \quad (16.3)$$

Бу ерда $L_i L_j$ – тегишли синф нивелир йўлларининг узунлиги йиғиндиси; $K_i K_j$ – нивелирлаш синфига тегишли коэффициент.

III синф нивелирлаш учун $K = 100$, IV синф учун $K = 400$ ва техник нивелирлаш учун $K = 2500$. Масалан, нивелирлаш полигони III ва IV синф йўлларидан ташкил топган булсин. III синф нивелир йўлларининг умумий узунлиги $L = 75$ км, IV синф эса $L = 36$ км. Шунда полигондаги нивелирлашнинг чекли хатоси:

$$fh_{\text{чек}} = \sqrt{100 \cdot 75 + 400 \cdot 36} = \pm 148 \text{ мм.}$$

III ва IV синф ва техник нивелирлаш полигонлари учун ҳисобланган хатолар ва уларнинг чекли қийматлари нивелир тармоғининг чизмасига кўчириб ёзилади.

Битта синфдаги нивелирлаш йўлларидан ташкил топган полигонлар хато (боғланмаслик)лари бўйича 1 км иккиланган

нивелир йўлидаги тасодифий ўрта квадратик хато қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\eta^2 = \frac{[f_h^2]}{N}. \quad (16.4)$$

Бу ерда f_h – полигонда ҳисобланган боғланмаслик, мм; P – полигон периметри, км; N – тармоқдаги полигонлар сони.

IV синф ва техник нивелирлашда 1 км йўл учун тасодифий ўрта квадратик хато, полигондаги ва учлари боғланган йўлдаги хатоликлар бўйича қуйидагича ҳисобланади:

$$\eta^2 = \frac{1}{6n} \left[\frac{d^2}{l} \right]. \quad (16.5)$$

Бу ерда $d = \sum h_{\text{амалий}} - (H_{\text{Ох}} - H_{\text{бош}})$, $H_{\text{бош}}$, $H_{\text{Ох}}$ – бошланғич ва охири реперлар баландлиги; l – нивелир йўлининг узунлиги, км; n – тармоқдаги нивелир йўллари сони.

Битта синф нивелирлаш йўлларини тенглаштиришда уларнинг вазни қуйидагича ҳисобланади:

$$P = \frac{C}{L}, \quad (16.6)$$

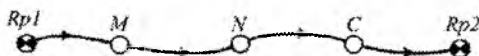
$$P = \frac{C}{n}. \quad (16.7)$$

Бу ерда L – нивелир йўли узунлиги, км; n – йўлдаги штативлар сони; C – доимий коэффициент (қабул қилиб олинади).

Агарда тармоқда айрим нивелир йўллари фақат битта йўналишда нивелирланган бўлса, улар вазни икки маротаба кичик олинади.

16.3. Якка нивелир йўлини тенглаштириш

Баландлиги H_b , $H_{\text{Ох}}$ маълум бўлган $Rp1$ ва $Rp2$ орасида узунлиги L га тенг нивелир йўли ўтказилган бўлиб, унда M , N ва C нивелир белгилари маҳкамланган бўлсин, 16.2-расм.



16.2-расм.

$Rp1$ ва $Rp2$ орасидаги йўлни нивелирлашдан топилган нисбий баландлик $\sum h_a$, H_6 ва H_{ox} бўйича ҳисобланган назарий нисбий баландлик эса $\sum h_n = (H_{ox} - H_6)$ бўлсин. Ушбу йўлни тенглаштириб ундаги M , N ва C белгилари баландлиги топилиши талаб этилсин. M белгиси бошланғич репер $Rp1$ дан l масофада жойлашган бўлиб, унинг баландлигини икки мартаба ҳисоблаш мумкин:

$$H'_M = H_6 + \sum h, \quad (16.8)$$

$$H''_M = H_{ox} - \sum h_2. \quad (16.9)$$

M белгини икки мартаба (16.8) ва (16.9) формулаларидан топилган баландлиги бир-биридан фарк қилади. H'_M ва H''_M баландликлар тенг аниқ эмас кийматлардир, чунки:

$$H'_M = \eta\sqrt{l} \text{ га тенг хатолик.}$$

H''_M эса $\eta\sqrt{L-1}$ хатолик билан аниқланган. Уларнинг вазни тегишлича қуйидагиларга тенг:

$$P' = \frac{c}{l} \text{ ва } P'' = \frac{c}{L-l}.$$

Вазнли арифметик ўртанинг умумий формуласига асосан қуйидагини ёзамиз:

$$H_M = \frac{H'_M P' + H''_M P''}{P' + P''} \quad (16.10)$$

ёки йўлдаги оралик нивелир белгисининг тенгланган баландлиги қуйидагича топилиши мумкин:

$$H_i = H_6 + \sum h_i + v_i, \quad (16.11)$$

Бу ерда H_6 – бошланғич репер баландлиги; $\sum h_i$ – оралик нивелир белгисигача секциялар нисбий баландлиги йиғиндиси; v_i – киритиладиган тузатма бўлиб, у қуйидагига тенг:

$$v_i = \frac{f_h}{L} l_i. \quad (16.12)$$

Бу ерда $f_h = \sum h - (H_{ox} - H_6)$; l_i – секция узунлиги, км; L – йўл узунлиги, км;

Тузатмаларни ҳисоблаш тўғрилигини назорати қуйидаги тенглик билан ифодаланади:

$$[v_i] = -f_h.$$

Якка йўлда нисбий баландликни вази бирлиги ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[Pv^2]}{n-k}}. \quad (16.13)$$

Бу ерда n – йўлдаги секциялар сони; k – аниқланаётган оралиқ белгинининг рақами.

Якка нивелир йўлини тенглаштириш бўйича мисол 16.1-жадвалда келтирилган.

16.1-жадвал

Йўлдаги оралиқ белги	L , км	h , м	v , мм	Тенглаштирилган нисбий баландлик	H , м	P	Pv^2
Rp1					680,005		
	0,9	+14,130	+2	+14,132		1,1	4
M					694,137		
	1,5	+20,370	+4	+20,374		0,7	11
N					714,511		
	0,8	+17,800	+2	+17,802		1,2	5
C					732,313		
	2,4	17,730	+7	+17,737		0,4	20
Rp2					750,050		
Σ	5,6	70,030	15,0				40

Йўлдаги нисбий баландликлар хатоси:

$$f_h = 70,030 - (750,050 - 680,005) = -15 \text{ мм.}$$

Шунда

$$\frac{f_h}{L} = \frac{15}{5,6} = 2,7 \text{ мм;}$$

$$v_1 = -2,7 \cdot 0,9 = +2,0 \text{ мм;}$$

$$v_2 = -2,7 \cdot 1,5 = 4,0 \text{ мм ва ҳ.к.}$$

Юқоридаги (16.13) формуладан топамиз:

$$\mu = \sqrt{\frac{40}{4-1}} = 3,6 \text{ мм.}$$

Нивелир йўли бўйича нисбий баландликни 1 км иккиланган йўл учун ўрта квадратик хатоси қуйидагича топилади:

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}. \quad (16.14)$$

Мисолда олинган йўл учун топамиз: $m_{\text{км}} = \frac{3,6}{1} = 3,6$ мм.

Оралиқ белги (репер)ни тенгланган баландлигининг ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг:

$$M_{Hi} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{Hi}}}. \quad (16.15)$$

Бу ерда P_{Hi} – ўрта квадратик хатоси ҳисобланадиган репер баландлигининг вазни. У қуйидаги формуладан топилиши мумкин:

$$P_{Hi} = \frac{1}{[L]_1^i} + \frac{1}{[L]_{i+1}^i} = \frac{[L]_1^n}{[L]_1^i [L]_{i+1}^n}. \quad (16.16)$$

Бу ерда $[L]_1^n$ – умумий йўл узунлиги; $[L]_1^i$ – бошланғич репердан i оралиқ белгигача йўл узунлиги; $[L]_{i+1}^n$ – охириги репердан i оралиқ белгигача йўл узунлиги.

Олинган мисолда $[L]_1^n = 5,6$ км; $[L]_1^i = 0,9$ км ва $[L]_{i+1}^n = 4,7$ км. Шунда (16.16) ва (16.15) формулалардан топамиз: $P_{Hi} = 1,3$ ва $M_{Hi} = \pm 3,2$ мм.

16.4. Битта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш

Ушбу усул тенглаштиришнинг битта нуқтада туташадиган нивелир йўллари тенглаштиришнинг энг оддий усули ҳисобланади. Бунда фақатгина битта номаълум қийматни – тугун нуқта баландлигини аниқлаш кифоя. Умумий арифметик ўрта формуласини қўллаб бирданига тугун нуқта K ни (16.3-расм) тенглаштирилган баландлиги қуйидагича топилади:

$$H_K = \frac{H'_K P_1 + H''_K P_2 + H'''_K P_3}{P_1 + P_2 + P_3}. \quad (16.17)$$

Бу ерда H'_K, H''_K, H'''_K – баландликлари маълум бошланғич реперлардан топилган K тугун нуқтасининг баландлик

қийматлари; $P_1 = \frac{c}{L_1}$; $P_2 = \frac{c}{L_2}$; $P_3 = \frac{c}{L_3}$; L_1, L_2, L_3 – тегишли нивелир йўллари узунлиги, км да.

Тармоқдаги барча нивелир йўллари нисбий баландликларга тузатмаларни қуйидаги айирмалардан топамиз:

$$\vartheta_1 = H_K - H'_K; \vartheta_2 = H_K - H''_K; \vartheta_3 = H_K - H'''_K$$

Вазн бирлигини ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан топилади:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[Pv^2]}{z-1}}. \quad (16.18)$$

Бу ерда z – тармоқдаги нивелир йўллари сони.

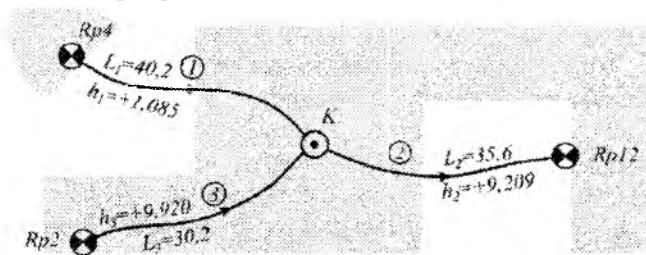
1 км иккиланган нивелир йўлидаги тасодикий ўрта квадратик хато қуйидагича топилади:

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{c}}, \text{ агарда } P = \frac{c}{L} \text{ бўлса,} \quad (16.19)$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{c}} \sqrt{\frac{[n]}{[L]}}, \text{ агарда } P = \frac{c}{n} \text{ бўлса,} \quad (16.20)$$

бу ерда $[n]$ – тармоқдаги барча йўллар бўйича штативлар сони; $[L]$ – тармоқдаги барча йўллар узунлиги йиғиндиси (км).

Мисол, қуйидаги 16.3-расмда берилган битта K тугун нуқтали III синф тармоғини тенглаштиришни кўриб чиқамиз.



16.3-расм.

Ҳар бир йўл вази $P = \frac{c}{L}$ формуладан, тугун нуқта K нинг тенглаштирилган баландлиги эса қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$H_K = H_K^0 + \frac{[P\varepsilon]}{[P]}. \quad (16.21)$$

Бу ерда H_K^0 – тугун нуктанинг дастлабки ҳисобланган баландлиги қийматларидан энг кичиги бўлиб, дециметрча яхлитлаб олинади;

ε – яхлитлаб олинган баландлик H_K^0 билан тугун нукта K нинг ҳар бир йўл бўйича ҳисобланган баландлиги фарқи.

Тугун нукта K баландлигини ҳисоблаймиз:

$$H'_K = H_{Rp4} + h_1 = 120,157 + 1,085 = 121,242,$$

$$H''_K = H_{Rp12} + h_2 = 130,412 - 9,209 = 121,203,$$

$$H'''_K = H_{Rp2} + h_3 = 111,310 + 9,920 = 121,230.$$

Ушбу қийматлардан энг кичигини яхлитлаб, $H_K^0 = 121,200$ деб қабул қиламиз ва ε_i қийматларини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\varepsilon_1 = H_K^0 - H'_K = 121,200 - 121,242 = -42,$$

$$\varepsilon_2 = H_K^0 - H''_K = 121,200 - 121,203 = -3,$$

$$\varepsilon_3 = H_K^0 - H'''_K = 121,200 - 121,230 = -30.$$

Юқоридаги (16.21) формула бўйича тугун нукта K тенглаштирилган баландлигини ҳисоблаймиз:

$$H_K = 121,200 + \frac{(-42) \cdot 0,25 + (-3) \cdot 0,28 + (-30) \cdot 0,33}{0,25 + 0,28 + 0,33} = 121,225.$$

Йўллар вазни қуйидагиларга тенг:

$$P_1 = \frac{c}{L_1} = \frac{10}{40,2} = 0,25; P_2 = \frac{c}{L_2} = \frac{10}{35,6} = 0,28; P_3 = \frac{c}{L_3} = \frac{10}{30,2} = 0,33.$$

Ўлчашлар аниқлигини баҳолаш учун вазн бирлиги ўрта квадратик хатосини (16.18) формуладан ва 1 км иккиланган нивелир йўл учун ўрта квадратик хатосини (16.19) формуладан топамиз:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[Pv^2]}{z-1}} = \sqrt{\frac{82}{3-1}} = 6,4 \text{ мм},$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{c}} = \frac{6,4}{\sqrt{10}} = 2,0 \text{ мм}.$$

Ҳисоблашлар натижаси куйидаги 16.2-жадвалда келтирилади.

16.2-жадвал

Бошлангич реперлар	Резервир баландлиги	Йул №	Нисбий баландликлар	Тугун нуқталарнинг даслабки баландлиги	г. мм	P	и мм	Тенглашган нисбий баландликлар	Rv^2
Rp4	120,157	1	+1,085	121,242	-42	0,25	-17	+1,068	72
Rp12	130,412	2	+9,209	121,203	-3	0,28	+22	+9,187	2
Rp2	111,310	3	+9,920	121,230	-30	0,33	-5	+9,915	8
									$\Sigma = 82$

16.5. Кетма-кет яқинлашиш усулида учта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш

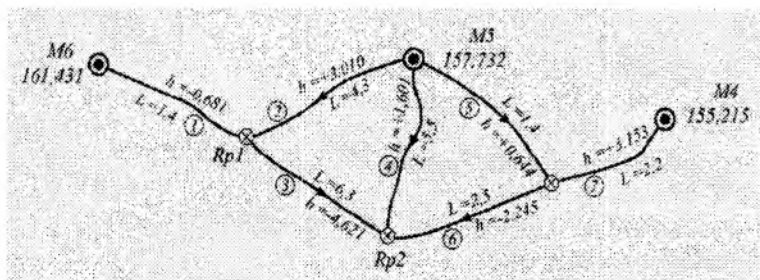
Машқни ечиш нивелир тармоғи синфини эътиборга олган ҳолда тармоқ йуллари ҳамда полигонларида ҳисобланган боғланмасликлари, уларни йўл қўярли чеки билан солиштириб кўришдан бошланади.

Ушбу усулда тармоқ тугун нуқталарининг тенглаштирилган баландлигини бирданига эмас, балки уларга кетма-кет яқинлашиш йўли билан топилади.

Ҳар қандай яқинлашишда ҳар бир тугун нуқта баландлигини ушбу нуқтага туташган йўллардан топиладиган баландлик қийматларидан вазнли арифметик қиймат сифатида ҳисобланади. Бунда барча қўшни нуқталарни ҳисобланган баландлиги, улар бошланғич ёки тугун нуқта эканидан қатъи назар хатосиз, деб қабул қилинади.

16.4-расмда келтирилган тармоқда учта тугун нуқталар мавжуд. Биринчи тугун нуқта Rp1 ва унга туташган 1, 2 ва 3-йўллар, иккинчи тугун нуқта Rp2 ва унга туташган 3, 4 ва 6-

йўллар ва учинчи тугун нукта $Rp3$ ва унга туташган 6, 7 ва 5-йўллар.



16.4-расм.

Энг кичик квадратлар усули асосида номаълум баландликлар H_1 , H_2 ва H_3 га эга тенгламалар системасини тузиб, қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned}
 H_{Rp1} &= \frac{(H_6 + h_1)P_1 + (H_5 + h_2)P_2 + (H_{Rp2} - h_3)P_3}{P_1 + P_2 + P_3} \\
 H_{Rp2} &= \frac{(H_5 + h_4)P_4 + (H_{Rp1} + h_3)P_3 + (H_{Rp3} + h_6)P_6}{P_3 + P_4 + P_6} \\
 H_{Rp3} &= \frac{(H_4 + h_7)P_7 + (H_5 + h_5)P_5 + (H_{Rp2} - h_6)P_6}{P_7 + P_5 + P_6}
 \end{aligned} \quad (16.22)$$

Бу ерда $P_i = \frac{c}{L_i}$ — ўлчанган нисбий баландлик вази.

Юқоридаги (16.22) формулалар вазнли ўрта кўринишига эга. Шу сабабли уларни исботсиз осон ёзиш мумкин. Улар номаълумларни топиш учун бошланғич ҳисобланади, бундан нолинчи яқинлашиш мустасно. Нолинчи яқинлашишда энг яқин бошланғич пунктдан ўлчанган нисбий баландлик орқали тугун нукта баландлиги топилади. Масалан,

$$\left. \begin{aligned}
 H_{Rp1} &= H_6 + h_1 \\
 H_{Rp2} &= H_5 + h_4 \\
 H_{Rp3} &= H_5 + h_5
 \end{aligned} \right\} \quad (16.23)$$

Кетма-кет яқинлашишларни ҳисоблашда (16.23) формула бир неча маротаба фойдаланишини ҳисобга олиб, ишларни қискартириш учун уларни қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\begin{aligned}
 H_{Rp1} &= (H_6 + h_1)P_1 + (H_5 + h_2)P_2 + (H_{Rp2} - h_3)P_3 \\
 H_{Rp2} &= (H_5 + h_4)P_4 + (H_{Rp1} + h_3)P_3 + (H_{Rp3} + h_6)F \quad (16.24) \\
 H_{Rp3} &= (H_4 + h_7)P_7 + (H_5 + h_5)P_5 + (H_{Rp2} - h_6)P_6
 \end{aligned}$$

Бу ерда $P'_i = \frac{P_i}{[P]_I}$; $P''_i = \frac{P_i}{[P]_{II}}$; $P'''_i = \frac{P_i}{[P]_{III}}$.

Формулалардаги P'_i , P''_i , P'''_i — келтирилган вазилар дейилади.

Биринчи яқинлашиш (16.24) биринчи тенгламадан қуйидагича топилади:

$$H'_{Rp1} = (H_6 + h_1)P'_1 + (H_5 + h_2)P'_2 + (H_{Rp1}^0 - h_3)P \quad (16.25)$$

Иккинчи тенгламадаги H_{Rp1} ўрнига (16.25)дан топилган H'_{Rp1} ни қўйиб ёзамиз:

$$H'_{Rp2} = (H_5 + h_4)P''_4 + (H_{Rp1} + h_3)P''_3 + (H_{Rp3} + h_6)P''_6 \quad (16.26)$$

Шундан кейин учинчи тугун нукта H_{Rp3} нинг биринчи яқинлашишдаги баландлигини топишда ўша (16.24) формулани учинчи тенгламасидаги H_{Rp2} нинг ўрнига H'_{Rp2} ни қўйиб, учинчи тугун нукта учун ёзамиз:

$$H'_{Rp3} = (H_4 + h_7)P'''_7 + (H_5 + h_5)P'''_5 + (H'_{Rp2} - h_6)P' \quad (16.27)$$

Юқоридагига ўхшаш тугун нуқталар баландлигини иккинчи яқинлашишда H''_{Rp1} , H''_{Rp2} , H''_{Rp3} , кейин учинчи яқинлашишда ва ҳ.к. топилади. Яқинлашишлардаги ҳисоблаш жараёни барча номаълум реперлар баландлигининг охириги иккита яқинлашишдаги қийматлари бир хил чиққунга қадар давом эттирилади.

Тенглаштириш ишлари 16.3-жадвалнинг 1–6-устунларига тармоқ чизмасидан (16.4-расм) ҳар бир тугун нукта учун зарур маълумотлар кўчириб ёзишдан бошланади. Чизмада берилган нисбий баландликлар ишораси ва стрелка билан кўрсатилган йўналишига эътибор бериш керак. Ҳар бир тугун нуқтада туташадиган йўл учун уни вазни $P_i = \frac{C}{L_i}$ ва келтирилган вазни $P'_i = \frac{P_i}{[L]}$ формулалардан топилиб, жадвалнинг 7 ва 8-устунларига ёзилади. Мисолда вазн бирлигига, яъни C қийматига, 5 км йўл узунлиги қабул

қилинган. Келтирилган вазнлар қийматини ҳисобга олиб, (16.21) формулани қуйидаги шаклда ёзиш мумкин:

$$H = H_0 + [\varepsilon P']. \quad (16.28)$$

Келтирилган вазнларни ҳисоблаш назорати бўлиб, ҳар бир тугун нуқта бўйича $[P'] = 1$ шартнинг бажарилишига хизмат қилади. Жадвалнинг 9-устунида тугун нуқталар баландлигининг биринчи яқинлашишдаги қиймати (16.18) формуласи бўйича унинг 1-устунида ёзилган кетма-кетликда ҳисоблаб ёзилади. Бизнинг мисолда $Rp1$ баландлиги 1 ва 2-йўллар бўйича ҳисобланган баландликларни вазнли арифметик ўртачаси сифатида олинади:

$$160,742 \text{ м} = \frac{5,2}{0,86} \text{ мм} = 160,748 \text{ м}.$$

Бу ерда 0,86 келтирилган вазнлар (1 ва 2-йўллар учун) йиғиндиси. Ҳисобланган баландлик қиймати 9-устунда чизик остида ёзилади.

$Rp2$ баландлигини 3 ва 4-йўллар бўйича ҳисобланган баландлик қийматларини вазнли арифметик ўрта қиймати сифатида ҳисобланади. Бунда бошланғич баландлиги сифатида уни биринчи яқинлашишдан топилган баландлиги 160,748 м олинади.

$Rp3$ баландлигини 5, 6 ва 7-йўллар бўйича ҳисобланган қийматларни вазнли арифметик қиймати сифатида ҳисобланади. Бунда $Rp2$ бошланғич баландлиги сифатида унинг биринчи яқинлашишдан топилган қиймати 156,129 м олинади. Шу билан биринчи яқинлашиш тугатилиб, иккинчи яқинлашишга ўтилади. Бунда ҳисоблашлар биринчи яқинлашишга ўхшаш кетма-кетликда: аввал $Rp1$, кейин $Rp2$ ва $Rp3$ баландлиги ҳисобланади. Кейин учинчи, тўртинчи ва ҳоказо яқинлашишларнинг баландлиги ҳисобланади. Ҳисоблашлар охириг иккита яқинлашишларда ҳисобланган баландликлар тенг чиқмагунча давом эттирилади.

Навбатда тенглаштирилган баландликдан уни ҳар бир йўл бўйича топилган баландлик қийматларини айириб, тузатмалар ϑ_i ҳисобланади. Тузатмаларнинг тўғри ҳисобланганлигининг назорати бўлиб, уларни ёшиқ

полигонлардаги йиғиндиси нолга тенг бўлиши хизмат килади.

Тенглаштирилган тугун реперлар баландлиги аниқлигини баҳолаш учун уларнинг вазнлари, масалан, $Rp2$ куйидагича тақрибий ҳисобланади:

$$P_{H_{Rp2}} = [P]_2 - \frac{P_2^2}{[P]_1} - \frac{P_6^2}{[P]_3} = 3,70 - \frac{(0,79)^2}{5,52} - \frac{(2,0)^2}{7,84} = 3,07.$$

Тўғрилари	Иш №	Боғлам №	Полимерлар маркалар	Ўрта қимат қисми	Ўрта қимат қисми	Вазн	Қўрилмалар						Pp2		
							I		II		III			Pp	
							H	EP	H	EP	H	EP			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	1	M6	161,431	-0,681	1,4	3,57	0,65	160,750	5,2	160,750	5,2	160,750	5,2	-2	14
	Rp1	M5	157,732	+3,010	4,3	1,16	0,21	160,742	0	160,742	0	160,742	0	+6	41
	3	Rp2	-	+4,621	6,3	0,79	0,14	-	-	160,750	1,1	160,749	-1	-1	1
	4	M5	157,732	-1,601	5,5	0,91	0,25	160,748	5,2	160,748	6,3	160,748	6,2	-	8
	3	Rp1	-	-4,612	6,3	0,79	0,21	156,127	0	156,127	0	156,127	0	+1	1
	6	Rp3	-	-2,245	2,5	2,00	0,54	-	-	156,128	0,5	156,128	0,5	0	0
	7	M4	155,215	+3,153	2,2	2,27	0,29	156,129	1,0	156,128	1,5	156,128	1,3	-	57
	5	M5	157,732	+0,644	1,4	3,57	0,46	158,376	3,7	158,376	3,7	158,376	3,7	-3	32
	6	Rp2	-	+2,245	2,5	2,0	0,25	158,374	1,5	158,373	1,2	158,373	1,2	0	0
						7,84	1,00	158,273	5,2	158,373	4,9				154

Туғун реперлар баландликлари вазилини ҳисоблаш

$$P_{H_{Rp1}} = 5,52 - \frac{(0,99)^2}{3,70} = 5,35, P_{H_{Rp2}} = 3,70 - \frac{(0,79)^2}{5,52} - \frac{(2,0)^2}{7,84} = 3,07, P_{H_{Rp3}} = 7,84 - \frac{(2,0)^2}{3,70} = 6,76.$$

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[Pp^2]}{n-K}} = \sqrt{\frac{154}{7-2}} = \pm 6,2 \text{ мм}$$

$$\sigma_{\text{ош}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{6,2}{\sqrt{5}} = \pm 2,8 \text{ мм}$$

Туғун реперларнинг теңлаштирилган баландлиги ўрта квадратик хатоси куйидагиларга тең:

$$M_{H_{Rp1}} = \frac{6,2}{\sqrt{5,35}} = \pm 2,7 \text{ мм}, M_{H_{Rp2}} = \frac{6,2}{\sqrt{3,07}} = \pm 3,5 \text{ мм}, M_{H_{Rp3}} = \frac{6,2}{\sqrt{6,67}} = \pm 2,4 \text{ мм}.$$

Тугун реперлар тенглаштирилган баландликлари ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан топилади:

$$M_{H_i} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{H_i}}}. \quad (16.29)$$

Бу ерда P_{H_i} – ўрта квадратик хатоси ҳисобланадиган тугун репернинг вазни.

Назорат саволлари:

1. Нивелир йўларини тенглаштиришдан олдин қандай дастлабки ҳисоблашларни бажариши керак?

2. Нивелир тармоқлари одатда қандай тенглаштирилади?

3. III, IV синф ва техник нивелирлашда 1 км иккиланган нивелир йўли учун тасодифий ўрта квадратик хато қандай формулада ҳисобланади?

4. Якка йўлда нисбий баландликни вазн бирлиги ўрта квадратик хатоси қандай формулада ҳисобланади?

5. Нивелир йўли бўйича нисбий баландликни 1 км йўл учун ўрта квадратик қандай формулада ҳисобланади?

6. Оралиқ белги (репер)ни тенгланган баландлигининг ўрта квадратик хатоси қандай формулада ҳисобланади?

XVII БОБ

ЗИЧЛАШ ПЛАНЛИ ТАРМОҚЛАРНИ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

17.1. Зичлаш полигонометрия тармоқлари ҳақида маълумот

Зичлаш полигонометрия тармоқлари йирик масштабли 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 ва 1:500 топографик съёмкаларни геодезик асос билан таъминлаш мақсадида қурилади.

Зичлаш тармоқларини ривожлантириш билан геодезик тармоқлар пунктларининг зичлиги қуйидагиларга етказилади: 1 км² қурилган ҳудудларда 4 тагача пунктлар, қурилмаган ҳудудларда – 1 та пункт.

Зичлаш полигонометрияси аниқлиги бўйича 1 ва 2-разрядларга бўлинади ва улар давлат геодезик тармоқлари пунктларига таяниб яқка полигонометрик йўл ёки тугун нукталарни ҳосил қилувчи йўллар тизими кўринишида ривожлантирилади.

Битта пунктга таянувчи ёпиқ полигонометрик йўллар ёки осма полигонометрик йўлларни қуришга рухсат этилмайди. Зичлаш 1 ва 2-разряд полигонометриясини техник тавсифлари 17.1-жадвалда берилади.

17.1-жадвал

г/б №	Курсанкичлар	Қиймаглар	
		1-разряд	2-разряд
1	Бошланғич пункт ва тугун нукта орасидаги йўл узунлиги	3 км	2 км
2	Тугун нукталар орасидаги йўл узунлиги	2 км	1,5 км
3	Полигон периметри	15 км гача	10 км гача
4	Йўл томони узунлиги	120-800 м	80-350 м
5	Йўл томон сони	15 гача	15 гача
6	Йўл боғланмаслиги нисбий хатоси	1:10 000	1:5 000
7	Йўл бурчакларини ўлчаш ўрта квадратик хатоси	±5"	±10"
8	Йўл ёки полигонда бурчаклар боғламаслиги	$\pm 10''\sqrt{n+1}$	$\pm 20''\sqrt{n+1}$

Жадвалдаги $n + 1$ йўлдаги бурчаклар сони.

Курилган худудларда техник ва иқтисодий жиҳатлардан келиб чикиб, зичлаш полигонметрияси учун таянч асос сифатида 4 синф давлат триангуляцияси ёки полигонметриясини ривожлантириш мақсадга мувофиқ, бунда куйидаги техник кўрсаткичлар таъминланиши керак:

1. Триангуляция пунктлари орасида ривожлантириладиган якка йўл узунлиги 10 км дан ошмаслиги керак.

2. Йўл томонлари сони 15 дан ошмаслиги керак.

3. Йўл томони ўртача узунлиги 500 м. энг калта томон 250 м дан кам бўлмаслиги керак.

4. Бурчакларни ўлчаш ўрта квадратик хатоси $m \leq \pm 2,0''$.

5. Йўл чекли нисбий хатоси 1:25 000.

Агарда полигонометрик йўл томонларининг сони 15 дан ошса, йўл ўртасида жойлашган томонга триангуляция томонидан дирекцион бурчак узатилиши зарур ёки бўлмаса астрономик кузатишлар орқали дирекцион бурчак аниқланиши керак. Зичлаш 1 ва 2-разряд полигонметриясида томонлар узунлиги замонавий светодальномер ёки электрон дальномер (электрон тахеометрлар) билан ўлчанади. Агарда қўл остида бундай асбоблар бўлмаса параллактик ёки қисқа базисли полигонометрия усуллари билан фойдаланиб, томонлар узунлиги 1:15 000 хатолик билан аниқланиши мумкин.

