

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

МУБОРАКОВ ҲАМИД
ОХУНОВ ЗИЁ ДАДОЖОНОВИЧ
ҲАЙИТОВ ХОЛМУРОД ЖАМАРДОВИЧ
РЎЗИЕВ АЗИЗЖОН САВРИДДИНОВИЧ
ЯКУБОВ ГАЙРАТ ЗАИТОВИЧ

ГЕОДЕЗИЯ
ФАНИДАН ДАРСЛИК

5313400-“Геодезия ва геоинформатика” ва 5410700-Ер кадастри ва ердан
фойдаланиш таълим йўналишлари учун

Тошкент-2020

Аннотация

Мазкур дарсликда геодезия фани ва унинг вазифалари, геодезиянинг умумий масалалари, геодезик ўлчаш турлари, уларнинг усуллари, ўлчаш асбобларининг тузилиши, ўлчашларни бажариш, натижаларни математик ишлаб чиқиш, план, карта ва профилларни тузиш масалалари ишлаб чиқилган. Шунингдек йирик масштабда топографик съёмкалар ва қурилиш ишлари эҳтиёжи учун зичлаш таянч тармоқларини барпо этишда аниқ геодезик ўлчашларни бажариш услуги ва натижаларни содда усулларда тенглаштириш масалалари ёритилган.

Аннотация

В учебнике рассмотрены предмет геодезии и его задачи, общие вопросы геодезии, виды и способы геодезических измерений, устройства геодезических приборов и производство измерений ими, математическая обработка измерений и построение планов, карт и профилей. В ней так же изложены методики производства точных измерений и упрощенные методы уравнения результатов при построении сетей сгущения, как геодезическая основа для обеспечения производства крупномасштабных топографических съёмок и нужд строительных работ.

Annotation

The textbook are considered the subject of geodesy and its tasks, general questions of geodesy, types and methods of geodetic measurements, the devices of geodetic instruments and the production of measurements by them, the mathematical processing of measurements and the construction of plans, maps of profiles. It also are described the methods for producing accurate measurements and simplified methods for the equation of results in the construction of thickening networks, as a geodetic base for ensuring the production of large-scale topographic surveys and the needs of construction work.

Тақризчилар:

Э.Х.Исаков – Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти “Геодезия картография” кафедраси, техника фанлари номзоди, доцент;

И.М.Мусаев – ТИҚММИ. Геодезия ва геоинформатика кафедраси, техника фанлари номзоди, доцент.

СЎЗ БОШИ

Мазкур дарслик Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети ва Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институти Геодези ва геоинформатика кафедралари томонида “Геодези ва геоинформатика” ва “Геодезия, картография ва кадастр” таълим йўналиши талабалари учун ишлаб чиқилган “Геодезия” фанинг намунавий дастури асосида ёзилган.

Ушбу дарсликдан барча геодезия фанидан таҳсил оладиган талабалар ҳам фойдаланиши мумкин.

Дарсликни ёзишда муаллифлар ўзларининг геодезия бўйича ўқув кўлланма ва дарсликларни ёзиб нашр этиб келган кўп йиллик бой тажрибалари ва кўп мартаба қайта нашрдан чиқазилган китоблари материалларидан фойдаланганлар.

Шуни таъкидлаш жоизки геодезия, картография ва кадастр бакалаврият йўналиши Ўзбекистоннинг мустақиллик йилларида бундан 20 йилча илгари ташкил этилган бўлиб, ҳозирги кунга келиб 10 га яқин олий таълим муассасаларида кадрлар тайёрлаб келинишига қарамай бундай дарслик ёзиб нашр этилмаган.

Геодезия I қисм 1-курс талабаларига мўлжалланган бўлиб, унда геодезиянинг умумий масалалари (план, карта ва масштаб, ориентирлаш ва шунга ўхшаш), ўлчаш асбобларининг тузилиши, жойда ўлчашларни бажариш, контурли ва топографик съёмкалар учун съёмка геодезик асосини қуриш, йирик масштабли съёмкаларни бажариш, натижаларни математик ишлаб чиқиб контурли ва топографик план ва профилларни тузишнинг назарий ва амалий масалалари батафсил кўриб чиқилган.

Геодезия II қисм 2-курс талабаларига мўлжалланган ва унда йирик майдонларда бажариладиган геодезик ишлар учун таянч геодезик тармоқларни, шу жумладан зичлаш триангуляцияси, зичлаш полигонометрияси ва геодезик кестирмалар усулларида III ва IV синф нивелир тармоқларини ривожлантиришда қўлланадиган аниқ геодезик асбоблар

тузилиши, улар билан ўлчашларни бажариш, натижаларни содда тенглаштириш усулларида ишлаб чиқиб таянч пунктлар координаталари ва баландликларини аниқлашнинг назарий ва амалий масалалари берилган. Бунда барча амалий масалалар аниқ объектларда бажарилган ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш асосида батафсил тушинтирилган. Бу эса талабаларга мустақил бажариш учун бериладиган топшириқларни ечишда жуда қўл келади.

Дарсликни ёзишда қўлланилган бундай методик ёндашув 1- ва 2-курста талабаларнинг курс бўйича оддий геодезик ўлчашлардан мураккаб ўлчашларга ўтиш, улар аниқлиги нисбатини таъминлаш ва ишларни бажариш кетма-кетлигини тўла тушиниш имконини беради.

Дарслик асосан ЎзМУ Геодезия ва геоинформатика кафедраси ва ТИҚХММИнинг Геодезия ва геоинформатика кафедраси профессор-ўқитувчилари томонидан таёрланган бўлиб, ишларни ташкил этишда раҳбарлик ҳамда махсус таҳрир ишлари т.ф.н., доцент Ҳ. Муборақов томонидан бажарилган.

ГЕОДЕЗИЯ ФАНИ, УНИНГ ВАЗИФАЛАРИ ВА ХАЛҚ ХЎЖАЛИГИДАГИ АҲАМИЯТИ

1.1. Геодезия фани ва унинг вазифалари

Инсониятни асосий хўжалик фаолияти азалдан ер сирти ва уни фойдали қазилмаларидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлиб келган. Бу масалани изчил ва мақсадга мувофиқ ҳал этиш ер расмини ўрганиш ва уни сиртида ўлчашларни бажариш орқали амалга оширилади. Шундае қилиб геодезия, Ернинг расми ва унинг ўлчамларини аниқлаш, ер сиртида ўлчашларни бажариб унинг бўлақларини карта, план ва профилларда тасвирлаш ҳамда турли инженерлик иншоотларини куриш ҳамда ер табиий ресурсларидан фойдаланишни геодезик ўлчашлар билан таъминлаш тўғрисидаги фандир.

Буюк немис олими Фриедрик Роберт Гелмертнинг таърифига кўра (1880 й.) «геодезия –(γη(гео)=ер, δαίω(дезия)=бўлиш, ўлчаш) ер юзасини ўлчайдиган ва тасвирлайдиган фандир».¹

Геодезия фанининг вазифалари илмий ва илмий – техникка бўлинади.

Бош илмий вазифаси Ернинг расм ва ўлчамлари ҳамда унинг ташқи гравитация майдонини аниқлашдан иборат. Булардан ташқари геодезия ернинг структураси ва ички тузилишини, ер қобиғини горизонтал ва вертикал деформациясини, ер қутибларини силжиши ва бошқаларни ўрганишда ҳам катта рол ўнайди.

Геодезияни илмий-техник ва амалий вазифалари кўпдан-кўпдир. Умумлаштириб айтганда улар қуйидагилардан иборат:

- ер сиртидаги алоҳида нуқталар ўрнини танланган координаталар системасида аниқлаш;
- турли мақсадлар учун, турли батафсиллик ва аниқликдаги жой плани ва карталари ҳамда профилларини тузиш;

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

- турли инженерлик иншоотларини лойиҳалаш, қуриш ва фойдаланишда, кишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришда ҳамда Ернинг табиий бойликларидан фойдаланишда бажариладиган турли кўриниш ва характердаги аниқликдаги иншоотларни лойиҳалаш, қуриш ва фойдаланиш учун зарур геодезик ўлчашларни бажариш;

- давлат (мамлакат) мудофааси мақсадларини геодезик маълумотлар ва картографик материаллар билан таъминлаш.

Барча геодезик масалалар махсус геодезик асбоблар ёрдамида, геодезик ўлчашлар деб аталувчи махсус ўлчашлар натижалари ёрдамида ечилади. Шу сабабли қўйилган вазифаларни ечиш учун ўлчашлар методларини, мақсадга мувофиқ геодезик асбоблар махсус турларини ишлаб чиқиш ёки танлаш бўйича ўлчашлар дастурини ишлаб чиқиш геодезияни муҳим илмий-техник вазифаси ҳисобланади.

Ер сиртида ўлчашларни бажариш усулларини ўрганиш, чунончи, жойда чизик узунлиги, бурчаклар ва баландликларни ўлчаш, ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ҳамда план, карта ва профилларни тузиш, турли муҳандислик-геодезик масалаларни ечишда улар натижаларидан фойдаланиш геодезиянинг асосий вазифалари қаторига киради. Ушбу вазифаларни амалга оширишда турли хил геодезик асбоблар, ҳисоблаш ишлари ва график чизмалар техника ва технологиялари ишлатилади. Шу боис, геодезик асбоблар тузилишини ва текширишларни ўрганиш, улар билан аниқ ва илмий-амалий жиҳатдан мақбул ўлчаш усулларини излаш ҳам геодезиянинг муҳим вазифаларидан ҳисобланади.

Геодезик ишлар мақсади ва тавсифига кўра икки босқичда амалга оширилади:

1. Замонавий такомиллашган геодезик асбоб ва технологиялардан фойдаланиб дала ўлчаш ишларини бажариш.

2. Дастурий таъминот ва компьютер технологиясидан фойдаланиб ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш, график материалларни жой рақамли моделини тузиш ва расмийлаштириш.

Геодезия фани бир қанча илмий – амалий фанларга бўлинади.

Геодезия ёки **топография** фани (топографик ва кадастр съёмкаларини бажаришни ўз ичига олади) ер сиртининг кичик бўлақларида бажариладиган геодезик ўлчаш ишлари ва натижаларини математик ишлаб чиқиб, уларни план, карта ва профилларда тасвирлаш билан шуғулланади.

Олий геодезия Ер расми ва ўлчамларини аниқлаш, мамлакат худудининг карталарини тузиш мақсадида зарур бўлган давлат геодезик тармоқларини барпо этиш учун олиб бориладиган бқори аниқ ўлчаш ишларини таъминлаш натижаларини ишлаб чиқиб тармоқ пунктларини координаталари ва баландликларини ягона системада ҳисоблаш, ер устки қобиғининг горизонтал ва вертикал силжишини геодезик усулларда аниқлаш билан шуғулланади. Бундан ташқари, олий геодезия фанининг вазифаларига геоид сирти ва Ернинг гравитацион майдонини аниқлашда юқори аниқликда бажарилиши талаб қилинадиган геодезик ишлар ҳам киради.

Инженерлик геодезияси – турли геодезик иншоотларни лойиҳалаш учун жойда бажариладиган муҳандислик-геодезик қидирувлар, уларни куриш ва фойдаланишдаги геодезик ўлчашларни таъминлаш, конструкция ва ускуналарни лойиҳавий ўрнига ўрнатиш ва монтаж қилишда керакли геодезик ўлчашларни бажариш, бино ва иншоотлар деформациясини кузатиш ва бошқа шу каби ишлар билан шуғулланадиган фандир.

Фотограмметрия – ер сиртини учиш аппаратлари ёрдамида суратга олиш ва жойнинг фотосуратлари ҳамда ер усти фототеодолит съёмкаси бўйича план ва карталар тузиш усулларини ўрганувчи фан ҳисобланади. Ушбу фаннинг мустақил фан бўлиб ажралиши 1950-йилларга тўғри келади, 1990- йиллардан бошлаб эса у **масофадан зондлаш** деб номланади.

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.

1.2. Геодезиянинг қисқача ривожланиш тарихи

Геодезия энг қадим 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 хавзасида ерларни суғориш учун каналлар қозишда ва геодезик ишларни олиб боришдан бошланган. Милоддан 7 аср илгари Қадимги Вавилон ва Ассирияда сополдан ясалган тахтачаларда географик карталар яратилган бўлиб, унда иқтисодий характерга эга маълумотлар келтирилган эди.

Инсон қадимдан юлдузлар ва сайёраларни кузатиш орқали Ернинг расмини аниқлаш билан шуғулланиб келган. Эратосфен милоддан 3 аср илгари Мисрда градусли ўлчашлар деб ном олган ер сиртидаги ўлчашлар орқали тўғри илк бор Ер шарининг радиусини аниқлаган.

Милоддан 2 аср илгари астрономлар ва математик олимлар жойнинг географик кенглиги ва узоклиги тўғрисида тушунча киритдилар, дастлабки картографик проекцияларни ишлаб чиқдилар, карталарда 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 осийлик машҳур 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 фаол изланишлар олиб борилиб, Ер радиуси 6339,6 км га тенг экани эътироф этилган.

Геодезиянинг замонавий ривожланиши XVII асрнинг бошига тўғри келди. Галилей томонидан кўриш трубагининг 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 машҳур олим И.Ньютон томонидан Бутун дунё тортиш қонунининг кашф этилиши Ер шар расмида эмас, балки кутблардан сиқилган эллипсоид расмига эгаллиги ғоясининг пайдо бўлишига сабаб бўлди. Шундан кейинги йилларда амалга оширилган бир қанча илмий-тадқиқот ишларида Ер расмининг ҳақиқатдан 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 ва 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 кўламда 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) ҳанузгача ушбу ўлчамлардан фойдаланиб келинмоқда.

XX асрда илм-фаннинг тараққиёти негизида асосида 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 келдиши сабабли чизиқларни ўлчашлар аниқлиги бир неча мартаба ошди.

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

- 1960 йилдан бошлаб сунъий йўлдошларнинг кенг учирлиши космик геодезиясини ривожланишига, ўз навбатида, ўлчашларни қитъалараро бажаришга имкон берди.

- Глобал навигацияли сунъий йўлдош тизимини яратиш глобал позиционлаш GPS ва ГЛОНАСС системалари орқали аниқ ва юқори геодезик ўлчашларни тез ва ҳар қандай шароитларида бажариш имконини туғдиради.

Бугунги кунда геодезия, картография ва кадастр ишларини юқори илмий-амалий савияда амалга ошириш ва янги техника ва технология негизида янада ривожлантириш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат қўмитаси (Ўзергеодезкадастр) ташкил этилган бўлиб, амалдаги давлат геодезик тармоқлари асосида Ўзбекистон ҳудудида сунъий йўлдош геодезик тармоқларини барпо этишга оид ишлар олиб борилмоқда.

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

Геодезия фани ўз вазифасини амалга оширишда бир қанча фанлар билан яқиндан алоқадабўлади.

Математика фани ёрдамида геодезик ўлчашларни ташкил қилиш ва бажаришни илмий асосланган чизмаси ишлаб чиқилади ва зарур қийматлар билан ўлчашлар натижаси орасидаги боғланиш ўрнатилади (масалан, масофа ва бурчак қийматлари билан ер сиртида олинган нуқта координаталари боғланиши). Математика асосида ўлчаш натижалари ишлаб чиқилиб зарур қийматларни юқори ишонч билан олиш имкони яратилади.

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

Астрономия фанидан маълумотлар ер сиртидаги нуқталар координаталарини астрономик усулларда аниқлашда керак бўлади. Аксинча, геодезик усулда аниқланган Ер диаметрининг қиймати астрономияда Куёш системаси ёритқичлари орасидаги масофаларни аниқлашда узунликни ўлчов бирлиги сифатида фойдаланилади.

Геология соҳасида ҳозирги замон илмий тадқиқотлар йўналишларидан бири бўлиб ернинг ички тузилиши ва унинг сиртида ва остида рўй бераётган жараёнларни ўрганиш ҳисобланади. Бунда геодезик методлар бундай жараёнларни суний тавсифларини, яъни ер қобиғини горизонтал ва вертикал тектоник ҳаракатлари, денгиз ва океанлар соҳили чизиқлари сурилиши ва бошқаларни аниқлаш имконини беради.

Мълумки, 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 режа асосида 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 йирик иншоотлар, қишлоқ ва шаҳарларнинг бош планларини тузиш, автомобил ва темир йўллари, гидротехник иншоотларни қидирув, лойиҳалаш ва қуришда ниҳоят зарурдир.

Бино ва иншоотларларни қуриш жараёнида геодезик усуллар ёрдамида улар конструкцияларин лойиҳавий ўрнига ўрнатиш, деворлар ва устунлар вертикалиги ва горизонталлигини назорат қилиш ҳамда инженерлик иншоотлардан фойдаланиш жараёнида улар деформациясини кузатиш амалга оширилади.

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

Қишлоқ хўжалигида картографик материаллар жуда катта аҳамиятга эга. Ер тузиш ва ер кадастри ташкилотлари ердан оқилона фойдаланиш масалаларини таъминлашда улардан кенг фойдаланади. Суғориш ва зах қочириш тармоқларини жойлаштиришда план ва карталар асос бўлиб хизмат қилади.

Биринчи мартаба Ер сунъий йўлдошини учирилиши геодезияни янада ривожлантиришда янги эрани очиб берди. Ер сунъий йўлдошларини кузатиш Ер гравитация майдони параметрларини, демак, Ер расми ва унинг ўлчамларини янада аниқроқ ҳисоблаш имконини яратди. Ҳозирги замонда глобал навигация сунъий йўлдош GPS ва ГЛОНАСС системаларида фойдаланиб ер сиртидаги нуқталар координатларини тез ва юқори аниқликда тпиш имконини яратилди. Радиоэлектрон, лазер ва сканер асбоб ва системаларни қўллаш геодезик ўлчашларни янгича тез ва юқори аниқликда бажариш имконини беради.

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

1.4. Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматини ташкилий шакллари

Ўзбекистон Республикасида фуқаролик геодезик ташкилот бўлиб “Ўзергеодезкадастр” давлат қўмитаси ҳисобланади. Унинг асосий ишлаб чиқариш вазифалари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

- бутун давлат ҳудудида геодезик тармоқларни қуриш бўйича юқори аниқ ишларни ва давлат ҳудудида карталарни тузиш учун топографик сўёмкаларни бажариш. Ушбу ишлар натижалари кўпинча соҳалар ва вазирликлар томонидан фойдаланилади; уларнинг кетма-кетлиги ва аниқлиги мамлакат халқ хужалиги соҳалари ва муҳофаасини таъминлаш ривожлантириш талабларини ҳисобга олиб белгиланади;

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

- турли вазирликлар, ташкилотлар ва корхонлар томонидан ўз эҳтиёжлари учун бажариладиган геодезик ва топографик ишларни мувофиқлаштириш, координациялаш ва давлат назоратини олиб бориш. Давлат қўмитаси тизимидаги етакчи геодезик корхоналар бўлиб Марказий аэрогеодезик корхона ва Самарқанд аэрогеодезик корхонаси ҳисобланади.

Давлат геодезик хизмати тизимида:

Давгеокартофонд-геодезик ва картографик ишлар натижа-ларини (геодезик пунктлар координаталари, турли масштабдаги топографик карталар) жамлаб ва сақлаб борувчи, ҳамда турли ташкилот ва корхонларни улар билан таъминлаб борувчи ташкилот;

Давлат геодезия назорати-геодезия ва топографик ишларни бажариш бўйича лицензия беришга таёрлаш, бажарилган ишлар сифати ва уларни техник талабларга жавоб бериш нуқтаи назардан назорат олиб борувчи ташкилои.

Республикамизда саноат, фуқаро, автомобил ва темир йўл, турли инженерлик иншоатлари қурилигини геодезик таъминлаш бўйича етакчи корхона Давлат архитектура ва қурилиш қўмитасига қаршли “ЎЗГАШКЛИТИ” давлат унитар унитар корхонаси ҳисобланади.

Назорат саволлар:

- 1. Геодезия фани ва унинг вазибалари нимадан иборат ?*
- 2. Геодезия сўзи қандай маънони билдиради ?*
- 3. Геодезия қайси фанлар билан яқин алоқада бўлади ?*

4. Қадимий юрtdошларимиздан ким геодезия фанига катта ҳисса қўшган?
5. Геодезик ишлар мақсади ва тавсифига кўра қанча босқичда амалга оширилади ?
6. Геодезиянинг қисқача ривожланиш тарихи деганда нимани тушунасиз ?
7. Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматини вазифаси нимадан иборат?

ЕРНИНГ УМУМИЙ ШАКЛИ ВА ЕР СИРТИДАГИ НУҚТАЛАР ЎРНИНИ АНИҚЛАШ

2.1. Ернинг умумий шакли ва ўлчамлари ҳақида маълумот

Геодезияни ўрганиш ва геодезик масалаларни ечишда Ернинг шакли ва ўлчамларини билиш керак бўлади. Олимлар қадимдан ўзлари яшаётган сайёра – Ернинг шакл ва ўлчамларини аниқлаш ва билиш (юқорида (1.2) гапириб ўтилган эди).

Ер шакл назариясининг кейинчалик ривожланишини Гюкенс, Кассини, Макларен, Делаамбр, Лагранж, Лаплас, Лежандр, Бессель, Кларк, Листинг, Гельмерт, Хейфорд, Красовский ва бошқаларнинг ишларида кўриш мумкин.

Маълумки, Ер шаклини мукамал ифодалаш унинг ўлчамларини қанчалик аниқлик билан ҳисоблаб топишга боғлиқдир. Ернинг табиий юзаси, яъни топографик сирти паст-баландлик, текислик ва тоғликлардан иборат бўлиб, у ўзига хос ноаниқ ва мураккаб шаклга эга.

Юқорида айтиб ўтилганидек, Ер шаклини математик нуқтаи назардан ҳисоблашларни осонлаштирувчи оддий геометрик шакли – шар деб қабул қилиш мумкин. Ер сиртини ифодаловчи бундай расмдан кўпинча астрономик ва навигацияли ҳисоблашларда фойдаланилади. Шар Ернинг ҳақиқий шаклига яқин бўлиб, бир қатор мақсадларни қаноатлантирса ҳам, қитъалар ва океанларни қамраб оладиган катта масофаларни аниқ ўлчаш билан боғлиқ геодезик мақсадлар учун аниқроқ расм ва ўлчамлар зарур.

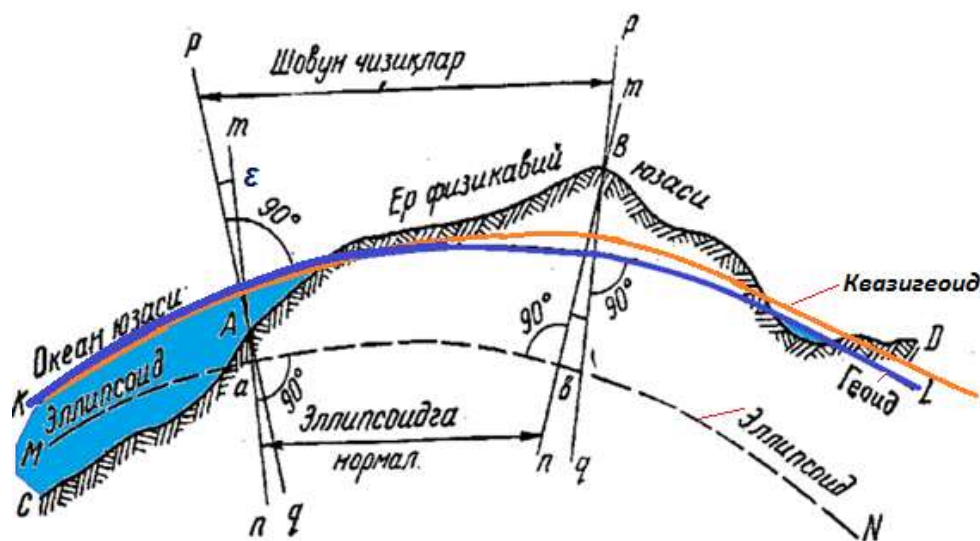
Маълумки, геодезияда Ернинг бошланғич сатҳий юзаси *geoid* деб қабул қилинган. Тинч ҳолатдаги океан ва денгиз сувлари сатҳининг фикран қитъалар остидан шовун чизигига перпендикуляр қилиб давом эттиришдан ҳосил бўлган шакл *geoid* деб аталади.

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

Таъкидлаш жоизки, биринчи яқинлашишда Ер шаклини шар деб, унинг радиусини 6371,3 км қабул қилиш мумкин. Лекин Ерни шар шаклида ифодалаш аниқлиги паст бўлган масалалар учун тўғри келади. Шу сабабли аниқ ўлчашлар ва съёмкалар учун зарурий сирт сифатида геоид шаклига яқин бўлган бошқа математик шакл-**эллипсоид** қабул қилинган. Бундай геометрик шакл Ернинг ўз ўқи атирофида бир хил тезликда айланишидан кутбларида сиқилиши ва экваторда эса кенгайиши натижасида ҳосил бўлганлиги туфайли уни **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 зичланишига боғлиқ, тўлқинсимон кўринишда бўлади. A ва B нуқталарда эллипсоидга **нормал** тушган mp билан **шовун чизиқлар** pq орасидаги ϵ бурчаги **шовун чизиғининг оғиши** дейилади. Бу бурчак қиймати ўртача 3–4' секундли, баъзи жойларда бир минутгача қийматни ташкил қилади.

Геоид расмини 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).



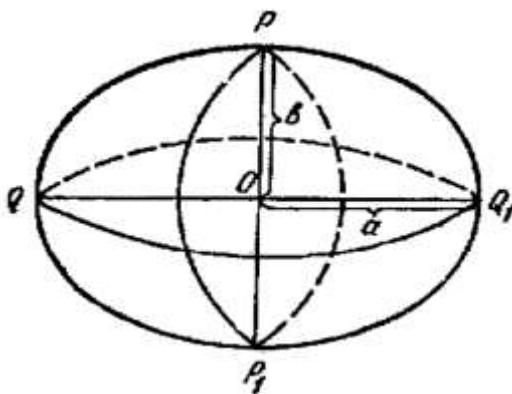
2.1 - расм.

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 расмига 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 эллипснинг ўз кичик ўқи PP_1 (қутбий ўқ) атрофида айланишдан ҳосил бўладиган геометрик расм ҳисобланади ва у 3 та асосий параметр билан аниқланади (2.2 - расм):

1. a – катта ярим ўқ (экваториал радиус).
2. b – кичик ярим ўқ (қутбий радиус).
3. $\alpha = \frac{a-b}{a}$ – геометрик (қутбий) сиқилиш.

Амалда ер эллипсоидини Ернинг танасида ориентирлаш керак бўлади. Шартга кўра ориентирлаш шундай амалга оширилиши лозимки, бунда астрономик ва геодезик координаталарининг фарқи минимал бўлсин. Бунинг учун референц-эллипсоидлардан 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 қисмида энг яқин келади, яъни референц-эллипсоиднинг сирт алоҳида давлат ёки бир қанча давлатларнинг ҳудудларида геоид сиртга энг яқин келадиган сирт ҳисобланади.

Одатда, референц-эллипсоидлар мамлакат ҳудудида ягона координаталар системасини жорий этиш ва геодезик ўлчашларни ишлаб чиқиш учун давлат қонуни билан расмийлаштирилган ҳолда қабул қилинади. Бугунги кунда айрим Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлиги (МДҲ) мамлакатларида, жумладан Ўзбекистонда Красовский референц-эллипсоиди қабул қилинган. 2.1-жадвалда турли ҳудудлар учун ишлаб чиқилга референц-эллипсоидлар ва уларнинг параметрлари келтирилган.

Ер танасида ориентирланган ҳарқандай референц-эллипсоид қуйидаги талабларни қаноатлантириши лозим:

- эллипсоиднинг кичик ярим ўқи Ернинг айланиш ўқиға параллел бўлиши;
- берилган ҳудудда эллипсоиднинг сирти имкони борича геоид сиртиға яқин жойлашиши керак.

2.1-жадвал

Референц-эллипсоидлар ва уларнинг параметрлари

| Т/р | Референц - эллипсоидлар | Йил | Мамлакатлар | a , м | α |
|-----|-------------------------|------|--|----------|----------|
| 1. | Деламбр | 1810 | Франция | 6 376985 | 308,6465 |
| 2. | Эверест | 1830 | Ҳиндистон, Покистон, Непал, Шри-Ланка | 6 377276 | 300,802 |
| 3. | Бессель | 1841 | Германия, Россия (1942 йилгача) | 6 377397 | 299,152 |
| 4. | Кларк | 1866 | АҚШ, Канада, Лотин ва Марказий Америка | 6 378206 | 294, 978 |
| 5. | Хейфорд | 1910 | Европа, Осиё, Жанубий Америка | 6 378388 | 297,0 |
| 6. | Красовский | 1940 | Россия, МДҲ давлатлари, Шарқий Европа | 6 378245 | 298,3 |

Референц-эллипсоидни Ер танасида жойлаштириб ориентирлаш учун геодезик тармоқ бошланғич пунктнинг геодезик координаталари B_0 , L_0 ,

H_0 ва қўшни пунктга қараб бошланғич азимути A_0 аниқлаган бўлиши керак. Ушбу қийматларнинг мажмуаси бошланғич геодезик қийматлар деб аталади.

Геодезиянинг глобал масалалари учун *умум ер эллипсоиди* идеал асос бўлиб хизмат қилса, ер қобиғини горизонтал ва вертикал ҳаракатларни 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 умум ер эллипсоидининг параметрлари анъанавий ер устидаги ўлчашлар билан ўрганилган бўлса, ҳозирги кунда сунъий йўлдош ўлчашлари орқали Ернинг шакли ва ўлчамлари аниқланиб, ўрнатилган параметрларга аниқлик киритилди.

Маълумки, умум ер эллипсоиди Ернинг танасига қуйидаги шартларни қаноатлантирган ҳолда ориентирланиши лозим:

- кичик ярим ўқ Ернинг айланиш ўқиға тўғри келиши;
- эллипсоид маркази Ер оғирлик марказига тўғри келиши;
- эллипсоид ҳажми геоид ҳажмиға тенг бўлиши;
- эллипсоид сиртидан геоиднинг баландлиги (баландликлар аномалияси)

кичик квадратлар шартига бўйсунуши керак, яъни

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

Умум ер эллипсоидини Ер танасига ориентирлашда референц-эллипсоидға ўхшаш геодезик бошланғич қийматларни киритиш шарт эмас.

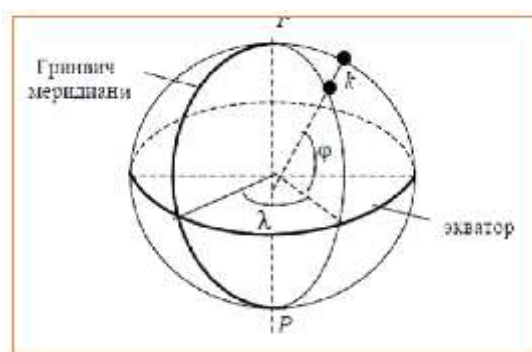
2.2. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системалари

Ер юзасидаги нуқталар ўрнини аниқлаш учун координаталар системаларидан фойдаланилади. Геодезияда астрономик (географик), геодезик ва ясси тўғри бурчакли координаталар системалари қўлланади.

Астрономик (географик) координаталар системасида Ер шар деб олиниб, унинг сиртидаги нукта ўрни астрономик (географик) **кенглик** φ ва астрономик (географик) **узоқлик** λ билан аниқланади.

2.3-расмда кўрсатилганидек, K нуктанинг астрономик кенглиги экватор текислиги билан ушбу нукта орқали ўтувчи шовун (оғирлик кучи вектори) чизик орасидаги бурчак билан аниқланади.

Бунда астрономик узоқлик Гринвич (бош) меридиани текислиги ва K нуктаси орқали ўтувчи меридионал текислик орасидаги бурчак ҳисобланади. Иккала меридионал текислик Ер ўртача айланиш ўқи билан кесишади.



2.3 - расм.

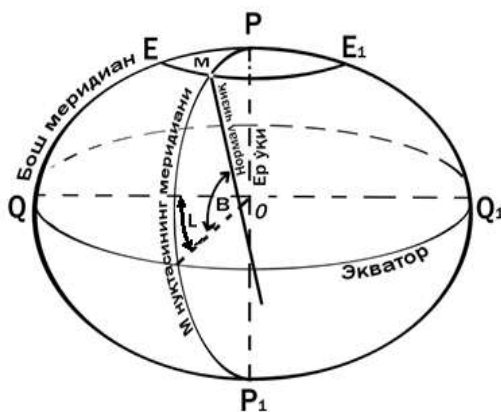
Астрономик кенглик шимолий ва жанубий бўлиб, 0° (экваторда) дан 90° (Ер кутбларида) гача қийматларга эга ўлчанади. Узоқлик эса – шарқий ва ғарбий бўлиб, 0° (бошланғич – Гринвич меридианида) дан шарқга ва ғарбга 180° гача ўлчанади эга бўлишлари мумкин.

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

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

Геодезик кенгликлар ҳам, экватордан бошлаб иккала кутб, қараб шимолий ва жанубийларга қараб 0° дан 90° гача ўлчанади. Узоқлик эса

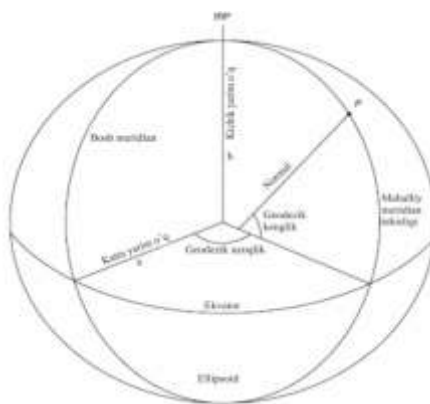
Гринвич меридианидан бошлаб ғарб ва шарққа қараб 0° дан 180° гача ўлчанади.



2.4- расм.

Геодезик меридиан деб, берилган нуқта (M) ва эллипсоидни кичик ўқидан (PP_1) ўтувчи текисликнинг эллипсоид сирти билан кесимига айтилади (2.4-расмда PMP_1 чизиғи). Геодезик параллел деб, берилган нуқтадан ўтувчи ва кичик ўқга (PP_1) P_2 перпендикуляр бўлган текисликнинг эллипсоид билан кесимига айтилади (2.4- расмда EME_1 чизиғи).

Геодезик координаталар системаси моҳиятини қуйидагича ҳам баён этиш мумкин. P нуқтасидан ўтувчи нормал чизиғи билан экватор текислиги орасидаги бурчакка Геодезик (эллипсоидал) кенглик ва бош меридиан текислиги (IRM) ва P нуқтасидан ўтувчи геодезик меридиан текислиги орасидаги бурчакка геодезик узоклик дейилади (2.5 -расм).²



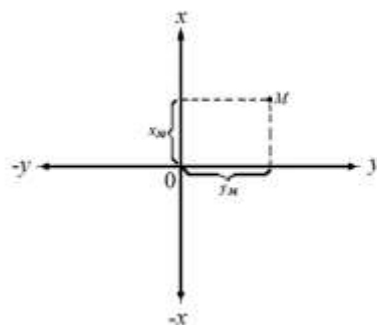
2.5 – расм.

²W. Schofield M. Breach. Engineering Surveying. Oxford, Elsevier, 2007, 288-289-pages.

Катта майдонлар карталарини тузиш учун меридиан ва параллеллардан ташкил топган картографик тўрдан, инженерлик-геодезик ишларда, шунингдек, йирик масштабли план ва карталар тузишда эса асосан, тўғри бурчакли координаталар тўридан фойдаланилади.

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



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, ғарбга манфий ишора билан олинади. 2.6-расмда M нуқтасининг ўрни x_M ва y_M билан аниқланади.

Геодезияда тўғри бурчакли координаталар системасининг чораклари меридиан чизиғининг учидан бошлаб соат милининг ҳаракати йўли бўйича рақамланди. Берилган нуқтанинг қайси чоракда жойлашгани координаталар ишораси билан аниқланади.

Кичик майдонларда бажариладиган съёмкаларда системани боши хусусий ёки шартли олиниши мумкин.

2.3. Гаусс – Крюгер ясси тўғри бурчакли координаталар системаси хақида тушунча

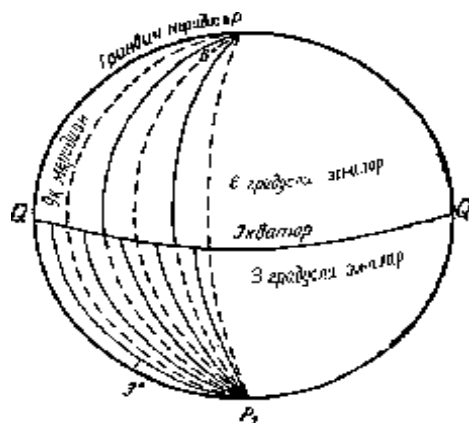
Ер сирти катта бўлақларни текисликда (қоғозда) тасвирлаш учун махсус проекциялар қўлланадики, улар ёрдамида Ер сиртинукталари ўрни текисликка махсус математик қойдалага таяниб кўчирилади. Шунда текислигдаги нукталар ўрнини соддароқ бўлган ясси тўғри бурчакли координаталар x ва y

Гаусс-Крюгерни тўғрибурчакли кўндаланг-цилиндрик проекциясини қўллашда ер эллипсоиди сирти фикран 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.

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

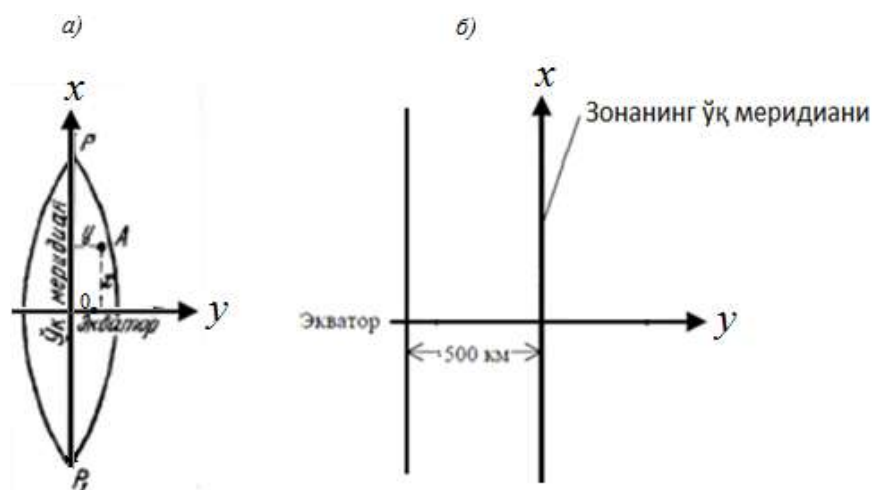
Эллипсоиднинг ҳар бир зонаси текисликка алоҳида конформ тўртбурчакли қилиб проекцияланади.



2.7 – расм.

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

Бу ўқларнинг ўзаро кесишган 0 нуктаси координата системасининг бош нуктаси деб олинади. Ҳар бир зона ўзининг координата системасига эга.



2.8-расм.

Берилган нукта координаталар бўйича қайси зонада жойлашишини билиш учун унинг ордината қиймати олдига зона номери ёзиб қўйилади. Масалан, $y = 7375252$ м бўлса, бу ердаги 7 рақами зона номери, 375252 м эса нукта ординатасидир.

Шимолий ярим шарда жойлашган ҳудудлар учун ҳамма абсциссалар мусбат. Ўқ меридиандан шарқ томондаги нукталар ординаталари мусбат, ғарб томондагилари манфий бўлади.

Манфий ишорали ординаталарни мусбат ишорада ифодалаш учун улар қийматига 500 км қўшиб ёзилади, яъни ўқ меридиан 500 км га ғарбга шартли сурилади (1.8-расм, б). Шунда юқорида берилган $y = 7375252$ м дан ордината ҳақиқий қиймати $375252 - 500000 = -124748$ м бўлади.

Гаусс-Крюгерни конфори проекциясида текисликка проекцияланган бурчак хатосиз, чизик узунлиги ва майдон эса хатолтк билан тасвирланади. Текисликда тасвирланган чизик узунлигига киритиладиган тузатма ΔS , агарда S узунлинка эга чизик учлари координаталари x_1, x_2 ва y_1, y_2 бўлса қуйидаги формулалардан ҳисобланиши мумкин:

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

Ёки 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 расм майдони хар доим эллипсдаги чизик узунлиги ва майдонидан катта бўлади. Хатолик чизик ёки расм ўрта нуқтасининг ордината қийматига боғлиқ бўлиб, у ўк меридиандан узоқлашган сари ошиб боради.

Масалан, чизик олти градусли зонанинг четида жойлашган бўлса, узунлигининг ўзгариши ($S_0 - S$) чизик қийматининг 1:1 500 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.

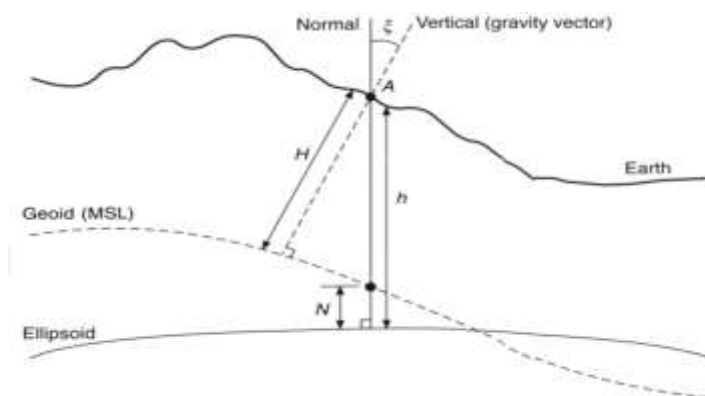
Кўпинча амалий геодезик ишларда ер сиртидаги нуқталар баландлигини аниқлашда мутлоқ, шартли ва нисбий баландликлар системалари қўлланилади.

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 эллипсоид баландлик системаларидан фойдаланилади³.

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

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

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



2.9-расм. Ортометрик ва эллипсоидал баландликлар системалари

Умумер эллипсоиди ва Красовский референц-эллипсоиддан 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 мутлоқ баландлиги бошланғич деб қабул қилинган асосий сатҳий юзадан H деб -ернинг физик сиртидаги нуқтасигача бўлган вертикал масофага айтилади.

Нуқтанинг шартли баландлиги $H_{ш}$ деб -ернинг физик сиртидаги нуқтасидан шартли равишда қабул қилинган сатҳий сиртгача бўлган вертикал ораликқа айтилади.

Нисбий баландлик h деб -охирги ва бошланғич нуқталар баландлиги фарқига айтилади, ёки бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан бўлган баландлиги **нисбий баландлик** дейилади.

Нуқталар баландлигини ҳисоблашда бошланғич сатҳга боғланиш имкони бўлмаса, амалий ишларни бажариш учун жойда бирон-бир нуқта баландлиги ихтиёрий олинади ва бошқа нуқталарнинг унга нисбатан аниқланган баландлигига **шартли баландлик** дейилади.

Шуни такидлаш лозимки МДХ давлатларида асосий сатҳий юза учун Болтиқ денгизи сувининг кўп йиллик ўртача сатҳи қабул қилинган системада аниқланган. Ҳозирги кунда бу давлатлар ҳудудларида жумладан Ўзбекистонда, ер нуқталари мутлоқ баландликлари 1977 йилдан қабул қилинган Болтиқ баландликлар системасида. Кронштадт футштокининг нолига нисбатан, ҳисоблаб келинади (2.10-расм).



2.10-расм.

2.5. Чизиқларни ориентирлаш

Жойда берилган чизиқнинг меридианга нисбатан йўналишини аниқлашга **ориентирлаш** деб айтилади. Чизиқни ихтиёрий нуқтасидан ўтган меридиан билан шу чизиқ 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 нуқтаси шовун чизиғи орқали ўтувчи текислик билан кесишишидан ҳосил бўладиган, фараз қилинадиган чизиққа айтилади.

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

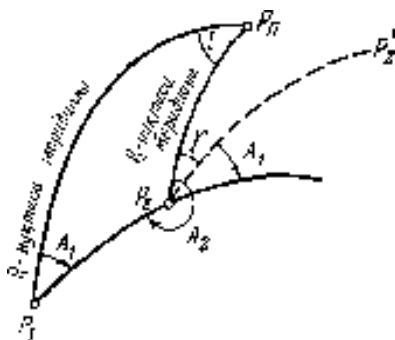
Чизикларни ортирлаш учун азимут, дирекцион бурчак ва магнит азимут деб аталувчи горизонтал бурчаклар фойдаланилади.

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

Агар азимут ҳақиқий (географик) меридиандан ҳисобланган бўлса **ҳақиқий азимут** дейилади.

Чизикнинг тўғри йўналиши азимутини-**тўғри азимут**, тескари йўналиш азимутини-**тескари азимут** дейилади.

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



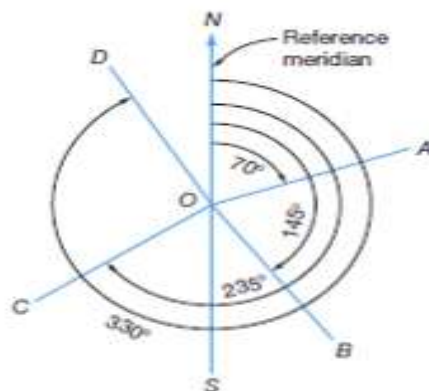
2.11-расм.

Берилган чизик иккита нуқтасидан ўтган меридианлар параллел эмаслик бурчагига меридианлар яқинлашиши 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.

2.12-расмда OA , OB , OC ва OD чизиқлар азимутини ўлчаш йўналиши ва қиймати кўрсатилган⁴. Шунда расмдаги OA чизиғи азимути -70^0 ; $OB-145^0$; $OC-235^0$ ва $OD-330^0$ ўлчанган.

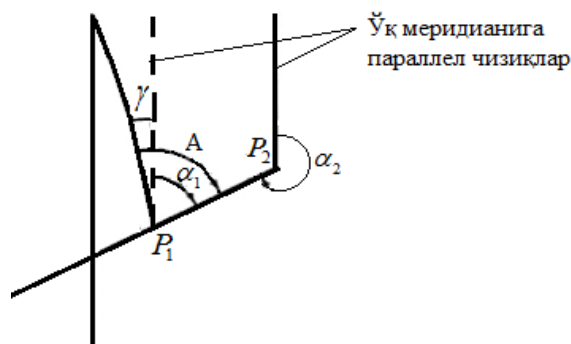


2.12-расм. Азимутилар

Дирекцион бурчак деб зонанинг ўқ меридиани ёки унга параллел йўналишнинг шимолий учидан соат мили йўли бўйича берилган чизиқ қача ҳисобланган горизонтал бурчакка айтилади. Дирекцион бурчак ҳам 0^0 дан 360^0 гача ўлчаниб, α ҳарфи билан белгиланади (2.13-расм).

Чизиқнинг берилган нуқтасидаги азимути билан унинг дирекцион бурчаги орасидаги фарқ ушбу нуқтада меридианлар яқинлашиш бурчаги γ га тенг ўлади.

Агар нуқта ўқ меридиандан ғарб томонда жойлашса меридианлар яқинлашиш бурчаги γ_1 манфий ишорали, шарқда жойлашса, (B_2 нуқта)



2.13-расм.

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

мусбат бўлади. Амалда меридианлар яқинлашиш бурчагининг аҳамияти муҳим бўлиб, у орқали азимутдан дирекцион бурчакка ҳамда дирекцион бурчакдан азимутга қуйидаги формулалар ёрдамида ўтилади:

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

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

Битта берилган чизикни тўғри α_1 ва тескари α_2 бурчаклари ўзаро 180° га фарқ қилали. Меридианлар яқинлашиш бурчагининг қиймати қуйидаги тақрибий формула орқали топилиши мумкин:

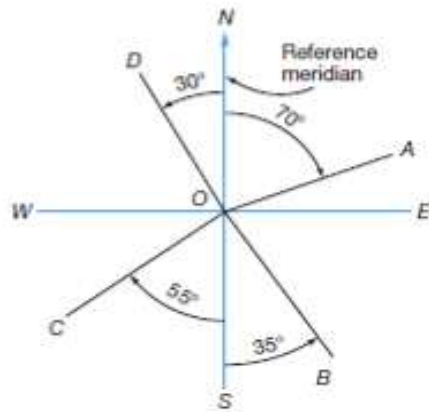
$$\gamma = l \sin B, \quad (2.5)$$

бу ерда: l - берилган нуқталардан 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 яқинла (шимолий ёки жанубий) учидан берилган чизик йўналишигача ўлчанадиган ўткир горизонтал бурчакка айтилади. Румблар r ҳарфи билан белгиланиб 0° дан 90° гача ўлчнади.

Румб ҳақида четэл адабиётларидан бирида қуйидаги маълумот берилган. Румб қиймати 90° дан кичик бўлганлиги учун унинг олдида шимол ёки жануб ҳарфи, охирига шарқ ёки ғарб ҳарфи қўйилади. Мисол, 2.14-расмда ОА чизиги румби $N70^\circ E$ (Ш 70° Шқ.) каби ёзилади. *Шимол-шарқ (NE) чорагида барча румблар меридиандан соат мили бўйича ўлчанади. Жануб-шарқ (SOE) чорагида барча румблар меридиандан соат милига қарши амалга оширилади, шунинг учун ОВ чизигининг румби $S35^\circ S35^\circ E$ (Ж 35° Шқ.) бўлади. Ўхшаш ҳолда ОС нинг румби $S55^\circ W$ ва OD ники эса $N30^\circ W$ ҳисобланади⁵.*

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



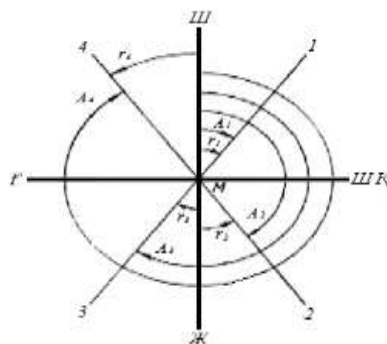
2.14-расм. Румб бурчаклари

Азимутлар ва румбларни боғлиқлиги. Геодезик амалиётда кўпинча румб бурчагини қўллаш осонлиги сабабли улар азимут (дирекцион бурчак) билан румб бурчаклари орасидаги муносабат (2.3-жадвалда келтирилган) 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.



2.15-расм.

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

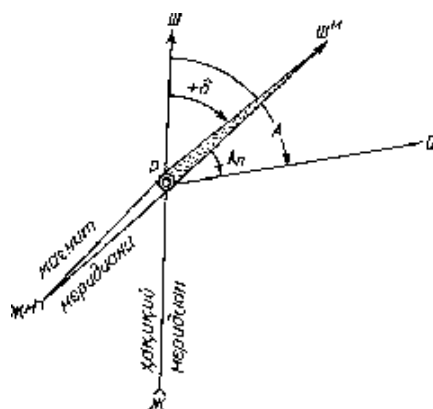
Масалан: 1) $A_2 = 134^{\circ}15'$ берилган бўлса, бундай азимутга эга чизик биринчи чоракда жойлашади ва унинг румби $r_2 = 180^{\circ} - A_2 = 180^{\circ} - 134^{\circ}15' = 45^{\circ}15'$ ёки $r_2 = \text{ЖҒ}: 45^{\circ}15'$ бўлади.

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

Магнит азимутини магнит меридианини шимолий учидан бошлаб соат милининг йўли бўйича берилган чизикгача ўлчанган гоизонтал бурчак. Магнит азимутини ҳам 0° дан 360° гача ўлчаниб A_n билан белгиланади.

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 ўқ учига ўрнатилади (2.16-расм).



2.16 - расм.

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

Ушбу меридиан текислигини географик меридиан текислиги билан ташкил қилувчи бурчакка магнит оғиш бурчаги дейилиб δ билан белгиланади. Магнит милини оғиши шимолдан шраққа ёки ғарбга бўлиши мумкин. Шарқий оғиш бурчаги мусбат ва ғарбий оғиш бурчаги манфий ишора билан олинади.

Чизикни ҳақиқий азимути A билан уни магнит азимути орасидаги боғланиш мавжуд.

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

бу ерда, \pm ишоралари оғиш йўналишига қараб олинади.

Магнит азимутларини жойда ўлчаш учун азимутал (гардусли бурчакларга бўлинган горизонтал халқали) ва ориентир буссоллар (теодолит асбобидан фойдаланиб магнит азимутни ўлчаш учун) ишлаб чиқилган. Уларнинг асосий қисми бўлиб доира ёки тўрт бурчак расмдаги қутичада марказида вертикал маҳкамланган ўқ ва уни учида горизонтал ўрнатилган магнит мили хизмат қилади.

Теодолит асбоби ишлаб чиқарилишидан олдин чизиклар йўналиши ва бурчаклар циркул ёрдамида аниқлаб келинган. АҚШ да кўпгина ишлар (2.17-расмда келтирилган) оддий қуроллардан фойдаланиб бажариб келинган. Расмдаги қурол компасидеилиб 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 цилиндрик адилаклар (D) мавжуд. Адилаклар пуфакчаси марказга келтирилганда компас қутиси горизонтал ҳолга келади ва фойдаланишга тайёр бўлади.

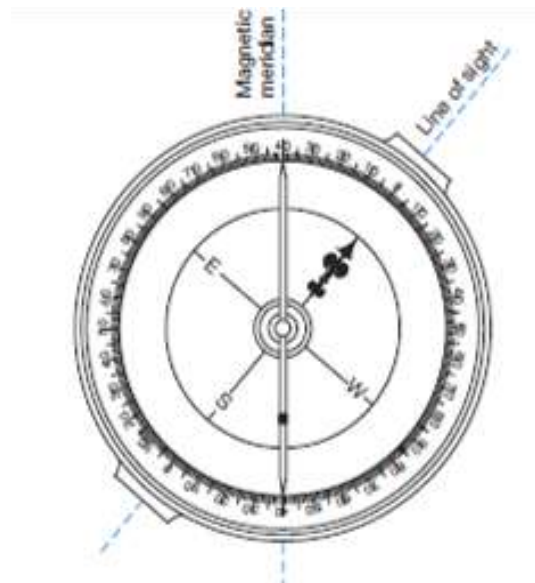
Сўнгги моделлардаги компаслар (2.17-расм, а) штативда ўрнатилиб, улар турғунликни таъминланади. Компас магнитланган милини ҳимоялаш учун устидан шиша билан қопланган.

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

a)



b)



2.17 –рсам. Съемка компаси (a); компас қутиси (b)

Компасдан фойдаланишда унинг диоптри ўлчанадиган чизикқа каратилиб уни стрелкаси бўйича магнит румби бевосита олинанади.

Назорат саволлар:

1. Геодезияда ер шаклини ўрганишдан мақсад нима ?
2. Нима учун Ер шаклига эллипсоид шакли қабул қилинади ?
3. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системаларидан қайсиларини биласиз ?
4. Геодезияда қандай баландликлар системалари қўлланилади ?
5. Ориентирлаш деганда нимани тушунасиз ?
6. Қарси ориентирлаш бурчакларини биласиз ?
7. Тўғри ва тескари азимутлар орасидаги муносабат қандай ифодаланади ?
8. Меридиан ва параллел чизиклари нима ?
9. Гаусс – Крюгерни зонали координаталар системаси нима ?

ПЛАН ВА КАРТАЛАР

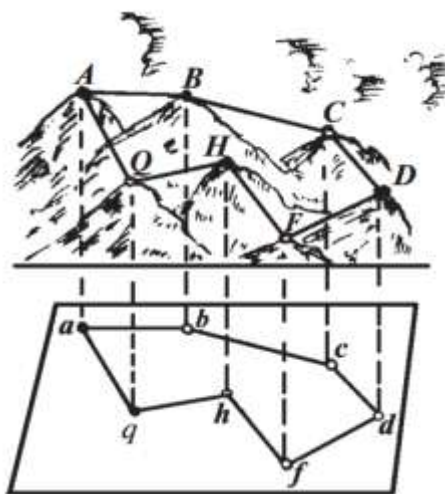
3.1. Умумий маълумотлар

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

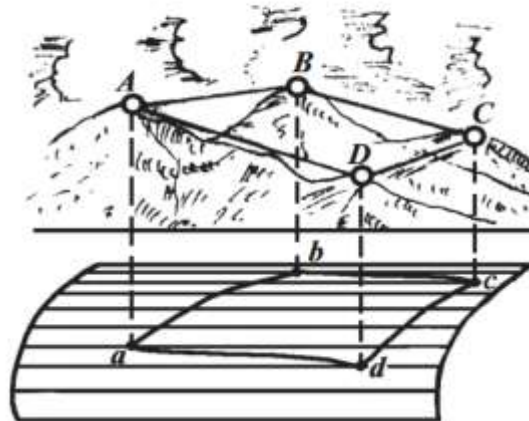
Жойдаги *A, B, C, D, E, F, H, Q* нуқталар билан чегараланган (3.1-расм) ер бўлагини кичрайтириб ва ўзига ўхшатиб горизонтал проекциясини қоғозга (текисликка) туширсак, унда жой горизонтал проекциясининг график тасвирини, яъни *a, b, c, d, e, f, h, q* нуқталар билан чегараланган планини оламиз.

Жой рельефини кўрсатмай фақат тафсилотлар (ҳайдалма ерлар, йўл, дарё, кўл ва бошқа) 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-шакил).



3.1-расм.



3.2-расм.

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

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

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

Масштаби бўйича карталар 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:

- Умум географик;
- Мавзули (тематик).

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

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

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

Хизмати бўйича эса ўқув, туристик, кўрғазмали, денгизлар, ҳарбий ва бошқ. карталарни мисол қилиб келтириш мумкин.

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

1) **План** - бу ер сиртининг кичик бўлагини гоизонтал текислигда тасвирланган проекцияси бўлса, карта эса – бутун Ер ёки унинг катта бир қисмини Ер эгрилигини назарга тутиб текисликка туширилган тасвир;

2) **Планда** чизик узунлиги, бурчаклар ва контурлар майдони ўзгармайди, карталарда эса ўзгаради;

3) **Планнинг масштаби**-доимий қиймат, картлар масштаби эса на фақат бир нуқтадан иккинчи нуқтага ўтишга қадар, балки бир нуқтадан турли йўналишларга қарб ҳам ўзгариши мумкин.

3.2. Масштаблар

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

Пландаги чизик узунлиги s ни унинг жойда ўлчаб топилган горизонтал қуйилиши қиймати $S_{\text{жс}}$ нисбатига **план масштаби** дейилади

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

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

Сурати бир бўлиб, махражи кичрайтириш даражасини кўрсатувчи оддий касрга сонли масштаб дейилади. Масалан, **1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000** ва ҳоказо ёки

$$\frac{1}{500}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{5000}, \frac{1}{10000}, \frac{1}{25000} \text{ ва ҳоказо.}$$

Жой ва пландаги чизиклар ўртасида қуйидагича муносабат мавжуд:

$$S_{\text{жс}} = s \cdot M .$$

бу ерда $S_{\text{жс}}$ -жойдаги чизик узунлиги, s -шу чизикнинг пландаги узунлиги, M - сонли масштабнинг махражи.

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

Сонли масштаб 1:10 000 бўлса “1 сантиметрда 100 м” деб ёзилади, яъни пландаги 1 сантиметр узунлик жойдаги 10000 см ёки 100 м узунликка мос келади.

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

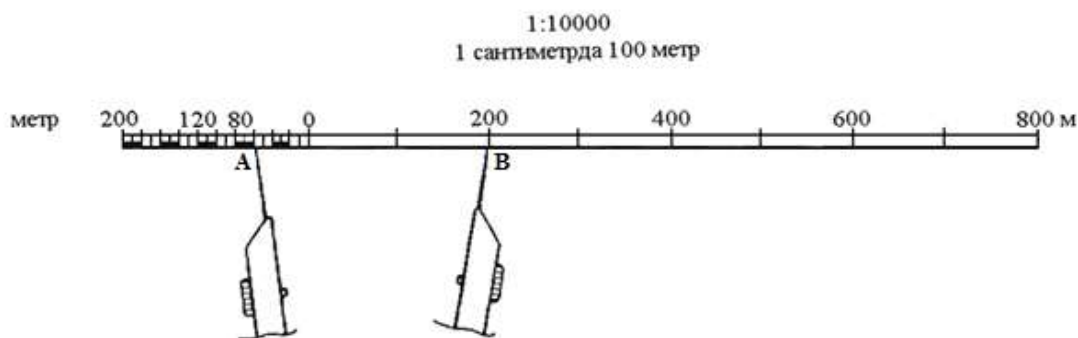
Агар жойдаги чизиқнинг горизонтал қуйилиши 146,8 м, масштаб 1:5 000, яъни 1 см да 50 метр бўлса, чизиқнинг пландаги узунлиги $146,8:50=2,94$ см ни ташкил қилади.

Агар чизиқ узунлиги картада 2,38 см, масштаб 1:25 000, яъни бир см да 250 м бўлса, чизиқнинг жойдаги горизонтал қуйилиши $2,38 \times 250=595$ м га тенг бўлади.

Юқоридаги ҳисоблаш ишларини камайтириш мақсадида чизиқли масштабдан фойдаланилади. У асос номланадиган бир неча тенг кесмалардан иборат (3.3-расм).

Чизиқли масштаб асосининг узунлиги жойда яхлит 2 см қилиб юзлаб метр сонларга тўғри келади. Масалан, масштаби 1:10 000 картада 2 см га тенг асослар жойда 200 м га тўғри келади; масштаби 1:5000 планда-100 м; 1:25 000 масштаб учун-500 м ва ҳ.к.

График шкаласининг нол штрихидан чапга жойлашган асосни 10 ёки 20 тенг бўлақларга бўлинади. Масофани аниқлаш учун ўлчагич циркуль карта ёки планда берилган кесма узунлиги бўйича қўйилади, ундан кейин уни чизиқли масштабга шундай қўйиладики, ўлчагич циркульнинг чапдаги игнаси четдаги асоснинг худудида жойлашган бўлиб, бошқаси эса-нолдан ўнг томондаги яхлит асосларнинг ажратадиган чизиқ штрихларнинг бирида бўлсин (3.3-расм).

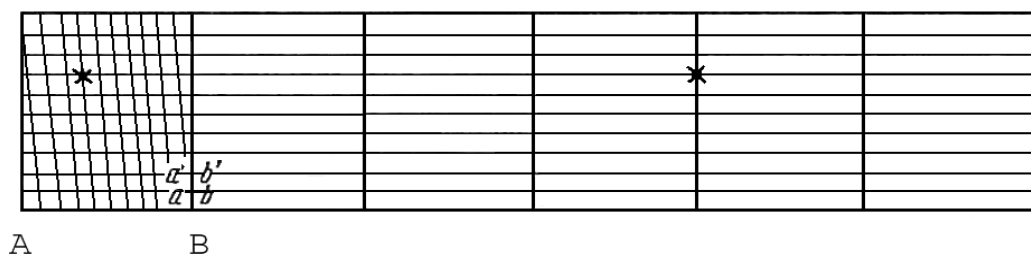


3.3 - расм.

График шкаласининг рақамланиши (оцифровкаси) бўйича чизик узунлиги метрда саналади, назорат кайта ўлчаш билан амалга оширилади. Расмдаги AB кесмасининг жойдаги узунлиги 1:10 000 масштабда 260 метр бўлади.

Чизиқли масштабнинг энг кичик бўлақларининг касрий қисмларини кўз билан чамалаб ўлчаш натижалар аниқлигини пасайтиради, кўп сонли ўлчашларда эса анчагина машаққатли иш. Шунингдек, ўлчашларни осонлаштириш ва аниқлигини ошириш учун бошқа график номограммалари кўндаланг масштабдан фойдаланилади (3.4 - расм).

Кўндаланг масштаб узунлиги 12 ёки 20 см ва баландлиги 3 см номограммани ташкил этадиган, ўзаро перпендикуляр чизиқлар системасидан иборат. Вертикал чизиқлар масштаб асосига тенг AB оралиқлар орқали ўтказилган ва улар 2 см ташкил қилади (3.4-расм).



3.4 – расм.

Баландлиги бўйича рақамланган параллел чизиқлар орқали m тенг бўлақларга бўлинган; чапдан четдаги асос n тенг бўлақларга бўлиниб, улар орасида қия параллел чизиқлар системаси (трансверсаллар) ҳосил қилинган.

Шунингдек, чап асоснинг ҳар бир бўлаги $AB:n$ қийматга тенг. Бу бўлақ вертикал (кесадиган) чизиқ ва унга яқин трансверсал орасида ўрин олган

кесмаларга, параллеллар орқали пропорционал равишда бўлинади. Шунда, улардан энг кичик бўлак бўлиб, кўндаланг масштабнинг ab кесмаси ҳисобланади ва уни кўндаланг масштабнинг энг кичик бўлги дейилади. Иккинчи параллелнинг кесмаси $a'b'$ эса $2ab$, учинчиси $3ab$ ва ҳ.к. Номограмманинг охириги параллелининг кесмаси $m \times ab = AB : n$ бўлганлиги учун

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

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

Кўриш мумкинки, номограммадаги берилган параметрларда энг кичик бўлагининг қиймати ab масштаб аниқлигининг иккиланган қийматига тўғри келади ва унинг ярмини (0,1 мм) кўз билан чамалаб аниқлаш мумкин ва у масштабнинг қабул қилинган аниқлигига тенгдир. Унинг қиймати ҳамма вақт метрда ифодаланлиги учун, у сонли масштабга боғлиқ бўлади. Масалан, 1:25 000 масштабда жойда $AB = 500$ м тўғри келади, унда, $m = 10$ ва $n = 10$ бўлганда кўндаланг масштабнинг энг кичик бўлаги (3.2) ифода биноан $ab = 5$ м бўлади.

Кўндаланг масштаб ёрдамида масофани аниқлашда ўлчагичнинг берилган оралиғи номограмманинг асосига параллел қилиб юргизилади ва шундай ўрнатиладики, чап игнаси трансверсал чизиқлардан бирисида жойлансин, ўнгдагиси эса асосга перпендикуляр кесадиган чизиқлардан бирига (3.5-расмда ўлчагичнинг ўрнатиши хочлар билан белгиланган) жойлансин.

Унда, ўлчанадиган чизма уч қисмдан ташкил топади: биринчи қисми нождан ўнг томонга ажратилган асослар йиғиндисининг узунлигига тенг, иккинчиси-чап асоснинг кичик бўлакларининг умумий сони узунлигининг йиғиндисига, учинчиси-номограмма асосининг нолинчи штрихидан ўтадиган, биринчи трансверсаль ва кесадиган чизиқ орасида ўрин олган параллелга тўғри келадиган кесмага тенг.

3.5-расмда тегишли аниқланадиган масофа $S = 3 \cdot AB + 6 \cdot AB : n + 7ab$, унинг жойдаги узунлиги эса карта ёки планинг масштабига боғлиқ. Шунда, номограмма асосининг ўлчами 2 см ва бўлақлар сони $m = 10$, $n = 10$ бўлганда, 1:25000 масштабда энг кичик бўлақ $ab = 5$ м: масофа эса $S = 3 \cdot 500 + 6 \cdot 50 + 7 \cdot 5 = 1835$ м; 1:10000 масштабда $b = 2$ м, $S = 3 \cdot 200 + 6 \cdot 20 + 7 \cdot 2 = 734$ м; 1:5000 масштабда $ab = 1$ м, $S = 3 \cdot 100 + 6 \cdot 10 + 7 \cdot 1 = 367$ м.

Агар $n = m = 10$ бўлақ ва $a = 2$ 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 масштаб аниқлиги қиймати сифатида план ёки картадаги 0,1 мм узунлик қабул қилинган.

Масштаб аниқлиги деб план ёки картадаги 0,1 мм узунликга жойда тўғри келадиган горизонтал кўйилиш (масофага) га айтилади ва уни кўйидагича ифодалаш мумкин $t = 0.1 \text{ мм} \square M$. Масалан, 1:10 000 масштаб аниқлиги $t = 0.1 * 10000 = 1.0$ м 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 масалаларни аниқлиги бўйича ҳал этишга оид кўйиладиган талабларга мувофиқ карта, планларни тузишда улар масштабларини тўғри танлаш.

3.3. Топографик план ва карталар номенклатураси

Катта ҳудудларнинг топографик карталаридан қулай фойдаланиш учун улар чегараланган форматли алоҳида варақларда чоп этилади ва бирлашган варақларга бўлиниш системасини ташкил қилади.

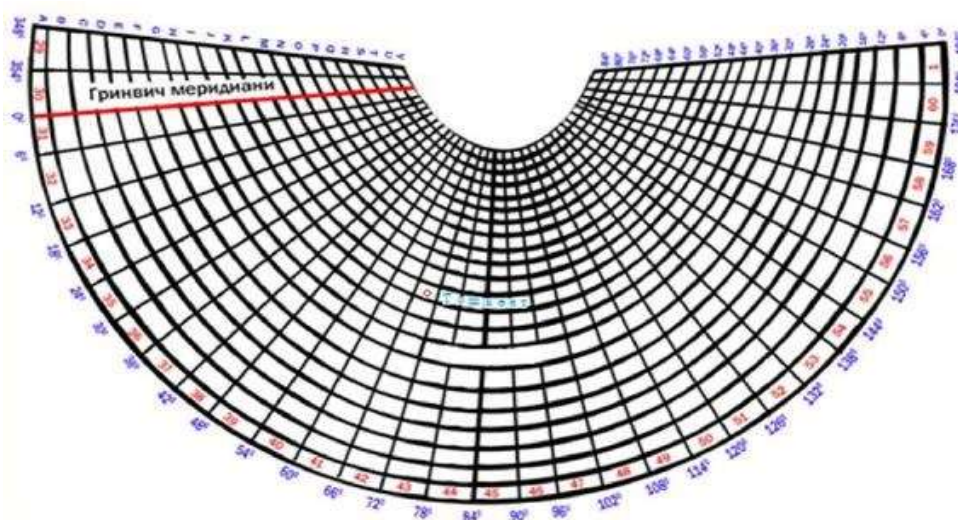
Карта варақларини белгилаш системасида карталарнинг ҳар бир варақи маълум белгиларга эга бўлади ва уни *карта номенклатураси* дейилади. Карталарни варақларга бўлишда тўғри бурчакли ва трапецияли услуб қўлланади. Биринчи ҳолатда варақалар берилган ўлчамда тўғри бурчакли рамкалар билан чегараланган бўлиб, улар тўғри бурчакли координаталар тўри чизиқлари билан бирлашган. Бундай варақларга бўлиниши масштаби 1:5000 ва ундан йирикроқ топографик планлар учун қўлланилади.

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

Турли масштаблардаги трапеция номенклатурасининг заминига 1:1 000 000 масштаби карта варақларининг халқаро бўлиниши асос қилиб қабул қилинган.

Картани варақларга бўлиш ҳамда варақлар номенклатурасини белгилаш учун бутун ер курасининг сирти узоклиги бўйича ҳар 6° дан меридианлар орқали 60 та колоннага бўлинади. Колонналар араб рақамлар билан Гринвич меридианнинг Тинч океандаги шахобчасидан ғарбдан шарққа қараб 1 дан 60 гача номерланади.

Колонналар экватордан бошлаб, шимолий ва жанубий қутбларга томон ҳар 4° дан ўтказиладиган параллеллар орқали қаторларга бўлинади. Қаторлар ўрни латин алфавитининг бош ҳарфлари *A, B, ..., V, Z* билан белгиланади (3.6-расм).

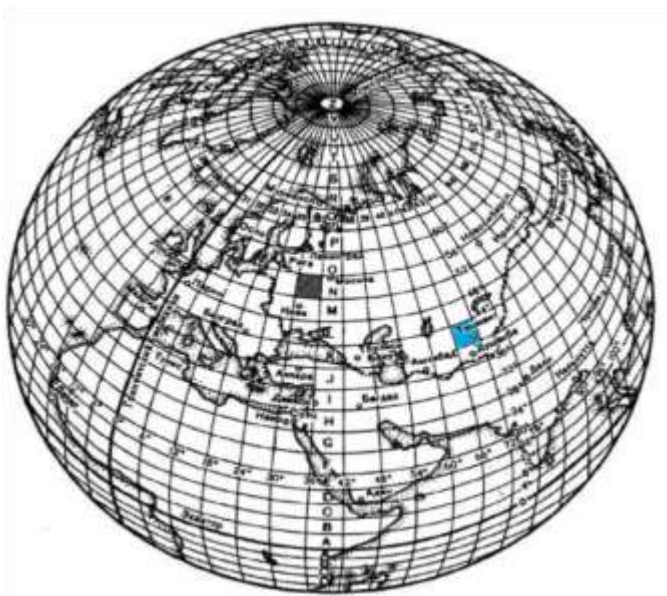


3.6-расм.