Полигонметрия томонлари узунлигини замонавий электрон дальномерлар билан тез ва юқори аниқликда ўлчаш учун имконият яратилгани сабабли бу усул билан таянч геодезик тармоқларини куриш афзаллиги ошди. Ишлаб чиқариш тажрибаларига таяниб айтиш мумкинки, геодезик тармоқларни электрон дальномерлардан фойдаланиб, полигонометрия усулида куриш триангуляция усулига қараганда 20-25 % арзонга тушади.

17.2. Полигонметрия тармоғини лойиҳалаш ва аниқлигини баҳолаш

Лойиҳалашнинг асосий мақсади ўзининг аниқлиги ва пунктларнинг зичлиги бўйича қўйилган талабларга жавоб берувчи ва амалга ошириш учун минимал вақт ва меҳнат талаб қиладиган геодезик тармоқ вариантыни ишлаб чиқишдан иборат.

Лойиҳалаш ўз ичига учта кетма-кет босқичларни олади:

- 1) лойиҳани тузиш учун зарур материал ва маълумотларни йиғиш;
- 2) план ёки картада геодезик тармоқлар график чизмасини ишлаб чиқиш;
- 3) лойиҳани техник ва иқтисодий асослаш.

Полигонметрия IV синф тармоқлари 1:25 000-1:10 000 ва I ва II-разряд зичлаштириш полигонметрияси тармоқлари 1:5 000-1:10 000 масштаблардаги план ёки карталарда лойиҳаланади. Тармоқни ривожлантириш аниқлигини таъминлаш учун геометрик нуқта назардан тармоқ чизмаси қўйилган талабларга жавоб бера олишини таъминлаш керак. Масалан, полигонметрик йўллар чўзиқ бўлиши, томонлар узунлиги мумкин қадар ўзаро яқин бўлишини таъминлашга интилиш керак. Лойиҳа график қисмини ишлаб чиқишда тармоқ пунктларини жойдаги ўрни узоқ муддатга сақланиб планли ва баландлик ҳолатлари ўзгармай қолишини таъминлаш ҳисобга олиниши керак.

Геодезия курсининг I қисмидан маълумки, теодолит йўлида координатлар орттирмаларининг хатолари f_x ва f_y орқали йўл периметридаги мутлақ хато f_s ҳисобланади. Чўзиқ полигонметрик йўлда f_s хатоликни иккита таркибий қисмларга ажратиш мумкин: бўйлама сурилиш t (йўл ёқалаб) ва кўндаланг сурилиш u (йўлга нисбатан кўндаланг).

Бўйлама t ва кўндаланг сурилиш u хатолари йўл охири нуқтасини умумий сурилишига олиб келади.

Чўзиқ полигонметрик йўлда бўйлама сурилиш хатоси t асосан йўл томонлари узунликларини ўлчаш хатоларини йиғилиши оқибатида кўндаланг силжиш хатоси u эса йўл

бурчакларини ўлчаш хатолари қўшма таъсирдан келиб чиқишини осон англаш мумкин.

Полигонометрик йўлдаги ўлчанган бурчаклар хатосини бурчаклар сонига тенг бўлиб бериб, дастлабки тузатишдан сўнг кўндаланг сурилиш хатосини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$m_u = L \frac{m_\beta}{\rho''} \sqrt{\frac{n+3}{12}}. \quad (17.1)$$

Бу ерда L – полигонометрик йўлни ташкил қилувчи томони (диагонали) узунлиги; n – йўл томонлари сони; m_β – бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси.

Агарда йўл томонлари электрон дальномерларда ўлчанса, йўл охириги нуқтасининг бўйлама сурилиши хатоси t қуйидагига тенг:

$$m_t^2 = nm_s^2. \quad (17.2)$$

Бу ерда m_s – томон узунлигини ўлчаш ўрта квадратик хатоси; n – йўлдаги томонлар сони.

Йўл охириги нуқтасининг планли ўрнини аниқлашни ўрта квадратик хатоси йўлни бўйлама ва кўндаланг сурилиш қийматлари орқали топилиши мумкин, яъни:

$$M^2 = m_t^2 + m_u^2, \quad (17.3)$$

ёки (17.1) ва (17.2) формулаларни ҳисобга олиб ёзиш мумкин:

$$M^2 = nm_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \left(\frac{n+3}{12} \right). \quad (17.4)$$

Агарда полигонометрик йўл синиқ шаклда бўлса, (17.4) формула қуйидаги кўринишда олинади:

$$M^2 = nm_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{u,i}^2]. \quad (17.5)$$

Бу ерда $[D_{u,i}^2]$ – йўл оғирлик марказидан ҳар бир бурилиш нуқтасигача, бошлағич нуқталарини ҳам қўшиб, масофалар йиғиндиси.

Юқорида келтирилган формулалар ва баён этилган фикрлардан келиб чиқиб полигонометрик йўлларни

лойихалашда имкон борича уларнинг чўзиқ, тенг томонли ва ҳар бир бурчакни бир томони узун иккинчи томони эса ўта калта бўлишига йўл қўйилмасликни ҳисобга олиш керак. Амалда полигонометрик йўл чўзиқ ҳисобланиши мумкин агарда:

а) йўл бурилиш нуқталари ташкил қилувчи (диагонал) томондан ўнгга ёки чапда жойлашиб, ундан узоқлиги энг кўпи билан ташкил қилувчи томон узунлиги L ни $1/24$ ҳиссасидан ошмаса;

б) йўл томонлари ташкил қилувчи томон йўналишидан 8° дан ортиққа оғмаса.

Полигонометрик тармоқларни ривожлантириш лойиҳасини тузишда дала рекогносцировкаси ишларини бошлашдан аввал ҳар бир лойиҳаланган йўлнинг кутиладиган аниқлигини дастлабки баҳолаш керак бўлади. Бунинг учун келтирилган (17.4) ва (17.5) формулалардан фойдаланиш мумкин.

Полигонометрик йўлнинг аниқлигини ҳисоблаш учун асос қилиб қуйидагилар қабул қилинади:

1) бурчаклар ва томонлар узунлигини ўлчаш аниқликлари m_β ва m_s ;

2) полигонометрик йўл геометрик чизмаси, яъни унинг эгилганлиги;

3) полигонометрик йўл узунлиги, йўл томонларининг ўртача узунлиги ва бурилиш бурчаклари сони.

Полигонометрик йўлни кутиладиган аниқлигини ҳисоблаш учун «Йўрикнома»да йўлни лойиҳаланаётган синф учун белгиланган бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси m_β , чизик ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси m_s , йўлни ташкил қилувчи томоннинг узунлиги L , томон ўртача узунлиги S , йўл томонларининг сони n ва йўл бурулиш нуқталарининг сони, боғлаш бурчаклари билан бирга $n + 1$ белгилаб қўйилган.

Полигонометрик йўлни геометрик сизмаси ва уни эгилганлик даражаси ҳақида картада ўтказилган йўлнинг график тасвири бўйича хулоса қилиш мумкин.

Агарда томонлар узунлиги электрон дальномер билан ўлчанадиган бўлса, унинг ўрта квадратик хатоси m_s куйидаги формуладан ҳисобланиши мумкин:

$$m_s = (a_{cm} + b_{cm}S). \quad (17.6)$$

Бу ерда a ва b – коэффициентлар бўлиб, ўлчаш асбобининг паспортида кўрсатилган бўлади; S – ўлчанадиган томон узунлиги.

Мисол, топографик картада 1 разряд полигонметрик чўзиқ йўл лойиҳаланган бўлиб, унда $L = 3,0$ км, $n = 7$, томонлар ўртача узунлиги $S = L:n = 3,0:7 = 0,4$ км. $m_\beta = \pm 5,0''$ ва $m_s = 5$ см (5 см светодальномерда масофа ўлчаш аниқлиги) қабул қилинса, йўл охириги нуқтасининг планли ўрни ўрта квадратик хатосини (17.4) формуладан аниқлаймиз:

$$M_L^2 = nm_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \left(\frac{n+3}{12} \right) = 7 \cdot 5^2 + \frac{5^2}{206265^2} \cdot 3000^2 \cdot \frac{7+3}{12} = 0,024 \text{ м.}$$

Бундан

$$M_L = 0,15 \text{ м,}$$

ёки нисбий хатоси

$$\frac{M_L}{L} = \frac{0,15}{3000} \approx \frac{1}{20000}.$$

Бу эса 1-разряд полигонометрия учун «Йўриқнома»да белгиланган аниқликдан анча юқори. Демак, лойиҳа талабга жавоб бера олади.

Полигонометриянинг барча синфлари йўлларини лойиҳалашда махсус «Йўриқнома» талабларини қондиришга эътибор қаратилади.

Полигонометрик тармоқ чизмасини аниқловчи асосий шартлар бўлиб, мўлжалланган топографик съёмкалар масштаби ёки инженерлик-техник талабларни қондирувчи пунктлар зичлиги ва уларни жойда ўрнатиш шароити ҳисобланади.

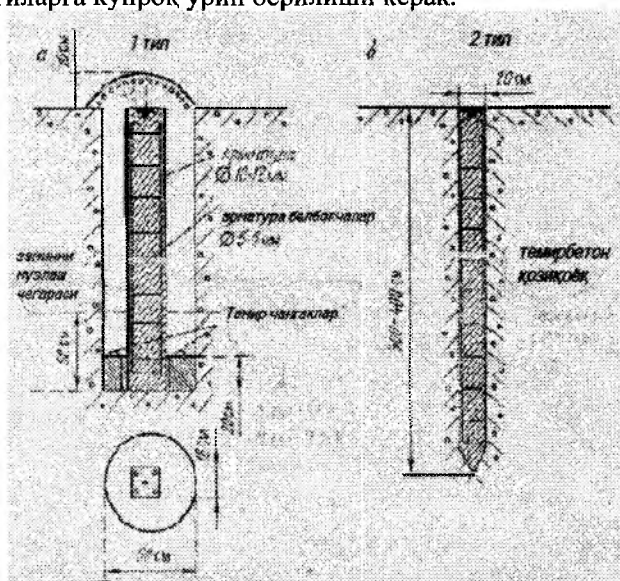
Лойиҳаланган полигонометрия тармоғини жойга чиқиб рекогносцировкасини бажаришнинг асосий мақсади лойиҳадаги пунктлар ўрнини жойда якуний танлаш ва ер

усти белгиси баландлигини аниқлаш, ориентирлаш пунктлари ўрнини танлаш, ер ости белгилари маркази типини ва уларни ўрнатиш чуқурлигини белгилашдан иборат.

Пунктлар ўрни мустаҳкам грунтларда танланиши ва жойда ўтган автомобиль ва темир йўллардан ер усти белги баландлигини иккиланган қийматидан узоқда жойлашиши керак.

Рекогносцировкани бажаришда калта томонлар бурчакларини ўлчашда марказлаш ва редуция хатоларини оширишга сабаб бўлишини ёдда сақлаш керак. Шаҳарлар худудида маҳкамлаш белгиси типини танлашда деворий белгиларга кўпроқ ўрин берилиши керак.

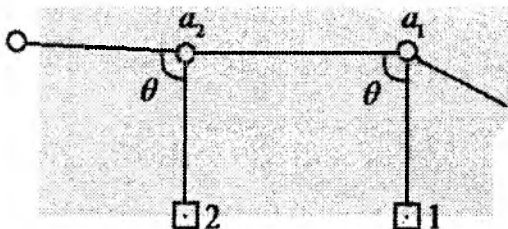
а





17.1-расм.

Полигонометрия IV синфи ва 1 ва 2-разряд пунктлари грунтлар мавсумий музлайдиган ҳудудларнинг қурилмаган жойларида 2 тип г.р. маркази (17.1-а расм) шаҳарлар ва аҳоли яшаш пунктлари ҳудудида эса мустаҳкам бино ва иншоотлар деворида махсус деворий белгилар билан (17.1-б расм) маҳкамланади. Бу деворий белгилар ўрни бино ёки иншоот деворида ердан 0,3-1,2 м баланликда жойлаштирилиши керак.



17.2-расм.

Полигонометрик йўлда бурчакларни ўлчашда асбоб ўрнатилиши учун ёрдамчи нукталар (a_1 ва a_2) ўрни деворий белгидан 2-12 м масофада шундай танланадики, улар билан деворий белги орасидаги θ бурчак 90° атрофида бўлсин (17.2-расм).

17.3. Зичлаш полигонометриясида бурчакларни ўлчаш

Полигонометрик йўлда йўл бўйича фақат бир томон (чап ёки ўнг томон)даги бурчаклар алоҳида бурчакни ўлчаш усулида, йўллар кесишиб тугун нукталар ҳосил бўлган нукталарда эса доиравий қабуллар усулида ўлчанади.

Ўлчашда Т2, Т5 оптик теодолитлар ҳамда замонавий электрон теодолитлар 2Т5ЭН (Россия), ЕТ-02 (Хитой) ва аниқлиги шуларга тенг бошқа теодолитлардан фойдаланиш мумкин.

Бу теодолитларни техник тавсифи 17.2-жадвалда келтирилган

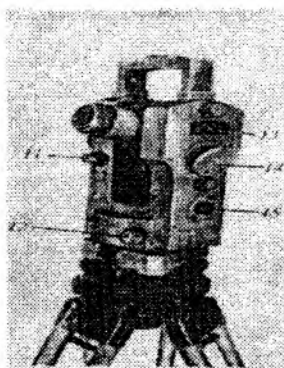
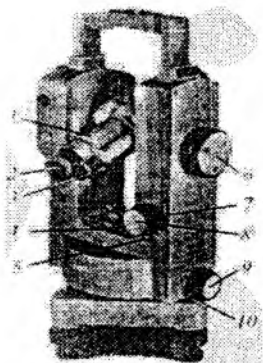
17.2-жадвал

1/б №	Геодолитлар асосий техник курсаткичлари	Оптик теодолит		Электрон теодолит	
		Т2	Т5	2Т5ЭН	ЕТ-02
1	Қараш трубасини катталаштириши	25 [×]	27 [×]	31 [×]	30 [×]
2	Визирлашнинг қисқа масофаси	1,5 м	2 м	1 м	1,4 м
3	Горизонтал доира диаметри	90 мм	95 мм	-	-

4	Горизонтал доира цилиндрик адилаги булак қиймати	15"	30"	30"	-
5	Бурчак ўлчаш ўрта квадратик хатоси	2"	5"	5"	2"

Куйида айрим теодолитлар тузилиши кўриб ўтилади.

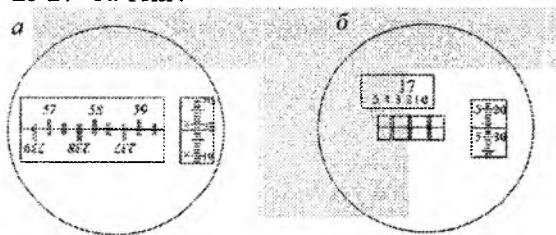
T2 (2T2A) теодолити. Умумий кўриниши 17.3-расмда берилган. Теодолитнинг асосий қисмлари трубанинг фокусловчи винти (1), трубанинг окуляри (2), микроскоп окуляри (3), горизонтал доиранинг адилаги (4), адилакнинг тузатгич винти (5), микрометр барабани (6), трубанинг маҳкамлагич (7) ва қаратгич винтлари (8), алидада доиранинг қаратгичи (9), маҳкамлаш винти (10), горизонтал ва вертикал доиралар тасвирини ўзгартириш винти (11), лимб доирасининг айлантириш винти (12), вертикал доира адилагининг ойначаси (13), ёритиш ойначасининг копкағи (14), оптик шовуннинг окуляри (15). Горизонтал ва вертикал доиралари шишадан ясалган бўлиб, улар диаметри тегишлича 90 ва 65мм гатенг. Лимб доирасининг энг кичик бўлаги 20' га тенг, санок оптик микрометр бўйича олиниб, унинг аниклиги 1" га тенг. Асбобни пунктда марказлаштириш оптик шовун ёрдамида бажарилади.



17.3-расм

Вертикал доира ёрдамида вертикал бурчакларни ўлчаш чегараси $\pm 65^\circ$ гача. Келтирилган 17.4-а, б расмларда T2 ва 2T2A теодолитлари санок олиш микроскопининг кўриш

майдони берилган. Санок олишдан аввал оптик микрометр барабани билан лимбнинг қарама-қарши штрихлари аниқ туташтирилади (17.4-а расм). Градус ва тўла 10 минутлик санок асосий, ундаи кичик дақиқа ва секундлар эса қўшимча (ўнг томондаги) шкаладан олинади. Шундай қилиб, 17.4-а расмда санок: $57^{\circ}58'02''$; 17.4-б расмда (2Т2А теодолит шкаласи) $17^{\circ}25'27''$ га тенг.



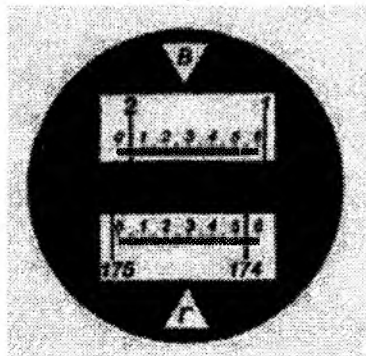
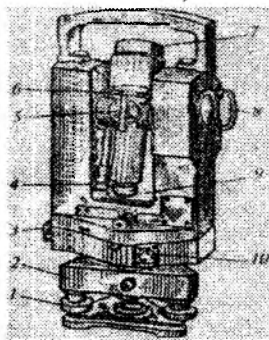
17.4-расм.

2Т5К теодолити. Теодолитнинг умумий кўриниши 17.5-расмда берилган; унинг асосий қисмлари – кўтаргич винтлар (1), таглик (2), горизонтал доиранинг маҳкамлагич ва қаратгич винтлари (3) шкалали микроскоп окуляри (4), визирлаш нишони (5), трубанинг окуляри (9), горизонтал доира лимбнинг айлантириш винти (10), оптик шовун (11)дан иборат. Горизонтал ва вертикал доиралари шишадан ясалган, доиралар шкалаларининг кичик кесими 1° га тенг. Санок олиш мосламаси шкалали микроскоп бўлиб, окуляр ёнидаги трубкада кўринади. Унда 60 та бўлақлар бўлиб, битта энг кичик бўлаги $1'$ га тенг, шкала бўйича санок олиш аниқлиги $01'$ ёки $6''$ га тенг. Градус қиймати шкала чегарасида жойлашган бўлақдан олинади. Тўла дақиқалар сони шкаланинг ноль бўлагидан бошлаб лимбнинг градус штрихигача саналади; бир дақиқадан кичик кесим кўз билан чамаланади. Келтирилган 17.5-а, б расмда 2Т5К теодолитнинг умумий кўриниши ва санок олиш мосламасининг кўриш майдони берилган. 17.5-б расмда юқоридаги шкала (В) вертикал ва пастдаги шкала (Г) горизонтал доираларини санок олиш шкалалари берилган.

Улардан саноклар: $174^{\circ}54,9'$ горизонтал, $+2^{\circ}04,8'$ вертикал доирадан олинган. Шифрдаги *K* ҳарфи вертикал доира компенсаторга эга эканлигини билдиради ва унинг ишлаш чегараси $\pm 3'$ га тенг. Кўриб ўтилган теодолитлар билан бурчак ўлчашдан аввал уларнинг текширишлари, тузатиши ва синашлари «1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 масштаблардаги топографик съёмкаларни бажариш бўйича «Йўриқнома»да белгиланган тартибда бажарилиши шарт.

a)

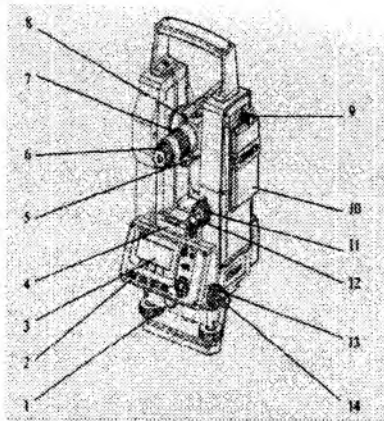
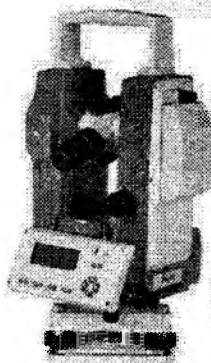
b)



17.5-расм.

Электрон теодолит 2Т5ЭН1. Теодолитнинг қўлланиш соҳаси – планли съёмка тармоқлари, зичлаш геодезик тармоқлари ҳамда қурилиш майдончаларидаги геодезик ўлчашлар. Горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашни ўрта квадратик хатоси $\pm 5''$, қараш трубасининг катталаштириши 31^{\times} , тўғри тасвир ҳосил қилувчи, визирлашни энг кичик масофаси 1 м, горизонтал доира адилагининг бўлак қиймати $30''$.

Теодолитнинг умумий кўриниши ва унинг қисмлари кўриниши 17.6-расмда берилган.



17.6-расм.

Бошқариш панели 2 да уч сатрли дисплей 3 ва 11 та тугмачалар жойлашган. Қараш трубаси кремальера винти 7, иплар тўри диоптрик ҳалқаси 6 ни бураб фокусга келтирилади. Визирлаш коллиматори 8 трубани дастлабки қаратиш учун керак. Қараш трубасини вертикал ва горизонтал текисликлар бўйича қаратиш учун тегишлича 11 ва 13 винтлар хизмат қилади. Бунда маҳкамлаш винтлари 12 ва 14 маҳкамланган бўлиши керак. Теодолитни горизонтал ҳолатга келтириш доиравий адилак 5 ва цилиндрик адилак 4 билан бажарилади.

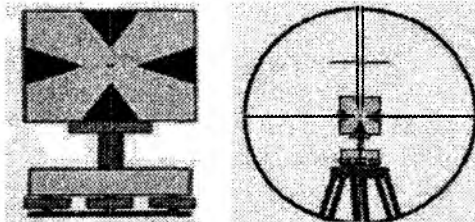
Зичлаш полигонометриясида бурчакларни ўлчаш одатда алоҳида бурчакни ўлчаш усули ёки доиравий қабуллар усулида, агарда кузатиш пунктида йўналишлар сони иккитадан ортиқ бўлса бажарилади. Ўлчаш қабуллари сони қўлланиладиган бурчак ўлчаш асбоби аниқлиги ва полигонометрия синфи (разряди)га қараб 17.3-жадвалда берилгандай қабул қилинади.

№	Теодолит турлари	Полигонометрия синфи. разряди		
		4-синф	1-разряд	2-разряд
1	T1, тахеометр Trimble 3600 тD	4	-	-
2	T2, 3T2KA, тахеометр Trimble 3600	6	2	2
3	T5, электрон теодолит 2T5ЭН1	-	3	2

Битта қабулдан иккинчисига ўтишда лимб қуйидаги қийматга ўзгартириб олинади $\delta = \frac{180^\circ}{n}$, n - қабуллар сони.

Бурчакларни ўлчаш асосан уч штатив тизимида амалга оширилади. Бу эса марказлаш ва редукция хатоларини ўлчанган бурчак қийматига таъсирини камайтириш имконини беради.

Уч штативли тизимда оптик теодолит ишлатилса, уни қараш трубази кузатиладиган пункт маркази устида марказлаштирилган махсус визирлаш маркасига қаратилади (17.7-расм).



17.7-расм.

Теодолит ва визир маркалари оптик шовун ёрдамида пунктлар марказлари устига 1 мм аниқликда ўрнатилади. Полигонометрия томонлари узунлиги 0,5 км дан ортиқ бўлганда бурчаклар эрталаб ва кечкурун, кўриниш сифатли яхши бўлган вақтда ўлчаниши керак. Алоҳида бурчакни ўлчаш усули қўлланганда алидада фақат соат йўли ёки унга

қарши йўналишда айлантририлиши керак. Бунда бошланғич пунктга қайта қаратиб санок олиш амалга оширилмайди. Доиравий қабуллар усулида бурчак ўлчашда 19.2. да кўриб ўтилган талабларга риоя қилиш керак. Алоҳида бурчакни ўлчаш усулида бажарилган ўлчашлар натижаси 17.4-жадвалда берилган дала журналига ёзиб ишлаб чиқилади.

Кузатиш санаси: Кузатиш вақти 8^{00}


15.04.2021

Кўриниши: яхши

Об-ҳаво: қуёшли

Тасвир: аниқ

17.4-жадвал

Йўналиш-ларни чизмаси	Бекат №	Бекат №	Кузатиш-ган пунктлар	ДЧ	ДУ	ДЧ - ДУ	$\frac{ДЧ + ДУ}{2}$	Иш палати
	I	ПП 16	ПП15	0°02'17"	180°02'11"	+6"	0°02'14"	0°00'00"
			ПП17	170°46'28"	350°46'18"	+10"	170°46'26"	170°44'12"
	I	ПП 16	ПП15	90°04'19"	270°04'07"	+12"	90°04'13"	0°00'00"
			ПП17	260°48'30"	80°48'22"	+8"	260°48'26"	170°44'13"

Бекатда (пунктда) бурчак ўлчаш ишлари битта қабулда яқунлангандан сўнг журнал ишлаб чиқилиб иккиланган коллимция хатоси ва нолга келтирилган йўналишлар топилади. Алоҳида қабулларда нолга келтирилган йўналишлар фарқи Т1 теодолити учун $\pm 5''$ ва Т2 учун $\pm 8''$ дан ошмаслиги керак.

17.4. Томонлар узунлигини ўлчаш

Ўтган кўп йиллар давомида базислар, базис томонлар ва полигонометрия томонлари узунлигини аниқ ва юқори аниқликда ўлчашда чизик узунлигини бевосита ўлчаш усули асосий бўлиб келган. Ўлчаш асбоби бўлиб инвар симли базис асбоби хизмат қилган. Свето ва радио дальномерлар ёрдамида 1:400 000 гача аниқликда чизиклар узунлигини ўлчашнинг янги технологияси пайдо бўлиши билан

чизикларни ўлчаш жараёни енгиллашди ва инвар симлар билан чизик ўлчаш ишига чек қўйилди.

Свето ва электрон дальномерларда чизик узунлигини ўлчаш принципи, асбобларнинг тузилиши ва ўлчаш аниқлиги ҳақида мазкур дарсликни 6.7 да батафсил маълумотлар берилган.

Зичлаш полигонометриясида томонлар узунлигини ўлчаш учун светодальномерлардан ташқари чет эл турли фирмалари томонидан ишлаб чиқилган электрон тахеометрлар Trimble 3M, TS 02, TCR 802 POWER ва бошқалардан фойдаланиш мумкин. Бунда чизикларни ўлчаш ва ҳисоблаш электрон тахеометрларда ўрнатилган дастурлар асосида амалга оширилади.

Светодальномерларда ўлчанган томонлар узунлигини ҳисоблаш йирик масштабли топографик съёмкалар (1:5000-1:500)ни бажариш йўриқномасига асосан амалга оширилади. Ҳисоблаб топилган томонлар узунлигига қўшимча бир қатор тузатмалар киритилиши керак бўлади, яъни:

$$D = D' + K_1 + K_2 + \delta_1 + \delta_2 + \Delta D_h \quad (17.7)$$

Бу ерда K_1 ва K_2 – светодальномер ва қайтаргич доимий қийматлари; δ_1 ва δ_2 – светодальномер ва қайтаргични пункт марказига ўрнатиш хатоси учун тузатмалар; ΔD_h – қия чизикнинг горизонтал қуйилишига ўтиш учун тузатма.

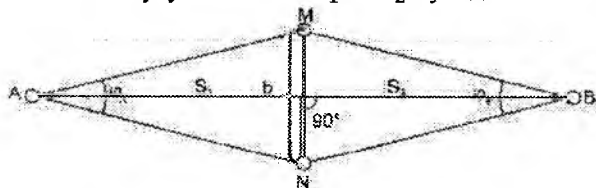
Светодальномер ва қайтаргич доимий қийматлари K_1 ва K_2 узунлиги юқори аниқликда маълум бўлган дала компораторида аниқланади. K_1 ва K_2 қийматлари дала ишлари мавсумида 2-3 маротаба – ишларни бошлашдан аввал, ишлар жараёнида ва дала ишлари якунлангандан сўнг аниқланади.

Светодальномер ва қайтаргични марказлаштириш хатолари учун тузатмалар δ_1 ва δ_2 аниқлаш марказлаштириш варағида пункт маркази, ўрнатилган светодальномер ва қайтаргич марказлари ўрни белгиланиб, ундан чизик l ва бурчак θ элементлари ўлчаниб, тегишли формулалар бўйича δ_1 ва δ_2 қийматлари ҳисобланади. Қия чизикнинг горизонтал қуйилишига ўтиш учун тузатма ΔD_h ушбу чизик учлари пунктлари баландликлари фарқи, яъни нисбий баландлик h

ёки ўлчанган чизикнинг қиялик бурчаги ν орқали ҳисоблаб топилади.

17.5. Қисқа базисли параллакттик полигонометрия ҳақида маълумот

Электрон дальномерларни ишлаб чиқишдан олдин полигонометрияда чизик ўлчашдаги оғир меҳнат параллакттик полигонометрия усулини қўллашни тақозо этган. Параллакттик усулда AB томон узунлигини аниқлаш учун калта MN базис узунлиги ва уни учлари билан ҳосил бўлган φ_A ва φ_B параллакттик (кичик) бурчаклар бевосита жойда аниқ ўлчаниб, ҳосил бўлган AMN ва BNM учбурчакларни (17.9-расм) ечишдан S_1 ва S_2 кесимлар ҳисоблаб топилади. Шунда AB томон узунлиги $S = S_1 + S_2$ бўлади.



17.9-расм.

Базис томони $MN = b$ калта (кўпинча 3 ёки 24 м) ва полигонометрия томони AB узун бўлиши сабабли ўткир параллакттик бурчаклар φ_A ва φ_B ҳосил бўлади. Базис сифатида узунлиги 3 м рейка ёки 24 метрли инвар сим олинади. Базис чизиғи узунлиги аниқланадиган йўл томони ўртасида (симметрик) ва 90° бурчак остида жойлаштирилиши керак. Чизик узунлигини топиш аниқлиги бу усулда асосан параллакттик бурчаклар ва базис узунлигини ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Келтирилган 17.9-расмдаги симметрик параллакттик звенода йўл томони узунлиги қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{b}{2} \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi_A}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi_B}{2} \right). \quad (17.8)$$

Звено симметрик ромб шаклини ташкил килса, параллакттик усулда аниқланган чизик узунлигини нисбий ўрта квадратик хатоси куйидагича топилади:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{Sm_\varphi}{2\sqrt{2}b\rho''} \quad (17.9)$$

Бу ерда m_φ – параллакттик бурчакни ўлчаш ўрта квадратик хатоси.

Мисол: аниқланадиган томон узунлиги $S = 450$ м, $m_\varphi = \pm 2''$, $b = 24$ м базис b чизик ўртасида жойлашганда унинг нисбий ўрта квадрат хатоси (17.9) формуладан куйидагига тенг:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{Sm_\varphi}{2\sqrt{2}b\rho''} = \frac{450 \cdot 2''}{2\sqrt{2} \cdot 24 \cdot 206265''} = \frac{1}{15500}$$

Шаҳар 1 ва 2-разряд полигонометриясида киска базисли параллакттик усул кўпроқ қўлланади. Бунда параллакттик бурчаклар Т2 теодолити ёки аниқлиги унга тенг бўлган бошка теодолитларда ўлчанади ва базис сифатида узунлиги 2 ёки 3 м базис жезллари қўлланади.

Жой шароитига қараб узунлиги аниқланадиган полигонометрия томонида базис уни ўрта қисмида эмас, балки бир учида жойлаштирилса, хатолик бир мунча ошиб кетади. Худди ўша юқорида олинган мисол учун аниқликни куйидагича баҳолаймиз:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{Sm_\varphi}{b\rho''} = \frac{450 \cdot 2''}{24 \cdot 206265''} = \frac{1}{5500}$$

Демак, бунда аниқлик уч баробарга яқин пасайиб кетди.

Шуни ҳисобга олиб, базисни звенода симметрик ва ўртада жойлаштириш имконини кидириш керак. Шундай қилиб, параллакттик полигонометрия звеносини куришда куйидагиларга риоя қилиш керак:

1) базис чизиги ўлчаниши керак бўлган чизикка перпендикуляр ($2'$ аниқликда) ва симметрик жойлаштирилиши керак;

2) базис сифатида аниқ компорланган (0.2 мм аниқликда) 24 метрли инвар сим ёки 3 метрли рейка қўлланилиши керак;

3) параллактик бурчаклар қийматлари биринчи разряд полигонометрияда 8° ва 2-разрядда 4° дан кичик бўлмаслиги керак.

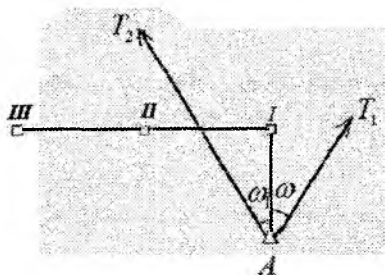
17.6. Полигонометрик йўллارни таянч пунктларга боғлаш

Зичлаш полигонометрияси йўллари таянч геодезик пунктларга боғлашдан мақсад йўл томонларига дирекцион бурчак ва пунктларга эса координаталарни узатиш ҳамда ўлчаш натижаларини назорат қилишдан иборат. Шунини айтиш керакки полигонометрик йўллارни ҳеч бўлмаганда ўзини синфига тенг триангуляция тармоғи пунктларига ёки ўзини синфидан битта синф юқори полигонометрик тармоқ пунктига боғлашга рухсат этилади.

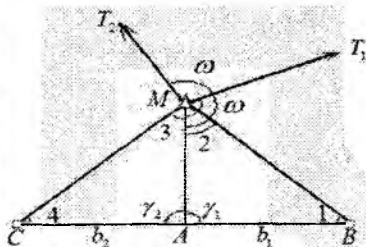
Полигонометрик йўл очик ҳудудларда қурилса ва уни яқин атрофида жойлашган, маркази ерда маҳкамланган триангуляция пункти бўлса, боғлаш ҳеч қандай қийинчилик туғдирмайди. Бундай ҳолатда полигонометрик йўлнинг охириги нуқтаси қилиб ушбу пункт қабул қилинади (17.9-а расм).

Бунда теодолит ерда пункт маркази A устида марказлаштирилиб полигонометрик йўл охириги томони IA (17.9-а расм) ва жойдаги T_1 триангуляция пунктига қараб йўналиш орасидаги ω бурчаги ўлчанади. Назорат учун ω_1 бурчаги ҳам ўлчанади.

а)



б)



7.10-расм.

Шаҳарнинг зич қурилган ҳудудда триангуляция пункти M томда ўрнатилган бўлса, ушбу пунктка полигонометрик йўлни яқинлашиб келган пункти A ни боғлаш учун триангуляция пункти ушбу маҳкамланган A пункти устига кўчирилади. Бунинг учун жойда AMB учбурчакни қуриш керак ва унда AB томон узунлиги b_1 ва учала бурчак 1, 2 ва γ_1 ўлчанади (7.10. б-расм). M пункт марказини жойга кўчириш натижасини назорат қилиш учун иккинчи ACM учбурчакдаги AC томон узунлиги b_2 ва 3, 4 ва γ_2 бурчаклари ўлчанади. M пункти координатларини A пункт устига кўчириш аниқлиги AMB ва ACM учбурчакларни шаклига боғлиқ. Йўрикномаларда ушбу учбурчаклар ҳар бир бурчагининг қиймати 40° дан кичик бўлмаслиги зарурлиги кўрсатиб ўтилади.

Назорат саволлари:

1. Зичлаш полигонометрия тармоқлари нима мақсадда қурилади?
2. Ҳудудларда қуриладиган зичлаш полигонметрияси учун қандай техник кўрсаткичлар таъминланиши керак?
3. Полигонметрия тармоғини лойиҳалаш қандай кетма-кет босқичларда амалга оширилади?
4. Полигонометрик йўлнинг аниқлигини ҳисоблаш учун нималар асос қилиб қабул қилинади?
5. Зичлаш полигонометриясида бурчакларни қандай аниқликдаги теодолитлар амалга оширилади?
6. Зичлаш полигонометриясида томонлар узунлиги қандай геодезик асбобларда ўлчанади?
7. Параллактик полигонометрия звеносини қуришда нималарга риоя қилиши керак?

ПОЛИГОНОМЕТРИЯДА ТЕНГЛАШТИРИШ ИШЛАРИ

18.1. Даствлабки ҳисоблашлар

Даствлабки ҳисоблашлар дала ўлчаш журналларидаги барча ёзувлар ва ҳисоблашларни текшириш ҳамда полигонометрик тармоқ (йўл) ишчи чизмасини тузишдан бошланади.

Чизиклар узунлигини ўлчаш журналларини ишлаб чиқиш, ўлчаш усулидан келиб чикиб тегишли формулалар бўйича бажарилади. Чизик горизонтал қуйилиши қиймати ўлчанган чизик қиялиги учун тузатмани киритиб топилади. Тузатма қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\Delta S_h = \frac{h^2}{2l} + \frac{h^4}{8l^3}. \quad (18.1)$$

Бу ерда h – ўлчанган чизик учлари нуқталари нисбий баландлиги;

l – ўлчанган чизик узунлиги.

Чизик горизонтал қуйилиши қийматини Гаусснн текисликдаги проекциясида ҳисоблаш учун чизик горизонтал қуйилишига қуйидаги формула бўйича ҳисобланадиган тузатма киритилади:

$$\Delta S_c = \frac{Y_m}{2R_m^2} S'. \quad (18.2)$$

Бу ерда S' – чизикнинг горизонтал қуйилиши; Y_m – чизик ўрта нуқтасининг ордината қиймати, у картадан ўлчаб олиниши мумкин;

R_m – ер шарининг радиуси, $R = 63711$ км.

Тузатма ΔS_c фақат мусбат ишорага эга, чунки Гаусс проекциясида чизикнинг горизонтал текисликдаги узунлиги эллипсоид сиртдаги қийматидан катта.

Чизик узунлигини денгиз сатҳига келтириш учун қуйидаги формуладан ҳисобланадиган тузатма киритилади:

$$\Delta S_H = \frac{H_m}{R_m} S'. \quad (18.3)$$

Бу ерда H_m – ўлчанган чизиқни денгиз сатҳига нисбатан ўртача баландлиги (ишлаш ҳудуди учун топографик картадан олинади).

Ўзбекистон ҳудуди учун бу тузатма манфий ишорага эга бўлади.

Бурчак ўлчаш журналларини ишлаб чиқишда қабуллардан олинган бурчаклар ёки горизонтал йўналишлар ўртача қийматлари ҳисобланади ва ўлчашлар аниқлиги баҳоланади.

Бурчакларни ўлчаш полигонометрик тармоқ ёки якка йўлда бир хил шароитда, битта кузатувчи томонидан ва қабуллар сони тенг бажарилган бўлса, бир қанча пунктларда бажарилган ўлчашлар учун ўлчашни ўрта квадратик хатоси қуйидагича ҳисобланиши мумкин:

$$m^2 = \frac{[vv]_i}{K(n-1)}. \quad (18.4)$$

Бу ерда $[vv]_i$ – i номерли пунктда олинган ўртача қийматдан ҳар бир қабулдаги қийматнинг оғиши квадратлари суммаси; K – пунктлар сони; n – қабуллар сони.

Қабулларда ўлчанган бурчаклар якуний қийматининг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан топилади:

$$m_\beta = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{[vv]_i}}{\sqrt{nK(n-1)}}. \quad (18.5)$$

Тенглаштиришни бошлашдан аввал дала ўлчаш натижалари сифатли эканига ишонч ҳосил қилиш керак. Бунинг учун ҳисобланган боғланмасликлар (хатолар)и уларнинг чекли қиймати билан солиштирилади. Якка полигонометрик йўлда ўлчанган бурчаклар боғланмаслиги қиймати қуйидаги формула бўйича топилади (чап бурчаклар учун):

$$f_\beta = \alpha_6 + \sum_1^{n+1} \beta_i - (n+1) \cdot 180^\circ - \alpha_{\text{ох}}. \quad (18.6)$$

Бурчаклар чекли хатоси учун

$$f_{\beta_{\text{чек}}} = 2m_\beta \sqrt{n+1}, \quad (18.7)$$

ўлчанган чизиқлар боғланмаслиги учун

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (18.8)$$

Бу ерда $f_x = \sum_i^n \Delta x - (x_{\text{ох}} - x_6)$, $f_y = \sum_i^n \Delta y - (y_{\text{ох}} - y_6)$.

Чекли хато

$$f_{s_{\text{чек}}} = \pm 2M. \quad (18.9)$$

Бу ерда M – йўл охирги нуқтасининг планли ўрни ўрта квадратик хатоси.

Бунда $\frac{f_s}{[s]}$ нисбий хато ҳисобланиб, у куриладиган йўл учун ўрнатилган меъёрий нисбий хато билан солиштирилганда қуйидаги шарт таъминланиши керак:

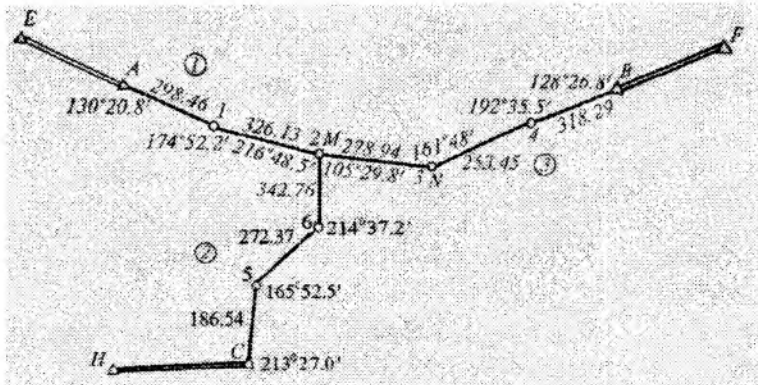
$$\frac{f_s}{[s]} \leq \frac{1}{T}. \quad (18.10)$$

Бу ерда T – йўл учун белгиланган меъёрий нисбий хато маҳражи.

Юқоридаги (18.8) формуладаги f_x ва f_y қийматлар йўл пунктлари ҳисобланган дастлабки координатлари орқали топилади.

18.2. Битта тугун нуқтали полигонометрик тармоқни тенглаштириш

Бошланғич пунктлар A, B, C ва EA, FB, HC бошланғич томонларга таянган битта тугун нуқта M га эга 2 разряд полигонометрик тармоқ (18.1-расм)ни тенглаштириш керак бўлсин. Бунда A, B, C бошланғич пунктлар ва томонлар юқори синфдаги тармоққа тегишли бўлиб, уларнинг координатлари ва дирекцион бурчаклари маълум.



18.1-расм.

Бу тармоқдаги йўлларнинг бурилиш бурчаклари ва томонларининг узунлиги жойда ўлчаб топилган. 2-разряд полигонометрия йўллари содда усулда тенглаштирилади. Бунда дастлаб бурчаклар тенглаштирилади, кейин эса координаталар орттирмалари ҳисобланади ва тенглаштирилади, унга *алоҳида тенглаштириш* усули дейилади. Бурчакларни тенглаштириш тугун чизиқни танлашдан бошланади. Бунда тугун чизиқ сифатида *M* тугун нуктага туташган йўллардан ихтиёрий биттасининг томони қабул қилиниши мумкин. Бизнинг мисолда *MN* йўл томони қабул қилинади (18.1-расм). Олинган мисолда тугун чизиққа қараб ҳар бир йўл бошланғич томони дирекцион бурчагидан бошлаб кейинги томонлар дирекцион бурчаклари қуйидаги формуладан топилади:

$$\alpha_i = \alpha_{i\text{бош}} + 180^{\circ}n_i - [\beta_i]. \quad (18.11)$$

Бунда $\alpha_{\text{бош}} = \alpha_{EA}, \alpha_{FB}, \alpha_{HC}$; n_i – йиғинди $[\beta_i]$ га кирадиган бурчаклар сони ($i = 1, 2, 3, \dots$).

Агарда йўл бўйича чап бурчаклар ўлчанган бўлса, (18.11) формула қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\alpha_i = \alpha_{i\text{бош}} + [\beta_i] - 180^{\circ}n_i. \quad (18.12)$$

Бунда $[\beta_i]$ – ўлчанган чап бурчаклар йиғиндиси.

(18.11) ёки (18.12) формулалар бўйича ҳисобланган тугун чизиқ дирекцион бурчаги қийматлари 18.1-жадвалда

Берилган. Ҳар учала йўллар бўйича ҳисобланган тугун томон дирекцион бурчаги қийматлари α_1 , α_2 ва α_3 учун уларнинг вазнлари қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$P_i = \frac{K}{n_i}. \quad (18.13)$$

Бунда n_i – йўлдаги бурчаклар сони.

Навбатда тугун чизик MN нинг тенгланган яқуний дирекцион бурчаги қуйидаги вазнли арифметик ўрта формуласи орқали топилади:

$$\alpha = \frac{[P\alpha]}{[P]} = \alpha_0 + \frac{[P\varepsilon]}{[P]}. \quad (18.14)$$

Бунда α_0 – топилган дирекцион бурчак қийматларидан энг кичиги;

ε_i – қолдиқ, энг кичик қиймат билан қолган қийматлар фарқи, у қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\varepsilon_i = \alpha_i - \alpha_0. \quad (18.15)$$

Келтирилган (18.13) - (18.15) формулалар бўйича ҳисобланган натижалар 18.1-жадвалнинг тегишли графаларида берилган. Худди шу жадвалда тармоқни 1, 2, 3-йўллари бўйича бурчаклар йиғиндисидagi хатолар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланиб келтирилган:

$$f_{\beta_i} = \alpha - \alpha_i. \quad (18.16)$$

Бу ерда α – тугун йўналиш MN тенглаштирилган дирекцион бурчаги.

Ушбу формула йўлнинг ўнг томондаги бурчаклари учун. Агар чап бурчаклар ўлчанган бўлса:

$$f_{\beta_i} = \alpha_i - \alpha. \quad (18.17)$$

(18.14) формуладан дирекцион бурчак α нинг ва (18.16), (18.17)дан бурчаклар йиғиндисидagi хатоларни ҳисоблаш назорати бўлиб қуйидаги шарт хизмат қилади:

$$[pf_{\beta}] = 0. \quad (18.18)$$

Йўл №	α_{MN}	ε	n	$P = \frac{K}{n},$ $K = 10$	$p\varepsilon$	f_{β}	$p f_{\beta}$
1	102°43,8'	+2,1'	3	3,3	+6,9	-1,2'	-4
2	42,2'	+0,5'	4	2,5	+1,2	+0,4'	+1
3	41,7'	0	3	3,3	0	+0,9'	+3
$\alpha_0 = 102^{\circ}41,7'$				9,1	+8,1		$[p f_{\beta}] = 0$

Ҳар бир йўл учун ҳисобланган f_{β} қийматлари йўл кўярли экани маълум формула, $f_{\beta_{чек}} = 1' \sqrt{n}$ бўйича текширилиб, хатоликлар тегишли йўллардаги ҳар бир бурчакка тескари ишораси билан тенг бўлиб борилади ва бурчаклар тузатилади. Кейин ҳар бир йўл томонларининг дирекцион бурчаклари тегишли формулалар (9.5 га қаралсин) орқали ҳисобланади. Ҳисобланган дирекцион бурчаклар ва томонлар узунлиги бўйича тегишли формулалар (9.5 да берилган) орқали координаталар орттирмаси ҳисобланиб, йўллар бўйича улар йиғиндиси топилади.

Юқорида келтирилган (18.14) формуладан тугун йўналиш тенгланган дирекцион бурчаги $\alpha = 102^{\circ}41,7' + \frac{8,1'}{9,1} = 102^{\circ}42,6'$ бўлади.

Координаталар орттирмасини тенглаштириш худди бурчакларни тенглаштиришга ўхшаш тартибда бажарилади. Ҳар бир йўл бўйича бошланғич пунктдан бошлаб тугун нукта M га (18.1-расм) қараб унинг координаталари қуйидаги формулалардан ҳисобланади.

$$\begin{aligned} x_i &= x_{i\text{бош}} + [\Delta x]_i \\ y_i &= y_{i\text{бош}} + [\Delta y]_i \end{aligned} \quad (18.19)$$

Олинган мисолда (18.19) формулалар бўйича ҳисобланган M нуктасининг координаталари 18.2-жадвалда берилган.

№	x , м	ε_x , см	$p\varepsilon_x$, см	\bar{L}_1 , см	L , м	$P = \frac{K}{n}$ $K=1$	f_y , см	$p\varepsilon_y$, см	ε_y , см	y , м
1	25,43	+19	30,4	-2	0,62	1,6	-13	+36,8	+23	770,57
2	25,55	+31	37,2	-14	0,78	1,2	-10	0	0	770,34
3	25,24	0	0	-17	0,83	1,2	+9	+1,2	+1	770,35
$x_0 = 25,24$			67,6			4,0		38,0		$x_0 = 770,3$

Иккита калта йўллар бўйича орттирмалар хатоси йўл қўярли чеки текширилади:

$$f_{x_{1+2}} = x_1 - x_2 = 25,43 - 25,55 = -0,12 \text{ м};$$

$$f_{y_{1+2}} = y_1 - y_2 = 770,57 - 770,34 = +0,23 \text{ м};$$

$$f_{L_{1+2}} = \sqrt{0,12^2 + 0,23^2} = 0,25 \text{ м}; \quad \frac{f_{L_{1+2}}}{L_{1+2}} = \frac{0,25}{1403} = \frac{1}{5700};$$

$$f_{x_{2+3}} = x_2 - x_3 = 25,55 - 25,24 = +0,31 \text{ м};$$

$$f_{y_{2+3}} = y_2 - y_3 = 770,34 - 770,35 = -0,01 \text{ м};$$

$$f_{L_{2+3}} = \sqrt{0,31^2 + 0,01^2} = 0,31 \text{ м}; \quad \frac{f_{L_{2+3}}}{L_{2+3}} = \frac{0,31}{1650} = \frac{1}{5200}.$$

Навбатда тугун нуқтанинг якуний тенгланган координаталари ваъзли арифметик ўрта формуласи бўйича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{[Px]}{[P]} = x_0 + \frac{[P\varepsilon_x]}{[P]} \\ y &= \frac{[Py]}{[P]} = y_0 + \frac{[P\varepsilon_y]}{[P]} \end{aligned} \right\} \quad (18.20)$$

Олинган мисолда (18.20) формулалардан топамиз:

$$x = 25,24 + \frac{0,676}{4} = 25,41 \text{ м},$$

$$y = 770,34 + \frac{0,380}{4} = 770,44 \text{ м}.$$

Бу ерда ва $[P\varepsilon_x]$ ва $[P\varepsilon_y]$ қийматлари юқоридаги жадвалдан метрда олинган.

Бу ҳисобланган координаталар орқали ҳар бир йўл бўйича координаталар орттирмаларининг хатоси топилади:

$$\left. \begin{aligned} f_{x_i} &= x_i - x \\ f_{y_i} &= y_i - y \end{aligned} \right\} \quad (18.21)$$

Бу ерда x_i, y_i ва x, y – тугун нуқтанинг тегишлича дастлабки ва тенглаштиришдан топилган координаталари.

Тугун нуқтанинг тенглаштирилган координаталарини ҳисоблаш назорати қуйидаги шартлар асосида бажарилади:

$$[pf_x] = 0, [pf_y] = 0. \quad (18.22)$$

Юқоридаги 18.2-жадвалда келтирилган йўллар орттирмалари хатоси тескари ишораси билан ҳар бир томон орттирмасига унинг узунлигига пропорционал равишда бўлиб берилди ва тузатилган орттирмалар бўйича йўллар бурилиш нуқталарининг координаталари олдинги мавзуларда қўриб чиқилган йўлда ҳисоблаб топилади.

Бу ҳисоблашлар 18.1-расмдаги тармоқнинг 1-йўли учун мисол сифатида ечилиб, натижалар қуйидаги 18.3-жадвалда келтирилган.

18.3-жадвал

Нуқта-лар №	Бурчишлар	Дирекцион бурчишлар	Аксонанал-горизонтал куйиши	Координаталар орттирмаси		Координаталар	
				Δx	Δy	x	y
<i>1-йўл</i>							
<i>E</i>		84°48,3'					
<i>A</i>	+0,4' 130°23,8'					482,35	345,6 2
		134°24,1'	298,48	-0,01 -208,84	-0,06 +213,25		
<i>I</i>	+0,4' 174°52,2'					273,50	558,8 1
		139°31,5'	326,13	-0,01 -248,08	-0,07 +211,70		
<i>2</i>	+0,4' 216°48,5'					25,41	770,4 4
<i>3</i>		102°42,5'					
$\sum \beta_{\alpha} = 522^{\circ}04,5'$ $\sum \beta_{\beta} = 522^{\circ}05,7'$ $f_{\beta} = -01,2'$ $f_{\beta_n} = -01,7'$				[S] = 624,61	-456,92 +456,94	+424,95 -424,82	
				$f_x = +0,02$	$f_x = +0,13$		
				$f_s = \sqrt{(0,02)^2 + (0,13)^2} = 0,13$			
				$\frac{f_s}{[S]} = \frac{0,13}{624,61}$	$\frac{1}{5000}$		

Тармоқдаги қолган 2 ва 3-йўллар ҳам худди шундай ишлаб чиқилади ва йўл нуқталари координаталари ҳисобланади.

18.3. Полигонометрик тармоқни В.В.Поповнинг полигонлар усулида тенглаштириш

Проф. В.В.Попов полигонлар усулида полигонометрия тармоғи алоҳида-алоҳида, яъни дастлаб бурчаклар тенглаштирилади, кейин эса бурчакларга боғлиқ бўлмаган ҳолда координаталар ортгирмалари тенглаштирилади. Эркин бўлмаган полигонометрия тармоғи ушбу усулда эркин тармоқдай тенгланади, фақат бунда сохта йўллар киритилади (улар чизмада узук чизиқлар билан кўрсатилади). Қуйида 2-разряд эркин полигонометрия йўллари тармоғини тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Дастлаб тармоқ чизмасини чизиб, унда полигонлар ва нуқталар рақами, ўлчанган горизонтал бурчаклар қиймати ($0,1'$ гача яхлитлаб), томонлар узунлиги, ўлчанган бурчаклар хатоси ва уларнинг чекли қиймати ёзиб кўрсатилади (18.2-расм).

Бунда ёпиқ полигон ўлчанган бурчакларининг хатоси ва унинг чекли қиймати олдинги мавзулардан маълум формулалар бўйича ҳисоблаб топилади, яъни:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\alpha} - \sum \beta_n,$$

$$f_{\beta_{\text{чек}}} = \pm 1' \sqrt{n}.$$

Бу ерда n – полигонда ўлчанган бурчаклари сони; $\sum \beta_{\alpha}$ – ўлчанган бурчаклар йиғиндиси; $\sum \beta_n$ – бурчаклар йиғиндисининг назарий қиймати, у ёпиқ палигонда қуйидагига тенг:

$$f_{\beta_n} = 180^{\circ}(n - 2).$$

Агарда $f_{\beta} \leq f_{\beta_{\text{чек}}}$ шарти бажарилса, тармоқни тенглаштиришга ўтилади.

Горизонтал бурчакларни тенглаш. Бу иш қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

1. Бевосита чизманинг ўзида (18.2-расм) горизонт шартини таъминлаш мақсадида (бурчаклар йиғиндиси 360° га тенг бўлиши керак) Т10 ички тугун нуқтасидаги бурчаклар йиғиндиси тузатилади. Бунда ҳар учала бурчаклар йиғиндиси 360° дан $-1,2'$ га фарқ қилгани туфайли у учга тенг бўлиниб, тескари ишораси билан ҳар бир бурчак ёнига $+0,4'$ дан (расмда ости чизиб келтирилган) ёзиб қўйилади (18.2-расм).

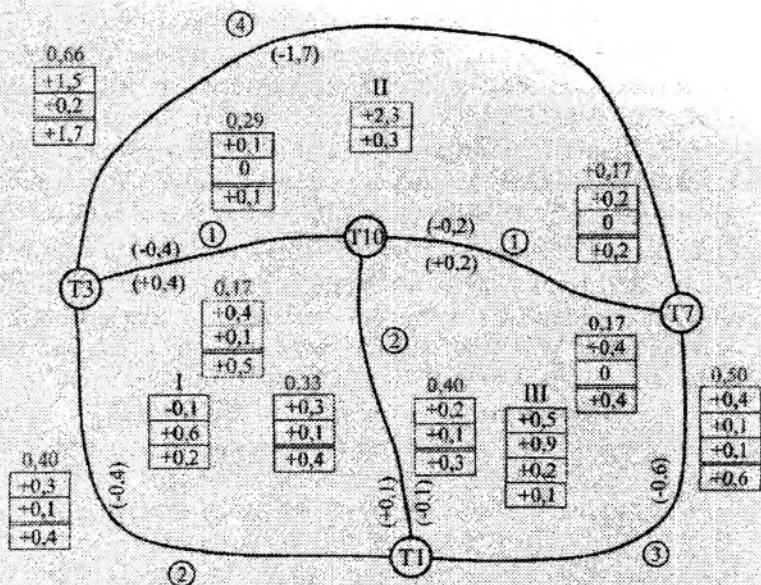
2. Бурчакларни тенглаш учун тармоқ чизмаси тайёрланиб, (18.3-расм) унда тугун нуқталар орасида полигонлар чегаралари, тугун нуқталар ва полигонлар рақами ва ҳар бир йўл учун томонлар сони ёзиб кўрсатилади.

3. Ҳар бир полигон ичида полигондаги бурчаклар хатосини ёзиш учун унинг ўрта қисмида жадвалчалар чизилади. Жадвалчалар устида полигон рақами ёзилади. Полигонларнинг ҳар бир томони учун жадвалчалар чизилади: ташқи томон учун – битта (ташқарида), ички (икки қўшни полигонлар умумий томони) томон учун иккита. Улар йўлнинг ҳар иккала томонида жойлаштирилади.

4. Қуйидаги қоидага асосланиб «қизил рақамлар» ҳисобланади: «қизил рақамлар» ҳар бир йўлдаги томонлар сонининг полигондаги томонлар умумий сонига бўлинади. «Қизил рақамлар»ни ҳисоблаб, натижани 0,01 гача яхлитлаб қизил рангда ушбу полигон ташқи жадвалчалари устига ёзиб қўйилади.

Ҳисоблашнинг назорати бўлиб ҳар бир полигон бўйича «қизил рақамлар» йиғиндиси бир бутунга (1,0) тенг бўлиши хизмат қилади.

5. Чизма бўйича (18.3-расм) бурчакларни тенглаштириш хатоликнинг мутлақ қиймати энг катта бўлган полигондан бошланади. Бунинг учун хатолик ушбу полигоннинг ташқи жадвалчалари устида ёзилган «қизил рақамлар»га кетма-кет кўпайтирилиб, натижалар хатолик ишораси билан тегишли тузатмалар жадвалчалари ичига ёзилади.



18.3-расм.

Масалан, 18.3-расмда келтирилган мисолда тенглаш II полигондан бошланади (хатолиги +2,3' га тенг). Бунинг учун куйидаги ҳисоблашлар бажарилади:

$$\begin{aligned} +2,3' \times 0,66 &= +1,5', \\ +2,3' \times 0,17 &= +0,4', \\ +2,3' \times 0,17 &= +0,4'. \end{aligned}$$

Назорат: $+1,5' + 0,4' + 0,4'$.

6. Навбатда III полигонга ўтилади. Унда хатонинг янги қиймати ҳисобланади. Бунинг учун III полигон хатоси +0,5' билан II полигондан тугун нуқталар T10-T7 орасидаги томон учун ҳисобланган тузатма йиғиндиси топилади. Шунда III полигондаги хатонинг янги қиймати куйидагича бўлади:

$$f_B = +0,5' + 0,4' = +0,9'.$$

Хатонинг янги қиймати унинг олдинги қиймати остига ёзилади. (18.3-расмда III полигон ўртасидаги жадвалчанинг иккинчи каторига қаралсин). Шундан кейин бу хато кетма-

кст III полигон томонлари ташқарисидаги жадвалчалар устида ёзилган «қизил рақамлар»га кўпайтирилиб, топилган тузатмалар хатолик ишораси билан тегишли жадвалчалар ичида ёзилади.

7. Кейин I полигонга ўтилади ва ундаги хатонинг янги қиймати ҳисобланади. I полигондаги хатонинг янги қиймати қуйидагига тенг бўлади: $f_{\beta} = +0,1' + 0,3' + 0,4' = +0,6'$. Бу ерда 0,3' III полигондан, 0,4' эса II полигондан ҳисобланган тузатмалар (тегишли жадвалчалар ичида ёзилган). Хатолик, ўз навбатида, I полигон томонлари ташқарисидаги жадвалчалар устидаги «қизил рақамлар»га кўпайтирилиб, тузатмалар топилади ва шу жадвалчалар ичига ёзилади.