Колонналар ва координата зоналари номерлари орасидаги боғланиш куйидагича ифодаланади: $n = Q - 30$, n – Гаусс-Крюгер координаталари зона номери, Q – 1:1 000 000 масштабдаги карта 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, Тошкент шаҳри К қатори ва 42 колоннада жойлашган. Шунинг учун масштаби 1:1 000 000 карта варағига мос номенклатураси **К-42** бўлади (3.7 - расм).



3.7 – расм.

Қаторларнинг қайси ярим шарда эканлигини билиш учун уни белгиловчи ҳарф олдида шимолий ярим шарда N , жанубий ярим шарда эса S ҳарфи ёзилади.

Нуқтанинг географик координаталари φ (кенглик) ва λ (узоклик) маълум бўлса, 1:1 000 000 масштабли картанинг шу нуқта жойлашган варағининг номенклатурасини аниқлаш учун қуйидаги формуладан 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 ярим шарда бирор нуқтанинг географик координаталари $\varphi = 41^\circ 13' 00''$, $\lambda = 69^\circ 40' 10''$ дейлик, шунда колонна номери $m = \frac{69^\circ}{6} + 31 = 11 + 31 = 42$, қатор номери эса $n = \frac{41^\circ}{4} + 1 = 11$ бўлади.

3.6- расмдан 11- ҳарф *K*, шунга кўра 1:1 000 000 масштабдаги карта варағининг номенклатураси *K-42* кўринишда бўлади.

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

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

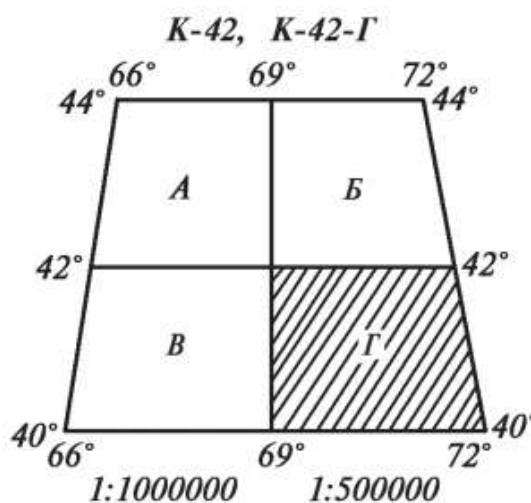
1:100 000; 1:50 000; 1:25 000; 1:10 000;

1:5 000; 1:2 000; 1:1 000; 1:500.

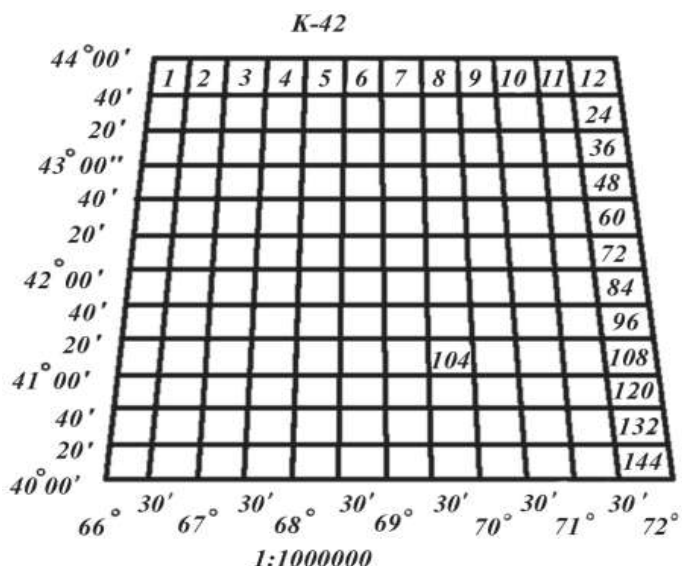
1:100 000 ва ундан майдароқ масштабдаги карта варақларининг номенклатураси 1:1 000 000 масштабдаги карта варағининг ичида бўлади, 1:50 000 ва ундан йирикроқ масштабдаги карта ва план варақларининг номенклатураси эса 1:100 000 масштабдаги карта варағининг ичида бўлади.

1:1 000 000 карта варағига 4 та *A*, *B*, *V* ва *Г* ҳарфлари билан белгиланадиган 1:500 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади, бу варақларнинг номенклатураси 1:1 000 000 варақ номенклатурасига ушбу варақ номери қўшиб ёзилади, масалан, ***K-42-Г*** (3.8-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, унинг битта варағи номенклатураси масалан, **VIII–K–42** кўринишида ёзилади.



3.8 – расм



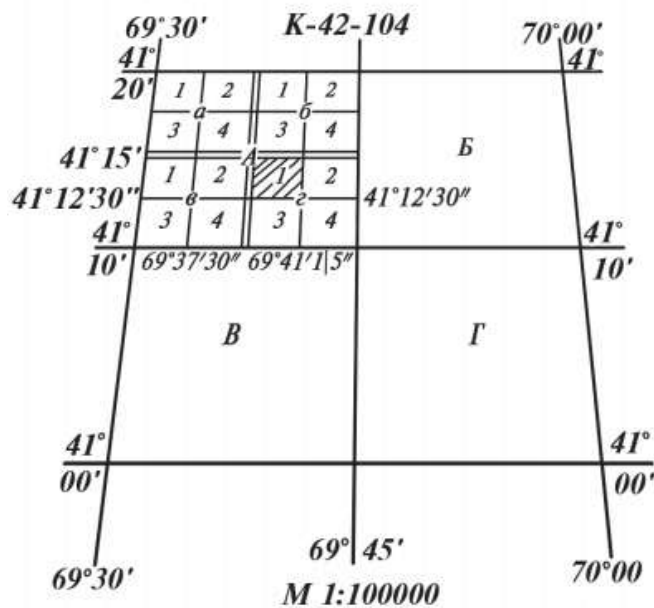
3.9 – расм.

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 масалан, K-42-XXVI кўринишда ёзилади.

1:1 000 000 масштабдаги бир вараққа араб рақамлари билан 1 дан 144 гача белгиланадиган 144 та 1:100 000 масштабдаги карта варағи тўғри келади. Уларнинг номенклатураси, масалан, 104-варақ учун K-42-104 кўринишда ёзилади (3.9- расм).

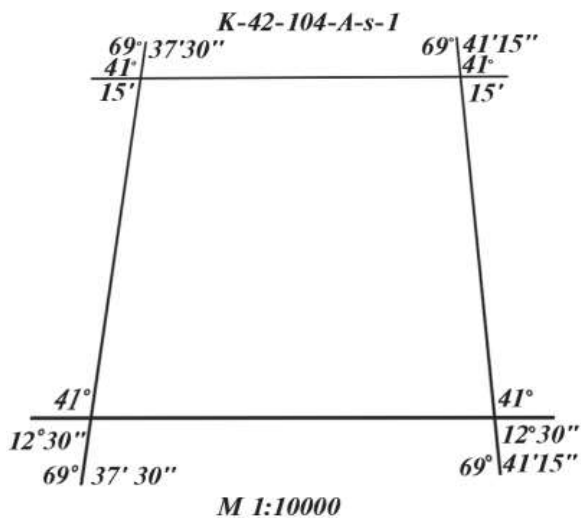
1:100 000 масштабдаги карта битта варағига 4 та 1:50 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Улар кирилча бош ҳарфлар A, B, B ва Г билан белгиланади (3.10-расм). Шунда 1:50 000 масштабдаги варақ номенклатураси масалан қуйидагича бўлади: K-42-104-A.

Битта 1:50 000 масштабдаги карта варағига 4 та 1:25 000 масштабдаги карта варақлари тўғри келади. Улар кирилча ёзма ҳарфлар a, б, в ва г билан белгиланади. Битта варақнинг номенклатураси масалан, K-42-104-A-г кўринишда бўлади (3.10 - расм).



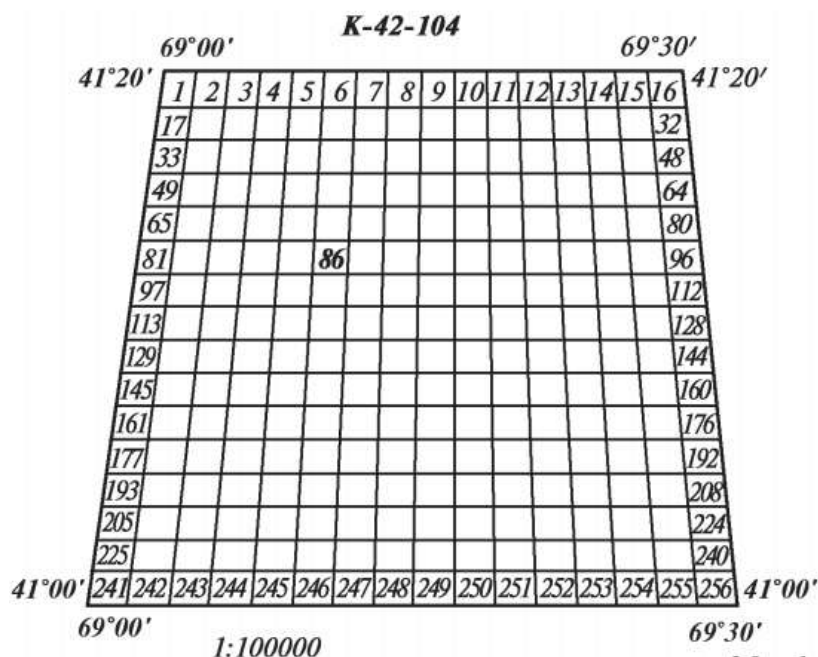
3.10- расм.

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 *K-42-104-A-2-1* кўринишда ёзилади (3.11 - расм).



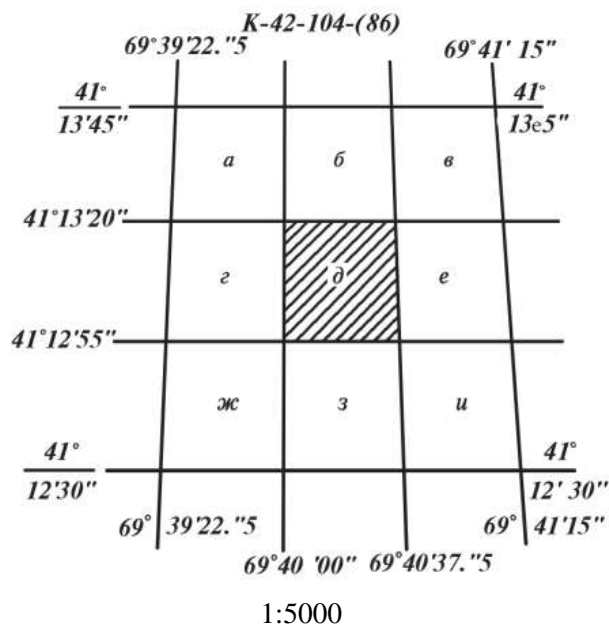
3.11 – расм.

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 (3.12-расм). Уларнинг номенклатураси қавс ичига ёзилган варақ номери 1:100 000 карта номенклатурасига қўшиб ёзилади, масалан, *K-42-104-(86)* (3. 12-расм).



3.12-расм.

Битта 1:5 000 масштабдаги план варағига 9 та 1:2 000 масштабдаги план варағи тўғри келади. Улар кирилча ёзма ҳарфлар *а, б, в, г, д, е, ж, з, и* билан белгиланади. Шунда 1:2 000 масштаб варағи номенклатураси масалан, *К-42-104-(86-д)* кўринишда ёзилади (3.13- расм).



3.13- расм.

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

**Карта ва планлар варақларининг номенклатураси, варақ
рақамларининг ўлчамлари**

| Карта ва план масштаблари | 1: 1 000 000 ва 1:100 000 масштаблар бир варағидаги варақлар сони | Варақ ўлчами | | Варақ номенклатураси |
|--|---|-------------------|-------------------|--------------------------|
| | | Кенглик бўйича | Узоқлик бўйича | |
| 1:1 000 000 масштабдаги варақда | | | | |
| 1:1 000 000 | 1 | 4° | 6° | К – 42 |
| 1:500 000 | 4 | 2° | 3° | К – 42 – Г |
| 1:300 000 | 9 | 1°20' | 2° | VIII– К – 42 |
| 1:200 000 | 36 | 40' | 1° | К – 42 – XXVII |
| 1:100 000 | 144 | 20' | 30' | К – 42 – 104 |
| 1:100 000 масштабдаги варақда | | | | |
| 1:50 000 | 4 | 10' | 15' | К – 42 – 104 – А |
| 1:25 000 | 16 | 5' | 7'30" | К – 42 – 104 – А - г |
| 1:10 000 | 64 | 2'30" | 3'45" | К – 42 – 104 – А – г – 1 |
| 1:5 000 | 256 | 1'15" | 1'52,5" | К – 42 – 104 – (86) |
| 1:2 000 | 2304 | 25" | 37,5" | К – 42 – 104 – (86 – д) |

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

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

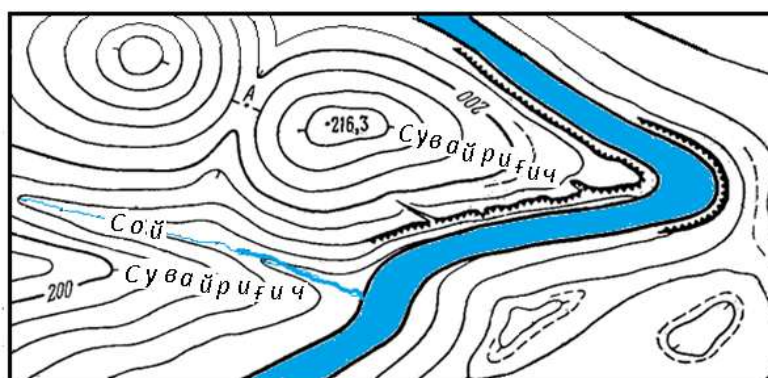
Ер юзасидаги паст-баландликлар мажмуасига жой **рельефи** деб айтилади.

Рельеф шакллари. Ер сиртининг турли нотекисликларидан рельефнинг асосий шакллари ажратиш мумкин. Буларга: *Тоғ (тепа), тизма тоғ, эгарсимон жой (бел), чуқурлик, сой*ларни киритиш мумкин (3.14-расм).

1. **Тоғ (тепа)**—ер сиртидаги ҳар томонлама кўтарилган гумбазсимон (конуссимон) жой бўлиб, унинг энг баланд нуқтаси чўққи, ён томонлари қиялик (ён бағир, нишаб), атроф билан туташган чизиғи эса тоғ этаги дейилади.

2. **Тизма тоғ** – бир йўналишда чўзилиб кўтарилган ёки пасайган жой бўлиб, икки ён томони тикроқ пасаяди. Тизма тоғнинг энг баланд нуқталаридан (жойларидан) ўтган чизиққа сув айриғич чизиқ дейилади.

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



3.14-расм.

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

5. **Сой** – бир йўналишда кўтарилган тизма тоғнинг акси бўлиб, бир нуқтадан учи томон кўтарилади ёки бир учи очик йўналиш бўйича аста пасаяди, кейин икки ёни тикроқ кўтарилади.

Сойнинг энг паст жойларидан ўтган чизик сув йиғувчи чизик дейилади, бу чизик бўйича ёгин сувлари оқади. Агар сой кенг бўлса ва узокқа чўзилса, водий дейилади.

Дарёлар водийнинг сув йиғилувчи чизиғи бўйича оқади, агар сойда сув йиғилувчи чизик нишаблиги катта ва тупроқ юмшоқ бўлса, сел оқимлари орқали ювилиб, ўпирилади, кейин бу ерда жарлик ҳосил бўлади. Тизма тоғ ёки тоғ ён бағридаги деярли текис майдончаларга терраса дейилади.

Рельефни тасвирлаш. Рельеф план, карталарда бир неча усулда тасвирланади:

- *нуқталар баландлик белгисини ёнига ёзиш;*
- *баландлигига қараб оч ва тўқ ранглар билан бўяш;*
- *турли йўзонликда ва турли қалинликда штрихлар чизиш;*
- *горизонталлар билан тасвирлаш* усуллари қўлланилади.

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 сўзини “изогипс” деб ҳам ишлатилади, унинг маъноси “баландлиги бир хил бўлган чизик” демакдир. Яъни **горизонтал** деб баландлиги бир хил бўлган нуқталарни туташтурувчи эгри чизикқа айтилади. Горизонталга яна бошқача таъриф бериш мумкин, карта, планларда денгиз сатҳидан бир хил баландликда жойлашган нуқталарни бирлаштирадиган чизикқа **горизонтал** деб айтилади.

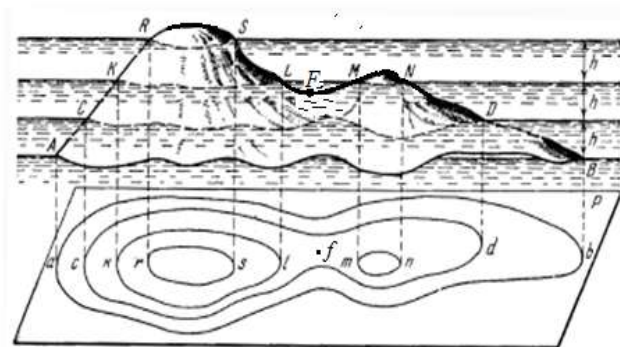
Горизонталларни яхши тасаввур қилиш учун бирон тепаликдан иборат ер бўлагини сатҳий юзага параллел горизонтал текисликлар AB , CD , KL билан бир хил баландликда кесиштиришдан ҳосил бўлган A , C , K , R, \dots , D , B нуқталарни горизонтал текисликка ортогонал проекциялаб, a , c , k , r, \dots , d , b нуқталар топилади (3.15-расм). Бир хил баландликка эга нуқталарни эгри чизиқ 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.

3.15-расмдан кўриш мумкинки, тоғликни ифодалайдиган горизонталлар ёпиқ эгри чизиқлардан иборат бўлиб, нишаблар қанчали қия бўлса, горизонталлар бир бирига яқин жойлашган бўлади. Агар тоғ тўғри конус расмга эга бўлса, унда у горизонталалар ёрдамида бир биридан тенг ораликда жойлашган, концентрик доиралар кўринишда тасвирланган бўлади.

Эгарсимон жойларни горизонталлар орқали тасвирланишини ҳам 3.15-расмда кўришимиз мумкин. Унинг характерли нуқтаси бўлиб, F нуқта ҳисобланади.

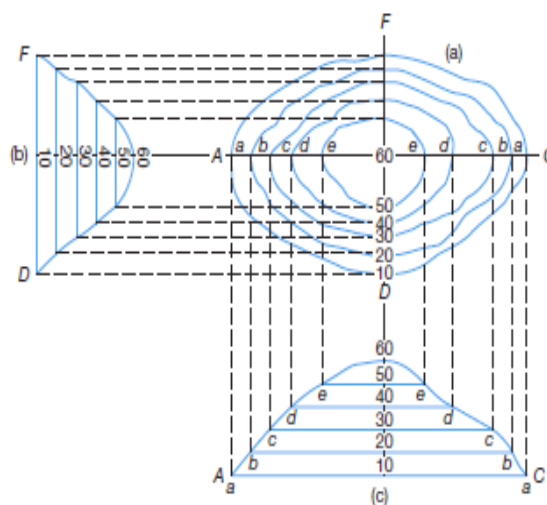
Қуйидаги 3.15-расмда жой рельефининг (тоғликнинг) горизонталлар билан тасвирланиши кўрсатилган. Бунда горизонталлар нуқталарни интерполяция қилиш усули билан тасвирланган.



3.15-расм.

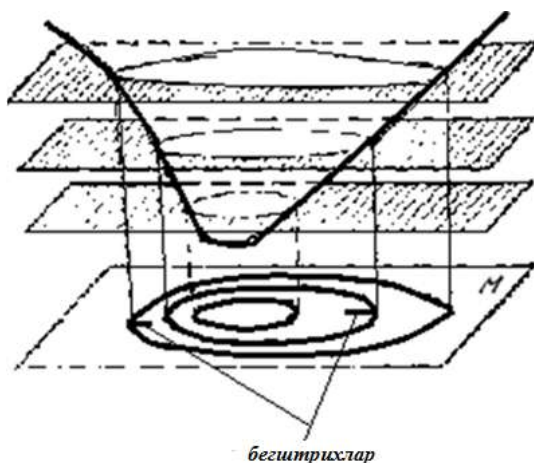
Аввал айтиб ўтилганидек компьютерлаштирилган картографиялаш ва горизонталларни автоматик тушириш системалари чизмаларни қўлда чизиш ўрнини эгаллаган бўлсада, жой нуқталарини ҳосил қилиш ва

горизонталларни интерполяция қилиш методлари бошқа усулларда ҳам асос бўлиб хизмат қилмоқда.⁷



3.16-расм.

3.17-расмда кўриш мумкинки, чуқурлик ҳам ёпиқ эгри чизиқлар орқали тасвирланади. Фақат чуқурлик тасвирини тоғдан ажратиш учун бир ёки бир неча горизонталлардан нишабнинг пасайиш томонига қараб *бергштрихлар* туширилади.

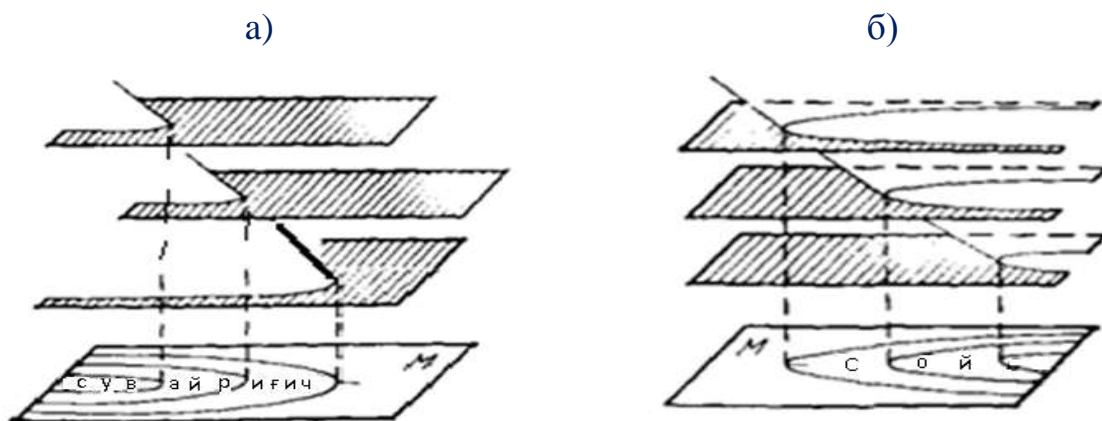


3.17-расм.

Тизма тоғни тоғ қисми, сойни эса чуқурликнинг қисми кўринишида тасвирлаш мумкин. 3.18, а –расмда тизма тоғ тоғнинг ўнг томон қисми 3.18, б-расмда эса-сой чуқурликнинг чап томон қисми кўринишида горизонталлар орқали тасвирланган. Тизма тоғни сойдан ажратиш учун бергштрихлар

⁷Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012, 472 page.

ўтказилади. Тизма тоғда бергштрихлар горизонталнинг бўртиқ томонидан, сойда эса-ботиқ томонидан ўтказилади.



3.18-расм.

Горизонталлар баландлиги горизонталларнинг узилиш жойлари, ёки уларнинг охирида, рақамларнинг пастки қисми нишаб бўйича жойлашган ҳолда ёзилади.

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

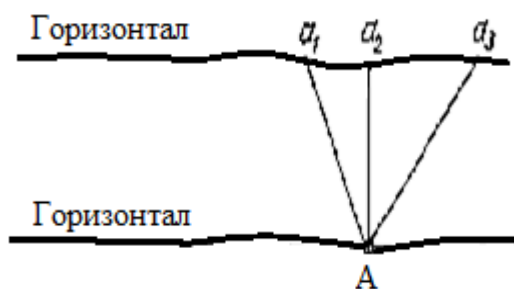
Горизонталларнинг баландлиги ҳамма вақт рельеф кесими баландлигига қаррали (жуфт) бўлади. Масалан, рельеф кесим баландлиги 2,5 м бўлганда, баландлиги 182 м горизонтал бўлмай, улар баландликлари 180, 182,5, 185 м ва ҳ.к. бўлишлари мумкин.

Кесим баландлиги тасвирланадиган жой рельефининг мураккаблигига ва тузиладиган план ва карта масштабига қараб қабул қилинади. Горизонталларнинг бир-бирига қанча яқин ёки бир-биридан қанча узоқ бўлиши 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 **қуйилиш** деб аталади.

3.19- расмдаги A нукта 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.



3.19- расм.

Энг кичик қуйилиш бўйича олинган чизик **Энг катта тиклик чизиғи** дейилади. Бу чизик **қиялик йўналиши** деб қабул қилинади.

Горизонталлар қуйидаги асосий хоссаларга эга:

1. Горизонталлар 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 четида тугайди.

4. Горизонталга перпендикуляр чизик энг катта нишабликда бўлади.

Айрим жойларнинг рельефини асосий горизонталлар билан тўла кўрсатиш мумкин бўлмаган вақтда кесим баландлигининг ярмига тенг қийматда қўшимча горизонталлар ўтказилади. Қўшимча горизонталлар узоқ (пунктир) чизиклар билан чизилади. Баъзида чорак горизонталлар ҳам ўтказилади.

3.5. Топографик план, карталарнинг рамкалари ва шартли белгилари

Трапецияли кўринишли топографик карталар варақлари учта рамкадан иборат: **ички, минутли ва ташқи** (3.20- расм).

Ички рамка трапеция расмига эга бўлиб, меридиан ва параллеллар кесмалардан ташкил топган. Ушбу чизикларнинг чиқишида ички рамканинг

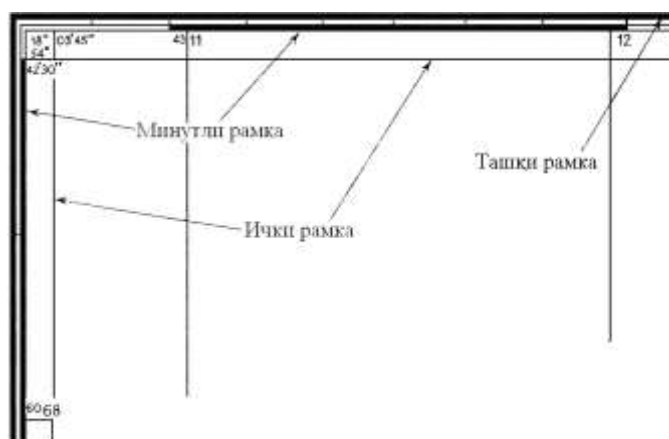
бурчакларида кенглик ва узокликка мувофиқ қийматлари кўрсатилади. Масалан, 1:10 000 карта масштабдаги шимолий - ғарбий бурчак учун кенглик $54^{\circ}42'30''$, узоклик эса $18^{\circ}03'45''$ (3.20- расм).

Картада нуқталарни географик координаталарини аниқроқ ўлчаш учун маълум оралиқлар орқали кенглик ва узокликни белгиланган **минутли рамкаси** хизмат қилади. Минутли ва ярим минутли оралиқлар қалин чизиқлар билан белгиланган, ўн секундли интерваллар эса - нуқталар орқали.

Ички ва ташқи рамкалар орасида координаталар (километр) тўри чизиқларининг ордината ва абсцисса чиқишлари ёзилган. Шунда, ордината қийматларида биринчи бўлиб, зонанинг номери кўрсатилган, ўқ меридиандан саналадиган ординатанинг ўз ўлчамлари эса 500 км га оширган. Масалан, координата тўрининг 4311 чиқишининг рақами (3.20- расм) ушбу карта варағи 43-чи зонада жойлашганини билдирилади, ушбу чизиқнинг ординаталари манфий қийматга эга; $11-500=-489$ км.

Ташқи рамка декоратив мақсадида ясалган бўлиб, унинг узилган жойларида уша масштабдаги тўрта қўшни карта варақларини номенклатуралари ёзилади.

Ташқи рамкани расмийлаштириш. Карта варағини номенклатураси ташқи рамканинг шимол томонидан ёзилади.



3.20-расм. 1:10000 масштабдаги топографик картанинг шимолий – ғарбий бурчагининг рамкаси

Рамканинг жануб томонидан сонли, ёзувли ва чизиқли масштаблар, қабул килинган рельеф кесими баландлиги ва баландлик системлари

кўрсатилади. Ташқи рамканинг жанубий-ғарбий бурчагида магнит мили оғиши ва меридианларнинг ўртача яқинлашиши ҳамда координата тўри чизиқларига нисбатан меридианларнинг ўзаро жойлашиш схемаси тўғрисида маълумотлар келтирилади. Ташқи рамканинг жанубий-шарқий бурчагида қияликларни аниқлаш учун қўйилиш графиги жойлаштирилади.

Тўғрибурчакли варақларга бўлинишли топографик планлар варақлари одатда икки рамка: ички ва ташқи рамкалар билан чегараланади. Варақларни стандартли ўлчамларида (1:5000 масштаб учун 40x40см ва 1:2000 масштаб учун 50x50см) ички рамкалари 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 ҳисобланади. Турли объектлар ва улар тавсифларини изоҳлаш учун маълумотларни карта ва планларда қўлланиладиган картографик шартли белгилар беради. Шунингдек, топографик план ва карталар тузишда уларни аниқ, тушунарли ва кўргазмали бўлиши учун жой тафсилотлари ва рельефи махсус қабул қилинган шартли белгилар ва ёзувлар ёрдамида тасвирланади.

Алоҳида объектларни шартли белгилари, биринчидан, улар тури (қудук, геодезик пунктлар, шоссе, ботқоқ ва ҳ.к.) ва айрим тавсифлари (масалан, қудукнинг дебети, йўлнинг ўтиш қисмини эни ва қопланиши ва ҳ.к.); иккинчидан, объектларни фазовий ўрни, ўлчамлари ва расмларини аниқлашга имкон беради. Шунинг учун махсус шартли белгилар ўз хусусиятига ва вазифаларига кўра тўртта гуруҳга бўлинади: **контурли(майдонли), масштабсиз, чизиқли ва тушунтириш.**

Контурли (майдонли) шартли белгилар карта ёки планнинг масштабида ифодаланадиган ва контурлар билан чегараланган, яъни уларнинг фазовий ҳолати ташқи кўринишлари (ҳайдалма ерлар, боғ, токзор,

ўтлоқ, чакалакзор, яйлов ва ҳ.к.) майдонли объектлар билан тўлдириш учун қўлланилади. Объектларнинг контурлари нуқтали пунктирлар билан, контурлар ичи эса, унинг мазмунини акс эттирадиган шартли белгилар билан кўрсатилади.

Масштабсиз шартли белгилар карта ёки план масштабида майдонини ифодаланмайдиган объект (геодезик пунктлар, қудуқлар, электр узатгич ва алоқа чизиқлари устунлари ва бошқ.) ларни тасвирлаш учун қўлланилади. Масштабсиз шартли белгиларни кўп қисми ўз чизмаси бўйича тасвирланадиган предмет ва объектларни ташқи кўринишини эслатади, лекин карта бўйича уларнинг ҳақиқий ўлчамларини аниқлаш мумкин эмас.

Чизиқли шартли белгилар узунлиги карта ёки планнинг масштабида ифодаланадиган, эни эса ўзгариб тасвирланадиган чизиқли объект (йўл тармоғлари, каналлар, ариқлар, кичик дарёлар, коллектор - зовурлар ва бошқ.) ларни тасвирлаш учун қўлланилади. Жойида ушбу объектларнинг фазовий ҳолати карта ёки пландаги шартли белгининг бўйлама ўқи тўғри келади.

Контурли(майдонли), масштабсиз, чизиқли шартли белгилар билан тасвирланган объектлар ва предметларни қўшимча равишда тавсифлаш ва улар тўғрисида қўшимча маълумотлар бериш учун, уларнинг миқдорий тавсифлари бошқа махсус изоҳлар - тушинтириш шартли белгилар билан тўлдирилади.

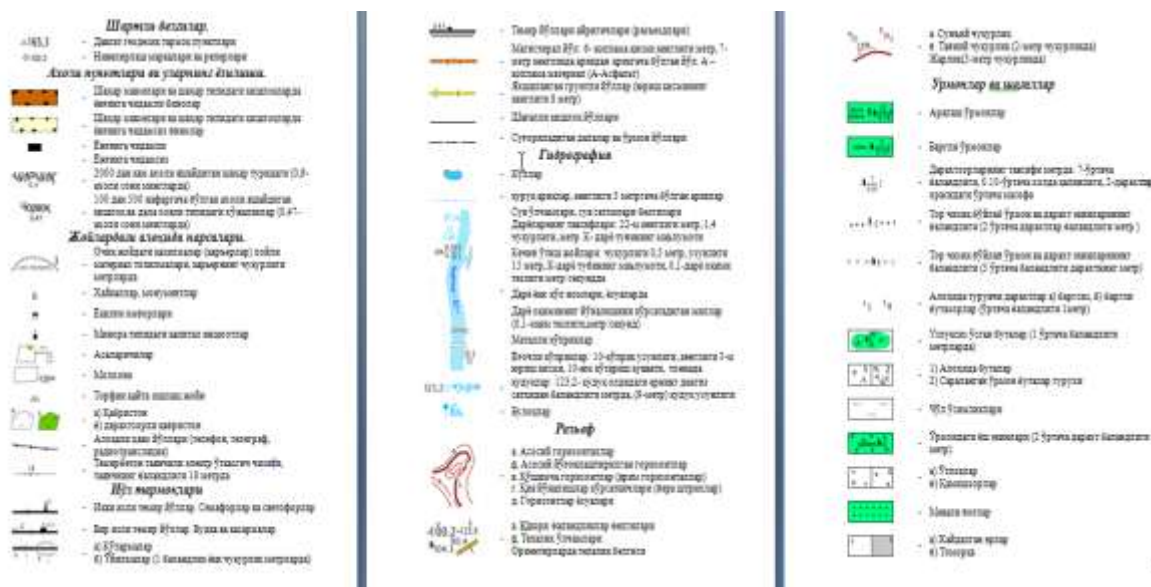
Топографик амалиётда турли масштабли топографик карта ва планларда шартли белгиларнинг стандартли расмлари, ўлчамлари ва тузиш усуллари қўлланилади. Умумий топографик шартли белгилар махсус жадваллар [13, 14] кўринишида нашр этилган бўлиб, съёмка ишларни олиб бориладиган барча муассаса ва ташкилотлар учун зарурий ҳисобланади.

Планда тафсилотларнинг табиий чегаралари, чизиқли иншоотлардан ташқари, нуқталар билан кўрсатилиб, ичи бир-биридан 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 – жигар рангда, бошқа ҳамма объектлар қора рангда кўрсатилади.

План ва карталар учун қабул қилинган шартли белгилар мисоли 3.21-расмда тасвирланган.



3.21- расм.

3.6. Топографик карталарда машқлар бажариш

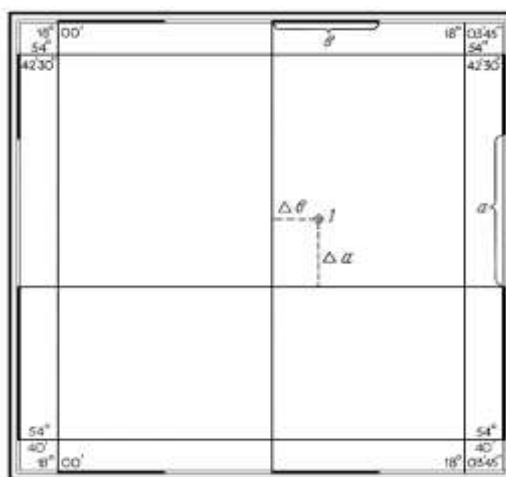
Жой тафсилоти ва рельефи тасвирланган топографик карта ва планлар бўйича турли инженерлик иншоотлари (темир йўл ва автомобиль йўллари, гидротехник иншоотлар, бинолар ва бошқалар) лойиҳаланади. Бунда горизонталлар қуйилиши, пландаги чизик нишаби, қиялик бурчаги, қиялик тиклиги, нуқталар баландлиги ва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

1. Нуқталарнинг географик координаталарини аниқлаш.

Картада берилган нуқтанинг географик координаталари қуйидаги усулларда аниқлаши мумкин. Агар картанинг тўлиқ варағи бўлса (3.22-расм), унда,

минутли рамканинг бир хил қийматли оралиқларини бирлаштириб, текширилган чизғич бўйича берилган нуқтага яқин жанубий параллел ва ғарбий меридиан чизиқлари ўтказилади, ундан кейин эса уларнинг градусли қийматлари аниқланади.

3.22 - расмда 1 нуқтага яқин жанубий параллелнинг кенглиги $\varphi_{жс} = 54^{\circ}41'$, ғарбий меридиан узолқлиги эса $\lambda_{жс} = 18^{\circ}02'$.



3.22 - расм. Картанинг яхлит варағида географик координаталарни аниқлаш

1 нуқтанинг географик координаталари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \varphi_{жс} + \Delta\varphi'', \\ \lambda_1 &= \lambda_F + \Delta\lambda'', \end{aligned} \quad (3.3)$$

бу ерда $\Delta\varphi''$ ва $\Delta\lambda''$ —географик координаталари маълум қийматлари билан 1 нуқтадан чизикгача бўлган орттирмалар.

$\Delta\varphi''$ ва $\Delta\lambda''$ қийматларини ҳисоблаш учун ўлчагич ва масштаб чизғичи билан картада Δa ва Δb кесмалар аниқланади, минутли рамка бўйича эса a ва b оралиқлар ўлчанади. 3.22 - расмда ушбу оралиқларни градусли ўлчами $1' = 60''$ га тенг. Географик координата орттирмалари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

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

Мисол: $\Delta a = 8.18$ см, $\Delta b = 5.30$ см; $a = 18.55$, $a = 10.72$ см бўлганда, (3.4) ифодалардан фойдаланиб, қуйидагиларни ҳосил қиламиз: $\Delta\varphi'' = 26,5''$ ва $\Delta\lambda'' = 29,7''$.

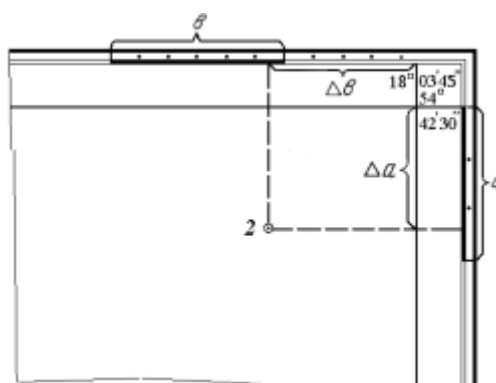
Унда, (3.3) формулага мувофиқ, 1 нуктанинг координаталари $\varphi_1 = 54^{\circ}41'26,5''$; $\lambda_1 = 18^{\circ}02'29,7''$ га тенг бўлади.

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

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

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

Агар карталарнинг фақат бир қисми берилган бўлса унда географик координаталарни аниқлаш учун берилган нуктадан чизғич ва учбурчакли чизғич ёрдамида параллел ва меридиан ўтказилади ва Δa , Δb , a , b чизиқли кесмалар ўлчанади (3.23 - расм). Кейинги ҳисоблашлар (3.3) ва (3.5) формулаларга мувофиқ бажарилади.



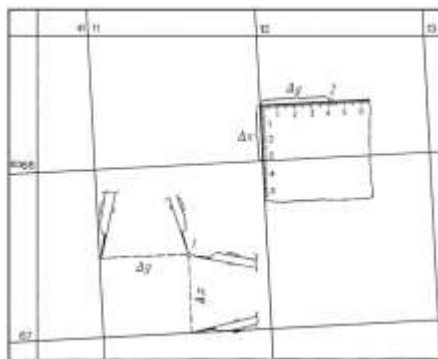
3.23 - расм. Карта варағининг фрагментида географик координаталарни аниқлаш

2. Нукталарнинг тўғрибурчакли координаталарини аниқлаш.

Нукталарнинг тўғрибурчакли координаталари координата тўри чизиқлари орқали аниқланади. Шунда, 1:10 000 ва ундан майда масштабни топографик карталар учун бу чизиқлар 1 км га мувофиқ оралиқлар орқали

ўтказилади ва қийматлари ёзилади (бундай тўрлар километрли тўрлар дейилади).

Берилган 1 нуктанинг тўғри бурчакли координатасини аниқлаш учун аввал, ушбу нукта ўрин олган квадратнинг жанубий - ғарбий бурчагининг координаталари метрда ифодаланиб аниқланади. Масалан, 3.24 - расмдаги километр тўри ёзувлари бўйича кўриш мумкинки, 1 нукта учун $X_{жан}=6067000$ м ва $Y_{ғарб}=4311000$ м. Берилган нуктадан квадратнинг жанубий ва ғарбий томонига перпендикулярлар туширилади ва уларнинг узунлиги карта ёки планнинг масштабида ўлчаниб, шунингдек Δx ва Δy координата орттирмалари ҳосил қилинади.



3.24 - расм. Ўлчагич ва координатометр ёрдамида тўғри бурчакли координаталарни аниқлаш

Тўғри бурчакли координаталар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади

$$\begin{aligned} X_1 &= X_{ж} + \Delta X, \\ Y_1 &= Y_{ғ} + \Delta Y. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Мисол. Тўғри бурчакли координаталар орттирмалари $\Delta x=467$ м, $\Delta y=542$ м, унда, 3.24 – расм ва (3.6) формулага кўра

$$\begin{aligned} X_1 &= 6067000 + 467 = 6067467 \text{ м,} \\ Y_1 &= 4311000 + 542 = 4311542 \text{ м.} \end{aligned}$$

Ҳисоблаш назорати берилган нуктадан квадратнинг шимолий ва шарқий томонигача юқорида келтирилган усулуб бўйича орттирмаларни ўлчаш орқали амалга оширилади. Координаталарнинг такрорий қийматлари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\begin{aligned} X_1 &= X_u - \Delta X, \\ Y_1 &= Y_u - \Delta Y, \end{aligned} \tag{3.7}$$

Агар фарқ $3 \cdot M \cdot 10^{-4}$ қийматидан ошмаса, унда якуний натижа учун арифметик ўртача қиймат олинади.

Ортгирмаларни ўлчаш учун тиниқ асосда ясалган икки ўзаро перпендикуляр шкалалардан иборат, махсус координатометрлардан фойдаланиш мумкин (3.24-расм). Координатометр квадратга қўйилади, шунда унинг чапдаги шкаласи квадратнинг абсцисса ўқининг ғарбий чизиги билан бирлаштирилади ва ΔX қиймати ўлчанади, юқоридаги шкала эса 2-чи нуқта билан бирлаштирилади ва шкала бўйича ортгирманинг қиймати саналади (миллиметрнинг ўнли бўлагигача). Шунда карта (план) масштабига мувофиқ бу қийматлар жойда метрда ифодаланади. Нуқталар координаталари (3.6) формула бўйича ҳисобланади. 3.24-расмга кўра, 2 нуқтанинг координатаси қуйидагига тенг

$$X_2 = 6\,068\,000 + 332 = 6\,068\,325 \text{ м,}$$

$$Y_2 = 4\,312\,000 + 428 = 4\,312\,400 \text{ м.}$$

Стационар шароитларда кўп сонли аниқланадиган нуқталарнинг координаталарини аниқлаш учун, бошқариш пультли автоматик электрон координатографаларни қўллаш мақсадга мувофиқ. Бундай асбоб турли инженерлик масалаларни ечиш учун ўлчанган координаталар қийматларини бевосита қўллаш имкониятини таъминлайди.

3. Карта ва планларда бурчакларни ўлчаш. Карта ва планларда горизонтал бурчаклар ва чизиқлар йўналишлари геодезик транспортир орқали ўлчанади (ёки тузилади). Улардан энг кўп тарқалгани радиуси 90 мм ва бурчак ўлчаш шкаласининг бўлак қиймати $0,5^0$ ли ТГ-А-180 ярим доирали транспортир ҳисобланади. Ўлчашларни бажаришда транспортирни шундай қўйиш керакки, нолинчи диаметрининг иккала нишони (0^0 ва 180^0) бир чизиқда жойлашсин, марказий нишони эса (тўғри чизиқли шкаланинг ноли) бурчакнинг учига тўғри келсин.

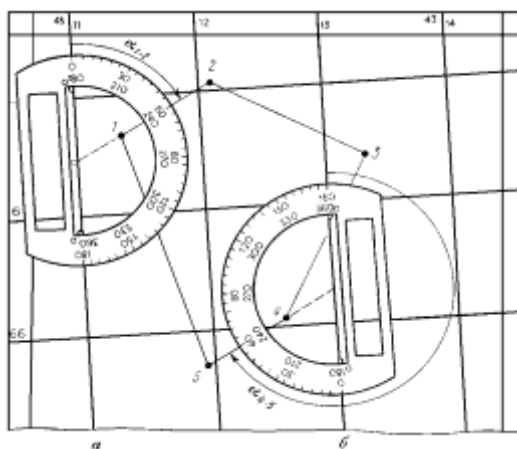
Агар ўлчанадиган бурчакнинг томони транспорт радиусидан калта бўлса, унда улар текширилган чизғич ёрдамида узунлаштирилади, томонлардан бирини эса нол диаметрининг аниқроқ бирлаштириш учун давом эттирилади. Бурчакнинг қиймати соат мили йўли бўйича саналади.

Яқин кичик штрихидан бурчак томонининг йўналишигача бўлган ёйнинг бурчакли оралиғи кўз билан чамалаб баҳоланади. Шунда, натижа 5' га каррали қийматгача яхлитланади, бу эса бундай типли транспортлар билан бурчакларни ўлчаш аниқлигига тўғри келади.

Дирекцион бурчакларни ўлчаш учун картада абсцисса ўқиға параллел қилиб туширилган координата тўри чизикларидан фойдаланилади.

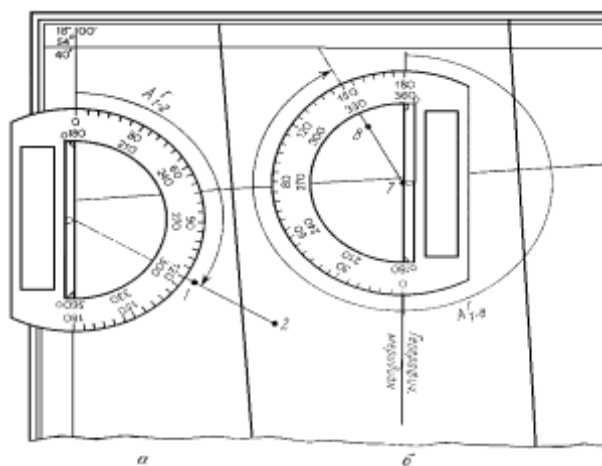
Дирекцион бурчак абсцисса ўқиға параллел чизикнинг шимолий йўналишидан соат мили йўналиши бўйича берилган чизик йўналишигача ўлчанади (3.25 - расм). Чунончи тўрнинг чизиклари карта ва планларда маълум оралиқлар орқали тузилган, унда дирекцион бурчакларни ўлчаш учун берилган йўналиш ушбу чизикларнинг бири билан кесишишгача давом эттирилади. Агарда, дирекцион бурчак 180^0 дан кичик бўлса, бошланғич нуқтадан чапга жойлашган чизикгача (3.25 - расм, а), ёки ўнга (агарда у 180^0 дан катта бўлса) ўлчанади (3.25 - расм, б).

Транспортнинг нолинчи диаметри координата тўри бўйича марказий нишонини чизикнинг кесишган нуқтаси билан бирлаштирилади, бундан кейин эса дирекцион бурчак ўлчанади.



3.25 - расм. Топографик картада полигон томонлари дирекцион бурчакларини ўлчаш

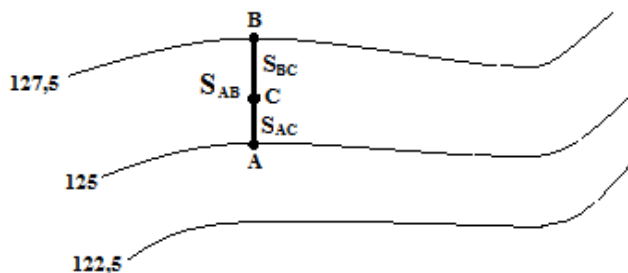
Ҳақиқий азимут берилган чизиқнинг бошланғич нуқтасидан ўтадиган ҳақиқий меридианнинг шимолий йўналишидан соат мили йўналиши бўйича ўлчанади. Ушбу меридианнинг йўналиши амалда, варақнинг ички рамкаси бўйича ғарбдан шарққа қараб картанинг чегараловчи чизиқларга параллел бўлади. Шунинг учун ҳақиқий азимутларни ўлчаш учун берилган чизиқни йўналиши карта рамкасининг ғарбий ёки шарқий томони билан кесишишигача давом эттирилади (3.26-расм, а) ёки картада туширилган ҳақиқий меридианлардан бири берилган чизиқнинг бошланғич нуқтасига параллел қилиб кўчирилади (3.26-расм, б). Азимут қиймати транспортир орқали дирекцион бурчакларни ўлчаш сингари аниқланади.



3.26 - расм. Топографик картада чизиқларнинг ҳақиқий азимутларини ўлчаш

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

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



3.27 - расм.

Горизонталлар орасида жойлашган нуқталар баландлигини аниқлаш.

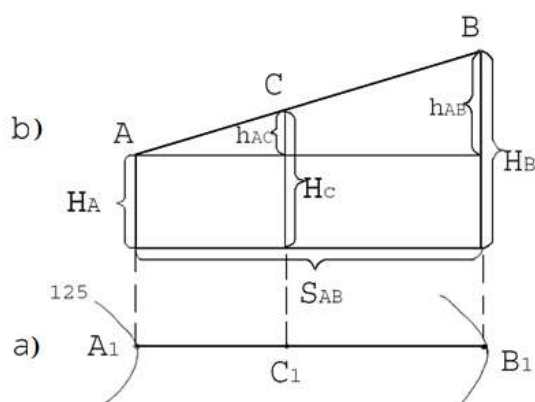
Айтайлик, пландаги C_1 нуқта жойдаги C нуқтани проекцияси ҳисобланади ва у баландликлари маълум H_A ва H_B горизонталлар орасида жойлашган бўлсин (3.28 - расм, а).

3.28 - расм, б да AB чизикнинг вертикал кесими кўрсатилган ва ундан кўриш мумкинки,

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

бу ерда

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



3.28 - расм.

S_{AB} ва S_{AC} горизонтал қўйилишлари планда ўлчанади, A нуқтадан B нуқтага қараб нисбий баландлик эса $h_{AB} = H_B - H_A$ формула бўйича ҳисобланади ёки олдиндан, қиялик йўналишини аниқлаб, рельеф кесими баландлиги h_0 нинг маълум қийматидан фойдаланилади.

C нуқта баландлигини қуйидагича топиш ҳам мумкин:

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

Мисол: $H_A = 78,0$ м; $S_{AC} = 56,7$ м; $h = 2,5$ м; $H_B = 79,0$ м;

$S_{BC} = 113,3$ м; $S_{AB} = 170$ м; бўлса, унда (3.8), (3.9) ва (3.10) кўра

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

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

5. Картада жойдаги чизик нишабликлари ва қияликлар тиклигини аниқлаш. Жойнинг пасайиш ва кўтарилиш даражаси чизикнинг қиялик бурчаги ν ёки i нишаблиги билан тавсифланади.

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

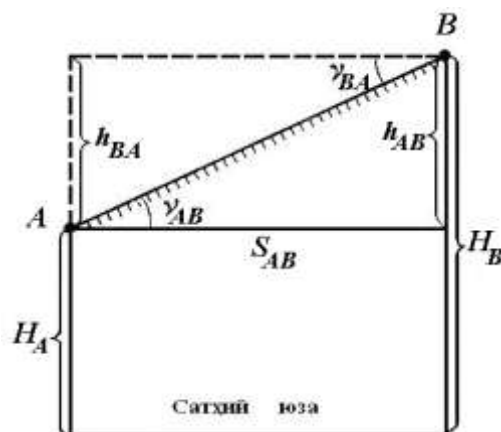
Нишаблик i деб берилган нуқтада жойдаги чизикни қиялик бурчагининг тангенсига айтилади. Нишабликлар i бирнинг мингли бўлагида ёки фоизда ифодаланиб, улар қийматлари учинчи ўнлик белгигача яхлитланади.

3.29 - расмда AB чизик бўйича жой бўлагининг вертикал кесими кўрсатилган. Унда, тўғрибурчакли учбурчакнинг катети A нуқтасидан B нуқтанинг йўналиши бўйича h_{AB} нисбий баландлик ҳисобланади, S_{AB} катети эса – AB чизикнинг горизонтал қўйилиши бўлади. Бундан кўриш мумкинки,

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

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

Амалда нишабликни аниқлаш учун чизиклар горизонтал қўйилиши картада ўлчаниб, улар жойида метрда ифодаланади, нуқталар орасидаги нисбий баландликлар эса улар баландликлари бўйича ҳисобланади.



3.29 - расм.

Мисол. Нишаблик аниқлансин, агарда картада тасвирланган A ва B нуқталари $H_A=72,5$, $H_B=75,0$ м баландликларга эга, $S_{AB} = 90$ м. Чунончи A нуқтадан B нуқтага нисбий баландлик $h_{AB}=H_B-H_A$ формула бўйича ҳисобланади, унда, шу нуқтанинг нишаблиги (3.11) ифодага биноан

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

Ушбу чизиқнинг йўналиши бўйича қиялик тиклигини тавсифловчи қиялик бурчакни қуйидаги формула орқали ҳисоблаш мумкин:

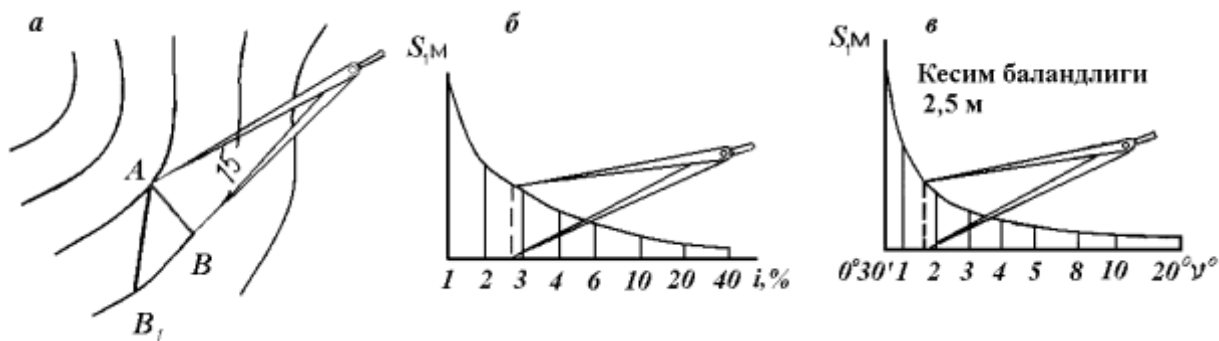
$$v_{AB} = \arctg i_{AB} \text{ ёки } v_{AB} \approx 57,3^0 \cdot \frac{h_{AB}}{S_{AB}}. \quad (3.12)$$

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

3.29 - расмда пунктир билан B нуқтадан A нуқтага h_{BA} баландлик манфий ҳолатида кўрстилган. $h_{BA}=H_A - H_B$ бўлганда $i_{BA}=(72,5-75,0):90 \approx -0,028$. Унга BA йўналиши бўйича қиялик тиклигини тавсифлайдиган $v_{BA} \approx -1,6^0$ қиялик бурчаги тўғри келади.

Агар икки қўшни горизонталларни бирлаштирадиган чизиқнинг нишаблигини аниқлаш талаб қилинса, унда нисбий баландликни ҳисоблаш ҳожати йўқ, чунки у маълум рельеф кесими баландлиги h_0 га тенг, аммо унинг нишаблик йўналишининг тавсифловчи ишорасини (плюс ёки минус) ўрнатиш зарур. Бу ҳолатда нишаблик қийматининг модулини қўйилиш масштаблари графиги бўйича аниқлаш қулай.

Қўйилиш графикалари. Қўйилиш деб ҳар қандай берилган йўналиши бўйича қўшни горизонталлар орасида план, картадаги масофага айтилади (масалан, 30-расм,а да AB_1 йўналишидаги масофа). Лекин кўпинча нишабликни жойдаги чизиқнинг энг катта қиялигининг йўналиши бўйича тасвифлаш талаб қилинади. Бунинг учун картада қўйилиш тиклиги – энг яқин қўшни горизонталлар орасидаги йўналиш бўйича, ушбу горизонталларга перпендикуляр масофа ўлчанади (масалан, 3.30–а, расмда AB йўналиши). Нишабликларни аниқлаш учун қўйилиш графика тузилади (3.30–б, расм). Нишаблик графигини тузиш учун (3.11) формуласидан



3.30 - расм. Нишабликлар ва қиялик бурчакларни қўйилиш графиклари бўйича аниқлаш

фойдаланиб, нишаблик i га ҳар хил қийматлар: 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 ва хоказоларни бериш орқали горизонтал қўйилиш қиймати

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

формуласидан фойдаланиб топилади.

Горизонтал ўқ AB бўйича i қийматлари ихтиёрий масштабда қўйилиб, топилган нуқталардан ўққа перпендикуляр йўналишда план масштабида ҳисобланган S қийматлари қўйилади. Бу топилган нуқталар эгри чизик билан бирлаштирилиб, нишаблик графиги чизилади (3.30 – б, расм).

Нишабликни аниқлаш учун картанинг берилган бўлагида ўлчагич оралиғига **қўйилиш** (3.30 - расм, a га қаранг) ўрнатилади, кейин эса, уни графикка ўтказилиб нишаблик қиймати шкалага мувофиқ саналади. 3.30 – б, расмга кўра нишаблик $i_{AB} = +2,8\%$.

Айнан шундай қилиб 3.30-в, расмда тасвирланган қиялик масштаби графиги бўйича қиялик тиклиги аниқланади. Ушбу графикнинг қўйилишлари қиялик бурчаклар v нинг берилган шкаласи учун қўйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$S = \frac{h_0}{tg v} = h_0 \cdot ctg v \quad (3.14)$$

3.30 – в, расмга кўра қиялик $v_{AB} \approx +1,6^\circ$.

6. Берилган йўналиш (маршрут) бўйича рельефни тарифлаш.

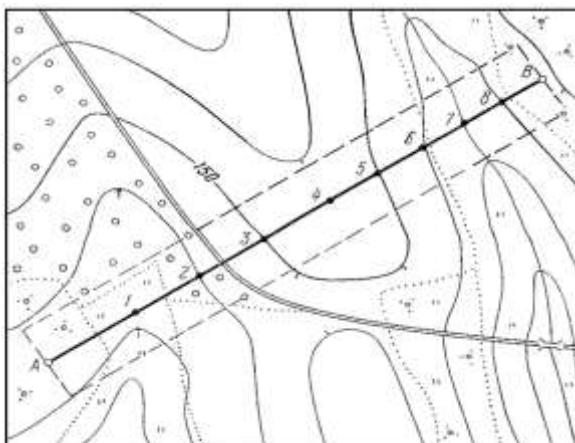
Бу масала маршрутларнинг алоҳида участкаларида рельефнинг эгилиш характерли нукталарининг планли ҳолати, уларнинг баландлиги ва қиялик тиклигини аниқлашга қаратилган.

Айтайлик, рельеф кесими баландлиги $h_0 = 2,5\text{ м}$ картада A нуктадан B нуктагача тўғри чизиқли йўналиш (маршрут) берилган (3.31-расм). Жой рельефининг характерли эгилишлари 1, 4 ва 7-нукталарда жойлашган. A , B ва эгилишларнинг характерли нукталарининг баландликлари интерполяция усулида карта бўйича аниқланади. Қиялик тиклигини ҳисоблаш учун карта масштабида ушбу нукталар орасидаги чизиқ кесмалари ўлчанади. Маршрутнинг алоҳида участкаларида қиялик бурчаклари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\gamma_{i-k} = 57,3^0 (H_k - H_i) : S_{i-k}, \quad (3.14)$$

бу ерда i, k - баландликлари маълум нукталар.

Масалан, $H_1 = 145,1; H_4 = 151,3\text{ м}; S_{1-4} = 349\text{ м}$ бўлганда, (3.14) га кўра $\gamma_{1-4} = 57,3^0 \times (151,3 - 145,1) : 349 \approx +1,0^0$.



3.31 - расм. Берилган маршрут бўйича рельефни тарифлаш

Ўлчашлар натижалари ва рельефнинг бошқа тавсифларининг изоҳи 3.31-расмда кўрсатилган маршрут бўйича 3.2-жадвалда келтирилган.

| Нукталар белгилари | Нукталар жойлашиши | Баландлик лари, м | Масофа, м | Нишабликлар йўналиши | Қиялик тиклиги |
|--------------------|------------------------|-------------------|-----------|----------------------|----------------|
| A | Қияликда | 146,1 | | | |
| | | | 162 | | |
| 1 | Сув йиғилувчи чизиғида | 145,1 | | Пасайиш | -0,4° |
| | | | 349 | | |
| 4 | Сув айриғич чизиғида | 151,3 | | Кўтарилиш | +1,0° |
| | | | 247 | | |
| 7 | Сув йиғилувчи чизиғида | 145,9 | | Пасайиш | -1,3° |
| | | | 150 | | |
| B | Қияликда | 149,5 | | Кўтарилиш | +1,4° |

7. Картада берилган йўналишининг бўйлама профилини тузиш.

Айтайлик, масштаби 1:10000 картада *A* ва *B* нукталар берилган (3.31-расмга қаранг). *AB* чизиқнинг бўйлама профилини тузиш талаб қилинади ва у қуйидаги тартиб бўйича бажарилади:

- картада *AB* чизиқ чизилади, ушбу чизиқдан икки томонга 1см дан оралик ажратилади ва бўлак тўғри бурчакли расмда чегараланади (3.31-расмда пунктирлар билан кўрсатилган);

- миллиметрли қоғоз варағининг пастида профилнинг қаторлари берилган *AB* чизиқнинг узунаси бўйича тузилади (қаторларларнинг эни 3.32-расмда кўрсатилган; ҳар бир қаторнинг чап томонларида улар мазмунларининг номлари ёзилади;

- ўлчагич ёрдамида тафсилотларнинг контурлари картадан «жой плани» қаторига кўчирилади ва туширилган объектлар шартли белгиларга мувофиқ чизилади;

- картада профиль чизиғининг горизонталлар билан кесишган нукталари ва эгиш жойларнинг характерли нукталари тартиб бўйича номерлаб белгиланади;

- ўлчагич билан белгиланган нукталар орасидаги масофалар «масофа» қаторига кўчирилади; бир вақтда масштаб чизғичи бўйича ушбу

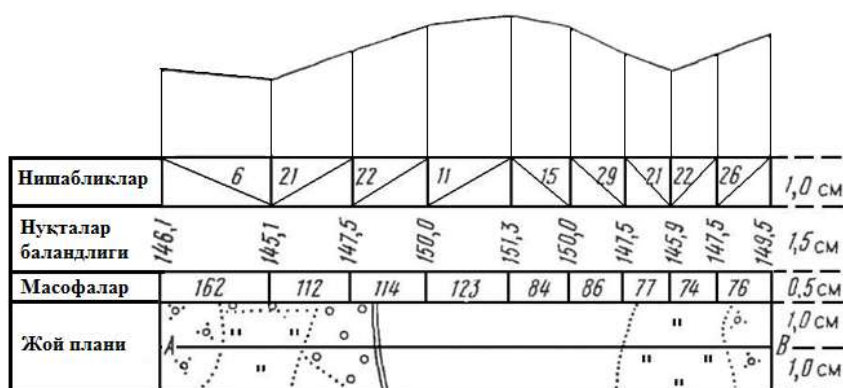
масофаларнинг қийматлари аниқланади ва қаторнинг мувофиқ оралиқларига ёзилади;

- горизонталлар ёзувлари бўйича уларнинг профиль чизиғи билан кесишган нуқталарнинг баландликлари аниқланади; эгиш жойларнинг характерли нуқталари баландликлари интерполяциялаш усулида 0,1м гача яхлитлаб ҳисобланади; ҳосил қилинган қийматлар «Нуқталар баландлиги» қаторидаги мувофиқ нуқталарининг қаршисига бўлиниш чизиқларга перпендикуляр қилиб ёзилади;

- бошланғич сатҳий сирт деб қабул қилинган, қаторларнинг юқори чизиғи учун баландликларни шартли қиймати шундай танланадики, чизма ихчам бўлсин;

- перпендикулярларнинг юқори чизиқларида, шартли сатҳий сиртнинг баландлик қийматига кичрайтирилган баландликлар қийматлари белгиланади; кесма учлари тўғри чизиқлар билан бирлаштирилади ва *AB* бўлак учун жой профили ҳосил қилинади;

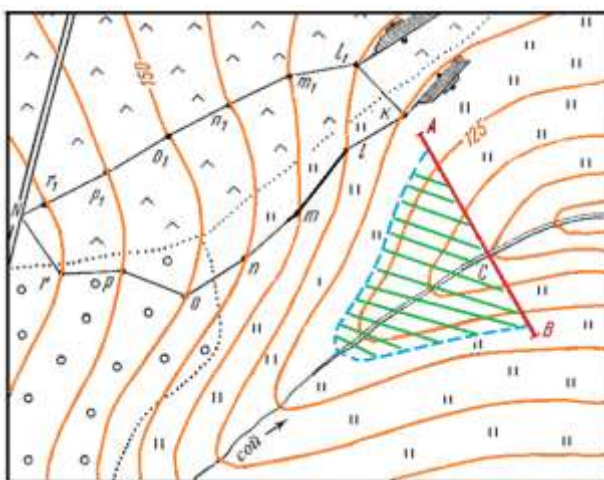
- (3.11) формула бўйича нуқталар орасидаги нишабликлар ҳисобланади ва улар қийматлари бирнинг мингли бўлагининг бутунида ёзилади (масалан, 0,006 ўрнига 6); нишабликлар йўналиши шартли чизиқлар билан кўрсатилади, шунда қаторининг оралиқларига мувофиқ юқори бўлагидан қуйига (манфий нишабликда) ёки қуйидан-юқорига (мусбат нишабликларда) ўтказилади;



3.32-расм. *AB* чизиқнинг профили

8. Сув ҳавзаларни лойиҳалаш. Айтайлик, сунъий сув ҳавзалари (сув омборлари)ни барпо этиш учун дарёни тўғон орқали шу ҳисобдан олдини тўсиш керакки, С тирсак нуқтасида (3.33-расм) сув сатҳи 12 м га кўтарилсин, тўғон чеккасининг баландлиги сув ҳавзасининг лойиҳавий чизик баландлигидан 1 м кўп бўлсин.

Лойиҳалаш моҳияти бўлажак тўғоннинг контури ўрнини аниқланадиган А ва В нуқталарининг картага тушириш ва сув босиш зонасини чегаралантиришдан иборат.



3.33 - расм. Сувоомборни лойиҳалаш. Берилган нишаблик бўйича картада чизик ўтказиш

Ушбу масалани ечишида аввал сув сатҳининг лойиҳавий баландлиги H_0 ва тўғоннинг чўққиси $H_{m\grave{y}r}$ ҳисобланади. Берилган шартларга кўра, $H_0 = H_c + 12m = 115 + 12 = 127m$; $H_{m\grave{y}z} = H_0 + 1m = 128m$.

Тўғон чеккаси одатда горизонтал бўйича лойиҳаланади, унда

$$H_A = H_B = H_{m\grave{y}z} = 128m.$$

Кейин картада тўғоннинг ўқи ўтказилади (С нуқтада дарё узанининг йўналишига перпендикуляр қилиб) ва унда А ва В нуқталарнинг ўрни уларнинг маълум баландликлари бўйича интерполяциялаш усули орқали белгиланади 3.33 - расм.

Бунинг учун баландлиги 125 м горизонталдан баландлиги 130 м горизонталгача кўйилишнинг 3/5 қиймати ўлчанади. Кейин картада

тўғоннинг контуридан сувнинг лойиҳавий сатҳи $H_0 = 127\text{м}$ билан қўшимча горизонтал ўтказиш йўли орқали сув босим зонаси чегараланади. Бу интерполяциялаш асосида бажарилади шунда, 125 горизонталнинг бурилиши характерли нуқталаридан 130-чи горизонталгача қўйилишнинг $2/5$ қиймати ажратилади. Ҳосил қилинган горизонтал (3.33-расмда пунктир билан кўрсатилган) лойиҳаланадиган сувомборининг соҳилдаги ҳолати, яъни сув босиш зонасини аниқлайди.

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

Трассанинг планли ўрни ушбу иншоотнинг техник хусусиятларига жавоб берадиган, олдиндан берилган шартларга асосланиб аниқланади. Масалан, трассанинг ҳар қандай бўлагида нишабликнинг йўл қўярли қиймати ўрнатилади. Берилган техник шароитларга қараб чизикли иншоотнинг лойиҳалаш жараёнига трассалаш дейилади.

Айтайлик, масштаби 1:10000, рельеф кесим баландлиги $h_0 = 5\text{м}$ планда, тўғон чўққисидаги A нуқтасидан автомобиль йўлда жойлашган N нуқтагача бошқа бир автомобиль йўл трассасининг лойиҳалаш керак бўлсин (3.33-расм). Бунда, лойиҳалашни шундай шарт билан амалга ошириш керакки, автомобиль йўлнинг ҳар қандай участкасида чекли нишаблик қиймати $i_{чек} - 4,0\%$ дан ошмасин. Бунинг учун (3.10) формула бўйича чекли нишаблик қийматига мувофиқ, S_0 қўйилиш аниқланади. Берилган ҳолатда, $S_0 = (h_0 \cdot 100\%) : i_{чек} \% = (5 \times 100) : 4 = 125\text{м}$. План масштабида $S_0 = 1,25\text{см}^*$. Бу масофа ўлчагич оралиғига олиб, A нуқтага яқин горизонталдан N нуқтага қараб кесишишигача kl ёй ажралиб қўйилади қўйилади. 3.33-расмдан кўриш мумкинки, кесишиш икки вариантда (l ва l_1 нуқталарда) ҳосил бўлади.

*Берилган нишаблик учун масштаб планида ифодланган S_0 қийматини қўйилиш графиги бўйича ўрнатиши мумкин.

Аввал, биринчи вариантни танлаб, l нуктадан ўлчагичнинг олдинги оралиғи билан айнан m, n, o, p, r нукталар ҳосил қилинади.

Берилган қўйилиши оралиғи унинг лойиҳавий қиймати S_0 дан катта бўлган участкаларда, трассалаш N нуктага қараб тўғри чизиқлар бўйича олиб борилади. Ҳосил қилинган трасса планда тўғри чизиқли кесмалар кўринишида ўтказилади. Бундан кейин l_1 нуктадан айнан шу тарзда иккинчи вариант (3.33-расмда m_1, \dots, r_1 билан белгиланган) трассаланади. Вариантлар таққосланиб, улардан энг самаралиси танлаб олинади. Келтирилган мисолдан кўриш мумкинки, иккинчи вариант биринчисидан афзалроқ, чунки биринчи вариантда трасса узунроқ ва эгрироқ бўлиб, тўғон чўққиси A нуктага киришида транспорт ҳаракати учун ноқулай йўналишига эга, бундан ташқари трасса ўрмон участкасидан ўтади, бу эса ўз навбатида йўл қуриш жараёнида дарахтларни кесишини тақозо этади.

Назорат саволлар:

- 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 ?*
- 4. Горизонталларнинг қандай асосий хоссаларини биласиз ?*
- 5. Топографик карталар учун қабул қилинган шартли белгилар қандай ?*
- 6. Рақамли ва электрон карталар нима ?*
- 7. Топографик план ва карталар номенклатураси нима ?*
- 8. Мамлакатимизда топографик карта ва планларни тузиши учун қандай масштаблар қабул қилинган ?*

ЎЛЧАШ ХАТОЛАРИ НАЗАРИЯСИ ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

4.1. Ўлчаш турлари ва хатоликлари

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

Ўлчаш ва унинг турлари. Бир миқдорни ўлчов қуроли бирлигига таққослаб, унинг қийматини аниқлашга **ўлчаш** дейилади; шу катталиқни кўрсатувчи сон **ўлчаш натижаси** дейилади. Геодезик ўлчаш қандай бажарилишига қараб **бевосита** (воситасиз) ва **билвосита** (воситали) ўлчашга бўлинади. Ўлчанадиган миқдорни ўлчаш асбоби билан жойида бевосита таққослашга, 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 ўзгариш-ўзгармаслигига қараб **тенг аниқли** ва **тенг аниқсиз ўлчашлар** бўлади. Агар ўлчаш бир хил шароитда, бир асбоб билан бир хил усул ва бир 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 катталиқ n маротиба ўлчанган бўлса, унда ўлчашлардан биттаси зарурий бўлиб, қолганлари эса $n-1$ – ортиқча. Ортиқча ўлчашлар олинадиган ўлчаш натижаларининг тўғрилигини назорат қилиш учун қўлланади. Бундан ташқари, улар аниқланаётган миқдорнинг яна ҳам

ишончли қийматини топишга имкон беради. Ортиқча ўлчашларни етарли миқдорда бажарилиши бажарилган ўлчашларнинг аниқлиги тўғрисида хулоса чиқаришига 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, такрорланишига қараб уч турга бўлинади:

1. Қўпол хато.
2. Систематик хато.
3. Тасодифий хато.