8. Полигонларда ҳисобланган хатоларни тарқатиб бўлиб, қайта яна II полигонга ўтилади ва ҳисоблашлар юқорида ёзиб ўтилган тартибда полигонлардаги хатоларнинг янги қийматлари нолга тенг бўлгунча давом эттирилади.

9. Ҳар бир тузатмалар жадвалчаларидаги тузатмалар алгебраик йиғиндиси топилиб, жадвалча остида чизилган кўш чизикчалар тагида ёзилади.

10. Полигонлар ҳар бир йўлидаги бурчаклар йиғиндисига тузатмалар қуйидагича ҳисобланади: иккита кўшни полигонларга тегишли йўл бурчаклари йиғиндисига тузатма ички ва ташқи жадвалчалар рақамларини алгебраик йиғиндисига тенг, бунда ташқи жадвалча рақамлари йиғиндиси тесқари ишора билан олинади. Масалан, II полигонни T3-T10 томони учун $+0,1' + (-0,5') = -0,4'$, T7-T10 томон учун $+0,2' + (-0,4') = -0,2''$ (18.2-расм). Фақат битта полигонга тегишли йўл бурчаклари йиғиндисига тузатма эса ташқи жадвалча йиғиндисининг тесқари ишораси билан олинади. Масалан, T3-T7 йўл учун бу $-1,7'$.

Қолган полигонлар томонлари учун ҳам тузатмалар айнан юқорида кўриб ўтилгандек ҳисобланади. Томонлар учун ҳисобланган тузатмалар уларнинг ўрта қисмида кавс ичида ёзиб қўйилади. Тузатмаларни ҳисоблаш назорати бўлиб, уларнинг ҳар бир полигон бўйича йиғиндиси полигон бошланғич хатосига тесқари ишора билан тенг бўлишидан иборат. Масалан, I полигонда томонлар учун ҳисобланган тузатмалар йиғиндиси қуйидагига тенг: $(-0,4') + (+0,4') +$

Т3-Т10 нуқталар орасидаги йўл								
Т3	(Унг бурчак)					+1186,71	1036,16	3-тугун нуқта
		62°48,1'	140,60	-01 +64,27	-03 +125,06			
Т10	+0,2' 53°30,0'					1250,97	1161,19	10-тугун нуқта
		189°17,9'						
$\varepsilon\beta_a = 53^\circ 30,0'$		[S]	$\Sigma \Delta x = +64,27$	$f_s = 0,03$				
$f_\beta = -0,2'$		= 140,60	$\Sigma \Delta y = +125,06$	$f_s = \frac{0,03}{[S]} = \frac{0,03}{140,6} = \frac{1}{5000}$				
$f_{\beta_s} = \pm 1,0'$			$f_x = +0,01$					
			$f_y = +0,03$					

18.2-расмдаги тармоқнинг қолган тугун нуқталари Т1, Т3, Т7 ва Т10 орасидаги Т3-Т7, Т7-Т10, Т1-Т10 ва Т1-Т7 ва йўллар худди юқоридаги жадвалда келтирилган тартибда ишлаб чиқилади.

18.4. Полигонометрик тармоқни эквивалент алмаштириш усулида тенглаштириш

Эквивалент алмаштириш усули билан фақат тугун йўналиш дирекцион бурчаги ва тугун нуқталар координаталари ҳисоблаб олинади. Тармоқдаги бошланғич пунктлар ва тугун нуқталар орасидаги йўлни тенглаштириш соддалаштирилган усулда бажарилади, яъни бурчаклар боғланмаслиги f_β барча бурчакларга тенг тарқатилади. Координаталар орттирмаларининг боғланмасликлари f_x ва f_y эса томонлар узунлигига пропорционал тақсимланади.

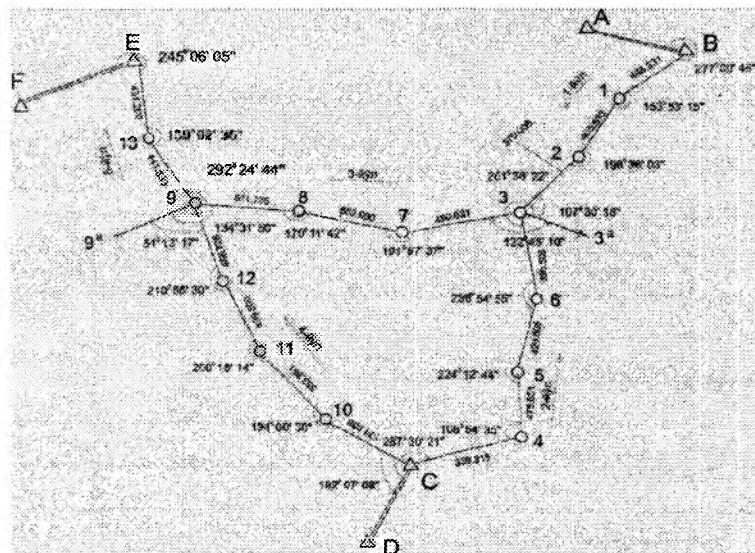
Ушбу усулда барча ҳисоблашларни қуйидаги 18.4-расмда келтирилган 1-разряд полигонометрия тармоғи мисолида кўриб чиқамиз.

Ҳисоблаш ишлари дала журналидан ўлчанган бурчаклар қийматини ҳар бир йўл бўйича ҳисоблаш ведемостига (18.5-жадвал) ёзишдан бошланади. Навбатда эквивалент алмаштириш усулида 18.4-расмда кўрсатилган тугун йўналишлар 3-3^a ва 9-9^a дирекцион бурчаклари

тенглаштрилади (18.5 ва 18.6-жадваллар). Бунда **дирекцион** бурчакнинг вазни қуйидаги формуладан топилади:

$$P_{(\beta)} = P_{\alpha} = \frac{c}{n+1}. \quad (18.23)$$

Олинган мисол учун формуладаги C қийматига $C = 10$ олиниши маъкул.



18.4-расм.

Тугун йўналиш $3-3^a$ дирекцион бурчаги қийматини икки мартаба, 1 ва 2-йўллар бўйича (18.12) формуладан топиш мумкин. Топилган дирекцион бурчак қийматларидан қуйидаги формула бўйича уни вазнли ўртача қийматига ўтилади:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 + \dots + \alpha_n P_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}. \quad (18.24)$$

Бу ерда $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – тугун йўналишни ҳар бир йўл бўйича ҳисобланган дирекцион бурчаги қийматлари; P_1, P_2, \dots, P_n – ҳар бир йўл бўйича ҳисобланган дирекцион бурчак вазни (18.23 формуладан).

Эквивалент йўл бўйича дирекцион бурчак вази, уни ташкил қилувчи йўллар бўйича вазнлар суммасига тенг бўлади, яъни $P_{1,2} = P_1 + P_2$.

Эквивалент йўл 1.2 да бурчаклар сони қуйидагига тенг:

$$(n + 1)_{1,2} = \frac{c}{P_{1,2}}. \quad (18.25)$$

18.5-жадвал

Нуқта-лар №	Бурчак бурчаклари (град)	Дирекцион бурчаклар	Ҳомонлар узунлиги	Координата оггринма лари		Координата галар	
				Δx	Δy	x	y
1	2	3	4	5	6	7	8
1-йўл							
A		122°29'45"	-				
B	227°00'46"					10652,48 9	10271,685
		219°30'31"	445,231	+1 -343,509	+2 -283,253		
1	-1 153°53'15"					10308,98 1	9988,435
		193°23'45"	405,983	- 394,937	+2 -94,057		
2	-1 198°36'03"					9914,044	9894,380
		211°59'47"	370,008	- 313,797	+2 -196,054		
3	-1 107°30'18"					9600,247	9698,328
		139°30'04"					
3°							
$\Sigma \beta_a = 739°00'42''$ $f_\beta = -3''$ $f_{\beta_n} = \pm 20''$		[S]	$\Sigma \Delta x = +1058,243$ $= 1221,222$	$\Sigma \Delta y = -573,364$ $f_y = -0,006$	$f_s = 0,006$ $f_s = \frac{1}{[S]}$ $[S] = 203000$		
			$f_x = -0,001$				
2-йўл							
D		280°21'03"	-				
C	287°30'21"					8320,000	9552,000
		27°15'24"	359,315	317,677	-2 167,894		
4	+1" 108°54'35"					8637,677	9719,892
		316°46'00"	475,651	-2 346,545	-2 -325,807		
5	+1" 224°12'44"					8984,220	9394,083
		0°58'45"	429,805	-2 429,742	-2 7,345		

6	+1" 236°54'55"					9413,960	9401,426
		57°53'41"	350,505	186,285	-1 296,903		
3	+1" 261°36'22"					9600,245	9698,328
		139°30'04"					
3 ^a							
$\Sigma \beta_{\alpha} = 1119^{\circ}08'57''$ $f_{\beta} = +4''$ $f_{\beta_{\alpha}} = \pm 22''$		[S] = 1615,276	$\Sigma \Delta x = +1280,249$ $\Sigma \Delta y = +146,335$	$f_x = 0,008$ $f_y = +0,007$	$f_s = 0,008$ $[S] = \frac{1}{202000}$		
		f_x = +0,004					

18.5-жадвалнинг давоми

3-йўл							
3 ^a							
		319°30'04"	-				
3	-3" 122°45'10"					9600,245	9698,328
		262°15'11"	490,021	-39 -66,054	-6 -485,549		
7	-3" 191°57'37"					9534,152	9212,773
		274°12'45"	652,900	-52 +47,959	-9 -651,136		
8	-3" 170°11'42"					9582,059	8561,628
		264°24'24"	511,735	-40 -49,877	-8 -509,298		
9	-4" 134°31'50"					9532,142	8052,322
		218°56'10"					
9 ^a							
$\Sigma \beta_{\alpha} = 619^{\circ}26'19''$ $f_{\beta} = -13''$ $f_{\beta_{\alpha}} = \pm 20''$		[S] = 1654,65	$\Sigma \Delta x = -67,972$ $\Sigma \Delta y = -1645,983$	$f_x = +0,131$ $f_y = +0,023$	$f_s = 0,133$ $[S] = \frac{1}{12400}$		
4-йўл							
D							
		280°21'03"	-				
C	182°07'08"					8320,000	9552,000
		282°28'11"	571,038	-6 123,301	-27 -537,567		
10	194°00'58"					8443,295	8994,406
		296°29'09"	553,961	-6 247,054	-26 -495,820		
11	200°18'14"					8690,343	8498,560
		316°47'23"	499,800	-6 364,277	-23 342,202		
12	210°55'30"					9054,614	8156,335

		347°42'53"	488,725	-5 477,533	-23 -103,990		
9	51°13'17"					9532,142	8052,322
		218°56'10"					
9 ^a							
		$\Sigma\beta_a = 838^\circ 35' 07''$	[S]	$\Sigma\Delta x = +1212,165$	$f_s = 0,102$		
		$f_\beta = 0$	= 2113,52	$\Sigma\Delta y = -1499,579$	$f_s = \frac{1}{20700}$		
		$f_{\beta_1} = \pm 22''$		$f_x = +0,023$			
				$f_y = +0,099$			

18.5-жадвалнинг давоми

5-йўл							
F							
		62°22'38"	-				
E	+2° 245°06'05"					9920,114	7286,496
		127°28'45"	431,200	+30 -262,373	+25 342,18 9		
13	+3° 159°02'35"					9657,771	7628,710
		106°31'23"	441,833	+29 -125,658	+24 423,58 8		
9	+3° 292°24'44"					9532,142	8052,322
		218°56'10"					
9 ^a							
		$\Sigma\beta_a = 696^\circ 33' 24''$	[S]	$\Sigma\Delta x = -388,031$	$f_s = 0,077$		
		$f_\beta = +8''$	= 873,033	$\Sigma\Delta y = +765,777$	$f_s = \frac{1}{11300}$		
		$f_{\beta_1} = \pm 17''$		$f_x = -0,059$			
				$f_y = -0,049$			

Тугун йўналиш 9-9^a дирекцион бурчаги ишончли қийматини учта йўллар бўйича, мураккаб йўл (1, 2+3) ва оддий 4 ва 5-йўллардан, топилган дирекцион бурчак вазли ўртачаси сифатида (18.24) формуладан топилади.

9-9^a тугун йўли учун топилган дирекцион бурчак якуний қиймати билан ҳар бири (1, 2+3) ва 4, 5-йўллар бўйича топилган дирекцион бурчак қийматларининг фарқини олиб топилади.

Мураккаб йўл (1, 2+3)га тўғри келувчи тузатмалар ундаги 1, 2 ва 3-йўллардаги бурчаклар сонига пропорционал равишда бўлиб берилди. Тугун йўналиш 3-3^a дирекцион бурчагининг якуний қиймати $v_{1,2}$ тузатмани 1 ва 2-йўллар бўйича ҳисобланган дирекцион бурчак қийматлари орқали топилган дастлабки вазли ўртача қийматга киритиб

топилади. 1 ва 2-йўлларга тузатмалар $3-3^a$ ~~кўрсатилади~~ дирекцион бурчагининг якуний қийматидан ~~шунинг~~ бурчакни 1 ва 2-йўллар бўйича топилган қийматларини айириб (18.16) формуладан топилади (18.6-жадвалга каралсин).

Дала ўлчалари ва тенглаштирилган қийматлар аниқлигини баҳолаш геодезик ўлчаларни математик ишлаб чиқишни таниш формулалари бўйича амалга оширилади. Бунинг учун қуйидаги 18.6 ва 18.7-жадваллардаги ҳисоблашлар бажарилиши керак.

18.6-жадвал

Йўллар №	Бурчаклар сони n № 1	Дирекцион бурчаклар вақни ρ	Ҳисобланган дирекцион бурчаклар	ϵ	$\rho\epsilon$	Тузатмалар v	Дирекцион бурчаклар якуний қиймати	ρv^2
$3-3^a$								
1	4	2,5	139°30'07"	7"	17,5"	-3"	139°30'04"	22
2	5	2,0	00"	0	0	+4"		32
1, 2	2, 2	4,5	139°30'04"		17,5"			54
3	4	2,5						
$9-9^a$								
1, 2+3	6, 2	1,61	218°56'23"	21"	33,8"	-13"	218°56'10"	272
4	5	2,0	10"	8"	18"	0		0
5	3	3,33	02"	0	0	+8"		213
		6,94	218°56'10"		51,8"			485

Дастлабки ҳар бир йўл учун кўлайтма ρv^2 қиймати, кейин эса вазн бирлигининг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[\rho v^2]}{r}} \quad (18.26)$$

Бу ерда $r = n - K$; n – тармоқдаги барча йўллар сони; K – тугун нукталар сони.

Вазн бирлигини ўрта квадратик хатоси μ орқали ўлчанган бурчаклар ўрта квадратик хатоси m_B ва тугун йўналишлар $3-3^a$, $9-9^a$ тенгланган дирекцион бурчаклари ўрта квадратик хатоси M қуйидагича ҳисобланади:

$$m_B = \frac{\mu}{\sqrt{c}}, \quad (18.27)$$

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{P}}. \quad (18.28)$$

Бу ерда P – тугун йўналиш $9-9^a$ ни вазни бўлиб, у 18.6-жадвалдан олинади, тугун йўналиш $3-3^a$ вазни эса алоҳида 18.7-жадвалда эквивалент алмаштириш усулида ҳисобланади. Худди шу ерда тенглаштирилган йўналишлар $3-3^a$ ва $9-9^a$ аниқлиги топилган. Ҳисобланган μ ва M қийматларини ишончлилиги қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2r}}, \quad (18.29)$$

$$m_{M_i} = \frac{m_\mu}{\sqrt{P_i}}. \quad (18.30)$$

18.6-жадвалда ҳар бир йўл бўйича ҳисобланган тузатма v_i қиймати йўлдаги ўлчанган бурчакларга тенг бўлиб берилади (18.5-жадвал).

Шундан кейин 18.5-жадвалда дирекцион бурчаклар ва йўллар ҳар бир томони учун координаталар орттирмалари ҳисобланиб, улар хатоси топилади ва тенглаштирилади. Якуний ҳар бир йўл нуқталарининг координаталари аниқланди.

18.7-жадвал

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{r}} = \sqrt{\frac{485}{3}} = \pm 12,7''$$

$$m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{12,7''}{\sqrt{10}} = \pm 4''$$

$$M_{\alpha_{3-3^a}} = \frac{\mu}{\sqrt{P}} = \frac{12,7''}{\sqrt{6,2}} = \pm 5,1''$$

$$m_{M_{\alpha_{3-3^a}}} = \frac{m_\mu}{\sqrt{P_i}} = \frac{5,1''}{\sqrt{6,2}} = \pm 2''$$

$$M_{\alpha_{9-9^a}} = \frac{\mu}{\sqrt{P}} = \frac{12,7''}{\sqrt{6,94}} = \pm 4,9''$$

$$m_{M_{\alpha_{9-9^a}}} = \frac{m_\mu}{\sqrt{P_i}} = \frac{4,9''}{\sqrt{6,94}} = \pm 1,86''$$

Йўл №	Бурчаклар сон, $n-1$	3-3 ^a тугун йўналиш дирекцион бурчаклари вазни, P
4	5	2,0
5	3	3,3
4, 5	1, 9	5,3
3	4	1,7
4, 5+3	5, 9	2,5
1	4	2,0
2	5	
		6,2

Тугун нуқталар 3 ва 9 координатларини худди тугун йўналишлар дирекцион бурчакларини тенглаштиришга ўхшаш тенглаштириб топилади. Бу ҳисоблашлар қуйидаги 18.8-жадвалда келтирилади.

Тугун нуқталар координатлари ёки йўл бўйича координаталар орттирмалари вазни қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$P_x = P_y = \frac{c}{[S]}. \quad (18.31)$$

Бу ерда $[S]$ қийматлари км ҳисобида олинади. Ҳисоблаб топилган натижалар аниқлигини баҳолаш (18.26) ва (18.28) формулалар бўйича бажарилади.

ИДУ №	ИДУ Учили- ши [S], км	Вазн $P_2 = P_y = \frac{1}{N}$	Хисоблан- ган V	PE	V _z	Якувий қиймет X	P _{uz}	Хисоблан- ган y	r	P _r	V _y	Якувий қиймет y	P _y
		№3		№3		№3		№3		№3		№3	
1	1,221	0,82	9600,246	0	+1	9600,247	1	9698,322	0	0	+6	9698,328	30
2	1,616	0,62	249	3	-2		2	335	13	8	-7		30
1, 2	0,697	1,44	9600,247					9698,328					
3	1,655	0,60			-131		10296				-23		317
		№9		№9		№9		№9		№9		№9	
		Туғун нуқта		Туғун нуқта		Туғун нуқта		Туғун нуқта		Туғун нуқта		Туғун нуқта	
1, 2+3	2,349	0,42	9532,273	190	82	-131	9532,142	8052,345	72	30	-23	8052,322	
4	2,114	0,47	165	82	38	-23		421	148	70	-99		4606
5	0,873	1,14	083	0	0	+59		273	0	0	+49		2737
		2,03	9532,142			120		8052,322			100		7942

Бу формулалардаги ν , μ , P ва M белгилари олинган мисолда тегишлича ν_x , μ_x , P_x ва M_x ҳамда ν_y , μ_y , P_y ва M_y бўлади. Тугун нуқта 3 координаталарини вази қуйидаги 18.9-жадвалда эквивалент алмаштириш усулида топилади. Шу ерда 18.8-жадвалдан фойдаланиб, ҳисоблаб топилган тугун нуқталар координаталарининг аниқлиги келтирилган.

18.9-жадвал

$$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{[\nu \nu_x^2]}{r}} = \pm \sqrt{\frac{14516}{3}} = 0,069 \text{ м;}$$

$$\mu_y = \pm \sqrt{\frac{[\nu \nu_y^2]}{r}} = \pm \sqrt{\frac{7942}{3}} = 0,051 \text{ м;}$$

$$M_{x_3} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{x_3}}} = \frac{0,069}{\sqrt{1,90}} = 0,050 \text{ м;}$$

$$M_{y_3} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y_3}}} = \frac{0,051}{\sqrt{1,90}} = 0,037 \text{ м;}$$

$$M_{x_2} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{x_2}}} = \frac{0,069}{\sqrt{2,03}} = 0,048 \text{ м;}$$

$$M_{y_2} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y_2}}} = \frac{0,051}{\sqrt{2,03}} = 0,036 \text{ м.}$$

Йул №	[S], км	Тугун нуқта 3 координатлари вази P_x ва P_y
4	2,114	0,47
5	0,873	1,45
4.5	0,521	1,92
3	1,665	
4.5+3	2,186	0,46
1	1,221	0,82
2	1,615	0,62
		1,90

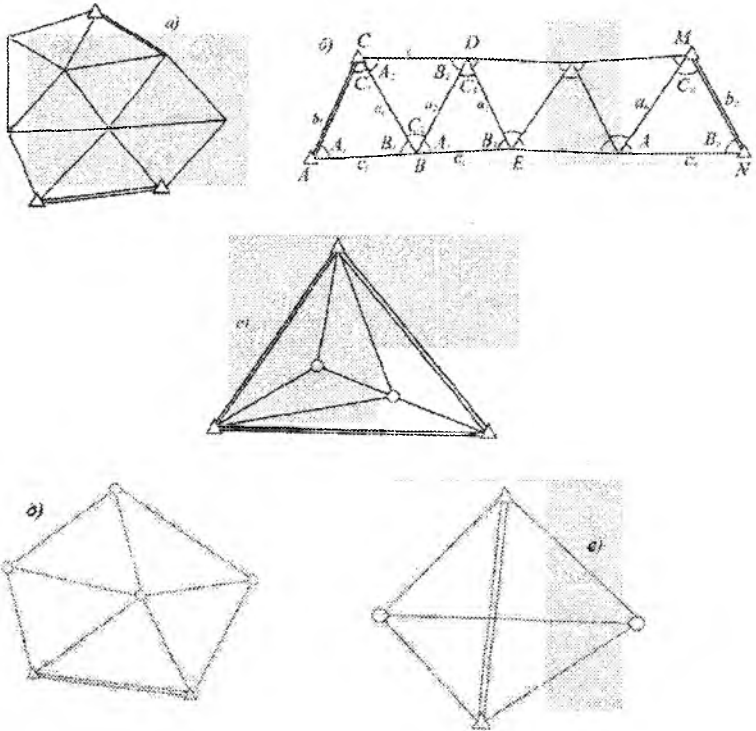
Назорат саволлари:

1. Бир қанча пунктларда бажарилган ўлчаишлар учун ўлчаини ўрта квадратик хатоси қандай ҳисобланиши мумкин?
2. Қабулларда ўлчанган бурчақлар якуний қийматининг ўрта квадратик хатоси қандай формулада аниқланади?
3. Горизонтал бурчақларни тенглаш қандай кетма-кетликда амалга оширилади?
4. Эквивалент алмаштириш усули билан фақат нималар ҳисоблаб олинади?
5. Тугун нуқталар координаталари ёки йўл бўйича координаталар орттирмалари вази қандай формула бўйича ҳисобланади?

ПЛАНЛИ ЗИЧЛАШ ТАРМОҚЛАРИНИ
ТРИАНГУЛЯЦИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

19.1. Зичлаш триангуляцияси ва уни қуриш аниқлиги

Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляцияси ёппасига учбурчаклар (19.1-а расм), учбурчаклар занжири (19.1-б расм), учбурчаклар ичига қўйилган алоҳида пункт ёки пунктлар гуруҳи (19.1-с расм), марказий система (19.1-д расм), геодезик тўртбурчак (19.1-е расм) ривожлантирилади.



19.1-расм.

Ёппасига учбурчаклар тармоғи ўзидан юқори аниқликдаги 3 та (камида) бошланғич пунктга боғланиб, унда

энг камида 2 та базис томонлар ўлчангани керак. Учбурчаклар занжири иккита бошланғич геодезик пункти ва бошланғич ва охириги ўлчанган базис чиқиш томонларига таяниши керак (19.1-б расм).

Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляциясининг техник кўрсаткичлари куйидаги 19.1-жадвалда берилади.

19.1-жадвал

Раз- ряд	Томон узунлиги (км)	Бурчак ўлчанганинг ўрта квадратик хатоси	Базис томони нисбий хатоси	Учбурчакдаги бурчакларнинг чекли хатоси	Учбурчаклар бурчагини энг кичик киймати
1	2-5	5"	1:50000	20"	20°
2	0,5-3	10"	1:20000	40"	20°

Учбурчаклар занжири чизмасида жойда бир-бирига ёндошган учбурчаклар қурилиб, уларнинг ички бурчаклари ва базис томонлари узунлиги ўлчаб чиқилади. Бошланғич томон (базис) AC узунлиги (19.1-б расм) ва $A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2, \dots, A_n, B_n, C_n$ ўлчанган ички бурчаклар орқали синуслар теоремасидан фойдаланиб, учбурчаклар томонлари ҳисоблаб топилади. Томонлар a_1, a_2, \dots, a_n боғловчи томонлар ва улар қаршисидаги A_1, A_2, \dots, A_n ҳамда B_1, B_2, \dots, B_n бурчаклар **боғловчи бурчаклар** дейилади. Томонлар c_1, c_2, \dots, c_n ва улар қаршисидаги бурчаклар C_1, C_2, \dots, C_n га тегишлича **оралиқ томонлар** ва **оралиқ бурчаклар** дейилади.

Агарда бошланғич томон (AC)нинг дирекцион бурчаги ва бошланғич пункт (A)нинг координаталари маълум бўлса, ўлчанган бурчаклар орқали қолган томонлар дирекцион бурчаги, кейин ҳар бир томон дирекцион бурчаги ва узунлиги бўйича улар орттирмалари ва ниҳоят, орттирмалар ва бошланғич пункт координаталари бўйича қолган пунктлар C, B, D, E, \dots, M координаталари топилади, яъни якуний мақсадга эришилади.

Триангуляция учбурчаклари томонларининг узунлигини ҳисоблаш аниқлиги асосан ўлчанган бурчаклар аниқлигига боғлиқ. Базислар узунлигини юқори аниқликда ўлчалишини ҳисобга олиб, уларнинг хатосини эътиборга олмасак бўлади.

Синуслар теоремасига асосан учбурчаклар каторидаги охирги учбурчакнинг боғловчи томони узунлиги a_n учун ёзиш мумкин:

$$a_n = b \frac{\sin A_1 + \sin A_2 + \dots \sin A_n}{\sin B_1 + \sin B_2 + \dots \sin B_n}. \quad (19.1)$$

Логарифма орқали бу формула ечилганда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\lg a_n = \lg b + \sum \lg \sin A - \sum \lg \sin B. \quad (19.2)$$

Формуладаги боғловчи бурчаклар A ва B учун улар синуслари логарифмасини $1''$ га ўзгаришини тегишлича α ва β билан ифодалаб, хатолар назарияси қоидаларига асосланиб ёзамиз:

$$m_{\lg a_n} = m_u \sqrt{\frac{2}{3} \Sigma (\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2)}. \quad (19.3)$$

Бунда m_u – бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси.

Формуладаги $\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2 = R$ билан ифодалаб (геометрик боғланиш хатоси дейилади) (19.3) формулани қуйидагича ёзамиз:

$$m_{\lg a_n} = m_u \sqrt{\frac{2}{3} \Sigma R}. \quad (19.4)$$

Бу формуладан топилган қиймат орқали ҳисобланган томон узунлигининг нисбий хатоси қуйидагича бўлади:

$$\frac{m_a}{a} = \frac{m_{\lg a_n}}{M}, \quad (19.5)$$

Бунда M – логарифманинг доимий модули, $M = 0,4343$.

R қиймати логарифманинг 6-ҳади бирлигида олинади. Бурчаклар A ва B қиймати қанча катта бўлса, синус логарифмасини $1''$ га ўзгариши шунча кичик бўлади. Демак, (19.3) формуладан кўринишича, томонлар узунлиги аниқроқ топилади. Шунга кўра, боғловчи бурчаклари 90° га яқин бўлган учбурчакларнинг энг қулай шакли дейилади. Умуман олганда, энг қулай учбурчак бу тенг ёкли учбурчак ҳисобланади. 1 ва 2-разряд триангуляция учбурчакларида боғловчи бурчаклар 20° дан кам бўлмаслиги керак.

Тармоқ лойиҳасини қуришда пунктларнинг лойиҳа ўрни картада шундай танланиши керакки, унда учбурчаклар томонларининг узунлиги ўзаро яқин бўлсин. Лойиҳаланган учбурчаклар бурчаклари транспортир билан картадан ўлчаб олиниб, улар орқали $\sum R$ қиймати ҳисобланади. Сўнгра (19.4) ва (19.5) формулалар орқали охириги томон узунлигини ҳисоблаш аниқлиги топилади. Масалан, лойиҳаланган 2-разряд тармоқда $\sum R = 8$ ва бурчак ўлчаш ўрта квадратик хатоси $10''$ бўлса, (19.4) дан топамиз:

$$m_{lga_n} = 10'' \sqrt{\frac{2}{3} \cdot 8} = 22,$$

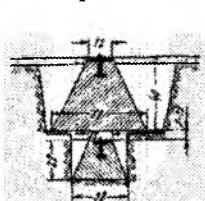
ёки томон узунлигининг нисбий ўрта квадратик хатоси (19.5) формуладан

$$\frac{m_a}{a} = \frac{22}{0,4343 \cdot 10^6} = \frac{1}{20000}.$$

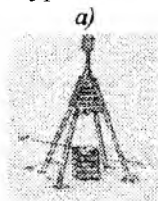
Бу эса 2-разряд триангуляция аниқлигини қаноатлантиради (19.1-жадвал).

Топилган қиймат меъёрий кўрсаткич талабига жавоб бермаса, лойиҳага ўзгариш киритилади. Тармоқ лойиҳаси дала шароитида текшириб кўрилади ва лойиҳалашда ҳисобга олинмаган камчиликлар тўғриланади.

Пунктлар ўрнини жойда белгилашда улар баланд ва очик, иложи бўлса, ердан туриб кузатилиши имкони бор жойларда ўрнатилишига эътибор берилади. Жой шароит талаб қилса, пункт маркази устига ташқи геодезик белги — веха, пирамида ёки сигнал ўрнатиш аниқлаб олинади.



19.2-расм.



1 — визулаш цилиндри; 2 — теодолитнинг ўрнатиш столчаси; 3 — кузатувчининг турар ўрни.

19.3-расм.

Жойда 1 ва 2-разряд тармоқ пунктлари 19.2-расмдаги ер ости маркази билан маҳкамланади. Пунктларда ер усти ташқи белги сифатида узун вежа ёки пирамида (19.3-расм) хизмат қилади. 19.3-б расмда теодолит ўрнатиш учун столчага эга пирамида келтирилган.

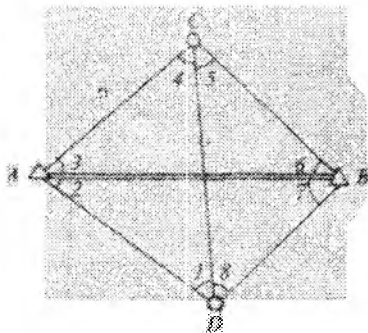
19.2. Горизонтал йўналиш (бурчак)ларни ўлчаш

Зичлаш триангуляциясида горизонтал йўналиш (бурчак)ларни ўлчаш зичлаш полигонометриясига ўхшаш аниқ теодолитлар Т2, Т5 ва аниқлиги шуларга тенг электрон теодолитларда ўлчанади.

Горизонтал йўналиш (бурчак)ларни ўлчашнинг алоҳида бурчакни ўлчаш, доиравий қабуллар усулида ўлчаш ва турли комбинацияларда ўлчаш усуллари мавжуд. Алоҳида бурчак ўлчаш усули 5.9 да кўриб ўтилган. Турли комбинацияларда ўлчаш усули 1 ва 2-синф давлат триангуляциясида қўлланилади. 3 ва 4-синф давлат триангуляцияси ва 1, 2-разряд триангуляциясида асосан доиравий қабуллар усули қўлланилади.

Йўналишларни доиравий қабуллар усулида ўлчашда пунктда қабуллар сони тармоқ разряди ва ишлатиладиган теодолит аниқлигига боғлиқ. Масалан, 1-разряд триангуляциясида Т2 теодолитида 3 та, Т5 да 4 та, 2-разрядда эса тегишлича 2 та ва 3 та қабулларда ўлчанади.

Куйида 2-разряд триангуляция тармоғини *D* пунктда (19.4-расм) йўналишларни доиравий қабуллар усулида Т5 теодолити билан ўлчаш тартибини кўриб чиқамиз. Теодолит *D* пунктда ўрнатилиб, марказлаштирилади ва ишчи ҳолатга келтирилади.



19.4-расм.

Биринчи ярим қабулда (ДЧ) ўлчашда лимбнинг саногі 0° га яқин. Масалан, $2-3'$ га келтириб олинади ва труба бошланғич йўналиш A га қаратилади (19.4-расм). Горизонтал доира лимбидан саноқ олиниб, бурчак ўлчаш журналига ёзилади (19.2-жадвал). Алидада бўшатилиб, соат йўли бўйича айлантирилиб қараш трубаси кетма-кет C , B ва яна A пунктларига қаратилиб саноқлар олинади ва журналга ёзилади. A пунктдан иккинчи марта саноқ олиш билан уфқ ёпилади. Бунда иккала саноқлар тенг бўлиши керак. Агар бу саноқлар ўзаро фарқ қилса, унга *уфқ ёпилмаслиги хатоси* дейилади. Ҳар бир ярим қабулда уфқ ёпилмаслик хатоси T_2 учун $8''$, T_5 учун эса $12''$ дан ошмаслиги керак.

19.2-жадвалда ДЧ ярим қабулида уфқ ёпилмаслиги хатоси $\Delta_q = 0,2'$ ни ташкил қилди ва у меъёрий қийматдан ошмайди. Иккинчи ярим қабулда қараш трубаси яна ўша бошланғич йўналиш пункти A га ДУ ҳолатда қаратилиб, горизонтал доирадан саноқ олинади. Лимбни кўзгалмас ҳолатида алидада бўшатилади ва труба соат йўлига қарши томонга бураб C , B ва яна A пунктларга қаратилиб, саноқлар олинади ва шу билан иккинчи ярим қабул якунланади. Ҳар иккала ярим қабуллар тўла қабулни ташкил қилади. Кейинги қабулларга ўтишда лимб ўрни $\delta = 180^\circ$: n қийматга ўзгартирилиб олинади. n – қабуллар сони.

Пункт: D ; Теодолит: 2Т5К; Сана: 25.06.2017 й.
 Вақт: 7 с. 00; Об-ҳаво: очик; Тасвир: аник ва тинч

Йўналишлар	Саноқлар			$\frac{ДЧ + ДЎ \pm 180^\circ}{2}$	Нолга келтирилган қиймати
	Вертикал доира ҳолати	Лимбдан	Шкалати микроскопдан		
A	ДЧ	0°	02,0'	0°01,95'	0°00,00'
	ДЎ	180°	01,9'		
C	ДЧ	28°	33,1'	+05	28°31,3'
	ДЎ	208°	33,3'	28°33,20'	
B	ДЧ	61°	14,0'	+10	61°12,2'
	ДЎ	241°	14,2'	61°14,10'	
A	ДЧ	0°	01,8'	+15	0°00,00'
	ДЎ	180°	01,8'	0°01,80'	

I қабул учун юқоридаги журналда уфк ёпилмаслиги хатоси куйидагиларга тенг:

$$\Delta_{дч} = 01,8' - 02,0' = -0,2';$$

$$\Delta_{дў} = 01,8' - 01,9' = -0,1';$$

$$\Delta_{ўр} = \frac{0,2' - 0,1'}{2} = -0,15';$$

$$\text{Тузатма } \sigma = -\frac{\Delta_{ўр}}{n} = -\frac{-0,15'}{3} = +0,05'.$$

Ҳисобланган $\Delta_{ўр}$ қиймати тескари ишора билан йўналишлар сони (уч) га тенг бўлиб берилади (журналга қаралсин). Тузатмалар ишораси ҳисобга олиниб, йўналишлар ўртачаси тузатилади ва йўналишлар умумий нолга келтирилади.

Қабулларда нолга келтирилган бир хил йўналиш қийматлари ўзаро тенг ёки фарқи Т5 теодолити учун 0,2' (12") дан ошмаслиги керак.

Ўлчанган йўналишлар аниқлигини баҳолаш алоҳида қабуллардаги йўналишлар қийматининг уларнинг арифметик ўрта қийматидан фарқи (v) бўйича бажарилади. Алоҳида қабулда ўлчанган ҳар бир йўналишнинг ўрта квадратик хатоси куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\mu = K \frac{\sum |v|}{n}. \quad (19.6)$$

Қабулларда ўлчанган йўналишнинг ўрта квадратик хатоси эса ушбу формуладан топилади:

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{n}}. \quad (19.7)$$

(19.6) формулада v – айрим қабуллардаги йўналишларнинг уларнинг арифметик ўрта қийматидан фарқи. n – қабуллар сони;

(19.6) формуладаги K қуйидагича топилади:

$$K = \frac{1,25}{\sqrt{n(n-1)}}. \quad (19.8)$$

D пунктида бажарилган 3 та қабуллардан йўналишлар ўртачасини топиш ва натижалар аниқлигини баҳолаш қуйидаги 19.3-жадвалда берилади.

19.3-жадвал

Қабуллар	Пунктлар номи			
	С	В	В	В
I	28°31'18"	+2"	161°12'12"	+12"
II	36"	-16"	24"	00
III	06"	+14"	36"	-12"
Ўртача	28°31'20"	0"	61°12'24"	00
	$v(+)$	+16"		+12"
	$v(-)$	-16"		-12"

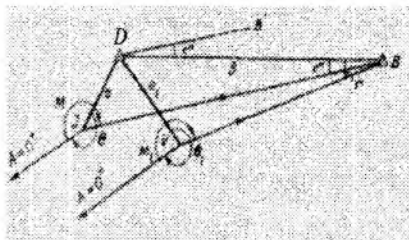
$$\sum |v| = 56" K = 0,5; \mu = 0,50 \frac{56}{3} = 10"; M = \frac{10}{\sqrt{3}} = 6".$$

19.3. Ўлчанган йўналишларнинг пунктлар марказига келтириш элементларини аниқлаш

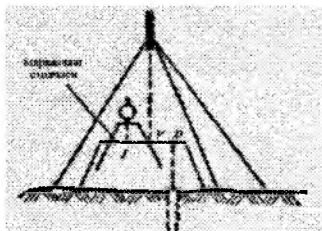
1 ва 2-разряд тармоқ пунктларини кузатишда агар визир нури ер сиртидан 1,5 м дан ортиқ баландликдан ўтиши таъминланса, теодолитни штативда ўрнатишга (ердан туриб кузатиш) рухсат этилади. Бунда теодолит пункт ер ости белгиси марказига оптик шовун ёрдамида марказлаштирилади. Баъзида бунинг имкони бўлмайди (масалан, пирамидани оёғи кўринишни тўсади). Теодолитнинг пункт марказидан четроқда ўрнатганда ёки

теодолит пирамиданинг столчасида (19.3-б расм) ўрнатилганда ўлчанган йўналишларни марказлаш учун тузатмалар киритиб, пункт марказига келтиришга тўғри келади. Бундан ташқари, ер усти белгиларини визирлаш мўлжаллари кўпинча пункт ер ости белги маркази билан битта шовун чизиғида ётмайди (19.5-б расм). Бу ҳолда йўналишларни пункт марказига келтириш учун редукция тузатмасини киритишга тўғри келади. Юқорида айтиб ўтилган тузатмаларни ҳисоблаш учун пункт маркази D (19.5-а расм), теодолит ўрнатилган нуқта J ва визирлаш цилиндрининг ўқи V лар проекциясини горизонтал текисликка (қоғоз варағига) тушириш ҳамда DJ ва DV чизиқларни пунктда ўлчанган йўналишларга нисбатан ориентирлаш талаб қилинади. Бу эса θ ва θ_1 бурчаклар орқали бажарилади. Ушбу бурчаклар қиймати пункт маркази D га, йўналишлар DJ ва DV дан бошлаб соат йўли бўйича бошланғич йўналишгача транспортирда ўлчанади. DJ ва DV чизиқлар узунлиги эса чизғич билан ўлчаниб тегишлича e ва e_1 билан ифодаланлади. Шунда θ ва e марказлаш, θ_1 ва e_1 эса «редукция элементлари» деб аталади. Умумий қилиб, уларга **келтириш элементлари** дейилади.

а)



б)



19.5-расм.

Келтириш элементларини аниқлашнинг бир нечта усуллари – график, аналитик ва бевосита аниқлаш усуллари мавжуд.

Бу ерда график усулини кўриб чиқамиз. Пункт маркази D устига қалин оқ қоғоз ёзиб, унинг сирти кўз билан чамаланиб, горизонтал ҳолда ўрнатилади. Пунктнинг ер усти

белгиси баландлигидан кам бўлмаган масофада унинг атирофида учта нукта шундай танланадики, уларнинг пункт маркази билан туташтирувчи чизиклар орасидаги бурчаклар ҳар бирининг қиймати 120° атрофида бўлсин. Ушбу нукталарда теодолитнинг кема-кет ўрнатиб, трубаани ДЎ ва ДЧ ҳолатларида пунктнинг маркази D , визир цилиндирининг ўқи V ва йўналишларни кузатишда теодолит ўрнатилган нукта J қоғоз варағига (столча сиртига) проекцияланади. Шунда аниқланаётган нукталарнинг ўрни қоғоз варағида ҳосил бўлади.

Пункт маркази ер сиртидан чуқурда жойлашган бўлса, ўрни қоғозга шовун ёрдамида туширилади. Марказлаш қоғозида ҳосил қилинган V ва J нукталардан уч киррали чизғич ёрдамида, масалан, B пунктига қараб йўналишлар чизиб олинади (19.5-расм).

Чизикли элементлар e ва e_1 қийматлари марказлаш варағида чизғич ёрдамида мм аниқликда, бурчак элементлари θ ва θ_1 эса транспортир ёрдамида $15'$ аниқликда ўлчанади. J ва V нукталаридан B пунктга қараб чизилган бурчакни транспортир билан аниқланган қиймати D пунктдан теодолит билан ўлчанган қийматга тенг бўлиши ёки фарқи 2° дан ошмаслиги керак. Марказлаш ва редукция элементларини аниқлаш икки маротаба бажарилади – пунктда кузатишларни бошлашдан аввал ва пунктда кузатишларни тугатиб бўлгандан сўнг. Марказлаш учун тузатмани s'' билан, редукция учун тузатмани r'' билан белгилаб, уларни секундлар бирлигидаги қийматлари тегишли формулалардан ҳисобланади (20.1 да келтирилади).

19.4. Тармоқ пунктларида вертикал бурчакларни ўлчаш

Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляцияси пунктлари баландликларини аниқлаш IV синф ёки техник нивелирлаш билан амалга оширилади. Тоғли ҳудудларда тригонометририк нивелирлаш орқали бажаришга руҳсат этилади. Бунда учбурчакларнинг ҳар бир томони тўғри ва тесқари йўналишда нивелирланиши керак.

Нивелирлашни бажариш учун таянч асос бўлиб баландликлари геометрик нивелирлашдан аниқланган пунктлар (реперлар) хизмат қилади. Тоғли ҳудудларда баландлиги тригонометрик нивелирлашдан аниқланган пунктлар ҳам таянч асос қилиб олиниши мумкин. 1 ва 2-разряд триангуляция томонлари бўйича тригонометрик нивелирлашда вертикал бурчаклар (зенит масофалар) горизонтал бурчакларни ўлчаш билан бирданига битта теодолитда бажарилади. Ўлчашлар ўрта ип бўйича вертикал доирани ДЧ ва ДЎ ҳолатларида ҳар бир пунктда учтадан қабулда бажарилади. Вертикал бурчаклар визирлаш мўлжаллари тасвири аниқ ва тинч ҳолатда бўлганда бажарилиши мақсадга мувофиқ. Ҳар бир томонни тўғри ва тескари йўналишларда тригонометрик нивелирлаш имкони борича бир хил шароитда (битта кузатувчи ва асбоб, бир хил об-ҳаво ва бир хил ўлчаш вақти) бажарилиши керак. Ҳар бир пунктда вертикал бурчакларни доиранинг битта ҳолатида (ДЧ) трубани кетма-кет барча йўналишлар пунктларига қаратиб чиқиб, кейин эса (ДЎ) ҳолатида худди шундай кетма-кетликда ўлчаб чиқилади. Бу ўлчашлар тўла битта қабулни ташкил қилади. Битта йўналишни тўла қабулда (ДЧ ва ДЎ) ўлчаб олиб кейин бошқа йўналишларни ўлчашга ўтишига рухсат этилмайди.

Трубани ўрта горизонтал ипи кузатиш пунктида қурилган ташқи белги пирамида (сигнал)ни визирлаш цилиндри ёки пункт маркази устида ўрнатилган вехани учи кесикига аниқ туташтириб вертикал дорирадан санок олинади. Бунда санок олишдан олдин компенсатори бўлмаган теодолитларда вертикал доирада ўрнатилган цилиндрик адилак пуфакчаси ўртага келтириб олиниши керак.

Визирлаш нуқтасининг баландлиги билан ўрнатилган теодолит асбоб баландлиги рулетка ёрдамида икки маротаба ўлчанади.

Агарда тригонометрик нивелирлашда Т2 теодолити ишлатилса, вертикал бурчаклар ўрнига зенит масофалар ўлчанади. Зенит масофа бу оғиш бурчагини 90° га тўлдирувчи бурчакдир, яъни:

$$z = 90^\circ - \nu, \quad (19.9)$$

Бу ерда z – зенит масофа.

T2 теодолитида ўлчанган зенит масофалар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} z &= ДЧ - M_z \\ z &= M_z - ДЎ \end{aligned} \right\} \quad (19.10)$$

Бу ерда M_z – вертикал доира зенит ўрни бўлиб, у қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$M_z = \frac{1}{2} (ДЧ + ДЎ - 360^\circ). \quad (19.11)$$

Зарурат бўлганда M_z қийматига 360° қўшиб олинади.

Барча ўлчашлар натижаси берилган зенит масофаларни ўлчаш журнаliga, 19.4-жадвалга ёзилади ва у далада ишлаб чиқилади.

Зенит масофаларни ўлчаш журнали

Пункт: D

Сана: 10.06.2020 й.

Вақт: 8⁰⁰

Теодолит: T2 №1501

Ҳаво: булутли

Кўриш: қониқарли

Шамол: енгил

шабада

Тасвир: устувор

19.4-жадвал

Қабул №	Йуналиш номи, қаралиш жойи	Вертикал доира	Вертикал доира саноклари		Ургачи	Зенит ўрни	Зенит масофа
			1	2			
1	A Визир цилиндр (в.ц.)	ДЧ ДЎ	90°02'09" 269°57'58" "	10" 59"	90°02'10" 269°57'58"	0°00'0 4"	90°02'06"
	C в.ц.	ДЧ ДЎ	89°46'15" 270°13'59" "	14" 59"	89°46'14" 270°13'59"	0°00'0 6"	89°46'08"
	B в.ц.	ДЧ ДЎ	89°51'14" 270°09'04" "	13" 03"	89°51'14" 270°09'04"	0°00'0 9"	89°51'05"
Максимал ўзгариш						05"	

Журнални ҳисоблаб чиқишда барча қийматлар секундгача яхлитлаб ёзилади.

Алоҳида қабуллар бўйича ҳисобланган зенит ўрни ва зенит масофа қийматлари ўзгариши 15" дан ошмаслиги керак (у 19.4-жадвалда 5" га тенг).

Зенит масофани ўлчаш маъқул (фойдали) вақти бўлиб рефракция таъсири кичик, кузатилаётган предметлар тасвири тинч ёки енгил тебранма, кузатиш мўлжали кўриниш яхши ёки кониқарли бўлган вақт ҳисобланади. Кўп йиллик кузатишлар тажирбаси кўрсатишича, зенит масофаларни ўлчаш фойдали вақти эрталаб соат 8 дан кеч 18 гача, визирлаш мўлжали тасвирининг етарлича аниқ бўлган даври ҳисобланади.

Энг ишончли кузатишлар кониқарли кўринишда, енгил шамол эсиб турган ва тасвир устувор бўлганда бажарилади.

T5 теодолити ўлчашларда фойдаланса, тригонометрик нивелирлаш вертикал бурчакни ўлчаб амалга оширилади. Бунда кузатишлар услуби айнан зенит масофани ўлчашга ўхшаш бўлади. Қуйидаги 19.5-жадвалда пунктларда вертикал бурчакларни ўлчаш журналидан намуна берилган.

Вертикал бурчакларни ўлчаш журнали

Теодолит: 2Т5КП
Сана: 10.06.2020 й.
Вақит: 8⁰⁰

Пункт: «Жар»
Ҳаво: очиқ, енгил шабада, булутли,
Тасвир: аниқ ва устувор

19.5-жадвал

Кузатилган пунктлар	Қарагиш жойи	Вертикал доира савоклари		Ноль ўрни	Вертикал бурчак
		ДН	ДУ		
«Тева» пирамида	визир цилиндрини вг учи	-3°59'36"	+3°59'32"	+0°00'02"	-3°59'38"
«Булок» вежа	вежа учи	+1°10'24"	-1°10'14"	+0°00'05"	+1°10'19"
«Кўприк» пирамида	визир цилиндри учи	+2°12'31"	-2°12'39"	-0°00'04"	+2°12'27"

Қабуллар орасида НЎ ва вертикал бурчак қийматларни ўзгариши T5 теодолити учун ±20" дан ошмаслиги керак.

Вертикал бурчакни қуйидаги формулалардан ~~хисоблаб~~ топилади:

$$\left. \begin{aligned} v &= ДЧ - Н\check{У} \\ v &= Н\check{У} - Д\check{У} \end{aligned} \right\} \quad (19.12)$$

Бу ерда $Н\check{У}$ – вертикал доира ноль ўрни бўлиб қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

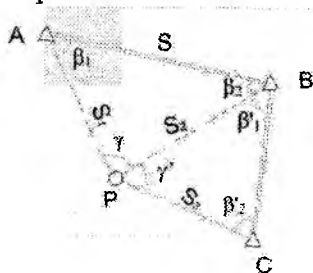
$$Н\check{У} = \frac{Д\check{У} + ДЧ}{2}. \quad (19.13)$$

19.5. Қўшимча пунктларни аниқлаш

Ушбу мақсадда қўшимча пунктларни куриб, жойда мавжуд геодезик тармоқ пунктлари зичлаштирилади. Қўшимча пунктлар тўғри, тескари, комбинациялашган ва чизиқли кестирмалар усулларида, агар электрон дальномер қўл остида мавжуд бўлса қурилади. Қуйида ушбу усуллардан айримларини кўриб чиқамиз.

Тўғри кестирма. Тўғри кестирмани вазифаси иккита бошланғич (ўрни маълум) пунктлар координаталари бўйича учинчи пункт координаталарни аниқлашдан иборат. Бунда бошланғич A ва B пунктларда теодолит билан туриб аниқланадиган пунктга қараб бурчаклар β_1 , β_2 ва β'_1 ўлчанади (19.6-расм).

Аниқланган координаталар тўғрилигини назорат қилиш учун қўшимча учинчи бошланғич пункт C да туриб, β'_2 бурчак ўлчаниши керак.



19.6-расм.

Аниқланадиган пунктга қараб йўналишлар орасидаги бурчаклар (γ ва γ') 150° дан катта ва 30° дан кичик бўлмаслиги керак. Масалани ечиш учун турли формула ва чизмалар мавжуд улардан бирини кўриб ўтамиз.

Юнг формулалари. Агарда бошланғич A ва B пунктлар бир-биридан кўринса ва уларда β_1 ва β_2 бурчаклар ўлчанган бўлса, ABP (19.6-рasm) учбурчакдан P координаталарини топиш учун Юнг формуласини қўллаш қулайроқ. Юнг формуласини қуйидагича чиқариш мумкин: $AB = S$, $AB = S_1$ ва $\angle APB = \gamma$ бўлсин. APB учбурчакдан синуслар теоремаси асосида топамиз:

$$S_1 = \frac{S \cdot \sin\beta_2}{\sin\gamma}. \quad (19.14)$$

Ушбу AP томон учун координаталар орттирмаси қуйидагига тенг:

$$\Delta x_{AP} = S_1 \cos(AP) \quad (19.15)$$

Юқоридаги (19.14) формулани назарда тутиб ҳамда 19.6-рasmдан

$$(AP) = (AB) + \beta_1 \text{ ва } \gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$$

бўлишини эътиборга олиб ёзиш мумкин:

$$\Delta x_{AP} = \frac{S \cdot \cos[(AB) + \beta_1] \sin\beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}. \quad (19.16)$$

Булардан ташқари,

$$\begin{aligned} \Delta x_{AP} &= x - x_A; \\ S \cdot \cos(AB) &= x_B - x_A; \\ S \cdot \sin(AB) &= y_B - y_A; \end{aligned}$$

эканини ҳисобга олиб (19.16)ни қуйидагича ёзса бўлади:

$$x - x_A = \frac{(x_B - x_A) \cos\beta_1 \sin\beta_2 + (y_B - y_A) \cdot \sin\beta_1 \sin\beta_2}{\sin\beta_1 \cos\beta_2 + \cos\beta_1 \sin\beta_2}.$$

Ушбу каср сурати ва махражини кўпайтма $\sin\beta_1 \sin\beta_2$ га бўлиб топамиз:

$$x - x_A = \frac{(x_B - x_A)ctg\beta_1 + (y_B - y_A)}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2}, \quad (19.17)$$

Худди шунга ўхшаш қуйидагини ёзиш мумкин:

$$y - y_A = \frac{(y_B - y_A)ctg\beta_1 - (x_B - x_A)}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2}. \quad (19.18)$$

Юқоридаги (19.17) ва (19.18) формулалар Юнг формулаларидир. Худди шунга ўхшаш $PB = S_2$ масофа учун тегишли координаталар орттирмалари учун Юнг формулаларини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$x - x_B = \frac{(x_A - x_B)ctg\beta_2 - (y_A - y_B)}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2}, \quad (19.19)$$

$$y - y_B = \frac{(y_A - y_B)ctg\beta_2 + (x_A - x_B)}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2}. \quad (19.20)$$

Юқоридаги (19.17; 19.18) ва (19.19; 19.20) формулалар бўйича орттирмаларни ҳисоблаб, P пункти координаталарини икки мартаба топиш мумкин, яъни:

$$\begin{aligned} x &= x_A + \Delta x_{AP} = x_B + \Delta x_{BP}, \\ y &= y_A + \Delta y_{AP} = y_B + \Delta y_{BP}. \end{aligned} \quad (19.21)$$

Юқоридаги (19.17) ва (19.18) формулалардаги x_A ва y_A ни тенгликлар ўнг томонига ўтказиб, кейин ҳар бир қисмларни умумий махражга келтириб, координаталар учун Юнг формуласини ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{x_A ctg\beta_2 - y_A + x_B ctg\beta_1 + y_B}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2} \\ y &= \frac{y_A ctg\beta_2 + x_A + y_B ctg\beta_1 - x_B}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2} \end{aligned} \right\}. \quad (19.22)$$

Номалум P пунктини ҳисобланган координаталари қиймати тўғрилигини текшириш учун координаталар иккинчи учбурчак $\angle BPC$ дан ҳам (19.22) формула бўйича ҳисоблаб чиқилади.

Ҳар иккала ҳисоблашларда олинган P пунктини абсцисса ва ордината қийматларининг фарқи куйидаги тенгсизликни қаноатлантириши керак:

$$r = \sqrt{(x' - x'')^2 + (y' - y'')^2} \leq 3M_r. \quad (19.23)$$

Бу ерда

$$M_r = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}, \quad (19.24)$$

ушбу формулада M_1 ва M_2 - P пунктини бошланғиш пунктлар (A ва B) ва (B ва C)дан ҳисоблаб топилган координаталари қийматларининг ўрта квадратик хатоси. Улар куйидагича топилади:

$$M_1 = \frac{m_\beta}{\rho'' \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}, \quad (19.25)$$

$$M_2 = \frac{m_\beta}{\rho'' \sin \gamma'} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}. \quad (19.26)$$

Агар (19.23) шарт бажарилса, топилган координаталарнинг иккита қийматидан ўртачаси олиб ёзилади. Номалум пункт P координаталарини (19.22) формулалар орқали ҳисоблашнинг 19.6-жадвалда мисоли ечиб кўрсатилган.

19.6-жадвал

Пунктлар номи	β_1	X	$\operatorname{ctg} \beta_1$	Y
	β_2		$\operatorname{ctg} \beta_2$	
	γ		$\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2$	
A	54°59'34"	411 371,17	+0,255821	8 552,42
B	75°39'01"	9 946,57	+0,700395	7 696,97
P	49°21'25"	9433,08	+0,956216	9 415,67
B(A)	47°37'40"	9 946,57	+1,202014	7 696,97
C(B)	39°45'30"	7 423,20	+0,912503	8 913,89
P	92°37'20"	9 433,14	+2,114517	9 415,48
P	ўртача	9 433,11		9 415,58

Жадвалда икки мартаба ~~хисоблаб~~ ~~топамиз~~ ~~Р~~ пунктнинг координаталари қийматларининг ~~фарқларини~~ (19.23) тенгсизликни қаноатлантириши билан текшираемиз:

$$r = 0,09 \text{ м.}$$

(19.25) ва (19.26) формулалардан топамиз:

$$M_1 = 0,09 \text{ м,}$$

$$M_2 = 0,07 \text{ м.}$$

(19.24) формуладан

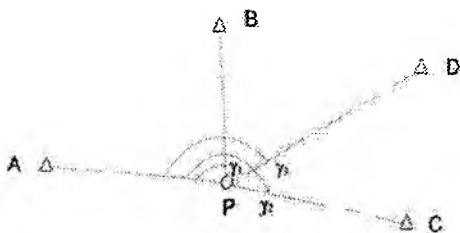
$$M = \sqrt{(0,09)^2 + (0,07)^2} = 0,11 \text{ м ёки } 3M = 0,33 \text{ м.}$$

Нижоят, (19.23) тенгсизлик учун ёзамиз, $0,09 < 0,33$ яъни фарқлар йўл қўярли эканини кўраемиз.

Тескари кестирма. Тескари кестирмада номаълум пунктнинг ўрнини учта бошланғич пунктлар A , B ва C координаталари ҳамда аниқланадиган пунктда ўлчанган иккита бурчаклар γ_1 ва γ_2 ёрдамида топилади. Масаланинг тўғри ечилганини текшириш учун ўша номаълум пунктда тўртинчи бошланғич пункт D га қараб яна битта бурчак γ_3 ўлчаниши керак бўлади. (19.7-расм)

Масалани ечишнинг кўпгина усуллари мавжуд. Бу ерда уни Кнейссел формуласи бўйича ечишни кўриб чиқамиз.

Кнейссел формулалари. Фараз қилайлик, A , B , C пунктларининг маълум координаталари ва аниқланадиган P пунктда (19.7-расм) ўлчанган γ_1 ва γ_2 бурчаклар ёрдамида P пунктнинг координаталари x_P ва y_P топилиши керак бўлсин. Назорат учун бошланғич D пунктига қараб γ_3 бурчаги ҳам ўлчанган бўлсин.



19.7-расм.

Куйидаги белгиларни киритамиз:

$$(AP) = \alpha_1, (BP) = \alpha_2, ctg\gamma_1 = a, ctg\gamma_2 = b.$$

Юқоридаги 19.7-расмдан кўринишича, $\alpha_2 = \alpha_1 + \gamma_1$. Шунга кўра, ёзиш мумкин:

$$tg\alpha_2 = tg(\alpha_1 + \gamma_1) = \frac{tg\alpha_1 + tg\gamma_1}{1 - tg\alpha_1 \cdot tg\gamma_1}.$$

Бу ерда Кнейссел формулаларининг исботини келтириб ўтирмай, уларни яқуний кўринишда келтирамиз:

$$1. a = ctg\gamma_1; b = ctg\gamma_2;$$

$$2. x'_B = x_B - x_A; y'_B = y_B - y_A; x'_C = x_C - x_A; y'_C = y_C - y_A;$$

$$3. K_1 = ay'_B - x'_B; K_2 = ax'_B + y'_B; K_3 = by'_C - x'_C; K_4 = bx'_C + y'_C;$$

$$4. c = \frac{K_2 - K_4}{K_1 - K_3} = ctg(AP); \quad (19.27)$$

$$5. y' = \Delta y = \frac{K_2 - cK_1}{c^2 + 1} = \frac{K_4 - cK_3}{c^2 + 1}; x' = \Delta x = c\Delta y;$$

$$6. y = y_A + \Delta y; x = x_A + \Delta x;$$

$$7. ctg(PD) = \frac{x_D - x_P}{y_D - y_P}$$

Куйидаги 19.7-жадвалда юқоридаги формулалардан фойдаланиб, тескари кестирма аниқ мисол асосида ечиб келтирилган.