Қўпол хато деб хатолар қаторида абсолют қиймати бўйича қатордаги бошқа хатолардан бир неча марта катта фарққилган 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 камчилигига, ташқи муҳитга ва ўлчовининг малакасига боғлиқ бўлади. Масалан, масофа ўлчанаётганда лентанинг узунлиги унинг ҳақиқий қийматидан фарққилса, ҳаво ҳароратининг ўзгариши ҳам лента узунлигига таъсир қилиб систематик

хатони келтириб чиқаради. Систематик хатони асбоб хатосини ва ташқи 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, ўлчаш хатолари назариясининг асосий вазифаларидан бири тасодифий хатоларнинг келиб чиқиш қонуниятларини ўрганиб, унинг таъсирини камайтириш йўллариини ўрганишдан иборатдир.

Тасодифий хатоларнинг хоссалари:

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

2. Ўлчаш хатолари қаторида, мутлаққиймати бўйича мусбат ва манфий хатолар баравар учрайди.

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

4. Тасодифий хатоларнинг ўлчаш қаторидаги 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 мартаба ўлчаб l_1, l_2, \dots, l_n натижалар олинган бўлса ва ҳақиқий қиймати X бўлса, (5.1) формулага биноан ёзиш мумкин:

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

Тенгламани ўнг ва чап томонларини қўшиб, қуйидаги олинади:

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

Гаусс суммасини қўлласак,

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

бундан

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

Агарда ўлчашлар сони n ошиб борса, қиймати нолга интилади, яъни:

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

Худди шунга ўхшаш (4.3) формуладан:

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

Амалда бир миқдорни ўлчаш сони n чекланган бўлади, шунинг учун (4.4) формуладаги X ўрнига ҳақиқатини қабул қилиб ёзиш мумкин.

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

бу ерда x – ўрта арифметик 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 аниқлигини баҳолаш мумкин. Бунинг учун Гаусс томонидан киритган ўрта квадратик хатосини 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 буйича топилади:

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

бу ерда v – эҳтимолий хато ва у қуйидагига тенг: $v_i = l_i - x$; n – ўлчашлар сони; $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Ўрта квадратик хато ўлчаш натижаларини баҳолаш учун ишончли мезон бўлиб ҳисобланади.

Эҳтимоллик назариясида аниқланишича, берилган қатордаги тасодифий хатолар мутлаққиймати ўрта квадратик хатонинг учланган қийматидан ошмайди. Шунинг учун ўрта квадратик хатонинг учланганига **чекли хато** дейилади ва у қуйидагича ёзилади:

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

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

Ўртача хато. Ўлчаш натижалари аниқлигини баҳолаш учун баъзан ўртача хато θ билан ҳам ифодаланади. Ўртача хато тасодифий хатолар мутлоқ 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 ўлчаш ўрта квадратик хатоси; n –ўлчашлар сони.

1 мисол: АВ чизиқ узунлиги 6 марта пулат лента ёрдамида ўлчанган ва улар натижалари 4.1–жадвалга келтирилган. АВ чизиқ узунлигининг ҳақиқий қиймати деб юқори аниқликдаги дальномер билан ўлчанган 137,15м қийматни қабул қилган ҳолда ўлчаш аниқлиги баҳолансин.

4.1 - жадвал

| Т/Р | Ўлчаш натижалари (m) | Эҳтимолий хато v (sm) | v^2 | Ҳисоблаш формуласи ва натижалари |
|-----|----------------------|-------------------------|-------------|---|
| 1. | 105,46 | +7 | 49 | $x = 105,30 + \frac{0,16 + 0,06 + 0 + 0,11 + 0,08 + 0,13}{6} = 105,39$ $v_1 = 105,46 - 105,39 = +0,07 \text{ m}$ $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{6-1}} = 6 \text{ sm}$ $M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{6}{\sqrt{6}} = 3 \text{ sm}; \quad x = 105,39 \pm 0,03 \text{ m}$ |
| 2. | 105,36 | -3 | 9 | |
| 3. | 105,30 | -9 | 81 | |
| 4. | 105,41 | +2 | 4 | |
| 5. | 105,38 | -1 | 1 | |
| 6. | 105,43 | +4 | 16 | |
| | $x=105,39$ | $[v]=0$ | $[v^2]=160$ | |

2 мисол: Жойдаги чизиқ узунлиги пўлат лента билан 6 маротаба ўлчанган. ўлчаш натижалари қуйидаги 4.2- жадвалда берилган. Ўлчанган чизиқнинг ўрта арифметик миқдори, айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси ва ўрта арифметик миқдорнинг ўрта квадратик хатоси ҳисоблансин.

4.2 - жадвал

| Т/р | Ўлчаш натижалар и $l, \text{ м}$ | $v_i = l_i - x, \text{ см}$ | v^2 | Ҳисоблашлар |
|-----|----------------------------------|-----------------------------|-------|--|
| 1 | 105,46 | +7 | 1 | $x = \frac{[l]}{n} = 105,39 \text{ м}$ $m = \sqrt{\frac{v^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{6-1}} = 5,9 \text{ см} \approx 0,06 \text{ м}$ $M = 0,060 / \sqrt{6} = 0,028 \approx 0,03 \text{ м}$ $\Delta_{\text{чек}} = 2m = 0,12 \text{ м}$ $x = 105,39 \pm 0,03 \text{ м}$ |
| 2 | 105,36 | -3 | 25 | |
| 3 | 105,30 | -9 | 64 | |
| 4 | 105,41 | +2 | 49 | |
| 5 | 105,38 | -1 | 49 | |
| 6 | 105,43 | +4 | 25 | |
| | 105,39 | | 213 | |

4.4. Ўлчаш натижаларининг вазни. Вазнли 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:

$$p = \frac{k}{m^2}, \quad (4.12)$$

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

Бирон миқдорни p_1 марта ўлчаб $-l_1$, p_2 марта ўлчаб $-l_2, \dots, p_n$ марта ўлчаб $-l_n$ ртача қийматлари олинди. $p_1l_1, p_2l_2, \dots, p_nl_n$ кўпайтмалари берилган қатордаги айрим ўлчашлар йиғиндиси бўлганидан ҳамма ўлчашлар йиғиндиси

$$l_1p_1 + l_2p_2 + l_3p_3 + \dots + l_np_n,$$

ўлчаш сони эса $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ бўлади.

Энди ўрта арифметик қоидага биноан ўлчаш қаторларидан ўрта арифметик учун ёзамиз:

$$L_0 = \frac{l_1p_1 + l_2p_2 + l_3p_3 + \dots + l_np_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}$$

ёки

$$L_0 = \frac{[l_p]}{[p]}. \quad (4.13)$$

Бунга вазнли ўрта ёки умумий ўрта арифметик миқдор 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 марта ўлчаб 218,416 метр, 5 марта ўлчаб 218,432 метр ва 7 марта ўлчаб 218,456 метр натижа олинган бўлсин, (4.13) формулага асосан шу масофани умумий арифметик миқдори ҳисоблансин.

Вазн ўрнига ўлчашлар сонини олиб, вазнли ўртани топамиз:

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

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

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

умумий ўрта арифметикнинг ўрта квадратик хатоси эса қуйидагига тенг:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \quad (4.14)$$

Назорат саволлар:

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

БУРЧАКЛАРНИ ЎЛЧАШ

5.1. Горизонтал бурчакларни ўлчаш моҳияти ва принципи

Жойда бурчак ўлчаш дейилганда, горизонтал бурчаклар ва қиялик бурчаклари (вертикал бурчаклар) кўзда тутилади.

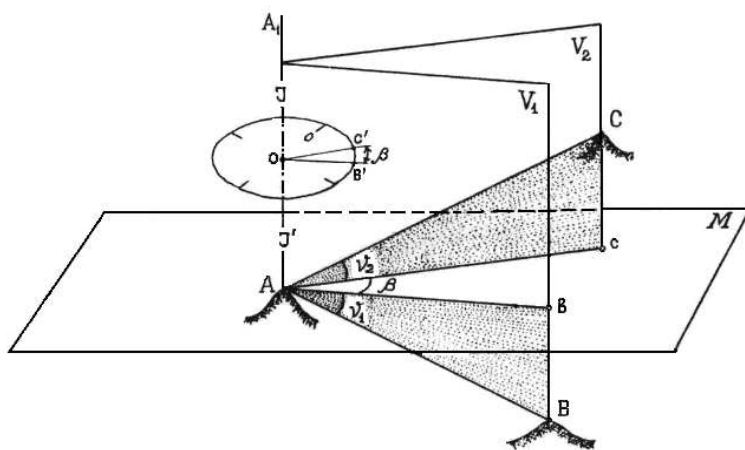
Жойда ҳар хил баландликда жойлашган B , A ва C нуқталарни ўзаро туташтирувчи AB ва AC чизиқлар A нуқтада кесишиб, BAC бурчакни ҳосил қилса (5.1-расм), унга **горизонтал бурчак** дейилади.

Горизонтал бурчак ўлчаш принципи шундан иборатки, бунда бурчакнинг A учидан фараз қилиниб M горизонтал текислик ўтказилади (5.1-расм). Кейин жойдаги AB ва AC чизиқлар AA_1 шоқул чизиғидан 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 прокциялари (горизонтал қўйилиши) 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 кирраси AA_1 даги O нуқтада жойлашган градус бўлакларига бўлинган горизонтал доира ёрдамида аниқлаш мумкин. Бу доирадаги ov' ва oc'' чизиқлар доира сиртини V_1 ва V_2 вертикал текисликлар билан кесишишидан ҳосил бўлади, яъни ov' ва oc' чизиқлар тегишли бу текисликларда ётади ва шу туфайли $v'oc'$ бурчаги $vAc = \beta$ бурчакка тенг бўлади.

Бунинг учун горизонтал доира M горизонтал текисликка параллел ҳолда ўрнатилиши керак. Бу иш горизонтал доирада ўрнатилган цилиндрикадилак ёрдамида амалга оширилади.

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

бўлакларга бўлиниб, бу бўлаклар 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.

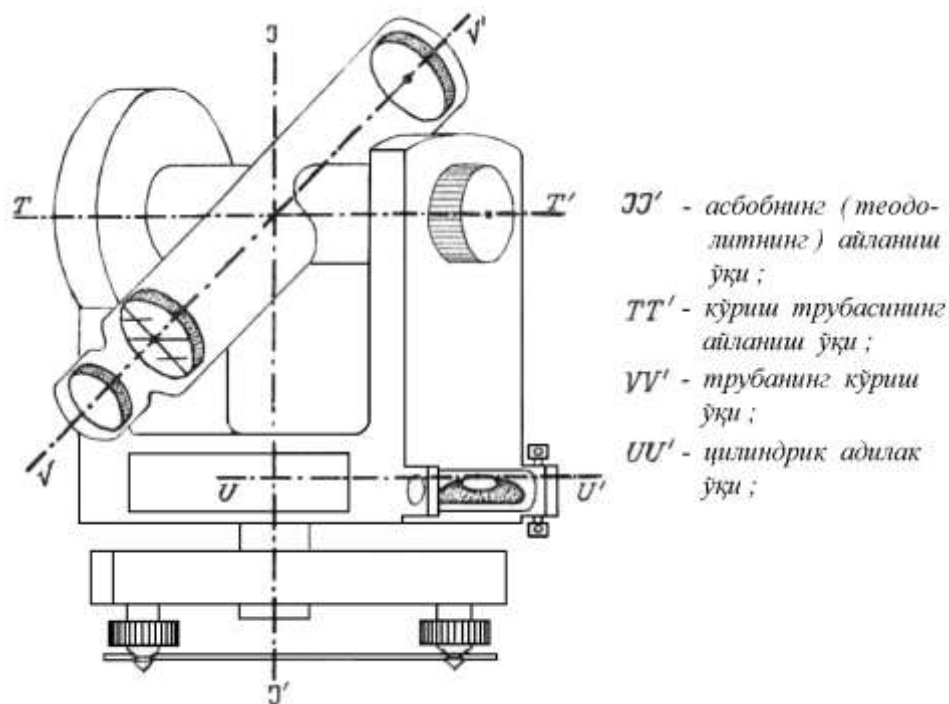


5.1 - расм. Горизонтал бурчакни ўлчаш принципи

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.



5.2- расм.

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 ўрнаткич 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.

Теодолит асбоби билан горизонтал бурчаклардан ташқари жой чизиқларининг қиялик (вертикал) бурчагини ўлчаб, уларнинг горизонтал қўйилишини ҳисоблаш ҳамда нуқталарнинг нисбий баландлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун теодолит кўриш трубасининг 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 сақловчи металл ғилофдан иборат. Ампуланинг ички юқори сирти маълум радиусдаги айлана ёйи кўринишда ишланган бўлади. Ампула суюқлик (эфир ёки спирт) билан тўлдирилган бўлиб, озгина бўшлиққолдирилади. 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 нуқтага ноль пункти дейилади. Ампуланинг юқори сирти ноль пунктда пуфакча кенглигида жой қолдириб (5.3- а, расм), 2 мм ли бўлақларга бўлинади. Шу бўлақларга нисбатан адилак пуфакчасининг ҳолатини билиш мумкин.

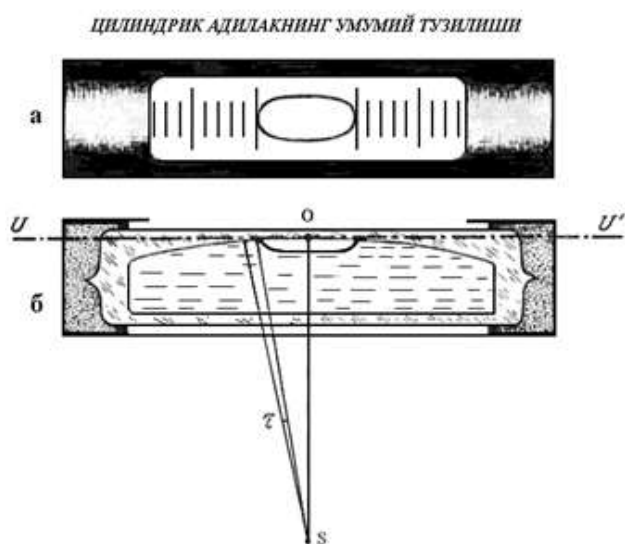
Ампула ички ёйсимон сиртининг ўртасидан, яъни ноль пунктдан ўтказилган уринма UU' цилиндрик адилак ўқи дейилади.

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

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

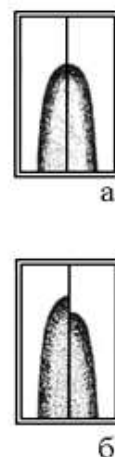
Бошқача қилиб айтганда, адилак бир бўлагига тенг ёйга тўғри келадиган марказий бурчак t адилак бўлагининг қиймати деб қабул қилинган.

Цилиндрик адилакларда бўлак 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.

*ЦИЛИНДРИК АДИЛАК ПУФАКЧАСИ
ЯРИМ ПАЛЛАЛАРИНИНГ КЎРИШ
МАЙДОНИДАГИ ТАСВИРЛАРИ*



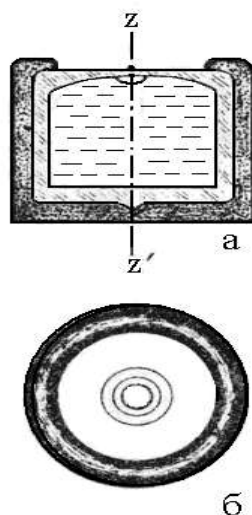
5.4- расм.

Баъзи геодезик асбобларда, асосан, нивелирларда, адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири призмалар орқали трубаинг кўриш майдонига узатилади (5.4-расм). Адилак пуфакчасини ноль пунктга келтириш, трубаинг 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-брасм), цилиндрик адилак ўқи горизонтал ҳолатда бўлмайди.

Доиравий адилак (5.5-расм) цилиндрик шиша идишнинг ички омонидаги 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.

Шиша идишни шикастланишдан сақлаш учун у металл гардишга жойлаштирилган. Доиравий адилакнинг юқори қисмидаги сферик сирт маркази 0 адилакнинг ноль пункти дейилади. Адилакнинг юқори сиртида маркази ноль бўлган концентрик айланалар чизилади. Адилак пуфакчасининг

*ДОИРАВЙ АДИЛАКНИНГ
ТУЗИЛИШИ*



5.5-расм.

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. Сизгирлиги кам бўлганлиги сабабли, доиравий адилаклар геодезик асбобларнинг ўқларини тахминан вертикал ҳолатга келтириш учун қўлланилади.

5.3. Кўриш трубаси

Геодезик асбобларда 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 кипрегеллар, 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 бўлинади.

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 ўрнатилган.

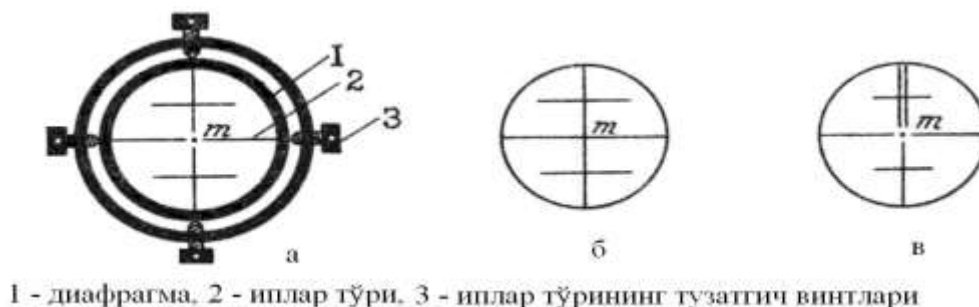
Окуляр тирсагига иплар тўри 7 жойлаштирилган бўлиб, у металл гардиш-диафрагма 8 ичига ўрнатилган шиша пластинкада ўйиб туширилган ўзаро перпендикуляр чизиклардан иборатдир.

Иплар тўри тузатгич винтлари 9 ёрдамида окуляр тирсагига маҳкамланган. Иплар тўридаги (5.7-расм) асосий горизонтал илга нисбатан симметрик жойлашган, масофа ўлчашда фойдаланиладиган юқориги ва пастки ипларга дальномер иплари; трубани нуқтага ёки предметга аниққаратиш учун хизмат қиладиган вертикал қўш чизикқа (5.5-в расм) **биссектор** дейилади.



5.6-расм.

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



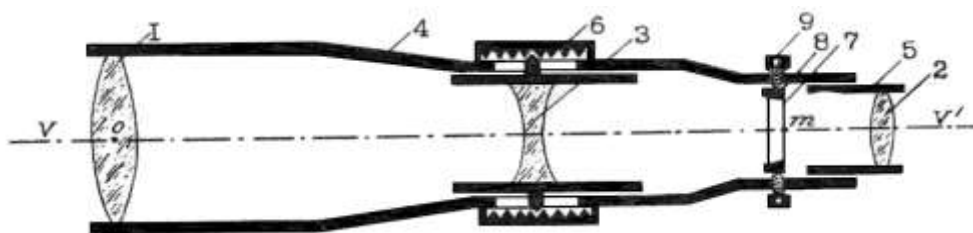
5.7-расм.

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' га трубанинг визир (кўриш) ўқи дейилади (5.6-расмга 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 6 (5.6-расм) буралиб, окуляр тирсаги объектив тирсаги ичида ичкарига ёки ташқарига сурилади. Бунда кузатилаётган нуқтанинг узоқяқинлигига қараб, кўриш трубасининг узунлиги ўзгаради. Кўриш трубасининг узунлиги ўзгараётган пайтда, яъни окуляр тирсаги объектив тирсаги ичида сурилганда, визир ўқининг бир оз бўлсада, оғиши, кузатиш аниқлигини пасайтиради. Ундан 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, трубанинг 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 нукта ёки предмет тасвири объектив тирсаги 4 ичида фокусловчи линзани кремальера 6 ёрдамида олдинга ёки кетинга суриб, фокусга 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 нуктаси m тасвирнинг ҳар хил нуктасига проекцияланади. Буни **иплар тўрининг параллакси** дейилади. Уни тузатиш (йўқотиш) учун кремальера винтини озроқ бураш керак бўлади.

5.4. Саноқ олиш мосламалари

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

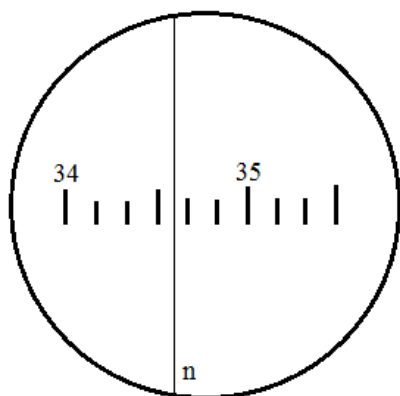
Теодолитларда саноқ олиш мосламаси сифатида верньер, штрихли ва шкалали микроскоп, микроскоп – микрометр ва оптик микрометрлардан фойдаланилади.

Ҳозирги пайтда верньерли теодолитлар ишлаб чиқарилмаёт-канлиги сабабли унга тўхталиб ўтмаймиз (**верньер** тузилиши ва қўлланиши ҳақида батафсил маълумот келтирилган).

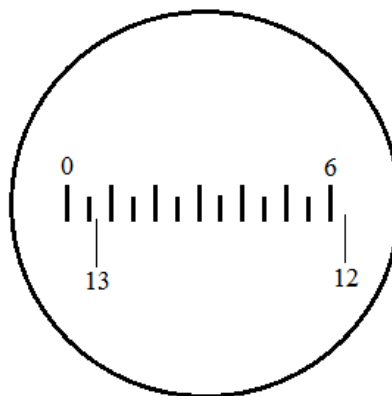
Ҳозирги пайтда ишлаб чиқарилаётган оптик теодолитларда штрихли ва шкалали микроскоплар ҳамда оптик микрометрлар саноқ олиш мосламалари сифатида хизмат қилади.

Штрихли микроскоп. Лимб бўлагининг тасвири ҳосил бўладиган микроскоп фокал текислигида n штрихи (чизиғи) 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 саноқ 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 саноқ $34^{\circ}36'$ бўлади. Бу ерда лимб бўлаги $0,1$ ҳиссасини кўз билан чамалаб аниқлаш мумкин деб қабул қилсак, саноқ олиш аниқлиги $t = 10:0,1 = 1'$ ни ташкил қилади.

Шкалали микроскоп. Бу мослама бўйича саноқ олиш аниқлиги штрихли микроскопга қараганда бир босқич юқори бўлади. 5.10-расмда шкалали микроскопнинг кўриш майдони бўлак қиймати 1° га тенг лимб бўлаги билан тасвирланган. Шишада ўйиб туширилган шкала узунлиги лимб бир бўлагига тенг. Шкала 12 бўлакка 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 саноқ олиш мумкин. Шунга кўра 6.14-расмдаги шкаладан олинган саноқ $13^{\circ}05' + 0,3 \times 5' = 13^{\circ}06,5'$ га тенг бўлади.



5.9-расм.



5.10-расм.

5.5. Теодолит турлари

Теодолитлар аниқлиги, вазифаси, доиралари тайёрланган материал ва конструктив хусусиятларига қараб бир-биридан фарққилади.

Ўзбекистондагеодезикасбоблар ишлаб чиқарилмаслигисабабли бу асбоблар бўйича давлат стандарти қабул қилинмаган.

Ҳозирги кунда асосан Россияда ишлаб чиқилган асбоблардан кенг фойдаланаётгани 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 тўлиққабулда ўлчаш ўрта квадратик хатоси кўрсатилади. Масалан, бурчакни бир тўлиққабулда 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), чет эл давлатларда эса асосан электрон-рақамли теодолитлар ишлаб чиқарилмоқда.

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

Конструктив хусусиятларига қараб, теодолитлар такрорий ва оддий теодолитларга бўлинади. Такрорий теодолитларда лимб ва алидада доиралари бирга ҳамда алоҳида-алоҳида айланиши мумкин, уларнинг ҳар бири ўзини маҳкамловчи ва қаратиш винтларига эга.

Бу бурчакни лимбда кетма-кет n маротаба ўлчаб қўйиш йўли билан 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. Оддий теодолитларда лимб доираси қўзғалмас (айланмайдиган) бўлиб, фақат алидада доираси ўз ўқи атрофида айланади.

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

5.1 - жадвал

| Т/ Р | Асосий кўрсаткичлар номи | Теодолит турлари | | | | | | |
|---------|--|------------------|-----|-------|-------|------|-------|-------|
| | | Т05 | Т1 | 3Т2КА | 3Т5КП | Т10Э | 4Т15П | 4Т30П |
| 1 | Горизонтал бурчакни битта кабулда 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 | 40' | 1° | 1°35' | 1°35' | 2° | 2° | 2° |

| | | | | | | | | |
|----|---|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | кўриш майдони | | | | | | | |
| 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 шк аласи (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 қўшилувчи сони | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Трубани визирлаш 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. | 10 | 10 | 15 | 30 | 45 | 45 | 60 |
| | вертикал доир. | 10 | 15 | - | - | - | - | - |
| | кўриш трубасидаги | - | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 |
| 12 | Вертикал доира индексининг ўз- ўзидан ўрнашиш диапазони | - | - | 4' | 5' | - | - | - |
| 13 | Теодолит вазни (массаси), кг | 22 | 11 | 4,7 | 4,5 | 2,5 | 2,4 | 3,5 |
| <i>* - электрон бурчак ўлчаш дисплейи бўлак қиймати</i> | | | | | | | | |

5.6. Электрон теодолитлар

Охирги йиларда бурчакли ўчашарни бажаришда электрон ёки рақами теодолитлардан кенг фойдаланилмоқда. Ушбу асбобарда бурчак ўлчаш жараёнини автоматлаштиришга имкон бервчи “бурчак-код” ўзгартиргич мавжуд бўлиб, у орқали кузатиш жараёнида ўлчаш натижаларини рақамли таблога чиқариш мумкин.

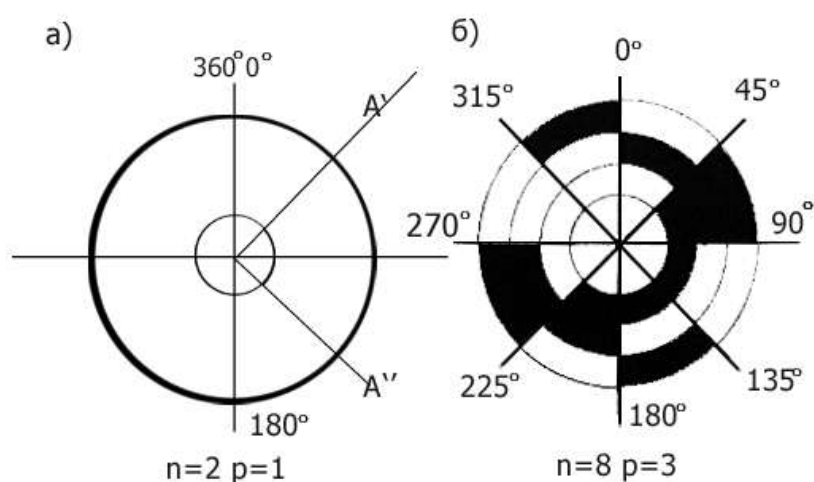
Рақамли теодолитларда анънавий бурчак ўлчаш доираларни градус ёки град бўлакларга бўлиш тизим ўрнига маълумотларни узатиш учун белгилар сони энг кичик бўлиб, оладиган маълумотни ҳисоблаш мосламасига автоматик тарзда киритувчи белгилар тизимидан фойдаланадилар.

Бундай белгилар тизимида бурчак иккиламчи код ҳисоблашида ифодаланади: шунда лимб иккиламчи коднинг иккита белгиси (0 ва 1)га мос келувчи, навбати билан қора ва оқ полосаларга бўлинади. Бундайлимбни ёкилишида 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-расм, а).

Ўлчаш аниқлигини ошириш учун лимба навбат банавбат шаффоф ва ношаффоф майдонлардан иборат халқа кўринишда кодли йўлакчалар туширилади, шунда 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 комбинациялари орқали лимбнинг алоҳида участкаларини белгиланадиган лимбнинг кодлаш методлари қўлланилади (5.11-расм, б).



5.11-расм. Кодли дисклар:

а- икки қисмга бўлинган; б – кодли йўлакчалари билан

Рақамли теодолитлар визуал тарзда саноклар олишини талаб қилмайди. Бурчак қийматини ҳосил қилиш учун нишонга қаратиш етарли бўлиб, шунда санокларнинг жорий қиймати шу захотиэкран(дисплей)да кўрсатилади. Бу эса, ўз навбатида саноқолиш хатолигини бартараф этиш, унумдорлик ва дала ишлари сифатини оширишига имкон беради.

Бугунги кунда турли етакчи фирмалар томонидан турли типдаги электрон рақами теодолитлар, ўлчаш аниқлиги $1-2''$ ни таъминланадиган оқори аниқликларидан бошлаб, $20-30''$ ли техник аниқлиги теодолитарни ҳам ишлаб чиқарилмоқда(5.12-расм).

Горизонтал ва вертикал бурчаклари қийматлари ҳар бир 0,5сек да иккиқаторли суюқ кристаллик дисплейга чиқарилади. Қўриш трубаСИИПЛАР тўрини ёқилиши билан 30^x катталаштириш қобилиятига эга. Бундан ташқари бу асбобларда IP66 – юқори даражали нам ва чанглардан муҳофазалаш қобилияти мужассам-ланган бўлиб, улар билан ҳар қандай ноқулай шароитларда, масалан ногаҳонли селларада, узокмуддатли совуқларда, ёки ер ости қурилиш майдончалардаги юқори намликларда ишончли ишлаш мумкин. Айтиш жоизки, оптик теодолитлар ўрнига рақамли теодолитлардан фойдаланиши иш унумдорлигини деярли 75% гача оширишига имкон беради.



LeicaBuilderT



DJD10

5.12-расм. Электрон теодолитлар

5.7. Техник теодолитлар

Оптик теодолитлар. Оптиктехник теодолитлар энг кўп тарқалган бўлиб улар билан теодолит йўллари ва тахеометрик йўллари ўтказилади, тахеометрик ва теодолит съёмкалари бажарилади, қурилиш ишларида кенг қўлланилади. Оптик техник теодолитлар Т30, 2Т30 (2Т30П) ташқи кўриниши билан бир-биридан фарққилмайди (5.13-расм).

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

Горизонтал ва вертикал доираларда диаметри 70 мм ли шиша доиралар бўлиб, улар лимб дейилади. Лимб 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 бўлаққа, яъни $10'$ ли бўлақларга бўлинган.

Горизонтал доиранинг лимби ичи ковак цилиндр расмидаги ўқи билан тагликка жойлаштирилади, вертикал доиранинг лимби эса, кўриш трубазининг ўқига маҳкамланган бўлади.

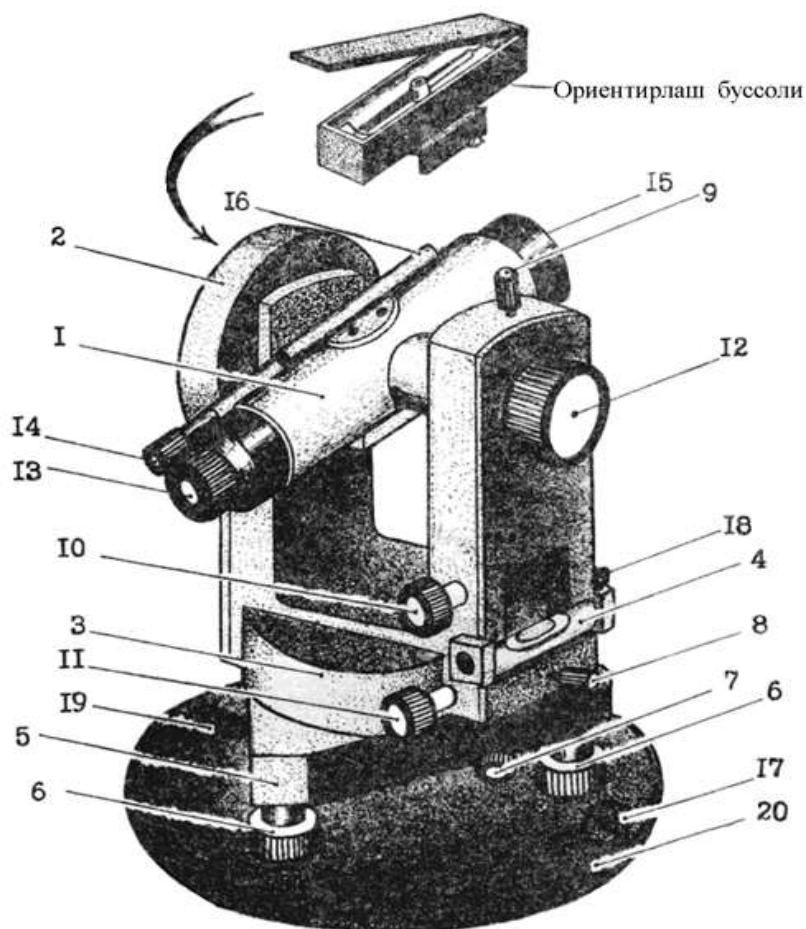
Горизонтал доиранинг лимби устида теодолитнинг юқори қисмлари билан бириктирилган иккинчи доира-алидада айланади. Алидаданинг цилиндр расмидаги ўқи лимбнинг ичи ковак цилиндр расмидаги ўқи ичига жойлаштирилади. Вертикал доиранинг алидадаси кўриш трубазининг ўқи жойлашган ерга маҳкамланган бўлади.

Горизонтал доирадаги лимбнинг ичи ковак цилиндр расмидаги ўқи ва унинг ичига жойлаштирилган цилиндр расмида алидаданинг ўқи марказидан ўтувчи JJ' чизиғи битта геометрик ўқни ташкил этади. Бу геометрик ўққа асбобнинг (теодолитнинг) айланиш ўқи дейилади. Кўриш трубазининг айланиш ўқи вертикал доирадаги лимб ва алидада марказидан ўтиб, TT' чизиғини, яъни иккинчи геометрик ўқни ташкил этади (5.2-расмга қаранг).

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

Цилиндр 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 доирадаги лимб ўқини тагликка маҳкамлаш учун 19,

алидада ўқини лимб ўқиға маҳкамлаш учун 8, труба ўқини маҳкамлаш учун 9 рақамлари билан расмда кўрсатилган маҳкамлаш винтлари мавжуд.



1-ички фокусланувчи кўриш турбаси, 2-вертикал дорира, 3-горизонтал доира, 4-цилиндирик адилак, 5-таглик, 6-кўтаргич винтлари, 7-лимбнинг қараш винти, 8-алидадани маҳкамлаш винти, 10-турбанинг 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-цилиндирик адилакнинг тузатгич винти, 19-лимбнинг маҳкамлаш винти, 20-гилоф туби.

5.13-расм.

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

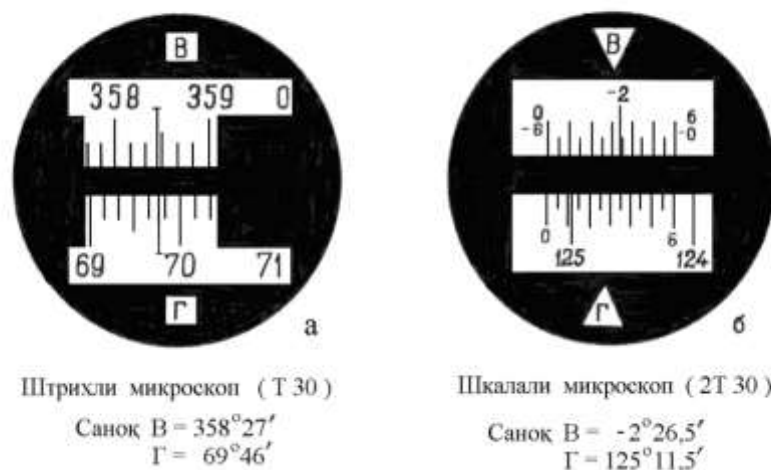
Труба нуқтага ёки предметга оптик визир 16 билан тахминан тўғриландан кейин окуляр 13 дан қаралиб, фокусловчи винт (кремальера) 12 ёрдамида нуқта ёки предмет тасвири фокусга келтирилади (равшанлаштирилади). Нуқта ёки предмет тасвири иплар тўрининг кесишган нуқтасига тўғри келмаса, унда у алидаданинг 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 трубаesi 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 кўзғалмас 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.

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 2,7', 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



5.14-расм.

вертикал доирадаги лимбининг фақат горизонтал диаметри яқиндаги секторлари 0° дан 75° 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; агарда градус саноғи манфий бўлса, шу градус штрихгача шкаладаги бўлақлар сони манфий 0 дан ҳисобланиши керак. Вертикал доирадан олинган мусбат санок олдида „+“, манфий санок олдида „-“ ишоралари қўйилади.

5.14-б расмда тасвирланган шкалали микроскопнинг кўриш майдонида вертикал доирадан санок $-2^\circ26,5'$, горизонтал доирадан санок $125^\circ11,5'$ деб кўрсатилган. 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 ўқилган.

Теодолит йўлида горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашда, тафсилотларни сьемка қилишда, тахеометрик сьемкани бажаришда санок

аниқлиги етарли бўлганлиги сабабли шкаладан катта 10' ли бўлакнинг 0,1 қийматигача, яъни 1' аниқликкача санок олишга рухсат этилади. Бу ҳолда 5.14-б расмда саноклар вертикал доирадан $2^{\circ}27'$, горизонтал доирадан $125^{\circ}12'$ деб олиниши мумкин.

Теодолит иш вақтида ғилоф тубининг марказидаги резъбали 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 равоён буралиши, винтларнинг ўз хизматини бажариши, теодолит ва кўриш трубагининг ўз ўқлари атрофида равоён айланиши, шиша қисмларнинг шикастланмаганлигига эътибор берилади.

5.8. Теодолитларни текширишлари ва тузатиши

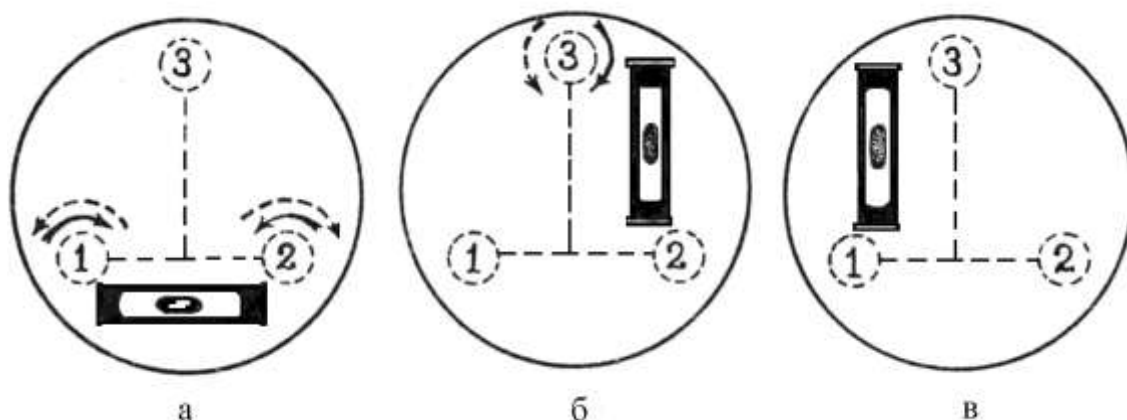
Горизонтал бурчакни ўлчаш моҳиятидан келиб чиқиб (5.1 га қаралсин) ҳар қандай теодолит бурчак ўлчаш жараёнида қуйидаги асосий геометрик шартларни қаноатлантириши керак:

- 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 қониқтириш учун теодолитни текшириш деб аталадиган маълум ишлар бажарилади. Қаноатлантирилмаган геометрик шартларни тузатишига теодолитни юстировка қилиш дейилади.

1. Горизонтал доира алидадасидаги цилиндрик адилакнинг ўқи UU' асбобнинг айланиш ўқи JJ' га перпендикуляр бўлиш керак ($UU' \perp JJ'$). Адилак исталган иккита кўтаргич винтга параллел ўрнатилади ва иккала винтни қарама-қарши томонга бураб адилак пуфакчаси ўртага (ноль пунктга)

келтирилади (5.15- арасм). 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 санок олиниб, алидада 180° га тенг бурчакка бурилади. Шундан кейин адилак пуфакчаси ноль пунктда қолса (5.15- врасм), 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



5.15- расм.

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.

2. Трубининг визир ўқи трубининг горизонтал айланиш ўқи га перпендикуляр бўлиш керак ($VV' \perp TT'$). Визир ўқи трубининг айланиш

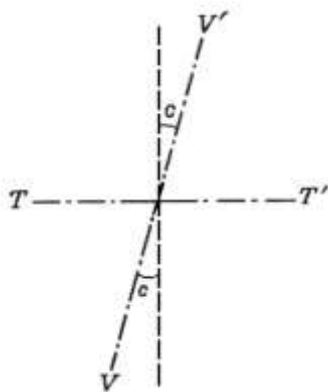
ўқиға перпендикуляр бўлмаслигидан кўриш трубагининг коллимацион хатоси C келиб чиқади (5.16 - расм). Буни текшириш учун яққол кўринадиган шундай нуқта танлаб олиниши керакки, унга визирланган кўриш трубагини тахминан горизонтал ҳолатда бўлиши керак. Шу нуқтага кўриш трубагини аввал доира ўнг (ДЎ), яъни вертикал доира трубага нисбатан ўнг томонда жойлашган ҳолатида қаратилиб, горизонтал доирадан $\Gamma_{\dot{y}}$ саногини олинади. Кейин труба зенит орқали айлантририлиб, доира чап (ДЧ) ҳолатида визир ўқи яна ўша нуқтага қайта тўғриланади ва горизонтал доирадан $\Gamma_{\dot{q}}$ саногини олинади.

Коллимацион хато қиймати қуйидагича аниқланади:

$$C = \frac{\Gamma_{\dot{q}} - \Gamma_{\dot{y}} \pm 180}{2} \quad (\text{T30 теодолитлар учун}); \quad (5.2)$$

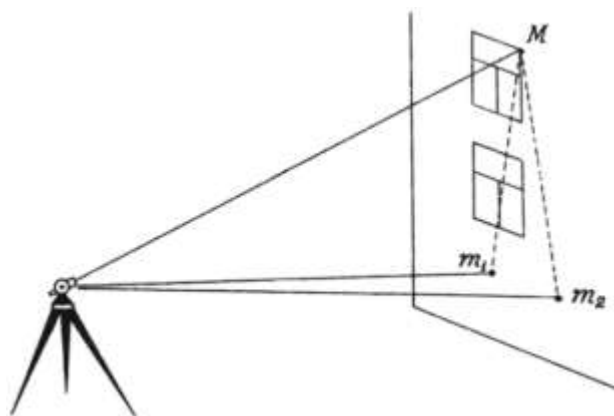
$$C = \frac{\Gamma_{\dot{q}} - \Gamma_{\dot{y}}}{2} \quad (\text{2T30 теодолитлар учун}). \quad (5.3)$$

Агар коллимацион хатонинг қиймати санок олиш аниқлигининг иккиланганидан, яъни $2'$ дан ошмаса, Т30 учун шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда алидаданинг қаратиш винти ёрдамида горизонтал доирада $\Gamma = \Gamma_{\dot{q}} - C$ саногини 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 нуқта тасвири устига келтирилади. Ишонч ҳосил қилиш учун текшириш такрорланади



5.16 – расм.

3. Кўриш трубасининг айланиш ўқи асбобнинг айланиш ўқиغا перпендикуляр бўлиши керак ($TT^1 \perp JJ^1$). Бу шартни текшириш учун теодолит қандайдир бино деворидан 3-5м масофада ўрнатилади ва теодолитнинг вертикал айланиш ўқи тик ҳолатга келтирилади. Деворда горизонтга нисбатан $25^\circ\text{--}30^\circ$ бурчак остида кўринадиган қилиб M нуқта белгилаб олинади (5.17 – расм).



5.17 – расм.

Кўриш трубаси шу нуқтага визирланади, сўнгра кўриш трубаси тахминан горизонтал ҳолатга келгунча туширилади ва деворда иплар тўрининг кесишган нуқтаси проекцияси m_1 қалам билан белгиланади. Кейин кўриш трубаси зенит орқали айлантрилиб, алидада 180° га бурилади.

Кўриш трубаси яна ўша M нуқтага визирланади ва аввалгидек труба горизонт сатҳигача туширилиб, деворда иплар тўрининг кесишган нуқтаси проекцияси m_2 белгиланади. Агар m_1 ва m_2 нуқталар 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 устахоналарда бартараф этилади.

4. Иплар тўридаги асосий вертикал чизик кўриш трубасининг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текширишда

кўриш трубаси яхши кўринадиган бир нуқтага тўғриланади. Кейин трубаинг каратиш винти ёрдамида нуқта тасвири кўриш майдонининг четига келтирилади. Агар нуқта тасвири асосий вертикал чизиқда ётса, шарт каноатлантирилган бўлади. Агарда нуқта тасвири асосий вертикал чизиқдан четлашган бўлса, унда окуляр ва объектив тирсакларини бириктириб турган винтлар бўшатилиб, окуляр тирсаги нуқта тасвири вертикал чизиққа тушгунга қадар буралади. Сўнг бўшатирилган винтлар маҳкамланиб, текшириш такрорланади.

Шу нарсага эътибор қилиниши керакки, теодолитнинг ва умуман ҳамма геодезик асбобларнинг текширишлари ва тузатишлари берилган кетма-кетликда бажарилиши керак.

5.9. Горизонтал бурчакларни ўлчаш усуллари

Теодолит билан горизонтал бурчакни ўлчаш учун:

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

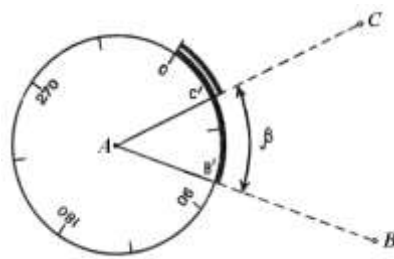
2. Горизонтал бурчак ўлчанади, ўлчаш натижалари ишлаб чиқилади ва ўлчаш натижаси текширилади.

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.

Қабуллар усули. Жойдаги *ВАС* бурчакни (5.18 -расм) ўлчаш қуйидаги тартибда бажарилади. Теодолит бурчак учи *A* нуқтага ўрнатилади. Штатив усти кўз билан чамалаб горизонтал ҳолатга келтирилиб штатив оёқларини босиб ерга маҳкамлангач, ўрнатгич винтни бўшатиб теодолитни штатив устида суриш билан шовун *A* нуқта устига келтирилади. Кейин кўтаргич винтлар ва алидададаги цилиндрик адилақдан фойдаланиб, асбоб айланиш

ўқи вертикал ҳолатга келтирилади. Кўриш трубасини бирон-бир ёрқин фонга масалан, осмонга қаратиб окуляр халқчасини 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 фокуслаиб 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 қуйидагича ҳисобланади:

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



5.18 – расм.

Агар шу бурчак теодолитнинг доира ўнг (Дў) вазиятида, яъни вертикал доира кўриш трубасига нисбатан ўнг томонда турганда ўлчанган бўлса, бу биринчи ярим қабулни ташкил қилади. Натижа тўғрилигига қаноат ҳосил қилиш учун, 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 b бурчак юқоридаги тартибда ўлчанади. Бурчак ўлчашнинг юқоридаги иккита ярим қабули (Дў ва ДЧ) битта тўла қабулни ташкил қилади.

Бурчакнинг иккала ярим қабулда аниқланган қийматлари солиштириб кўрилади. Агар қийматлар орасидаги фарқ санок олиш аниқлигининг

иккиланганидан ошмаса, ўлчанган бурчакнинг ўртача узил-кесил арифметик қиймати ҳисоблаб чиқарилади (5.2-жадвал).

5.2-жадвал

Бурчак ўлчаш журнали

| 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 | 03,5 |
| | 1 | 162 | 37 | | | | |
| | | | | 155 | 02 | | |
| | 3 | 7 | 35 | | | | |
| 3 | ДЎ(доира ўнг) | | | | | | |
| | 2 | 191 | 14 | | | | |
| | | | | 125 | 38 | | |
| | 4 | 65 | 36 | | | | |
| | ДЧ(доира чап) | | | | | | |
| | | | | | | 125 | 39 |
| | 2 | 289 | 52 | | | | |
| | | | | 125 | 40 | | |
| | 4 | 164 | 12 | | | | |

Агарда, бурчакнинг икки ярим қабулдаги қийматлари санок олиш аниқлигининг иккиланганидан, масалан, 2Т30П теодолит учун 1' дан кўпга фарққилса, бурчак қайта ўлчанади.

Доиравий қабуллар усули. Теодолит нуқта устида ўрнатилиб, соат миля йўналиши бўйича бирин-кетин ҳамма нуқталарга кўриш трубаси қаратилиб, лимб доирасидан саноклар олиниб ёзилади. Бунда лимб доирасининг кўзғалмас 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.

Такрорлаш усулида бурчакни ўлчаш. Бу усулда бурчакни ўлчашнинг моҳияти ўлчанаётган бурчакни лимбда 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 нуқтага қаратилади ва c саноғи олинади. Алидадани бўшатиб, ўнг нуқта B га қаратилади ва лимбдан назорат санок олинади. Бунда ўлчанаётган бурчакнинг тахминий қиймати аниқланади. Кейин лимбни бўшатиб чап нуқтага қаратилади, лимб маҳкамланади, лекин санок олинмай алидада бўшатилади ва айлантриб яна ўнг нуқтага 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 нуқтага (B) қараб олинган санок; c -чап нуқтага (C) қараб олинган санок; n -лимбда 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 саноқ 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

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

формула бўйича аниқлашда, агар кўриш трубасининг катталаштириши $V = 20^\circ$ бўлса, унда (5.4) га кўра $m_V = \pm 3''$ ни ташкил қилади. Асбоб синчиклаб марказлаштирилса, вехалар тўғри ўрнатилса ва бурчак томонлари калта бўлишига йўлқўйилмаса, марказлаштириш ва вехани ўрнатиш хатоси кичик қийматга келтирилади.

Асбобдан саноқ олиш хатоси саноқ олиш мосламаси аниқлигининг ярмига тенг деб қабул қилинади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$m_0 = \pm \frac{1}{2}, \quad (5.5)$$

бу ерда: t – саноқ олиш мосламасидан саноқ олиш аниқлиги.

Масалан, 2Т30П теодолити учун $t = 30''$ га тенг, шунда $m_0 = 15''$ бўлади.

Демак, лимбдан саноқлар олишдаги хатолар ўлчаш аниқлигига асосий таъсир кўрсатади.

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

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

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 қийматлари орасидаги фарқнинг ўрта квадратик хатоси

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

Бу ҳолда чекли хатога айирма ўрта квадратик хатосининг иккилангани олинади:

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

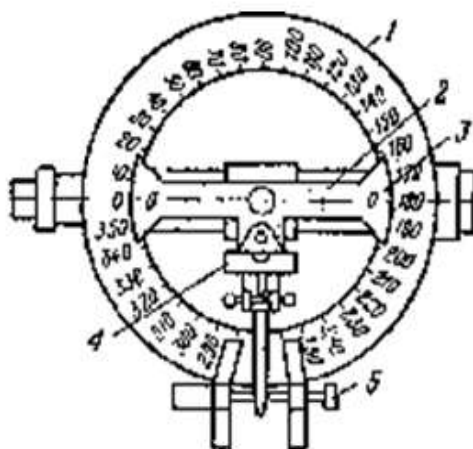
Шундай қилиб, иккита ярим қабулда ўлчанган бурчак қийматлари орасидаги фарқ санок олиш мосламаси аниқлигининг иккиланганидан ошмаслиги керак.

5.11. Вертикал бурчакларни ўлчаш

Жойдаги баландлик ва пастликлар тўғрисида хулосага эга бўлиш учун вертикал бурчаклар (қиялик бурчаклар) ўлчанади. 5.1-расмдаги v_1 ва v_2 бурчаклар жойдаги АВ ва АС 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 қўйилиши орасидаги бурчакка айтилади.

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

айланса, унда қиялик бурчакларни ўлчашда эса, вертикал доира алидадаси қўлғазмас бўлиб, лимб эса, 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 хизматқилади. 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 вавертикал доира текислигига параллел ўрнатилган цилиндрик адилак бажаради. Вертикал бурчакни ўлчашда труба ни нуктага визирлаб санок олишдан олдин адилак пуфакчасини 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 нол ўрнига (НЎ) тенг бўлганлиги туфайли, қиялик бурчакни ўлчаш кузилаётган 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 қиладики, унда кўриш трубасининг визир ўқи горизонтал ҳолатда бўлганда лимб бўйича санок 0 (180°) тенг ёки қандай дир нолга яқин, нол ўрни деб номланадиган қийматга эга бўлсин. Шунингдек, трубанинг визир ўқи горизонтал ҳолатда, алидадаги адилак пуфакчаси эса ўртада жойлашганда вертикал доирадан олинган санокка **вертикал доиранинг ноль ўрни (НЎ)** дейилади.

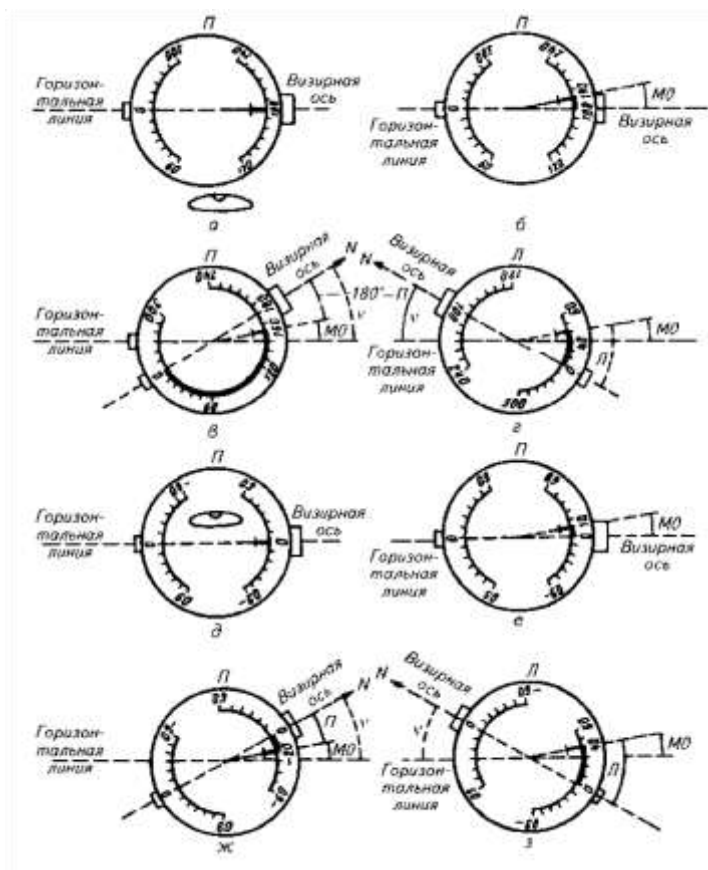
Техник теодолитларда вертикал доира лимби 0° дан 360° гача бўлиниб, диаметрининг 0 ва 180° нуқталари труба визир ўқиға параллел қилиб ўрнатилган ва труба билан бирга айланади. Вертикал бурчаклар қийматини ҳисоблаш осон бўлиши учун қуйидаги шарт қўйилади: трубанинг визир ўқи ва алидадаги адилак ўқи горизонтал 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 нол 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 нол ўрнини ҳисоблаш формулалари вертикал доира лимбидаги бўлаклар ёзувларидан боғлиқ. Т30 теодолитида вертикал доира бўлаклари соат мили йўлига қарши йўналишда рақамлар билан ёзилган ва санок доирани фақат бир томонидан олинади (5.19-*а, б, в, г* расмга қаранг), ДЧ да 0° яқин, ДЎда эса 180° яқин. 5.19 – *б...г* расмларда санок штрихи горизонтал чизигдан юқорида кўрсатилган, шунда ДЧ да НЎ қиймати кичик санок билан ҳосил бўлади. Лимбнинг нол штрихи кўрғазмали бўлиш учун окулярға қаратилган.

5.19-*а*, расмда $\text{НЎ} = 0^\circ$ ҳолати кўрсатилган, 5.19-*б*, расмда эса, $\text{НЎ} = 10^\circ$ бўлган ҳолати кўрсатилган(кўриш трубасига нисбатан вертикал доира ўнг ҳолатда бўлганда).

Т30 теодолитида L нуқтага визирлашда ДЎ даги санокни 5.19-*в*, расм изоҳлайди, ДЧ да эса 5.19-*г*, расм. Расмлардан кўриш мумкинки



5.19-расм. Қиялик бурчакларни ўчажда санок олиш мосламаларининг схемалари: (а, б, в, г) Т30 ва (д, е, ж, з) 2Т30, 2Т30П теодолитларда

$$v = \frac{L - R - 180^\circ}{2}, \quad (5.10)$$

$$H\check{y} = \frac{R + L + 180^\circ}{2}, \quad (5.11)$$

$$v = H\check{y} - R - 180^\circ, \quad (5.12)$$

$$v = L - H\check{y}. \quad (5.13)$$

Бу формулалар бўйича ҳисоблашда 90° дан кичик бўлган R , L ва $H\check{y}$ қийматларига 360° қўшилади.

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

2Т30 теодолитида N нуқтага визирлашда ДЎ даги санокни 5.19-ж, расм изоҳлайди, ДЧ да эса 5.19–з, расм. Расмлардан кўриш мумкинки

$$H\check{\nu} = \frac{L + R}{2}, \quad (5.14)$$

$$v = H\check{\nu} - R, \quad (5.15)$$

$$v = L - H\check{\nu}. \quad (5.16)$$

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

Бундай шартни амалга ошириш учун узокдаги хшиқўринадиган иккита ёки учта нуқта тўлиққабулда кузатилиб, ҳаргал $H\check{\nu}$ аниқланади. Агар $H\check{\nu}$ нинг топилган қийматлари ўртачаси нолдан $2'$ гача фарқ қилса, шарт қаноатлантирилган ҳисобланади. Акс ҳолда кўриш труба сини ДЧ ҳолатида охири нуқтага қаратиб олинган L саногининг тузатилган қиймати $L_{\text{туз}} = L + H\check{\nu}$ ўр вертикал доирада ҳосил бўлгунча труба синг қаратиш винти буралади. Шунда трубага қаралганда кузатилаётган нуқта тасвири иплар тўри кесишган нуқтасидан вертикал чизиқ бўйича силжиган бўлади. Иплар тўри диафрагмасини тутиб турган тузатгич винтларнинг юқоридагиси ва пастдагиси буралиб, иплар тўрининг кесишган нуқтаси кузатилаётган нуқта тасвири устига туширилади.

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

Теодолитларда вертикал доиранинг нол ўрнини нолга тенг қилиб олинса, вертикал бурчакларни ҳисоблаш осон бўлади. Бунда ДЧ вазиятда олинган санокнинг ўзи вертикал бурчак қийматига тенг бўлади, яъни $v = L$.

Назорат саволлар:

1. *Горизонтал бурчак қндай бўлади ?*
2. *Теодолит асбоби нима ?*

3. *Теодолитнинг қандай асосий қисимларини 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 қуроллари

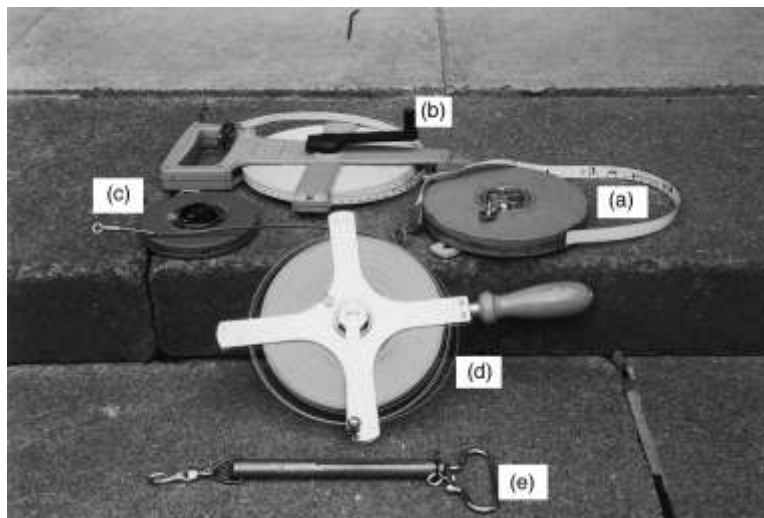
Геодезияда масофани ўлчаш фундаментал ўлчашлардан бири ҳисобланади. Кўпинча уч ўлчамли муҳитда фазовий масофа (қия узунлик) ўлчанса ҳам одатда унинг горизонтал қўйилишини билиш зарур. Масофани ўлчаш масалан, нуқталар топографик ўрнини аниқлаш учун назорат нуқталари тармоғини шкалалар билан ифодалаш, ёки қурилиш ишларни олиб боришда нуқта ўрнини қутбий координаталар орқали аниқлаш ва ҳ.к. кўп ҳолатларда талаб қилинади.

Ҳозирги пайтда масофа ўлчашининг асосий методлари бўлиб, *бевосита*-лента (тасма), рулетка ёки *воситали* -электромагнит (ёки электрон-оптик) масофа ўлчаш усуллари қўлланилмоқда.

Масофаларни бевосита ўлчашда турли механик ўлчаш асбоблари ишлатилади, чунончи, пўлат лента, пўлат рулетка, юмшоқ материалдан ишланган (масалан, фибрегласс, лён) 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. Лён ленталариметалли толалар билан юқори сифатли материалдан тайёрланган бўлиб, у пластик қуттиларга жойлаштирилади. Ушбу ленталарда 5мм ли бўлаклар туширилган. Юқорида келтирилган ленталарнинг яна ҳам аниқроқ нусхалари пулатдан ясалган бўлиб, миллиметрли бўлакларга эга (6.1-с, расм). Юқори аниқликдаги ишларни бажариш учун очиқ рамада жойлаштирилган пулат ленталардан фойдаланади. Ленталар шундай тарзда стандартлаштирилганки, улар номинал узунлиги 20° С берилган ҳароратда ўлчанади, шунда тортилиш кучи 50 дан 80 гача қийматни ташкил қилади. Ушбу маълумотлар лентанинг

нўллиучида яққол кўрсатилган (6.1-d, расм). Юқорида қайд этилган ленталар турларига мисол 6.1-расмда келтирилган.⁸



6.1 – расм. (а) лён лента, (б) шиша толали (фиберглас) лента, (с) пўлат, (д) пўлат лента, (е) кўл тарози

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

Бундай ленталарнинг афзаллиги шундаки, уларнинг кенгайиш коэффициенти пўлатга нисбатан сезиларли эмас ва шунга кўра харортатнинг ўзгариши қийинчилик туғдирмайди. Лекин уларнинг камчилиги шундаки, аралашма металл бўш ва юмшоқ бўлиб, нархи эса пулат ленталарга нисбатан сезиларли ўн мартаба қимматдир.

Альтернатив ленталар бўлиб, ярим пулат ва ярим инвардан иборат Lovag ленталар ҳисобланади. Улар кетма-кет қизил ва оқ ранглар билан бўялган бўлиб, учларини ерга маҳкамлаш учун металл шпилька (михча) лар 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 фарққилади. Бунга ҳар хил

⁸ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, “Pearson”, 2012, 24-25pages.

омиллар, чунончи, асбоб бўлаklarини белгилашдаги хато, 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 бажарилади. Шунингдек, **компарирлаш** деб ишчи лента узунлигини эталон лента узунлиги билан таққослаш жараёнига 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 ётқизиб, нолинчи штрихлари туташтирилади, кейин уларни бир хил куч билан тортилади ва миллиметрли чизғич билан ленталарнинг иккинчи учидаги штрихлари фарқи Δl ўлчанади. Бу Δl қийматига **компарирлаш тузатмаси** дейилади. Аниқ ўлчаш ишлари учун компарирлаш вақтидаги ҳаво ҳарорати ўлчанади.

Агар ишчи лентанинг ҳақиқий узунлигини l , эталон лента узунлигини l_0 десак, унда **компарирлаш 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 мингли бшлаклари миллиметрили чизғич орқали аниқланади). Унда, (6.1) кўра $\Delta l=20,016-20=+0,016$ м.

Дала компаратор (узунлиги 120 м)ни қўллашда ишчи лента ёрдамида дала компараторнинг узунлиги ўлчанади ва дала компараторнинг ҳақиқий узунлиги L ҳамда ишчи лента ёрдамида ўлчанган дала компараторнинг узунлиги L_0 айирмасини компаратор узунлиги бўйича ётқизилган ишчи лентанинг сони n га бўлинади. Ҳосил қилинган натижа **компарирлаш 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

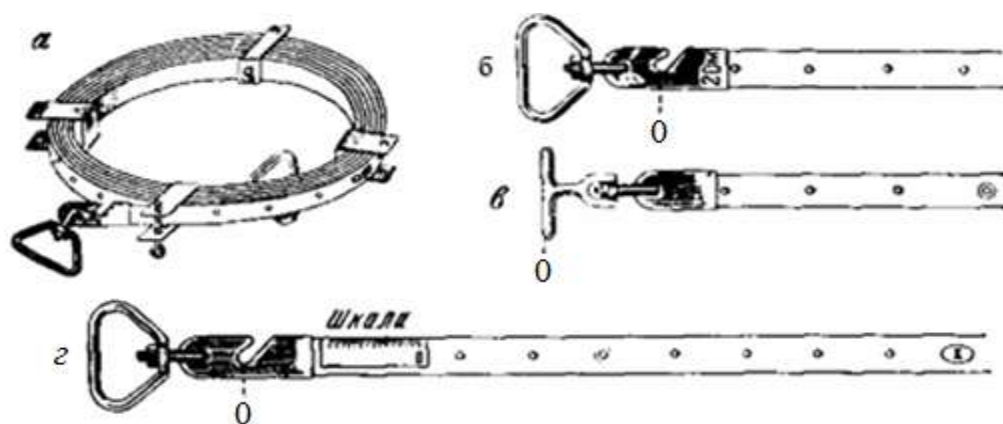
| Ўлчов асбобларнинг турлари | Ўлчов асбобларнинг номи | Узунлиги | Эни, қалинлиги, мм | Ўлчашнинг меъерий нисбий хатолиги |
|----------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|
| ЛЗ | Штрихли ер ўлчов лентаси | 20; 24; 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: 2000 |
| ЛТ | ЕР ўлчов лентаси | 50; 100 | 2 | 1: 1000 |
| РК | Крестовинада уралган рулетка | 30; 50; 100 | 10-12 0,20-0,25 | 1: 2000 |
| РС | Пулат рулетка | 10; 20; 30; 50 | 10-12 0,16-0,22 | 1: 2000-1: 5000 |
| 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. Лентанинг ҳақиқий узунлиги, одатда, номинал узунликдан (20 м) фарқилади. Шунинг учун аввал ишлатиладиган лентанинг ҳақиқий узунлиги аниқланади.

Сақлаш, олиб юриш учун қулай бўлиш мақсадида ленталар темир халқаларда йиғилади (6.2– б, расм). Ленталар *штрихли* (6.2 - б расм), *учли* (6.2–в, расм) ва *шкалали* (6.2–г, расм) бўлади.

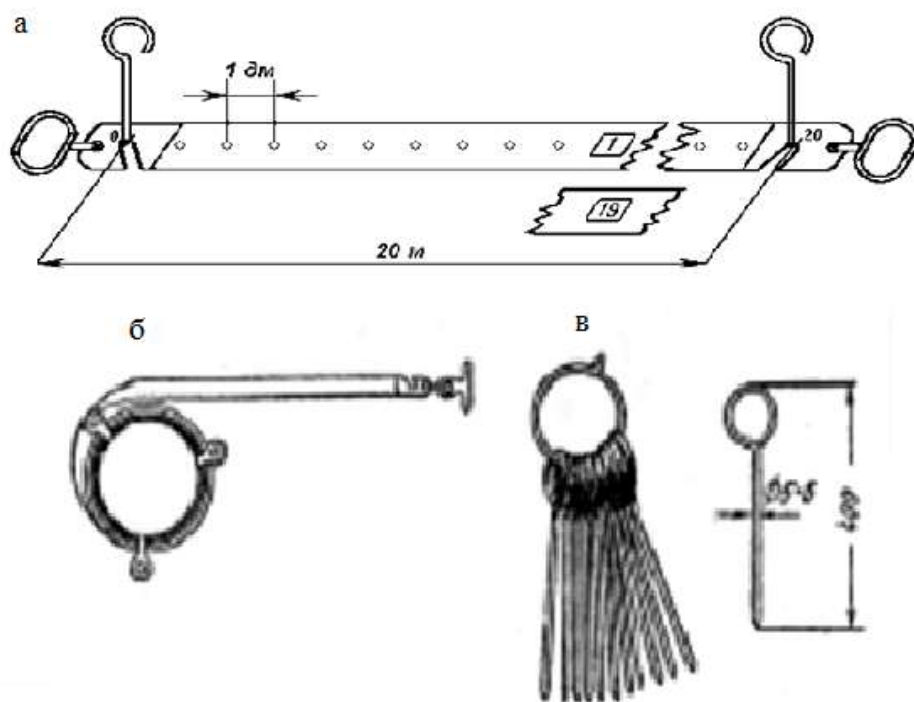
ЛЗ типигаги **штрихли лента-пўлат** тасмадан иборат бўлиб, икки учида доирасимон қия илмоқ расмидаги кесик металл пластинка ўрнатилган; кесиклар эни шпилька диаметрига тенг. Уларнинг маркази қаршисида лента бўйлама ўқига перпендикуляр ҳолда ўлчаш шкаласининг бошини ва охирини

кўрсатувчи штрихлар ўйиб туширилган ва тегишли 0 ва 20 рақамлар билан белгиланган. Бу ерда 20 пўлат лентанинг номинал узунлигини билдиради (6.2-а, расм).



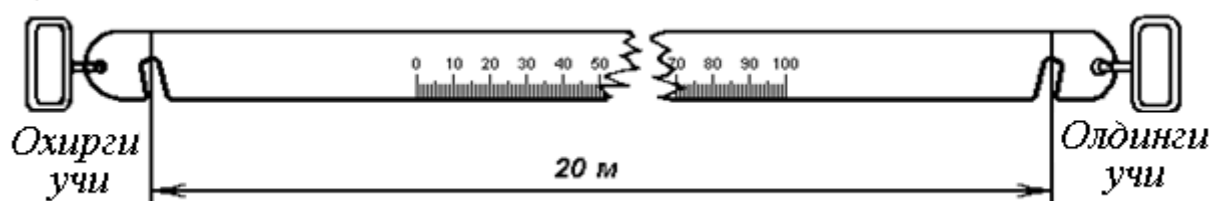
6.2 – расм. Лента турлари

ЛЗ штрихли лента комплектига қуйидагилар киради: 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 илгаклари орқали ерга шпилькалар санчилади.



6.3-расм. Штрихли лента

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



6.4-расм. Шкалали лента

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

ЛТ ер ўлчаш троси – диаметри 2 мм га тенг 7 толали пўлат сим бўлиб, пластмасса қобикда ясалган. У ҳалқа расмидаги металл белбоғчалар билан 1 метрли бўлакларга бўлинган ва ғалтакка ўралган бўлади.

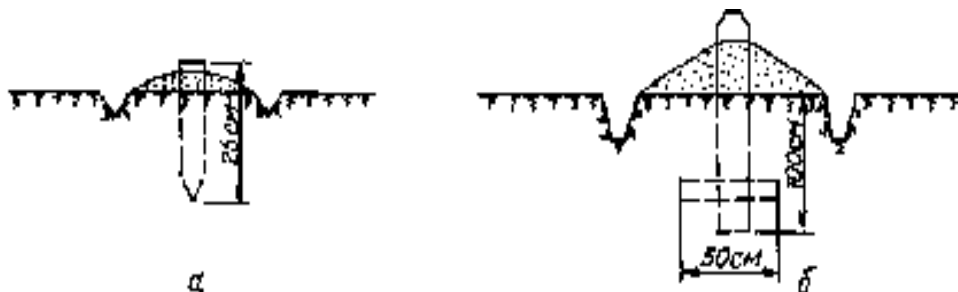
Масофа ўлчашда трос ерда ёзиб қўйилади ва 1 метрдан кичик бўлган қолдиқ кўз билан чамалаб 0,1 м аниқликда баҳоланади.