19.7-жадвал

γ_1	15°28'2 1"	x_B	3700,0	y_B	2500,00	K_1	+572,71	K_2	+1034,6 2
α	3,61262 3	x'_B	+225,2 5	y'_B	+220,88	K_3	-572,46	K_4	+253,24
γ_2	97°02'0 5"	x_C	4007,8 4	y_C	2598,14	$K_1 - K_3$	+1145,1 7	$K_2 - K_4$	+781,38
b	0,12339 6	x'_C	+533,0 9	y'_C	+319,02	c = ctg(AP)	0,68232 7	K_2 - cK_1	+643,84
		x_A	3474,7 5	y_A	2279,12	$c^2 + 1$	1,46557 0	K_1 - cK_3	+643,84
		Δx	+299,7 5	Δy	+439,31				
		x_P	3774,5	y	2718,43				

Назорат ҳисоблаш

$\gamma_3^{\text{ўлч}}$	29°27'19"	x_D	3724,5	y_D	2130,2				
"	"	"	5	"	3				
$\gamma_3^{\text{хис}}$	29°27'10"	x_D	-49,95	y_D	-558,20	$\text{tg}(\angle AP)$	-11,7757		
"	"	$-x_P$		$-y_P$			7		

Номаълум пункт P ҳисобланган координаталари x_P ва y_P тўғрилигини назорати учун улар билан бошланғич пункт D координаталари орқали PD чизик дирекцион бурчаги (PD) топилади. Кейин у орқали $\gamma_3^{\text{хис}} = (PD) - (PA)$ қиймат ҳисобланиб, далада ўлчанган $\gamma_3^{\text{ўлч}}$ қиймати билан солиштирилади. Уларнинг фарқи қуйидаги талабни қаноатлантириши керак:

$$|\gamma_3^{\text{хис}} - \gamma_3^{\text{ўлч}}| < 6m_B. \quad (19.28)$$

Бу ерда $6m_B$ бурчак (γ_1, γ_2 , ва γ_3)ларни ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси. Юқоридаги 19.7-жадвалдаги $\gamma_3^{\text{хис}}$ ва $\gamma_3^{\text{ўлч}}$ қийматларни олиб ҳисоблаймиз: $|29^\circ 27' 10'' - 29^\circ 27' 19''| < 6 \cdot 5''$, ёки $9'' < 30''$. Демак, йўл қўйилган хато чекидан ошмаган. Т5 теодолитида ўлчанган бурчаклар учун $m_B = 5''$. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, ҳозирги замон электрон тахометр қўл остида бўлса, уни бошланғич пунктда (координатлари маълум пункт) ўрнатиб горизонтал доира лимби иккинчи бошланғич пунктга қараб ориентирлаб олинадиган ва алидадани бўшатиб труба координатлари номаълум пунктга қаратилса, дисплейда унинг координатлари тайёр кўринади.

Назорат саволлари:

1. Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляциясининг техник кўрсаткичларига нималар киради ва улар қанчага тенг?
2. Триангуляция учбурчаклари томонларининг узунлиги қандай аниқланади?
3. Ҳисобланган томон узунлигининг нисбий хатоси қандай ҳисобланади?
4. Зичлаш триангуляциясида горизонтал йўналиши (бурчак)ларни ўлчашни тушунтириб беринг?

5. Алоҳида қабулда ўлчанган ҳар бир йўналишнинг ўрта квадратик хатоси қандай формула бўйича ҳисобланади?
6. «Редукция элементлари» деб нимага айтилади?
7. Келтириш элементларини аниқлашнинг қандай усуллари мавжуд?
8. Мавжуд геодезик тармоқ пунктларидан фойдаланиб, қандай қўшимча пунктларни аниқлаш усуллари бор?

**ЗИЧЛАШ ТРИАНГУЛЯЦИЯСИ ТАРМОҚЛАРНИИ
МАТЕМАТИК ИШЛАБ ЧИҚИШ****20.1. Дастлабки ҳисоблашлар**

Геодезик тармоқларни куришда ўлчашлар сони одатда зарурий ўлчашлар сонидан ортиқроқни ташкил этади. Керакли сондан ортиқча бажарилган ўлчашларга «ортиқча ўлчашлар» дейилади. Ортиқча ўлчашлар ўлчашлар назоратини ва топиладиган қийматлар аниқлигини ошириш мақсадида бажарилади. Бундан ташқари, улар ўлчашлар аниқлигини баҳолаш ва якуний қийматлар аниқлигини оширишга хизмат қилади.

Зарурий ва ортиқча ўлчаб олинган қийматлар ўзаро муайян математик боғланишларда бўлади, яъни боғланиш тенгламалари орқали ифодаланади. Масалан, ҳар бир учбурчакда ўлчанган бурчаклар йиғиндиси 180° тенг бўлиши керак. Амалда ўлчаб олинган қийматлар учун бу шарт ўлчашлар хатосининг таъсири сабабли бажарилмайди, яъни боғланмаслик (хатолик) келиб чиқади.

Геодезик тармоқларда ўлчашларни математик ишлаб чиқишнинг мақсади боғланмасликларни ҳисоблаб, уларни бартараф этиш, аниқланадиган қийматларни топиш ва улар аниқлигини баҳолашдан иборат. Геодезик тармоқда ўлчашларни математик ишлаб чиқишда ҳисоблаш ишларини иккита қисмга бўлиш мумкин: дастлабки ҳисоблашлар ва якуний ҳисоблашлар.

Дастлабки ҳисоблашларнинг мақсади дала ўлчаш журналларини ва далада бажарилган ҳисоблашларни қайта текшириб чиқиш ҳамда ўлчанган йўналишлар (бурчаклар)ни пунктлар марказига келтиришдан иборат. Бу ерда 19.4-расмда келтирилган геодезик тўртбурчак тармоғи мисолида дастлабки ҳисоблашларни кўриб чиқамиз.

Дала журналларидаги ҳисоблаш натижалари ва пунктларда тузилган марказлаш варақлари тўлаллигини камерал текшириб, ҳар бир пункт учун 20.1-жадвалда келтирилган маълумотлар тузилади.

Жадвалдаги e , e_1 ва θ , θ_1 кийматлари далада тузилган марказлаш варағидан, йўналишлар қиймати учун эса қабулларда ўлчанган йўналишлар ўртача қиймати олинади.

20.1-жадвал

Асбоб ўрнатилган пункт	Келтириш элементлари	Йўналишлар номи	Ўлчанган йўналишлар
D	$e = 0,030$ м	A	$0^{\circ}00,0'$
	$e_1 = 0,035$ м	C	$28^{\circ}31,3'$
	$\theta = 175^{\circ} - A$ пунктига $\theta_1 = 30^{\circ} - A$ пунктига	B	$61^{\circ}12,2'$

Марказлаш ва редукция учун тузатмаларни ҳисоблаш учун тармоқ учбурчакларнинг дастлабки ечиш амали (томонлар узунлигини аниқлаш) талаб қилинади. Бу иш битта пункт мисолида 20.2-жадвалда бажариб келтирилган.

20.2-жадвал

Учбур- чак	Пункт- лар номи	Бурчак- лар номери	Бурчаклар қиймати	Бурчаклар синуслари	Томонлар узунлиги. м
DAB	D	1+8	$61^{\circ}12'00''$	0,876	1850
	A	2	$60^{\circ}45'00''$	0,872	1842
	B	7	$58^{\circ}03'00''$	0,851	1797
			$180^{\circ}00'00''$	$D_1 = 1850:0,876 = 2112$	

Ҳисоблашларда ўлчанган бурчакларни дақиқагача, базис томон узунлигини метргача яхлитлаб олиш етарли.

19.4-расмдаги геодезик тўртбурчакда $AB = b$ томон базис томон бўлиб, унинг ўлчанган қиймати $b = 1850,00$ м орқали синуслар теоремасидан учбурчакларнинг қолган томонлари қуйидагича ҳисобланади:

$$\frac{b}{\sin D} = \frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C} = D_1. \quad (20.1)$$

Тармоқдаги DAB учбурчак учун топамиз:

$$D_1 = \frac{b}{\sin(1+8)} = \frac{1850,00}{\sin 61^{\circ}12'} = 2112 \text{ м.}$$

Учбурчакнинг қолган томонлари узунлиги (20.1) формуладан қуйидагиларга тенг:

$$a = D_1 \sin A = 2112 \cdot 0,872 = 1842 \text{ м};$$

$$c = D_1 \sin C = 2112 \cdot 0,851 = 1797 \text{ м}.$$

Ҳисоблаш назорати бўлиб топилган $b = D_1 \sin(1 + 8) = 2112 \cdot 0,876 = 1850,00$ м қийматни базис томонни ўлчанган қиймати билан тенг чиқишига хизмат қилади.

Навбатда 20.1-жадвалда берилган келтириш элементлари қиймати ва 20.2-жадвалда ҳисобланган учбурчак томонлари узунлиги қийматидан фойдаланиб, D пункти мисолида марказлаш ва редукция учун тузатмаларни ҳисоблаймиз. Тузатмаларни ҳисоблаш формулаларини чиқарамиз.

D пунктда йўналишларни ўлчашда теодолит J нуқтада ўрнатилган ва ушбу пункт ер усти белгисини визирлаш цилиндри проекцияси V нуқтада жойлашган бўлсин, 19.5-а расм. J нуқтасидан бошланғич пункт A га $JA = 0^\circ$ йўналишини ўтказамиз. Бошқа пункт B га JB йўналиш ўтказамиз; V нуқтасидан яна ўша A ва B пунктларга қараб VA ва VB йўналишлар ўтказамиз. D пунктда туриб бошланғич пунктдан ўлчанган йўналишни M билан белгилаймиз. D пунктдаги марказлаш элементлари e , θ ва редукция элементлари e_1 , θ_1 бўлсин.

D пунктдан JB йўналишига параллел бўлган DB' йўналишини ўтказамиз (19.5-а расм). Шунда c'' бурчаги ($c'' = \angle B'DB$) D ва B пунктларининг маркази орасидаги топилиши керак бўлган DB йўналишни олиш учун JB йўналишига киритиладиган марказлаш учун тузатмага тенг. D ва B нуқталаридаги c'' бурчаклари ўзаро тенг. JDB учбурчакни ечиб, унда D ва B пунктлари орасидаги масофа $S = DB$, JDB бурчак $[(M + \theta) - 360^\circ]$ га тенглигини ҳисобга олиб, қуйидагини ёзамиз:

$$\frac{e}{S} = \frac{\sin C}{\sin[(M + \theta) - 360^\circ]} \quad (20.2)$$

Бурчак c'' жуда кичик бўлгани учун ўлчанган йўналишга теодолитни марказлаш хатоси учун киритиладиган тузатмани

хисоблаш формуласини (20.2)дан қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$c'' = \frac{e \sin(M + \theta)}{S} \rho'' \quad (20.3)$$

Визирлаш нишони V проекциясининг D пункт маркази устида жойлашмагани сабабли B пунктда ўлчанган йўналиш BV кийматини, визирлаш нишони редукция хатоси учун тузатма r'' билан тузатиш керак бўлади. DBV учбурчагини ечиб, унда $S = DB$, бурчак $DVB(M_1 + \theta_1) - 360^\circ$ га тенг эканини хисобга олиб бўлганидан, визирлаш нишони редукцияси учун тузатмани қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$r'' = \frac{e_1 \sin(M_1 + \theta_1)}{S} \rho'' \quad (20.4)$$

Шуни таъкидлаш керакки, D пунктда марказлаш хатоси учун тузатма ундан ўлчанган йўналиш DB га, визирлаш нишони редукцияси учун тузатма эса унга тескари йўналиш BV га ўз ишораси билан киритилади. Чунки B пунктдан туриб визирлаш D пунктнинг марказига эмас, балки у билан туташмайдиган V визирлаш нишонига бажарилади (19.5-а расм).

20.3-жадвал

Белгилар	D пунктдан		
	Қуйидаги пунктларга		
	A	C	B
M	0°00'	28°31'	61°12'
S	1871	2854	2040
e	0,030		
θ	175°00'		
$M + \theta$	175°00'	203°31'	236°12'
$\sin(M + \theta)$	0,087	-0,396	-0,831
c''	+0,3''	-0,8''	-2,5''
e_1	0,035		
θ_1	30°00'		
$M + \theta_1$	30°00'	58°31'	91°12'
$\sin(M + \theta_1)$	0,500	0,853	0,999
r''	+1,9''	+2,1''	+3,5''

Юқоридаги (20.3) ва (20.4) формулалар бўйича D пунктдан кузатилган йўналишлар учун ҳисобланган тузатмалар 20.3-жадвалда берилган.

Ҳисоблаб топилган тузатмаларнинг қўшма йиғиндиси $(c+r)$ ни тегишли йўналишларга киритишда қуйидаги формула бўйича қайта ўзгартириб олинади:

$$(c+r)_{\text{ўз}} = (c+r)_i - (c+r)_0. \quad (20.5)$$

Бу ерда i – пунктда кузатилган йўналишлар рақами $(c+r)_0(c+r)_i + \dots$.

Келтирилган (20.5) формула бўйича ҳисобланган марказлаш ва редукция учун қўшма тузатмалар ўлчанган йўналишларга киритилиб, пункт марказига келтирилган йўналишлар қиймати топилади. Ҳисоблашлар 20.4-жадвалда келтирилган.

20.4-жадвал

Пункт номи	Пунктларч йўналишлар	Ўлчанган йўналишлар	Тузатмалар				Пунктлар марказига келтирилган йўналишлар
			c_i	r_i	$(c+r)_i$	$(c+r)_i - (c+r)_0$	
D	A	$0^{\circ}00'00''$	+0,3	+1,9			
	C	$28^{\circ}31'18''$	"	"	+2,2"	$0^{\circ}00'00''$	$0^{\circ}00'00''$
	B	$61^{\circ}12'12''$	-	+2,1	+1,3"	-0,9"	$28^{\circ}31'17''$
			0,8"	"	+1,0"	-1,2"	$61^{\circ}12'11''$
			-	+3,5			
			2,5"	"			

Навбатда тармоқ чизмаси тузилиб, унга пунктлар марказига келтирилган йўналишлар ва улар орқали ҳисоблаб топилган бурчаклар чизмада ёзиб қўйилади. Ҳар бир учбурчакда бурчаклар хатоси ҳисобланади ва унинг чекли қиймати қуйидагича топилади:

$$\omega_{\text{чек}} = 2,5m_{\beta}\sqrt{3}. \quad (20.6)$$

Бу ерда m_{β} – бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси, 2-разряд триангуляция учун $m_{\beta} = 10''$.

Учбурчаклардаги боғланмасликлар бўйича алоҳида бурчакни ўлчаш ўрта квадратик хатоси куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$m = \sqrt{\frac{[\omega^2]}{3N}}. \quad (20.7)$$

Бу ерда N – тармоқдаги учбурчаклар сони.

Якунида зичлаш триангуляциясида дастлабки ҳисоблашларга кирадиган ишлар рўйхатини кўрсатиб ўтамиз:

1) дала журналларида бажарилган ҳисоблаш ишлари ва марказлаш варақларини тузиш тўғрилигини текшириш;

2) ўлчанган йўналишлар йиғма ҳисоботини тузиш;

3) учбурчакларни дастлабки ечиш;

4) марказлаш ва редукция учун тузатмаларни ҳисоблаш;

5) йўналишларни пунктлар марказига келтирилган қийматларини ҳисоблаш;

6) тармоқ чизмасини тузиб, унда ҳисоблаб топилган бурчакларни ёзиб келтириш;

7) учбурчакларда бурчаклар хатосини ҳисоблаш ва уларнинг чекли қиймати билан солиштириш;

8) бурчакларни ўлчаш аниқлигини баҳолаш.

20.2. Асосий ҳисоблашлар. Коррелаталар усулида тенглаштириш ҳақида маълумот

Триангуляция тармоғини тенглаштириш мақсади ўлчанган бурчакларга тузатмаларни аниқлаб улар орқали тузатилган бурчаклар шу тармоққа мос келувчи барча математик шартларни қаноатлантиришини таъминлашдан иборат.

Геодезик тармоқдаги ҳар бир ортиқча ўлчанган қийматга бошқалари билан боғлиқ бўлмаган битта шарт, n та ортиқча ўлчанган қийматларга эса n та мустақил шартлар тўғри келади.

Баъзи шартлар тармоқда ортиқча бошланғич маълумотлар (пунктлар координаталари, томонлар дирекцион бурчаклари ва томон узунлиги) мавжудлигидан келиб чиқади. Бошланғич маълумотлари элементлари

Нормал тенгламалар системасида квадратли коэффициентлар $[aa], [bb], \dots, [rr]$ системанинг бош диагонали деб аталадиган диагонал бўйича жойлашади. Қолганлари ноквадратли коэффициентлар бўлиб, бош диагоналга нисбатан симметрик жойлашади ва улар ўзаро тенг бўлади.

Номанум коррелаталар сони нормал тенгламалар сонига тенг.

Юқоридаги (20.12) нормал тенгламалар системасини ечиб, K_1, K_2, \dots, K_r коррелаталар топилади. Кейин (20.11) формулалар бўйича тузатмалар v_1, v_2, \dots, v_n аниқланади.

Агар тармоқда фақатгина бита шартли тенглама мавжуд бўлса

$$a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + a_n v_n + \omega = 0, \quad (20.13)$$

унга битта коррелаталар нормал тенгламаси тўғри келади:

$$[aa]K + \omega_1 = 0. \quad (20.14)$$

Бундан

$$K = \frac{\omega}{[aa]} = 0. \quad (20.15)$$

Бу ҳолда тузатмаларнинг коррелаталар тенгламалари қуйидагича бўлади:

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = a_1 K, \\ v_2 = a_2 K, \\ \dots \dots \dots \\ v_n = a_n K. \end{array} \right\} \quad (20.16)$$

Масалан, учбурчакнинг иккита учлари координаталари ва ўлчанган учта бурчаклари орқали битта учинчи учининг координаталари аниқланиши керак бўлса, бундай учбурчакдан иборат тармоқда ўлчанган учбурчак бурчаклари учун тузатмаларнинг шартли тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$v_1 + v_2 + v_3 + \omega = 0.$$

Коррелаталар нормал тенгламаси эса

$$3K + \omega = 0.$$

Бундан

$$K = -\frac{\omega}{3}.$$

Шунда учта ўлчанган бурчаклар тузатмаси

$$v_1 + v_2 + v_3 = -\frac{\omega}{3}$$

бўлади, яъни хатолик тескари ишораси билан тенг бўлиб берилади.

20.3. Триангуляция тармоқларини содда усулда тенглаштириш

Содда усулда тенглаштиришни триангуляцияни оддий тармоқлари мисолида кўриб чиқамиз. Бундай тармоқда шартли тенгламалар икки ёки уч гуруҳга бўлиниши мумкин: биринчи гуруҳда коэффицентлари ± 1 , иккинчи гуруҳда коэффицентлари $\pm \delta_i$ бўлган, учинчи гуруҳда координаталарнинг иккита шартли тенгламалари (агарда тармоқда мавжуд бўлса) бўлади.

Содда геодезик тармоқларга геодезик тўртбурчак, марказий система ва бошқалар киради.

Қуйида геодезик тўртбурчак шаклидаги 2-разряд триангуляция тармоғининг содда усулда тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Геодезик тўртбурчак. Барча саккизта бурчаклари ўлчаб чиқилган бўлса, у геодезик тўртбурчак дейилади. (20.1-расм).

Геодезик тўртбурчакда тўртта мустақил шартлар: шакл (тўртбурчак) шarti, қарама-қарши иккита учбурчаклар бурчаклари йиғиндиларининг ўзаро тенглиги шarti ва кутб шarti тўғри келади. Шакл шartiга кўра, тўртбурчакнинг саккизта бурчаклари йиғиндиси 360° бўлиши керак, яъни тенглаштирилган бурчаклар учун

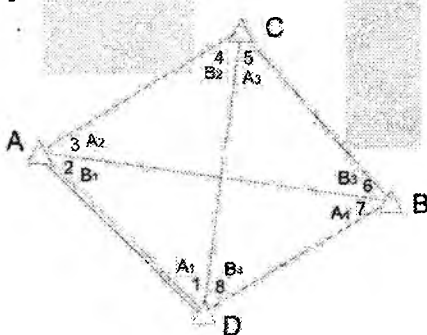
$$\sum_{i=1}^4 (A_i + B_i) = 360^\circ. \quad (20.17)$$

Ушбу тенгламада тенглаштирилган бурчакларнинг ўлчанган қийматлари ва уларга тегишли тузатмалар билан ифодалаб, айрим қайта ўзгартиришлардан сўнг шакл шартли тенгламасини қуйидагича ёзамиз:

$$\sum_{i=1}^4 [(A_i) + (B_i)] + \omega_1 = 360^\circ, \quad (20.18)$$

$$\omega_1 = \sum_{i=1}^4 [A_i + B_i] - 360^\circ. \quad (20.19)$$

Бу ерда ω_1 – шартли тенламанинг озод хади.



20.1-расм.

Қарама-қарши учбурчаклар бурчаклар йигиндиларининг ўзаро тенлиги шarti куйидагидан иборат (тенглаштирилмаган бурчаклар учун):

$$\left. \begin{aligned} \{(A_1) + (B_1)\} - \{(A_3) + (B_3)\} + \omega_2 &= 0, \\ \{(A_2) + (B_2)\} - \{(A_4) + (B_4)\} + \omega_3 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (20.20)$$

Бу ерда ω_2, ω_3 – озод ҳадлар бўлиб куйидагича топилади:

$$\left. \begin{aligned} \omega_2 &= \{A_1 + B_1\} - \{A_3 + B_3\}, \\ \omega_3 &= \{A_2 + B_2\} - \{A_4 + B_4\}. \end{aligned} \right\} \quad (20.21)$$

Қутб шarti тенламаси. 20.1-шаклда A пунктни **қутб** деб қабул қилиб, тўрт бурчак томонлари нисбати орқали қутб шартини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$\frac{S_{AC}S_{AB}S_{AD}}{S_{AB}S_{AD}S_{AC}} = 1,$$

ёки томонлар қаршисида ётган бурчаклар синуслари орқали

$$\frac{\sin(1)\sin(4+5)\sin(7)}{\sin(1+8)\sin(4)\sin(6)} = 1.$$

Ўлчанган бурчакларни дастлабки ҳисобланган қийматлари синуслари логорифмасининг $1''$ га ўзгариши

орқали шартли тенглама ифодаланса, куйидаги кўринишда бўлади:

$$\sum_{i=1}^4 \delta_{A_i}(A_i) - \sum_{i=1}^4 \delta_{B_i}(B_i) + \omega_K = 0. \quad (20.22)$$

Бу ерда $\omega_K = \Sigma_1 - \Sigma_2$
ёки

$$\Sigma_1 = \sum_{i=1}^4 l g \sin A_i, \quad \Sigma_2 = \sum_{i=1}^4 l g \sin B_i,$$

Тенглама озод ҳадининг (ω_K) қиймати ушбу формуладан ҳисобланадиган чекдан ошмаслиги керак:

$$\omega_{K_{чек}} = 2,5m\sqrt{[\delta^2]}. \quad (20.23)$$

Бу ерда m – бурчак ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси;
 δ – бурчакни 1" га ошганида бурчак синуси логарифмасининг орттирмаси.

Геодезик тўртбурчакда шартли тенгламаларни икки гуруҳга бўлиш мумкин.

Биринчи гуруҳга шакл шартли тенгламаси (20.18) ва қарама-қарши учбурчаклари йиғиндиларнинг ўзаро тенглиги шартли тенгламаси (20.20).

Ушбу шартли тенгламаларни коррелаталар усулида тенглаштириш апаратини қўллаб дастлабки тузатмалар топилади.

Бу ҳисоблашда шартли тенгламалар коэффициентлари (a, b, c) қийматларидан фойдаланиб, коррелаталар нормал тенгламаларининг коэффициентлари топилади:

$$\left. \begin{aligned} [aa] &= 8, [ab] = 0, [ac] = 0, \\ [bb] &= 4, [bc] = 0, \\ [cc] &= 4. \end{aligned} \right\} \quad (20.24)$$

Коррелаталар нормал тенгламалари (20.12) куйидагича бўлади:

$$\left. \begin{aligned} 8K_1 + \omega_1 &= 0, \\ 4K_2 + \omega_2 &= 0, \\ 4K_3 + \omega_3 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (20.25)$$

(20.11) тенгламаларга асосан дастлабки тузатмаларнинг куйидаги формулалари олинади:

$$\left. \begin{aligned} (A_1) &= (B_1) = -\frac{\omega_1}{8} - \frac{\omega_2}{4}, \\ (A_2) &= (B_2) = -\frac{\omega_1}{8} - \frac{\omega_3}{4}, \\ (A_3) &= (B_3) = -\frac{\omega_1}{8} + \frac{\omega_2}{4}, \\ (A_4) &= (B_4) = -\frac{\omega_1}{8} + \frac{\omega_3}{4}. \end{aligned} \right\} \quad (20.26)$$

Юкоридаги (20.26) формулалардан кўринишича, дастлабки тузатмалар икки қисмдан ташкил топади. Биринчи қисмни *биринчи тузатмалар*, иккинчисини *иккинчи тузатмалар* деб атаймиз.

(20.26) тенгламалардан келиб чиқиб биринчи тузатмалар учун ёзамиз:

$$(A_i)_1 = (B_i)_1 = -\frac{\omega_1}{8} \quad (20.27)$$

Иккинчи тузатмалар (20.26) тенгламаларга кўра:

$$\left. \begin{aligned} (A_1)'' &= (B_1)'' = -\frac{\omega_2}{4}, \\ (A_2)'' &= (B_2)'' = -\frac{\omega_3}{4}, \\ (A_3)'' &= (B_3)'' = \frac{\omega_2}{4}, \\ (A_4)'' &= (B_4)'' = \frac{\omega_3}{4}. \end{aligned} \right\} \quad (20.28)$$

Биринчи ва иккинчи тузатмалар йиғиндиси дастлабки тузатмаларни беради.

Бурчакларнинг дастлабки тузатмалар билан тузатиб, улар орқали кутб шартли тенгламаси озод ҳадини ҳисоблашга ўтилади:

$$\omega_K = \Sigma_1 - \Sigma_2$$

Бу ерда

$$\Sigma_1 = \sum_{i=1}^4 \lg \sin A'_i, \quad \Sigma_2 = \sum_{i=1}^4 \lg \sin B'_i,$$

A_i ва B_i – дастлабки тузатилган бурчаклар.

Навбатда бурчаклар иккиламчи тузатмаларини қуйидаги шартли тенгламадан топилади:

$$\sum_{i=1}^4 \delta_{A_i} (A_i)'' - \sum_{i=1}^4 \delta_{B_i} (B_i)'' + \omega_K = 0. \quad (20.29)$$

Бунда қўшимча қуйидаги шарт қўйилади:

$$(A_i)'' = -(B_i)''.$$

Ушбу шартни ҳисобга олиб кутб шартли тенгламаси куйидаги кўринишда ёзилади:

$$\sum_{i=1}^4 (\delta_{A_i} + \delta_{B_i})(A_i)'' + \omega'_K = 0. \quad (20.30)$$

Бу шартли тенгламага (20.14) коррелаталарга нормал тенгламасига тўғри келади:

$$\sum_{i=1}^4 (\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2 K_K + \omega'_K = 0. \quad (20.31)$$

Бундан коррелата учун топамиз:

$$K_K = -\frac{\omega_K}{\sum_{i=1}^4 (\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2}. \quad (20.32)$$

Юқоридаги (20.16) формулага кўра иккиламчи тузатмалар куйидагига тенг бўлади:

$$(A_i)'' = -(B_i)'' = K_K (\delta_{A_i} + \delta_{B_i}). \quad (20.33)$$

Шундай қилиб, дастлабки ва иккиламчи тузатмалар йиғиндиси бурчакларнинг тўла тузатмаларини беради. Тўла тузатмаларни ўлчанган бурчакларга киритиб, уларнинг тенглаштирилган қийматлари топилади. Ҳисоблашлар назорати бўлиб тармоқ учбурчакларида тенглаштирилган бурчаклар йиғиндиси аниқ 180° га тенг бўлишига хизмат қилади. Геодедик тўртбурчакдан иборат (20.1-расм) 2-разряд триангуляция тармоғида ўлчанган бурчакларни содда усулда тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Бошланғич маълумотлар: A пунктнинг координаталари $x_D = 2700,00$, $y_D = 3600,00$ базис узунлиги $b = 1850,00$ м, уни дирекцион бурчаги $\alpha_{DA} = 140^\circ 30' 30''$. Ҳисоблашлар куйидаги 20.5 ва 25.6-жадвалларда бажарилади.

20.5-жадвал

Бурчаклар рақами	Келтирилган бурчаклар	Дастлабки тузатмалар			Дастлабки тузатиш бурчаклар	Иккиламчи тузатмалар (η)"	Тенглаштирилган бурчаклар
		(i) ₁	(i) ₂	(i)			
1	19°17'49"	-1	+1	0	19°17'49"	-1"	19°17'48"
2	40°18'56"	-1	+1	0	40°18'56"	+1"	40°18'57"
3	35°32'29"	-1	+1	0	35°32'29"	0	35°32'29"
4	84°50'46"	-1	+1	0	84°50'46"	0	84°50'46"
5	35°43'22"	-1	-1	-2	35°43'20"	-1"	35°43'19"
6	23°53'27"	-1	-1	-2	23°53'25"	+1"	23°53'26"
7	95°02'29"	-1	-1	-2	95°02'27"	-1"	95°02'26"
8	25°20'50"	-1	-1	-2	25°20'48"	+1"	25°20'49"
Σ	360°00'08"				360°00'00"		360°00'00"

$$\omega_1 = +08'';$$

$$\omega_2 = (1 + 2) - (5 + 6) = -04'';$$

$$\omega_3 = (3 + 4) - (7 + 8) = -04''.$$

20.6-жадвал

Бурчаклар рақами	Дастлабки тузатиш бурчаклар синуслари логарифмаси	δ_{A_i}	Бурчаклар рақами	Дастлабки тузатиш бурчаклар синуслари логарифмаси	δ_{B_i}	$\delta_{A_i} + \delta_{B_i}$	$(\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2$	Иккиламчи тузатмалар		Қосишма ($\delta_{A_i} + \delta_{B_i}$)
								(A_i)"	(B_i)"	
1	9,519124	+6,0	2	9,810902	+2,4	+8,4	70,56	-1"	+1"	-8,4
3	9,764394	+2,0	4	9,998240	+0,3	+2,3	5,29	0	0	0
5	9,766306	+2,3	6	9,607440	+4,8	+7,1	50,41	-1"	+1"	-7,1
7	9,998317	+1,4	8	9,631539	+3,6	+5,0	25,0	-1"	+1"	-5,0
	$\Sigma_1 = 9,04814$			$\Sigma_2 = 9,04812$			$\Sigma = 151,26$			$\Sigma = -20,5$

$\omega_K = \Sigma_1 - \Sigma_2 = 9,048141 - 9,048121 = +20$ логарифма 6-
 хади

$$\omega_{K_{\text{чек}}} = 2,5m\sqrt{[\delta^2]} = 2,5\sqrt{89} = 235 \text{ логарифма 6 - хади}$$

$$K = -\frac{\omega_K}{(\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2} = -\frac{20}{151,26} = 0,132$$

Назорат:

$$\sum_{i=1}^4 (A_i)'' (\delta_{A_i} + \delta_{B_i}) = \omega_K; -20,5 \approx +20.$$

Тенглаштирилган бурчақлардан фойдаланиб тармоқ
 учбурчақлари якуний ечиб чиқилади (20.7-жадвал).