РС рулеткаси – металл ғилофда жойлаштирилган ғалтакка ўралган пўлат тасма (лента) дан иборат. Рулетка шкаласи бошидан охиригача мм бўлакларга бўлинган ва ҳар см дан 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 (3x25см) билан маҳкамланиб, атрофига учбурчак, тўртбурчак ёки доира расмида ариқча қазилади ва чиққан тупроғи қозик атрофида ўйиб қўйилади (6.5-а, расм).



6.5-расм. Чизик учларини жойда маҳкамлаш

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.

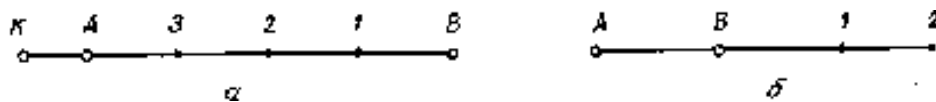
Нуқталарни бир-биридан кўринишини таъминлаш учун улар белгилар веха деб аталувчи махсус таёқлар билан белгиланади. Веха узунлиги 2, 3 ва 4 м, йўғонлиги 3-4 см бўлган, узунаси бўйлаб 10–15 сантиметрли бўлақларга бўлиниб оқ-қора рангга бўялган ва бир учига темир найза қопланган таёқ хисобланади. Жойдаги 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 нуқта орасида чизик олиш ва берилган икки нуқта орасидаги чизикни давом эттириш йўли билан бажариш мумкин.

Биринчисида берилган *A* ва *B* нуқталар (6.6-а, расм) орасида чизик олиш керак бўлсин. Кузатувчи ўз ёрдамчисини *B* нуқтасидан 50-100 м да бўлган *I*-нуқта томон жўнатади, ўзи эса *A* нуқтасидан 10-20 м да жойлашган

нуқтасига туради. Шундан кейин у ўз ёрдамчисига қўлидаги вехани 1 нуқтада чапга ёки ўнгга суришга, *A* нуқтадаги веха 1 ва *B* нуқталаридаги вехаларни тўсмагунча, кўрсатма беради. Кейин ёрдамчи бошқа бир веха билан 2-нуқтага ўтади ва олдингига ўхшаб кўрсатмага биноан у вехани ҳам ўрнатади ва ҳоказо. Бу усулга „ўзига“ қараб чизик олиш дейилади. Агар биринчи оралиқ веха 3 нуқтада, кейин 2 нуқтада ва ҳоказо тартибда ўрнатилса, „ўздан“ чизик олиш дейилади.



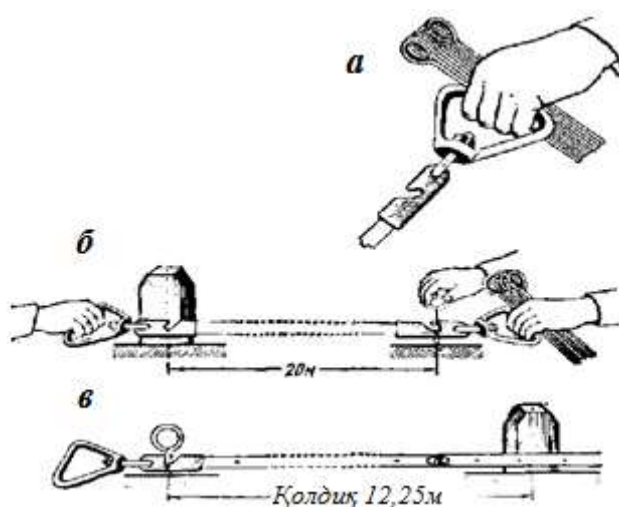
6.6-расм. Чизик олиш схемаси

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

6.3. Пўлат 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 учига қия илгакни қўлидаги шпилькага илиб, уни чизикнинг бош нуқтасида ерга қадаб тутаяди, 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 учига 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 қараб юради; орқадаги ўлчовчи лента учини олдинги ўлчовчи қолдирган шпилькага илади ва ўлчаш юқоридаги каби давом эттирилади. Олдинги ўлчовчи қадаб кетган шпилкаларни 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 қолдик охирида ўлчанади (6.7- в, расм).



6.7- расм. Лента билан чизикни ўлчаш тартиби

Шунда ўлчанган чизик узунлиги қуйидагича ҳисобланади:

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

бу ерда: n – чизикда лентанинг қўйилиш сони;

l_0 – лентанинг номинал узунлиги (20 м);

r – қолдик, лента узунлигидан кам кесма.

Агар ишчи лентанинг ҳақиқий узунлиги номинал узунликдан фарққилса, бунда (6.1) формулани эътиборга олиб, чизик узунлигини қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

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

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

Иккала ўлчаш натижалари бир-бири билан тенг чикса ёки фарқи белгиланган қийматдан ошмаса, ўлчаш тўғри, 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 улар сонини нотўғри ҳисоблашдан ёки шпилькаларни йўқотишдан келиб чиқади. Лентада жойлаштирилган метр ёзувларидан нотўғри санок 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 қолдиқларни ўлчашда эътибор билан метр ёзувларини ҳисоблаш керак.

Булардан ташқари, шпилька ерга тик ва чуқур қадалиб, лентани унга илиб таранг тортилганда шпилька олдинга ёки орқага қийшайиб қолмаслиги керак.

Ўлчанадиган чизикни бошланғич ва охири нуқталарини туташтирувчи тўғри чизикдан ҳар бир қўйилган лента оғиб бориб якуний натижани ошириб юборади, чунки тўғри чизик ўрнига синик чизиклардан иборат чизик ўлчанади.

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

Булардан ташқари, чизик ўлчаш аниқлигига жойнинг нотекислиги ва тупроққопламининг юмшоқлиги ҳам катта таъсир этади. Текис ва тупроққоплами қаттиқ жойда, чизиклар 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 чизикларни ўлчаш кўп йиллик тажрибаси натижаларига таяниб, жой тоифалари бўйича ўлчашни 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 чизик ўлчаш аниқлигини текшириб бориш учун ҳар бир чизик энг камида икки марта ўлчанади (тўғри ва тескари йўналишларда). Ўлчаш хатолари таъсирида бу икки қиймат ўзаро фарққилади ва унга мутлақ хато дейилади. Қанчали ўлчаш аниқ амалага оширилган бўлса, шунча кичик мутлақ хато қийматини кутиш мумкин. Кўпинча на мутлақ хато, на фарқ ўлчаш аниқлигини ифодала олмайди. 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 жудо катта бўлиб, бир неча ўн километр масофа учун эса-кичик ҳисобланади. Шунинг учун битта 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 алиқвотли 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 чизиқ 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 чизиқни яхлит м даги қиймати 319 м бўлса, $319:2000=0,16$ м ни топамиз. Натижаларнинг фарқи эса $318,75-318,64=0,11$ м ни ташкил қилади ва у йўл қўярли нисбий хатодан кичик, яъни $0,11 < 0,16$. Демак, иккала ўлчаш ҳам қониқарли бажарилган ва якуний натижа қилиб, улар арифметик ўрта қийматини оламиз: $(318,75+318,64):2=318,70$ 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 чизиқ 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 қийматларнинг ўртачаси;

M -йўл қўярли нисбий хато махражи.

Олинган мисол учун (6.4) формуладан қуйидагиларни топамиз:

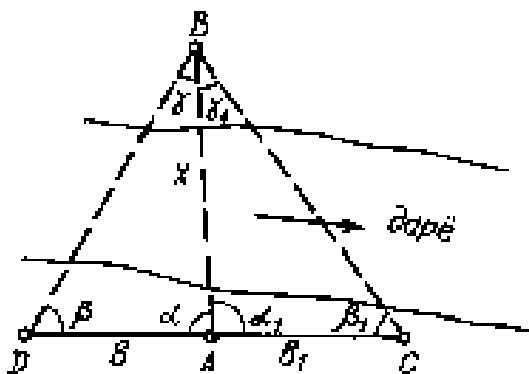
$$\frac{0,11}{318,70} < \frac{1}{2000} \sqrt{2} \text{ ёки } \frac{1}{2897} < \frac{1}{1414},$$

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 чизиқи олиниб, учлари ёғоч козиқлар билан жойда мустаҳкамланади ва уларнинг ораси ўлчов лентаси билан мумкин қадар аниқ ўлчанади. Бу чизиққа базис дейилади.



6.8- расм. Бориб бўлмас масофани аниқлаш схемаси

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:

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

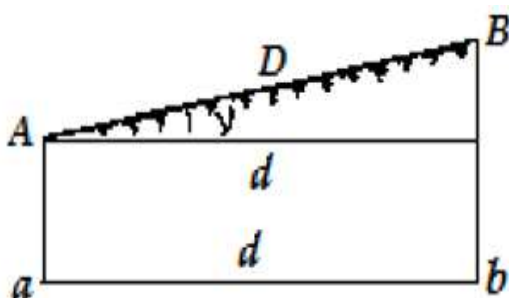
Томон узунлиги x ни аниқлаш учун учбурчак шундай танланиши керакки, базис ва аниқланадиган томонлар қаршисидаги бурчаклар қиймати 30° дан кичик ва 120° дан катта бўлмасин (шунда томон узунлиги аниқроқ топилади).

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

6.5. Ўлчанган қия чизиқнинг горизонтал қуйилишини аниқлаш

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

Жойда AB қия чизиқ (6.9-расм) ўлчанган бўлсин. Ушбу чизиқнинг A нуқтасидан ўтувчи горизонтал чизиққа нисбатан оғиш бурчаги ν ни ташкил қилади.



6.9-расм. Горизонтал қуйилишини аниқлаш

Чизиқнинг горизонтал қуйилиши d га тенг. Агар AB чизиқнинг узунлиги D лента билан, ν бурчаги теодолит билан ўлчанса, улар орқали d қийматини топиш учун 6.9-расмдан ёзамиз:

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

Бу формула бўйича ҳисоблаш калькуляторда осонгина бажарилади.

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

Амалда кўпинча ўлчанган қия чизиқ учун тузатма ΔD ҳисобланади:

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

(6.8)га (6.7)ни қўйиб топамиз:

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

ёки келтириш формуласига асосан ёзамиз:

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

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

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

кўринишда ёзиш мумкин.

Юқорида олинган мисолни бу формулалар бўйича ечиб топамиз:

(6.10) формуладан

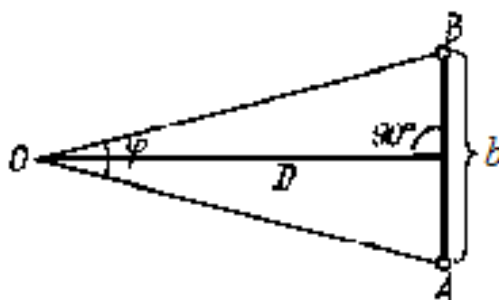
$$\Delta D = 2 \cdot 156,70 \sin^2 \frac{4^\circ 51'}{2} = 0,55 \text{ м.}$$

(6.8) формуладан $\Delta D = D - d = 156,70 - 0,55 = 156,15 \text{ м.}$

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

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 ёкли параллактик учбурчакнинг оптик механик ечиш йўли қўйилган.



6.10-расм. Оптик дальномер билан масофани аниқлаш схемаси

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.

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

- а) доимий бурчакли дальномер;
- б) доимий базисли дальномер;
- в) 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 тасвири дальномерлар). Базис вазифасини вертикал ёки горизонтал ҳолатда ўрнатилладиган дальномер рейкаси бажаради. Оптик дальномерларни кўп йиллик ишлатиш тажрибасининг кўрсатишича, улар масофани осон ва тез ўлчаш имкониятини беради.

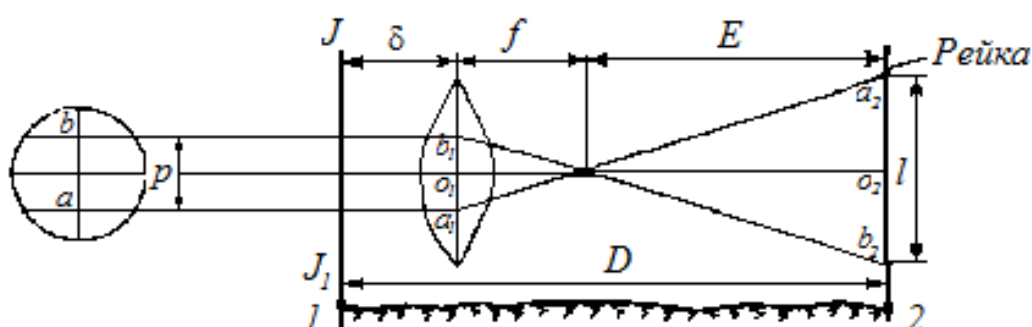
Ипли дальномер. У доимий параллактик бурчакли ва ўзгарувчан базисли дальномерлар турига киради.

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 нуқталаридан ўтувчи визирлаш нурлари ёрдамида ҳосил бўлади. Бурчак киймати штрихлар орасидаги ρ масофага боғлиқ; бурчак учи объектив оптик ўқида жойлашган бўлиб у қўзғалмасдир. Ташқи фокусланувчи трубаларда

(кеплар трубаси) бу нукта объективни олдинги фокус нуктасида бўлади. Ички фокусланувчи трубаларда эса иплар тўри билан объектив оралигида жойлашади.

Ипли дальномер назариясини кеплер трубасининг оптик чизмасида кўриб чиқиш кулайдир.

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. Ипли дальномер билан масофани аниқлаш схемаси

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 ўқи гача бўлган масофа.

Дальномер штрихларидаги b ва a нукталарни рейкага нурлар орқали проекцияласак, рейкада b_2 ва a_2 нукталар ҳосил бўлади (бунда нурлар объективнинг олдинги фокус нуктасидан ўтиши керак). Объектив олдинги фокусидан дальномер штрихларини кўриш бурчаги j ўзгармас, чунки p ва f қийматлар доимийдир. Шунини ҳисобга олиб $F_1a_1b_1$ ва $F_1a_2b_2$ ўхшаш учбурчаклардан ёзамиз:

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

буердан

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

(6.16) формуладан деб белгилаб, (6.14) формулага кўйиб 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 коэффициентлари;

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 тузатмаси 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 дальномерларни афзаллиги тузилиши содда, масофа ўлчаш тез ва осон бажарилади; камчилиги – ўлчаш аниқлиги нисбатан паст ва 1:200-1:400 ни ташкил қилади.

6.7. Электрон дальномерлар ва улар ҳақида

умумий маълумот

Фойдаланиладиган электромагнит тўлқинлар кўринишига қараб бу дальномерлар ёруғлик ва радиодальномерларга бўлинади. Улар билан чизик ўлчаш ўлчанаётган масофадан электромагнит тўлқинларнинг ўтиш вақтини аниқлаш орқали ўлчаш усулига асосланган.

Тебранишларни тарқатиш хусусиятига қараб ёруғлик ва радиодальномерлар импульсли ва фазалига бўлинади. Ҳамма электрон дальномерларда бир хил принципдаги блок-чизма қабул қилинган: дальномер иккита асосий қисмдан ташкил топади—*қабул қилгич* ва *узаткич*, қабул қилгич бошланғич нуқтада ўрнатилади, қайтаргич чизиқнинг охириги нуқтасида ўрнатилади.

Қабул қилгич-узаткичнинг вазифаси электромагнит тўлқинларини қайтаргич томонга юбориш, қайтарилган электромагнит тўлқинларни қабул қилиш ва уларни *қабул қилгич-узаткич-қайтаргич-қабул қилгич-узаткич* йўлида тарқалиши вақтини ўлчашдан иборат.

Қайтаргич юборилган электромагнит тўлқинларини тескари йўналишда қайтаради.

Дальномернинг бу ишлаш принципига асосан ўлчанган масофа куйидагича ҳисобланади:

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

бу ерда: v — ўлчаш давомида электромагнит тўлқинларини ҳавода тарқалиш тезлиги;

t — электромагнит тўлқинлар $2D$ масофани ўтиши учун сарфланган вақт.

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

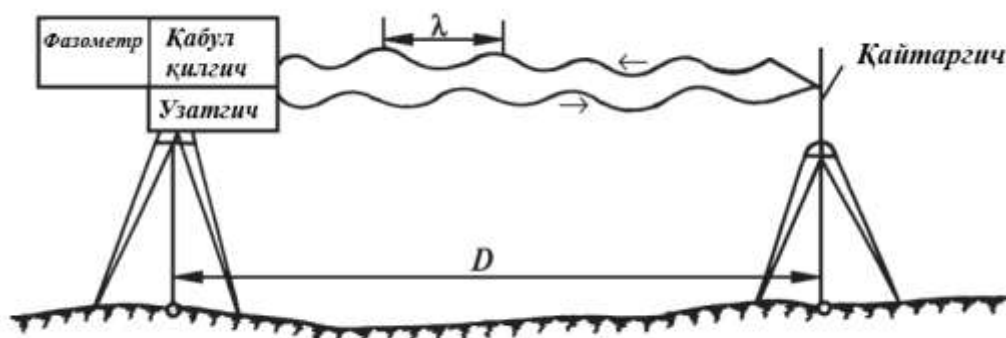
Одатда, импульсли дальномерлардан локатор сифатида фойдаланилади, яъни улар билан масофадан ташқари объектга қараб йўналиш ҳам ўлчанади. Улар аниқлиги паст бўлганлиги сабабли геодезик ўлчаш ишларида кам қўлланилади. Бундай дальномерлардан энг аниқлари аэрофотосъёмкада қўлланилади ва съёмка давомида самолёт 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 тарқатади. Узатгичдан бир қисм қувват шу заҳоти қабул қилгичга ва фазометрга тушади. Қолган қувват қайтаргичгача бориб яна орқага қайтиб, t вақт ўтгандан кейин қабул қилгич ва фазометрга тушади.

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

Узатгич сўнмайдиган f частотали электромагнит тебранишни қайтаргичга қараб узлуксиз тарқатади. Узатгичдан бир қисм қувват шу заҳоти қабул қилгичга ва фазометрга тушади. Қолган қувват қайтаргичгача бориб яна орқага қайтиб, t вақт ўтгандан кейин қабул қилгич ва фазометрга тушади.



6.12 - расм. Фазали дальномернинг ишлаш схемаси

Тебраниш частотаси f маълум бўлганда вақт t ни аниқлаш тебраниш даврининг бутун сонлари N ва давр қолдиғи D ни аниқлашдан иборат бўлади. D қийматига „фаза циклининг домери“ дейилади.

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

Шунга биноан масофани ҳисоблаш асосий формуласи қуйидаги 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, 1:1000-1:1500 тебраниш даврининг хиссасига 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 ва у чизик бош учи нуқтасида марказлаштирилади, қайтаргич эса чизикнинг охириги учида ўрнатилади. Уларда t қийматини ўлчаш икки усулда бажарилади: бевосита импульсли деб аталувчи электрон секунд ўлчагич билан ва билвосита, модуллаштириб қайтаргичга юборилган нур оқими билан ундан қайтиб келганини фазаси бўйича солиштириб аниқлаш усули билан.

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

| Ёруғлик дальномерлар гурухи | Коэффициентлар қиймати | | Масофа ўлчаш чегаралари | |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|---------|
| | <i>a, мм</i> | <i>b, мм</i> | 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 |

Г ва П гуруҳларига кирувчи дальномерлар давлат геодезик тармоқларини барпо этишда ва амалий геодезик ишларда қўлланади. Т гуруҳи эса зичлаш тармоқларини барпо этиш ва топографик ишларда ишлатилади.

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

$$m_D = a + b \cdot D10^{-6} \quad (6.22)$$

бу ерда: *a* ва *b*-коэффициентлар (қийматлари 6.2-жадвалда берилган);

D-ўлчанадиган масофа, мм.

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

T гуруҳдаги дальномерларда ёруғлик тарқатиш манбаи бўлиб қуввати 2-10 мВт бўлган гелий неон газ лазерлари хизмат қилади. Уларга мисол қилиб, „Койфель ва Эссер“ (АШ) фирмасининг Рейджмастер; „АГА Геотроникс“ (Швеция) фирмасининг геодиметрлари 8 ва 600; Россиянинг „Кварц“ ва „Гранат“ ёруғлик дальномерларини кўрсатиш мумкин. Амалий геодезик ишларида қўлланадиган (*T* гуруҳи) дальномерларга МА 100 „Теллуrometer“ (Англия); МСДҚМ, СПОЗ (Россия); Мекометр 3000 „Керн“ (Швейцария) киради.

T гуруҳига кирадиган дальномерлар: 2СМ-2, СМ-5, СТ-5 “Блеск”, 3СМ-2 (Россия); Битл “Пресижи интернейшл” (АҚШ); Эльди 2 “Оптон” (Германия); 100, 112, 14 А, 120 геодиметрлар “АГА Геотроника” (Швеция); СД-6 “Теллуrometer” (Англия) ва бошқ.

Маълумки ҳозирги пайтда геодезия бўйича мутахассисликлари учун асосий асбоб “электрон тахеометрлар” ҳисобланади. Ушбу асбобда мужассамланган электрон дальномер ёрдамида жой шароитини ҳисобга олмасдан осон ва тез равишда юқори аниқлиги билан масофани ўлчаш мумкин.

6.13 ва 6.14-расмларда келтирилган замонавий электрон тахеометрлар масофаларни горизонтал қийматларини аниқлаш учун алгоритмлар билан жиҳозланаган. Инженерлик қидирув ишларни олиб боришда маълумотларни автоматик тарзда реал вақт режимида қайд этиш учун стандартли мосламалар мавжуд.

Масофа ўлчашининг стандартли вақти 1,5 с дан 3 с гача. Такрорий автоматик ўлчашлар мураккаб климатик шароитларда ишончли натижаларни ҳосил қилиш учун қўлланади.⁹

⁹Schofield W., Breach M. Engineering surveying. Oxford, “Elsevier”, 2007, 128-129 pages.



6.13-расм



6.14-расм.

Назорат саволлар:

- 1. Чизиқларни бевосита ўлчаши қуроллари қайсилар ?*
- 2. Пулат лента тузилиши қандай бўлади ?*
- 3. Пулат лентани компорирлаши нима ?*
- 4. Пулат лента билан чизиқ ўлчаши аниқлиги нималарга боғлиқ ?*
- 5. Чизиқни ўлчашига тайёрлаши нима ?*
- 6. Ўлчанадиган чизиқ жойларда қандай маҳкамланади ?*
- 7. Ипли дальномер нима ?*
- 8. Электрон дальномерда чизиқ узунлигини ўлчаши нимага асосланади ?*

НИВЕЛИРЛАШ

7.1. Нивелирлаш моҳияти ва турлари

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

Нивелирлаш умумий атама бўлиб у нуқталар баландлиги ёки улар баландликлари фарқини аниқлашни турли жараёнларида қўлланади. Нивелирлаш план, карталарни тузиш, инженерлик объектларини лойиҳалаш ва қуришида зарур маълумотларни олиш учун бажарилади. Нивелирлаш натижалари: (1) автомобил 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 лойиҳаларни баландлик бўйича жойга кўчиришда; (3)- қурилишда ер ишлари ҳажмини аниқлашда; (4)-ҳудуд ер ости сувлари сатҳини аниқлашда; (5)-ернинг умумий рельефини тасвирловчи карталарни ишлаб чиқишда; (6)- ер қатламини вертикал ва горизонтал сурилишини аниқлашда кенг қўлланади¹⁰.

Фойдаланадиган асбоблар ва методларига қараб қуйидаги нивелирлаш турлари қўлланилади:

Геометрик нивелирлаш геодезик асбоб нивелир ёрдамида ҳосил қилинадиган горизонтал визирлаш нури асосида 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.

¹⁰ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012, 23 page.

Тригонометрик нивелирлаш геодезик асбоб-теодолит-тахеометр, кипрегель асбоблар ёрдамида ҳосил қилинадиган қия нур асосида бажарилади. Бу нивелирлаш тури икки нуқта орасидаги чизиқнинг 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, нуқталарга ўрнатилган шиша найчалар бўйича ўлчанади.

Барометрик нивелирлашда нуқталарга ўрнатилган барометрлар кўрсаткичи бўйича улардаги атмосфера босимининг қийматлари 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 бир хил аэросуратини стереометр, стереокомпаратор ва шуларга ўхшаш махсус асбобларда рельеф моделини ҳосил қилиб, унда ўлчашни бажариш билан амалга оширилади.

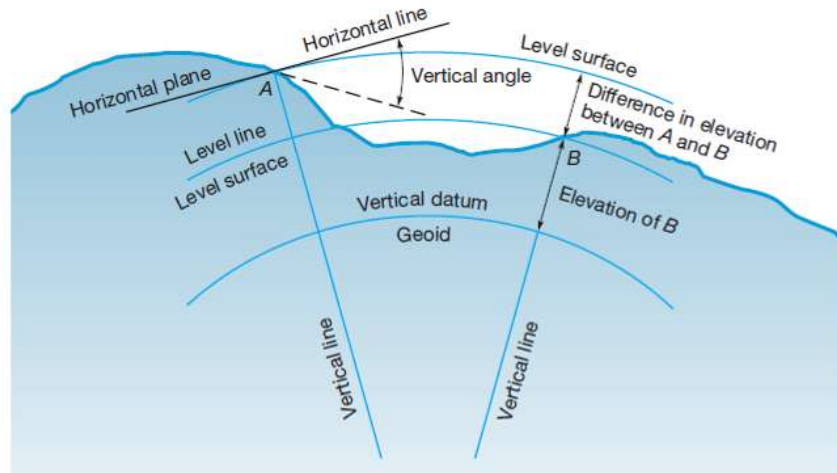
Автоматик нивелирлаш жойнинг бирон-бир йўналиши бўйича профилини махсус нивелир-автомат деб аталувчи асбобда чизиб, профилдан нуқталар нисбий баландлигини аниқлаб олишга асосланган.

Ушбу бўлимда қўлланадиган асосий атамалардан айримлари қўйидаги 7.1- расмда келтирилган.

Вертикал чизиқ – нуқтадаги оғирлик кучи йўналишига тўғри (мос) келувчи шовун чизиғи йўналиши.

Сатҳий юза – ҳар бир нуқтада маҳаллий шовун чизиғи йўналишига перпендикуляр бўлган эгри чизиқ (оғирлик кучи йўналишига мос йўналиш). Сатҳий юза тақрибан сферик расмга эга. Тинч ҳолатдаги сув сатҳи текис сирт

мисоли бўла олади. Алоҳида участкаларда ҳар хил баландликка эга сатҳий юзалар концентрик расмларга эга.



7.1 – расм. Нивелирлаш терминлари

| | | | |
|-------------------------|----------------------------|--|---|
| <i>Horizontal plane</i> | <i>Горизонтал текислик</i> | <i>Vertical datum</i> | <i>Вертикал датум (нул нуқта)</i> |
| <i>Level line</i> | <i>Сатҳий чизиқ</i> | <i>Geoid</i> | <i>Геоид</i> |
| <i>Level surface</i> | <i>Сатҳий юза</i> | <i>Difference in elevation between A and B</i> | <i>A ва B орасидаги баландлик фарқи</i> |
| <i>Vertical line</i> | <i>Вертикал чизиқ</i> | <i>Elevation of B</i> | <i>B нинг баландлиги</i> |
| <i>Horizontal line</i> | <i>Горизонтал чизиқ</i> | | |
| <i>Vertical angle</i> | <i>Вертикал бурчак</i> | | |

Сатҳий чизиқ – сатҳий юзадаги чизиқ эгри чизиқ бўлади.

Горизонтал текислик – оғирлик кучининг айрим йўналишига перпендикуляр текисликдир. Съёмка текислигида бу текислик маҳаллий вертикал перпендикулярдир.

Горизонтал чизиқ – горизонтал текислигидаги чизиқ; съёмка текислигида ушбу чизиқ маҳаллий вертикалга перпендикулярдир.

Ихтиёрый баландлик боғланган нул нуқта. Ушбу сатҳий юза таянч нуқта ҳам деб аталади, чунки унга боғланиб нуқталар баландлигини шу нуқтага нисбатан ҳисоблаб топилади. ¹¹

¹¹ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, “Pearson”, 2012, 23 page.

Баландлик – вертикал таянч нуқтадан бошлаб аниқланадиган нуқтага вертикал бўйича ўлчанган масофа. Агар A нуқтаси баланлиги 802.46 футни ташкил қилса, ушбу A нуқта 802.46 футга таянч нуқтага қараганда баланд. Нуқта баландлигини уни таянч нуқтага нисбатан баландлиги деб аталади.

Геоид-барча баландликларга ҳамда астрономик кузатишларга таянч бўлиб хизмат қилувчи махсус сатҳий юза.

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 чизиғи ёрдамида нуқталар орасидаги нисбий баландликларни ўлчаш учун хизмат қилади. У ўзидан кўриш трубаси билан цилиндрик адилак ёки компенсатор билан бирикмасини тақозо этади. Ҳам адилак ва ҳам компенсатор кўриш трубаси визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш учун хизмат қиладилар.

Шунинг дек, 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 (7.2 – расм). Бунда нивелир нуқталарни туташтирувчи чизиқ 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.

7.2 – расмдан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$a = h + b, \quad (7.1)$$

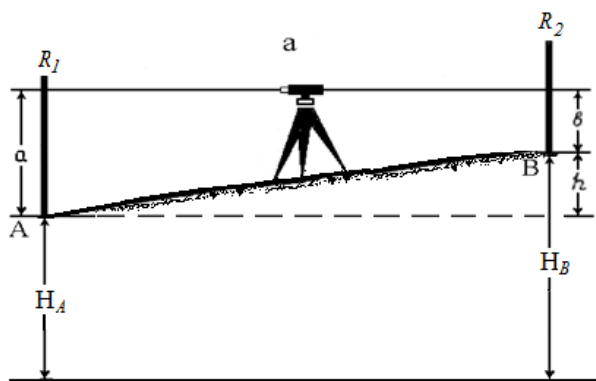
бундан

$$h = a - b, \quad (7.2)$$

яъни нисбий баландлик h орқадаги a ва олдинги b рейкалардан олинган санокларнинг айирмасига тенгдир.

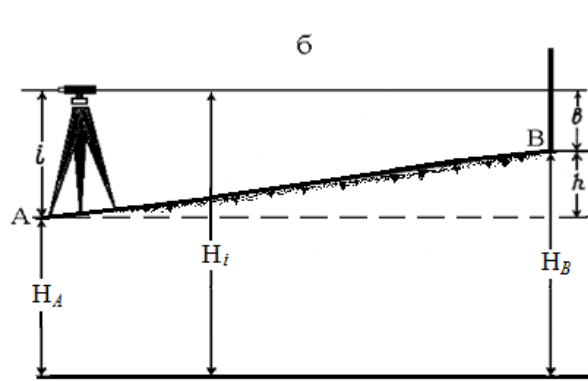
Нивелирлаш A нуқтадан бошлаб B нуқта йўналиши бўйлаб олиб борилиши учун A орқадаги, B олдинги нуқта ҳисобланади. Шундай қилиб, нисбий баландлик орқадаги ва олдинги рейкалардан олинган саноклар айирмасига тенг. Агар $a > b$ бўлса, нисбий баландлик мусбат, $a < b$ бўлса, манфий ишорали бўлади.

2. Олдинга нивелирлаш. Нисбий баландликни олдинга нивелирлаш усулида ўлчаш учун нивелир асбоби шундай ўрнатиладики, унинг окуляри A нуқтасидан ўтувчи шовун йўналишига тўғри келсин (7.3 – расм),



Океан сатҳий юзаси

7.2 – расм.



Океан сатҳий юзаси

7.3 – расм.

B нуқтасида 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 тенгдир.

Нивелирлаш натижасидан фойдаланиб, A нуктасининг баландлиги H_A бўйича, B нуктасининг баландлиги H_B ўлчанган нисбий баландлик ёки асбоб горизонти орқали ҳисобланиши мумкин.

7.3-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 қўшилганига тенг. B нуктасининг баландлиги H_B асбоб горизонти орқали қуйидагича ҳисобланади (7.3-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 оралиқга айтитлади.

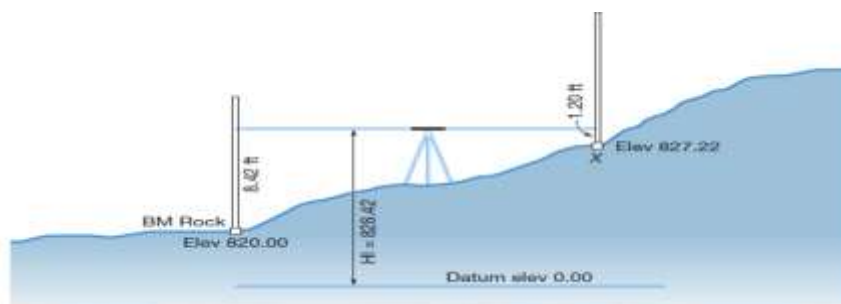
Нукталар баландлигини асбоб горизонти орқали ҳисоблаш, масалан, ерларни вертикал текислашда бир неча нукталар лойиҳа белгисини бир бекатдандан (нивелир ўрнатилган жой) туриб жойга кўчиришда қулайлик туғдиради.

Чет эл адабиётларда геометрик нивелирлаш дифференциал нивелирлаш атамаси билан изоҳланган. Ўлчашни асосий принципи 7.4-расмда келтирилган. Асбоб BM Rock (репер) ва X нукталари орасидаги масофани яримида ўрнатилган. Фараз қилайлик BM Rock репернинг баландлиги 820.00 фут бўлсин, асбоб ишчи ҳолатга келтириб кўриш трубаси BM нуктасидаги рейкага қаратилади ва олинган санок 8.42 фут бўлсин.

7.4-расмга кўра орқадаги нукта баландлигига унда ўрнатилган рейкадан олинган санок (+S)ни қўшсак, асбоб горизонти (H_i)ни ҳисоблаш имконини беради, яъни бошланғич деб қабул қилинган сатҳдан асбобнинг визир чизиғигача бўлган вертикал масофа аниқланади. Юқорида олинган санок 8.42

футни BM Rock баландлиги 820.00 га қўшиб $H_i = 828.42$ фут эканини топамиз¹².

Юқорида кўриб чиқилган нивелирлаш оддий нивелирлаш дейилади. Агар нивелирланадиган икки нуқта орасидаги масофа катта бўлса, нивелирлаш учун у бир нечта бўлақларга бўлиниб нивелирлаб чиқилса, унга **мураккаб ёки кетма-кет нивелирлаш** дейилади.



7.4-расм. Дифференциал нивелирлаш¹³

7.3. Кетма-кет геометрик нивелирлаш

Кетма-кет геометрик нивелирлашда нивелирланадиган AC чизиғи (7.5-расм) бўлақларга бўлинади ва ҳар бир бўлақ алоҳида бекатлардан нивелирланади. Нивелирни биринчи бекат J_1 да ўрнатиб, 1-нуқтанинг A нуқтасига нисбатан нисбий баландлиги ўлчанади:

$$h_1 = a_1 - b_1. \quad (7.8)$$

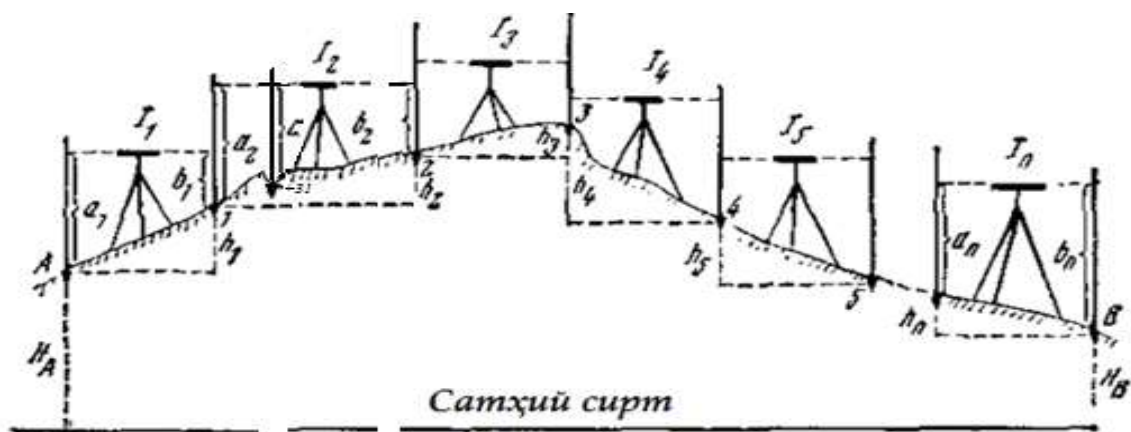
Кейин нивелир J_2, J_3, \dots, J_n бекатларга кетма-кет ўрнатилиб, ҳудди шутарзда 1 ва 2; 2 ва 3 ва ҳоказо нуқталарнинг нисбий баландлиги h_2, h_3, \dots, h_n ўлчанади.

Агар нивелирлаш n та бекатда бажарилган бўлса, умумий нисбий баландлик қуйидагига тенг бўлади:

$$h_0 = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum_1^n h \quad (7.9)$$

¹² Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012, 23 page.

¹³ Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012, 23 page.



7.5-расм.

ёки

$$h_0 = \sum_1^n (a - \epsilon) = \sum_1^n a - \sum_1^n \epsilon \quad (7.10)$$

яъни охири нукта B ни бошланғич нукта A га нисбатан нисбий баландлиги орқадаги рейка бўйича саноклар йиғиндисидан олдинги рейка саноклари йиғиндисининг айирмасига тенг.

Агар нивелирлаш охири нуктанинг баландлиги H_B ни аниқлаш мақсадида бажарилган бўлса, бошланғич нукта баландлиги H_A дан фойдаланиб, у қуйидагича ҳисобланади:

$$H_B = H_A + h_0. \quad (7.11)$$

Нивелирлаш AB чизигининг бўйлама профилини тузиш мақсадида бажарилса, унда 1, 2, . . . нукталар баландлигини ҳам ҳисоблашга тўғри келади, яъни

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= H_A + h_1 \\ H_2 &= H_1 + h_2 \\ \dots & \\ \dots & \\ \dots & \end{aligned} \right\}. \quad (7.12)$$

Бу формуладан кўринишича 1, 2, 3, . . . нукталар орқали нивелир йўлида баландликлар кетма-кет узатилади ва уларга **боғловчи нукталар** дейилади.

Амалий ишларда боғловчи нукталар кўпинча белгиланган бир хил масофалар (100, 40, 20 м)да олинади ва шунинг учун улар ҳар доим ҳам жой

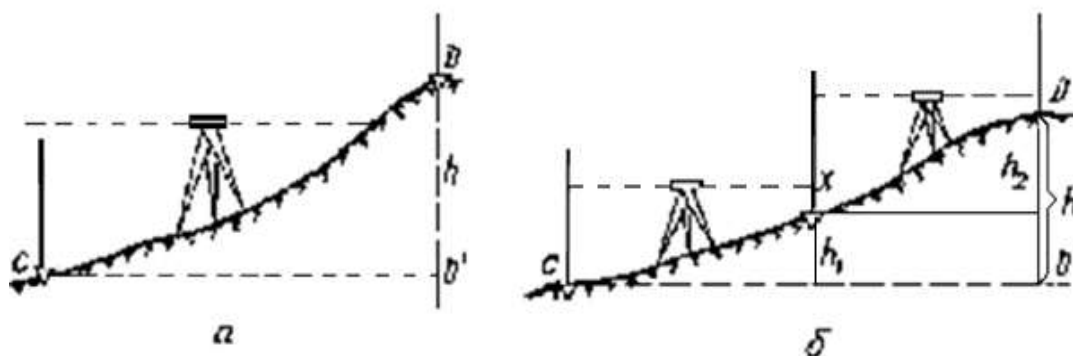
рельефининг паст-баланд нуқталарига тўғри келавермайди. Рельефни батафсил тасвирлаш учун бу нуқталар баландлигини ҳам топишга тўғри келади. Бундай нуқталарга оралиқ ёки плюс нуқталари дейилади ва улар орқадаги энг яқин боғловчи нуқтадан бошлаб ўлчанган масофа билан белгиланади (7.5-расмда J_2 бекатдаги +31 нуқта).

Оралиқ нуқталарнинг баландлиги тегишли бекатда ҳисобланадиган асбоб горизонти орқали топилади. Масалан, +31 нуқта учун (7.6) ва (7.7) формулаларга асосан баландлик қуйидагича 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 қўшни боғловчи нуқталарни бир бекатдан нивелирлаш имкони бўлмай қолади (7.6-а расм). Масалан, горизонтал нур рейка устидан ўтиши мумкин. Бундай ҳолда орада x нуқта деб аталувчи қўшимча боғловчи нуқта олинади (7.6 -б расм). Унгача бўлган масофа ўлчанмайди. Расмдан кўринишича, ўлчаниши керак бўлган умумий нисбий баландлик h алоҳида-алоҳида ўлчанган нисбий баландликлар h_1 ва h_2 йиғиндисига тенг. Қияликнинг катта-кичиклигига қараб икки боғловчи нуқта орасида битта ёки бир нечта икс нуқталари олиниши мумкин.



7.6- 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 беката 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.

7.7-расмдан визир чизиғи MJN 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:

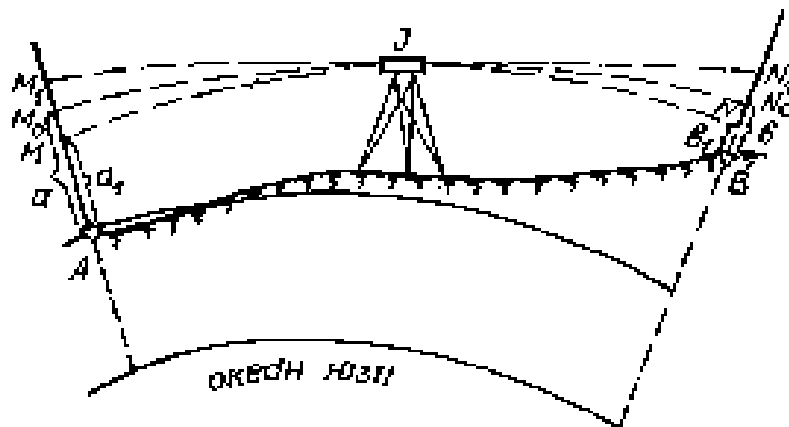
$$h = (a_1 + MM_1) - (b_1 + NN_1), \quad (7.15)$$

бу ерда: $MM_1 = k_1$; $NN_1 = k_2$ – ер эгрилиги учун тузатмалар бўлади.

Аслида ёруғлик нури фақат ҳавонинг бир хил муҳитида тўғри чизиқ кўринишида тарқалади.

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_1JN_1 визирлаш нури (7.7-расм) M_0JN_0 эгри чизик бўйича йўналади ва $MM_1=k_1$ 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:



7.7- расм.

$$\left. \begin{aligned} a &= a_1 + k_1 - r_1 \\ b &= b_1 + k_2 - r_2 \end{aligned} \right\} \quad (7.16)$$

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 қуйидагига 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 фарз 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 қуйидагича ифодаланади:

$$K = \frac{R}{R_1}. \quad (7.22)$$

Бу нисбатга ернинг синдириш коэффициенти 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 қуйидагига 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, рефракцияни 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).

$$m_h = \sqrt{m_a^2 + m_e^2}, \quad (7.26)$$

бу ерда m_a , m_e – орқадаги ва олдинги рейкалардан олинган саноклар ўрта квадратик хатоси.

Юқорида (IV бобда) кўриб чиқилган далилларга асосланиб $m_a = m_e = m_{\text{кар}}$ деб қуйидагини ёзиш мумкин:

$$m_h = m_{\text{кар}} \sqrt{2}, \quad (7.27)$$

бу ерда $m_{\text{кар}}$ - рейкага қараш хатоси.

Рейкага қараш хатоси $m_{\text{кар}}$ қийматига таъсир этувчи хатолар қуйидагича ҳисобланади.

1. Кўриш трубагининг 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, $m_{\text{адл}} \approx \pm 1$ мм.

2. Рейкадан санок олишнинг ўрта квадратик хатоси $m_{\text{р.с}}$, у қуйидагига тенг:

$$m_{p.c.} = \pm \left(0,136 \frac{S}{V} + 0,0292t \right) \quad (7.29)$$

бу ерда: V – кўриш трубасининг катталаштириши;

t – рейканинг бўлак қиймати (мм да).

Агар $S=100$ м; $V=20^{\times}$; $t=10$ мм бўлса, $m_{p.c.} \approx \pm 1$ мм.

3. Кўриш трубасининг ҳалқилиш қобилятига боғлиқ бўлган рейкадан саноқ олиш хатоси $m_{x.k.}$ масофага пропорционал ҳолда таъсир этади:

$$m_{x.k.} = \frac{60''}{V\rho''} S \quad (7.30)$$

$V=20^*$; $S=100$ м бўлса, $m_{x.k.} \approx \pm 1$ мм.

4. Рейканинг дециметрли бўлаklarининг тасодифий хатоси $m_{p.b.}$ ни $\approx \pm 0,5$ мм деб қабул қилиш мумкин.

Кўриб чиқилган хатолар бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ўлчаш натижасига таъсир этади деб қабул қилиб, қуйидагини ёзиш мумкин:

$$m_{кар} = \sqrt{m_{в.ў.}^2 + m_{p.c.}^2 + m_{x.k.}^2 + m_{p.b.}^2} \quad (7.31)$$

Бу формулага қийматларини қўйиб чиқиб (7.27) га асосан $m_h = 2\sqrt{2} = \pm 3$ 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 қуйидагига 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 оптик нивелирлар*-Н-05, Н-05К (Россия), *рақамли нивелирлар* Trimble Dini (АҚШ), Leica DNA 03 (Швейцария); *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 рақамалар 1 км иккиланган нивелир йўлида йўл кўярли 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” рақам, модел тартиб рақами ҳисобланади. Юқорида кўрсатилган Н-05, Н-3 ва Н-10 нивелирлар ҳам қараш трубасида цилиндрик адилаккли ва ҳам компенсаторли вариантларда ишлаб чиқарилади. Жаҳонда геодезик асбобларни ишлаб чиқариш тажрибасига кўра ҳозирги пайтда асосан кемпенсаторли нивелирлар ишлаб чиқарилади. Аниқланишича бундай нивелирлар иш унунмдорлигини 10-15% га оширади.

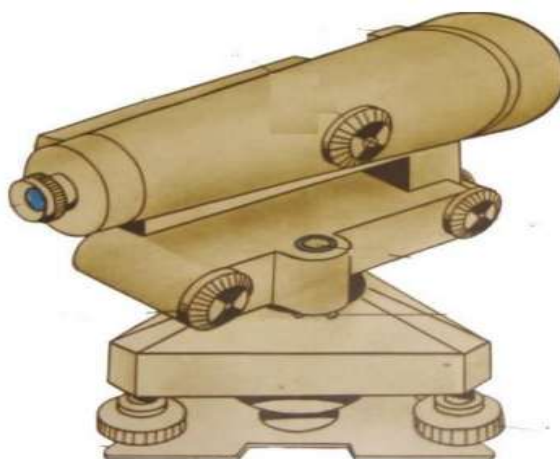
Юқори аниқликдаги нивелирлар давлат тармоғларда, геодинамик полигонларда I ва II синф нивелирлаш йўлларни ўтказишда, аниқ нивелирлар III ва IV синф нивелирлаш ишларида асосан қўлланилади, техник нивелирлар топографик съёмкалар асосини яратишда ва қурилиш майдончаларида қўлланилади.

Ҳозирги кунда амалда кенг қўлланилаётган нивелирларнинг техник кўрсаткичлари 7.1-жадвалда берилган.

| Кўрсаткичлар | Нивелир турлари | |
|---|------------------|-------------------|
| | Н – 3/ Н – 3К | Н – 10/ 2Н10КЛ |
| 1км йўлда икки томонга бажариладиган нивелирлашдаги ўрта квадратик хато, мм | 3 | 10 |
| Трубанинг катталаштириши, кара | 30 | 20 |
| Цилиндрик адилак бўлагининг қиймати, 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 нивелирни тузилиши

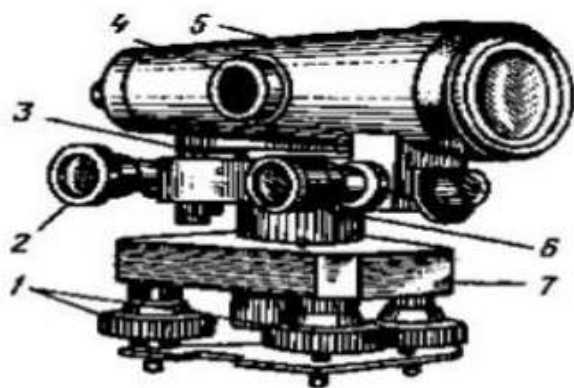
Н-3 нивелири. Цилиндрик адилак ва эливаця винтига эга аниқ нивелир (7.9-расм). III ва IV синф нивелирлаш, инженерлик қидирув ва қурилиш ишларига мўлжалланган. Нивелир таглиги 7 учта кўтаргич винтларига эга, қараш трубаси ва цилиндрлик (контактли) адилак 11, асбобни вертикал ўқи атрофида айланувчи умумий корпус 5 орқали ўзаро қоғоз қилиб ўрнатилган. Қараш трубасини рейкага қаратиб винт 8 билан қўзғалмас маҳкамланади ва кремальера винти 4 билан рейка тасвири аниқлаштирилади, қараткич винт 6 билан труба рейкага аниқ қаратилади. Эливаця винти 2 ёрдамида қараш турубасини цилиндрлик адилак билан бирга кичик қийматга



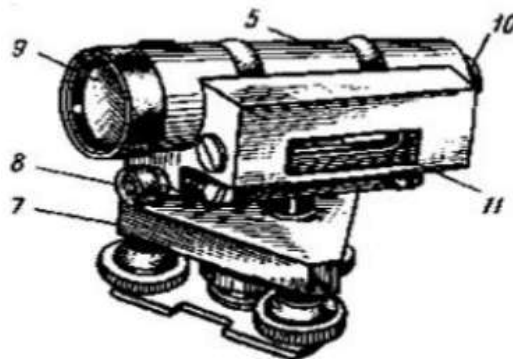
7.8-расм

вертикал текисликда қиялаштириш мумкин. Окуляр 10 томонидан цилиндрик адилак қутичаси қопқоқча 13 билан ёпилади. Қопқоқча остида тузаткич винтлари жойлашган бўлиб улар ёрдамида адилак ўқини труба визир ўқиға параллел келтириш амалға оширилади.

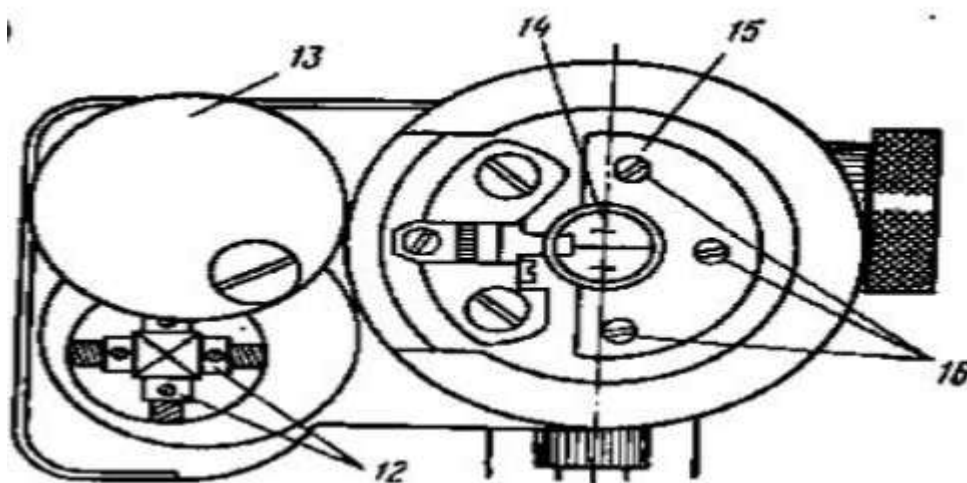
а)



б)



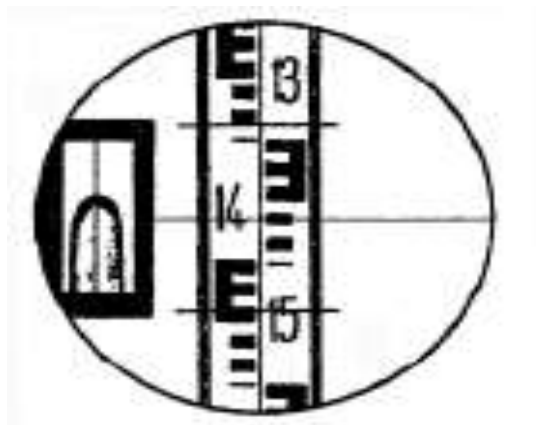
7.9-расм



7.10-расм

Кўриш трубасининг майдонида рейка ва адилак пуфакчаси учларининг тасвири 7.11-расмда келтирилган.

Иплар тўри окуляр 9 олдида жойлашган бўлиб, тузатиш винтларига эга эмас.



Н-3 нивелирида санок: 1465

Дальномер саноклари: 1389, 1542

7.11-расм.

Доиравий адилак 3 (7.9-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.

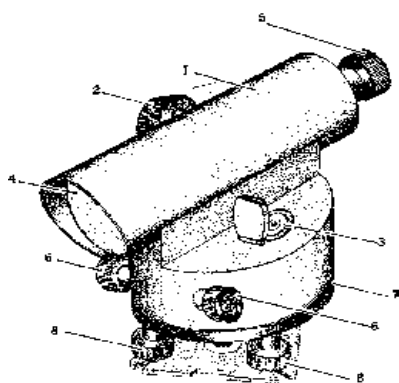
Компенсаторли Н-3К нивелири. Бу нивелир –Н-3 нивелирининг ўзгартирилган конструкцияси бўлиб, маятникли оптик-механик компенсаторга эга. Трубанинг визир ўқи ушбу компенсатор ёрдамида ўз-ўзидан автоматик равишда горизонтал ҳолатга келтирилади. Цилиндрик адилак ўрнатилмаган. Кўриш трубасининг маҳкамлаш винти йўқ, қаратиш винти эса червякли винт кўринишида бажарилган ва окуляр 5 дан қараб буралади.

Н-3К нивелири (7.12-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 қиймати $10'$ 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

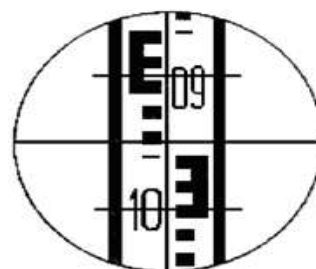
эмас. Икки ёнбошдаги чексиз бурайдиган қаратиш винтларидан хоҳлаган биттаси билан трубани рейкага аниқ тўғрилаш мумкин.

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.

7.13-расмда Н-3К нивелири кўриш трубасида рейка тасвири кўрсатилган.



7.12 - расм.



Н-3К нивелирида

Санок: 0989

Дальномер саноклари: 0935, 1043

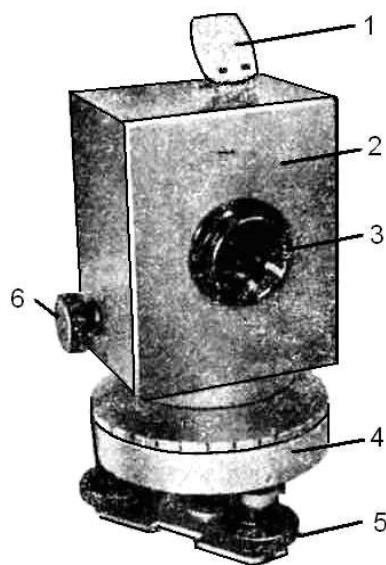
7.13 - расм.

Н-3К нивелири Н-3КЛ ва 2Н-3КЛ шифрлари билан горизонтал лимб конструкциясида чиқарилади. Лимб бўлагининг қиймати 1° га тенг. Лимбдан санок $0,1^\circ$ аниқликда олинади.

Техник Н10КЛ нивелири. Н 10КЛ нивелири техник аниқлиги нивелирлар турига кирази ва у техник нивелирлашни 1 км нивелир йўлини икки томонга 10мм гача ўрта квадратик хатолиги билан бажариш учун мўлжалланган (7.14- расм). Аниқлиги нивелир компенсатор ва лимб билан таъминланган.

Н10КЛ нивелири катталаштириши 20^x кўриш трубасига эга, горизонтал доира лимбининг бўлак қиймати 1° , горизонтал бурчаклар $6'$ ўрта квадратик хато билан ўлчанади. Бўлак қиймати (2мм) $10'$ га тенг доиравий адилак орқали асбоб иш ҳолатга келтирилади. Асбобнинг ташқи қисми энгил термо

изоляция қопқоқ билан ёпилган. Асбобни тузатиш учун иплар тўри ва адилак тузатгич винтлар билан таъминланган. Нивелир предмет тасвирини



7.14 - расм. Н-10КЛ нивелири:

1-доиравий адилак; 2-қопқоқ; 3-объектив;

4-таглик; 5-кўтаргич винт; 6-кремальера винти.

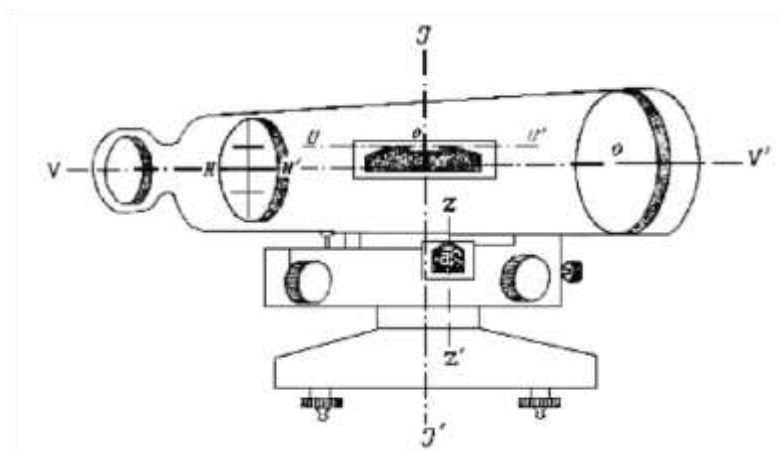
тўғри ҳосил қилувчи оптик системаси билан жиҳозланган. Компенсатор горизонтал текисликка нисбатан нивелиринг вертикал ўқидан $\pm 15'$ ораликда оғишида бир хил ҳолатни эгаллайди. Компенсаторнинг доимий ҳолатини сақлаш шарикподшипникли маятник ёрдамида амалга оширилади. Ҳаволи демпфер билан тўхталадиган компенсаторнинг тебранишини тинчитиш вақти 2 секунддан ошмайди.

7.8. Нивелирларни текшириш ва тузатиши

Дала ишларига чиқишдан олдин нивелир синчиклаб кўриқдан ўтказилиб тадқиқ қилинади. Ҳар қандай ишга яроқли нивелир қуйидаги 7.15–расмда келтирилган геометрик шартларни қаноатлантириши керак.

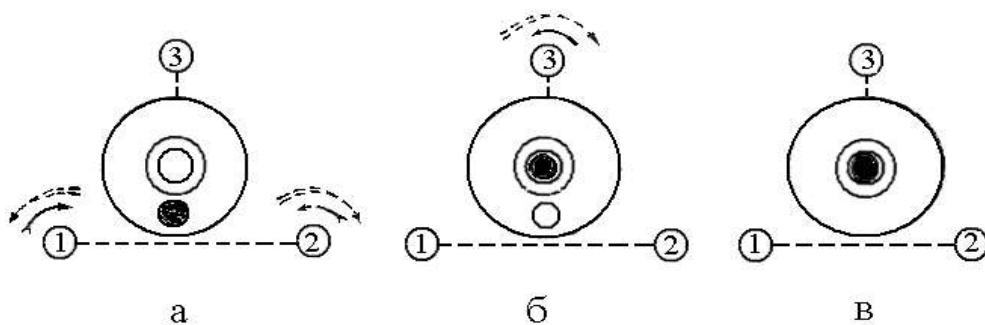
1. Доиравий адилак ўқи нивелирнинг айланиш ўқиға параллел бўлиши керак ($ZZ' \parallel JJ'$, 7.15 – расм).

2. Кўтаргич винтлар ёрдамида доиравий адилак пуфакчаси ноль пунктга



7.15 – расм. Нивелирнинг асосий геометрик ўқлари
JJ' - нивелирнинг айланиш ўқи; *ZZ'* - доиравий адилак ўқи;
VV' - трубаинг кўриш ўқи; *UU'* - цилиндрик адилак ўқи;
HH' - иплар тўрининг горизонтал ипи.

келтирилади. Бунда аввал иккита кўтаргич винт ёрдамида пуфакчани ноль пункт қаршисига олиб келинади (7.16-а расм), кейин эса учинчи кўтаргич винт ёрдамида ноль пунктга келтирилади (7.16 - б расм). Нивелир айланиш ўқи атрофида 180° га бурилади (7.16 -в расм). Агар пуфакча ноль пунктда қолса, шарт бажарилган бўлади. Агарда



7.16 –расм. Доиравий адилак пуфакчасини ўртага келтириш тартиби
 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.

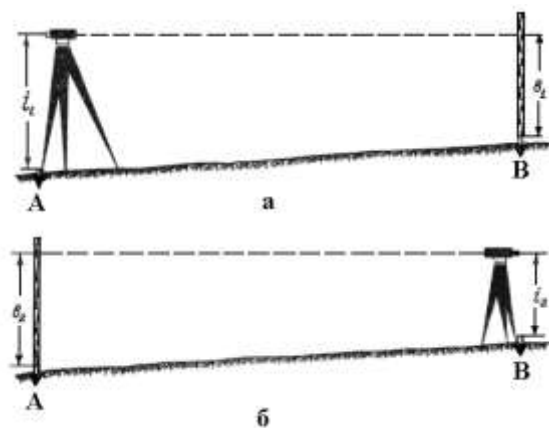
2. *Иплар тўрининг горизонтал ипи нивелирнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак ($HH' \perp JJ'$, 7.15-расм).*

Бу шартни текшириш учун нивелирдан 8 – 10 м масофада рейка ўрнатилади ва унга кўриш трубаси 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, яъни саноклар 1 мм дан кўпга фарк 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).

Бунга нивелирларнинг асосий геометрик шарти дейилади. Бу шартни текшириш учун бир-биридан 50 - 70м масофада турган А ва В нуқталарига қозик қоқилади (7.17 –расм). А ва В нуқталарининг оралиғи тўғри ва тескари йўналишда олдинга нивелирлаш усули билан нивелирланади. Бунинг учун А нуқтаси ёнига нивелирни окуляр шоқул чизиғи бўйича нуқта (қозик) устига тўғри келадиган қилиб ўрнатилади ва қозик устидан окуляр марказигача бўлган баландлик-нивелир баландлиги i_1 рейка ёрдамида ўлчанади. Кейин рейка В нуқтасидаги қозик устига вертикал қилиб қўйилади ва унга кўриш трубаси қаратилиб b_1 саноғи олинади (7.17 –расм, а).

Энди айнан шундай иш тескари йўналишда бажарилади; бунда В нуқтаси ёнига ўрнатилган нивелирнинг баландлиги i_2 ўлчанади ва А нуқтасидаги қозик 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).



7.17 –расм.

Асосий геометрик шартнинг бажарилмаслик хатоси ҳқуйидаги 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 холда, цилиндрик адилакли нивелирларда цилиндрик адилак ўқининг ҳолати, компенсаторли нивелирларда эса кўриш ўқининг ҳолати тузатилиши керак. Бунинг учун рейкадан охириги марта олинган санокнинг тузатилган 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 адилаккли нивелирларда текширилади. Кўриш трубаси кўтаргич винтлардан бирининг йўналиши бўйича ўрнатилади ва адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири туташтирилиб, 50 - 70м 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.

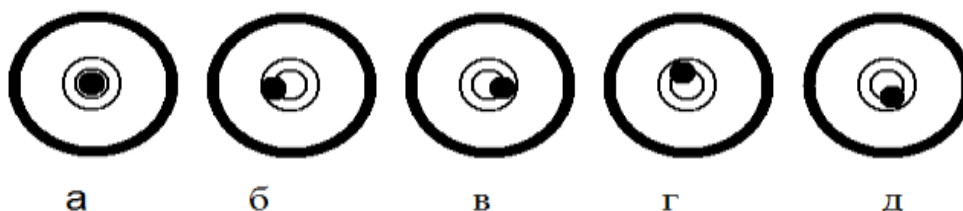
Агар санок ўзгармаган ҳолда пуфакча ярим паллаларининг тасвири туташган ҳолда қолса, ёки фақат бир томонга силжиса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда, яъни санок ўзгармаганда пуфакча ярим паллаларининг тасвири қарама-қарши томонга силжиса, бу силжиш цилиндрик адилакнинг ёнбош тузатгич винтлари ёрдамида бартараф қилинади.

Ҳар галгидек, текшириш такрорланиши керак.

5. Компенсаторнинг тўғри ишлашига ишонч ҳосил қилиш керак.

Демак, бу шарт компенсаторли нивелирларда текширилади.

Бунинг учун нивелирдан 40-50м масофада рейка қўйилади ва доиравий адилакнинг пуфакчаси ноль пунктда бўлганда (7.16–расм, а) рейкадан b_a саноғи олинади. Кейин кўтаргич винтлар ёрдамида пуфакча окуляр, объектив, чап ва ўнг томонларга бир бўлакка оғдирилиб (7.18-расм, б, в, г ва д), рейкадан b_b , b_v , b_r ва b_d саноклари олинади.



7.18-расм. ***Компенсаторнинг тўғри ишлашини текшириш***

Бу саноклар дастлабки олинган b_a саноғидан 1мм дан ортиқ фарк қилмаслиги керак. Акс ҳолда компенсатор нивелир ишлаб чиқарилган заводда ёки махсус устахоналарда созланади.

7.9. Нивелир рейкалари ва уларни текшириш

Нивелир рейкалари сифатли ёғочдан ясалган бўлиб, узунлиги 3 ёки 4 м (3000 ёки 4000 мм), калинлиги 2 – 3 см ва эни 8 см га тенг (7.19-расм). Рейкага шашкасимон сантиметрли бўлақлар чизилган ва дециметрли оралиқлар араб рақамлари билан кўрсатилган. Бўлақлар ҳисоби рейканинг пастки учидан (товонидан) бошланади. Дециметрли бўлақларнинг бошланиши чизиқча билан белгиланган.

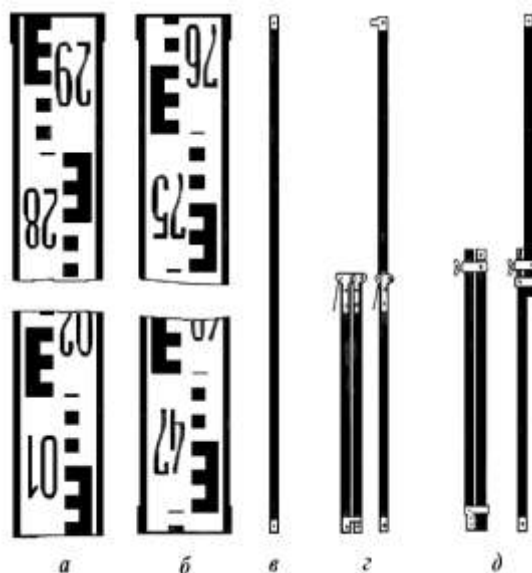
Рейка эгилмайдиган ва чидамли бўлиши учун кўштавр кесимли қилиб ясалган ва икки учига металл (тунука) қопланган. Рейкалар бир томонли (бўлақлар бир томонига чизилган) ва икки томонли (бўлақлар икки томонига чизилган) бўлади. Икки томонли рейкаларнинг бир томонидаги шашкасимон бўлақлар оқ ва қора, иккинчи томонидагилари эса оқ ва қизил рангга бўялган бўлади. Шунинг учун рейканинг қора рангли томони-қора томон, қизил рангли томони-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 (7.19-а расм), қизил томонида эса ихтиёрий сондан, масалан 4687 мм дан (7.19-б расм) бошланади. Натижада нивелирлашда қўлланилаётган рейкалар жуфтнинг қора ва қизил томонидан олинган саноклар фарқи доимий қийматга тенг бўлади. Икки томонли рейкалар қўлланилганда нивелирнинг баландлиги ўзгартирмасдан туриб нисбий баландликни икки марта, яъни қора томондан олинган саноклар ва қизил томондан олинган саноклар бўйича аниқлаш мумкин.

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 (7.20-в расм) ёки букланадиган қилиб чиқарилади. Баъзан букланмасдан, сурилиб йиғиладиган (йиғма) рейкалар (7.19-д расм) ҳам тайёрланади.



7.19-расм.

Дала ишларини бошлашдан олдин рейкаларнинг бутунлиги, бўлақлар ва рақамлар бўёғининг кўчмаганлиги, маҳкамлаш мосламаларининг ишлаши (букланадиган ёки йиғма рейкаларда) ва учлардаги 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 йўнилган 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 ўткир қалам билан металл чизғич ёрдамида белгилаб олинади. Рейкани 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 тесқари 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 фарқилиши мумкин.

2. Дециметрли бўлаклардаги хатоликни аниқлаш. Текшириш рейканинг қора томонида 01-29, қизил томонида 47-76 ораликда Женева линейкаси ёрдамида бажарилади. Текширишни бошлашдан олдин дециметрли бўлакларнинг четлари ўткир қалам билан металл чизғич ёрдамида белгилаб олинади. Женева чизғичининг чап учидаги лупадан қарашиб, чизғичнинг ноль штрихи рейкадаги биринчи дециметр бошланиши билан туташтирилади. Кейин ўнг томондаги лупа чизғич бўйича сурилиб, дециметрли бўлаклар четига келтирилади ва саноклар олинади. ўлчаш ҳар метрли ораликда икки марта бажарилади. Иккинчи марта ўлчашдан олдин Женева чизғичи бир оз силжитилади. РН-3 рейкаларида дециметрли бўлаклар 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 бўлакларни 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 ортиқ бўлмаслиги керак.

РН-3 рейкаларидан санок миллиметр аниқлигида олинади. 7.11 ва 7.13-расмларда Н-3, Н-3К нивелирларидан кузатилаётган рейкаларнинг кўриш майдонидаги тасвири ва уларга мос саноклар келтирилган. Нивелирларда тесқари тасвир берувчи кўриш трубалари ўрнатилганлиги учун рейка нуқтага 7.19-а, б расмдаги ҳолда ўрнатилади. Нивелирлашда иплар тўрининг вертикал ипи рейканинг ўқи бўйича жойлаштирилади ва цилиндрик адилак пуфакчаси ярим паллаларининг тасвири туташтирилади (Н-3 нивелирида) ёки доиравий адилак пуфакчаси ўртага келтирилади (Н-3К нивелирида). Рейкадан санок асосий горизонтал ип бўйича олинади. Санок олишда аввал горизонталип тўғри келган дециметрли бўлак қиймати ўқилади, масалан, 7.11-расмда 14; кейин дециметрли бўлакнинг юқори четидан горизонтал

ипгача тўлиқ сантиметрли бўлақлар ҳар қайсиси 10 мм дан ҳисобланиб, охирги тўлиқ бўлмаган сантиметрли бўлақнинг миллиметрдаги қиймати чамалаб олинади- 65. Демак, санок „ўн тўрт олти 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 (7.20-расм) нуқталарнинг бирига (масалан, A да) теодолит тахеометр, B нуқтага эса рейка ўрнатилади ва кўриш трубасини рейка учига қаратиб оғиш бурчаги n ўлчанади (n бурчакни ўлчаш 6.10 да берилган).

Агар AB чизигининг горизонтал қуйилиши d бўлса, асбоб баландлиги i ва рейка баландлиги l ни ташкил қилса, келтирилган расмдан қуйидагини ёзиш мумкин:

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

ёки

$$h = h' + i - l . \quad (7.33)$$

Худди ўша расмдан

$$h' = dtg \nu$$

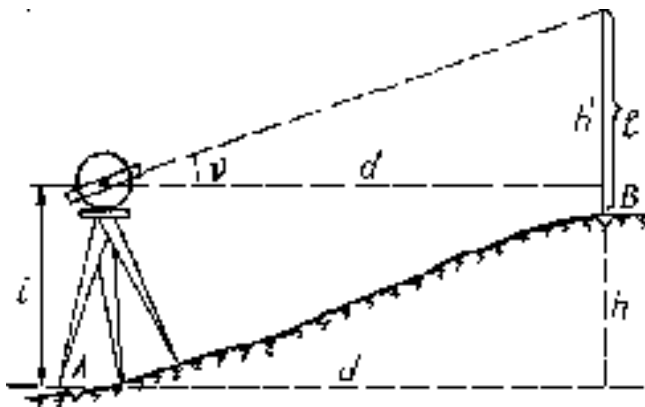
Бўлгани учун нисбий баландлик қиймати қуйидагига тенг:

$$h = dtg \nu + i - l . \quad (7.34)$$

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:

$$h = dtg \nu + i - l + f . \quad (7.35)$$

Бу формулага тригонометрик нивелирлашнинг асосий формуласи дейилади.



7.20-расм. Тригонометрик нивелирлаш

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 n ни ўлчашда кўриш трубаси рейкада белгиланган асбоб баландлигига тенг қилиб олинса (яъни $i=l$), юқоридаги (7.35) формула куйидаги кўринишга келади:

$$H = dtgv. \quad (7.36)$$

Ипли дальномерда ўлчанган қия чизиқ узунлиги D нинг горизонтал куйилиши қиймати d куйидаги формула бўйича ҳисобланади (7.6. гақаралсин).

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

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 чизиқ узунлигининг ўлчаш хатоси таъсир этади.

Оғиш бурчагининг қиймати 10^0 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 қилади.

Назорат саволлар:

- 1. Ниверлирлаш деб нимага айтилади ?*
- 2. Ниверлирлашнинг қандай турлари мавжуд ?*
- 3. Геометрик ниверлирлаш нима ва у қайси асбоб билан бажарилади ?*
- 4. Тригонометрик ниверлирлаш нима ва у қайси асбобда бажарилади ?*
- 5. Ўртдан геометрик ниверлирлашнинг афзаллиги нимада ?*
- 6. Ниверлирларнинг қандай турларини биласиз ?*
- 7. Цилиндрик адилакли ниверлирнинг бош шарти нима ?*
- 8. Компенсаторли ниверлирларнинг асосий қисимлари қайсилар ?*

VIII-БОБ

ГЕОДЕЗИК ТАРМОҚЛАР

8.1. Умумий маълумотлар

Геодезик ишларни олиб боришда энг муҳим вазифалардан бири-бу таянч нуқталари тармоғини дастлаб қуриб олиш ҳисобланади. Таянч нуқталари тариоғи ер сирти нуқталарини координаталарини умумий битта метрик системада чиқариб олиш имконини беради. Одатда бундай таянч тармоқлар аниқ давлатни бутун ҳудуди учун қурилиб, унинг нуқталари худуддимкон борица бирхил зичликда мустаҳкам ўрнатилиб координаталари юқори аниқ битта системада аниқланади. Бундай тармоқни вазифаси давлат бутун худудини карталаштиришни, илмий ва амалий мақсадлардаги ишларини таъминлашдан иборат.

Геодезик тармоқларни қуриш принципи умумдан хусусийга (яккага) ўтиш, катта ҳудиддаги юқори аниқ ишлардан кичик майдонлардаги аниқлиги паст ишларга ўтишига асосланади. Шуларга асосланиб геодезик тармоқлар *давлат геодезик тармоқлари, зичлаш тармоқлари ва съёмка тармоқларига* бўлинади. Геодезик тармоқлар аосини пунктлари узлуксиз уланган, имконини беради ҳамда улар даражасини текшириб боришни улар етарли зичликда ва аниқликда қуриб битказилган давлат геодезик тармоқлари ташкил қилади.

Давлат геодезик тармоқлари планли ва баландлик (нивелир) тармоқларига бўлинади.

Планли тармоқлар нуқталар планли координаталари (x, y) , баландлик тармоқлари эса нуқталар мутлоқ баландлигини аниқлашга хизмат қилади. Давлат геодезик тармоқлари пунктларининг координаталари ва баландликлари махсус каталокка ёзиб қўйилади. Каталокда қўшимча пунктларни жойлашган ўрни чизмаси ва тегишли маълумотлар ёзиб қўйилади. Ушбу маълумотлар (каталоклар) **давлат картографик фондида** ҳамда **давлат геодезия назорати** ташкилотида сақланади

Зичлаш геодезик тармоқлари давлат геодезик тармоқлари пунктлари зичлигини ошириш мақсадида улар орасида қурилади. Зичлаш тармоқлари ҳақида тўла маълумот мазкур дарсликни II-қисмида берилади.

Съёмка геодезик тармоқлари давлат геодезик тармоқлари ва зичлаш тармоқлари негизида қурилади. Улар нуқталари жойни контурли ёки топографик съёмкаларини бажариш, лойиҳа нуқталарини жойга кўчириш ва бошқалар учун асос бўлиб хизмат қилади. Съёмка геодезик тармоқ ҳақида тўла маълумот ушбу дарсликни I-қисмида берилади.

8.2. Давлат планли геодезик тармоқлари

Давлат геодезик тармоғи барча масштабларда бажариладиган топографик съёмкаларнинг бош геодезик асоси бўлиб хизмат қилади.

Давлат геодезик тармоқининг 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 билан, томонларнинг узунлиги ва қуриш ишларини кетма-кетлиги билан фарқланади.

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида нуқталар координаталари (x, y) ни санаш бош (нўл) нуқтаси бўлиб Пулково обсерваториясининг гумбази маркази хизмат қилади.

Триангуляция усули тармоқни ташкил қилувчи учбурчаклар бурчаклари, бошланғич ва охириги учбурчаклар базис томонлари узунлигини ўлчашга асосланган. Бунда учбурчаклар учлари жойда мустаҳкам ўрнатилган пунктлар деб аталади. Бурчаклар аниқ ва юқори аниқликда теодолитлар билан, томонлар узунлиги светодальномер ёки электрон дальномерлар билан юқори аниқликда ўлчанади. Учбурчакларнинг қолган томонлари синуслар

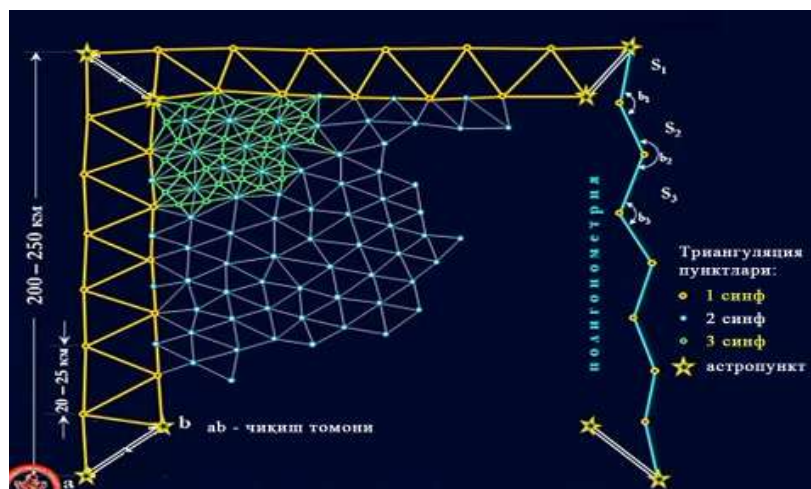
теоремаси бўйича ҳисобланиб топилади. Математик ҳисоблашлар орқали тармоқ пунктларининг координаталари аниқланади.

Полигономтрия усули синиқ 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 ҳудудида) да қўлланади. Ҳозирги кунда полигономтрияда бурчак ва томонлар узунлиги аниқ ва юқори аниқ электрон тахеометрларда ўлчанади.

Трилатарация усулида учбурчаклардан ташкил топган тармоқда барча учбурчаклар томонлари ўлчанади. Ушбу бурчаклар орқали учбурчаклар томонлари узунлиги ҳисобланади. Якуний ҳисоблашларни бажариб тармоқ пунктлари координаталари аниқланади.

Давлат триангуляция тармоғини қуриш 1-синфдан бошланади. Бунда учбурчаклар қатори (звено)лари меридиан ва параллеллар йўналиши бўйича жойлаштирилади, қаторлар ҳар бирини узунлиги 200-250 км ва улар ҳосил қилган полигонлар периметри 800-1000 км ни ташкил қилади (8.1-расм). Қаторлар туташган жойларда базис томонлар олиниб улар учларида астрономик кузатишлардан астрономик кенглик ва узоклик аниқланади.

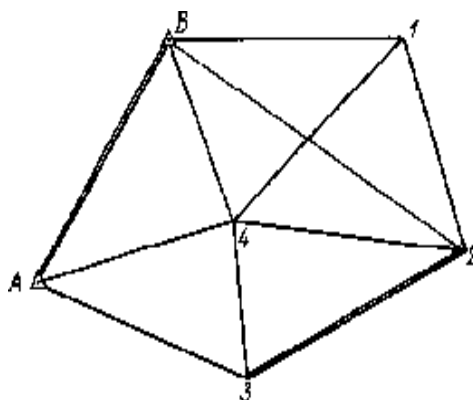


8.1- расм. Давлат планли геодезик тармоқлари

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 2-синф пунктлари ораси зичлаш учун хизмат қилади. Зарур ҳолатларда 3 ва 4 –синф тармоқлари мустақкам тармоқлар сифатида ҳам қурилиши мумкин (8.2-расм).

Полигонометрия усулида давлат планли геодезик тармоқларини қуриш чизмаси 8.1-расмда кўрсатилган.



8.2-расм.

Давлат планли тармоғининг асосий техник кўрсаткичлари 8.1-жадвалда келтирилган.

8.1-жадвал

| Синф | Триангуляция | | | | Полигонометрия | | |
|------|--------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|---------------|-----------|
| | $S, км$ | m_{β} | $f_{\beta чекли}$ | $m_S : S$ | $S, км$ | m''_{β} | $m_S : S$ |
| 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_{β} – бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси; $f_{\beta чекли}$ – учбурчаклар бурчаклари йиғиндисининг чекли хатоси; $m_S : S$ – базис ёки йўл томонлари узунлигини ўлчашни нисбий ўрта квадратик хатоси.

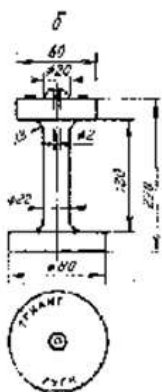
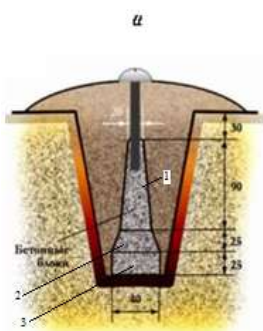
1- ва 2- синф пунктлари бўлмаган ҳудудларда 1:5 000 ва 1:2 000 масштаблардаги топографик съёмкалар учун геодезик асос сифатида 3 ва 4 синф мустақил геодезик тармоқларни қуришга рухсат этилади. Бунда ҳар бир триангуляция тармоғида иккитадан кам бўлмаган базис томонлар ўлчаниши керак; 3 синфда полигонометрия тармоғи учун полигон периметри 60 км, 4 синф учун эса 35 км дан ошмаслиги керак.

Давлат планли геодезик тармоқ пунктлари жойда узок муддатга қўзғалмас қилиб қўшма марказ (8.3-расм), тоғли ҳудудларда эса турлар (8.4-расм) билан маҳкамланади.

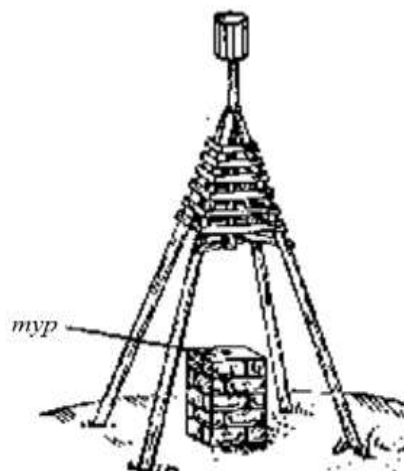
Пунктларнинг марказлари ернинг музламайдиган қатлампидан пастда ўрнатилади. Триангуляция пунктларининг маркази устмауст жойлаштирилган чўян қуймасидан ясалган иккита маркалардан иборат (8.3-расм).

Иккала марканинг маркази битта шовун чизиғида жойлашиши керак. Қуйи марказ яхлит бетон 3, бетон лангар (якорь) 2 ва юқори марказ ҳисобланган яхлит бетон 1 дан иборат (8.3-расм). 1 ва 3 яхлит бетонлар устига чўян маркалар (8.3, б-расм) цемент қоришмаси билан маҳкамланади.

Пункт координаталари марка тешигининг ўртасига, баландлиги эса марка ярим сфера бўртиқнинг юқори нуқтасига тўғри келади. Марказ устига тупроқ уйилиб, тепача қилинади (8.3, а-расм), атрофи эса чуқурлиги 0,4 – 0,5 м тўртбурчак расмида ариқча қилиб кавлаб қўйилади.

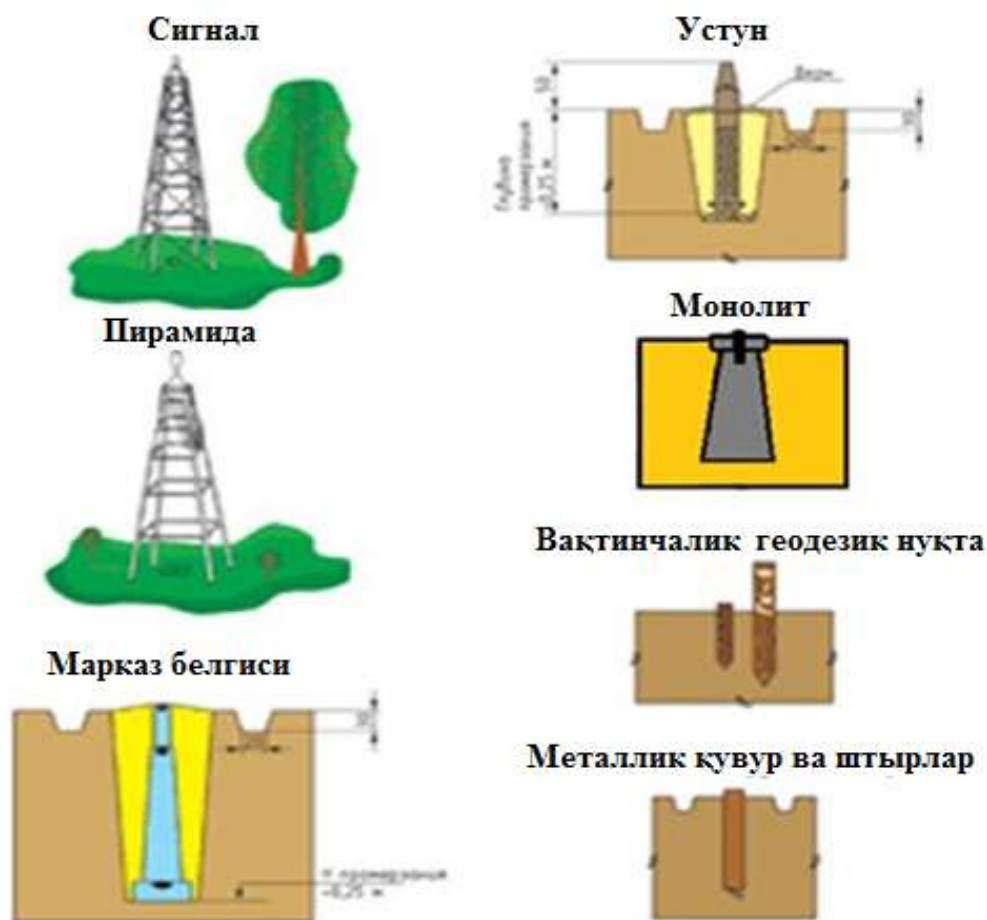


8.3 - расм.



8.4-расм.

Планли геодезик тармоқлар пунктлари орасида ўзаро кўринишни таъминлаш учун уларни марказлари устига ташқи белгилар, пирамида ёки сигналлар (8.5-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.



8.5 - расм. Геодезик ер усти белгилар

8.3. Давлат баландлик геодезик тармоқлари

Давлат баландлик геодезик тармоғи, бутун давлат ҳудудида ягона баландлик системасини ўрнатади. У турли масштаблардаги топографик сьемкалар ва қурилишдаги геодезик ишлар баландлик асоси бўлиб хизмат

қилади ҳамда ички, ташқи денгиз, оқенлар суви сатҳлари фарқи сиқилиш ва ер қобиғи силжишларини кузатишни таъминлайди.

Давлат нивелир баландлик тармоқлари I, II, III ва IV синфларга бўлинади. I ва II синф тармоқлари давлат ягона баландликлар системасини тузишни бош асоси ҳисобланади. III ва IV синфлар топографик съёмкаларни бажариш ва қурилишида инженерлик геодезик ишларни бажаришни таъминлайди.

Давлат баландлик тармоқларини яратиш асосан гаметрик нивелирлаш усулида амалга оширилади. Тармоқни қуришда 8.2-жадвалда келтирилган талабларга риоя қилиниши талаб этилади.

I синф нивелир йўллари мамлакат чегараларида жойлашган денгизлар суви сатҳини туташтирувчи ва темир ҳамда автомобил йўллари ёқалаб утувчи йўналишлар бўйича ўтказилиб, энг юқори аниқликда бажарилади.

II синф нивелирлаш тармоқлари I синф тармоғи пунктларига боғлаб периметри 500-600 км полигонлар расмида ҳосил қилинади. Бу инф нивелир йўллари ҳам темир ва автомобил йўллари ёқалаб, қиялиги кичик жойлардан ўтказилади (8.6-расм).

III синф нивелирлаш тармоқи I ва II синф пунктларига таяниб ҳосил қилинади ва периметри ўртача 150 км ни ташкил қилади. 1:5000 масштабдаги съёмкаларни таъминлаш учун полигон периметри 60 км дан ошмаслиги керак.

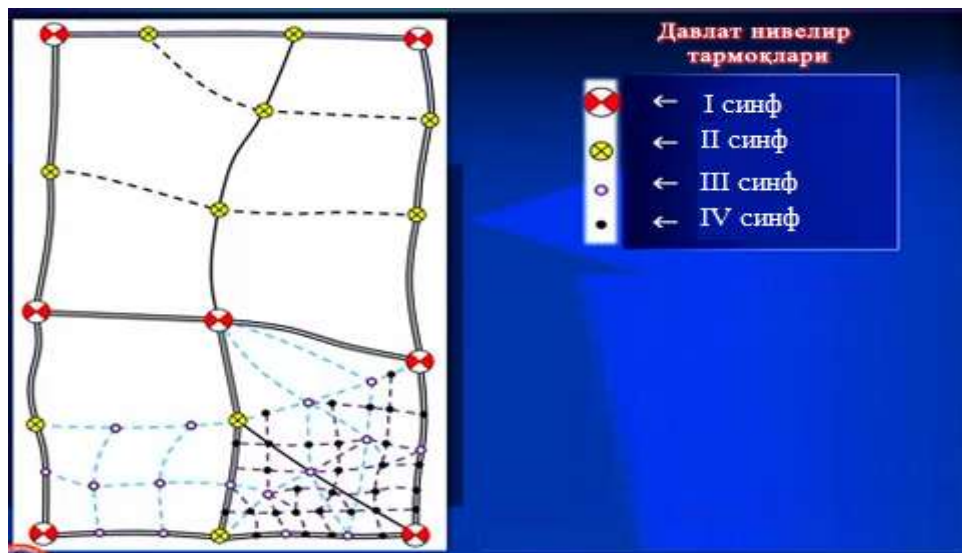
IV синф нивелирлаш йўллари битта йўналиш бўйича юқори синф пунктлари орасида ўтказилади. Бу йўлларнинг узунлиги 50 км дан ошмаслиги керак. IV синф нивелирлаш йўлларининг пунктлари бевосита съёмкаларнинг баландлик асоси бўлиб хизмат қилади.

8.2-жадвал

| | | | |
|--------------------------|---|---|---|
| Нивелир- лаш синфи | Полигон периметри, йўл узунлиги L (км). | 1 км йўлда нивелирлаш ўрта квадратик хатоси, мм | Полигонда (йўлда) 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 | $20\sqrt{L}$ |

Давлат нивелирлаш тармоқлари йўллари жойда ўртача ҳар 5-7 км да гурунт репер ва 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.



8.6 – расм. Давлат баландлик геодезик тармоқлари

Барча синф нивелирлаш йўллари ҳар 5 км да жойлашадиган нивелир белгилари-репер ва маркалар билан билан мустаҳкамланади. Нивелир белгиларининг схемалари 8.8-расмда келтирилган.

Грунт реперлар яхлит бетондан ёки ост томони бетон лангарли темир трубадан ясаиб, устига марка ўрнатилади. Репернинг баландлиги марка устидаги ярим сферик бўртиқнинг юқори нуктасига тўғри келади. Грунт реперининг маркази 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 мутлак

баландлиги марка тешигининг марказига тўғри келади. Репер ва маркалар хақида тўла маълумот дарсликни II-қисмида тўла берилади.

8.4. Сунъий йўлдош геодезик тармоқлар

хақида маълумот

Глобал навигацияли сунъий йўлдош GPS (АҚШ) ҳамда ГЛОНАСС (Россия) системаларидан, навигацияли сунъий йўлдошлар гуруҳларидан фойдаланишга асосланган, фойдаланиш геодезик тармоқларни қуриш имконини яратади.

Буни амалга ошириш учун уч босқичли давлат сунъий йўлдош геодезик тармоғини қуриш концепцияси ишлаб чиқилади. Концепция қуйидагиларни яратишни кўзда туттади:

- фундаментал астрономик-геодезик тармоқ (ФАГТ);
- юқори аниқ астрономик-геодезик тармоқ (ЮААГТ);
- 1-синф сунъий йўлдош геодезик тармоқ (СЙГТ).

Фундаментал астрономик-геодезик тармоқ –пунктлари бутун давлат худудида ўртача 700-800 километрда битта пункт зичликда жойлаштирилиб уларни ҳар бирида доимий амал қилувчи сунъий йўлдош приёмниклари ўрнатилади. Ушбу пунктларни ўзаро ўрни 1-2 см ўрта квадратик хатолик билан аниқланади.

Юқори аниқ астрономик-геодезик тармоқ анъанавий 1-синф триангуляция тармоғини аналоглари бўли, у фазовий звенолар кўринишида қурилиб пунктлари ораси ўртача 150-300 км га тенг. Пунктларни ўзаро планли ўрни 2-3 см ўрта квадратик хатолиги билан аниқланади. Бу тармоқ пунктларининг бир қисми ФАГТ пунктлари билан қўшилиб олинади.

1-синф сунъий йўлдош геодезик тармоғи ўзини тавсифи бўйича анъанавий триангуляция 1 ва 2 синфларига тўғри келади. Ушбу тармоқ пунктлари ўзаро ўрни жойда 30-35 км ни ташкил қилади. Пунктлар планли

ўрнини аниқлаш ўрта квадратик хатоси 1-2 см га тенг. Концепцияни амалга ошириш босқичма-босқич бажарилиши кўзда тутилади.

1:500-1:5000 масштаблардаги топографик съёмкаларни ва қурилиш учун инженерлик геодезик қидирув ишларини таъминлаш учун давлат суъний йўлдош тармоқларига қўшимча геодезик зичлаш тармоқлари ҳам қурилади. Бундай тармоқлар давлат геодезик тармоқлари зичлигини ошириш мақсадида қурилиб, улар 1 ва 2-разрядларга бўлинади. Уларни полигонометрия ва трангуляция усулларида ривожлантирилади. Бу ҳақда тўла маълумотлар мазкур дарсликни II–қисмида берилади.

Назорат саволлар:

- 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 жойда қандай маҳкамланади ?*

ТЕОДОЛИТ СЪЁМКАСИ

9.1. Теодолит съёмкаси ва унинг моҳияти

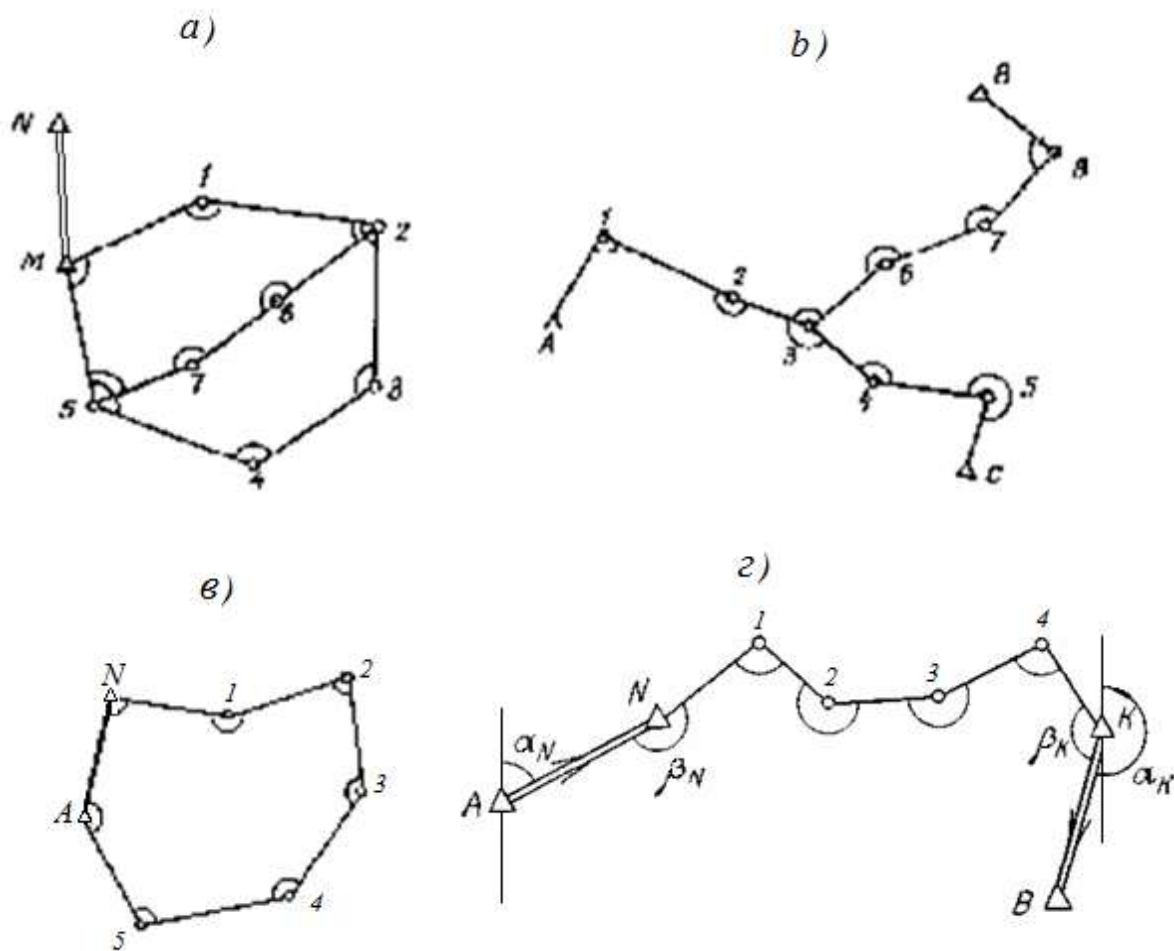
Съёмка-бу технологик жараён бўлиб, ер сиртини план ва карталарда тасвирлаш мақсадида бажарилади. Агар жойнинг фақат тафсилот ва предметлари съёмка қилинса, унда у горизонтал, агар жойнинг фақат рельефи тасвирланса – вертикал съёмка дейилади. Қачонки карта ёки планга жойдаги ҳам тафсилот ва ҳам рельефини тасвирлаш учун ўлчашлар амалга оширилган бўлса, унда у топографик съёмка деб номланади.

Теодолит съёмкаси горизонтал съёмка турига киради ва у жойнинг йирик масштабли тафсилотли(контурли) планини ҳосил қилиш мақсадида бажарилади. Съёмка жараёнида жойда нуқталар орасидаги масофа ва горизонтал бурчаклар ўлчанади. Асосий ишлатадиган асбоблар бўлиб, теодолит, лента ва рулеткалар ҳамда турли дальномерлар хизмат қилади.

Теодолит съёмкаси дала ўлчаш ишларидан бошланиб, уни бажаришда дастлаб геодезик пунктлар оралиғида съёмка асоси барпо қилинади 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 чизиқлар учи нуқталарининг ўрни жойда маҳкамланади ва координаталари аниқланади. Катта бўлмаган ер бўлақларини съёмка қилишда эса ёпиқ (полигон) кўпбурчак (9.1-в, расм) ёки очик кўпбурчаклар съёмка асоси вазифасини бажаради (9.1-г, расм).

Полигон ўрта қисмида жойлашган тафсилотларни съёмка қилиш учун полигон ўртасидан қўшимча йўл ўтказилса, унга **диагонал йўл** дейилади (2, 6, 7 ва 5 нукталар, 9.1-а, расм).



9.1-расм.

Ўлчашларни бажаришдан аввал йўллар бурилиш нукталарининг ўрни жойда ёғоч қозиқлар, ёғоч устунлар (6.2 га қаралсин) ва бошқалар билан маҳкамланади. Нукталар маҳкамлангандан кейин томонлар орасидаги бурчаклар, томонларнинг узунлиги ҳамда уларнинг оғиш бурчаклари (томонлар узунлигининг горизонтал қуйилишини ҳисоблаш учун) ўлчанади.

Шундай қилиб, теодолит съёмкасини бажариш қуйидаги босқичлардан ташкил топади:

1. Теодолит йўли (полигон) нукталарини 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 қалин чизма қоғози (ватман) олиниб, тегишли масштабда унга теодолит йўли (полигони) нуқталари ҳисоблаб топилган координаталари бўйича туширилади. Плани 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 йўлларни ўтказиш ва геодезик тармоқ пунктларига боғлаш

Ер участкаларини съёмка қилишда теодолит йўллари кўпинча ердан фойдаланиш худудининг чегаралари бўйича, диагонал йўл эса худуд (полигон) ичкарасида ўтказилади.

Теодолит йўлларини ўтказиш одатда, жойнинг мавжуд план, карталарини топиш ва улар билан танишиб чиқишдан бошланади. Натижада жойда мавжуд геодезик пунктлар ҳамда йўл нуқталари 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 нукталарининг ўрни (ҳеч бўлмаганда учта ўзаро қўшни нукталар), уларнинг бир-бирдан 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 минутли ёки 0,5 минутли теодолитлар билан тўла қабулда (6.8 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).

Бурчаклар ва томонлар узунлигини ўлчаш билан бир вақтда жойдаги предметлар ва тафсилотлар ҳам съёмка қилиниб (9.4 га қаралсин) борилади.

Теодолит йўли бурчакларини, томонлар узунлигини ўлчаш ва тафсилотлар съёмкасини бажариш натижалари қуйида келтирилган дала ўлчаш журналига (9.1-жадвал) ёзилади ва абрис чизиби 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 (нуқталари) оралиғида ўтказилади (9.1–2, расм). Расмда N ва K нуқталари йўлнинг бошланғич ва охириги боғлаш нуқталари ҳисобланади. Бу пунктлардан энг камида биттадан пунктларга (A ва B ларга) қараб йўналишлар (дирекцион бурчаклар α_{AN} ва α_{BK}) маълум бўлиши керак.

Бурчак ўлчаш журнали

9.1-жадвал

| Нуқталар сони | | Лимбдан олинган саноклар | | Бурчаклар | | | | Чизик узунлиги (горизонтал қўйилиши), м | Қиялик бурчаги, ν |
|---------------|----------------|--------------------------|----|-----------|----|--------|------|---|----------------------------|
| Туриш | Қузати-лаётган | ° | ' | ДЎ ва ДЧ | | Ўртача | | | |
| | | | | ° | ' | ° | ' | 6 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 | | | |
| 1 | A | 243 | 59 | ДЎ | | 97 | 55,5 | D ₁₋₂ = 255,54 D ₂₋₁ = 255,44 D_{ўр}= 255,49 | $\nu_{1-2} = 4^{\circ}17'$ |
| | 2 | 146 | 04 | 97 | 55 | | | | |
| | A | 155 | 17 | ДЧ | | | | | |
| | 2 | 57 | 21 | 97 | 56 | | | | |
| 2 | 1 | 44 | 09 | ДЎ | | 174 | 26,5 | D ₂₋₃ = 165,88 D ₃₋₂ = 165,95 D_{ўр}= 165,92 | |
| | 3 | 229 | 42 | 174 | 27 | | | | |
| | 1 | 136 | 54 | ДЧ | | | | | |
| | 3 | 322 | 28 | 174 | 26 | | | | |

Теодолит йўлини геодезик таянч пунктлар N , K , A ва B ларга боғлаш учун N ва K нуқталарида йўл бўйича ўнг томонда жойлашган β_N ва β_K бурчаклар ўлчанади. Текшириш учун ҳар бир нуқтада бу бурчакларни 360° га тўлдирувчи бурчаклари ҳам ўлчанади.

Ушбу боғлашга бевосита боғлаш дейилади. Агар теодолит йўлини фақат бир нуқтасигина геодезик пунктга боғланса, бунда ўлчашда йўл қўйилган хато йўлнинг умумий ҳолатига таъсир этади ва ҳамма нуқталар бирхил қийматга сурилган бўлади. Шунинг учун теодолит йўли энг камида геодезик асоснинг иккита пунктига боғланиши керак.

9.3. Жой тафсилотларини съёмка қилиш. Абрис

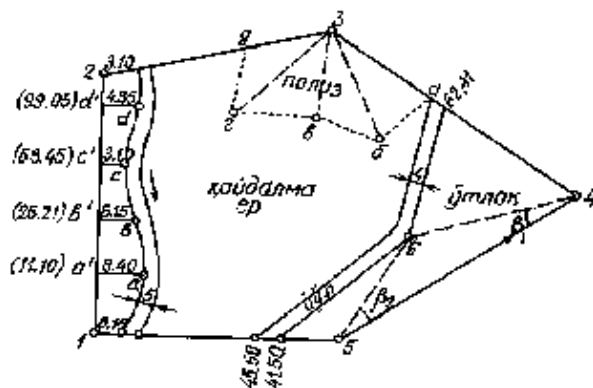
Ер бўлагининг чегаралари ва ўрта қисми бўйлаб теодолит йўллари ўтказилгандан сўнг тафсилотларни съёмка қилиш бошланади, кўпинча теодолит йўллари ўтказиш билан бир вақтда тафсилотлар ҳам съёмка қилиниб борилади. Съёмка қилинадиган жой тафсилотларининг расмига, чегараларининг мураккаблигига, узоқ ёки яқинлигига 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 ўқига 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.

Қутбий координаталар усули. 9.2-расмда бошланғич йўналишга 3-4 томон, бош нуқтага эса 3-нуқта қабул қилинса, a , b , v , z , d нуқталарни съёмка қилиш учун 3- нуқтага теодолит ўрнатилади, горизонтал доира саноғи $0^{\circ}00'$ га тўғриланиб, кўриш трубаси 4-нуқтага қаратилади. Лимб маҳкамланади ва алидада бўшатилиб труба b нуқтадаги рейкага қаратилади ва лимбдан санок олинади, ипли дальномер билан масофа ўлчанади. Кейин труба v -нуқтага қаратилиб худди олдингидай ўлчашлар бажарилади ва ҳоказо. Охирида труба 4-нуқтага қайта қаратилади ва горизонтал доирадан олинган санок текширилади, у $0^{\circ}00'$ бўлса, лимб доираси кўзгалмаган бўлади. Бу нуқталарни планга туширишда транспортирдан фойдаланиш учун лимбдан олинган саноклар $5'$ га яхлитланиб олинади. Нуқталаргача бўлган масофа иплид альномерда 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.



9.2-расм. Тафсилотларни съёмка қилиш

Кесиштириш усули. Теодолит съёмкасида бу усул нисбатан кам қўлланилади. Кесиштириш усули иккита бурчак ва чизик кесиштиришларга бўлинади. Бурчак кесиштиришда теодолит йўли нуқталарида теодолит билан туриб съёмка қилинадиган нуқтага (9.2-расмда йўл бурилиш нуқтаси B) қараб бурчаклар ўлчанади. Съёмка тегишли аниқлигини таъминлаш учун ўлчанаётган нуқтадаги бурчак 40° дан кичик ва 140° дан ката бўлмаслиги лозим.

Бурчаклар ўрнига нуқтагача бўлган масофалар (йўналишлар узунлиги) ўлчанса, чизик кесиштириш дейилади. Бунда чизиклар узунлиги ўлчаш асбоби (масалан, лента) узунлигидан ката бўлмаслиги керак. 9.2-расмда B нуқтасини съёмка қилиш учун β_1 ва β_2 кестирма бурчаклари ёки 4- B ва 5- B кестирма чизиклар узунлиги ўлчаниши керак.

Тафсилотларни съёмка қилишиш бажарувчидан тажриба ва эътиборни талаб қилади. Бунда ҳар бир съёмка қилинадиган нуқтани ўлчашда йўл кўйилган хато фақат ушбу нуқта учун таъсир этади ва нуқтадан нуқтага узатилмайди. Шунинг учун уларни тўғрилигини таъминлаш учун синчиклаб ўлчаш ва кўз билан солиштириб бориш зарур. Съёмка вақтида жойдаги кишлок хўжалик ер турларини тўғри аниқлаш ва абрисда кўрсатиб бориш муҳим аҳамиятга эга.

9.4. Тўғри ва тескари геодезик масалаларни ечиш

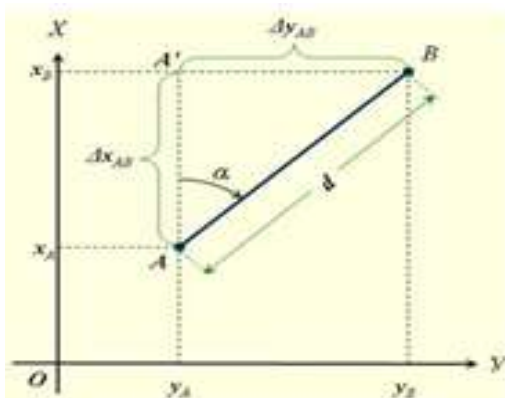
Теодолит йўли нуқталарининг координаталарини ҳисоблашда, иншоот лойиҳасини жойга кўчиришда ва бошқа мақсадларда тўғри ва тескари геодезик масалаларни ечишга тўғри келади.

Тўғри геодезик масалада AB чизиғининг A нуқтаси координаталари x_A ва y_A (9.3-расм), чизикнинг дирекцион бурчаги α ва горизонтал куйилиши d лардан фойдаланиб, B нуқтасининг 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 орттирмаси дейилади.



9.3-расм. Тўғри ва тескари геодезик масала

AB чизиғининг горизонтал қўйилиши d ва дирекцион бурчаги α қийматлари 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 $\sin \alpha$ ларни ишорасига ёки румб бурчакларининг номига боғлиқдир. Координата орттирмаларининг ишораси 9.2-жадвалдан фойдаланиб аниқланади.

9.2-жадвал

| Чораклар | Дирекцион бурчакларнинг қийматлари | Румбларнинг номи | Орттирмалар 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 орттирмаларининг

ишоралари автоматик равишда келиб чиқади. Шунда, (9.2) формулани (9.1) га қўйиб топамиз:

$$\left. \begin{aligned} x_B &= x_A + d \cos \alpha \\ y_B &= y_A + d \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.3)$$

Тесқари геодезик масалада AB чизиғининг учлари координаталари x_A ва y_A ; x_B ва y_B лар берилган бўлиб, ушбу чизиқнинг 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 чизиғининг дирекцион бурчаги α_{AB} қуйидагига тенг:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (9.5)$$

Бу формула бўйича ҳисобланган натурал қийматдан фойдаланиб, тригонометрик жадвал ёки калькулятор бўйича румб бурчаги топилади ва Δx ҳамда Δy ишораларига қараб румбдан дирекцион бурчакка ўтилади. Чизиқ узунлигини ҳисоблаш учун (9.2) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha}. \quad (9.6)$$

Бундан ташқари, чизиқ узунлиги d 9.3-расмдаги учбурчакдан қуйидагича топилиши мумкин:

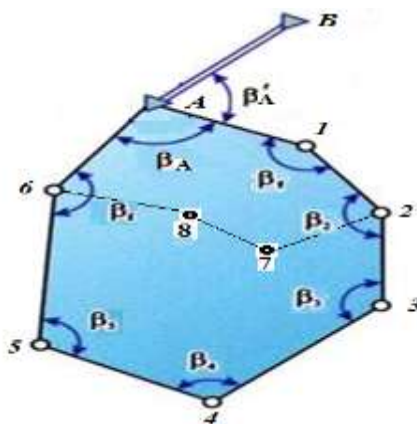
$$d = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}. \quad (9.7)$$

9.5. Теодолит полигони нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш

Теодолит йўлларини 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 чизиқларнинг текширилган ўртача қиймати сиёҳ билан ёзиб чиқилади. Бу ерда ёпиқ полигон ва унинг нуқталарига учлари билан боғланган очиқ полигон (диагональ йўл) кўринишидаги теодолит йўллари математик ишлаб чиқиш кўриб чиқилади. Мисолда олинган ёпиқ полигон ва унинг диагональ йўли 9.4-расмда берилган.

Бурчак боғланмаслиги қийматини аниқлаш ва бурчакларни тенглаш. Дала журналида ҳисобланган қийматлар текшириб чиқилгандан кейин бурчаклар ўртача қиймати журналдан координаталарни ҳисоблаш қайдномасининг (9.2-жадвал) 2-устунига кўчириб ёзилади ва бурчаклар йиғиндисини топилиб, ўша устуннинг остига ёзилади. Ёпиқ полигонда бурчак боғланмаслиги қиймати қуйи-



9.4-расм

даги 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 йиғиндисини;

$\sum_1^n \beta_n$ – бурчакларнинг назарий йиғиндисини.

Ёпиқ полигон бурчакларининг назарий йиғиндисини қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\sum_1^n \beta_n = 180^\circ (n - 2), \quad (9.9)$$

бу ерда, n – ўлчанган бурчаклар сони.

Бизнинг 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 кўярли (чекли) қийматиқуйидаги формула билан аниқланади:

$$f\beta_{\text{чекли}} = 1' \sqrt{n}, \quad (9.10)$$

Шунда, 9.4-расм ва (9.10) формулага кўра:

$$f\beta_{\text{чекли}} = 1' \sqrt{7} \approx 2,6'$$

Агар ўлчанган бурчакларнинг боғланмаслик қиймати ушбу формула бўйича ҳисобланган қийматдан катта бўлса, ҳисоблаш натижалари қайта текширилади, керак бўлса, бурчакларни қайта ўлчаб хатолик топилади ва тузатилади. Боғланмаслик йўл кўярли, яъни $f\beta \leq f\beta_{\text{чекли}}$ 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 ҳаммабурчаклар 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. Қисқа 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 ечишталаб 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 полигон қолган барча томонларининг дирекцион бурчакларини қуйидаги формулалар орқали ҳисоблаб чиқариш мумкин:

- 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;

- 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:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3 \\ \dots\dots\dots \\ \alpha_7 &= \alpha_6 + 180^\circ - \beta_7 \\ \alpha_1 &= \alpha_7 + 180^\circ - \beta_1 \end{aligned} \right\}$$

Ушбу тенгламаларни кетма-кет бир-бирига қўйиб қуйидагини топамиз:

$$\alpha_1 = \alpha_1 + 7 \cdot 180^\circ - \sum_1^n \beta.$$

Ўлчанган n бурчаклар учун бу тенгламани қуйидагича ёзамиз:

$$\alpha_1 = \alpha_1 + 180^\circ \cdot n - \sum_1^n \beta.$$

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.

Юқоридаги 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 чапбурчаги 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 ва минутларда ҳисобланиши керак ва қўшимча координаталар ҳисоблаш кайдномаининг 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 кўчири бёзилади. Бунда полигоннинг қайси томони қиячизик бўлиб, унинг оғиш бурчаги ўлчанган бўлса, (7.8) формула бўйича тузатма ҳисобланади ва у чизик 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 чизикнинг 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 шутартибда 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:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned} \right\} \quad (9.17)$$

буерда, $\sum_1^n \Delta x_a$ ва $\sum_1^n \Delta y_a$ – координата орттирмаларининг амалий йиғиндиси

(9.3-жадвал 7- ва 8-устунларининг тегишли алгебраик йиғиндиси).(9.16)

формула ҳисобга олинса, (9.17) куйидаги кўринишга келади:

$$\left. \begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a \end{aligned} \right\} \quad (9.18)$$

Олинган мисолимизда ушбу формула бўйича ҳисобланган fx ва fy кийматлари қайдноманинг остига ёзилган. Ҳисобланган орттирмалар боғланмаслик киймати йўл қўярли ёки йўқлиги текширилади. Бунинг учун fx ва fy лар бўйича полигон периметридаги боғланмаслик абсолют киймати fd куйидаги формуладан топилади:

Ёпиқ полигон нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш қайдномаи

| № | Ички бурчаклар (ўнг) | | Дирекцион бурчаклар | Румб | Полигон томон. горизон. куйил. (м) | Ортгирмалар (м) | | | | | | | | Координаталар (м) | | | |
|----------|---------------------------|-------------|---------------------|-----------|------------------------------------|-----------------|--------|----------|--------|-------------|--------|-----------|--------|-------------------|---------|-----------|---------|
| | Ўлчангани | Тузатилгани | | | | Ҳисоблангани | | | | Тузатилгани | | | | ± | X | ± | Y |
| | | | | | | ± | Δx | ± | Δy | ± | Δx | ± | Δy | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | |
| В | $\beta'a = 29^{\circ}08'$ | | 227°08' | - | - | | | | | | | | | | | | |
| А | 128°20' | 128°20' | | | | | | | | | | | | + | 4100,00 | + | 2500,00 |
| | +0,5' | | 76°16' | ШШк76°16' | 221,28 | + | 52,55 | + | 214,95 | + | 52,55 | + | 214,95 | | | | |
| 1 | 97°55,5' | 97°56' | | | | | | | | | | | | + | 4152,45 | + | 2714,95 |
| | | | 158°20' | ЖШк21°40' | 254,78 | - | 236,78 | + | 94,06 | - | 236,90 | + | 94,06 | | | | |
| 2 | 174°26,5' | 174°27' | | | | | | | | | | | | + | 3915,55 | + | 2809,01 |
| | | | 163°53' | ЖШк16°07' | 165,92 | - | 159,40 | + | 46,04 | - | 159,48 | + | 46,04 | | | | |
| 3 | 107°00' | 107°00' | | | | | -10 | | | | | | | + | 3756,07 | + | 2855,05 |
| | +0,5' | | 236°53' | ЖФ56°53' | 201,91 | - | 110,31 | - | 169,11 | - | 110,41 | - | 169,11 | | | | |
| 4 | 156°31,5' | 156°32' | | | | | -12 | | | | | | | + | 3645,66 | + | 2685,94 |
| | | | 260°21' | ЖФ80°21' | 259,25 | - | 43,42 | - | 255,59 | - | 43,54 | - | 255,59 | | | | |
| 5 | 104°47' | 104°47' | | | | | -9 | | | | | | | + | 3602,12 | + | 2430,35 |
| | +0,5' | | 335°34' | ШФ24°26' | 191,00 | + | 173,90 | - | 78,99 | + | 173,81 | - | 78,99 | | | | |
| 6 | 130°57,5' | 130°58' | | | | | -18 | | +1 | | | | | + | 3775,93 | + | 2351,36 |
| | | | 24°36' | ШШк24°36' | 356,60 | + | 324,25 | + | 148,63 | + | 324,07 | + | 148,64 | | | | |
| А | | | | | | | | | | | | | | + | 4100,00 | + | 2500,00 |

$\sum \beta a = 899^{\circ}58'$
 $\sum \beta n = 899^{\circ}58'$

$f_{\beta} = -0,2'$

$\sum d = 1650,74$

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| $\sum + 550,70$ | $\sum + 503,68$ | $\sum + 550,33$ | $\sum + 503,69$ |
| $\sum - 549,91$ | $\sum - 503,69$ | $\sum - 550,33$ | $\sum - 503,69$ |
| $f_x = + 0,79 \text{ м}$ | $f_y = - 0,01 \text{ м}$ | $f_x = 0$ | $f_y = 0$ |

$\sum \beta_n = 180^{\circ}(n - 2) = 180^{\circ}(7 - 2) = 900^{\circ}00'$

$fd = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,79)^2 + (0,01)^2} = 0,79 \text{ м}$

$\sum \beta_q = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{7} = \pm 02,6'$

$\frac{fd}{\sum d} = \frac{0,79}{1651} = \frac{1}{2089} < \frac{1}{2000}$

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2}. \quad (9.19)$$

Абсолют боғланмасликнинг полигон периметрига нисбати $fd : \sum_1^n d$ периметрдаги нисбий боғланмаслик дейилади. Кўпинча нисбий боғланмаслик сурати бирга тенг оддий каср билан ифодаланади:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \leq \frac{1}{N}, \quad (9.20)$$

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, орттирмалар боғланмаслик қиймати бизнинг мисолимизда йўл кўярли чегарада экан. Агарда ушбу шарт (9.21) бажарилмаса, боғланмаслик хатоси орқали $tg \alpha = fy : fx$ формуладан дирекцион бурчак топилади, ва унга якин дирекцион бурчакли полигон томони учун ҳисоблашлар текширилади, бўлмаса томон узунлиги жойда қайта ўлчанади.

Юқоридаги мисолда fx ва fy қийматлари координата орттирма-

ларига томонлар узунлигига пропорционал равишда тескари ишора билан тузатма қилиб берилади. Тузатмалар қуйидагича ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} v_{\Delta x_i} &= \frac{-fx}{\sum_1^n d} d_i \\ v_{\Delta y_i} &= \frac{-fy}{\sum_1^n d} d_i \end{aligned} \right\} \quad (9.22)$$

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 нуктанинг координаталари такроран келиб чиқиши жадвалнинг 11 ва 12-устунларида кўрсатилган.

9.6. Очiq полигон (диагонал йўл) нукталарининг координаталарини ҳисоблаш

Очiq полигон теодолит йўлида бурчак ва координата орттирмаларини тенглаш ёпиқ полигондаги каби бажарилсада боғланмасликларни ҳисоблаш ўзига хос хусусиятга эга. Ҳисоблаш ишлари қуйидаги тартибда бажарилади:

1. 9.4-жадвалнинг 1-устунига полигон нукталарининг тартиб рақами, йўлнинг бошланғич ва охириги учи таянч нукталари билан бирга ёзилади. Мисолда 2 ва 6-нукталар йўлнинг бошланғич ва охириги учининг таянч нукталари ҳисобланади (9.4-расм). 1–2 ва 6– A томонларнинг дирекцион бурчаклари ($\alpha_{\bar{o}}$ ва α_{ox}) ҳамда 2- ва 6- нукталарнинг координаталари ($x_{\bar{o}}, y_{\bar{o}}$ ва x_{ox}, y_{ox}) 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– A томонлар дирекцион бурчаклари $\alpha_{\bar{o}}$ ва α_{ox} 9.3-жадвалнинг 4-устунидан олиб ёзилади.

4. Бурчаклар хатоси (9.8) формула бўйича ҳисобланади. Лекин бунда $\sum_1^n \beta_n$ –бурчаклар назарий қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_{\bar{o}} + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ox}, \quad (9.25)$$

бу ерда, $\alpha_{\bar{o}}$ ва α_{ox} – 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 қуйидагича бўлади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_{ox} + n \cdot 180^\circ - \alpha_o. \quad (9.26)$$

Бизнинг мисолимизда йўлда ўнг бурчаклар ўлчанганлиги учун бурчакларнинг назарий йиғиндиси (9.25) формула бўйича ҳисобланади. Бу формулага қўйиладиган қийматлар 9.4-жадвалнинг 4-устунидан олинади:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_o + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ox} = 158^\circ 20' + 4 \cdot 180^\circ - 24^\circ 36' = 853^\circ 44'.$$

(9.25) ва (9.26) формулалари билан ҳисобланган натижаларда ортиқча 360° (биттадавр) 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 қуйидагига тенгбўлади:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n = 493^\circ 45' - 493^\circ 44' = +01'$$

Чекли хато диагональ йўл учун қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$f\beta_{чек} = \pm 2' \sqrt{n} = \pm 2' \sqrt{4} = \pm 4',$$

бу ерда, n – ўлчанган бурчаклар сони.

Ҳисобланган хато чеки қийматини ўлчанган бурчаклар хатоси билан солиштириб, мисолда ўлчаш хатоси йўл қўйиладиган чегарада эканлигини кўрамиз.

Бурчаклар хатоси ёпиқ полигондагига ўхшаш тарқатилади ва бурчаклар қиймати тузатилиб, 3-устунга ёзилади.

5. Томонлар дирекцион ва румб бурчаклари ёпиқ полигондаги каби ҳисобланади. Дирекцион бурчаклар тўғри ҳисобланганлигининг исботи бўлиб, охириги томоннинг олдиндан маълум бўлган дирекцион бурчагини

такроран келиб чиқиши хизмат қилади (бизнинг мисолимизда 4-устундаги 6–А томонининг дирекцион бурчаги $24^{\circ}36'$).

6. Томонларнинг узунлиги ўлчаш журналичдан олиниб, 6-устунга ёзилади. Бунда қия чизиқлар ўлчанган бўлса, уларнинг горизонтал қуйилиши ҳисоблаб олинади.

7. Йўл томонларининг орттирмаси ёпиқ полигонга ўхшаш (9.3) формулалар билан ҳисобланади ва 7, 8-устунларга ёзилади.

8. Орттирмалар боғланмаслиги очиқ полигонда қуйидаги 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 йиғиндиси бўлиб, қуйидаги формулалардан топилади:

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= x_{ox} - x_o \\ \sum_1^n \Delta y_n &= y_{ox} - y_o \end{aligned} \right\} \quad (9.28)$$

бу ерда: x_o, y_o ва x_{ox}, y_{ox} – 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 йўла сосий (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 охирги таянч нуқтасининг берилган координаталари келиб чиқиши керак. Олинган мисолда диагонал йўлнинг охирги 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.

Ўпиқ полигон нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш қайдномаи

| № | Ички бурчаклар (ўнг) | | Дирекцион бурчаклар | Румб | Полигон томонларининг горизонтал қуйилиши (м) | Ортгирмалар (м) | | | | | | | | Координаталар (м) | | | | |
|--|------------------------------|-------------|---------------------|-------------------|--|------------------------------|--------|---|--------|--|--------|----|--------|-------------------|---------|----|---------|--|
| | Ўлчангани | Тузатилгани | | | | Ҳисоблангани | | | | Тузатилгани | | | | X | | Y | | |
| | | | | | | ± | Δx | ± | Δy | ± | Δx | ± | Δy | ± | | ± | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,5 | | 158°20' | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 88°42,5' | 88°42' | | | | | +08 | | -06 | | | | | + | 3915,55 | + | 2809,01 | |
| | | | 249°38' | ЖҒ69°38' | 144,26 | - | 50,20 | - | 135,24 | - | 50,12 | - | 135,30 | | | | | |
| 3 | 124°12' | 124°12' | | | | | +09 | | -08 | | | | | + | 3865,43 | + | 2673,71 | |
| | | | 305°26' | ШҒ54°34' | 159,50 | + | 92,48 | - | 129,95 | + | 92,57 | - | 130,03 | | | | | |
| 8 | 258°55' | 258°55' | | | | | +18 | | -15 | | | | | + | 3958,00 | + | 2543,68 | |
| | -0,5' | | 226°31' | ЖҒ46°31' | 264,85 | - | 182,25 | - | 192,17 | - | 182,07 | - | 192,32 | | | | | |
| 6 | 21°55,5 | 21°55' | | | | | | | | | | | | + | 3775,93 | + | 2351,36 | |
| | | | 24°36' | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\sum\beta_a = 493^\circ45'$ | | | $\sum d = 568,61$ | | $\sum\Delta x_a = 139,97$ | | | | $\sum\Delta y_a = -457,36$ | | | | | | | | |
| | $\sum\beta_n = 493^\circ44'$ | | | | | $\sum\Delta x_n = (-139,62)$ | | | | $\sum\Delta y_n = (-457,65)$ | | | | | | | | |
| | $f\beta = +0,1'$ | | | | | $f_x = -0,35 \text{ м}$ | | | | $f_y = +0,29 \text{ м}$ | | | | | | | | |
| $\sum\beta_n = \alpha_{\bar{o}} + 180^\circ \cdot n - \alpha_{ox} =$ $158^\circ20' + 180^\circ \cdot 4 - 24^\circ36' = 493^\circ44'$ $\sum\beta_u = \pm 2'\sqrt{n} = \pm 2'\sqrt{4} = \pm 04'$ | | | | | $\sum\Delta x_n = 3775,93 - 3915,55 = 139,62 \text{ м}$ $\sum\Delta y_n = 2351,26 - 2809,01 = 457,65 \text{ м}$ $fd = \sqrt{(0,35)^2 + (0,29)^2} \approx 0,45 \text{ м}$ | | | | | $\frac{fd}{\sum d} = \frac{0,45}{569} = \frac{1}{1264} < \frac{1}{1000}$ | | | | | | | | |

9.7. Теодолит съёмкаси планини координаталар бўйича тузиш ва расмийлаштириш

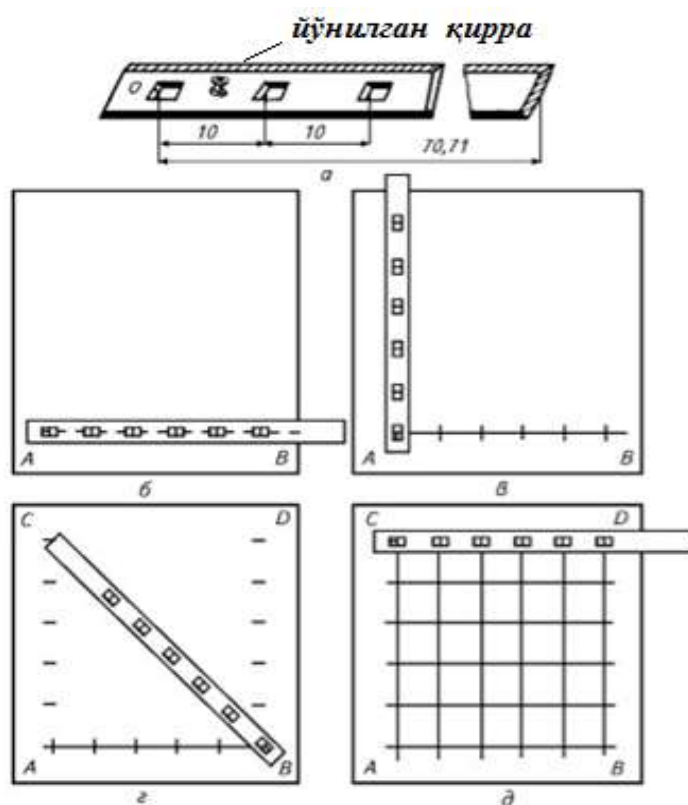
Полигоннинг шимолдан жануб томон катталиги нуқталар абсциссасининг энг катта ва энг кичик қийматлари айирмаси, ғарбдан шарққа эса ординаталар энг катта ва энг кичик қийматларининг айирмаси билан белгиланади. Уларни план масштабига келтириб, сантиметрда ҳисобласак, план чизиладиган қоғоз варағининг ўлчамини аниқлаган бўламиз.

Ҳисоблаш асосида танлаб олинган ватман қоғозида томонлари 10x10 см бўлган квадрат катаклар ясалади. Бу иш махсус металл чизғич–Дробишев чизғичи ёки ЛБЛ чизғичи ёрдамида бажарилади. Улар бўлмаган тақдирда квадрат катакларни каттароқ узунликдаги оддий чизғич, кўндаланг масштаб ва циркуллардан фойдаланиб яшаш мумкин.

Дробишев чизғичи металлдан ясалган, унинг ўрта қисмида 6 та тўғри бурчакли тешиклар жойлашган бўлиб, улар ҳар бирининг чап қирраси, чизғичнинг 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 чизғич охириги учи йўнилган қирраси эса 70,71 см ёзувлар билан белгиланган. Бундай чизғичдан фойдаланиш принципи катетлари 50 см, гипотенузаси эса 70,71 см га тенг тўғри бурчакли учбурчакни яшашга ($50^2+50^2=70,71^2$) асосланган.

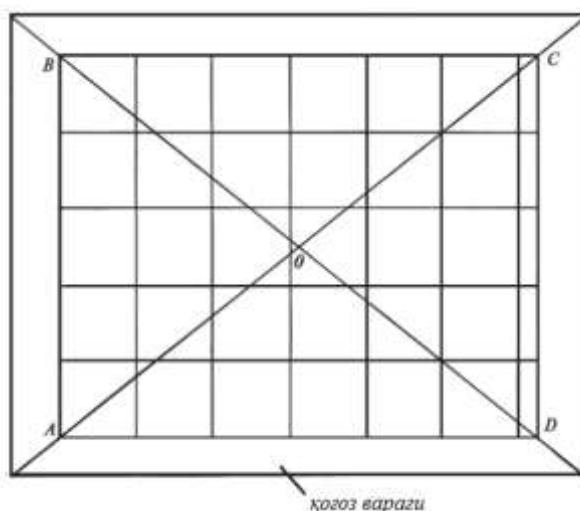
Ушбу чизғич ёрдамида қоғозда квадрат катакларни яшаш тартибини кўриб чиқамиз. Бунда дастлаб қоғознинг пастки қиррасига Дробишев чизғичи параллел қилиб қўйилади ва йўнилган қирраси бўйлаб AB чизик ўтказилади. Ушбу чизикқа чизғични қўйиб, унинг 0 штрихи учини A нуқта билан туташтирадилар ва Дробишев чизғичининг тешиклари йўнилган қирраси бўйича қалам билан ингичка қилиб чизикчалар чизилади (9.5- б, расм). Сўнгра чизғични AB чизикқа перпендикуляр қилиб қўйиб, чизғичининг 0 штрихи учини A нуқта билан туташтирадилар ва тешиклар йўнилган

қирраси бўйича қалам билан ингичка қилиб яна чизиқчалар чизилади (9.5- в, расм). Энди, чизғичининг 0 штрихи учини *B* нукта билан туташтириб (9.5-г, расм) чизғичнинг йўнилган учи билан диагонал 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 чизғичининг 0 штрихи учини *C* нукта билан туташтириб олтинчи тешикчанинг йўнилган қирраси *D* нукта 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 нукталар 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.



9.5. расм. Дробишев чизғичи ёрдамида квадрат катакларни яшаш

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 O 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).



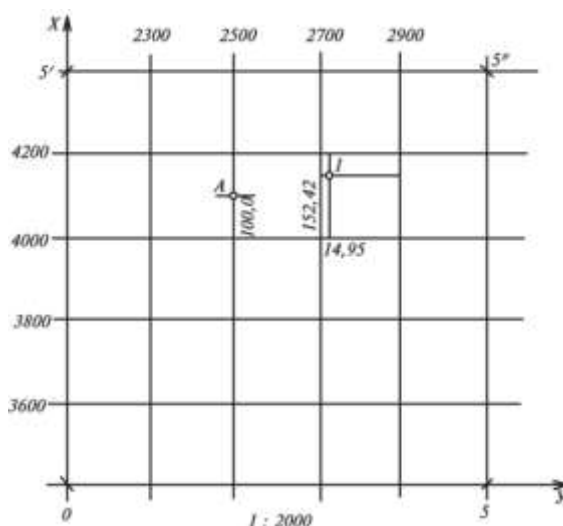
9.6. - расм. Оддий йўл билан квадрат катаклар тўрини чизиш

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 тўрини ясаб бўлингач, чизиладиган план масштаби ва теодолит полигони нуқталарининг координаталари қийматидан келиб чиқиб, квадрат катаклар тўри координата қийматлари билан белгилаб чиқилади. Бизнинг мисолимизда теодолит полигони нуқталарининг 9.3-жадвалдаги x ва y қийматларига қараб 1:2000 масштаб учун 9.6-расмдаги координаталар

тўри сонлар билан ёзиб чиқилган. Полигон нуқталарини координаталари бўйича планга тушириш бошланғич нуқта (9.3-жадвалда А нуқта) дан бошланади. Бунинг учун ушбу нуқта координаталарининг ишораси ва қийматига қараб нуқта жойлашадиган квадрат аниқланади. А нуқтасининг координаталари $x = +4100,00$ м ва $y = +2500,00$ м бўлгани учун нуқта жойлашадиган квадрат-нинг пастки чап учи нуқтасининг координаталари $x = 4000$ ва $y = 2500$ м бўлади. Демак, ундан бошлаб шимолга $4100 - 4000 = 100$ м, шарққа $2500 - 2500 = 100$ м масштабда ўлчаб қўйилса, А нуқтанинг ўрни топилади (10.10-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 (9.6-расм) топилган нуқталардан квадрат томонларига параллел чизиқлар чизилса, уларнинг кесишишидан 1-нуқтанинг пландаги ўрни ҳосил бўлади. Полигон қолган нуқталарининг ўрни ҳам планда шу тартибда топилади.



9.6. – расм. Нуқталарни координаталар бўйича планга тушириш

Планга нуқталар тўғри туширилганини текшириш учун бирин-кетин туширилган икки нуқта оралиғи масштабда циркуль билан ўлчаниб, кайдномадаги (9.3-жадвал) чизиқнинг горизонтал қуйилиши қиймати билан

солиштирилади. Агар улар бир-бирига тенг чикса, нуқталар планга тўғри туширилган бўлади, акс ҳолда улар ўрнини планда қайта топилади.

Туширилган ҳар бир нуқта ёнига унинг тартиб рақами ёзилади. Айнан шу тарзда планга диагонал 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, чизғичлар (оддий ва учбурчак) ҳамда кўндаланг масштаб ёрдамида туширилади. Перпендикулярлар узунлиги ва уларнинг асосигача ўлчанган масофаларни учбурчак ва оддий чизғичлар 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. Ўар бир туширилган бурчакни чегараловчи йўналиш бўйича теодолит ўрнатилган нуқтадан бошлаб тегишли масофалар масштабда қўйилиб топилган нуқталар бўйича тафсилот чегараси чизиби кўрсатилади.

Бурчак кесинтириш усули билан съёмка қилинган нуқталарни планга транспортир ва чизғич 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, 1:1000, 1:2000 и 1:5000) дан фойдаланади.

Полигон учлари диаметри 1,5мм доирача билан кўрсатилади, доирача сиртига уни марказидан ўтувчи 0,5мм икки горизонтал ва иккита вертикал штрихлар чизилади.

Полигон томонлари, тафсилотларни (контурларни) чегара чизиқлари қора туш билан ингичка (0,1мм) қилиб кўрсатилади.

Дарё, кўл, канал ўринлари оч ҳаво ранг бўёқда бўялади, четлари эса яшил рангдаингичка (0,1мм) қилиб кўрсатилади, оқим йўналиши мил билан қора тушда кўрсатилади ва дарёни номи ёзилади.

Экинлар ўрни ўзига хос шартли белгиларига мувофиққилиб 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 саволлар:

- 1. Теодалит йўли нима ва у қандай шаклларда қурилади ?*
- 2. Теодалит йўлида горизонтал бурчаклар қандай ўлчанади ?*
- 3. Теодалит йўли томонлари узунлиги қандай ўлчанади ?*
- 4. Тўғли геодезик масаланинг моҳияти нимадан иборат ?*
- 5. Ёпиқ теодалит йўлида ўлчанган бурчаклар ҳатоси қандай ҳисобланади ?*
- 6. Ёпиқ ва очик полигонларда теодалит йўлидаги координаталар ортирмаларини хатоси қандай топилади ?*
- 7. Координаталар ортирмалари, ҳисобланган ҳатолик орқали қандай тузатилади ?*
- 8. Теодалит йўли нуқталари 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 акт тузишдава бошқа ҳолатлардаер майдонлари юзаларини аниқлаш талаб қилинади.

Унча катта бўлмаган ер участкалари юзаларини аниқлашда англиз ўлчаш системасида *фут² ёки дюйм²*, *м²* бирликлар қўлланилади, катта ер участкалари эса-акр ёки гектарда аниқланади. Метрик ўлчаш системасида асосан *м²* ва гектар бириликлардан фойдаланадилар.

Ер бўлақларининг хўжалик аҳамиятига, уларнинг расмига, катта кичиклигига, геодезик ўлчашларни аниқлиги ва усулларига,ўлчашда ишлатиладиган асбоблар, план ва карталарни мавжудлиги ва керакли маълумотларнинг бор-йўқлигига қараб юзани ҳисоблашнинг қуйидаги усуллари қўлланилади:

1. Аналитик усул – юза жойда ўлчанган чизиқлар ва бурчаклар орқали геометрия, тригонометрия ва аналитик геометрия формулалари бўйича ҳисобланади. Масалан, томарқалар, 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 расмларга-учбурчак, тўғри бурчакли тўрт бурчак, 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).

Аналитикусул энг аниқ усул ҳисобланади, чунки, юза ҳисоблаш аниқлигига фақат жойда чизиқли ва бурчакли ўлчашларни бажаришда йўл кўйиладиган хатолар таъсир қилади ва шунинг учун унинг аниқлиги планнинг аниқлигига боғлиқ бўлмайди.

3. **График усул** – майдонлар юзаси план ва карталар бўйича ўлчаб аниқланган чизиқлар узунлиги орқали ҳисобланади, яъни ер бўлаклари план ёки картада учбурчак, тўртбурчак ёки трапецияга бўлиниб, уларнинг асос ва баландлиги масштабдан фойдаланиб ўлчанади ва тегишли формулаларга кўйиб ҳисобланади. Палеткалар ёрдамида юза ҳисоблаш ҳам шу усулга киради (10.3 га қаралсин).

График усулни аниқлиги аналитик усулга нисбатан пастроқ, чунки жойда ўлчашларни бажаришда содир бўлган хатолардан ташқари юза ҳисоблаш аниқлигига план, карталарларни тузишдаги ва юзаларни план, карталар устида аниқлашдаги хатолар ҳам таъсир қилади.

4. **Механик усул** – майдонлар юзаси план ёки картада махсус асбоб планиметр ёрдамида ўлчанади (10.4 га қаралсин). Ушбу усул энг кўп қўлланиладиган ҳисобланади, чунки у билан тез муддатда кўриниши ихтиёрий бўлган ҳар қандай расмларни юзасини аниқлаш мумкин. Кейинги йилларда турли типдаги электрон планиметрларнинг ишлаб чиқилиши туфайли бу усул **электрон - механик** усул деб номламоқда.

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 чизиқлар ва бурчаклар натижалари бўйича ер бўлаклари юзасини аниқлашда геометрик ва тригонометрик формулалари қўлланади.

Агар ер бўлакнинг чегараси бўйича чизик узунлиги ва бурчаклар ўлчанган бўлса, унда унинг юзасини қуйидаги формулалар орқали тегишли расмлар бўйича аниқлаш мумкин.

Учбурчак (10.1-расм, а). Учбурчак юзасини ўлчанган икки томоннинг узунлиги S_1 ва S_2 ҳамда улар орасидаги β_2 бурчак орқали аниқлаш мумкин. 10.1-расм, а дан маълумки,

$$2P = S_1 h, \quad (10.1)$$

бу ерда $h = S_2 \sin\beta_2$.

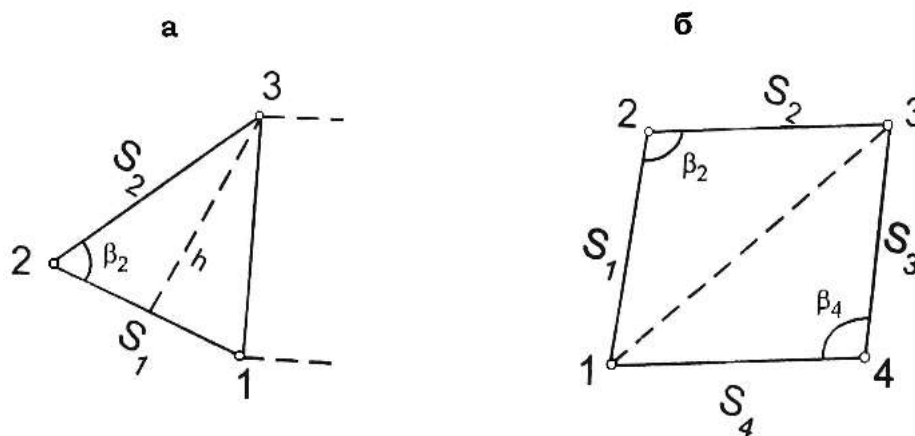
h - қийматини (10.1) га қўйиб, ҳосил қиламиз

$$2P = S_1 S_2 \sin\beta_2. \quad (10.2)$$

Тўртбурчак. Узунлиги маълум ўлчанган тўрттомон S_1, S_2, S_3, S_4 ва икки қарама-қаршитурган бурчаклар β_1 ва β_2 қийматлар бўйича (10.1-расм, б), (10.2) формула асосида тўртбурчак шакл юзасини ҳисоблаш формуласини қуйидагича 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.