20.7-жадвал

Учбурчақ- лар бурчақлари рақами	Тенглаштирил- ган бурчақлар	Тенглаштирилган бурчақлар синуси	Томонлар узунлиги
1	19°17'48"	0,330459	613,83
2+3	75°51'26"	0,969690	1801,21
4	84°50'46"	0,995957	1850,00
	180°00'00"		$D_1 = \frac{1850}{0,995957} = 1857,51$
3	35°32'29"	0,581291	881,04
4+5	120°34'05"	0,861026	2126,04
6	23°53'26"	0,404991	613,83
	180°00'00"		$D_1 = 1515,66$
5	35°43'19"	0,583852	1201,60
6+7	118°55'52"	0,875202	1801,21
8	25°20'49"	0,428098	881,05
	180°00'00"		$D_1 = 2058,05$

Тармоқ чизмасидан (20.1-расм) ўтиш йўли $DACBD$ ни
 белгилаб, ушбу йўл томонларининг дирекцион бурчақлари,
 кейин уларнинг координаталар ортгирмалари ва нихоят
 тармоқдаги номаълум пунктлар координаталари ҳисобланади
 (20.8-жадвал).

Бенгилар	1. D 2. A	1. A 2. C	1. C 2. B	1. B 2. D
α_{DA}	140°30'00"	140°30'00"	254°38'34"	314°04'29"
β	-	75°51'26"	120°34'05"	118°55'52"
α_{DA}	140°30'00"	244°38'34"	304°04'29"	5°08'37"
x_A	2272,50	2009,62	2503,24	3700,00
x_D	3700,00	2272,50	2009,62	2503,24
Δx	-1427,50	-262,88	+493,62	1196,76
$\cos\alpha$	-0,771624	-0,428260	0,560274	0,995973
S_{DA}	1850,00	613,83	881,04	1201,60
$\sin\alpha$	0,636078	-0,903655	-0,828308	0,089652
Δy	+1176,74	-554,69	-729,77	+107,73
y_D	3600,00	4776,74	4222,05	3492,28
y_A	4776,74	4222,05	3492,28	3600,01

20.4. Триангуляция тармоғида пунктлар нисбий баландлигини ҳисоблаш ва тенглаштириш

Пунктлар нисбий баландлигини ўлчанган зенит масофалар орқали ҳисоблаш қуйидаги формула орқали бажарилади:

$$h = S \operatorname{ctg} z + i - l + \frac{1-K}{2R} S^2. \quad (20.34)$$

Ушбу формулада $\frac{1-K}{2R} S^2$ — Ер эгрилиги ва рефракция учун қўшма тузатма; R — ер эллипсоиди эгрилиги радиуси; S — пунктлар орасидаги масофа, км да олинади; K — рефракция коэффициенти бўлиб, уни $K = 0,14$ деб олинади.

(20.34) формулани қисқартириб қуйидагича ёзиб олиш мумкин:

$$h = S \operatorname{ctg} z + CS^2 + i - l, \quad (20.35)$$

унда $C = \frac{1-K}{2R}$ бўлиб $K = 0,14$, $R = 6371$ км ва $S = 1,0$ км олинса, $C = 6,75$ см бўлади.

Қуйидаги 20.9-жадвалда 20.1-расмда берилган триангуляция тармоғини D пунктида туриб ўлчанган зенит

масофалар (19.5-жадвал) бўйича томонлар узунлиги S (20.7-жадвал) бўйича нисбий баландликларни ҳисоблаш тартиби берилган.

20.9-жадвал

Пунктлар номи	z	S	$S \operatorname{ctg} z$	CS^2	l	$i-l$	h
«D» пункти, $i = 1,46$ м							
A	90°02'06"	1850,00	-1,10	+0,23	6,00	-5,54	-6,31
C	89°46'08"	1801,21	+7,26	+0,22	5,50	-4,04	+3,44
B	89°51'05"	1201,12	+3,12	+0,10	6,10	-4,64	-1,42

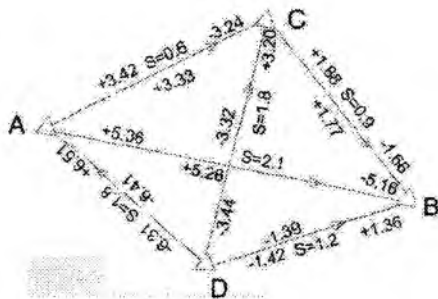
Тармоқдаги барча пунктларга тўғри ва тескари йўналишлар бўйича ўлчанган зенит масофалар орқали нисбий баландликлар юқоридаги жадвалда келтирилгандай ҳисоблаб чиқилгандан сўнг ҳар бир томонни тўғри ва тескари нисбий баландликлари солиштириб чиқилади.

Улар фарқи томонлар узунлиги $S < 1$ км бўлганда 0,1S дан ошмаслиги керак (S км да). Ушбу шарт қаноатланарли бўлган томонлар нисбий баландлиги ўртача қиймати ҳисобланиб, тармоқ чизмасида ёзиб чиқилади. Бунда ҳар бир ёпиқ полигон (учбурчак) да нисбий баландликлар йиғиндиси олиниб, унинг нолдан фарқи хатолик бўлади. Ушбу хатолик қуйидаги чеқдан ошмаслиги керак:

$$\omega_h = 0,5\sqrt{[S^2] + n}, \text{ м} \quad (20.36)$$

Бу формулада $[S^2]$ -узунлиги 10 км дан ошиқ томонлар узунлигини квадратлари йиғиндиси; n – 10 км дан калта бўлган томонлар сони.

Мисолда олинган тармоқ учун (20.1-расм) ҳисобланган тўғри ва тескари нисбий баландликлар ва уларнинг ўрта қийматлари қуйидаги чизмада ёзиб келтирилган (20.2-расм).



20.2-расм

Триангуляция тармоғи пунктларининг баландлиги умумий арифметик ўрта усулида тенглаштирилади.

Тармоқ пунктларининг баландлиги H_D , H_A , H_C ва H_B , улар орасидаги нисбий баландликлар h_{DA} , h_{DC} , h_{DB} , h_{AC} , h_{BA} ва h_{CB} (20.2-расм) ва улар вазнлари P_{DA} , h_{DC} , h_{DB} ... бўлсин. Тармоқ ҳар бир пунктнинг баландлигини унга қўшни бўлган пунктлар баландлиги орқали топилиши мумкин. Масалан,

$$H_A = \frac{(H_D + h_{DA})P_{DA} + (H_B + h_{BA})P_{BA} + (H_C + h_{CA})P_{CA}}{P_{DA} + P_{BA} + P_{CA}}$$

$$H_C = \frac{(H_A + h_{AC})P_{AC} + (H_D + h_{DC})P_{DC} + (H_B + h_{BC})P_{BC}}{P_{AC} + P_{DC} + P_{BC}}$$

Тармоқдаги D пункти баландлиги H_D маълум бўлса, ушбу пункт билан боғланган қўшни пунктлар баландлигини биринчи яқунланишда ҳисоблаб чиқилади. Олинган мисолда бошланғич D пункти билан боғланган A пункти баландлигини ҳисоблашдан бошлаймиз:

$$H'_A = H_D + h_{DA}$$

Кейин C пункти вазнли арифметик ўрта баландлигини H_A дан фойдаланиб қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

$$H'_C = \frac{(H_D + h_{DA})P_{DA} + (H'_A + h_{AC})P_{AC}}{P_{DA} + P_{AC}}$$

Кейинги пункт B баландлигини H'_A ва H'_C дан фойдаланиб топамиз:

$$H'_B = \frac{(H'_A + h_{AC})P_{AC} + (H'_C + h_{CB})P_{CB}}{P_{AC} + P_{CB}}$$

ва ҳоказо.

Амалда биринчи яқинлашишда ҳисоблаш вазн (P)сиз бажарилади, кейинги яқинлашишларда нисбий баландликлар вазни ҳисобга олинади.

Биринчи яқинлашишда номаълум пунктлар баландлиги ҳисоблаб чиқилгандан сўнг иккинчи яқинлашишда ҳисоблашга ўтилади, кейин учинчи яқинлашишда ва ҳоказо. Ҳисоблашлар токи иккита охириги яқинланишлардан олинган пункт баландлиги бир-бирига тенг чиккунча давом эттирилади. Олинган мисол учун вазнлар қуйидагича ҳисобланади:

$$P = \frac{1}{S}.$$

Келтирилган вазн: $P'_i = \frac{P_i}{\sum P_i}$.

Битта пунктнинг тенглаштирилган баландлигини ўрта квадратик хатоси қуйидагича ҳисобланади:

$$m = \sqrt{\frac{\sum P \delta^2}{n-1}}. \quad (20.37)$$

Бу ерда $\delta = H_{\text{тенг}} - H_{\text{ўр}}$; n – пункт баландлигини аниқлашда фойдаланилган пунктлар сони.

Тармоқдаги ҳар бир пункт баландлигини аниқлаш ўрта квадратик хатосининг ўртача қиймати қуйидагича тенг:

$$M = \sqrt{\frac{\sum m^2}{r}}. \quad (20.38)$$

Бу ерда r – баландликлари аниқланадиган пунктлар сони.

Тармоқдаги тугун нукталарни (пунктларни) тенглаштирилган баландлигини юқорида келтирилган формулалар бўйича ҳисоблаб 20.10-жадвалда келтирилган. Геометрик ниверлирлашдан топилган D пунктнинг баландлиги $H_D = 340,25$ м га тенг.

Пункт- лар номи	Уртача нисбий баълаш- лик	На инсоп		Яқынлаштириш шарт			Ҳудуд масофаси $b = H_{\text{т}} - H$	Топташ- тириш ноқсоний баълаш
		P	P'	I	II	III		
A пункти								
D	-6,41	0,55	0,20	333,84	333,84	333,84	-0,11	-6,52
B	-5,26	0,48	0,18	-	333,63	333,61	+0,12	-5,14
C	3,33	1,67	0,62	-	333,72	333,73	0	3,33
		Σ = 2,70	Σ = 1,00	333,84	333,73	333,73	-	
C пункти								
A	+3,33	1,67	0,50	337,17	337,06	337,06	-0,01	+3,32
D	-3,32	0,56	0,17	336,93	336,93	336,93	+0,12	-3,20
B	+1,77	1,11	0,33	-	337,12	337,10	-0,05	+1,72
		Σ = 3,34	Σ = 1,00	337,05	337,06	337,05	-	
B пункти								
C	+1,77	1,11	0,46	338,82	338,83	338,82	+0,05	+1,82
A	+5,26	0,48	0,20	339,10	338,99	338,99	-0,12	+5,14
D	-1,39	0,83	0,34	338,86	338,86	338,86	+0,01	-1,38
		Σ = 2,43	Σ = 1,00	338,89	338,87	338,87	-	

$$m_A = \sqrt{\frac{(-1,00)^2 \cdot 0,20 + (-0,12)^2 \cdot 0,18}{3-1}} = 0,05 \text{ м}; m_C = 0,04 \text{ м}; m_B = 0,04 \text{ м};$$

$$M = \sqrt{\frac{0,011}{3}} = 0,04 \text{ м}.$$

Назорат саволлари:

1. Геодезик тармоқларда ўлчашларни математик ишлаб чиқишида мақсад нима?
2. Геодезик тармоқда ўлчашларни математик ишлаб чиқишида ҳисоблаш ишларини неча қисмга бўлиши мумкин?
3. Геодезик тармоқда ўлчашларни математик ишлаб чиқишида дастлабки ҳисоблашларнинг мақсади нимадан иборат?
4. Зичлаш триангуляциясида дастлабки ҳисоблашларга қирадиган ишлар рўйхатини айтиб беринг?

5. Коррелаталар усулида тенглаштириш моҳияти нимадан иборат?

6. Пунктлар нисбий баландлигини ўлчанган зенит масофалар орқали ҳисоблаш қандай ифода орқали аниқланади?

7. Битта пунктнинг тенглаштирилган баландлигини ўрта квадратик хатоси қандай ҳисобланади?

**ГЛОБАЛ НАВИГАЦИЯЛИ ЕР СУНЪИЙ ЙЎЛДОШ
СИСТЕМАЛАРИДАН ГЕОДЕЗИК МАҚ САДЛАРДА
ФЙДАЛАНИШ****21.1. Сунъий йўлдош навигацияли GPS ва ГЛОНАСС
системалари**

Инсонни қадим замонлардан қизиқтириб келган муаммолардан бири – бу ўзини Ер сайёрасининг қайси жойида турганини аниқлашдан иборат бўлган. Киши ўз атрофини ўраб олган объектларга нисбатан турган ўрнини осонгина аниқлаб олиши мумкин. Борди-ю атрофда бундай объектлар бўлмаса, ҳамма ёқ бўм-бўш чўл ёки бепоён океан сатхи бўлса-чи? Кўп асрлар давомида бу муаммо Куёш ва юлдузлардан фойдаланиб ечиб келинган. Бу усуллардан фойдаланиш имкони ҳар доим бўлавермайди. Масалан, Куёш ва юлдузлар булутли об-ҳавода кўринмайди. Жойда бажариладиган аниқ ўлчашлардан фойдаланиш кўп вақт ҳамда меҳнат талаб қилади ва ҳар доим мақсадга тўла эришиш имкони бўлмайди. 1970 йиллар бошида GPS янги лойиҳаси тақдим этилди ва унга кўра киши ўз турган ўрнини ер юзасининг хоҳлаганган нуқтасида, хоҳлаган вақтда ва ҳар қандай об-ҳаво шароитида юқори аниқликда аниқлаш имконига эга бўлди.

Ҳозирги вақтда геодезик ўлчашларда сунъий йўлдош навигация системалари кенг қўлланилмоқда. Бу системалар космик ва ер усти механик воситалар комплексидан, Ер сфероиди сиртидаги объект ўрнини аниқлаш учун дастур таъминоти ва технологиясидан иборат. Сунъий йўлдош навигация системаларини катта ҳудудларда топографик сьемкаларни бажариш учун планли-баландлик асосни ривожлантиришда қўллаш мақсадга мувофиқ. GPS системасининг тўла таркиби қуйидаги учта сегментлардан иборат:

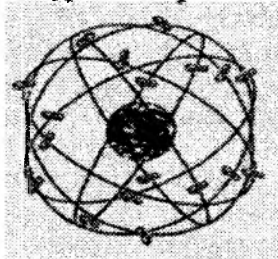
– космик сегмент – маълум орбита бўйича ерни айланиб учадиган сунъий йўлдошлар;

- бошқариш сегменти - йўлдошлар учишини бошқариш учун зарур экваторга яқин жойлашган станциялар;
- фойдаланувчилар сегменти - GPS сигнадини қабул қилувчи ҳар қандай фойдаланувчи киши.

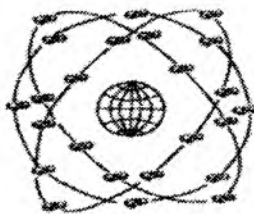
GPS системасида (АҚШ) космик сегмент 24 та сунъий йўлдошлардан ташкил топиб, улар 6 та орбиталар бўйича ҳар бирида 4 тадан бўлиниб, тақрибан 20200 км баландликда ерни ҳар 12 соатда бир марта айланиб чиқади. (21.1.а-расм).

ГЛОНАСС системасида (Россия) 24 та йўлдош учта эллиптик орбиталарнинг ҳар бирида 8 тадан жойлаштирилган (21.1.б-расм), орбиталар баландлиги 19100 км га яқин ва улар экватор текислигидан 64,8 градусга оғади. Орбиталар параметрларини бундай танлангани узоқ муддат давомида йўлдошлар ўзаро жойлашиши ҳолатини ўзгармас бўлишини таъминлайди.

Шундай қилиб, GPS ва ГЛОНАСС ёрдамида координаталарни аниқлаш геодезиянинг фундаментал мақсадини амалга оширишда, ер сиртини хоҳлаган нуқтаси мутлақ ўрнини бир хил аниқликда топишни таъминлайди.



а)



б)

21.1-расм.

Космик сегмент шундай лойиҳаланганки, Ернинг ҳар қандай нуқтасида хоҳлаган дақиқада уфқ текислигидан 15° юқорида кузатувчининг ихтиёрида энг камида 4 та сунъий йўлдош бўлади. Бу эса ҳар қандай амалий вазифаларни бажариш учун зарур бўлган йўлдошларнинг минимал сонидир. Ҳар бир сунъий йўлдош бир нечта жуда аниқ борт атом соатларига эга. Бу соатлар 10,23 МГц асосий частотада ишлайди. Бу частота йўлдош узатадиган сигналларни генерациялаш учун фойдаланилади. Йўлдош доимий элтувчи

иккита тўлқинни узатиб боради. Бу элтувчи тўлқинлар L полосада жойлашиб, ерга қараб ёруғлик тезлигида ҳаракат қилади.

Ҳар бир йўлдош ўзининг шахсий кодига эга бўлиб, у бўйича приёмник йўлдошни аниқлайди. Бундай кодлар псевдо масофаларни ўлчаш учун асос қилиб олиниб, улар орқали координаталар ҳисобланади. Кўрилаётган йўлдош навигация системаларининг иши негизида йўлдошларгача бўлган масофаларни, улардан чиқаётган радиосигналлар тарқалиш вақтини белгилаш йўли орқали ўлчаб ердаги объект ўрнини аниқлаш ётади.

Радиосигналнинг йўлдошдан токи приёмник антеннасигача етиб келиш вақтини белгилаш сигнал тарқалиш тезлигини вақтга қўпайтириб, масофани аниқлаш имконини беради. Бунинг учун йўлдошдан сигналнинг чиқиш дақиқасини билиш талаб қилинади. Шу мақсадда тўлқин узатувчи йўлдошда ва ердаги приёмникда сигнал генерациясини синхронлаштириш қабул қилинган. Бу эса сигнални приёмникда қабул қилиш вақтида унинг йўлдошдан узатилган вақтини аниқлаш имконини беради.

Амалда сигнал сифатида ноллар ва бирлар кетма-кетлиги ҳар бир милли секундда генерацияланади ва уларга псевдо эхтимолӣ (псевдослучайные) код номи берилган. Сигналнинг тарқатиш вақтини белгилаш учун вақтни наносекунд аниқликда ($0,000000001$ с) ўлчаш имконини берадиган юқори аниқ соат йўлдошда ўрнатилади. Бунда йўлдош ва приёмник сигналларини синхрон генерациялаш керак бўлади.

Шундай қилиб, ҳисоблашлар учун қабул қилинган Ер эллипсоиди сиртига нисбатан нуқтанинг учта координаталари кенглиги, узоқлиги ва баландлигини аниқлашда хатоликларга йўл қўймаслик учун тўртта йўлдошларгача масофаларни ўлчашга тўғри келади. Юқорида кўриб ўтилган иш принципида ҳар бир йўлдошгача масофани аниқлаш унинг координаталарининг маълум бўлишини тақозо этади. Бу мақсадда йўлдошлар ўзини жуда баланд эллиптик орбиталарига аниқ чиқарилади. Орбита параметрлари приёмникка туширилади ва бу қизиқтирган

вақт учун ҳар бир йўлдош ўрнини аниқлаш имконини беради. 24 соат давомида йўлдошлар кузатиш назорат пунктлари устидан икки мартаба учиб ўтади. Бу уларнинг ўрни ва тезлигини аниқ назорат қилиш имконини беради.

GPS ўлчашлар аниқлигига ионосфера ва тропосферанинг нурга таъсири хатосидан ташқари приёмник хатоси, ён-атрофдаги предметлардан нурнинг қайтарилиши хатоси ва бошқалар таъсир этади. Бундан ташқари, «геометрик омил», яъни йўлдошларга қараб йўналишлар орасидаги бурчаклар қиймати ҳам таъсир этади. Бу бурчаклар қанчалик каттароқ бўлса, кестирмалар шунча яхши, ўлчашлар ҳам аниқ бўлади.

Эллиптик орбитанинг ўлчамлари ва шакли унинг катта ярим ўқи a ва e билан аниқланади. GPS системасида бу ўлчамлар қуйидагиларга тенг:

$$a = 26560 \text{ км};$$

$$e = 0,001.$$

Орбита текислигининг ўрни ер экватори текислигига нисбатан қуйидагилар билан тавсифланади: чиқиш тугунининг узоқлиги – Ω , перигей аргументи – ω ва орбита текислигининг экватор текислигига нисбатан қиялиги бурчаги – i (21.2-расм).



21.2-расм

Пунктларнинг мутлақ ўрнини аниқлаш хатоси ГЛОНАСС учун 9,2 м, GPS учун эса 1 м ни ташкил қилади.

Навигацияли сунъий йўлдош системасида нукта ўрнини аниқлаш принципи сунъий йўлдошлар билан ер нуктасида ўрнатилган йўлдошлар сигналларини қабул қилувчи приёмникни қўллашга асосланган.

Приёмниклар *биринчи синф* – координаталарни тез навигацияли аниқловчи, *иккинчи синф* – ҳаракатдаги объектлар ўрнини аниқловчи ва *учинчи синф* – геодезик масалалар учун қўлланиладиганларга бўлинади.

Геодезик приёмникларда кўп каналли блок мавжуд, у бирданига бир нечта йўлдошлар (12 тадан ортиқ) сигналларни кузатишни таъминлайди. Бундай приёмниклар алоҳида ёки қўшма блоклар кўринишида бўлиб, антенна, контроллер (кичик ЭХМ) ва аккумулятордан ташкил топади. Айрим приёмниклар таркибида радиомодем (алоқа учун) бўлади.

GPS ва ГЛОНАСС системалари Гринвич фазовий тўғри бурчакли геоцентрик координаталар системасида ишлайди. Координаталар бош нуктаси учун Ер массасининг маркази қабул қилинади. Z ўқи «Халқаро шартли бошланғич» деб қабул қилинган. 1900 – 1905 йиллар учун кутб ўрнига тўғри келувчи Ернинг ўртача шартли кутбига йўналтирилган. X ўқи экватор текислигини Гринвич меридиани текислиги билан кесишиш нуктасига қараб, Y ўқи эса экватор текислигида координаталар системасини ўнггача тўлдиради. GPS ва ГЛОНАСС координаталар системалари бир-бирига боғланмаган ҳолда аниқланган ва ўзаро қуйидагича фарқланади: GPS системаси WGS-84 (Жаҳон геодезик системаси, 1984,) координаталар системасида, ГЛОНАСС эса ПЗ-90 (Ернинг параметрлари, 1990) координаталар системасида ишлайди. Бу системалар ҳар хил эллипсоидларга асосланган, уларнинг параметрлари қуйидаги 21.1-жадвалда бериледи.

21.1-жадвал

Координаталар системаси	Катта ярим ўқ. п, м	Сижилини коэффициент. α
WGS-84	6 378 137	1:298,257223563
ПЗ-90	6 378 136	1:298,257839303

21.2. Сунъий йўлдош GPS приёмниклари

Ҳозирги кунда космик навигация приёмникларининг жуда кўп хиллари мавжуд бўлиб, уларни функционал вазифаларига қараб қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

- навигация приёмниклари;
- ҳарбий мақсадлардаги приёмниклар;
- картография ва геоахборот тизимлари (ГАТ) учун мўлжалланган приёмниклар;
- геодезик приёмниклар.

Ўзининг техник кўрсаткичлари бўйича қабул қиладиган кодларига қараб приёмниклар қуйидагиларга бўлинади:

- селектив код (C/A)ни қабул қилувчи;
- селектив код ва $L1$ частотадаги сигнал фазасини қабул қилувчи;
- селектив код ва $L1$ ва $L2$ частотали сигналлар фазасини қабул қилувчи;
- селектив код, P -код ва $L1$, $L2$ частотали сигнал фазасини қабул қилувчи.

Навигация приёмниклари селектив кодни қабул қилишни таъминлайди. Бунда объект координаталарини аниқлаш хатоси 150 – 200 метрни ташкил қилади.

Ҳарбий приёмниклар P -кодни қабул қилиш имконига эга ва ҳамма диапазонларда ишлашни таъминлай олади. Объект координаталарини аниқлаш хатоси 10 – 20 метрга тенг.

ГАТ приёмниклари сигнал фазасини одатда битта частотали ўлчашга мўлжалланган ва координаталарни 1 – 5 метр хатолик билан аниқлашни таъминлайди.

Геодезик приёмниклар сигнал фазасини одатда битта частотали ўлчашга мўлжалланган. Бунда улар бирданига битта частотали ва икки частотали сигналлар билан ишлаши мумкин. Бу приёмниклар нуқталар координаталарини 1 – 2 сантиметр хатолик билан аниқлаш имконини беради.

GPS приёмниклари конструктив хусусиятларига қараб битта каналли, икки ва тўрт каналли приёмникларга бўлинади.

Битта каналли приёмникларда оддий ўлчашларни бажариш учун бирин-кетин тўртта сунъий йўлдошларни кузатиб, уларгача бўлган масофаларни кетма-кет аниқлашга тўғри келади. Бунда 2 секунддан 30 секундгача вақт сарфланади. Бу приёмникларнинг камчилиги, улар ўрнатилган объект ҳаракатда бўлса, йўлдошни кузатиш имкони бўлмайди. Чунки бунда ўлчашлар аниқлиги пасайиб кетади. Бундан ташқари, приёмник йўлдошдан маълумотни қабул қилиш вақтида объект ўрнини аниқлашга имкон бўлмайди, чунки бу вақтда (30 секунд) йўлдошдан олинган сигнални ишлаб чиқиш билан приёмник банд бўлади.

Юқорида айтилган камчиликларни бартараф этиш учун икки каналли приёмниклар қўлланади. Бунда битта канал қабул қилган сигналларни ишлаб чиқиш билан банд бўлса, иккинчиси навбатдаги йўлдош билан радиоалоқа боғлаб ўлчашни амалга оширади. Биринчи канал маълумотларни ишлаб чиқишни тугатиб навбатдаги йўлдош билан алоқа боғлаб ўлчашга тушади, иккинчиси эса қабул қилинган сигналларни ишлаб чиқишга ўтади ва ҳ.к.

Икки каналли приёмникларда ўрнатилган соатларнинг юриш хатосини бартараф этувчи ҳисоблаш алгоритмлари фойдаланилади.

Бу приёмникларнинг камчилиги – битта каналли приёмниклардан қиймат ва кўп электр энергиясини сарфлайди.

Параллел (тўхтовсиз) кузатувчи приёмниклар бирданига 4 та ва ундан ортиқ сунъий йўлдошларни кузатишга мосланган бўлиб, улар бир онда объект координаталари ва тезлигини беради. Бу эса юқори динамикали объектлар ўрнини юқори даража аниқликда топиш имконини беради.

GPS приёмник тўртта асосий модулларни ўз ичига олади: энергия таъминлаш блоки, бошқариш модули, антенна модули ва қабул қилувчи модул.

Энергия таъминлаш блоки приёмник комплектига кирувчи аккумулятор батареялардан ташкил топади.

Бошқариш модули приёмник иш тартибини белгилаш ва бошланғич параметрларни киритиш учун хизмат қилади. У бошқариш пульти (иш режими ва бошланғич маълумотларни

киритишни таъминлайди) ва дисплей (кизиқтирадиган маълумотларни кўз билан кузатиш учун)ни ўз ичига олади. Бошқариш модули антенна ва қабул қилиш модуллари билан бевосита боғланган.

Антенна модули антеннани қаратиш диаграммасини бошқариш ва сигналларни кучайтириш мосламаларидан ташкил топади. У сунъий йўлдошлар сигналларини қидириб топиш ва қабул қилиш, уларни кучайтириш ва қабул қилиш модулига узатишни таъминлайди. Қабул қилиш модулининг ишлаши йўлдош генератори ишлаши билан синхронлаштирилган кварц генератори, сигналларни ишлаб чиқиш процессори, микропроцессор ва ёдда тутувчидан иборат. Антеннани кучайтирувчисидан сигналлар уларни ишлаб чиқиш процессорига узатилади. Бу ерда сигналлар танилиб, уларнинг параметрлари микропроцессорга узатилади. Микропроцессор «псевдо узоқликлар», приёмник соатига тузатмалар ва берилган координаталар системасида приёмникнинг мутлақ координаталарини ҳисоблашни амалга оширади. Олинган кийматлар қабул қилувчи модул ёнига туширилади, у ердан бошқариш пультадан берилган топшириқ (команда) бўйича дисплей экранида кўринади ёки ташқи ёдловчи мосламасига ёзилади.

GPS приёмниги жиҳозлари комплектининг умумий кўриниши 21.5-расмда берилган.

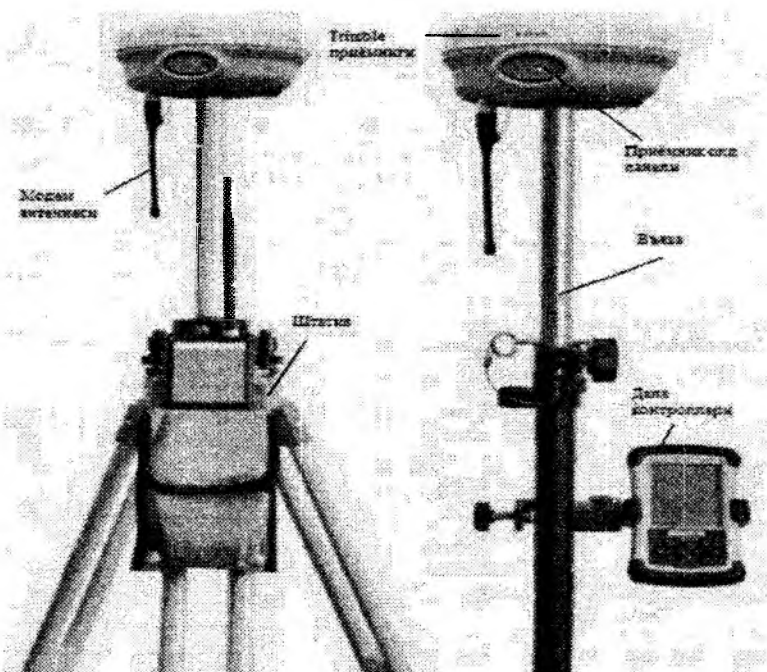
Приёмникларнинг типлари ва уларнинг техник тавсифлари 21.2-жадвалда келтирилган.