1-2-3-4-5 полигон юзасини **P** билан белгиланиб, уни **A-1-2-3-4-B** ва **A-J-5-4-B** шакллар юзасининг фарқи деб топилиб, ҳар бир расм юзасини асослар x ва баландликлари $y_2 - y_1$, $y_3 - y_2$ ва ҳ.к. дан иборат трапециялар юзаларининг йиғиндисини билан ифодалаш мумкин, яъни

$$P = \text{юза}_{A-1-2-3-4-B} - \text{юза}_{A-1-5-4-B} = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + \frac{1}{2}(x_3 + x_4)(y_4 - y_3) - \frac{1}{2}(x_4 + x_5)(y_4 - y_5) - \frac{1}{2}(x_5 + x_1)(y_5 - y_1)$$

Юқорида келтирилган ифоданинг икки охири аъзоларидаги 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 шунча кўпайтмалар йиғиндисига тенг, қанча полигон учлари бўлса, шунда ҳар бир кўпайтманинг бир аъзоси k ва $k+1$ номерлари билан икки кўшни нуқталар абсциссаси, бошқа аъзоси эса, $k+1$ ва k номерлари билан ушбу нуқталарнинг ординаталари фарқини билдиради. Бу эса ўз навбатида ҳар қандай n – бурчаклар учун қисқа формулани ёзишга имкон беради

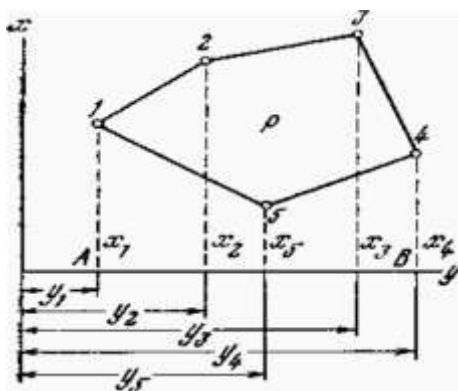
$$2P = \sum_{k=1}^n (x_k + x_{k+1})(y_{k+1} - y_k). \quad (10.2)$$

Бу формуладаги қавсларни очиб, ўзгаришларни бажариб бўлиб ва y_k ни қавсдан чиқариб (10.2) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$2P = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}), \quad (10.3)$$

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 нуқталарини 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 ҳарбир нуқта абсциссасини олдинги ва орқадаги 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 компьютёрда махсусда стурасида ҳисобланиши мумкин.

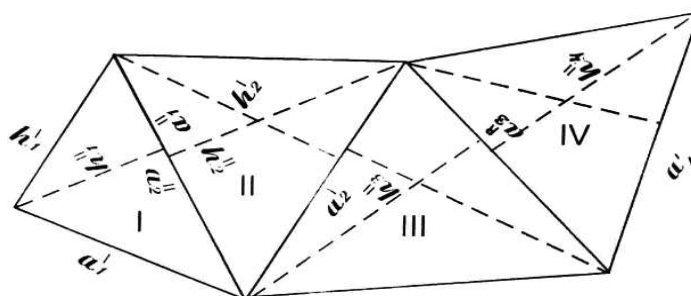
9.2-жадвалда топилган координаталар бўйича полигон юзасини ҳисоблаш 10.1-жадвалда келтирилган.

| Нуқталар т/р | Координаталар (м) | | Айрмалар (м) | | Кўпайтмалар (м) | |
|-----------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|
| | x | y | $x_{i-1}-x_{i+1}$ | $y_{i+1}-y_{i-1}$ | $x_i(y_{i+1}-y_{i-1})$ | $y_i(x_{i-1}-x_{i+1})$ |
| 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 |
| | | | 0 | 0 | +369663 | +369664 |
| | | | | | 2P = 369664 м ² | |
| | | | | | P = 184832 м ² = 18,48 га | |

10.3. График усулда юзани аниқлаш

Бу усулни моҳияти шундаки, план, картада тасвирланган ер бўлаклари оддий геометрик шакларга: кўпинча учбурчаклар ва трапеция ёки тўғри бурчакларга бўлинади ва ушбу шаклларнинг томонлар узунлиги ва бурчаклари ўлчаниб геометрия ва тригонометрия формулалари ёрдамида улар юзаси ҳисобланади ва улар бир 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. Ер участкаси юзасини учбурчакларга бўлиниб аниқлаш

Шунда умумий юза учбурчакларни ҳисобланган юзасининг йиғиндисига тенг бўлади.

Учбурчакнинг юзаси маълум формула орқали ҳисобланади:

$$P_1 = 0,5 a'h',$$

$$P_2 = 0,5 a''h''.$$

Ҳар бир учбурчак бўйича мутлоқ боғланмаслик ҳамда чекли боғланмаслиги қуйидаги ифодалар орқали аниқланади

$$\Delta P = P_1 - P_2,$$

$$\Delta P_{чек} = 0,04 \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P, \text{га}} \quad (10.6)$$

бу ерда M - план масштабнинг махражидаги сони.

Агарда ҳисобланган мутлақ боғланмаслик $\Delta P_{чек}$ йўл қўярли бўлса, яъни $\Delta P_{чек} \leq \Delta P$, унда, уларни ўртача қиймати олинади.

10. 3-расмда кўрсатилган ер бўлагининг юзаси график усулда ҳисобланиб, натижалари 10.2 - жадвалда келтирилган.

10.2 – жадвал

График усулда юзани аниқлаш

| Учбур- чакларни сони | Асос- лар, a | Баландлик- лар, h | Ҳисоб- ланган юза P , га | Мутлақ хато, $\Delta P, \text{га}$ | Чекли хато $\Delta P_{чек}, \text{га}$ | Ўртача юза, P , га |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|--|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 365 | 602 | 11,00 | | | |
| | | | | 0,03 | 0,12 | 10,88 |
| 2 | 572 | 380 | 10,97 | | | |
| | 438 | 421 | 9,22 | | | |
| | | | | 0,03 | 0,12 | 9,24 |
| | 507 | 365 | 9,25 | | | |

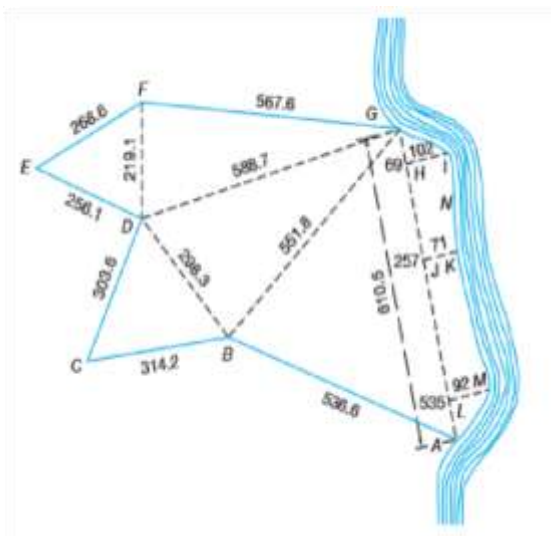
| | | | | | | |
|---|-----|-----|------|------|------|------|
| 3 | 300 | 340 | 5,10 | | | |
| | | | | 0,05 | 0,10 | 5,12 |
| | 330 | 312 | 5,15 | | | |
| 4 | 258 | 365 | 4,71 | | | |
| | | | | 0,06 | 0,09 | 4,68 |
| | 431 | 216 | 4,65 | | | |
| | | | | | | |

P = 29,92 га

Ер участкаси юзасини учбурчакларга бўлиниб аниқлашини 10.4 – расмда келтирилган мисолда ҳам кўриш мумкин. Шунда томонлар узунлиги маълум 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, $S=1/2(a+b+c)$.



10.4-расм.

Бундан ташқари яна учбурчак юзасини аниқлашининг бошқа формуласини ҳам келтириш мумкин

$$area = \frac{1}{2} ab \sin C, \quad (10.7)$$

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 чизикдан ташкил топган майда контурлар юзасини ҳисоблашда палеткалардан фойдаланиш мумкин. Палеткалар тўғри ва эгри чизикли бўлади. Тўғри чизикли палеткаларга энг кўп тарқалган квадрат ва параллел палеткалар киради.

Квадрат палетка – оралари 1 ёки 2 мм дан шаффоф целлулоидда ўзаро перпендикуляр ўтказилган чизиклардан иборат. Перпендикуляр чизиклар кесишиб квадратлар тўрини (томонлари 1x1 ёки 2x2 мм) ҳосил қилади (10.5-а расм).

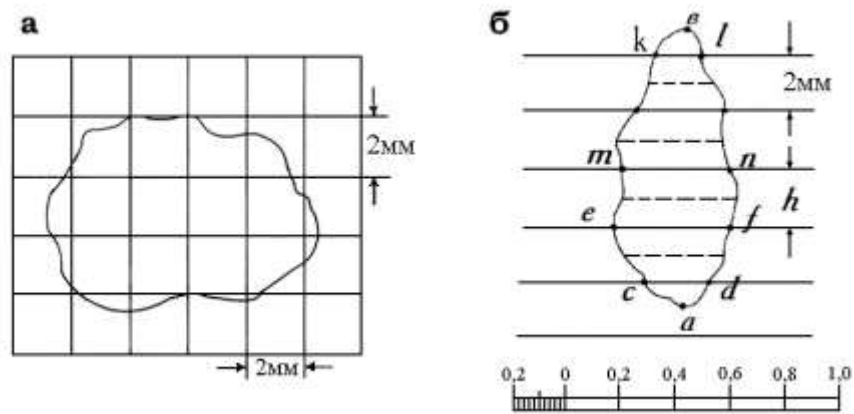
Айрим вақтда палеткани тўғри бурчакли катаклардан ҳам яшаш мумкин. Берилган расм юзаси унинг ичида жойлашган палетка бутун катаклари сонига тўламас катаклар сонини кўз билан чамалаб аниқлаб кўшиб, битта катак қийматига кўпайтириб топилади.

Мисол, 1:1 000 масштабдаги планда олинган шакл юзаси, палетка катагининг томонлари 2x2 мм бўлса, 10.13-а расмга асосан қуйидагича ҳисобланади. Битта квадратнинг томонлари олинган масштабда 2x2 м бўлса, майдони 4 м² 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 қуйидагига тенг $21 \times 4 \text{ м}^2 = 84 \text{ м}^2$ бўлади.

Палеткалар ёрдамида планда катталиги 2 см² дан ортиқ бўлган юзаларни ҳисоблаш тавсия этилмайди. Бутун бўлмаган катаклар сонини кўз билан чамалаб ҳисоблаш ўлчаш аниқлигини пасайтиради.

Юзаларни параллел чизикли палеткалар билан аниқлаш учун шаффоф целлулоид варақчасига 2 мм ораликдан параллел чизиклар чизилади (10.5-б расм).

Юзаларни бу палетка билан қуйидагича ҳисобланади. Юзаси ҳисобланадиган шалга палетка шундай қўйиладики, унинг энг четдаги m ва n нуқталари параллел чизиклар орасига тўғри келсин (10.5-б расм).



10.5- расм. Квадратли ва параллел палеткалар ёрдамида юзани аниқлаш

Шунда расмнинг бутун юзи параллел чизиқлар ёрдамида бир хил баландликка эга трапецияларга бўлинади. 10.5-б расмда av , cd , ej , ..., kl чизиқлар билан трапецияларнинг ўртача асоси, узик чизиқлар билан эса трапецияларнинг асослари кўрсатилган. Шунда трапециялар юзаси йиғиндиси ёки ҳисобланадиган шакл юзи қуйидагича топилади:

$$P = av \cdot h + cd \cdot h + ej \cdot h + \dots + kl \cdot h.$$

Трапециялар баландлиги h бир хил бўлгани учун бу формулани қуйидагича ёзамиз:

$$P = h(av + cd + ej + \dots + kl).$$

Демак, юза қийматини топиш учун ўрта чизиқлар узунлиги йиғиндисини олиб h баландлик параллел чизиқлар орасидаги масофага кўпайтириш керак бўлади.

Ҳисоблашни осонлаштириш учун ўрта чизиқлар йиғиндиси циркуль билан кетма-кет ўлчаниб, унинг иккита оёқчалари нинаси орасида йиғилади. Бунинг учун av кесим циркулда олинади ва уни ўзгартирмасдан чап нинаси d нуқтасига, ўнг нинаси эса чап нина билан битта горизонтал чизиқда жойлаштирилади. Шундан кейин чап нинасини кўтариб сурилади ва c нуқтаси билан туташтирилади. Натижада циркулда $av+cd$ чизиқлар йиғиндиси ҳосил бўлади. Худди шу тартибда кейинги чизиқлар узунлиги циркулда ўлчаб топилади. Охиригача циркулда йиғилган кесим узунлигини

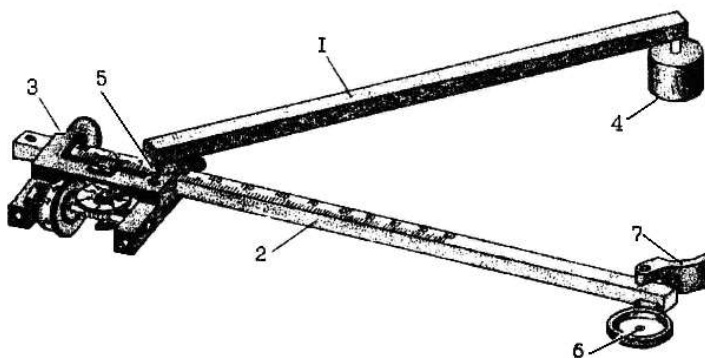
кўндаланг масштабга қўйиб умумий узунлик топилади ва баландлик h га кўпайтириб юза топилади.

Ҳисоблаш ишларини осонлаштириш мақсадида палетка остига махсус шкала чизилиб, унинг бўлаклари қиймати тегишли масштаб учун ҳисоблаб ёзиб қўйилади (чизиқли масштабга ўхшаш). 1:10 000 масштаб учун шкала асосининг қийматини ҳисоблаймиз. Параллел чизиқлар 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 томондаги бир бўлаги (1 см) 10 бўлакка бўлиб қўйилади (10.5,б-расм). Бундай палетка билан планда юзаси 10 см² дан катта бўлмаган тафсилотлар майдони ўлчанади.

10.4. Планиметрнинг тузилиши ва уни текширишлари

Механик усулда план ва карталарда контурлар юзаси планиметр ёрдамида аниқланади. Чизиқли, кутбли ва электрон планиметрлар мавжуд бўлиб, қуйида кутблмеханик планиметрлар тузилишига тўхталиб ўтамиз.

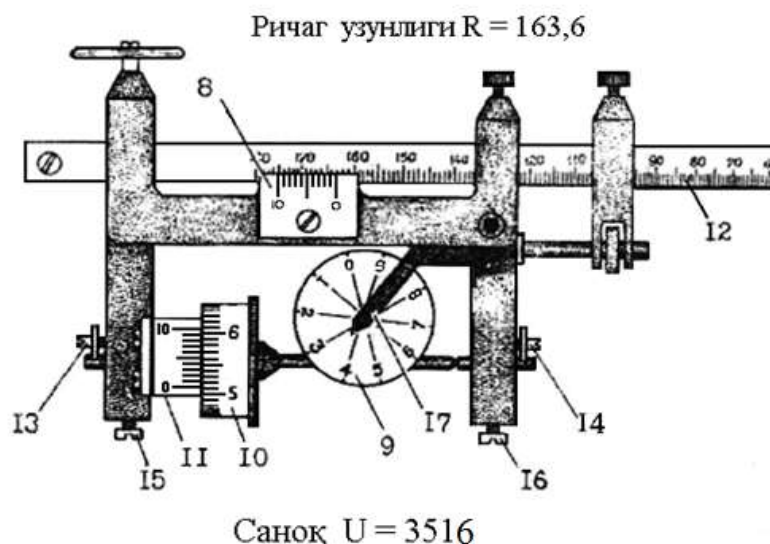
Кутбли планиметр (10.6-расм), асосан, кутб ричаги 1, айлантириш ричаги 2 ва каретка (санок олиш механизми) 3 дан ташкил топган. Кутб ричагининг бир учида кутб -нина билан юкча 4, иккинчи учида эса шарсимон бошли штифт 5 жойлашган. Штифт кареткадаги чуқурликка жойлаштирилади. Юк остидаги нина (кутб) тахта ёки столга ёзилган план ёки картага санчиб қўйилади. Айлантириш ричагининг бир учида металл гардиш-



10. 6- расм. Кутбли планиметрнинг умумий тузилиши

га олинган лупа ўрнатилган бўлиб, унинг остки сиртига айлантериш индекси-нуқта б қўйилган.

Расм юзаси аниқланаётган пайтда айлантериш нуқтаси расмнинг чегараси бўйича даста 7 ёрдамида секин юргизилади. Айлантериш ричагида шкала 12 туширилган бўлиб, у орқали ричагнинг узунлиги верньер 8 ёрдамида аниқланади (10.7-расм).



10.7–расм. Санок олиш механизмининг тузилиши

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 татенг бўлакка бўлинган. Верньер 11 да эса ҳисоб ғилдирагининг 9 та бўлагига тенг оралик 10 та тенг бўлакка бўлинган.

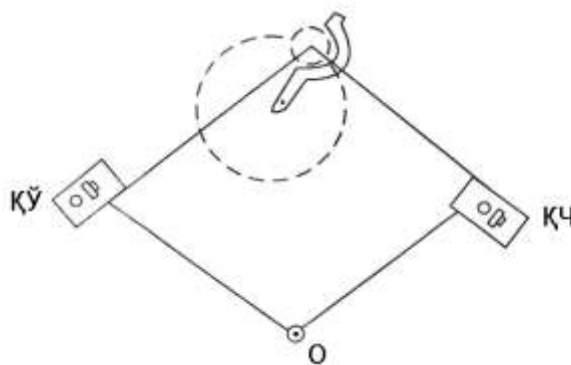
Санок олиш механизмидан олинган санок тўртта рақамдан иборат бўлиши керак. 10.7- расмда келтирилган санокда биринчи рақам циферблатдан-3 (кўрсатгич 17 жойлашган ораликнинг кичик рақами), иккинчи ва учинчи рақамлар ҳисоб ғилдирагидан-51 (верньернинг нольштрихигача бўлган тўлиқ бўлаклар сони), тўртинчи рақам эса верньердан-6 (верньердаги ҳисоб ғилдирагининг бирон-бир штрихи билан туташган штрих номери) олинади. Демак, санок: 3516.

Планиметрни текшириш ва тузатиш. Иш бошлашдан олдин ҳамма геодезик асбоблар сингари планиметр ҳам текширилиб, зарур ҳолларда тузатилиб олинади. Ишга яроқли планиметрлар қуйидаги шартларни қаноатлантириши керак.

1. Ҳисобғилдираги ўз ўқида эркин ва верньерга тегмасдан айланиши керак. Бу шартни текшириш учун айлантириш ричаги қўлга 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. Ҳисобғилдирагининг гирдишига туширилган рифелли штрихлар йўналиши айлантириш ричагининг ўқига параллел бўлиши керак. Текшириш учун қутб нуқтаси 0 ўзгартирилмасдан бирон расм, масалан, доира чегараси икки қутб ҳолатида: ўнг қутб (ЎҚ) ва чап қутб (ЧҚ) да айлантириб чиқилади (10.8 - расм).

Айлантириш хатосининг таъсирини камайтириш учун маълум радиусли махсус нинали чизғичдан фойдаланилади. Айлантиришда планиметрнинг иккала ричаги орасидаги бурчак ўткир (90° дан кичик) бўлиши керак. Қутбнинг ўнг ва чап ҳолатида олинган саноклар айирмалари $\Delta U_{\text{ў}}$ ва $\Delta U_{\text{ч}}$ бир-биридан уч бўлакдан ортиқ фарққилмаслиги керак.



10.8 - расм. Қутбли планиметрнинг текшириш

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 C юзага айтилади. Назарий жиҳатдан планиметрнинг бўлак қиймати C -ни қуйидагича ифодалаш мумкин

$$C = \tau \cdot R \quad (10.8)$$

Геометрик нуқтаи назардан бу формула тўғри бурчакнинг (унинг асоси R – айлантириш рычаг 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, расм 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 расмнинг (квадрат, доира ва х.к.) назарий маълум юзаси.

Амалда планиметр бўлагининг қиймати c ни топиш учун планда юзаси маълум бўлган расм, масалан, квадрат танлаб олиниб, унинг чегараси бўйича

айлантириш нуқтаси кутбнинг ЎҚ ва ЧҚ ҳолатларида икки мартадан айлантириб чиқилади. Бунда айлантириш ричагининг узунлиги аниқланган бўлиб, у ўзгармай туриши керак. Саноклар ва ҳисоблашлар қуйидаги 10.3-жадвалда келтирилган.

10.2-жадвал

Планиметр бўлак қийматини аниқлаш
Планиметр ПП - М № 1410; R=163,5; P_H=100 га

| Саноклар U ₁ U ₂ U ₃ | Саноклар айирмаси U ₂ - U ₁ U ₃ - U ₂ | Саноклар айирмасининг ўртачаси ΔU ўр (ҚЎ) | Бўлақлар сони | Планиметр бўлак қиймати $C = \frac{P_H}{\Delta U}$ |
|--|--|---|------------------|--|
| 1536 | | | | $C = \frac{100}{1015} =$ $= 0,09852$ |
| | 1012 | | | |
| 2548 | | 1013 | | |
| | 1014 | | | |
| 3562 | | | | |
| | | (ҚЧ) | 1014 | |
| 2113 | | | | |
| | 1015 | | | |
| 3128 | | 1015 | | |
| | 1015 | | | |
| 4143 | | | | |

Пландаги расмлар юзасини ҳисоблаш қулай бўлиши учун планиметр бўлагининг қийматини яхлит сонга келтириб олиш керак. Агар мисолимизда планиметр бўлагининг қийматини $c_1 = 0,0952$ га ва унга мосричаг узунлигини $R_1 = 163,5$ деб олсак, 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

$$R_2 = \frac{0,1}{0,09522} \cdot 163,5 = 171,7.$$

Энди айлантериш ричагининг узунлиги R_2 қийматга келтириб, планиметрнинг бўлак қийматини яна аниқлаб кўрилади.

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 қаттиқ асосга (алюминий, фанера) ёпиштирилмаган бўлса, у текис столга ёйиб маҳкамланиши керак.

2. Планиметр кутбини шундай жойлаштирилиши керакки, расмлар айлантерилиб чиқилаётганда ричаглар орасидаги бурчак 30^0 дан кичик, 150^0 дан катта бўлмаслиги ва санок олиш механизми пландан четга чиқмаслиги керак.

3. Расмларнинг айлантеришда бошланғич нуқтани шундай танлаш керакки, шу нуқтадан узоклашишда ёки унга яқинлашишида ҳисоблаш ғилдираги аста-секин айлансин. Бу шартни қониқтериш учун ричаглар орасидаги бурчак 90^0 га яқин бўлиши керак.

4. Расмларни чегараси бўйича планиметрнинг айлана нуқтаси (индекси) ни бир хил тезликда аста-секин юргизилиши керак. Тўғри чизиқли чегараларни айлантеришда чизғич қўлланмаслиги керак, чунки у систематик хатоларни йўл қўйишга олиб келади.

5. Расм чегарасида бошланғич нуқта белгилаб олиниб, айлантериш индекси шу нуқтага қўйилади ва санок U_1 олинади. Кейин расм чегараси бўйлаб айлантериш индекси текис бир тезликда соат мили юриши бўйича юргизилиб, бошланғич нуқтага қайтиб келинганда U_2 саноғи олинади. Кейин яна иккинчи марта айлантерилиб, бошланғич нуқтага келинади ва U_3 саноғи олинади. Саноклар айирмаси $U_2 - U_1$, $U_3 - U_2$ бир - бирига тенг ёки фарқи:

- расм юзаси 200 бўлаккача бўлганда 2 бўлакдан;
- расм юзаси 200 дан 2000 бўлаккача бўлганда 3 бўлакдан;

• расм 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).

10.3-жадвал

Планиметр ПП-М № 1410; R = 171,7; C = 0,1 га

| Расмлар | Саноклар | Саноклар айирмаси | Саноклар айирмаси ўртачаси | Ўлчанган юза, га | Тузатма, га | Тузатилган юза, га |
|---------|----------|-------------------|----------------------------|------------------|-------------|--------------------|
| 1 | 5820 | | ЎҚ | 334,22 | +0,58 | 334,80 |
| | 9159 | 3339 | | | | |
| | 2502 | 3343 | | | | |
| | 3129 | | 3342,2 ЧҚ | | | |
| | 6474 | 3345 | | | | |
| | 9816 | 3342 | | | | |
| 2 | 1667 | | ЎҚ | 234,48 | +0,40 | 234,88 |
| | 4011 | 2344 | | | | |
| | 6354 | 2343 | | | | |
| | 8196 | | 2344,8 ЧҚ | | | |
| | 0541 | 2345 | | | | |
| | 2888 | 2347 | | | | |
| 3 | 6544 | | ЎҚ | 229,50 | +0,40 | 229,90 |
| | 8837 | 2293 | | | | |
| | 1131 | 2294 | | | | |
| | 5527 | | 2295,0 ЧҚ | | | |
| | 7824 | 2297 | | | | |
| | 0120 | 2296 | | | | |

Жадвалдаги ҳисоблашларга кўра:

Умумий юзанинг амалий қиймати $\Sigma P_a = 799,58$ га;

Умумий юзанинг назарий қиймати $\Sigma P_n = 800,96$ га;

Юза боғланмаслиги $f_p = -1,38$ га;

Чекли боғланмаслиги $f_{p \text{ чекли}} = 1,53$ га;

Ҳамма расмларнинг 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 куйидагича топилади:

$$f_p = \sum P_a - \sum P_n. \quad (10.11)$$

Хатонинг чекли қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$f_{p_{чек}} = 0,7C\sqrt{n} + 0,05\frac{M}{10000}\sqrt{P,za} \quad (10.12)$$

бу ерда c -планиметрнинг бўлак қиймати, n -юзаси аниқланган расмлар 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 расм юзасига тузатма, f_p - ўлчаш хатосининг тескари ишорадаги қиймати, $\sum P$ - умумий юзанинг яхлит қиймати, P_i - i сонли расм юзасининг яхлит қиймати.

Планиметрнинг афзаллиги шундан иборатки, унинг ёрдамида маълум математик расм (доира, кўпбурчак, тўртбурчак, учбурчак) кўринишида бўлмаган расмлар (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 кристаллик дисплей, дастурлашган калькулятор функцияси, координаталар системасининг бериш мосламаси, компьютер билан алоқа воситаси,

маълумотларни узатиш PCMCIA картаси ва бошқа имкониятлари билан анъанавий механик планиметрлардан фарқилади.

Электрон планиметр ер участкалари юзаларини аниқлаш жараёнини автоматлаштириш учун хизмат қилади. Шунда, электрон планиметрнинг ишлаш учун сканерларнинг қўлланиши, жараённини максимал автоматлаштиришига имкон беради ва шу билан ўлчовчи (оператор) ишини енгиллаш, 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) **Planix 5** кутбли электрон фирмасининг конструкцияси диққатга сазовор.

Асбоб расмлар юзаси, чизиқлар узунлигини карталар, планлар, схемалар ва бошқа график материаллари бўйича тез ва сифатли ўлчашга имкон беради. Тўғри чизиқлар узунлиги икки нуқта орасидаги чизиқнинг боши ва охирини белгилаш, эгри чизиқли контурлари эса уларни айлантириши билан анқланади. Барча ҳолатларда бир ўлчаш жараёнида ҳам чизиқлар узунлиги, ҳам расмлар юзаси анқланади. Шунда, ўлчаш натижаларини йиғиндиси ва ўртача қийматларини ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун асбоб ўлчаш натижалари устида турли ҳисоблаш жараёнларини амалга оширишига имкон берадиган калькулятор билан таъминланган. Натижалар 8-белгили дисплейга чиқарилади (8.3 - расм).



10.9 – расм. **Planix 5** кутбли электрон планиметри

Planix 5 қутбли электрон планиметрнинг техник тавсифлари қуйидагича:

- Ўлчаш бирлиги -мм, см, км, га, акр, дюйм, фут, миля ва фойдаланувчи томонидан бериладиган ўлчаш бирлиги;

- Ўлчаш режими:

- а) нуқтали (Point)-бурилиш нуқталари орқали тўғри чизиқли контурларни ўлчаш;

- б) узлуксиз (Continuous)-тўғри чизиқли ва эгри чизиқли контурларни айлантериш орқали;

- ўлчанадиган қийматлар - юзалар, чизиқ узунлиги(тўғри, эгри, узунликлар йиғиндиси);

- ўлчаш диапазони - 35,6 см(диаметр);

- ўлчаш аниқлиги - $< 0,2 \%$ ёки $1/2000$;

- ўлчами - 64 x 213 x 39 мм (ричаг узунлиги 222 мм).

- қувватлаш манбаси - зарядланадиган NiCd батареяси;

- зарядланиш вақти - 15 соат;

- вазни - 900 гр.

PLANCOM KP-80N туридаги қутбли электрон планиметри икки кўринишда – ҳисоблаш функциясиз ва ҳисоблаш функцияли русумларда ишлаб чиқарилмоқда (10.10 – расм).



10.10 – расм. **PLANCOM KP-80N** қутбли электрон планиметри

PLANCOM KP-80N туридаги қутбли электрон планиметрнинг техник тавсифлари қуйидагича:

- ўлчаш майдони – максимум 10м²;
- ўлчаш диапазони - 1-чи ўқни диаметри 300мм, 2-чи ўқни диаметри 800мм;
- ўлчаш аниқлиги - < 0,2 % ёки 1/2000;
- ўлчаш вақти – батареянинг бир зарядида узлуксиз ишлаш вақти 30 соат;
- ўлчами - 64 x 213 x 39 мм (ричаг узунлиги 222 мм).
- қувватлаш манбаси - Ni-MH никель-металлгидридли аккумулятор;
- зарядланиш вақти - 15 соат;
- вазни - 780 гр.

Ғилдиракли электрон планиметрлар. Ғилдиракли кўринишидаги электрон планиметрларнинг турли модификация-лари мавжуд бўлиб, улар горизонтал бўйича катта контурлар чегараларини айланиши билан ер бўлаклари юзаларини аниқлашига мўлжалланган.

PLANIX EX (10.11-расм) электрон планиметр ёрдамида нафақат юзаларни тез ва аниқ, яна чизик узунлиги, нуқталар координаталари, бурчаклар, ёйлар ҳамда доиранинг радиусини ҳам ўлчаш мумкин.



10.11 – расм. **PLANIX EX** электрон планиметри

Ушбу планиметрлар ёрдамида ихтиёрий кўринишидаги расмлар юзасини аниқлашдан ташқари, нуқталар координаталарини картографик материалларининг реал масштабида ҳосил қилиш мумкин. Ўлчашлар 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 жудо содда ва қулай. **PLANIX EX** планиметрни компьютерга уланиб, DXF форматдаги файлга ўзгатираоладиган координаталар файлини ҳосил қилиш имкони мавжуд. Маълумотларни чиқариш учун бевосита **PLANIX EX** планиметрга уланадиган махсус принтердан фойдаланиш мумкин.

PLANIX EX электрон планиметрининг техник тавсифлари:

- ўлчаш диапазони - 380x10см;
- ўлчаш аниқлиги - $< 0,1 \%$;
- ўлчаш вақти – батареянинг бир зарядида узлуксиз ишлаш вақти 40 соат;
- ўлчами - 350 x 165 x 43 мм;
- дисплей 3-каторли, 17-разрядли суюқкристаллик;
- қувватлаш манбаси -NiCd аккумулятор/қувватлаш блоки;
- зарядланиш вақти - 15 соат;
- вазни - 1000 гр.

Ғилдиракли типдаги **PLANCOM KP-90N** электрон планиметри KOIZUMI фирмаси (Япония) томонидан ишлаб чиқилган(10.12 – расм).



10.12 – расм. **PLANCOM KP-90N** электрон планиметри

KP-21C электрон планиметри (10.13-расм) **PLANCOM** (Япония) фирмаси томонидан ишлаб чиқарилмоқда ва унинг ёрдамида нафақат

юзаларни тез ва аниқҳисоблаш, яна чизик узунлиги, нуқталар координаталари, бурчаклар, ёйлар ҳамда доиранинг радиусини ҳам ўлчаш мумкин. Ушбу планиметрлар ёрдамида ихтиёрий кўринишидаги расмлар юзасини аниқлашдан ташқари, нуқталар координаталари картографик материалларининг реал масштабида ҳосил қилинади. Ўлчашлар миллиметр, сантиметр, метр, километр ва гектарда бажариш мумкин.



10.13 – расм. **PLANCOM KP-21C** электрон планиметри

KP-1000 электрон координатометри PLANCOM (Япония) фирмаси томонидан ишлаб чиқарилмоқда (10.14–расм). Координатометр-бу тўғрибурчакли координатлар тўри билан топографик карталарда нуқталар координаталарини ўлчашга ҳамда маълум координаталари бўйича нуқталарни карта ва планларга туширишига мўлжалланган асбоб ҳисобланади. Координатометр KP-1000 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 аниқҳисоблашга қаратилган. Асбобда инфрақизил оптик портнинг ўрнатилганлиги маълумотларни принтер ёки RS232C интерфейсга узатиш имконини беради.

KP-1000 координатометрнинг имкониятлари:

- бир вақтда юза, периметр ва график контурларни ўлчаш;

- турли ўлчаш системалар (метрик системаси, инглиз-америка системаси, японча системаси);
- ўлчанган қийматларнинг ўртачасини ҳисоблаш;
- координата бошини ўрнатиш;
- градусли ўлчашларни ўзгартириш функцияси (deg, rad, grad);
- электрон ҳисоблаш функцияси.



10.14 – расм. **KP-1000** электрон координо­метри

Ҳозирги пайтда, компьютер технологияси соҳасида катта имкониятлар мавжудлиги туфайли, ердан фойдаланувчиларнинг ер майдонлари кўпроқ аналитик усулда, яъни нуқталар координаталарининг ҳисобланган қийматлари бўйича аниқлаш йўлга қўйилган. Ушбу қийматлар йўқ бўлган ҳолда, фотограмметрик ёки график усулда топилган нуқталар координаталарининг қийматларидан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун сканер ва дигитайзер асосида ишлаб чиқилган электрон планиметлардан фойдаланадилар.

Ер участкалари юзаларини улар учларининг координаталари бўйича ҳисоблаш учун аналитик усулда юзани аниқлаш формуласига асосланиб тузилган алгоритмлар бўйича компьютер технологиясида дастурлар ишлаб чиқилган. Буларга мисол қилиб AUTO CAD, CREDO, Панорама ва бошқа дастурий таъминотларни келтириш мумкин.

Назорат саволлар:

- 1. Юзани ҳисоблашнинг қандай усуллари мавжуд ?*
- 2. Аналитик усулда юзани аниқлаш деганда нимани тушунасиз ?*
- 3. График усулда юзани аниқлашнинг моҳияти нимадан иборат ?*
- 4. Қутбли планиметрнинг қандай асосий қисимларини 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. Чизиқли иншоотлар трассасини нивелирлаш

11.1.1. Трасса ўқини жойга кўчириш ва бурилиш нуқталарини маҳкамлаш

Йўллар, каналлар, завурлар, қувурлар, электр узатиш линиялари ва шунга ўхшаш чизиқли иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш мақсадида бажариладиган инженерлик-техник нивелирлаш олдиндан жойда белгилаб чиқилган, трасса ўқи деб аталадиган (қурилиши мўлжалланган иншоот ўқи) чизиқ бўйича бажарилади. Бунда жойда бажариладиган геодезик ишлар мажмуаси қуйидагилардан иборат: берилган йўналиш ва нишаблик бўйича жойда чизиқни (ўқни) аниқлаш; уни белгилаш ва маҳкамлаш; трасса бурилиш бурчакларини ўлчаш; пикет ва кўндаланг қириқимларга бўлиб чиқиш; эгриларни режалаш; трасса бўйлаб тор энли ер бўлагини съёмка қилиш; трасса ва кўндаланг қириқимларни нивелирлаш; трассани реперларга боғлаш.

Берилган йўналиш бўйича чизиқни жойда белгилашда дастлаб чизиқнинг 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 милининг оғиш бурчаги ва йўналиши олиниб ҳақиқий азимут қийматига тузатма киритилади ва магнит азимути топилади.

Трассани бош нуқтасида теодолит ўрнатилиб, унинг кўриш трубаси трасса ўқининг бошланғич магнит азимути қиймати бўйича йўнлтирилади.

Бу йўналиш бўйича асбобдан мумкин қадар узокроқда, ҳар 250-350 м да, биттадан веха теодолит трубаси орқали қўйилиб, чизик жойда белгилаб борилади. Чизикнинг давомини дурбин ёрдамида белгилаш ҳам мумкин. Якуний қидирув 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 $\text{tg}v = i$ 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 санокҳисобланган v қийматига мос келсин. Рейкада асбоб баландлиги i ни ип билан белгилаб қўйилиб, 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.

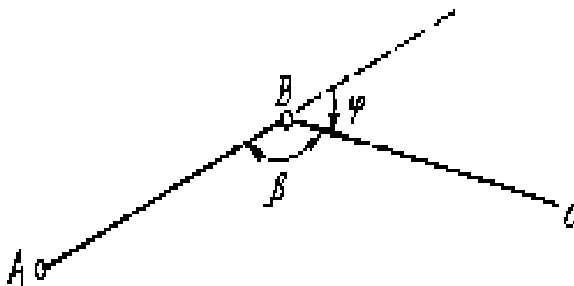
Сўнгра теодолит рейка турган нуқтага ўрнатилади, асбоб баландлиги i рейкада белгиланади ва рейка трасса йўналиши бўйича маълум масофада қўйилади ва худди олдингига ўхшаш навбатдаги нуқта ўрни топилади ва ҳоказо. Бунда топилган бурилиш нуқталари жойда маҳкамланади, улар орасидаги масофа ва бурчаклар аниқ 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-расмга асосан ўлчанган β бурчаги орқали ўнг томон бурилиш бурчаги φ қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:



11.1- расм. Бурилиш бурчакни аниқлаш

$$\varphi = 180 - \beta ,$$

чап томон бурилиш бурчаги φ' эса қуйидагига тенг бўлади:

$$\varphi' = \beta - 180 .$$

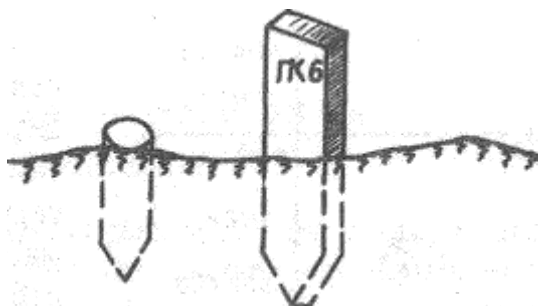
11.1.3. Трассани пикетларга бўлиш, доиравий эгрилар бош нуқталари ва қўндаланг қирқим нуқталарини жойда белгилаш.

Трассани йўналиши бўйича унинг ўқи горизонтал қуйилиш бўйича ҳар 100 м дан бўлақларга бўлиниб, уларни бош ва охири нуқтасининг 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 (11.2-расм). Бу қозиклар ёнига „қоровул қозиклар“ ер юзидан 20 см ча чиқиб турадиган қилиб қоқилади. Уларга пикетларнинг тартиб рақами ёзиб қўйилади.

Трассани пикетларга бўлишда трасса ўқи бўйича учрайдиган рельефни харакгерли цукгалари (рельефни ўзгарган нуктаси, канал, дарё, кўл ва бошқалар суви сатҳининг кесими) ҳамда жойда мавжуд иншоотлар (йўл, кўприк ва бошқалар) билан кесишган нукталари ҳам оралик нукта деб олиниб орқадаги якин пикетдан уларгача бўлган масофалар ўлчанади ва уларнинг қиймати козиқларга ёзилиб, козиқлар қоқиб чиқилади.

Пикетларга бўлишда масофа текширилган 20 м ли пўлат лента ёки рулеткалар (30, 50 метрли) билан ўлчанади.



11.2 - расм. Пикетларни махкамлаш қозиқлари

Лента билан қияликлар бўйича ўлчашда масофа горизонтал қуйилишига тузатма ҳисобланиб, бирданига жойда қўйиб 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.

Элементлари ҳисобланган эгри учун бурилиш нуқтаси ПК1 +55,0 да жойлашган бўлсин. Эгрининг бош нуқталарини пикет ўрни қуйидаги кетма-кетликда ҳисобланади:

БУ... ПК 1 + 55,00

-

Т.. 35,66
ЭБ...ПК1+19,34

+

К 68,50
ЭО...ПК1+87,84

Бош нуқталар ўрнини ҳисоблаш натижаси қуйидагича текширилади:

БУ..ПК1+55,00

+

Т 35,66
ΣПК1+90,66

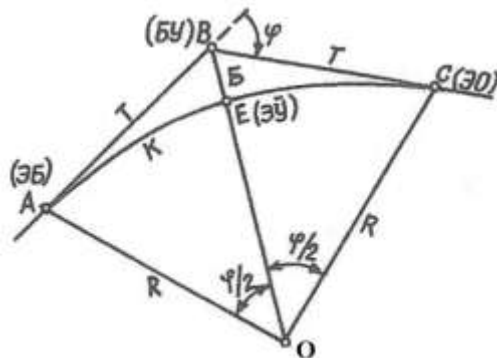
$$\frac{Д}{ЭО...ПК1+87,84} = 2,82$$

демак, ҳисоблашларнинг тўғрилиги тасдиқланди.

Бизнинг мисолда трасса ўқи бўйича навбатдаги ПК2 ни жойда топиш учун ЭО нуктасидан трасса давомида $100 - 87,84 = 12,16$ м ни ўлчаб, нукта козиқ билан мақкамланади. Трассани пикетларга бўлиш шу тарзда давом эттирилади.

AB йўналишининг BC га ўзгаришида қуриладиган иншоот, масалан, автомобиль йўли ўқи бу икки томонни ўзаро қўшувчи эгри AEC (11.3- расм) чизиғи бўйича ўтади.

Бундай эгри чизиқ вазифасини ҳар хил кўринишдаги эгри чизиқлар бажариши мумкин, булардан энг оддийси доиравий эгри чизиқ ҳисобланади. Бундай эгри чизиқни жойда режалаш учун унинг қуйидаги элементлари маълум бўлиши керак: бурилиш бурчаги φ ; эгри чизиқнинг доиравий радиуси R ; уринмаларнинг $AB=BC$ узунлиги ёки тангенс қиймати T ; AEC эгри чизиқнинг узунлиги - $AEC = K$; биссектриса $BE = B$; домер $2T - K = D$.



11.3-расм

Бурилиш бурчаги φ жойда трассани режалашда ўлчанган β бурчаги орқали ҳисобланади (11.3-расмга қаралсин) ёки жойда бевосита теодолит билан ўлчаниши мумкин, радиус R эса жой шароити ва иншоотни қуриш учун қабул қилинган техник меъёрларга кўра белгиланади.

Агарда φ ва R маълум бўлса, қолган бошқа элементлар 11.3- расмга асосан қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилади

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi^0}{2} ; K = \frac{\varphi^0}{180^0} \pi \cdot R ; B = R \left(\sec \frac{\varphi^0}{2} - 1 \right) ; D = 2T - . \quad (11.1)$$

Бу формулалардан кўриниб 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 чизиқнинг бош нуқталарига эгри чизиқнинг боши (**ЭБ**), эгри чизиқнинг ўртаси (**ЭЎ**) ва эгри чизиқнинг охири (**ЭО**) қабул қилинади. Мисол, берилган бурилиш бурчаги $\varphi=39^{\circ}15'$ ва $R=100\text{м}$ учун юқорида кўрсатилган формулалардан калькулятор билан ҳисоблаб топамиз: $T=35,66\text{м}$; $K=68,50\text{м}$; $B=6,17\text{ м}$; $D=2,82\text{м}$.

Жойдаги B нуқтада (11.3-расм) теодолит ўрнатиб, унда ўлчанган β бурчагининг ярими ўлчаб қўйилиб, биссектрисса йўналиши топилади ва у бўйича $B = 6,17\text{ м}$ лента ёки рулеткада ўлчаб куйилиб E нуқтаси топилади, у эгри чизиқнинг ўртаси (**ЭЎ**) бўлади.

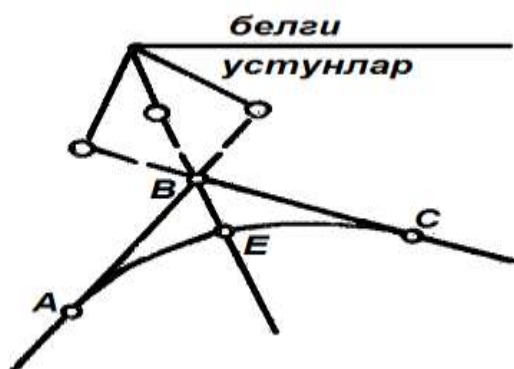
B нуқтасидан ҳар иккала томон, BA ва BC лар бўйича $T=35,66\text{м}$ кесимларни ўлчаб қўйиб тегишли эгри чизиқнинг боши (**ЭБ**) бўлмиш A нуқтани ва эгри чизиқнинг охири (**ЭО**) бўлмиш C нуқталарини жойда топилади.

Ўлчаш натижаларини ёзиб бориш ва ҳисоблаш учун бурчак ўлчаш журнали тўйлади 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 чизиқ элементларининг қиймати.

Трасса бурилиш бурчакларининг учи жойда ерга чуқур ўрнатилган ёғоч устун билан мустаҳкамланади (узунлиги 50 см йўғонлиги 7-10 см) ва нишон қозиқ билан белгиланади.

Устун устига баландлиги 50 см га тенг тупроқуйилади ва атрофи ариқча кавлаб ўралади. Бурилиш учи нуқтасидан биссектириси йўналиши бўйича 2 м масофада ерга 1 м чуқурликда йўғонлиги 12-16 см бўлган ёғоч белги устунни қўмиб жойлаштирилади.

Бундан ташқари, ер ишлари ҳудудидан ташқарида, трасса ўқлари йўналишида қўшимча равишда яна иккита нуқта қозикқоқиб белгилаб қўйилади (11.4-расм). Бурилиш бурчаги учини жойдаги доимий предметларга боғлаб абриси чизиб қўйилади. Трасса ўқининг узун томонлари шундай нуқталарда белги устунлар билан мустаҳкамланадики, унинг ҳар биридан орқадаги ва олдинги яқин белги устунлар кўринсин.



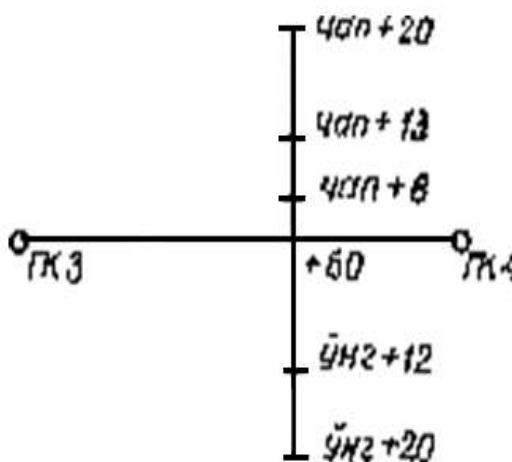
11.4-расм. Трассани жойда белгилаш

Трассанинг бошланғич ва охириги нуқталари жойда ерга қўмилган ёғоч устунлар билан мустаҳкамланади ва атрофдаги мавжуд доимий предметларга боғланиб абриси чизилади.

Трассага икки турдаги-доимий ва вақтинчали 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 тупроқреперлари ўрнатилади. Бундай реперлар асоси ерни 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 ўқиға перпендикуляр, айрим

холларда 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 ҳамма нуқталар ўрни 11.5-расмда кўрсатилгандай +60 м нуқтадан бошлаб масофалари ўлчаниб, „ўнг“ ва „чап“ деб ёзиб белгиланади. Ўлчанган нуқталар ўрнига ер юзаси билан баробар қилибқозиклар қоқилади.



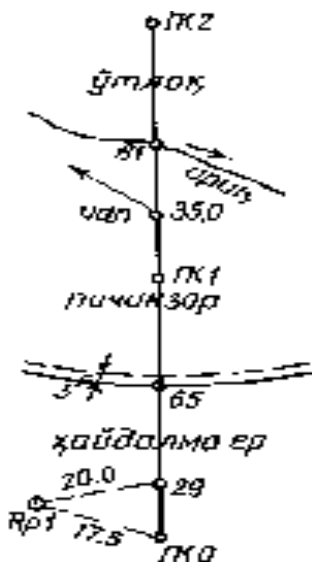
11.5-расм. Кўндаланг қирқим олиш

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 эни 50 м гача жой тафсилотлари асбоб билан ёки кўз билан чамалаб съёмка қилинади. Шундай қилиб тўла 100 метр энли жойдаги тафсилотлар-пичанзор, ўтлоқ, ўрмон, хайдалма ер, ботқоқлик, дарё, ховуз, қудуқ, бино ва иншоотлар, трасса ўқи билан кесиб ўтадиган мавжуд темир ва автомобиль йўллар, аҳоли яшаш жойлари ва бошқалар съёмка қилинади. Съёмка натижалари пикетлаш дафтарчасида қайд этиб борилади.

Одатда, пикетлаш дафтарчаси миллиметрли қоғоздан ўлчами 10x15 см қилиб ясалади. Унда пикетлар, оралиқ нуқталари, эгри чизик бош нуқталари ва кўндаланг қирқимлар кўрсатилган бўлади. Съемка 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.

Пикетлаш дафтарчасида трасса ўқи тўғри чизик 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 бетида 2 та пикет оралиғи (200 м) сиғади.



10.6-расм. Пикетлаш дафтарчаси

Тафсилотларнинг шартли белгиси ўрнига уларнинг номини ёзиш мумкин. Пикетлаш дафтарчасида масштаб доимий бўлмаслиги ҳам мумкин-текис ва тафсилотлар кам оддий жойда масштаб кичик, аксинча, тафсилотлар кўп мураккаб жойда эса йирик олиниши мумкин.

11.1.5. Трассани нивелирлаш ва журнални ишлаб чиқиш

Трасса ўқини жойга кўчириб пикет, оралиқ, кўндаланг қирқим нуқталари ва эгри чизик бош нуқталарини режалаб, маҳкамлаб чиқилгандан кейин трасса нивелирлаб чиқилади. Нивелирлаш учун аниқ нивелир (НВ-1,

Н-3, Н-3К ва ҳ. к.) ёки техник нивелир (Н-10, 2Н-10Л ва ҳ.к.), 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 қўшни 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, навбатда, оралиқ 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 санок олинади $a_{қор}$;

б) нивелирнинг кўриш трубаси олдиндаги рейкага қаратилади ва рейканинг қора томонидан санок олинади $b_{қор}$;

в) олдиндаги рейкани қизил томонидан санок олинади $b_{қиз}$;

г) нивелирнинг кўриш трубаси орқадаги рейкага қаратилиб, рейкани қизил томонидан санок олинади $a_{қиз}$.

Бу саноклар орқали нисбий баландлик қиймати қуйидагича ҳисобланади:

$$h = a_{қор} - b_{қор};$$

$$h = a_{қиз} - b_{қиз}.$$

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 ўрнидан кўзғатмасдан туриб орқадаги рейка оралиқ 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. Икс (x) нуқталар ва уларни нивелирлаш 8.3 параграфда 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.

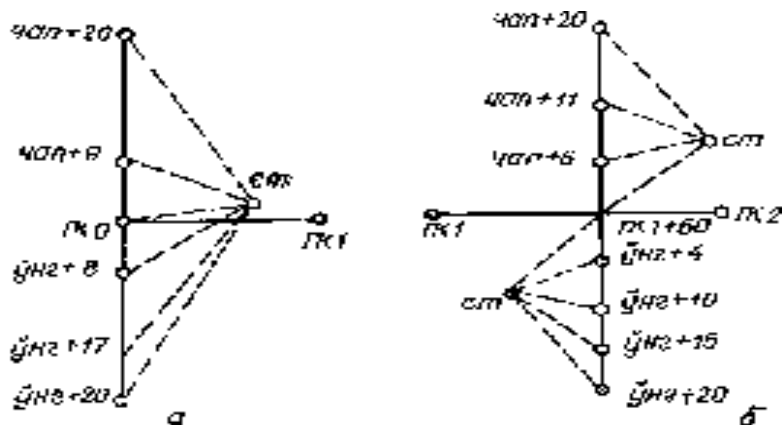
Журналнинг ҳар бир бети тўлганда унда бетма-бет текшириш ишлари бажарилади. Бунинг учун журналнинг ҳар бир бети тагида 3, 4, 6 ва 7-устунларда ёзилган сонлар йиғиндисини топилиб ёзилади. Юқорида кўрсатилган устунлар йиғиндисини $\sum a$, $\sum b$, $\sum h_x$, ва $\sum h_{\text{ўрт}}$ десак, у вақтда 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 кўндаланг қирқим нуқталари ҳам нивелирлаб борилади. Бунинг учун, агар жой рельефи текис бўлса, пикетларни нивелирлаш бекатидан кўндаланг қирқим ҳамма нуқталари оралиқ нуқталар каби нивелирланади (11.7-а расм) ва олинган саноклар журналнинг 5-устунига ёзиб борилади (11.1-жадвалда 7-бекатга қаралсин).

Акс ҳолда (рельеф нотекис бўлса) кўндаланг қирқим нуқталари бир неча бекатдан туриб нивелирланиши мумкин (11.7-б расм).



11.7- расм. Кўндаланг қирқимларни нивелирлаш

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:

- 1) агар трассанинг бош ва охири нуқталари реперларга боғланган бўлса

$$f_{h_{xam}} = \sum h_{\dot{y}pm} - (H_{ox.pen} - H_{bo.pen}) \quad (11.12)$$

бу ерда

$\sum h_{\dot{y}pm}$ -трасса бўйича (репердан-репергача) ўлчанган нисбий баландликлар ўртача қийматлари йиғиндиси;

$H_{bo.pen}$; $H_{ox.pen}$ – бошланғич ва охири реперларнинг баландлиги.

- 2) трасса тўғри ва тескари йўналишларда нивелирланган бўлса, нивелирлаш хатосининг миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f_{h_{xam}} = \sum h_{m\dot{y}z} - \sum h_{mec} \quad (11.13)$$

бу ерда

$\sum h_{m\dot{y}z}$; $\sum h_{mec}$ -тўғри ва тескари йўналишдаги ўртача нисбий баландлик

йиғиндисиди.

(11.12) ва (11.13) формулалар бўйича ҳисобланган нивелирлаш хатосининг чекли қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$fh_{чек} = 50\sqrt{L} \text{ мм}, \quad (11.14)$$

бу ерда L – трасса узунлиги (репердан-репергача) км да олинади.

$$f_{h_{хат}} = \sum h_{\dot{y}pm} - (H_{pen15} - H_{pen14}) = 6567 - (417,332 - 410,755) = 6567 - 6577 = -10 \text{ мм}$$

$\sum h_{\dot{y}pm}$ қиймати 11.1-жадвал 7-устун тагида чиқарилган; H_{pen14} , H_{pen15} $H_{реп.14}$, $H_{реп.15}$ – реперлар баландлиги берилган. Сўнгра (11.14) формула бўйича трассани нивелирлаш хатосининг чекли қийматини ҳисоблаймиз: Бу ерда трасса узунлиги 0,5 км (ПК 0 дан ПК 5 гача), ПК 0 дан реп.14 гача шартли 250 м, ПК 5 дан реп.15 гача 250 м деб ҳисобласак, шунда умумий масофа $L = 1$ км га тенг бўлади.

Мисолда $fh < fh_{чекли}$ 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.

(11.13) 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 8.2 параграфда келтирилган формулалар бўйича ҳисобланади. Олинган мисол учун:

$$\begin{aligned} H_{ПК0} &= H_{pen} + h_1, \\ H_{ПК1} &= H_{ПК0} + h_2, \\ &\dots \\ &\dots \\ H_{ПКn} &= H_{ПКn-1} + h_n. \end{aligned}$$

Трассани нивелирлаш журнали

| Станциялар | Пикетлар ва масофалар | Рейка саноклари (мм) | | | Нисбий баландлик, h (мм) | | | Асбоб горизонти, H_i (м) | Нуқталар баландлиги, H (м) |
|------------|--|----------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| | | орқадаги (a) | олдиндаги (b) | оралиқ (c) | Ҳисоблангани h_x | Ўртачаси $h_{\text{ўрт}}$ | тузатилгани $h_{\text{муз}}$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Rp14 ПК0 | 1464 6250 | 0863 5651 | | +0601 +0599 | +1 +0600 | +0601 | | 410,755 411,356 |
| 2 | ПК0 +75 ПК1 | 2984 7671 | 0253 4940 | 0254 | +2731 +2731 | +1 +2731 | +2732 | 414,340 | 411,356 414,086 414,088 |
| 3 | ПК1 ПК2 | 2670 7460 | 0660 5448 | | +2010 +2012 | +1 +2011 | +2012 | | 414,088 416,100 |
| 4 | ПК2 ПК3 | 2972 7657 | 2392 7078 | | +0580 +0579 | +1,5 +0579,5 | +0581 | | 416,100 416,681 |
| 5 | ПК3 X | 2759 7545 | 0756 5541 | | +2003 +2004 | +1,5 +2003,5 | +2005 | | 416,681 418,686 |
| 6 | X ПК4 | 2899 7686 | 0307 5092 | | +2592 +2594 | +1 +2593 | +2594 | | 418,686 421,280 |
| 7 | ПК4 +60 Кўн. қирк. ўнг 6,0 ўнг +10,0 чап +3,0 чап +10,0 ПК5 | 0381 5162 | 2867 7649 | 1847 2640 1980 1037 0354 | -2486 -2487 | +1,5 -2486,5 | -2485 | 421,661 | 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 |
|---|-------------|--------------|--------------|--|----------------|-----------------|-------|--|------------------------|

$$\sum_a = 70664; \quad \sum_b = 57530; \quad \sum h_x = +13134 \quad \sum h_{\dot{y}pm} = +6567$$

$$\sum h_{\dot{y}pm} = \frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h_x}{2} = \frac{70664 - 57530}{2} = \frac{+13134}{2} = +6567 \text{ мм}$$

$$f_{h_{xam}} = \sum h_{\dot{y}pm} - (H_{pen15} - H_{pen14}) = 6567 - (417,332 - 410,755) = 6567 - 6577 = -10 \text{ мм}$$

$$f_{h_{чек}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{1.0} = \pm 50 \text{ мм}$$

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.

Бизнинг мисолимизда бу қуйидагича бўлади:

$$H_{pen15} = H_{ПК5} + h_8 = 418,795 + (-1,463) = 417,332 \text{ мм}$$

яъни $pen15$ ни берилган баландлиги келиб чиқди, демак пикетлар баландлиги тўғри топилган.

Сўнгра оралик ва кўндаланг қирқим нуқталарининг баландлиги ҳисобланади. Оралик ёки кўндаланг қирқим нуқталари қайси бекатда нивелирланган бўлса, ўша бекатда асбоб горизонти (8.7) формула бўйича ҳисобланади. Бизнинг мисолда 11.1-жадвалга кўра асбоб горизонти 2- ва 7-бекатларда ҳисобланади. Масалан, 7-бекатда асбоб горизонти қуйидагича ҳисобланади:

$$H_i = H_{ПК4} + a_{кор} = 421,280 + 0,381 = 421,661 \text{ мм.}$$

Бу ерда $a_{кор}$ - ПК4 даги рейканинг қора томонидан олинган санок ($a_{кор} = 0381$).

Асбоб горизонтдан фойдаланиб, ушбу бекатда нивелирланган оралик ва кўндаланг қирқим нуқталар баландлиги қуйидагича топилади.

$$H_{+60} = H_i - c = 421,661 - 1,847 = 419,814 \text{ мм,}$$

$$H_{\text{ўн}+6} = H_i - c = 421,661 - 2,640 = 419,021 \text{ мм ва ҳ.к.}$$

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, оралиқ ва кўндаланг қирқим нуқталарининг баландлигини тўғриёки нотўғри ҳисобланганлигини якуний текшириш имконияти йўқ, шунинг учун ҳар бир ҳисоблаш ишини синчиклаб, керак бўлса такроран ҳисоблаб кўриш лозим.

Шу билан нивелирлаш журналини ишлаб чиқиш тугатилган ҳисобланади ва нуқталарнинг топилган баландлигидан фойдаланиб, трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилларини чизишга ўтилади.

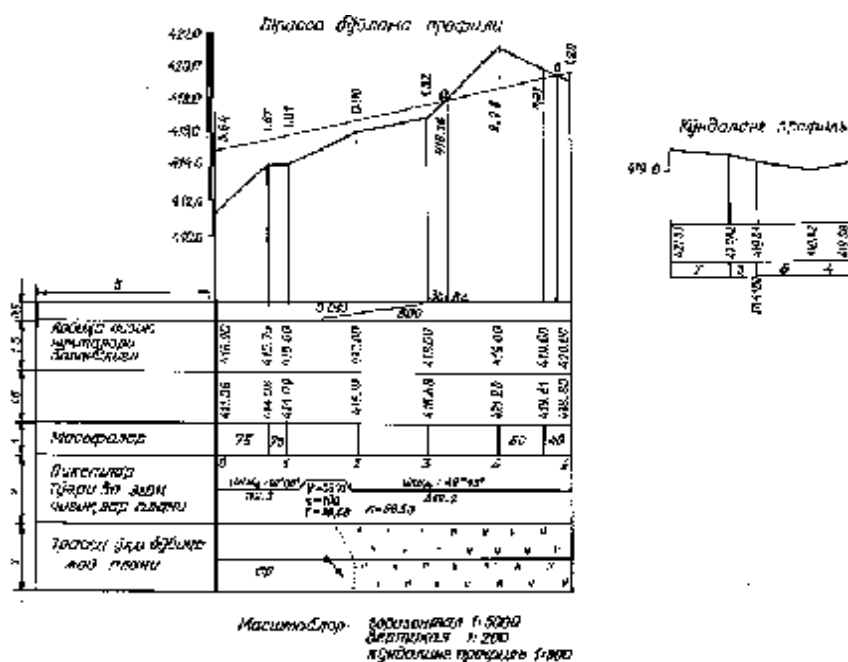
11.1.6. Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилини тузиш

Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профили нивелирлаш журнали 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 йўллари қуриш учун муҳим йўналишларни қидириш ишларида рельефи текис жойларда 1:5 000, тоғли жойларда 1:2 000 ва ундан йирикроқ; 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.

Қуйидаги 11.8-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.



11.8-расм. Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профили

Профиль тўри қаторларини тўлдириш „Масофалар“ қаторидан бошланади. Нивелирлаш журналининг (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 қўшни пикетлар орасида ёзилган оралиқ нуқталари масофаси 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 (11.11-расмга қаралсин). Профиль тўрининг юқоридан биринчи горизонтал чизиғи шартли горизонт дейилиб, унинг баландлиги журналда ҳисобланган нуқталар инбаландлигига қараб қабул қилинади. Бунда чизиладиган профилнинг энг паст нуқтаси ушбу горизонт чизиғидан 2-4 см юқорида бўлиши ҳисобга олинади.

Бизнинг мисолимизда шартли горизонт баландлиги 406,0 м деб қабулқилган. 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.

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. 11.8-расмда бу профиль бўйлама профилнинг устида келтирилган.

11.1.7. Бўйлама профилда лойихалаш элементлари

11.8-расмда автомобиль йўлининг бўйлама ва кўндаланг профиллари берилган. Бўйлама профилда лойиха чизиғини ўтказиш билан боғлиқ бўлган техник шартлар махсус қўлланмаларда берилади. Булардан умумийлари қуйидагилар:

1. Профилда қазилма ва кўтарма юзалари тахминан бир хил бўлиши керак.
2. Лойиха чизиғининг нишаблиги белгиланган қийматдан ошмаслиги керак.
3. Қазилма чуқурлиги ва кўтарма баландлиги ўта катта бўлмаслиги керак ва бошқалар.

Юқоридаги шартларни ҳисобга олиб, профилга туширилган лойиха чизиғининг бошланғич ва охири нуқталари баландлиги профил вертикал шкаласидан аниқлаб ёзилади. Масалан, 11.8-расмда бу нуқталар баландлиги тегишлича 415,0 ва 420,0 м га тенг.

Бу қийматлар „Лойиха чизик нуқталари баландлиги“ қаторида тегишли ПК0 ва ПК5 нуқталарига ёзилади.

Чизик нишаблигини ҳисоблашда маълум формуладан фойдаланилади. Кўриб чиқаётган мисолимизда чизик нишаблиги қуйидагича ҳисобланган:

$$i = \frac{H_o - H_6}{L} = \frac{420,0 - 415,0}{500} = 0,01,$$

бу ерда L -лойиха чизик узунлиги.

Профилдаги лойиха чизиғининг бошқа ҳарқандай нуқтаси учун баландлик қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$H_i = H_{i-1} + i \cdot d \quad (11.15)$$

яъни кейинги (i) нуқтанинг лойиха баландлиги олдинги ($i-1$) нуқтанинг лойиха баландлигига чизик нишаблигини бу нуқталар орасидаги горизонтал масофага кўпайтириб қўшилганига тенг.

Мисол: $H_{ПК1} = H_{ПК0} + i \cdot d = 415,00 + 0,01 \cdot 100 = 416,00.$

(11.8-расмга қаралсин). Бу йўл билан нуқталарнинг ҳисобланган лойиҳа баландлиги профилнинг тегишли қаторига ёзилади. Профиль ҳар бир нуқтасини лойиҳа баландлигидан ер баландлиги айрилиб мусбат ишорали қиймат лойиҳа чизиқни устига, манфий ишоралиси эса чизиқ остига ёзиб борилади. Бу қийматларга ишчи баландликлар дейилади.

Ер юзаси чизиғининг (профиль чизиғининг) лойиҳа чизиғи билан кесишган нуқтасига ноль ишлари нуқтаси дейилади.

Ноль нуқтасининг орқадаги ва олдинги яқин профиль нуқталаригача бўлган масофалари 11.9-расмга кўра қуйидаги формулалардан ҳисобланади:

$$x_1 = \frac{a}{a+\epsilon} d,$$

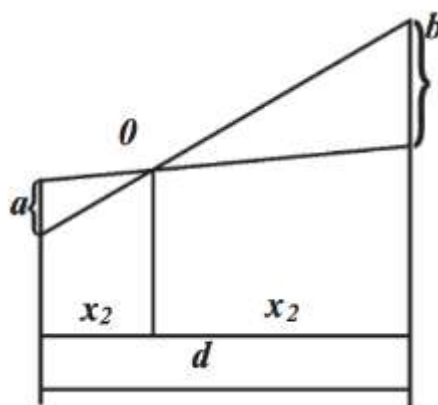
$$x_2 = \frac{\epsilon}{a+\epsilon} d.$$

Бу оддий формулаларда a орқадаги ва ϵ олдинги профиль нуқталаридаги ишчи баландлик, d эса бу нуқталар орасидаги горизонтал масофа.

11.9-расмдаги 0 нуқта учун x_1 ва x_2 масофаларни ҳисоблаймиз:

$$x_1 = \frac{1,32}{1,32+2,28} \cdot 100 = 36 \text{ м};$$

$$x_2 = \frac{2,28}{1,32+2,28} \cdot 100 = 64 \text{ м}.$$



11.9-расм. x_1 ва x_2 масофаларни аниқлаш

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 нуқтасидан орқадаги энг яқин нуқтанинг лойиҳа баландлиги.

Ҳисоблаб топилган масофалар ва баландлик 11.8-расмда ёзиб кўрсатилган жойларда ёзилади. Ўйибланган баландлик H_0 кўк баландлик дейилади ва кўк рангда ёзилиши керак.

Чизиб тугалланган профиль тегишли рангдаги тушлар билан тушланади. Бунда қизил ранглар 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, майдонларни суғориш, иншоотларни қуриш ва бошқа шу каби мақсадлар учун лойиҳа тузиш ишлари 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, 1:1000, 1:2000 0,1-0,5 м рельеф кесими баландлиги билан) тузиш учун бажарилади.

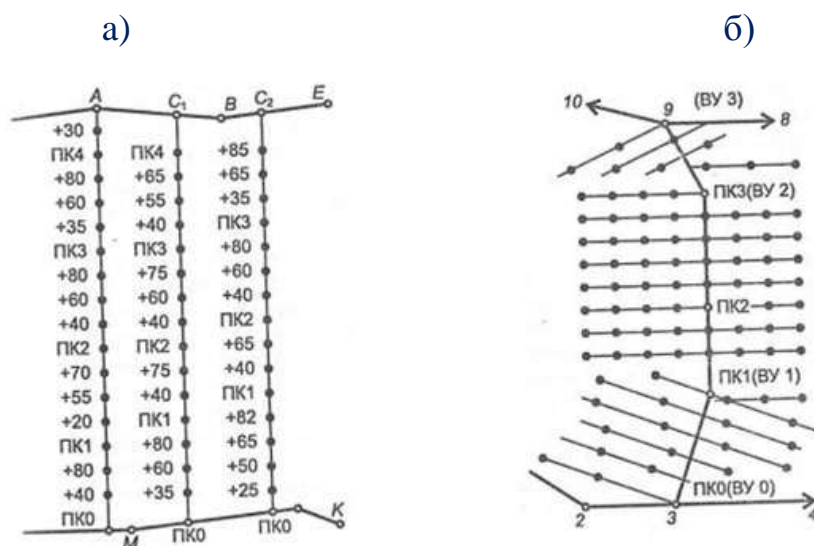
Жой рельефнинг характериға, уни планда тасвирлаш аниқлиғига, лойиҳаланадиган иншоот туриға ва хусусиятиға ҳамда бошқа бир қанча шартларға қараб юзани нивелирлаш қуйидаги усулларда бажарилади:

- параллел чизиклар усули;

- магистраллар усули
- полигонлар усули;
- квадрат катаклар усули.

Параллел чизиқлар бўйича юзани нивелирлаш усули квадрат катакларни ривожлантиришига тўсиқлик қиладиган ўсимликлар билан қопланган рельефи кучсиз ифодаланган ҳам очик ва ҳамда ёпиқ жойларда қўлланиши мумкин. Бунинг учун участка чегараси бўйича бошланғич геодезик пунктлар ва реперларга таянадиган теодолит-нивелир йўли ўтказилади. Йўлнинг томонларига участкани кесадиган тўғри профили чизиқлар учун таянч ҳисобланадиган, створли нуқталар маҳкамланади (11.10 – а, расм).

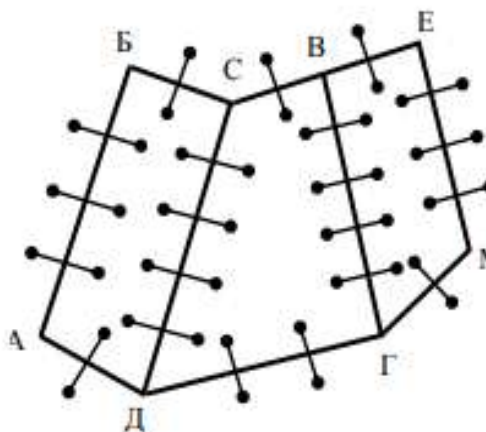
Профил чизиқлари 1:500 ва 1:1000 съёмка масштабларида ҳар бир 20м дан, 1:2000 съёмка масштабида эса 40-50м дан белгиланади. Профилли чизиқлар бўйлаб пикетлаш ишлари бажарилади, юз метрли пикетлар қозиклар билан белгиланади, плюсли нуқталар эса ҳар бир 20 м ёки 40м дан (съёмка масштабига қараб) қоравул қозиклар билан маҳкамланади. Бир вақтнинг ўзида асосан перпендикуляр усулида жой тафсилотлари съёмка қилинади ва мувофиқ абрислар тузилади.



11.10 – расм. Параллел чизиқлар ва магистрал йўллар усулларида юзани нивелирлаш

Магистраллар усули. Бу усул жой рельефи нотекис, кичик ва чўзинчоқ бўлган ерларда қўлланилади. Магистрал йўллар рельефнинг характерли чизиқлари: сув айриғичлар, сув йиғилиш чизиқлари бўйича ўтказилади (11.10-б, расм). Бу усул кўпинча автомобил йўллар, каналлар ва бошқа чизиқли иншоотлар бўйлаб съёмкаларни бажаришда қўлланилади. Планли-баландлик асос бўлиб, чизиқли иншоотлар трассаси бўйлаб ўтказилган теодолит-нивелир йўли хизмат қилади. Магистрал йўлларга перпендикуляр қилиб кўндалангликлар режаланади. Сўнгра бу чизиқлар бўйича съёмка масштабига қараб ҳар 20 ёки 40 м дан пикетларга бўлиб чиқилади ва қозиқлар қоқилади. Шундан кейин бу нуқталар нивелирлаб чиқилади. Нивелирлаш натижалари ишлаб чиқилиб, нуқталар баландлиги топилади.

Полигонлар усули рельефи кучли ифодаланган катта участкаларда қўлланилади. Планли-баландлик асос сифатида съёмка қилинадиган участкаси чегараси ҳамда рельефнинг характерли (тузилмавий) чизиқлари бўйлаб ўтказиладиган теодолит нивелир йўллар системаси қўлланилади (11.11-расм). Тафсилот ва рельефни съёмка қилиш учун планли-баландлик асос томонларига кўндалангликлар кўринишида съёмка йўллари режаланади.



11.11 – расм. Полигонлар усулида юзани нивелирлаш

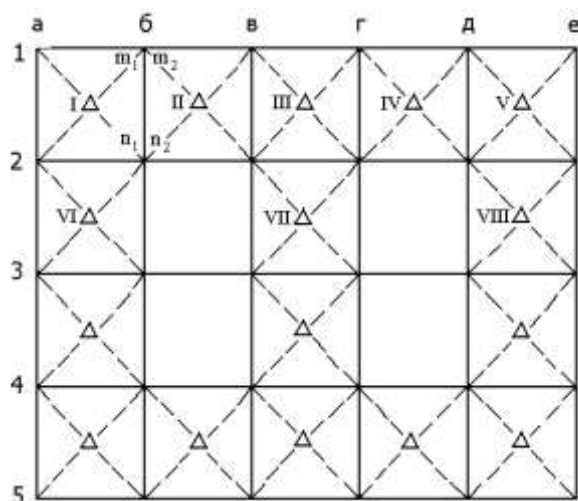
Юза нивелирлаш ишларида ишлаб чиқаришда энг кўп қўлланиладиган усул **квадрат катаклар усули** ҳисобланади. Шу боис, қуйида ушбу усулга батафсил тўхталиб ўтамиз.

Квадрат катаклар бўйича юзани нивелирлаш усули кўпинча рельефи кучсиз ифодаланган очиқ жойларда вертикал текислаш лойиҳаларини тузиш ва ер ишлари ҳажмларини ҳисоблашда қўлланилади. Бу тариқа нивелирлаш ишлари қурилиш майдончаларида саноат, фуқаро ва спорт объектларини қуриш, суғориш участкалари ва шоли чекларини барпо этишда бажарилади.

Квадрат катаклар усулида нивелирланадиган майдон теодолит ва ўлчов лентаси ёрдамида квадратларга бўлинади. План масштаби ва қуриладиган иншоотнинг турига қараб квадрат томонлари 10x10; 20x20; 40x40 м бўлиши мумкин.

Бундай квадрат катакларни яшаш учун майдон аввал томонлари 100x100, 200x200 м бўлган катта квадратларга бўлинади ва жойда квадрат учлари қозиклар билан маҳкамланади. Бунинг учун жойда $1a$ нуқтасини маҳкамлаб $1a$ — $5a$ йўналиш белгилаб олинади (олинган ер майдонининг чегараси ёқалаб). Шу йўналишда лента билан квадрат томонининг қабулқилинган узунлиги кетма-кет ўлчаб қўйилиб $2a$, $3a$, $4a$ ва $5a$ нуқталари жойда маҳкамланади (11.12-расм).

Кейин $1a$ ва $5a$ нуқталарига теодолит ўрнатиб, $1a-5a$ ва $5a-1a$ йўналишига нисбатан 90° ли бурчак ясаб $1a - 1e$ ва $5a - 5e$ йўналишлар ҳосил



11.12-расм. Квадрат катаклар усулида юзани нивелирлаш

қилинади ва улар бўйича квадрат томонининг қабул қилинган қийматини кетма-кет қўйиб чиқиб, $1a$, $1б$, $1в$, $1г$, $1д$, $1e$ ва $5a$, $5в$, $5г$, $5д$, $5e$ нуқталари топилиб қозиклар қоқиб маҳкамланади. Ташқи асосий квадрат ичида ётган

квадратлар учи 1б- 5б, 1в- 5в ва бошқа томонлар бўйича вехадан вехагача 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 бундай 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 11.12-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

$$m_1 + n_1 = m_2 + n_2. \quad (11.16)$$

ёзиш мумкин.

(11.16) формуладан кўринишича, ҳар бир квадрат томонида қарама-қарши ётган саноклар йиғиндиси ўзаро тенг бўлиши керак. 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:

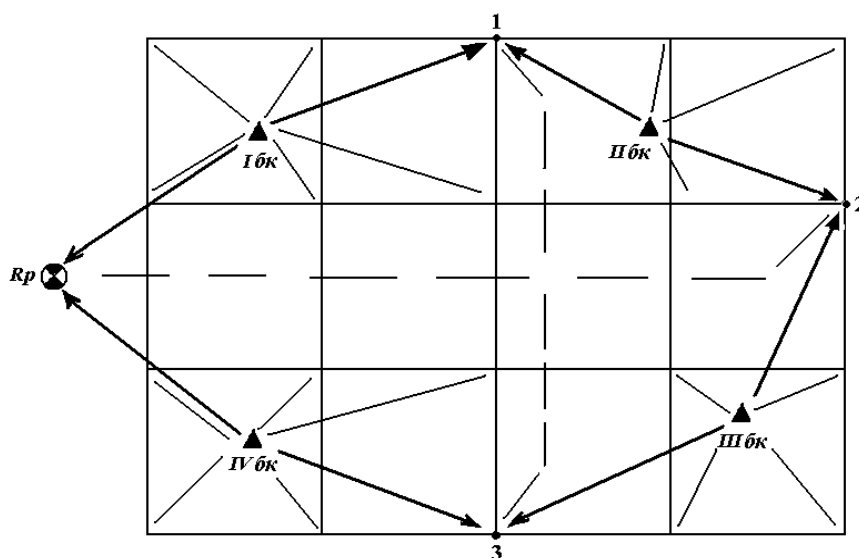
$$fh_{чекли} = 6\sqrt{n}, \text{мм} \quad (n - \text{бекатлар сони}).$$

Ушбу қийматдан ошмаган хатолик тарқатилиб, нисбий баландликлар боғланади ва асосий квадрат учи нуқталарининг баландлиги ҳисобланади. Сўнгра $1a$ ва $1e$ ҳамда $5a$ ва $5e$ нуқталар орасида жойлашган $1б$, $1в$, . . . ва $5б$, $5в$, . . . нуқталар баландлиги ҳисобланади.

Асосий квадрат ичидаги нуқталар нисбий баландлиги қаторлар бўйича, мисол, $1б-5б$ қатори бўйича олиниб, бош ва охири нуқталарнинг ҳисобланган баландлигидан фойдаланиб 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 1, 2, 3 ва 4 нивелир бекатлари; a , $в$, $с$ ва d бекатлар орасида олинган боғловчи нуқталар бўлади. Майдонни квадратларга бўлиш билан бир вақтда майдондаги тафсилотлар ҳам сьёмка қилинади.



11.13-расм. Квадрат катаклар усулида юзани нивелирлаш схемаси

11.13-расмда 1, 2, 3 ва 4-бекатлардан нивелирланган боғловчи нуқталар a , $в$, $с$ ва d йўғон чизиқлар билан, оралик нуқталар сифатида нивелирлангани эса узук чизиқлар билан кўрсатилган. Боғловчи нуқталар рейканинг қора ва

қизил томонлари, оралы қнуқталар эса фақат қора томони бўйича нивелирланади.

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

1. Квадратлар бўйича нивелирлаш схема-журналида келтирилган маълумотлар бўйича(11.14-шакл) боғловчи нуқталар орасидаги нисбий баландликлар қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$h = a - b, \quad (11.3)$$

бу ерда: a – орқадаги рейкадан олинган санок;

b - олдинги рейкадан олинган санок.

Мисол: I-чи бекатда h қиймати репер $Rp1$ (орқадаги) ва 1-чи 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 4мм дан кўп фарқ қилмаса унда ўртача қиймат топилиб 11.2 - жадвалининг 3 устунига ёзилади.

Мисол: $h_{\text{ўр}} = 1575 + 1573 = 3148 : 2 = 1574 \text{ мм}.$

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 баландликларни алгебраик йиғиндиси (назарий) нолга тенг, лекин ўлчашлар жараёнида йўл қўйилган хатолар туфайли, нисбий баландликларни амалий йиғиндиси нолга тенг бўлмай, нивелир йўлидаги нисбий баландликлар боғланмаслиги номланадиган f_h қийматига тенг бўлади, яъни

$$f_h = \sum h_a, \quad (11.17)$$

бу ерда $\sum h_a$ - боғловчи нуқталар орасидаги нисбий баландликлар йиғиндиси.

Кўрилатган мисолда

$$f_h = +1574 - 447 - 1770,5 + 650 = +6,5 \text{ мм} .$$

3. Квадратлар бўйича юзани нивелирлашда нивелир йўли нисбий баландликлардаги йўл қўярли боғланмаслиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$f_{h \text{ чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (11.18)$$

бу ерда n – бекатлар сони.

Ҳисоблаш натижалари 1 жадвалнинг охирида ёзилади.

Кўрилатган мисолда:

$$f_{h \text{ чек}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} = 10 \sqrt{4} = \pm 20 \text{ мм} .$$

4. Агар $f_h \leq f_{h \text{ чек}}$ шарт бажарилса (бизнинг мисолда $6,5 < 20$ мм). унда f_h қиймати тескари ишораси билан ўртача нисбий баландликлар қийматларига тарқатилади (қаранг 11.2 -жадвалнинг 3 устунига).

Тузатмалар қийматлари бўйича тузатилган нисбий баландликлар қийматлари топилади ва улар 11.2 жадвалнинг 4 устунига ёзилади.

5. Тузатилган нисбий баландликлар ва бошланғич репернинг баландлиги бўйича қолган боғловчи нуқталарнинг баландликлари қуйидаги формула бўйича топилади.

$$H_n = H_{n-1} + h_{\text{муз}}, \quad (11.19)$$

бу ерда: H_n ; H_{n-1} – мувофиқ кейинги ва олдинги боғловчи нуқталар баландлиги;

$h_{\text{муз}}$ - тузатилган нисбий баландликлар

Мисол: $H_1 = H_{\text{рен.1}} + h_{\text{муз}} = 32,693 + 1,573 = 34,266\text{м}.$

$$H_2 = 34,266 - 0,449 = 33,817\text{м ва ҳ.к.}$$

Топилган баландликлар жадвалнинг 3 устунига нуқталар каторига мувофиқ ёзилади.

Ҳисоблашни назорати бўлиб бошлангич репер баландлигини келиб чиқиши асос бўлади.

11.2 жадвал

Боғловчи нуқталар баландлигини ҳисоблаш

| Боғловчи нуқталар номери | Нисбий баландликлар $h, \text{мм}$ | | | Нуқта баландлиги $H, \text{м}$ |
|--------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
| | $h_{\text{хис}}$ | $h_{\text{ўрт}}$ | $h_{\text{туз}}$ | |
| Рр | +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 | |
| Рр | +651 | | | 32,693 |

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} = +6,5\text{мм},$$

$$f_{h_{доп}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} = \pm 20 \text{ мм}.$$

6. Оралиқ нуқталар баландлигини ҳисоблаш учун асбоб горизонти топилади

$$AG = H_{орқ} + a \quad \text{ёки} \quad AG = H_{олд} + b,$$

бу ерда $H_{орқ}$, $H_{олд}$ – орқадаги ва олдиндаги боғловчи нуқталар баландлиги;
 a , b – рейкаларнинг қора томонидан олинган саноклар,

Мисол: 1 бекатда:

$$AG = H_{орқ} + a = 32,693 + 2,593 = 35,286 \text{ м},$$

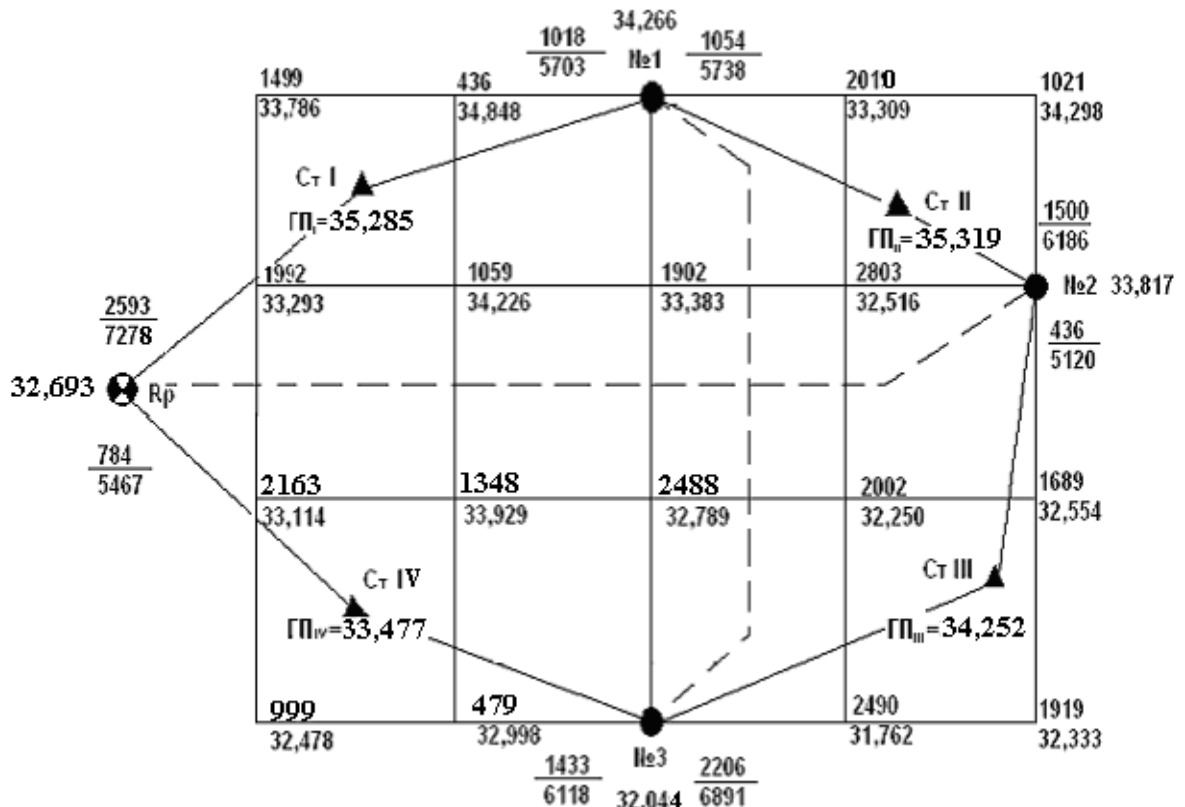
$$AG = H_{олд} + b = 34,266 + 1,018 = 35,284 \text{ м}.$$

Ҳосил қилинган асбоб горизонти қийматларининг фарқи 5 мм дан кам бўлмаганлиги туфайли схема журналига ўртача қиймат 35,285 м ёзилади (13.14-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.



11.14- расм. Квадратлар бўйича нивелирлаш схема-журнали

Мисол, $H_{c1} = 35,285 - 1,499 = 33,786\text{м}$,
 $H_{c2} = 35,285 - 0,436 = 34,848\text{м}$ ва ҳ.к.

Барча топилган оралиқ нуқталар баландлиги квадратларнинг мувофик учлари ёнида рейка бўйича санокларнинг тагида ёзилади.

11.2.3. Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш планини тузиш

Жойнинг топографик плани чизма қоғозда берилган масштаб ва рельеф кесими баландлигида тузилади. Дастлаб координатлар тўри 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 интерполяциялаши деб рельеф кесими баландлигига каррали бўлган нуқталар баландлигини пландаги ўрнини топишига айтилади.*

Мисол, рельеф кесими баландлиги 0,25м бўлганда горизонталлар қуйидаги баландликларга эга бўладилар: 33,00; 33,25; 33,50; 33,75; 34,00м ва ҳ.к.

Горизонталлар бир туркумли нишабларда жойлашган нуқталар орасида интерполяцияланадилар. Интерполяциялашни *аналитик* ёки *график* усулларда амалга ошириш мумкин.

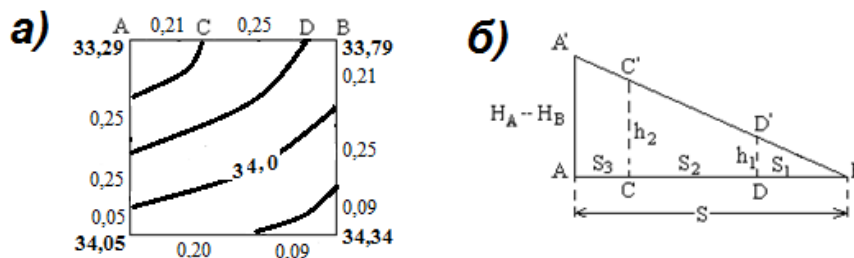
Аналитик усулни моҳияти шундан иборатки, планда s узунликка эга AB кесимни H_A ва H_B учларининг баландликлари бўйича (11.18–а, расм) баландлиги H_C ва H_D нуқталар аниқланади.

(11.15–б, расм) га кўра учбурчакларнинг ўхшашлиги теоремасидан фойдаланиб қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$\frac{s_1}{s} = \frac{h_1}{H_A - H_B}; s_1 = \frac{h_1}{H_A - H_B} s.$$

келтирилган ифодадан s_1 ни ҳисоблаб, s_2 ни s_1 билан биргаликда ҳисоблаш мумкин, яъни

$$s_1 + s_2 = \frac{h_2}{H_A - H_B} s.$$



11.15-расм. Аналитик усулда интерполяциялаш

Мисол: АВ узунлиги $s=20$ м квадратнинг юқори томони учун

$$s_1 = \frac{h_1}{H_A - H_B} s = \frac{0,21}{0,50} 20 = 8,4\text{м}; \quad s_1 + s_2 = \frac{h_2}{H_A - H_B} s = \frac{0,46}{0,50} 20 = 18,4\text{м}.$$

Ҳосил қилинган s_1 ва $s_1 + s_2$ масофалар B нуқтадан A нуқта томонига қараб планнинг масштабида қўйилади.

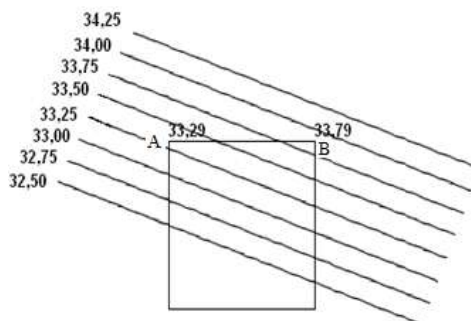
Айнан шу тарзда квадратнинг қолган томонлари бўйича интерполяциялаш жараёни бажарилади, кейин эса бир хил баландликка эга нуқталар орқали горизонталлар ўтказилади.

График усул орқали интерполяциялашида миллиметрли қоғоз ёки параллел чизиқли палеткалар қўланилади.

Палетка шаффоф қоғозга (калька)да қатор ҳар бир 0,5 ёки 1 см дан ўтказилган параллел чизиқлар туширилган мослама ҳисобланади (11.16-расм).

Палетка планга шундай жойлаштириладики, A нуқта ўрни бўйича ўз баландлигига мос бўлсин (11.16-расмда $H_A=33,29$ м), ва шу ҳолатда палетка пландаги A нуқтага ўлчагичнинг игнаси орқали бириктирилади. Кейин B нуқта палеткада ўз баландлигига мос келгунча A нуқтанинг атрофида палетка айлантдирилади. Панда АВ чизиқнинг палеткадаги параллел чизиқлар билан кесишган нуқталарини тешиклаб, горизонтал баландликларига мос нуқталар ҳосил қилинади. Шу тарзда барча квадратлар томонлари бўйича

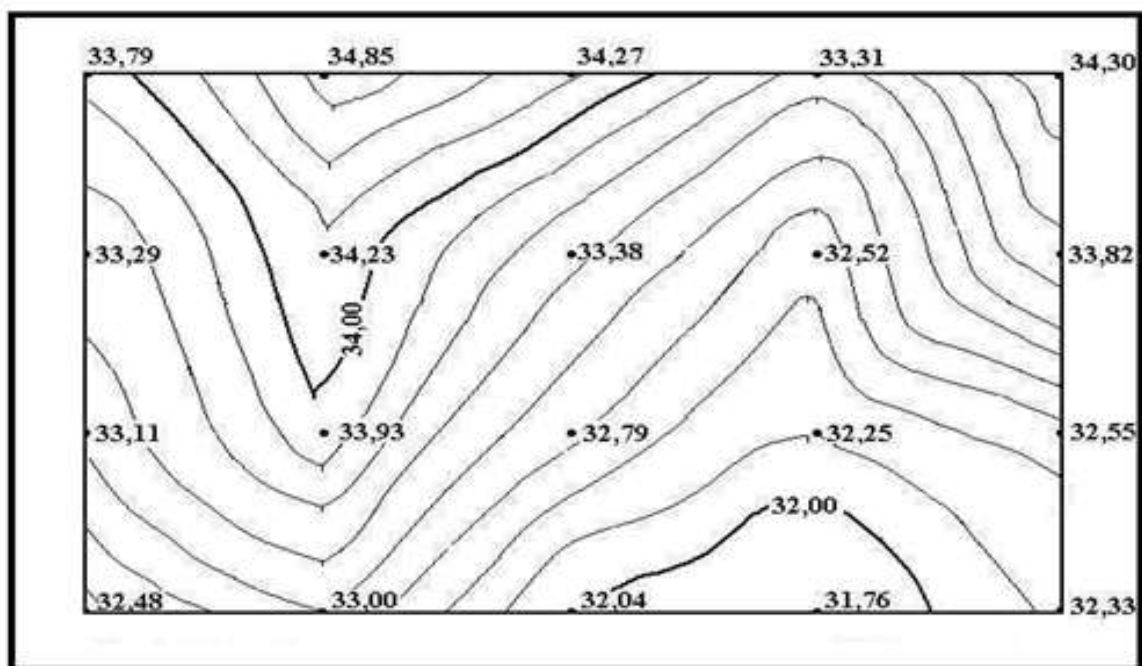
интерполяцияланиб, горизонталлар ўтадиган нуқталар ҳосил қилинади. Шу жараён квадратларнинг диагоналлари бўйича ҳам бажарилади. Ҳосил қилинган бир хил баландликларга эга нуқталар қалам орқали равоон эгри чизиқ билан туташтирилади ва горизонталлар ҳосил қилинади.



11.16-расм. График усулда интерполяциялаш

План тушда расмийлаштирилади. Квадратлар учлари қора доирачалар билан белгиланди ва ўнг томондан улар баландлиги қора тушда ёзилади. Горизонталлар ва берг-штрихлар ингичка жигарранг рангда кўрсатилди. Ҳар бир метрга мос горизонталлар йўғонлашади ва улар баландлиги шундай ёзиладики рақамнинг юқори қисми кўтарилиш томонигага қаратилган бўлсин.

Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш жой планини расмийлаштирилган намуна-нусхаси 11.17-расмда кўрсатилган.



1:1000
1 сантиметрга 10 метр
Рельеф кесими баландлиги 0,25 м

11.17-расм. Жой плани

Назорат саволлари

1. Инженерлик-техник нивелирлаш ишлари қайрларда олиб борилади ?
2. Берилган йўналиш бўйича чизиқни жойда белгилашда дастлаб нималар ўлчаб олинади ?
3. Доиравий эгри чизиқнинг бош нуқталарини режалашда нималарга эътибор қаратилади ?
4. Эгри чизиқни жойда режалаш учун унинг қандай элементлари маълум бўлиши керак ?
5. Трассани жойда қандай белгиланади ?
6. Кўндаланг қирқим нуқталарини жойда қандай белгиланади ?
7. Пикетлаш дафтарчаси қандай юритилади ?
8. Икки томонли (қора ва қизил) рейкалар билан ҳар бир бекатда нивелирлаш қандай тартибда олиб борилад ?
9. Трасса бўйича нивелирлаш хатоси қайси усулда ҳисобланиши мумкин ?
10. Бўйлама профилда лойиҳалаш элементлари нималардан иборат ?
11. Юзани нивелирлашни қандай усуллари мавжуд ?

12. Горизонталларни интерполяциялаши деб нимага айтилади ва унинг қандай усулари бор ?

Тахеометрик съёмка

12.1. Тахеометрик съёмка ва унинг моҳияти

Тахеометрия– грекча сўз бўлиб, *тез ўлчаш* деган маънони англатади. Тез ўлчаш маъноси шундан иборатки, съёмка қилинадиган нуқтанинг планий ва баландлик бўйича ўрни тахеометр кўриш трубасининг рейкага 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 бажаришга тушунилади.

Тахеометр асбоби ўрнатилган нуқтага бекат дейилади ва ундан ҳар бир съёмка қилинадиган тафсилот ва рельеф нуқтасига 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 кутбий координаталар системаси усули билан нуқталарнинг 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 съёмкани тўлиқ ёки қисман автоматлаштиришига, яъни *электронли тахеометрияни* пайдо бўлишига сабаб бўлди.

Тахеометрик съёмка теодолит съёмкадан тафсилотлардан ташқари жой

рельефини съёмка қилиш, мензула съёмкаси дан эса – жой планини далада тузилмасдан, камерал шароитларда яратиши билан фарқилади. Мензула съёмкаси га 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 бажарувчининг жой билан таққослаш 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 асбобнинг горизонтал ва вертикал доиралари ҳамда кўриш трубасидаги ипли дальномер чизиқлари хизмат қилади.

Горизонтал доира ёрдамида съёмка қилинадиган ҳар бир нуқтага (бундан кейин пикет нуқта дейилади) қараб, қутбий горизонтал бурчакни, вертикал доира ёрдамида вертикал (оғиш) бурчакли ва ипли дальномер билан пикет нуқтагача масофани ўлчаш мазкур дарсликнинг 5.8, 5.10 ва 6.5 параграфларида батафсил баён этилган ва керакли формулалар келтирилган. Ўлчанган вертикал бурчак ва дальномер масофаси бўйича нисбий баландликни ҳисоблаш эса 7.11 параграфда тўла-тўқис ёритилган.

Шу боис, қуйида ҳозирги кунда ишлаб чиқаришда кенг қўлланилаётган ҳамда янги ишлаб чиқарилаётган электрон тахеометрларнинг тузилиши, техник тавсифлари ва улар имкониятларига батафсил урғу берилади.

Электрон тахеометрлар. Ҳозирги пайтда ишлаб чиқарилаётган электрон тахеометрлар (электрон тахеометрик станциялар) ўлчаш-ҳисоблаш

мажмуасидан иборат бўлиб, унга ихчам масофа ўлчаш электрон дальномер, горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаб, натижасини экран (дисплей)га чиқариб ва бирданга хотирага ёзиб қайд қилувчи электрон мослама, ҳамда натижаларни дастлабки ишлаб чиқиш учун кичик компьютерлар киради.

Электрон тахеометрлар энг оммавий бўлиб, бугунги кунда кўп чет эл фирмалар томонидан ишлаб чиқарилмоқда ва улар тизимли ҳамда кундалик съёмкаларда ишлатиладиган асбобларга бўлинади ва бир-бирдан аниқлиги, имкониятлари ҳамда автоматлаштирилган даражасига қараб фарқ қилади.

Бугунги кунда электрон тахеометрлар маълум аниқлик диапазонини камраб оладиган бир авлод асбобларининг серияли қилиб чиқарилмоқда. Ҳар бир серияда кўрсатилган диапазон доирасида аниқлиги, автоматлаштириш даражаси ва кўшимча функцияларнинг ҳар хил тўплами бўйича фаркланадиган 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 ўтамыз.

“Leica” (Швейцария) томонидан ишлаб чиқилган TPS серияли электрон тахеометрлар асосан топографик, кадастр, қурилиш съёмкаларни бажаришга мўлжалланган бўлиб, қуйидаги русумларда ишлаб чиқарилмоқда:

- TCM – моторлаштирилган тахеометрик станциялар;
- TCR – қайтаргичсиз ўлчашларни бажариладиган тахеометрлар;
- TCMR – қайтаргичсиз ўлчашларни бажариладиган моторлаштирилган тахеометрлар;
- TCA – моторлаштирилган қайтаргични автоматик тарзда кузатадиган тахеометрлар.

TPS 400, TPS 800, TPS 1100 серияли электрон тахеометрлар қатор афзалликларга эга бўлиб, бир - бирларидан ўлчаш аниқлиги ва айрим имкониятлари билан фарққиладилар.

TPS серияли электрон тахеометрларда қуйидаги афзалликлар мужассамлашган:

- **Уч синфли аниқлиги** - ўлчаш аниқлигига қараб мавжуд сериянинг қаторида керакли моделини танлаш мумкин. Масалан, TPS 802 - 2", TPS 803 - 3", TPS 805 - 5";

- **10000 та ўлчашлар** - ишончли ўрнатилган хотира 10000та блоклар маълумотини сақлаш қобилиятига эга;

- **Узлуксиз қаратиш винти** - нишонга қаратишда винтни маҳкамлаш ва бўшатиш ҳожати йўқ;

- **Лазер шовуни** - лазер шовун туфайли асбобни оптик марказлаштиригичга нисбатан анча тез марказлаштириш мумкин;

- **Электрон кўрсаткичи** - режалаш ишларини бажаришда жуда қулай, рейкачи электрон кўрсаткичи бўйича створга қайтаргични аниққўйиш имкониятига эга бўлади.

TPS 400 серияли электрон тахеометрлар (12.1– расм) топографик съёмка ва қурилиш ишларига мўлжалланган бўлиб, базис чизиқларни ҳосил қилиш, режалаш ишлари, баландликларни узатиш, юзаларни ҳисоблаш, бориб бўлмас нуқталар баландлигини аниқлашда қўллаш мумкин.



12.1 – расм. *TPS 400 Leica электрон тахеометри*

TPS 800 серияли электрон тахеометрлар билан эса юқорида қайд этилган ишлардан ташқари ориентирлаш, тесқари геодезик масалани ечиш, лойиҳани жойга кўчириш, кўринмайдиган нуқталарни ўлчаш ва бошқа ишларни амалга ошириши мумкин.

TPS 1100 серияли электрон тахеометрлар қўшимча амалий дастурлар билан таъминланганлиги туфайли, улар юқори унумли ҳисобланади ва алоҳида масалаларни ечишга, шунингдек асбобларнинг ишлаш қобилиятини оширишга қаратилган.

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* бошланғич дирекцион бурчакларни ҳисоблаш ва координаталари маълум бир ёки бир неча бориб бўлмас нуқталарнинг кузатиш натижалари бўйича баландликларни узатиш мумкин.

- *доуравий қабуллар дастури ёрдамида* бир неча қабуллардан иборат ўлчанган бурчакларда ўртача йўналишларни аниқлаш мумкин.

Кейинги йилларда “Leica Geosistem” (Швейцария) фирмаси томонидан янада ҳам юқори унумли, автоматлашган Leica FlexLine TS русумли электрон тахеометрлар ишлаб чиқрилмоқда. Бу русумли электрон тахеометрлар қатор афзалликларга эга бўлиб, улардан ҳақиқий сифат, мослашувчанлик, қулайлик ва самардорлик хоссаларини таъкидлаб ўтиш мумкин.

Шунингдек, Leica FlexLine TS02 plus электрон тахеометри техник ва ўртача аниқликда съёмка ишларнинг барча стандарт вазифалари учун ишончли, тезкор ва қулай асбоб ҳисобланади. Бу асбоб катта график оқ-қора дисплей, ҳарфли-рақамли клавиатура, bluetooth симсиз алоқа билан жиҳозланган ва SmartWorx Viva дастурий таъминоти орқали янада мослашувчанликка эришиш мумкин.

Leica FlexLine TS06 plus электрон тахеометри ўртача аниқликда кунда-

лик съёмка ишларнинг барча стандарт вазифалари учун ишончли, тезкор ва қулай асбоб ҳисобланади. Унда катта график оқ-қора дисплей, ҳарfli – рақамли клавиатурадан ташқари, янги ўрнатилган Leica FlexFieldplus дастури ва янги рангли сенсор дисплей билан жиҳозланган(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 айлантирилади, 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.



12.2 – расм. Leica FlexLine TS06 plus электрон тахеометри

Leica FlexLine TS plus электрон тахеометрларнинг техник тавсифлари 12.1–жадвалда келтирилган.

Leica FlexLine TS plus русумли электрон тахеометрларнинг техник тавсифи

| Кўрсаткичлар | TS02 | TS06 | TS09 |
|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Бурчакли ўлчашлар: | | | |
| Горизонтал Hz / Вертикал V | 3"/5" | 2"/3" | 1"/2" |
| Компенсатор | Тўрт ўқли | Тўрт ўқли | Тўрт ўқли |
| 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 x 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, С | -20° дан +50° гача | -20° дан +50° гача | -20° дан +50° гача |
| Горизонтал доира бўйича ҳисоб | Иккитомонли | Иккитомонли | Иккитомонли |
| Вертикал доира бўйича ҳисоб | Иккитомонли | Иккитомонли | Иккитомонли |
| Чанг ва намликдан химояланганлиги | IP55 | IP55 | IP55 |
| Лазер марказлаштиргичи | 5 даражали ёритгичли лазер тағма | 5 даражали ёритгичли лазер тағма | 5 даражали ёритгичли лазер тағма |
| Марказлаш аниқлиги | Асбоб баландлигининг | Асбоб баландлигининг | Асбоб баландлигининг |

| | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| | 1,5м га 1,5мм | 1,5м га 1,5мм | 1,5м га 1,5мм |
| Клавиатура ва Дисплей | Тўлиқҳарф рақамли клавиатура, қора оқ график дисплей, 5 даражали ёритгич, икктомонли дисплей | | |
| Маълумотларни сақлаш хотираси | 24000 нукталар, ўлчашлар 13500 | 100000 нукталар, ўлчашлар 60500 | 100000 нукталар, ўлчашлар 60500 |
| Алмаштириладиган хортира картаси USB | 1Гбайт, узатиш тезлиги 1000 нукта/сек | | |
| Аккумулятор тури | Литий –ионли | | |
| Ишлаш вақти | Тахминан 20 соат | | |
| Амалий дастурлар | Топография(Ориентирлаш ва Съёмка), Режалаш, Тескари кестирма | | |

Кейинги йилларда Trimble (АҚШ) фирмаси томонидан эса Trimble M3 DR (4.2 – шакл, а), ҳамда NIKON (Япония) фирмаси билан ҳамкорликда Spektra Precision Focus 4 (12.3–расм, б) электрон тахеометрлар ишлаб чиқарилмоқда. Улар асосан топографик, кадастр ва қурилиш съёмкаларини бажаришга мўлжалланган бўлиб, ўлчаш учун имкони бўлмаган нишон(нукта)лар гача ўлчашларни бажаришда катта универсалликка эга бўлиб, ўлчашларни қайтаргичсиз амалга ошириши ҳам кўзда тутилган.

Бу асбоблар қуйидаги масалаларни ҳал этишига қаратилган:

- тахеометрик йўлларни ўтказиш;
- годезик 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 ва тез қаратиш учун қулай шароит яратиш мақсадида Trimble M3 DR электрон тахеометрларнинг барча моделлари чексиз қаратиш винтлари, лазер нишон кўрсатгич, лазер створ кўрсатгич ва лазер марказлаштиргичи билан таъминланган.



*12.3–расм. Электрон тахеометрлар:
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 харорат диапазонида ишлаш учун мўлжалланган. SP Focus 4 қуёшга бардошли, бир томонли график суюқ кристаллик дисплейга эга. SP Focus 4 тахеометри бир ўқли компенсатор билан жиҳозланган. Бошқарув панелида тўлиқ функционал алфавит-рақамли клавиатура жойлаштирилган. SP Focus 4 электрон тахеометрининг копкаси алюминдан 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 мураккаблик-даги инжинерлик-геодезик масалаларни ечишни енгиллаштиради.

SP Focus 4 электрон тахеометрининг хотираси ҳажми 10 000 гача нуқтани сақлаш имконини беради. Кўриш трубаси 26 карра катталаштириб кўрсатади. Қулай об-ҳаво шароитларида, туман мавжуд бўлмаганда 40км масофани кўриш имконияти мавжуд.

SP Focus 4 электрон тахеометрида қайтаргичсиз технологиялар кўлланилганлиги бориб бўлмас ва хавфли жойларда ҳам ўлчаш ишларини олиб бориш имконини беради.

SP Focus 4 электрон тахеометрига бир нечта интерфейс тилларини ўрнатиш имконияти мавжуд. Nikon фирмасининг оптикасидан фойдаланилиги боис бурчак ўлчаш аниқлигини ишончлилигини таъминлайди.

Trimble M3 DR серияли электрон тахеометр ва SP Focus 4 электрон тахеометрларнинг техник тавсифлари 12.2-жадвалда келтирилган.

12.2- жадвал

Trimble M3 DR русумли электрон тахеометрларнинг техник тавсифлари

| Кўрсаткичлар | M3 DR | Focus 4 |
|--|---|--|
| Кўриш трубагининг катталаштириши, карат | 30 | 26 |
| Бурчакли ўлчашлар аниқлиги | 3" | 4" 5" |
| Масофа ўлчаш, 1 призмада | 3000м гача | 1,6 дан 5000 гача |
| Қайтаргичсиз масофа ўлчаш | 500м гача | 1,6 дан 210 гача |
| Призма бўйича ўлчаш аниқлиги, мм | ± 2мм +2мм / км | ±(3+2ppm·D) |
| Қайтаргичсиз ўлчаш аниқлиги, мм | ± 3мм +2мм / 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 (320x240 пикселли) | График суюқ кристаллик (128 x 64 нуқта); бир томонли |
| ДЎ ҳолатидаги экран | орқа ёритгичи билан СК–дисплей (128x64 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 bluetoothмодули | Ўрнатилган bluetoothмодули |
| Қаратиш винти | Чексиз | RS-232C 2xUSB |
| Ўлчамлари (К x У x Б), мм | 149 x 145 x 306 | 168 x 173 x 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 | 12 | 6,5 |
| Ҳар 30 секундда масофа/бурчак ўлчаш, соат | 26 | 12 |

12.3. Тахеометрик съёмка асоси. Тахеометрик йўллар

Тахеометрик съёмкани бажариш учун жойда мавжуд геодезик асос пунктлари ва съёмка асос нуқталари зичлиги шундай даражага етказилиши керакки, улар оралиғида 11.3-жадвалда кўрсатилган талабларни таъминлаган ҳолда тахеометрик йўлларни 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 қозиқ қоқиб маҳкамланади.

| Съёмка масштаби | Йўлнинг максимал узунлиги, m | Чизиқлар максимал узунлиги, m | Йўлдаги томонлар максимал сони |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1:5000 | 1200 | 300 | 6 |
| 1:2000 | 600 | 200 | 5 |
| 1:1000 | 300 | 150 | 3 |
| 1:500 | 100 | 100 | 2 |

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 (11.5-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 махсус тахеометрик жадваллардан олинади ёки 7.11 параграфда берилган формулалар бўйича калькуляторда ҳисобланади.

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 рельеф 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.

12.4-жадвал

| Съёмка масштаби | Кесими баландлиги, m | Пикет нуқталар орасидаги энг катта масофа, m | Асбобдан рейкагача энг катта масофа, m | |
|-----------------|----------------------|--|--|------------------------|
| | | | Рельеф съёмкасида | Тафсилотлар съёмкасида |
| 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 |

Съёмка тахеометрик йўлни ҳосил қилиш билан бир вақтда олиб борилса, бекатда бажариладиган ўлчаш ишлари қуйидаги тартибда олиб борилади:

1. Тахеометр йўл нуқталаридан бирида ўрнатилиб ишчи ҳолатга келтирилади ва асбоб баландлиги ўлчаниб, рейкада белгилаб қўйилади.

2. ДЎ ва ДЧ ҳолатларида тахеометрик йўлнинг горизонтал бурчаги, йўл орқадаги ва олдинги нуқталарига қараб вертикал бурчак ва дальномерда масофалар ўлчанади. Ўлчашлар натижаси тахеометрик съёмка журнаliga ёзиб борилади (12.5-жадвал).

3. ДЧ ҳолатда горизонтал доира саноқи нолга қўйилиб алидада маҳкамланади, лимб эса бўшатилиб кўриш труба си тахеометрик йўл олдинги нуқтасига қаратилади.

4. Лимбни маҳкам қолдирилиб алидада бўшатилади ва труба пикет нуқтада ўрнатилган рейкага қаратилиб, ундан дальномер ишлари, горизонтал ва вертикал доиралар бўйича саноқлар олинади. Вертикал доирадан саноқ олишда труба рейкада белгиланган асбоб баландлигига қаратилади. Рейка навбатдаги пикет нуқтага қўйилади, алидада бўшатилиб, труба унга қаратилади ва олдингига ўхшаш саноқлар олинади, кейин навбатдаги нуқтага

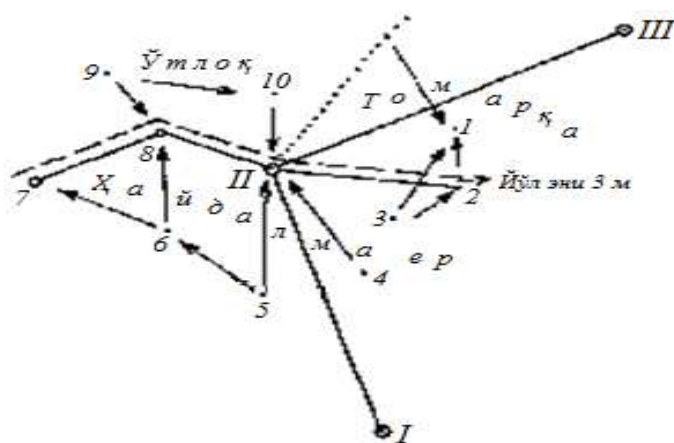
ўтилади ва х.к.

5. Съёмка охирида труба яна бошланғич йўналишга, йўлни 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 ўқининг оғиш бурчаги ўлчанаётган чизик оғиш бурчагига яқин бўлади.

Рельефи текис жойларда съёмка 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 санок олинади. Нисбий баландлик қиймати маълум, $h = i - v$ формуласи орқали ҳисобланади (i – асбоб баландлиги, v – рейкадан олинган санок).

Съёмка жараёнида тахеометрик журнални тўлдиришдан ташқари кроки ҳам чизиб борилади (12.4-расм). Крокида бекат, ундан орқада (I нуқта) ва олдинда (III нуқта) жойлашган йўл нуқталари ҳамда пикет нуқталари ўрни чизма равишда кўрсатилиб тартиб рақами ёзилади. Бундан ташқари қияликлар йўналиши, рельефи мураккаб жойларда унинг тахминий шакли горизонталлар чизиб кўрсатилади. Қўшни бекатлардан туриб съёмкани бажаришда улар орасида съёмка қилинмаган жойлар қолмаслиги керак.



12.4-расм. Съёмка крокиси

Тахеометрик съёмка журналы
Бекат II; $H_{II} = 450,65$ м; $i = 1,55$; $H\check{Y} = 0^{\circ}00'$

| Кузатилган нукталар т/р | Саноклар | | | Бурчаклар | | Кузатиш баландлиги i (м) | Масофанинг горизонтал қуйилиши | h' (м) | h (м) | Баландлик H , (м) | Изоҳ |
|-------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|----------|----------------------------|--------------------------------|----------|---------|---------------------|------|
| | Дальномер бўйича | Горизонтал доира бўйича | Вертикал доира бўйича | Горизонтал (чап) | Вертикал | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | ДЎ | | | | | | | |
| I | 115,5 | $0^{\circ}10'$ | $-1^{\circ}22'$ | | | $l=2,0$ | | | | | |
| | | | | $242^{\circ}33'$ | | | | | | | |
| III | 130,2 | $243^{\circ}43'$ | $+2^{\circ}01'$ | | | $l = i$ | | | | | |
| | | | | ДЧ | | | | | | | |
| I | 115,7 | $173^{\circ}12'$ | $+1^{\circ}23'$ | | | $l=2,0$ | | | | | |
| | | | | $242^{\circ}33'$ | | | | | | | |
| III | 130,4 | $55^{\circ}45'$ | $-2^{\circ}00'$ | | | $l = i$ | | | | | |
| III | | $0^{\circ}00'$ | | | | | | | | | |
| 1 | 34,5 | $2^{\circ}40'$ | $-2^{\circ}05'$ | | | $l = i$ | | | | | |
| 2 | 34,0 | $34^{\circ}25'$ | $+0^{\circ}06'$ | | | $l = i$ | | | | | |
| 3 | 25,5 | $85^{\circ}55'$ | $+1^{\circ}07'$ | | | $l = i$ | | | | | |

Текшириш учун қўшни бекатлардан туриб съёмка қилинган жойда икки бекатдан бир-бирини қоплаб тушадиган нуқталар олинади ва уларни планли ўрни ҳамда баландлиги ўлчанади, улар ўрни ва баландлиги яқин атрофда туширилган пикет нуқталарга мос келиши керак.

12.5. Электрон тахеометрия (съёмка)ни бажариш технологияси

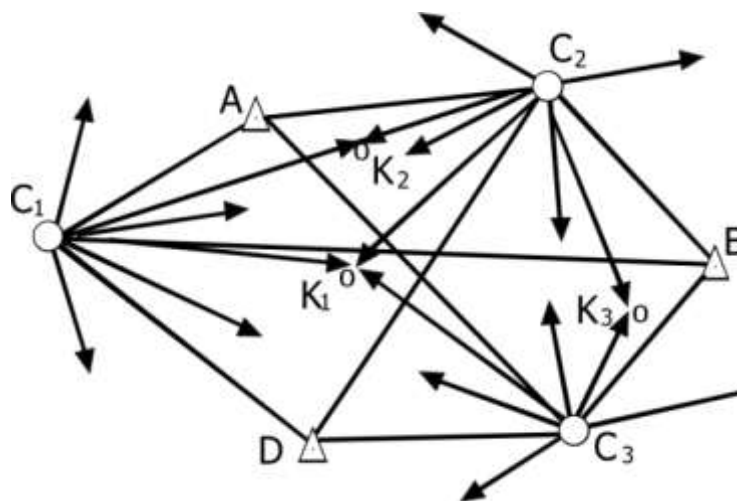
Топографик съёмкаларни электрон тахеометрлар билан электрон-блокли тахеометрия технологиясидан фойдаланиб амалга ошириш мумкин. Ушбу технологиянинг моҳияти шундан иборатки, съёмка учун мўлжалланган объектнинг барча ҳудуди алоҳида участка-блокларга бўлинади. Битта блокнинг ҳудудида съёмка электрон тахеометрни бир ўрнатишда бажарилади. Шунда олдиндан съёмка асоси барпо этилмайди, у съёмка ишлари жараёнида шаклланади.

Электрон-блокли тахеометрияни бир неча вариантларда амалга ошириш мумкин: кетма-кет жойлашган бекатлар орқали (кетма-кет тахеометрия), озод бекатлар орқали (бўлакли-блокли тахеометрия) ва улар комбинациясида (комбинациялашган тахеометрия). Барча ҳолатларда блоклар орасидаги боғланиш мавжуд боғловчи нуқталар орқали таъминланади.

Озод бекатлар тахеометрияси фазовий бурчакли, чизиқли 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 тесқари чизиқ-бурчакли кестирмалар орқали аниқланади.

Электрон тахеометрлар билан бекат нуқталари баландлиги тригонометрик нивелирлаш орқали аниқланади, бунинг учун бекатдан баландлиги маълум нуқтагача қиялик бурчак ва масофа ўлчаниши лозим. Озод бекатлар тахеометриясининг схемаси 12.5-расмда кўрсатилган.

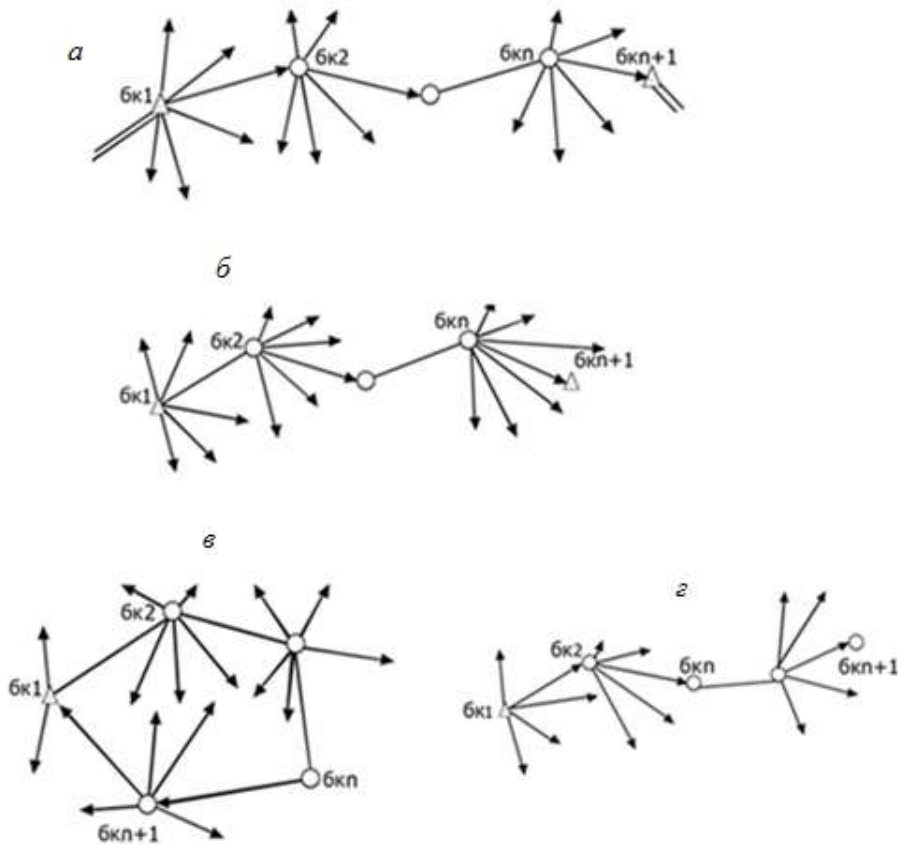
Бу ҳолатда А, В ва D геодезик асос пунктларига кўриниш бўлишидан ташқари, съёмкани бажариш кетма-кетлиги ва C_1 , C_2 , C_3 бекатларнинг жойлашиш ўрни белгиланади. Съёмка жараёнида K_1 , K_2 , K_3 нуқталар қатори назорат учун турли съёмка бекатлар (блоклар)дан икки мартаба аниқланади.



12.5-расм. Озод бекатлар тахеометриясини бажариш схемаси

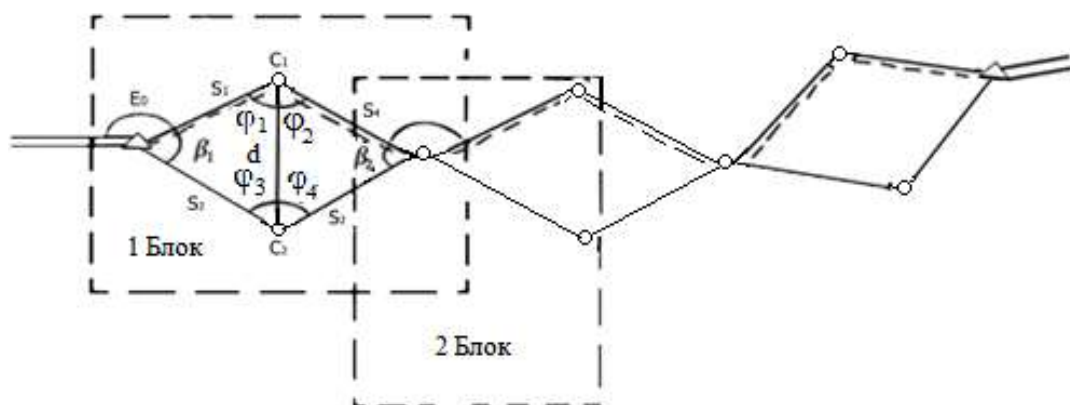
Бўлакли-блокли тахеометрия усулида бекатларнинг координаталари ва баландликларини аниқлаш учун қўлланадиган бошланғич геодезик асос пунктлари сифатида маёқли пикетлардан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун координаталари ва баландликлари маълум жойдаги предметлар (телеминоралар, тутун мўрилари, бинолар шпили ва бошқ.) хизмат қилиши мумкин.

Юқорида таъкидланганидек, электрон-блокли тахеометрияни амалга оширишда геодезик кестирмалар энг унумли 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 асосни яратиш бирга олиб борилади. Бу технологияни 12.6-расмдаги чизмалар асосида амалга ошириш мумкин: тўлиқ (а) ёки координаталар орқали боғланган(б) йўллар, ёпик (в) ёки осма (г) йўллар.



12.6-расм. Кетма-кет электрон-блоки тахеометрик йўллари

Электрон-блоки тахеометриянинг бошқа 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).

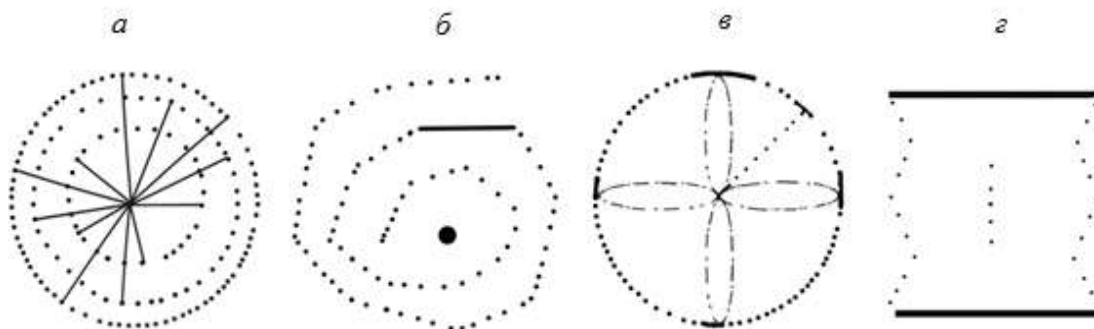


12.7-расм. Тахеометрик йўлнинг схемаси

Ушбу усулнинг моҳияти шундаки, ЭТ ўрнатадиган қўшни съёмка бекатлари орасида кўриниш бўлиши шарт эмас. Қўшни блоklar орасидаги

боғланиш эса блокларнинг ҳар бир қўшни томондан мавжуд иккита боғловчи нуқталар (12.7-расмда s_1 ва s_2 нуқталар, штрих чизиқлари эса асосий йўл ҳисобланади) орқали амалга оширилади.

Электрон-блокли тахеометрияда пикетли съёмкани амалга оширишда қуйидаги схемалардан фойдаланиш мумкин (12.8-расм).



12.8-расм. Электрон-блокли тахеометрияда пикет нуқталарини съёмка қилиш схемалари:

а–радиус бўйича; *б*–спирал бўйича; *в*–нурли; *г*–зигзагли (синиқ чизиқли)

Электрон тахеометрия соҳасида сўнгги ютуқ электрон тахеометр ва GNSS қабул қилгични битта системада мужассамлаган мажмуавий асбоб – Smart Station Leica (Швейцария) системаси ҳисобланади (12.9-расм.). Ушбу системанинг афзаллиги шундан иборатки, съёмкани бажариш учун таянч асоснинг мавжудлиги, узун йўлларнинг ўтказилиши, тескари кестирмалар бажарилишини талаб этмайди. SmartStation 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.

Шундай қилиб, электрон тахеометрия куйидаги масалаларни ҳал этишга имкон беради:

- 1) полигонометрия усулида геодезик тармоқни зичлаш;



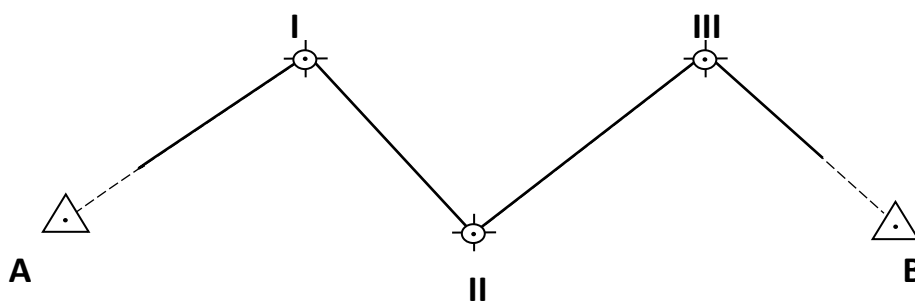
12.9-расм. Smart Station системаси

- 2) планли-баландлик съёмка асосни куриш;
- 3) муҳандислик қидирувларидаги геодезик ишлар;
- 4) аэросуратларни боғлаш;
- 5) жойнинг йирик масшабли топографик съёмкасини бажариш;
- 6) бино ва муҳандислик иншоотларини куришда монтаж ишларининг геодезик таъминоти;
- 7) кадастр съёмкаси ва ер участкалари чегараларини ўрнатиш ва бошқалар¹⁴.

12.6. Тахеометрик съёмка натижасини ишлаб чиқиш

Тахеометрик съёмка журнали (12.7-жадвал)дан фойдаланиб керакли ҳисоблаш ишлар бажарилади. Тахеометрик съёмка 2ТЗОП теодолити ва РН 10 нивелир рейкаси ёрдамида бажарилган. Тахеометрик йўл чизмаси 12.10-расмда берилган.

¹⁴Charles D.Ghilani, Paul R. Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, “Pearson”, 2012.



12.10-расм

Бошланғич қийматлар: А-І, ІІІ-В томон дирекцион бурчаклари α_{A-I} ва α_{III-B} , І ва ІІІ нуқталар координаталари x_I, y_I ва x_{III}, y_{III} ҳамда баландликлари H_I, H_{III} 12.6-жадвалда келтирилган.

12.6-жадвал

| Нуқталар сони | Дирекцион бурчаклар, α | Координаталар, м | | Баландликлар, м Н |
|---------------|-------------------------------|------------------|--------|----------------------|
| | | Х | У | |
| А | | | | |
| | $255^{\circ} 10'$ | | | |
| І | | 300,00 | 300,00 | 27,24 |
| | | | | |
| ІІІ | | 702,90 | 406,08 | 31,78 |
| | $54^{\circ} 48'$ | | | |
| В | | | | |

Тахеометрик съёмка журнали (12.7-жадвал) қуйидаги кетма-кетликда ҳисобланади:

1. Вертикал доира нол ўрни ($H_{\check{U}}$) ҳар қайси бекат учун қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$H_{\check{U}} = \frac{D_{\check{U}} + D_{\check{C}}}{2}, \quad (12.1)$$

бу ерда $D_{\check{U}}$ ва $D_{\check{C}}$ - вертикал доиранинг ўнг ва чап ҳолатларида олинган саноклар.

Мисол: биринчи бекат учун

$$H\ddot{Y} = \frac{1^038^1 - 1^036^1}{2} = 0^001^1.$$

2. Қуйида келтирилган формулаларни биридан фойдаланиб қиялик бурчаклар ҳисобланади:

$$v = \frac{ДЧ - Д\ddot{Y}}{2}, \quad (12.2)$$

$$v = ДЧ - H\ddot{Y}, \quad (12.3)$$

$$v = H\ddot{Y} - Д\ddot{Y}. \quad (12.4)$$

Масалан: II-бекат учун қиялик бурчаги (12.2) формулага кўра қуйидагига тенг

$$v_{I-II} = \frac{1^013^1 - (-1^015^1)}{2} = 1^014^1.$$

Журналдаги 1, 2, 3 ва ҳ.к. рельефнинг пикет нуқталари учун эса (12.3) формуладан фойдаланади:

$$v_{I-1} = 1^020^1 - 0^001^1 = 1^019^1,$$

$$v_{I-2} = -0^059^1 - 0^001^1 = -1^000^1,$$

$$v_{I-3} = -2^036^1 - 0^001^1 = -2^037^1.$$

3. Тахеометрик йўл бекати билан рельефнинг пикет нуқталари орасидаги нисбий баландликлар қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$h = \frac{D}{2} \sin 2v + i - \vartheta, \quad (12.5)$$

бу ерда D - ипли дальномарда ўлчанган қия масофа;

v - қиялик бурчаги;

i - асбоб баландлиги;

ϑ - рейкада кузатилган баландлик.

(12.5) формулада хисоблашларни енгиллаштириш мақсадида кўпинча съёмка жараёнида кузатиш баландлиги v асбоб баландлиги i - га тенг қилиб олинади, у ҳолда $i = \vartheta$ ва (12.5) формула қуйидаги кўринишга келади

$$h = \frac{D}{2} \sin 2v . \quad (12.6)$$

Бу ерда қиялик бурчаги $v \geq 3^0$ бўлганда ипли дальномерда ўлчанган қия масофа D - нинг горизонтал қуйилиши қуйидаги формула орқали топилади

$$d = D \cos^2 v . \quad (12.7)$$

Қиялик бурчаклари $v > 3^0$ бўлганлиги учун қия масофа D_{I-3}, D_{I-4} ларни горизонтал қуйилиши - d (12.7) формулага кўра қуйидагича бўлади

$$S_{I-3} = 44,6 \cos^2 (-2^0 37^1) = 44,5 м ,$$

$$S_{I-4} = 89,1 \cos^2 (2^0 28^1) = 89,0 м .$$

Топилган қийматлар журналнинг 6 устуни 2, 3 ва 4 нуқталар қаторида кўрсатилган.

(12.6), (12.7) формулаларда хисоблашлар тригонометрик функцияли микрокалькуляторда бажарилади.

Мисол :

$$h_{I-1} = \frac{34,5}{2} \sin 2(1^0 19^1) = 0,79 м ,$$

$$h_{I-2} = \frac{85,2}{2} \sin 2(-1^0 00^1) = -1,49 м ,$$

$$h_{I-3} = \frac{44,5}{2} \sin 2(-2^0 37^1) = -2,03 м .$$

Бу қийматлар журнал (12.7-жадвал)нинг 7 устунида тегишли нуқталар қаторида келтирилган.

Тахеометрик съёмка журнали

12.7-жадвал

| Нуқта сони | Саноклар | | | Қиялик бурчаги v | Горизонтал қуйилиш S | Нисбий баландлик, м h | Нуқта баландлиги, м H |
|----------------|----------|-----------------|---|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | рейкадан | гориз. доирадан | вертик. доирадан | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| I бекат | | | $H\ddot{U} = 0^0 01'$ | | $i = \vartheta$ | | $H_I = 27,24$ |
| | | | \ddot{U} | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------|-------|---|---------------------|--------------------|-------|--------------------------------|-------|
| A | | 215 ⁰ 05' | | | | | |
| II | | 129 26 | -1 ⁰ 13' | | | | |
| | | $\beta_1=85^{\circ} 40'$ | Ч | | | | |
| A | | 228 34 | | | | | |
| II | 105,2 | 142 53 | 1 15 | 1 ⁰ 14' | 94,1 | 2,03 | |
| II | | 0 ⁰ 00 | | | | | |
| I | 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 | | H\check{Y}= 0⁰ 00' | | i = 9 | | H_{II} = 29,29 | |
| | | | \check{Y} | | | | |
| I | | 305 20 | -1 15 | | | | |
| II | | 97 11 | -0 55 | | | | |
| | | $\beta_{II}=208^{\circ}09'$ | Ч | | | | |
| I | 94,0 | 308 41 | 1 15 | 1 15 | 94,0 | 2,05 | |
| II | 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\check{Y}= 0⁰ 01' | | i = 9 | | H_{III} = 31,21 | |
| | | | \check{Y} | | | | |
| II | | 252 15 | -0 54 | | | | |
| B | | 166 41 | | | | | |
| | | $\beta_{III}=85^{\circ} 35'$ | Ч | | | | |
| B | 117,6 | 250 50 | 0 56 | 0 55 | 117,6 | -1,91 | |
| II | | 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 |

4. Тахеометрик йўл учлари нисбий баландликлари тенглаштирилади. Бунинг учун I, II, III, бекатлар орасидаги ҳисобланган тўғри ва тескари йўналишлар нисбий баландликлари қийматлари 12.6-жадвалда олиниб 12.8-жадвалга кўчирилади ва уларнинг ўртача қийматлари – $h_{\check{y}p}$ ҳамда йиғиндиси - $\Sigma h_{\check{y}p}$ топилади.

Нисбий баландликлар боғланмаслиги f_h қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$f_h = \Sigma h_{yp} - (H_{III} - H_I) , \quad (12.8)$$

бу ерда $H_{III}, H_I - III$ ва I бекатларнинг берилган баландлиги.

Нисбий баландликлар боғланмаслиги йўл қўярли қиймати қуйидаги формула орқали топилади

$$f_{h_{чек}} = 0,04 \frac{\Sigma S_{100}}{\sqrt{n}} , \quad (9)$$

бу ерда ΣS_{100} - тахеометрик йўл узунлиги, 100 м ҳисобида;

n – йўл томонлари сони.

Агар $f_h \leq f_{h_{чек}}$ бўлса, боғланмаслик f_h қиймати тескари ишора билан тузатма сифатида нисбий баландликлар томонлари узунлигига пропорционал равишда тарқатилади ва тузатиб чиқилади. Бекатлар баландлиги эса қуйидагича ҳисобланади

$$H_{\sigma+1} = H_{\sigma} + h , \quad (10)$$

бу ерда $H_{\sigma+1}, H_{\sigma}$ - кейинги ва орқадаги бекатлар баландлиги;

h - бекатлар орасидаги тенглаштирилган нисбий баландлик.

Мисолдаги тахеометрик йўл нисбий баландликлар боғланмаслиги (12.8) формулага кўра (12.8-жадвал)

$$f_h = 3,94 - (31,21 - 27,24) = - 0,03\text{м.}$$

Боғланмаслик чеки эса, (12.9) формула асосида

$$f_{h_{чек}} = 0,04 \frac{2,12}{\sqrt{2}} = 0,05\text{м.}$$

$0,03\text{м} < 0,05\text{м}$ бўлганлиги учун f_h қиймати нисбий баландликларга тескари ишора билан тарқатилади ва тузатилади.

II бекат баландлиги (12.10) формулага кўра

$$H_{II} = H_I + h_{I-II} = 27,24 + 2,05 = 29,29 \text{ м}$$

ва у 12.8- жадвалнинг 7 устунни II бекат қаторига ёзилади.

Тахеометрик йўл нуқлари баландликларини ҳисоблаш қайдномаси

12.8- жадвал

| Нуқталар сони | Масофа $S_{100, м}$ | Нисбий баландликлар $h, м$ | | | | $H_6, м$ |
|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|----------|
| | | тўғри $h_{тўғ}$ | тескари $h_{теск}$ | ўртача $h_{ўр}$ | тузатилган $h_{туз}$ | |
| I | 0,94 | 2,02 | -2,05 | +0,02 2,03 | 2,05 | 27,24 |
| II | 1,18 | 1,91 | -1,91 | +0,01 1,91 | 1,92 | 29,29 |
| III | | | | | | 31,21 |

$$\Sigma S_{100} = 2,12м$$

$$\Sigma h_{ўр} = 3,94м$$

5. (12.5) формулада ҳисобланган пикетли(характерли) нуқталар нисбий баландлиги h дан фойдаланиб пикетли(характерли) нуқталар баландликлари H_x ҳисобланади

$$H_x = H_6 + h, \quad (12.11)$$

бу ерда H_6 - тегишли бекат баландлиги.

(12.11) формулада ҳисобланган пикетли(характерли) нуқталар баландлиги I-илованинг 8 устунига 0,01 м гача яхлитлаб ёзилади.

Тахеометрик йўли нуқлари координаталарини ҳисоблаш юқорди (9.6)да келтирилган формулалар бўйича ҳисоблаб чиқилиб, қуйидаги 12.9-жадвалда келтирилган

Тахеометрик йўл нуқталари координаталарини ҳисоблаш

12.9-жадвал

| Нуқталар сони | Гоизонтал бурчаклар | | α | S | Координаталар орттирмалари | | | | Координаталар, | |
|---------------|---------------------|------------|----------|-----|----------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|---|
| | ўлчанган | тузатилган | | | ҳисоблангани | | тузатилгани | | X | Y |
| | | | | | $\Delta X_{хис}$ | $\Delta Y_{туз}$ | $\Delta X_{туз}$ | $\Delta Y_{туз}$ | | |
| | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|---------------|----------|---------------------|-------|------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|
| A | | | | | | | | | | |
| I | -1 85° 40' | 85° 39' | 255° 10' 349 31' | 94,1 | +0,10 +92,53 | -0,12 +17,12 | +93,89 | +47,19 | 300,00 | 300,00 |
| II | 208° 09' | 208° 09' | 339 22' | 117,5 | +0,11 +108,90 | -0,14 -40,97 | +109,01 | -41,11 | 693,89 | 647,19 |
| III | -1 85° 35' | 85° 34' | 55 48' | | | | | | 501,60 | 324,08 |
| B | | | | | | | | | | |

$$\Sigma\beta_a = 379^{\circ}24' \quad \Sigma S = 221,4 \text{ м} \quad \Sigma\Delta X_a = 201,43 \text{ м} \quad \Sigma\Delta Y_a = 23,85 \text{ м}$$

$$\Sigma\beta_n = \alpha_{AI} + n \cdot 180^{\circ} - \alpha_{III} = \quad f_x = \Sigma\Delta X - (x_{III} - x_I) =$$

$$= 255^{\circ}10' - 3 \cdot 180^{\circ} - 55^{\circ}48' = 379^{\circ}22' \quad = 201,43 - (501,60 - 300,00) = -0,17 \text{ м}$$

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_a - \Sigma\beta_n = 2' \quad f_y = \Sigma\Delta Y - (y_{III} - y_I) =$$

$$f_{\beta_{чек}} = 2' \sqrt{n} = 3' \quad = 23,85 - (324,08 - 300,00) = 0,23 \text{ м}$$

$$f_{\beta} \leq f_{\beta_{чек}} \quad 2' < 3' \quad f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,17)^2 + 0,23^2} = 0,31 \text{ м}$$

$$f_{s_{чек}} = \Sigma S / 400 \sqrt{n} = 221,4 / 400 \sqrt{2} = 0,36 \text{ м}$$

$$f_s \leq f_{s_{чек}} \quad 0,31 \text{ м} < 0,36 \text{ м}$$

Бундан ташқари тахеометрик съёмка натижасиларини ишлаб чиқишни CREDO_DAT ва AVTOCAD дастурларида ҳам бажариш тавсия этилади.

12.7. Тахеометрик съёмка планини тузиш

Плани тузиш қуйидаги тартибда бажарилади.

1. Ватман қоғозига координаталар тўри чизилади.

2. Тахеометрик йўл нуқталари тегишли координаталари бўйича планга туширилади.

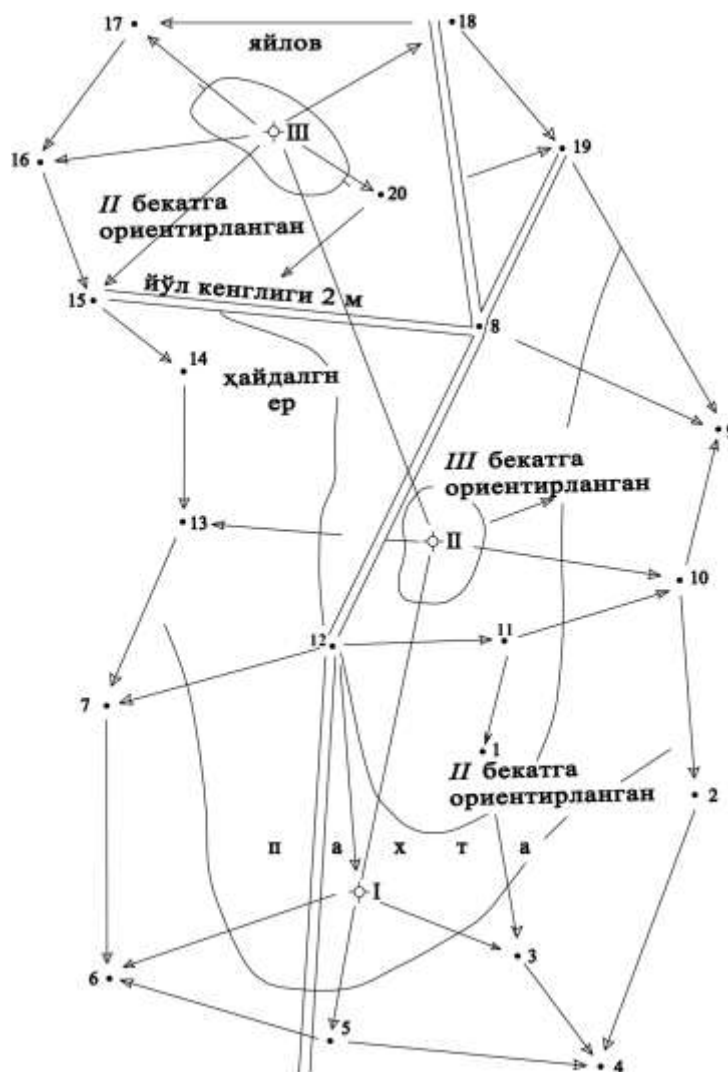
3. Кроки ва журналдан фойдаланиб, планга туширилган йўлнинг ҳар бир нуқтасидан транспорт ёрдамида пикет нуқталар туширилади. Планга туширилган пикет нуқтасининг ёнига унинг тартиб рақами ва баландлиги ёзилади.