Юқори аниқ геодезик приёмниклар амалда чизикларни ўлчаш аниқлигини қуйидаги даражада $5\text{мм} + 1 \times 10^{-6}D$ таъминлай олади. Бу ерда D – асос (база) чизикнинг узунлиги (5 – 10 км).

Ҳамма йўлдош приёмниклари амалдаги давлат қонунлари, меъёрий ҳужжатлар ва қондаларга асосан метрологик аттестация ва сертификатлашдан ўтиши шарт.

Йўлдош приёмникларининг ички (киритилган) дастурлари, уларнинг иш режимларига асосан турли функцияларни, яъни координаталар ва навигация параметрларини ҳисоблаш, координаталарни тўғрилаш, маршрут маълумотларини тайёрлаш, маршрут бўйича

юрғизиш, компьютер билан икки томонлама алоқа боғлашларни бажаради.



21.5-рasm

Дастурлар йўлдош системаси алманахини приёмник хотирасига ёзишни, компьютер мониториға орбита группировкаси ҳақидаги маълумотларни чиқаришни таъминлайди.

Асбоб номи	Фирмани номи (ишлаб чиқарувчи давлат)	Статик дифференциал режимда ўлчаш ўрға квадратик хатоси			Бошқа таърифлар	
		Координаталар ортосиричалари $\epsilon_{\text{аб}}$	Масофалар $\epsilon_{\text{с}}$	Нисбий баъланликлар $\epsilon_{\text{д}}$	Парақчил қанчалар сон	Дастур таъминоти
Битта частотали приёмниклар						
SUPER C/A	ASHTEK (АҚШ)	10 + 1ppm	10 + 1ppm	20 + 1ppm	12	+
GEOTRASER SYSTEM 2000	GEOTRONICS AB (Швеция)	5 + 2ppm	5 + 1(2)ppm	20 + 2(3)ppm	12	+
NR 10	SERSEL (Франция)	5 + 2ppm	5 + 1ppm	5 – 30	10	+
4000 SE LAND SURVEYOR	TRIMBLE (АҚШ)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20 + 2ppm	12	-
RS 12	KARL ZEISS (Германия)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20 + 2ppm	12	+
WILD GPS - SYSTEM 200	LEICA AQ (Швейцария)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20	6	+
Икки частотали приёмниклар						
Z-12 Field Surveyor	ASHTEK (АҚШ)	5 + 1ppm	5	17 + 2ppm	12	+
GPS TOTAL STATION	TRIMBLE (АҚШ)	5 + 1ppm	5 + 1ppm	10 + 1ppm	9(12)	-

Ташқи дастурлар приёмник комплектига киритилади ёки алоҳида берилади. Улар «меню» ва «сичконча» типдаги манипулятор тизимлари билан бошқарилади.

Ташқи амалий дастурлар топографик-геодезик ишларга тегишли қуйидаги вазифаларни амалга оширади:

- ишларни режалаш;
- керакли миқдордаги йўлдошлардан маълумотларни ёзиб олиш;
- дифференциал коррекциялаш (тўғрилаш) дастури учун файллар тузиш;
- дифференциал коррекциялаш;

- маълумотларни график тасвирлаш;
 - асос (база) чизиқларни ҳисоблаш;
 - координаталарни ҳисоблаш ва уларни бошқа системаларга ўзгартириш;
 - ўлчашлар аниқлигини баҳолаш;
 - маълумотлар базасини расмийлатириш;
 - геодезик тармоқни тенглаш;
- берилган масштабдаги план ва картани автоматик технологияда тузиш ва чиқариш.

GPS приёмниклари билан ишлаш режаси қуйидагилардан иборат: ишлаш жойида йўлдошларнинг кўриниши маълумотини тузиш, геометрик омилларнинг дастлабки кўрсаткичларини ҳисоблаш, аниқланадиган пунктлар (нукталар) орасидаги ҳаракат чизмасини тузиш.

21.3. Сунъий йўлдош ўлчашларининг методлари

Сунъий йўлдош ўлчашларининг қуйидаги методлари мавжуд:

- статика;
- тез статика;
- псевдо кинематика;
- кинематика;

Статика методи иккита (ва ундан ортиқ) қўзғалмас приёмниклар орасида ўлчашлар катта давомийликда бажарилишига мўлжалланган.

Тез статика методи статика методидagi кузатишлар вақтини иккита частоталарда барча имкони бор сифатли ўлчашларни оптимал фойдаланиш ҳисобига камайтириш (5-10 минутгача)ни кўзда тутди. Бунда асосий шарт икки частотали приёмниклардан фойдаланишдир.

Псевдо кинематик метод статика методига нисбатан ўлчаш вақтини иккита бир-биридан бир соат (ундан ортиқ)ли интервал билан бўлинган 5 – 10 минутли кузатишларни қўшиб фойдаланиш ҳисобига камайтиришга асосланган.

Кинематик метод қўзғалмас (референц) ва мобил приёмниклар орасида кузатишларни бир вақтда бажаришга

асосланган. Бу методни амалга ошириш учун биринчи пункт (референц)да инциализацияни бажариш ва мобил приёмникларни кўчириш жараёнида улар билан 4 – 5 та сунъий йўлдошларни доимий ушлаб туришни таъминлаш керак. Сунъий йўлдошларни доимий ушлаш кўлдан бой берилса, инциализацияни қайта такрорлаш керак бўлади. Ушбу метод иккита кўринишга эга: Stop&Go («Тўхта-Юр») кинематика ва реал вақт тартибидаги кинематика (РТК).

Stop&Go кинематика аниқланадиган пунктларда 1 дақиқали ўлчашларни бажариш учун мобил приёмник антеннасини белгилашни кўзда тутуди. Реал вақт тартибидаги (РТК) кинематика дала ўлчашларини бажариш технологияси бўйича «Тўхта-Юр» кинематикасига ўхшаш, лекин ўлчанган натижаларни ишлаб чиқиш бўйича фарқ қилади.

РТК референц приёмникдан мобил приёмниккагача ўлчанган псевдо узоқликларга тузатмаларни алоқа тузилмаси (радиомодем) орқали узатишга асосланган. Референц ва мобил приёмниклар ўлчашларини бирга ишлаб чиқилиб, мобил приёмник ўрнатилган нукта координаталари аниқланади. Бошқа методларга кўра, натижалар ўлчашни бажаргандан сўнг бир зумда берилади.

Ҳозирги замон сунъий йўлдош геодезик приёмниклари билан ўлчашлар аниқлиги олинган приёмник типига ва танланган ўлчаш методига боғлиқ. Ўлчашлар стандарт аниқликларини кўрсатгичлари қуйидаги 21.3-жадвалда келтирилган.

Метод ва мов	Нуқтлар орасидаги ўртача масофа, км	Сеансинг давомийлиги	Масофаларни ўлчашнинг мураккаб ва нисбий хатолари	Ўзоқ
Статик	20 гача	1 соат атрофида	$5 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} D \text{ мм}$ 1:100 000-1:5 000 000	Ўзгариш частотали приёмниклар
Тез статик	10 гача	5-10 минут	$5-10 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} D \text{ мм}$ 1:100000 -1:1000000	Ўзгариш частотали приёмниклар
Псевдо кинематик	10 гача	20 минут (2 маротаба 10 минутдан)	$10 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} D \text{ мм}$ 1:50 000-1:500000	Асосан бир частотали приёмниклар
Тўхта-Юр	5 гача	2 минутгача	$10-20 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} D \text{ мм}$ 1:100000 -1:1000000	
RTK	5-10 (радио модемга боғлиқ)	1 минутгача	10-20 мм	Алоқа қурилмаси (радиомодем) мавжуд бўлса

Геодезик баландликларни GPS приёмниклар билан топиш аниқлиги векторларни ўлчаш аниқлигига қараганда 1,5 баробар паст бўлади. Сунъий йўлдош ўлчашларнинг аниқлиги қуйидаги талабларга жавоб бера оладиган кузатишлар нормал шароитида таъминланади:

1. Кузатилаётган сунъий йўлдошлар минимал сони – 4 – 5 та;
2. DOP қиймати 4 дан ошмаса;
3. Тикланиш имкони йўқ узилишлар бўлмаса;
4. Кузатиладиган сунъий йўлдошларнинг уфқдан баландлик бурчаги 15° дан кам бўлмаса.
5. Сигнални қабул қилишга тўсиқ бўлувчи ёки сигнални бузувчи манба бўлмаса.
6. Атмосфера таъсири меъёрда бўлса.

Ўлчаш сеансида бирданига кузатиладиган сунъий йўлдошлар сонининг кўплиги ўлчашлар сонини оширади. Бу

эса векторларни аниқлаш ишончилигини ва тўғрилигини таъминлайди.

DOP қиймати сунъий йўлдошлар ўзаро жойлашиши геометриясини ва ўлчаш дақиқасида антеннани ўрнатиш жойи ҳисобга олинганини кўрсатади. Унинг қиймати канчалик кичик бўлса, геометрияси яхшилигини, ўлчаш шароитининг қулайлигини билдиради.

Циклларни ўтказиб юбориш деганда, сунъий йўлдошларни ушлаб туришни вақтинчалик йўқотиш оқибатида ўлчашларда частота элтувчи фаза бутун тўлқинлари узунлигининг йўқотилгани тушунилади. Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқишнинг мақсади бундай ўтказиб юборишларни аниқлаш ва натижаларни тузатишдан иборат.

21.4. Сунъий йўлдош геодезик тармоқлари ҳақида маълумот

Сунъий йўлдош технологияларни геодезик мақсадларда кенг қўллаш асосида координаталар системасини замонавий талабларни ҳисобга олиб қабул қилиш, талаб даражасида тутиш ва қайта тиклаш амалдаги давлат геодезик тармоқ аниқлигига кўра юқорироқ аниқликда геодезик тармоқ қуришни тақозо этади. Бундай геодезик тармоқни қуриш космик геодезия методлари ва сунъий йўлдош навигация тизимлари GPS ва ГЛОНАСС ни қўллаш асосида Ўзбекистон Республикаси ҳудудининг давлат янги референц координаталар системасини яратиш ва амалга киритишни назарда тутди.

Бунинг учун давлат геодезик тармоғи (ДГТ)нинг қуйидаги янги таркиби тавсия этилади:

1. Фундаментал астрономик-геодезик тармоқ (ФАГТ).
2. Юқори аниқ геодезик тармоқ (ЮАГТ).
3. 1-синф сунъий йўлдош геодезик тармоқ (СЙГТ-1).
4. Зичлаш геодезик тармоқ.

Фундаментал астрономик-геодезик тармоқ (ФАГТ) вазифаси Ўзбекистон Республикаси бутун ҳудудини координаталар билан таъминлаш. ФАГТ давлат геодезик

тармоғи (ДГТ) пунктлари аниқлигини оширишга хизмат қилади. У умумер геоцентрик координаталар системасини ташкил қилиб, доимий амал қилувчи ва вақти-вақти билан аниқлаб туриладиган пунктлардан иборат.

Юқори аниқ геодезик тармоқ (ЮАГТ) Ўзбекистон Республикаси бутун ҳудудига геоцентрик координаталар системасини тарқатиш ва умумер геоцентрик ва давлат референц координаталар системаларини ўзаро ориентирлаш параметрларини аниқлашга хизмат қилади. ФАГТ билан бир қаторда ЮФГТ турли мақсадлардаги сунъий йўлдош геодезик тармоқлари учун бошланғич асос ҳисобланади.

I-синф сунъий йўлдош геодезик тармоқ (СЙГТ-1) топографик-геодезик ишлаб чиқаришда сунъий йўлдош технологияси аниқлик ва тезкорлик имкониятларини амалиётга татбиқ этишга хизмат қилади. СЙГТ-1 сунъий йўлдош технологиялари методларида навбтдаги зичлаш тармоқларини ривожлантиришга хизмат қилиши керак. СЙГТ-1 пунктларини амалдаги астрономик-геодезик тармоқ пунктлари билан қўшиш АГТ даги локал (муайян жойдаги) деформацияларни аниқлаш ва уларни ҳисобга олиш вазифасини ечиш имкониятини беради. Шунда координаталарни АГТ, ЮАГТ ва СЙГТ-1 ни ҳар қандай яқин жойлашган пунктига нисбатан 5 см ўрта квадратик хатолик чегарасида аниқлаш таъминланади.

Мавжуд астрономик-геодезик тармоқ (АГТ) СЙГТ-1 ривожлантириш жараёнида уларнинг пунктларини АГТ пунктларига қўшиш ёки боғлаш орқали босқичма-босқич реформация қилинади.

Бунда АГТ ни СЙГТ-1 пунктларига қўшилган ёки боғланган пунктлари орасидаги масофа 70 – 100 км дан ошмаслиги керак. Шундай қилиб, АГТ 4 – 6 та учбурчаклардан ташкил топувчи фрагментларга бўлинади ва деярли давлат геодезик тармоғига айланади. Ҳар бир бундай фрагмент СЙГТ-1 пунктлари орасида қайта тенглаштирилади, шу йўл билан пунктлар аниқлиги оширилади. Давлат геодезик тармоғининг барча пунктлари учун 1977 йил Болтиқ баландликлар системасидаги нормал баландликлар аниқланиши керак.

Назорат саволлари:

1. GPS системасининг тўла таркиби қандай сегментлардан иборат?
2. GPS ва ГЛОНАСС системалари қандай координаталар системасида ишлайди?
3. GPS приёмникларини функционал вазифалари ва техник кўрсаткичларига қараб қандай гуруҳларга бўлиши мумкин?
4. Сунъий йўлдош ўлчашларини қандай методлари мавжуд?
5. Сунъий йўлдош ўлчашларнинг аниқлигини ошириш учун қандай талабларга жавоб бера оладиган бўлиши керак?
6. Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқиш учун қандай дастурий таъминот ҳақида маълумотлар биласиз?

ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Аковецкий В.Г., Парамонов А.Г. Топо-геодезическое обеспечения месторождений нефти и газ. Книга I. МАКСПРЕСС. М., 2006, 417 с.
2. Виноградов А.В., Войтенко А.В. Современные технологии геодезических изысканий. Омск, «СибАДИ», 2012. – 110 с.
3. ГОСТ 10528-90 Тахеометры. Общие технические условия. – М.: «Недра», 2004.
4. Инструкция по развитию съёмочного обоснования с применением глобальных навигационных спутниковых систем. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 124 с.
5. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС И GPS. ГКИНП-02-262-02. М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 70 с.
6. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. ГКИНП 02-067-03. Т., 2003, – 210 с.
7. Маслов А.В., Гордев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. 6-е издание-М.: «КолосС», 2006. – 598 с.
8. Мубораков Х., Аҳмедов С. Геодезия ва картография. – Т.: «Ўқитувчи», 2002. 234 б.
9. Мубораков Х. Олий геодезия. – Т.: «Мумтоз сўз», 2016. 236 б.
10. Мубораков Х. Геодезия. – Т.: «Чўлпон», 2007..
11. Мубораков Х. Геодезия. 2-нашр. – Т.: «Чўлпон», 2013.
12. Мубораков Х. Геодезия. 3-нашр. – Т.: «Внешинвестпром», 2014.
13. Мубораков Х. Геодезия. 4-нашр. – Т.: «Чўлпон», 2017.
14. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение земельной-кадастровых работ. – М.: «КолосС», 2008.
15. Охунов З.Д., Абдуллаев И.Ў., Рўзиев А.С., Якубов Ф.З. Маълумотларни олиш ва интеграциялаш. – Т.: «Молия-иктисод», 2016.
16. Охунов З.Д. Геодезиядан практикum. Т.: «Университет», 2009.

17. Олий ва ўрта махсус, касб-таълими тизими учун ўқув адабиётларининг янги авлодини яратиш концепцияси. – Т., 2015.

18. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия. – М.: «Академический проект», 2007. – 592 с.

19. Середович В.А., Комииссаров А.В., Ширикова Т.А. Наземное лазерное сканирование. Новосибирск, «СГГА», 2009. – 261 с.

20. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации и их применения. – М.: «Эко-Трендз», 2003. – 326 с

21. Тахеометр серии Trimble M3 DR. Руководство по эксплуатации. – М.: «С», 2009.

22. ШНҚ 1.02.18-09 «Съёмка геодезик тармоклари. Коидалар тўплами». – Т.: «Давархитекткурилиш», 2010.

23. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М., Недра, 2000.

24. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS, NAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: «Горячая линия-Телеком», 2005.

25. Электронный тахеометр Trimble M3. Руководство по программе съёмка. – М.: «С», 2012. – 229 с.

26. Charles D Ghiliani, Paul R. Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics., New Jersey, «Pearson», 2012 – 958 p.

27. Schofield W., Breach M. Engineering surveying. Oxford., «Elsevier», 2007. – 622 p

28. Wolfgang Torge, Jurgen Muller. Geodesy. Berlin/Boston, «De Gruyter», 2012.

Интернет сайтлари

29. <https://en.wikipedia.org/wiki/Geodesy>

30. <http://www.geocartography.ru>. (Официальный сайт журнала «Геодезия и картография»)

31. <http://www.geodesist.ru/>

32. <http://www.geodezist.ru.info>

33. <https://www.geostart.ru/> (электронный журнал по геодезии, картографии и навигации)

34. <http://www.gisresources.com>

35. <http://www.trimble.com>

36. <http://www.vgk.uz/>

37. <http://www.ziyonet.uz>

МУНДАРИЖА

СУЗБОШИ.....	3
--------------	---

I БОБ. КИРИШ

1.1. Геодезия фани ва унинг вазифалари.....	5
1.2. Геодезиянинг қисқача ривожланиш тарихи.....	7
1.3. Геодезиянинг бошқа фанлар билан алоқаси ва унинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.....	10
1.4. Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматининг ташкилий шакллари.....	12

II БОБ. ЕРНИНГ УМУМИЙ ШАКЛИ ВА ЕР СИРТИДАГИ НУҚТАЛАР ЎРНИНИ АНИҚЛАШ

2.1. Ернинг умумий шакли ва ўлчамлари ҳақида маълумот.....	14
2.2. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системалари....	18
2.3. Гаусс-Крюгер ясси тўғри бурчакли координаталар системаси ҳақида тушунча.....	22
2.4. Геодезияда қўлланиладиган баландликлар системалари....	24
2.5. Чизикларни ориентирлаш.....	26

III БОБ. ПЛАН ВА КАРТАЛАР

3.1. Умумий маълумотлар.....	34
3.2. Масштаблар.....	36
3.3. Топографик план ва карталар номенклатураси.....	40
3.4. Жой (ер) рельефи ва уни топографик план ва карталарда тасвирлаш.....	47
3.5. Топографик план, карталарнинг рамкалари ва шартли белгилари.....	52
3.6. Топографик карталарда машқлар бажариш.....	57

IV БОБ. ЎЛЧАШ ХАТОЛАРИ НАЗАРИЯСИ ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

4.1. Ўлчаш турлари ва хатолари.....	73
4.2. Арифметик ўрта миқдор.....	75
4.3. Айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси.....	76
4.4. Ўлчаш натижаларининг вазни. Ваззли ўрта арифметик миқдор.....	78

V БОБ. БУРЧАКЛАРНИ ЎЛЧАШ

5.1.	Горизонтал бурчакларни ўлчаш моҳияти.....	81
5.2.	Адилаклар.....	84
5.3.	Кўриш трубаси.....	86
5.4.	Санок олиш мосламалари.....	89
5.5.	Теодолит турлари.....	91
5.6.	Электрон теодолитлар.....	93
5.7.	Техник теодолитлар.....	95
5.8.	Теодолитларнинг текширишлари ва тузатиши.....	99
5.9.	Горизонтал бурчакларни ўлчаш усуллари.....	103
5.10.	Горизонтал бурчакни ўлчаш аниқлиги.....	106
5.11.	Вертикал бурчакларни ўлчаш.....	108

VI БОБ. ЧИЗИҚЛАРНИ ЖОЙДА ЎЛЧАШ

6.1.	Чизикларни бевосита ўлчаш қуроллари.....	113
6.2.	Чизикни ўлчашга тайёрлаш.....	118
6.3.	Пўлаг лента билан чизик ўлчаш ва унинг аниқлиги.....	119
6.4.	Бориб бўлмас масофани аниқлаш.....	124
6.5.	Ўлчанган қия чизикнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш.....	125
6.6.	Оптик дальномерлар.....	127
6.7.	Электрон дальномерлар ҳақида маълумот.....	130

VII БОБ. НИВЕЛИРЛАШ

7.1.	Нивелирлаш моҳияти ва методлари.....	135
7.2.	Геометрик нивелирлаш усуллари.....	137
7.3.	Кетма-кет геометрик нивелирлаш.....	139
7.4.	Геометрик нивелирлашга ер эгрилиги ва рефракциянинг таъсири.....	142
7.5.	Геометрик нивелирлаш аниқлиги.....	145
7.6.	Нивелир турлари.....	147
7.7.	Аниқ ва техник нивелирлар.....	148
7.8.	Нивелирларнинг текширишлари ва тузатиши.....	152
7.9.	Нивелир рейкалари ва уларнинг текширишлари.....	156
7.10.	Тригонометрик нивелирлаш.....	159

VIII БОБ. ГЕОДЕЗИК ТАРМОҚЛАР

8.1.	Умумий маълумотлар.....	163
8.2.	Давлат планли геодезик тармоқлари.....	164
8.3.	Давлат баландлик геодезик тармоқлари.....	168
8.4.	Съёмка геодезик асоси.....	170

IX БОБ. ТЕОДОЛИТ СЪЁМКАСИ

9.1.	Теодолит съёмкасининг моҳияти.....	172
9.2.	Теодолит йўллари лойиҳалаш ва қуриш.....	174
9.3.	Жой тафсилотларини съёмка қилиш. Абрис.....	177
9.4.	Тўғри ва тескари геодезик масалалар.....	179
9.5.	Теодолит йўли нукталарининг координаталарини ҳисоблаш.....	181
9.6.	Теодолит съёмкаси планини координаталар бўйича тузиш ва расмийлаштири.....	196

X БОБ. ЮЗАНИ ҲИСОБЛАШ

10.1.	Умумий маълумотлар.....	203
10.2.	Аналитик усулда юзани аниқлаш.....	204
10.3.	График усулда юзани аниқлаш.....	208
10.4.	Планиметрнинг тузилиши ва унинг текширишлари.....	213
10.5.	Планиметрнинг бўлак қийматини аниқлаш.....	216
10.6.	Планиметр ёрдамида юзани аниқлаш ва боғла.....	218
10.7.	Электрон планиметрлар.....	221

XI БОБ. НИВЕЛИРЛАШ ИШЛАРИНИНГ ТУРЛАРИ

11.1	Чизикли иншоотлар трассасини нивелирлаш.....	228
11.1.1.	Трасса ўқини жойга кўчириш ва бурилиш нукталарини маҳкамлаш.....	228
11.1.2.	Трасса бурилиш бурчакларини ўлчаш ва томонлар дирекцион бурчагини ҳисоблаш.....	229
11.1.3.	Трассани пикетларга бўлиш. Доиравий эгри бош нукталари ва кўндаланг қирқим нукталарини жойда белгилаш.....	231
11.1.4.	Трасса бўйлаб тор энли жойни съёмка қилиш ва пикетлаш дафтарчасини юритиш.....	237
11.1.5.	Трассани нивелирлаш ва журнални ишлаб чиқиш.....	238
11.1.6.	Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилларини тузиш..	246
11.1.7.	Бўйлама профилда лойиҳалаш элементлари.....	249
11.2.	Юзани нивелирлаш.....	252
11.2.1	Юзани нивелирлаш моҳияти ва усуллари.....	252
11.2.2.	Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш натижаларини ишлаб чиқиш.....	258
11.2.3.	Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш планини тузиш...	262

XII БОБ. ТАХЕОМЕТРИК СЪЁМКА

12.1.	Тахеометрик съёмканинг моҳияти.....	267
12.2.	Тахеометрик съёмка учун ишлатиладиган асбоблар.....	268
12.3.	Тахеометрик съёмка асоси. Тахеометрик йўллар.....	277
12.4.	Тафсилотлар ва рельефни съёмка қилиш.....	278
12.5.	Электрон тахеометрия (съёмка)ни бажариш технологияси.....	283
12.6.	Тахеометрик съёмка натижасини ишлаб чиқиш.....	287
12.7.	Тахеометрик съёмка планини тузиш.....	294

XIII БОБ. МЕНЗУЛА СЪЁМКАСИ

13.1.	Мензула съёмкаси ва унинг моҳияти.....	298
13.2.	Мензула ва унинг жиҳозлари.....	299
13.3.	Мензула ва кипрегелнинг текширишлари ва тузатиши....	302
13.4.	КН кипрегелида нисбий баландлик ва масофалар горизонтал қуйилишини аниқлаш.....	308
13.5.	Мензулани нуқтага ўрнатиш.....	309
13.6.	Мензулада тўғри ва тесқари кесиштириш.....	311
13.7.	Мензула съёмкасини бажариш.....	313

XIV БОБ. III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШ ТАРМОҚЛАРИ

14.1.	Йирик масштабли (1:5000 – 1:500) топографик съёмкалар баландлик тармоқлари.....	317
14.2.	Шаҳарлар ва аҳоли пунктлари ҳудудида нивелир тармоқларини ривожлантириш.....	320
14.3.	Нивелир тармоқларини лойиҳалаш ва аниқлигини баҳолаш. Рекогносцировкани бажариш.....	322
14.4.	Нивелир ер ости белгиларининг типлари ва уларни ўрнатиш.....	326

XV БОБ. III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШ

15.1.	Нивелирлар типлари, уларни текшириш ва синашлари....	332
15.2.	Нивелир рейкалари ва уларнинг синашлари.....	345
15.3.	III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбалари.....	355
15.4.	III ва IV синф нивелирлаш услуги.....	356
15.5.	Техник нивелирлаш.....	363
15.6.	Нивелир йўлларини репер ва маркаларга боғлаш.....	365
15.7.	Кенг дарё ва жарлар орқали баландликларни узатиш.....	367
15.8.	Рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажариш.....	371

XVI БОБ. НИВЕЛИР БЕЛГИЛАРИ БАЛАНДЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

16.1.	Нивелирлаш журнаlinesи текшириш.....	378
16.2.	III, IV синф ва техник нивелирлаш сифатини баҳолаш.....	380
16.3.	Якка нивелир йўлини тенглаштириш.....	382
16.4.	Битта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш.....	385
16.5.	Кетма-кет яқинлашиш усулида учта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш.....	388

XVII БОБ. ЗИЧЛАШ ПЛАНЛИ ТАРМОҚЛАРНИ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

17.1.	Зичлаш полигонометрия тармоқлари ҳақида маълумот....	394
17.2.	Полигонометрия тармоғини лойихалаш ва аниқлигини баҳолаш.....	396
17.3.	Зичлаш полигонометриясида бурчакларни ўлчаш.....	402
17.4.	Томонлар узунлигини ўлчаш.....	410
17.5.	Қисқа базисли параллактик полигонометрия ҳақида маълумот.....	412
17.6.	Полигонометрик йўлларни таянч пунктларга боғлаш.....	413

XVIII БОБ. ПОЛИГОНОМЕТРИЯДА ТЕНГЛАШТИРИШ ИШЛАРИ

18.1.	Дастлабки ҳисоблашлар.....	416
18.2.	Битта тугун нуқтали полигонометрик тармоқни тенглаштириш.....	418
18.3.	Полигонометрик тармоқни В.В.Поповнинг полигонлар усулида тенглаштириш.....	424
18.4.	Полигонометрик тармоқни эквивалент алмаштириш усулида тенглаштириш.....	430

XIX БОБ. ПЛАНЛИ ЗИЧЛАШ ТАРМОҚЛАРИНИ ТРИАНГУЛЯЦИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

19.1.	Зичлаш триангуляцияси ва уни қуриш аниқлиги.....	440
19.2.	Горизонтал йўналиши (бурчак)ларни ўлчаш.....	444
19.3.	Ўлчанган йўналишларнинг пунктлар марказига келтириш элементларини аниқлаш.....	447
19.4.	Тармоқ пунктларида вертикал бурчакларни ўлчаш.....	449
19.5.	Қўшимча пунктларни аниқлаш.....	453

**XX БОБ. ЗИЧЛАШ ТРИАНГУЛЯЦИЯСИ
ТАРМОҚЛАРИНИ МАТЕМАТИК ИШЛАБ ЧИҚИШ**

20.1.	Дастлабки ҳисоблашлар.....	461
20.2.	Асосий ҳисоблашлар. Коррелаталар усулида тенглаштириш ҳақида маълумот.....	466
20.3.	Триангуляция тармоқларини содда усулда тенглаштириш.....	470
20.4.	Триангуляция тармоғида пунктлар нисбий балаңдлигини ҳисоблаш ва тенглаштириш.....	477

**XXI БОБ. ГЛОБАЛ НАВИГАЦИЯЛИ ЕР СУНЪИЙ
ЙЎЛДОШ СИСТЕМАЛАРИДАН ГЕОДЕЗИК
МАҚСАДЛАРДА ФОЙДАЛАНИШ**

21.1.	Сунъий йўлдош навигацияли GPS ва ГЛОНАСС системалари.....	483
21.2.	Сунъий йўлдош GPS приёмниклари.....	488
21.3.	Сунъий йўлдош ўлчашларининг методлари.....	493
21.4.	Сунъий йўлдош геодезик тармоқлари ҳақида маълумот... ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.....	496 499

Ўқув-услубий нашир

Ҳ.Мубораков
умумий таҳрири остида

ГЕОДЕЗИЯ

Мухаррир
Сайёра ҲАЛИМОВА

Бадий мухаррир
Ойбек ХУДОЙБЕРДИЕВ

Компьютерда саҳифаловчи
Маъмуржон РАҲМОНОВ

Техник мухаррир
Иброҳим ИНҚИЛОБОВ

Лицензия рақами: АІ № 252, 2014 йил 02.10 да берилган.

Босишга 23.08.2021 йилда рухсат этилди.

Бичими 84x108 1\32.

Босма табағи 16,0. Шартли босма табағи 26,88.

Гарнитура «Times New Roman». Офсет қоғоз.

Адади 100 нусха. Буюртма № 145.

Баҳоси келишилган нарҳда.

«Янги аср авлоди» НММда тайёрланди.

100113. Тошкент, Чилонзор-8, Қатортол кўчаси, 60.

Мурोजсаат учун телефонлар:

Нашр бўлими: (78) 147-00-14; (78) 129-09-72.

Маркетинг бўлими: (98) 128-78-43; (93) 397-10-87;

факс: (71) 273-00-14;

e-mail: yangiasravlodi@mail.ru