4. Планга туширилган тафсилот ҳамда рельеф нуқталари бўйича крокидан фойдаланиб тафсилотлар чизилади ва нуқталар баландлиги бўйича горизонталлар ўтказилади.

5. План қабул қилинган шартли белгилари асосида чизилади, сўнгра уни жой билан солиштириб кўрилади ва тушда чизилади.

Юқоридаги 1- ва 2- бандларда кўрсатилган ишлар тартиби (10.10) да батафсил баён этилган.

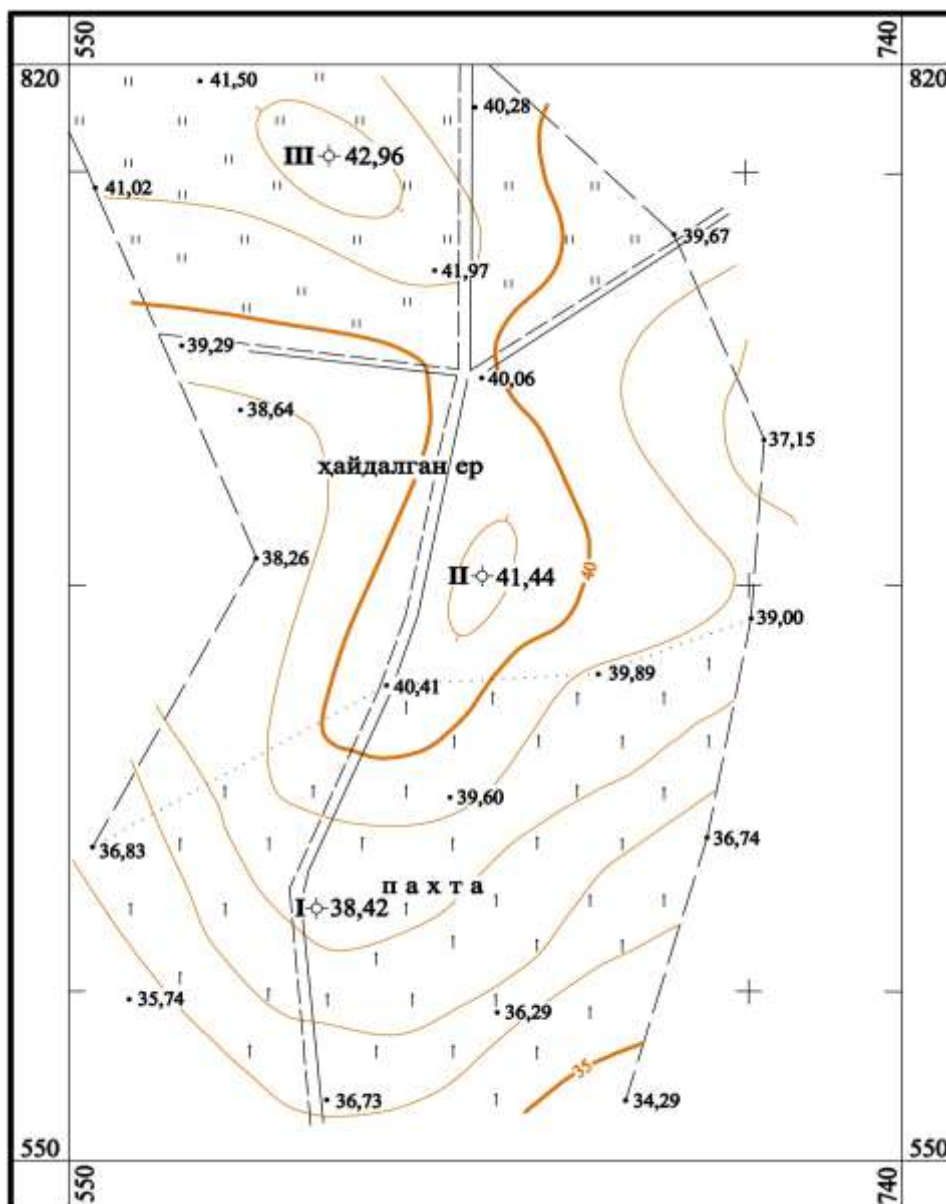
Пикет нуқталарини планга тушириш учун бекат (нуқта) га транспортир маркази қўйилиб, унинг шкаласининг ноли қараш трубаси ориентирланган (12.7-жадвалдаги мисолда II-III томон) йўналишга туташтирилади. Тахеометрик съёмка журналида ёзилган ушбу станцияда (мисолимизда II станция) пикет нуқталарига қараб горизонтал доирадан олинган саноклар бирин-кетин транспортирда қўйиб чиқилади ва топилган нуқталарга қараб тегишли масофа план масштабида қўйилса, пикет нуқталарнинг пландаги ўрни аниқланади.



12.11-расм. Тахеометрик съёмка крокиси

Аниқланган нуқталар тафсилот нуқталари бўлса (крокига қаралади), уларни бирлаштириб тафсилотлар контури ҳосил қилинади, агар улар рельеф нуқталари бўлса, ёнларига 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.



Қабул қилди: **1:1000** Тахеометрик сьёмка 2020й.

1 сантиметрга 10 метр

Рельеф кесими баландлиги 1 метр

12.12-расм. Тахеометрик сьёмка плани

Назорат саволлари

- 1. Тахеометрик съёмканинг моҳияти нимадан иборат ?*
- 2. Тахеометрик съёмкани бажаришда қандай геодезик асбобларни биласиз ?*
- 3. Электрон тахеометрлар қандай русумларда ишлаб чиқарилмоқда ?*
- 4. Тахеометрик йўллар қандай лойиҳаланади ?*
- 5. Тафсилотлар ва рельеф съёмка қилиш нимага боғлиқ бўлади ?*
- 6. Тахеометрик съёмкани бекатда бажариш қандай тартибда олиб борилади ?*
- 7. Электрон тахеометрия қандай масалаларни ҳал этишга имкон беради ?*
- 8. Тахеометрик съёмка планини тузиш қаси тартибда бажарилади ?*

МЕНЗУЛА СЪЁМКАСИ

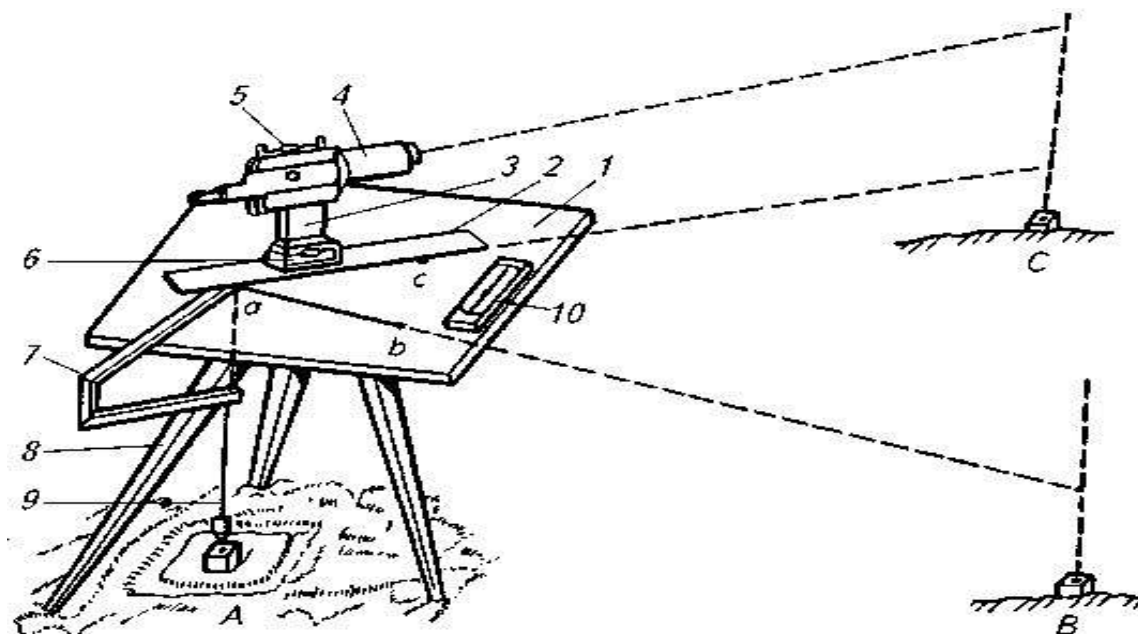
13.1. Мензула съёмкаси ва унинг моҳияти

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 қуйилишига параллел бўлган чизиклар чизилади ва улар орасида жойдаги бурчак ҳосил бўлади. Шунинг учун мензула съёмкасини, кўпинча, *бурчак чизиб съёмка қилиши* ҳам дейилади.

Мензула съёмкасида жойдаги тафсилотлар билан бир вақтда рельеф нуқталари ҳам планшетга туширилиб, уларнинг нисбий баландлиги ўлчаб аниқланади ва у орқали нуқтанинг баландлиги ҳисобланиб, планда нуқта ёнига ёзилади. Бу баландликлар бўйича, сўнгра, 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 қуйилиши циркул-ўлчагич билан съёмка масштабида планшетга бир йўла туширилади.

Съёмка жараёнида мензула тахтаси *1* теодолит горизонтал доираси лимбининг вазифасини бажаради ва шунинг учун у қўзғатилмасдан съёмка охиригача горизонтал ҳолатда 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. Мензулада горизонтал бурчакни ясаш

Мензула асбоби бурчак учи бўлган А нуқтага ўрнатилган, В ва С нуқталар жойда вехалар билан белгиланган. Жойдаги АВ ва АС томонлар кипрегел чизғичи қирраси бўйича планшетга туширилиб ab ва ac йўналишлар билан ифодаланган.

Мензула съёмкасининг бошқа съёмкалардан афзаллиги шундаки, бунда планга туширилаётган 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.

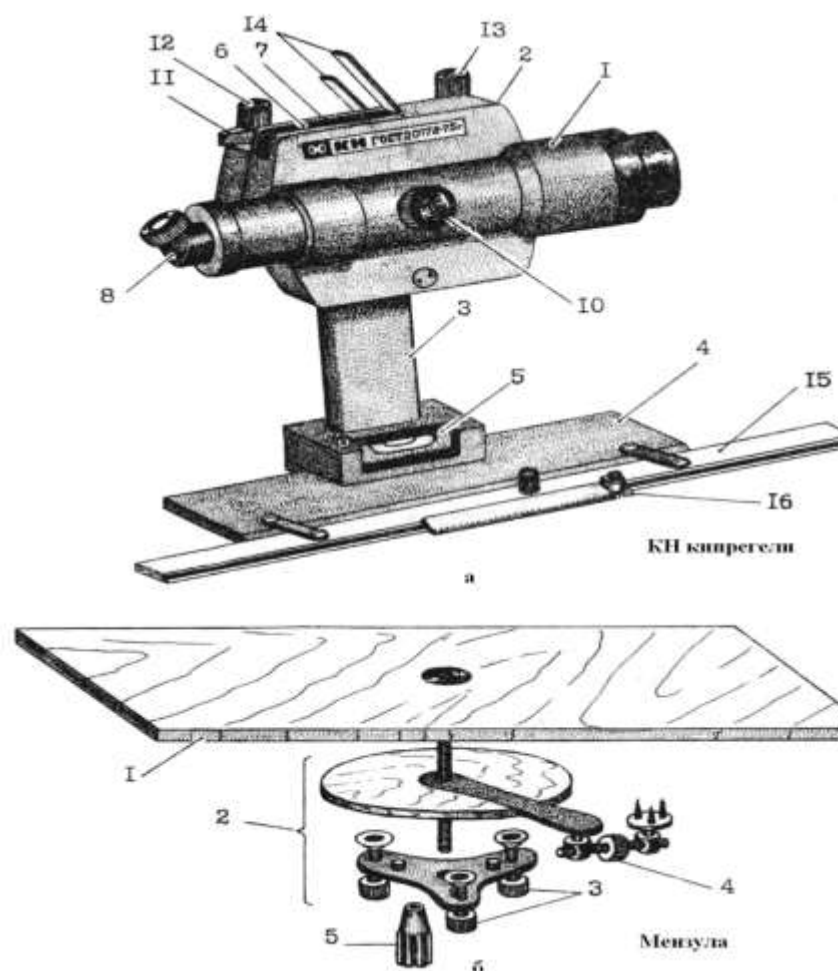
Мензула (13.2-б расм) 60x60x3 см ўлчамли квадрат тахта (1) ва таглик (2) дан ташкил топган. Тагликдаги кўтаргич винтлар (3) ёрдамида планшет горизонтал ҳолатга келтирилади. Таглик ва планшет ўрнатгич винти (5) ёрдамида штативга маҳкамланади. Планшетни ориентирлаш пайтида уни кичик бурчакка буриш учун тагликда қаратиш винти (4) ўрнатилган. Шовун осилган вилка мензулани нуқта устига марказлаштириш учун хизмат қилади. Ориентирлаш буссолидан планшетни магнит азимути бўйича орентирлашда 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.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқарилаётган 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 нол ёзилган учини асбоб баландлигига мослаб кўтариб тушириш учун сурилма қилиб ясалган.

КН кипрегели, асосан, кўриш трубази (1), вертикал доира (2), колонка (устун) (3) ва чизгич (4) дан ташкил топган (13.2-а расм).

Кўриш трубазидаги окулар тирсаги (8) букланган ва кузатиш пайтида уни буриб кўзга қаратилади. Кузатилаётган нуқта ёки рейка тасвирини фокусга келтириш учун трубага кремалера винт (10) ўрнатилган. Кўриш трубази нуқтага қаратилганда қимирламаслиги ва аниққаратилиши учун маҳкамлаш винти (ричаги) (11) ва қаратиш винти (12) га эга. Кўриш майдонидаги номограммалар (эгри чизиқлар) бўйича рейкадан санок олишдан олдин колонка устига ўрнатилган цилиндрлик адилак (7) пуфакчаси элевацион винт (13) ёрдамида ўртага келтирилади. Кўриш трубази билан бирга айланадиган вертикал доира устига ўрнатилган цилиндрлик адилак 6 труба кўриш ўқини горизонтал ҳолатга келтириб, кипрегелдан нивелир



13.2 – расм. Мензула жиҳозлари

ўрнида фойдаланишга имкон беради. Цилиндрли адилаклар тепасига ўрнатилган ойначалар (14) орқали пуфакча ҳолатини окуляр ёнида туриб кузатиш мумкин.

Колонканинг пастки қисмига асосий (калтароқ ва кенгроқ) 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 кипрегелни текшириш ҳамда тузатиш

Съёмка ишларини бошлашдан аввал мензула ва кипрегелни текшириш керак. 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 трубанинг кўриш майдонида кузатилади.

2. Ўрнатилган мензула турғун (мустаҳкам) бўлиши керак. Текшириш учун ўрнатилган мензула тахтасига кипрегел қўйилиб, кипрегелнинг кўриш трубаси жойдаги узоқ бир нуқтага қаратилади. Кейин мензула тахтасининг окулар томонидаги чети бармоқ билан бир оз босилади. Бунда, албатта, нуқта тасвири кўриш майдонига силжийди. Аммо бармоқ тахта четидан олингач, нуқта 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 қирраси 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 атрофда айлантрилиб, адилак пуфакчасининг ҳолати кузатилади. Агарда пуфакча нол пунктга нисбатан икки бўлақдан ортиқ силжимаса, шарт бажарилган ҳисобланади.

Мензулани текширишда аниқланган носозликлар устахонада бартараф қилинади.

Кипрегел қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. Кипрегел чизгичининг йўнилган қирраси тўғри, унинг настга қараган томони эса текис бўлиши лозим. Бунинг учун планшетда кипрегел чизгичи қарама-қарши йўналишларда қўйилиб, йўнилган қирраси бўйича тўғри чизиқлар чизилади. Чизиқлар бир-бирининг устига тўғри тушса, шарт бажарилган бўлади. Чизгич остки сиртининг текислиги бирон-бир текис сиртга қўйиб текширилади. Шартлар бажарилмаган тақдирда чизгич ишга яроқсиз ҳисобланади ва у алмаштирилиши ёки махсус устахонада тузатилиши керак.

2. Кипрегел чизгичидаги цилиндрли адилак ўқи чизгичнинг остки сиртига параллел бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун кипрегел планшетга тагликдаги икки кўтаргич винт йўналиши бўйича қўйилиб, ўша винтлар ёрдамида цилиндрли адилак пуфакчаси нол пунктга келтирилади. Чизгичнинг йўнилган қирраси бўйича қалам билан чизиқ чизилади. Кейин кипрегелни 180° га айлантриб, чизгичнинг йўнилган қиррасини чизиққа тескари йўналишда қўйилади. Шунда адилак пуфакчаси ўртада (нол пунктда) қолса ёки икки бўлакдан ортиқ оғмаган бўлса, шарт бажарилган ҳисобланади. Акс ҳолда пуфакча оғиш ёйининг ярмига адилакнинг тузатгич винтлари ёрдамида, қолган ярмига эса кўтаргич Винтлар ёрдамида қайтарилиб нол пунктга келтирилади. Шундан кейин текшжриш такрорланиши зарур.

3. Трубанинг кўриш ўқи труба айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун узоқда аниқ кўринадиган бирорта нуқта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуқтага тўғриланади, яъни иплар тўрининг вертикал ипи билан бош эгри чизиқ кесишган нуқтаси кузатилаётган нуқта тасвирига туташтирилади ва кипрегел чизгичининг йўнилган қирраси бўйича планшетга чизиқ чизилади. Кейин кўриш трубаси зенит орқали айлантрилиб, кипрегел 180° га бурилади. Кўриш трубаси яна ўша нуқтага тўғриланади ва чизгичнинг йўнилган қирраси бўйича иккинчи чизиқ чизилади. Агар иккала чизиқ устма-уст тушса ёки ўзаро параллел бўлса, шарт бажарилган бўлади. Акс ҳолда чизгич қирраси иккала чизиқҳосил қилган бурчак биссектрисаси (бурчакни иккига бўлувчи чизиқ) бўйича қўйилади.

Шунда кўриш майдонида кузатилаётган нуқта тасвири вертикал ип билан бош эгри чизиқ кесишган нуқтадан силжиган бўлади. Бу силжиш иплар тўри призмасини суриш орқали бартараф етилиши 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 горизонтал ҳолатга келтирилади. Деворнинг баландроққисмида аниқ кўринадиган М нуқта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуқтага тўғриланади. Кейин кўриш трубаси тахминан горизонтал ҳолатга келгунча пасайтирилади ва деворда ўша нуқтанинг проекцияси m_1 (5.17-расм) қалам билан белгиланади. Труба зенит орқали айлантрилиб, кипрегел 180° га бурилади ва яна аввалгидек М нуқта иккинчи марта проекцияланиб, деворда m_2 нуқта белгиланади. М нуқтанинг проекциялари - m_1 ва m_2 нуқталар 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. Иплар тўрининг вертикал ипи трубанинг айланиш ўқида перпендикуляр бўлиши керак. Бу шартни текшириш учун узокдан яхши кўринадиган битта нуқта танлаб олиниб, кўриш трубаси шу нуқтага тўғриланади. Бунда кўриш майдонида иплар тўрининг вертикал ипи билан бош эгри чизиқ 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 иплар тўри призмасини буриш йўли билан камчилик бартараф қилинади. Тузатиш устахонада бажарилади.

6. Кўриш трубасининг коллимацион текислиги (кўриш ўқи орқали

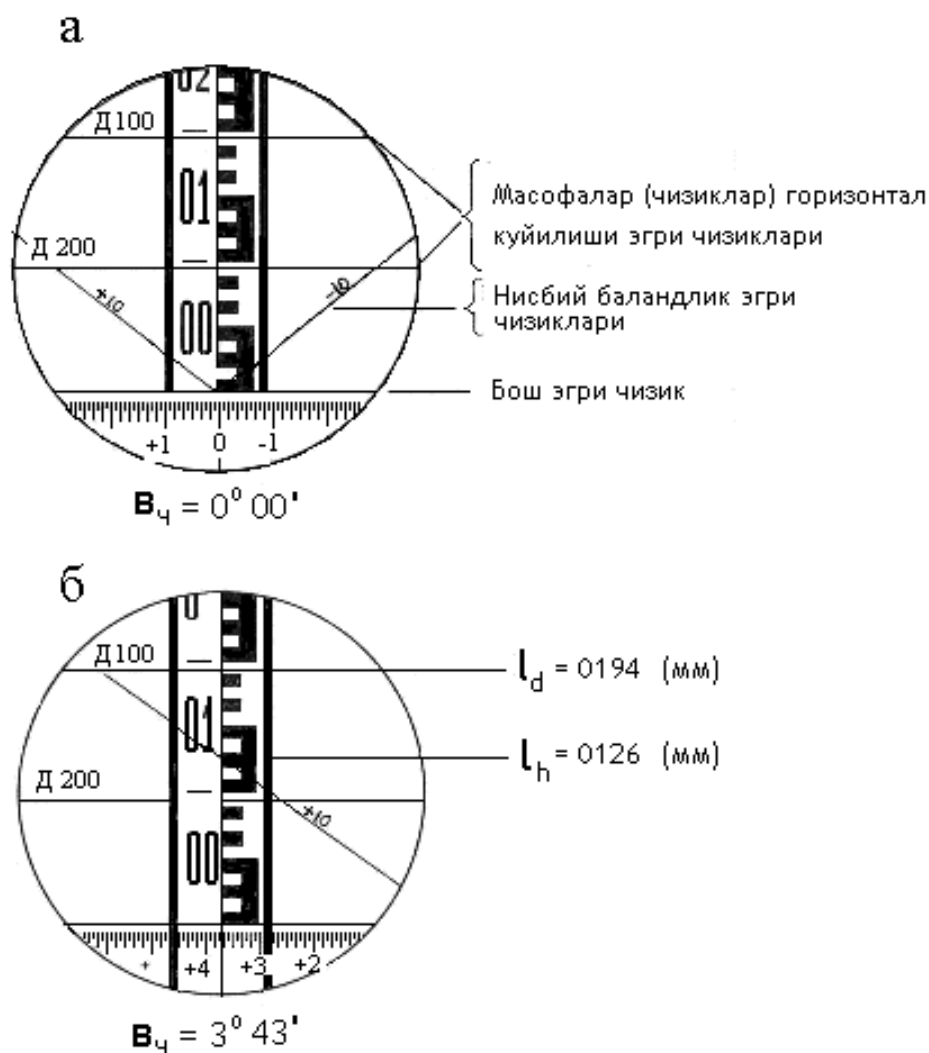
ўтувчи веникал текислик) чизгичнинг йўналган қинасидан ўтиши ёки унга параллел бўлиши керак.

Кўриш трубаси узоқдаги яхши кўринадиган предметга тўғриланади ва чизгичнинг йўнилган қинаси 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 бўшатишган 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 етмайди.

КН кипрегелининг вертикал доирасида лимбдаги градусли бўлақлар 0 дан чапга +45 гача, ўнгга -45 гача ёзиб чиқилган. Ҳат 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 саноқ вертикал чизик (ип) билан бош эгри чизик кесишган нуқтага нисбатан олинади (13.3-расм). 13.3-а рамсда вертикал доирадан олинган саноқ ДЧ=0°00', 13.3-б рамсда эса саноқ ДЧ=+3°43' эканлиги кўрсатилган. Вертикал доира кўриш трубасига нисбатан ўнгда жойлашган пайтда, яъни кипрегелнинг ДЎ вазиятида лимб шкаласи кўриш майдонининг юқори қисмида кўрилади.

Вертикал доиранинг нол ўрни (НЎ) деб турбанинг кўриш ўқи горизонтал ҳолатда бўлиб, колонка устига ўрнатилган цилиндри адилак пуфакчаси ўртада турган пайтда лимбдан олинган саноққа айтилади.

Амалда НЎ қийматини аниқлаш учун узода аниқ кўринадиган икки ёки учта нуқта танлаб олинади ва бу нуқталарга кўриш



13.3-расм. КН кипрегелининг кўриш майдони

трубаси қаратилиб, кипрегелнинг икки вазиятида (ДЧ ва ДЎ да) вертикал доирадан ДЧ ва ДЎ саноклари олинади. Албатта, ҳар санок олишдан олдин колонка устидаги адилак пуфакчаси ўртага келтирилиши керак. Ҳар бир нуқтага қаратиб олинган ДЧ ва ДЎ саноклари бўйича НЎ қиймати қуйидаги ифодадан топилади:

$$N_{\check{O}} = \frac{\Delta\check{C} + \Delta\check{O}}{2}.$$

Ҳат 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 кемк.

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 нол пунктдан силжиган бўлади. Адилакнинг тузатгич винтлари ёрдамида пуфакча нол пунктга келтирилади. НЎ қиймати нолга келтирилганлигига ишонч ҳосил қилиш учун унинг қийматини яна икки-уч марта аниқлаб кўриш керак.

13.4. КН кипрегелида нисбий баландлик ва масофаларнинг 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 нол 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 нол штрихи қўшимча рейка ёрдамида асбоб баландлигига мослаб маълум баландликка кўтариб қўйилади. Кузатишда вертикал чизик рейканинг бўйлама ўқиға, бош

эгри чизик рейканинг нол 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 $l_h = 126 \text{ мм}$ ёки $0,126 \text{ м}$; $K_h = +10$. Демак $h = (+10) \cdot 0,126 \text{ м} = +1,26 \text{ м}$.

Масофанинг горизонтал қуйилишини топиш учун бош эгри чизикдан юқорида иккита горизонтал чизиклар чизилган бўлиб, улар устига D 200, D 100 сонлари ёзилган. Булар масофанинг горизонтал қуйилиши 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 қуйилишини 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 чизикдан олинган санок $l_d = 0194 \text{ мм}$ ёки $0,194 \text{ м}$; $K_d = 100$. Демак, масофанинг горизонтал қуйилиши $d = 100 \cdot 0,194 = 19,4 \text{ м}$.

13.5. Мензулани нуқтага ўрнатиш

Мензулани съёмка асоси нуқтасига аввал тахминан, кейин аниқ ўрнатилади. Тахминий ўрнатишда кўзда чамалаб планшет ориентирланади, планшет сирти горизонтал ҳолатга келтирилади ва съёмка бажариладиган нуқтанинг планшетдаги ўрни унинг ердаги ўрнига тўғри келтирилиб, штатив ерга маҳкам ўрнатилади.

Мензулани аниқ ўрнатиш учун аввал планшет марказлаштирилади, яъни планшетда белгиланган нуқта жойдаги нуқта устига вертикал чизик (шовун чизиғи) бўйича тўғри келтирилади. Съёмка 1:500, 1:1000, 1:2000 масштабларда бажарилаётганда, планшет шовун (9) осилган вилка (7) ёрдамида аниқ марказлаштирилади (13.1-расм). 1:5000 ва ундан майда масштабда съёмкаларда планшет кўзда чамалаб марказлаштирилиши мумкин. Марказлаштириш аниқлиги съёмка масштаби аниқлигининг ярмидан ошмаслиги керак.

Марказлаштиришдан кейин планшет аниқ горизонтал ҳолатга келтирилади. Бунинг учун кипрегел чизғичини икки кўтаргич винт йўналишига қўйилади ва шу икки кўтаргич винт ёрдамида чизғичдаги цилиндрли адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Кейин чизғич учинчи кўтаргич винт йўналишига қўйилади ва шу винт ёрдамида адилак пуфакчаси яна ўртага келтирилади.

Текшириш учун кипрегел чизғичи ҳар хил йўналишларда қўйиб кўрилади, шунда адилак пуфакчаси нол пунктдан 2-3 бўлақдан ортиқ оғмаслиги керак.

Планшетни ориентирлаш жойда ва планшетда белгиланган нуқталар орасидаги чизик йўналишлари бўйича ёки буссол ёрдамида бажарилиши мумкин.

Айрим ҳолатларда планшет тўғрибурчакли шаклга 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 чизғичининг йўнилган қирраси планшетдаги **ab** чизиғи бўйича қўйилади. Планшет ўз ўқи атрофида секин айлантрилиб кўриш трубаси жойдаги **B** нуқтага қаратилади.

Планшетнинг тўғри ориентирланганини текшириб кўриш учун кипрегел чизғичининг йўнилган қирраси **ac** чизиғи бўйича қўйилади. Шунда трубадан қаралганда **C** нуқтасининг тасвири иплар тўридаги вертикал

чизикда ётиши ёки унга жуда яқин бўлишж керак.

Планшетни буссол ёрдамида магнит меридиани бўйича ориентирлаш учун ориентир-буссол 10 нинг магнит мили бўшатилиб, буссол планшет рамкасининг бир томонига параллел қўйилади (13.1 -расм). Кейин планшет ўз ўқи атрофида секин айлантирилиб, магнит милининг учи буссолнинг нол штрихига тўғриланади.

Планшетни чизик бўйича ориентирлаш буссол бўйича ориентирлашга нисбатан аниқ бўлади. Одатда, ориентирлашни аниқ бажариш учун планшетдаги узун чизиклар танлаб олинади.

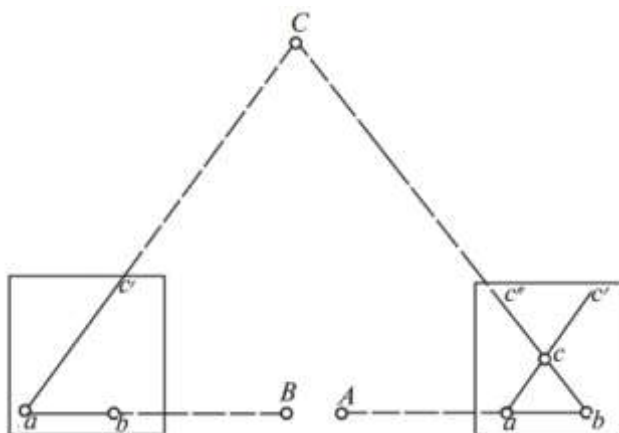
Планшетни тайёрлаш. Планшетни тайёрлаш учун юқори сифатли (зичлиги юқори) ватман қоғози олиниб уни фанер ёки алюмин варағига ёпиштирилади. Тайёр бўлган планшетга Дробишев чизғичи ёрдамида квадратлар тўри (10×10 см) чизилади. Улар тайёрланган съёмка асоси нуқталарининг координатасига қараб абцисса ва ордината қийматлари билан масштабга қараб 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 қирғоқлари 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 ўрни планшетда (a ва b нуқталари) берилган бўлсин (13.4-расм), жойдаги C нуқтанинг ўрнини планшетда аниқлаш талаб қилинсин.

Бунда A нуктага мензула, B ва C нукталарга эса вехалар ўрнатилади. Сўнгра, мензула ишчи ҳолатига келтирилади ва планшет ab чизиғи бўйича ориентирланади.

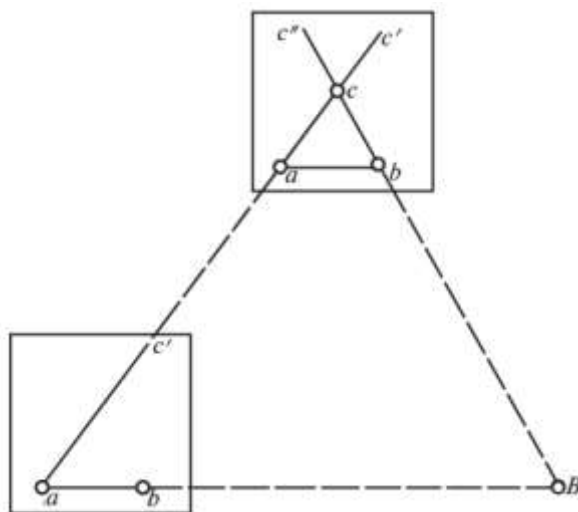


13.4-расм. Мензулада тўғри кесиштириш

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 ўтилиб ўнатилади ва планшетда чизиғи бўйича ориентирланади. Планшетни маҳкамлаб, кипрегел чизғичининг йўнилган қиррасини b нуктага қўйилади ва труба жойдаги C нуктага қаратилиб чизғич бўйича bc'' чизик чизилади. Планшетга чизилган ac' ва bc'' чизикларининг кесишган нуктаси c жойдаги C нуктасининг планшетдаги ўрни бўлади.

Тескари кесиштириш. Планшетда ўрни маълум бўлган икки нуктадан бирига, масалан, A нуктага мензула ўрнатилиб, бунда тўғри кесиштиришда бажарилган ишларнинг айнан ўзи тавирланади ва планшетда ac' чизиғи чизилади (13.5-расм) сўнгра мензулани C нуктага ўрнатилади ва мензула тахминан марказлаштирилади, чунки бу нуктанинг планшетдаги ўрни c ҳозирча аниқланмаган. Мензулани ишчи ҳолатига келтириб тахтаси $c'a$ чизиғи бўйича ориентирланади ва маҳкамланади. Шундан кейин кипрегел чизғичининг қирраси планшетдаги b нукта билан туташтирилиб труба

жойдаги B нуктага қаратилади ва чизғичнинг йўнилган қирраси бўйича $c''b$ чизиғи чизилади (13.5-расм).



13.5-расм. Мензулада тескари кесиштириш

Планшетда чизилган ac' ва $c''b$ чизиқларининг кесишган нуктаси c жойдаги C нуктанинг планшетдаги ўрни бўлади. Шу ҳолда планшетдаги c нуктаси жойдаги C нукта устига тўғри келса ёки фарқи масштаб аниқлигининг ярмидан ошмаса, ечилган масала тўғри ҳисобланади. Акс ҳолда планшетни C нукта устига аниқроқ марказлаштириб, B нуктага қайта қаратилиб, c нуктасининг ўрнига аниқлик киритилади. Амалда бундай ҳолат кам учрайди. Тўғри ва тескари кесиштиришда ўрни планшетга тушириладиган нуктада кесишадиган чизиқлар 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 нукталардан туриб кутбий координаталар усулида бажарилади. Съёмка масштаби 1:5 000 ва ундан майда бўлса, мензула асбоби жойдаги съёмка асоси нуктаси устига кўз билан чамалаб, ундан йирик масштабларда эса вилка билан марказлаштирилади. Кипрегел 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 қуйидаги формула билан ҳисобланадиган қийматдан ошмаслиги керак:

$$d \leq (2,5 \sqrt{M}), \text{ м}$$

бу ерда: М-съёмка масштабнинг махражи. Чегараси аниқмас тафсилотлар учун бу масофа 1,5 баробар оширилиши мумкин.

Тафсилотлари кичик майдонли 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 кипрегелни фақат ДЧ ҳолатида съёмка қилинади чап кўл кипрегелни ушласа, ўнг кўл қалам ва циркулни ушлайди. Пикет нуқталарининг ўрни планшетда нима 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 чизиқли 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 етмайдиغان рельефнинг характерли нуқталарига рейка қўйилиб, уларга қараб масофаларнинг горизонтал қўйилиши ва нисбий баландлик ўлчаб топилади. Текис рельефли жойда мураккаб рельефли жойга караганда пикетлар сийрақроқ олинади. Рельеф характерли нуқталари жуда кам ёки ўзаро узок 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 бўлакнинг 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 туташини таъминлаш учун трапеция чегарасидан ташқарига 4 см гача жой қўшимча съёмка қилинади.

Съёмка пайтида ўлчанган масофа, нисбий баландлик ва ҳисобланган баландликлар жумалга 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 контури 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 ташқаридаги ёзувлар қўйилган талабларга мувофиқ 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 тушунтриб бериг ?*
- 7. Мензулада тўғри ва тесқари кесиштиришларнинг фарқи нимада ?*

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, балким, 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 ўтишдастлаб юқори синф нивелир йўллари, кейин эса уларга боғлаб техник нивелир йўллари 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 ўтказилади.

Йирик масштабли топографик съёмкаларни 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 юқори 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 тармоқларини барча пунктлари қушилиши зарур. Агарда зичлаш тармоғи полигонометрия усулида ривожлантирилиши керак бўлса техник нивелирлаш йўлари полигонометрия йўллари билан қўшиб ўтказилади. Техник нивелирлаш йўллари фақат битта йўналиш (тўғри) бўйича нивелирланади. Ноилож ҳолатларда техник нивелир йўллари битта пунктга таянган осма йўл қуринишида ўтказилиши мумкин. Бу ҳолда нивелирлаш тўғри ва тескари йўналишларда бажариши 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 $n > 25$ тадан ошса хатолик қуйидагича ҳисобланади $\pm 10\sqrt{n}$, мм, бу ерда n -йўл ёки полигонда штативлар сони.

Топографик съёмкаларни баландлик асоси учун техник нивелир йўллари ўтказишда жойдаги мустахкам контурлар нуқталари, масалан қудуқлар қопқоғи, темир йўллар рельси головкаси, катта харсанг тошлардаги белги ва бошқалар нивелир йўлига қўшилиб улар 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.

14.1- жадвал

| т/б № | Техник нивелирлаш йўли қуйидагилар орасида ўтказилганда | Рельеф кесими баланлиги, 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, кудук қопқоғи ва бошқалар олинади.

1:5000 масштабдаги съёмкаларда нивелир йўлидаги пунктлар зичлиги ҳар 10-15 км² да 1 та репр, 1:2000 ва ундан йирик масштаблар учун, ҳар бир 5-7 км² да 1 та репер бўлиши керак.

Агарда давлат нивелир йўли аҳоли яшаш пунктларини кесиб ўтса у ерда албатта нивелир белгиси ўрнатилади. Узунлиги 0.5 м дан ортиқ аҳоли пунктларида иккитадан кам бўлмаган нивелир белгилари ўрнатилади.

Съёмка бажариладиган ҳар бир объектда, уни майдони ва съёмка масштабидан қатъий назар энг камида иккита доимий нивелир белгиси ўрнатилган бўлиши керак.

Ёпиқ дренаж лойиҳаси учун 1:2000 масштабдаги съёмкада ҳар 1 км² майдон тўртадан кам бўлмаган нивелир вақтинчалик 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 йўллари чекли узунлиги ва нивелир белгиларини ўрнатиш зичлиги билан фарқланади. Тармоқлар чизмаси турлича - полигонлар тизими ёки шаҳар худудини 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 шаҳарни бутун худудини, қурилган ва қурилмаган худуд эканидан қатъий назар, қоплаши керак. II синф тармоғида тугун нуқталар ва йўллар орасидаги масофалар қурилган худудда 15 км, қурилмаганда 20 км дан ошмаслиги керак. Полигонлар периметри тегишлича 50 км ва 80 км га тенг. II синф нивелир йўллари белгилари қурилган худудларда ҳар 2 км ораликда, қурилмаганда эса ҳар 3 км ўрнатилади. Ушбу белгилар пишиқ ғишт, 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 йўллари тугун нуқталар орасидаги узунлиги 10 км дан, қурилмаган худудларда эса -15 км дан ошмаслиги керак. II ва III синф полигонлари орасида III синф зичлаш йўллари ўтказилади. Улар периметри қурилган худудларда 15 км, қурилмаган худудларда 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 худудларда ҳар 5 км да ва қурилмаганда худудларда 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 800 м белги билан

маҳкамланиши керак. Қурилмаган ҳудудларда белгилар ҳар 0.5-2.0 км да ўрнатилади. Белгилар сифатида, асосан, деворий реперлар қўланади.

Бошланғич пунктлар орасидаги IV синф йўллари узунлиги шаҳарни 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 нуқталарнинг баландлиги техник нивелирлашдан аниқланиб уни 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 балл 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 тармоқларини лойиҳалаш ва аниқликни баҳолаш.

Рекогносцировкани бажариш

Нивелир тармоқлари лойиҳасини тузиш иши қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади:

1. Худудда илгари бажарилган нивелирлаш ишлари хақидаги материал ва маълумотларни йиғиш, ўрганиш ва тизимлаштириш.
2. Ишлар худудини жойга чиқиб ўрганиб чиқиш.
3. Лойихани тузиш.
4. Лойихаланган нивелир йўлларини рекогносцировкасини бажариш.
5. Лойихаланган тармоқни кутиладиган аниқлигини ҳисоблаш.

Баландлик тармоқлари лойихасини тузишдан аввал объект худудида баландлик асосини ривожлантириш бўйича олдин бажарилган барча ишларга 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 масштабдаги карта, реперларни жойлашиш ўрни кўрсатилган кроки, реперлар типидан ва ўрнатиш чуқурлиги киради. Худудни физик – географик хусусияти ўрганилади. III ва IV синф йўллари 1:10 000 – 1:25 000 масштаблардаги топографик карталарда лойихаланади ва ишлар картага илгари ўтказилган планли ва баландлик тармоқлари пунктларини тушуришдан бошланади.

Съемка участкасининг чегараларидан қатъий назар III синф йўллари II синф полигони чегарасида, IV синф йўллари эса III синф полигони чегарасида лойихаланади.

Янгидан лойихаланаётган III ва IV синф ва техник нивелир йўллари амалдаги йўлларга туташини холларида қуйидагиларни ҳисобга олиш зарур:

1. Лойихаланаётган ҳар бир йўл учлари олдин қурилган баландлик тармоғини ҳудди шу ёки ундан юқори синф пунктларига уланиши керак.
2. Лойихаланаётган 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. Лойихаланаётган нивелир йўли ёқалаб жойлашган амалдаги нивелир йўллари реперлари (грунтли ва дворий) лойиха йўлга қўшиб олинади ёки

улар 3 км дан узокда бўлмаса боғлаб борилади.

III ва IV синф ва техник нивелир йўлларини лойиҳалашда улар трассаси қуйидагиларни эътиборга олиб танланади:

1. Трассалар имкони борича нишаблиги кичик бўлгач йўналишлар бўйича ўтиши, эни 200 м дан катта жарлик, дарё ва бошқа тўсиқларни кесиб ўтмаслиги керак.

2. Трассалар қум, ботқоқлик ва шунга ўхшаш грунти юмшоқ жойлардан ўтмаслиги мақсадга мувофиқ.

3. Мақсадга мувофиқ трасса дала йўли, шоссе, темир йўллар ёқалаб ўтган трасса ҳисобланади.

4. Шахарлар ҳудудида трассани транспорт қатнови кам кўчалар ёқалаб ўтқизиш маъқул.

Лойиҳа нивелир йўллари ва реперлар ўрни картада белгилаб чиқилгандан сўнг худудга чиқиб рекогносцировка бажарилади. Рекогносцировка асосий вазифаси лойиҳаланган нивелир тармоғи йўллари трассасини жой билан таққослаб кўриш, қуриладиган реперлар ўрнини танлаш ва зарурият бўлса лойиҳага ўзгартиришлар киринтишдан иборат. Бунда бирданига нивелир йўллари боғланадиган бошланғич реперлар ўрни ҳам жойда топилиб ҳолати аниқланиши керак. Олдинги йилларда ўрнатилган реперлар ўрни мавжуд йирик масштабли карталар, тузиган кроки ва таъриф ёзувидан ҳамда маҳаллий аҳолидан сўровдан фойдаланиб топилади.

Лойиҳа бўйича янги ўрнатиладиган реперлар ўрни қуйидаги талабларга риоя қилиб танланади: грунтларни мавсумий музлаш зоналарида энг қулай жой кичик дўнглик, грунти қумлоқ ва ер ости сувлари сатхи энг камида 3-4 метр чуқур жой ҳисобланади. Ёғинлар суви йиғиладиган жойлар, карст ходисалари, кўчкилар содир бўладиган жойларда репер ўрнатиш мумкин эмас. Яқин вақт ичида қурулиш олиб борилиши мумкин жойлардан четроқда, қишлоқ хўжалиги фаолияти олиб бориладиган ерларда эса автомобил 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 реперни жойлашиш ўрни крокиси тузулади.

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 тарифи.
3. Тармоқни лойиҳалашда бажарилган ишларни тушунтириш матни.

Лойиҳаланган баландлик тармоқни кутиладиган аниқлиги, яъни тармоқни бошланғич реперлардан энг узоқда жойлашган репер баландлигини ўрта квадратик хатоси ҳисобланиб уни меъёрий қиймати билан солиштирилади. Пунктлар баландлигини аниқлашни ўрта квадратик хатосини турли усулларда ҳисоблаш мумкин. Улардан иккитасини кўриб чиқамиз. Биринчи усул ишлар ҳудудида II, III ва IV давлат нивелир тармоғини 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.

$$m_i^2 = m_{\text{боил}}^2 + m_{\text{йўл}}^2, \quad (14.1)$$

$$M_i = \sqrt{\frac{1}{P_i}}, \quad (14.2)$$

$$P_i = P_i' + P_i'' + P_i''' + \dots, \quad (14.3)$$

$$P_i = \frac{1}{m_i^2}, \quad (14.4)$$

бу формуларда M_i , $m_{\text{бошл}}$ –тугун нуқта ва бошланғич реперлар баландлигини ўрта квадратик хатолари;

P_i - тугун нуқта вазни;

P_i' - тугун нуқтани тармоқдаги ҳар бир нивелир йўли бўйича вазни;

m_i - тармоқ ҳар бир йўлини, бошланғич репер хатосини ҳисобга олиб, ўрта квадратик хатоси.

Ҳисоблашларда бошланғич реперлар ўрта квадратик хатоси $m_{\text{бошл}} = \pm 30 \text{ мм}$, III ва IV синфлар 1 км нивелир йўли учун ўрта квадратик хато тегишлича $m_{\text{III}} \pm 5 \text{ мм}$, $m_{\text{IV}} \pm 10 \text{ мм}$ га тенг деб олинishi мумкин.

Агарда 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 (14.6) формулада ҳисобланади хатоси M_i рельеф кесими баландлиги 0.25 ва 0.5 м учун 62.5 мм ва 1 ва 2 м бўлганда тегишлича 125 мм ва 250 мм дан ошмаслиги керак.

14.4. Нивелир ер ости белгилари типлари ва уларни ўрнатиш

Нивелир йўллари жойда маҳкамлаш учун зарур белгилар (реперлар) қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

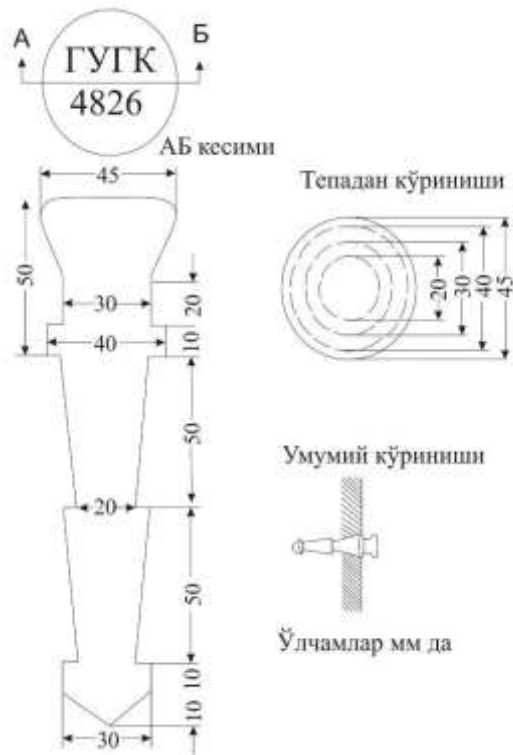
1. Ер ости муҳтида узоқ муддат сақланадиган материалдан ташкил топиши;
2. Узоқ вақт давомида нивелирлаш аниқлиги чегарасида ўзгармасликни таъминлаши;
3. Белгиларни жойда ўрнатишда ер ишларини механизациялаш имконини берувчи конструкцияга эга бўлиши.

Белгиларни тайёрлашни асосий материаллари бўлиб бетон, темир бетон ва металл трубалар хизмат қилади.

Реперларни қўзғолмас туришига хавф туғдирувчи омил грунтни музлагандан сўнг деформацияланиши ҳисобланади. Бунга қарши чора сифатида белги пастки қисмини грунт музлаш қатлаидан чуқурроқ ўрнатиш зарур бўлади. Йирик масшабли 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 5см чиқариб маҳкам ўрнатилади.

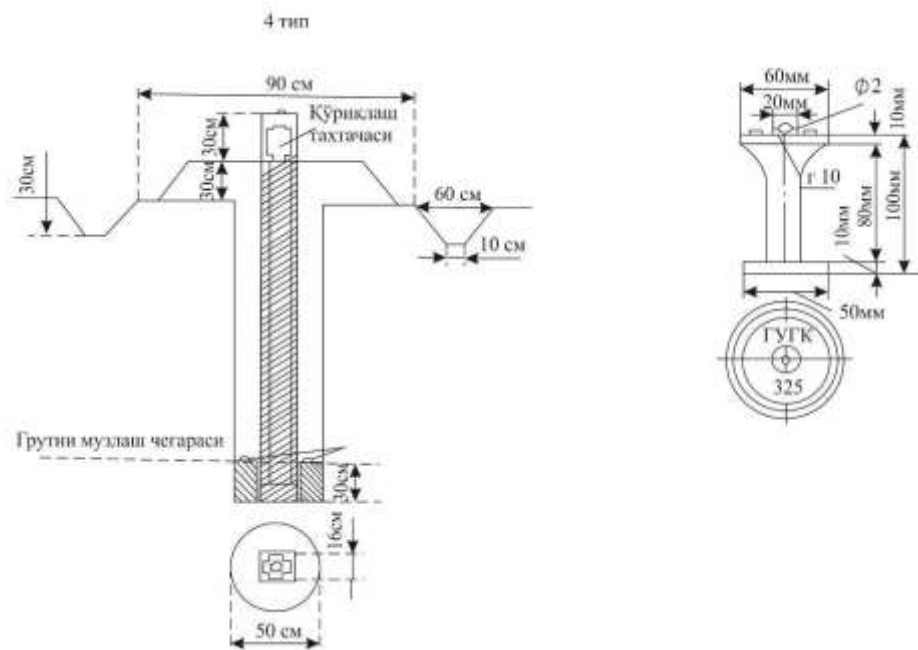
Агарда нивелир тармоқлари пункт (репер)лари полигонометрия пунктлари билан қўшиб олинган бўлса репер белгисини девордан чиқиб турган сферик каллакида диаметри 2 мм ва чуқурлиги 4-5 мм тешикча ясалган бўлади ва у полигонометрия пунктнинг маркази вазифасини бажаради. Уни ташқи расмийлаштириш белгиси бўлиб чўяндан ясалган ва деворда ўрнатиладиган тахтача хизмат қилади. Бу тахтачада “Геодезик пункт. Давлат томонидан ҳимоя қилинади” ёзуви жойлаштирилади.

Шаҳарлар ҳудудидан ташқарида ер қатламини фаслий музлайдиган зоналарида III ва IV синф йўлларида 4 типдаги реперлар ўрнатилади.



14.1-расм

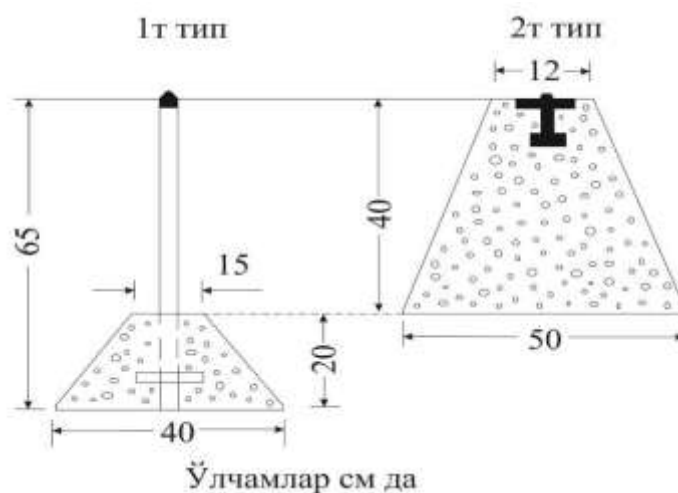
4-типдаги репер фаслий музлаш зонасини жанубий қисмида (Ўзбекистон худудида) қўлланилади. Репер 16x16 см темир бетондан ясалган пилон кўринишида (14.2-расм) бўлиб, унинг тепа учида чўяндан ясалган марка, пастки учида қалинлиги 20 см бетон якорга эга (14.2-расм).



14.2-расм

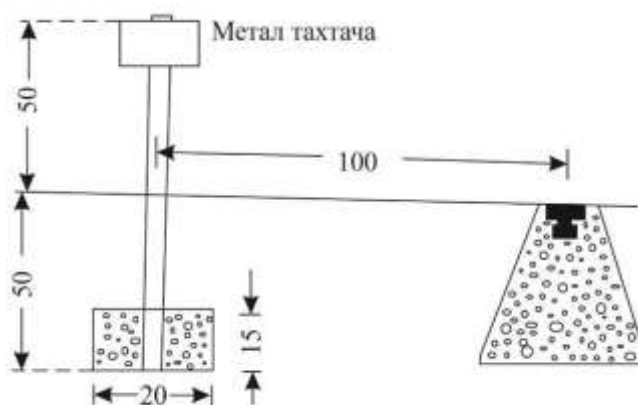
Якор ерни музлаш қатлами чегарасидан пастда ўрнатилади.

Темир бетон пилонининг узунлиги шундай олинадики унинг юқори учи ер сатҳидан 50см чиқиб турсин. Реперни ер усти қисми тўқ рангли бўёк билан бўяб қўйилади ва уни атрофи диаметри 1.5метрга тенг доира расмидаги ариқча қовланиб белгиланади. Грунтларни фаслий музлаш ҳудудида 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 қўлланса улар ёнига аниқлаб олиш белгиси ўрнатилади (14.4- расм).

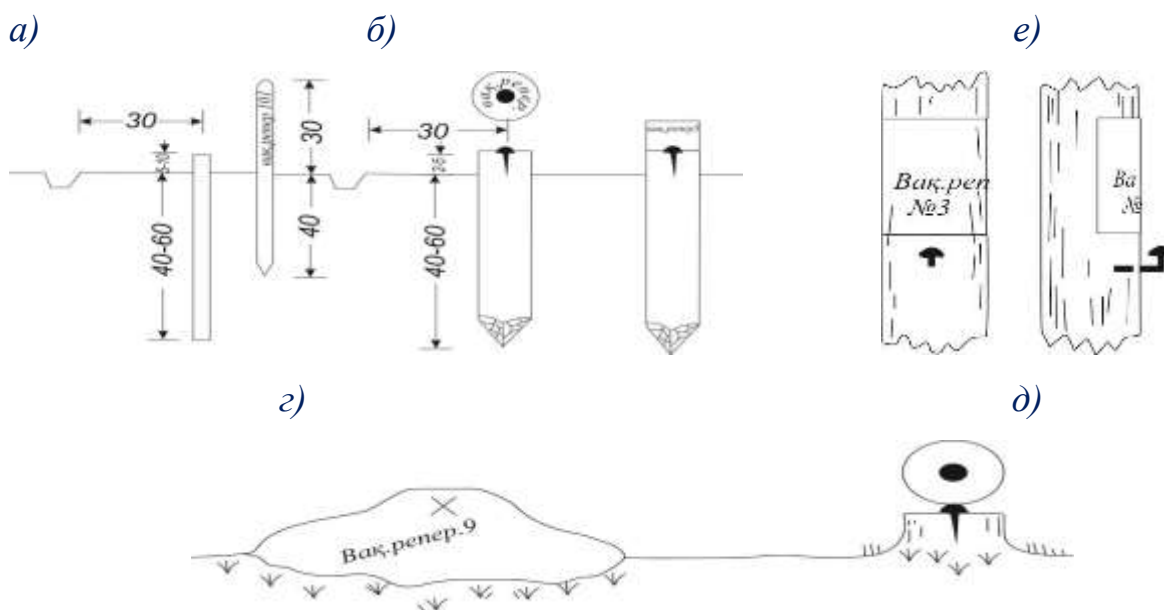


14.4-расм

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 бۆёк билан белгиланган нукталар ҳамда ёғочли алоқа линиялари столблари, дарахтлар тўнкаси ва бошқаларга қоқилган қалпоқли михлар 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

III ва IV синф нивелир йўлларида 4-тип белгиларини ўрнатишда дастлаб ер бурғи механизмидан фойдаланиб керакли чуқурликкача бурғиланади ва уни тубига цемент қоришмаси 2см қалинликда куйилади 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 этишг бўлган талаблар қандай ?

3. *Нивелир тармоқлари лойихасини тузиш иши қандай кетма-кетликда олиб борилади ?*
4. *Янгидан лойихаланаётган III ва IV синф ва техник нивелир йўллари амалдаги йўлларга туташishi холларида нималарни ҳисобга олиш зарур ?*
5. *III ва IV синф ва техник нивелир йўлларини лойиҳалашда нималарни эътиборга олиб танланади ?*
6. *Нивелир йўлларини 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 бўйича ГОСТ 10528-90 “Нивелирлар. Умумий техник шартлар” га асосан нивелирларни таснифлаш асосига иккита кўрсаткич қабул қилинган:

- аниқлиги бўйича 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 хатони кўрсатади;

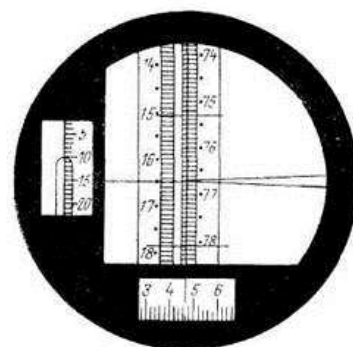
- конструктив тузилиши бўйича нивелирлар қараш трубасида цилиндрлик адилак ўрнатилган ва компенсаторли нивелирларга бўлинади. Компенсаторли нивелирни белгисида аниқлигини билдирувчи рақамдан кейин “К” ҳарфи келтирилади, масалан Н-3К. Нивелир русумида “Л” ҳарфи кўрсатилган бўлса у лимб доирасига эга нивелир 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 кемпенсаторли нивелирлар ишлаб чиқарилади. Аниқланишича бундай нивелирлар иш унунмдорлигини 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 бўйича саноқ олиш имконини берувчи ясси параллел пластинкали оптик микроскоп билан жихозланган. Оптик микрометр инвар рейкани энг кичик кесими қийматига тенг 5 мм гача чегарада ишлайди.

а)



б)



15.1-расм

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 бўлақларини тегишли сони билан ифодаланади. Барабаннинг тўла бир айланиши визир нуруни вертикал бўйича 5 мм га параллел сурилишини таъминлайди, бу эса рейка иккита қўшни штрихлари орасидаги қийматга тенг. Барабан 100 тенг бўлақларга бўлингани сабабли унинг битта бўлаги қиймати 0.05 мм ни ташкил қилади.

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 эливазия винти ёрдами туташтирилади. Рейкадан санок олиш учун оптик микрометр барабани айлантрилиб иплар тўрининг понага ўхшаш биссектори рейкани энг яқин жойлашган штирихига киритилади. Келтирилган 15.4, б-расмда рейка шкаласидан ўрта ипдан санок 16.5 ва микрометрдан 46 жами санок 16.546 га тенг.

Қараш трубасини қуёшдан қизиб кетишидан ҳимоялаш мақсадида труба, цилиндрик адилак ва оптик микрометр механизми термохимояловчи метал қобик 8 га жойлаштирилган. Нивелир билан битта бекатда

нивелирлашни ўрта квадратик хатоси $m_0 = \pm 0,2\text{мм}$, 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 майдонларида нивелирлаш ишларини бажариш учун хизмат қилади (15.2-расм). У рейкага аниқ қаратиш ва бирданига тасвирни фокусга келтириш имконини берувчи фрикцияли механизм билан жиҳозланган.

Магнитли компенсатор билан таъминланган бўлиб кучли шамол эсиши ва грунтни зичланишидан қатъий назар визир чизиғи ҳолатини



15.2-расм

устиворлигини таъминлайди, компенсаторни ишлаш чегараси 15'. Қараш турибасини катталаштириши 23^x , труба визирлаш энг кичик масофаси 1,2 м, дольнометр коэффициенти 100, 1 км масофага тўғри ва тескри нивелирлашни ўрта квадратик хатоси ± 2.5 мм. Ушбу нивелир Россиянинг Екатеринбург шаҳрида ишлаб чиқарилади.

Компенсаторли нивелир С3₀₀С3₁₀. “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 труба сининг катталаштириши тегишлича 28^x ва 26^x га тенг, кузатишни энг кичик масофаси 0.3 м, ипли долнометр кофиценти 100, 1 км масофани тўғри

ва тескари йўналишларда нивелирлашни ўрта квадратик хатоси ± 2 мм. Нивелирни дастлабки ўрнатиш доиравий адилак ёрдамида амалга оширилади. Визир ўқини аниқ горизантал ҳолга ўрна-



15.3 –расм

тиш эса автоматик равишда компенсатор ёрдамида тaminланади. Нивелир горизантал лимбга эга бўлиб уни бўлак қиймати 1° ташкил қилади.

Янги технологияларга асосланган электрон-рақамли нивелирлар. Кейинги йилларда юқори 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 билан таъминланганлиги учун фарқ қилади. Бу эса дала ўлчаш ишларини ва натижаларини ишлаб чиқиш жараёнларини автоматлаштириш имконини беради, жумладан:

-штрих-кодли нивелир рейкаси бўйича саноқ олишини автоматик равишда бажариши;

-ўлчаш натижаларига кўриш трубаси визир ўқининг цилиндрик адилак ўқиға параллел эмаслиги(і бурчағиға), ҳамда ер эгрилиги ва рефракция ҳолатлари учун тузатмаларни автоматик равишда киритиш;

-нивелир билан рейка орасидаги масофа 100м гача бўлганда горизонтал қўйилишни 25мм гача аниқликда автоматик ўлчаш;

-ўлчаш натижаларини автоматик равишда ички ёки ташқи ёдлаш(хотира) модулиға ёзиш;

-нивелирлаш елкаларини (нивелирдан орқа ва олдинги рейкаларгача масофалар) тенглиги ва нисбий баландлик ўлчаш натижасини автоматик текшириб бориш;

-ўлчаш натижаларини автоматик ишлаб чиқиб, нуқталар баландлигини экрангачиқариш;

-ўлчанган маълумотларни ёзиб сақлаш учун PCMCIA картаси ва USB мосламалардан фойдаланиш;

-асбобни бошқариш жараёни қулайлиги, шунингдек, ундан фойдаланишни ўзлаштириб олиш осонлиги.

Trimble Dini 0.3 рақамли нивелир (15.4-расм) билан 1км йўлни тўғри ва тескари йўналишларда инвар рейка орқали 0,3мм аниқликда, оддий буклама рейка қўллаб эса 1мм аниқликда ўлчаш мумкин. Бекатда туриб 2,5м дан 100м гача масофадаги нуқталар 4 сония вақтда ўлчанади. Нивелирда ўрнатилган компенсаторларни ишлаш чегараси $\pm 15^1$ га тенг. Асбобда горизонтал доира ўрнатилган бўлиб, унинг бўлак қиймати 1^0 ни ташкил қилади.

Нивелирда ўрнатилган дастур алоҳида ўлчаш, кайта ўлчаш, ўртадан ва олдинга нивелирлаш, режалаш ишлари ва нивелир йўллини тенглаш каби жараёнларни бажаришини таъминлайди.

Рейкадан олинган санокларни нивелир хотирасиға ёзиб сақлаш ёки асбоб дисплейи(экрани)дан ўқиб журналға ёзиш мумкин.

Охирги йилларда Dini русумли рақамли нивелирлар Trimble фирмаси томонидан Din 12, Dini 12 T ва Dini 0.3 номланиб ишлаб чиқарилмоқда (15.4-расм).

Етарли аниқликда масофани ўлчаш қобилияти нивелир йўлларда олди ва орқа елкаларни тез муддатда тенглаш имконини беради. Бу эса елкаларни максимал узунлигини ошмаслиги, шунингдек ишончли натижалари билан таъминлашга ва хатолар тарқалишини минималлаштиришига сабаб бўлади.



15.4-расм. Dini 0.3 рақамли нивелири:¹⁵

1- кўриш трубасининг объективи; 2- кўриш трубасининг фокусланувчи винти; 3-бошлаш тугмаси; 4-горизонталлиги бўйича аниққаратиш винти; 5-горизонтал доира ; 6-кўтаргич винтлар; 7-трегер; 8-қувватлаш/алоқани улаш учун жой; 9-клавиатура; 10-дисплей; 11-доиравий адилакни терезачаси; 12-окуляр.

Кўпинча жойнинг шароити ва бошқа тўсиқликлар туфайли нивелир рейкаларнинг кўп қисмини кўриш қийин бўлади, лекин Dini нивелирлар билан ўлчашларни бажариш учун фақат рейканинг 30см узунлигини кўриниши кифоя қилади.

Dini 0.3 нивелирлари юқори аниқликда нисбий баландликлар ва масофаларни эса аниқ электрон ўлчашлар орқали бажаришга мўлжалланган.

Dini рақамли нивелирларни қўллаш соҳалари: нишабликларни аниқлаш ва профилларни тузиш учун тезкор нивелир йўлларни ўтказиш;

¹⁵Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012.

чўкиш зоналарни съёмка қилиш; темир йўллар бўйлаб тезкор нивелир йўлларни ўтказиш; автомобил йўлларни нивелирлаш; узанли съемкаларни бажариш; юзани нивелирлаш.

DNA 03 ва DNA 10 Leica (Швейцария) рақамли нивелирларда илғор электрон технологиялар, аъло даражали оптика ва аниқ механика ҳамда энг катта ва эргономик суяқ кристалли дисплей мужассамланган бўлиб, автоматик равишда штрих-кодли рейкаларда ўлчашларни бажаришга қодир.

DNA русумли Leica (Швейцария) рақамли нивелирларда ўрнатилган дастурий таъминот бўйича қуйидагиларни амалга ошириш мумкин:

- штрих-кодли рейкалар бўйича санок олиш ва масофани ўлчаш;
- нивелир йўлни реперларга боғлаш;
- оралиқ нуқталар билан бирга нивелир йўлларни ўтказиш;
- режалаш ишларини бажариш;
- баландликларни автоматик ҳисоблаш;
- текшириш ва назоратларни бажариш;
- маълумотларни айирбошлаш ва бошқ.

DNA 03 нивелири (15.5-расм) I ва II синф юқори аниқ нивелирлашга, муҳандислик иншоотлари деформациясини аниқлашга, DNA 10 нивелири эса техник нивелирлаш, кадастр ва қурилиш ишларида нисбий баландликлар, масофаларни тезкор ўлчашга мўлжалланган.



15.5-расм. DNA 03 рақамли нивелир

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).¹⁶

DL-101C, DL-102C TOPCON рақамли нивелирларни қўллаш соҳалари қуйидагилардир:

- нивелир тармоқларини қуриш;
- иншоотлар деформациясини кузатиш;
- чизикли иншоотларни трассалаш;
- юзани нивелирлаш;
- топографик сьёмка;
- йўл қурилишлари (бўйлама ва кўндаланг кесимлар, баландликларни жойга кўчириш);
- туннелларни қуриш.



15.6-расм. DL-101C , DL-102C TOPCON рақамли нивелирлари

Trimble Dini (АҚШ), DNA (Швейцария) ва DL TOPCON (Япония) рақамли нивелирларнинг техник тавсифлари 15.1-жадвалда келтирилган.

15.1-жадвал

Рақамли нивелирларнинг техник тавсифлари

| Техник тавсифлари | Dini 0.3/0.7 | DNA 03/10 | DL101C/102C |
|---|--------------|-----------|-------------|
| Ўлчаш аниқлиги (электрон ўлчашлар) | | | |
| 1. Нивелирлаш: | | | |
| 1 км нивелир йўлида ўрта квадратик хатоси | | | |

¹⁶Charles D Ghilani, Paul R Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics. New Jersey, "Pearson", 2012.

| | | | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| - штрих-кодли инвар рейкаларда | 0,3 мм/0,7мм | 0,3 мм/0,9мм | 0,4мм/1,0мм |
| - штрих-кодли стандарт рейкаларда | 1,0 мм/1,3мм | 1,0 мм/1,5мм | 1,0 мм/1,5мм |
| - визуал ўлчашларда | 1,5 мм/2,0мм | 1,0 мм/1,5мм | 1,0 мм/1,5мм |
| 2. Масофа (электрон ўлчашлар) | | | |
| Нивелир режимида (рейканинг 30 см сикменти билан) | | | |
| - штрих-кодли инвар рейкаларда | 20 мм/25 мм | 10мм/20мм | 10мм/20мм |
| - штрих-кодли стандарт рейкаларда | 25 мм/30 мм | 15мм/25мм | 20мм/30мм |
| 3. Бурчаклар | | | |
| -доиранинг градуирлаш тури | 400 град ва 360° | | |
| - градуирлаш оралиғи | 1° | | |
| Ўлчаш диапазони | 1,5м-100м | 1,8м-110м | 2,0м-110м |
| Ўлчаш вақти | 3 сек/2 сек | 3 сек | 3 сек |
| Кўриш труба сининг катталаштириши | 32х/26х | 24х | 32х/30х |
| Компенсатор ишлаш диапазони | ±15' | ±10' | ±12'/±15' |
| Дисплей | График, 240х160 пикселлар, монохромли, ёриткичи билан | | |
| Клавиатура | 19 клавишли ҳарфли-рақамли 4-позицияли клавишлар навигацияси билан | | |
| Стандарт дастурлар | Алоҳида ўлчашлар, бир неча ўлчашлар, оралик визирлаш билан йўлларни ўтказиш, юза нивелирлаш. Баландликларни жойга кўчириш | | |
| Ички хотира | 30000 қатор маълумотлар | 6000 ўлчашлар (1650бекат) | 8000 нуқталар |
| Ташқи хотира | USB флеш-хотира модули | ATA-Flash/SRAM | USB флеш-хотира модули |
| Зарядлаш қурилмаси | Литий – ионли батарея комплекти: 7,4В/2,4Ас | Алкалайнли батарея 6хLR6/AA/AM3 1,5V | Алкалайнли батарея 6хLR6/AA/AM3 V |
| Батареянинг ишлаш вақти | 3 кун | 3 кун/ 1 ҳафта | 10соат |
| Ишлаш ҳарорати | -20° С дан +50° С гача | | |
| Вазни (фақат асбобнинг) | 3,5 кг | 2,8 кг | 2,8кг |

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.

III ва IV синф ва техник нивелираш учун ишлатиладиган цилиндрлик адилакли ва компенсаторли нивелирларни текширишлари ва тузатиши китобни (7.6 да қисмида) кўриб ўтилганга ўхшаш ўтказилиши талаб қилинади. Шу сабабли бу ерда цилиндрлик адилакли ва компенсаторли нивелирни 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-кўтарғич винтларини текис ва юмшоқ айланиши, маҳкамлагич ва қаратғич винтларни бутунлиги ва ишлаши текширилади. Қараш трубасти оптик қисмларини тозаллиги, цилиндрлик адилак пуфакчаси учлари ва иплар тўрини кўриш майдонидаги тасвирни тиниқ ва яққоллиги, окуляр халқаси ва фокусловчи линзани суриш галовкасти эркин ва текис айланиши текширилиб кўрилади.

Нивелирларни синашларига қуйдагилар киради. Цилиндрлик адилак бўлак қийматини рейка бўйича аниқлаш. Бу синаш янги олинган нивелирни ёки ишлатилаётган нивелир ишончли натижани олиш имкониятини бермаганда амалга оширилади. Текис ва очиқ жойда нивелирдан 40 - 60 м масофада иккита қозиқ ерга қоқилади. Нивелир синашдан 0.5-1.0 соат олдин очиқ жойда қуёш тушишидан зонт билан химоялаб ўрнатилиб қўйилади. Нивелирдан қозиқларгача масофа ± 20 см аниқликда ўлчанади. Нивелир трубасти 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 эливазия винти ёрдамида шкалани иккинчи учига сурулади ва яна пуфакча учлари бўйича шкаладан ва рейкадан саноклар олинади. Худди шу амаллар рейкани иккинчи қозиққа ўрнатиб такроқланади.

Адилак бўлак қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади

$$\tau = \frac{206hK}{nD}, \quad (15.1)$$

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 маъсофа, м.

Ўлчанган натижалар ва уларни ишлаб чиқиш 15.2- жадвалда [Р] 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 |

$$\tau_i'' = \frac{206 \times 2 \times 43}{23.6 \times 50.0} = 15.0'',$$

$$\tau_i'' = \frac{206 \times 2 \times 40}{22.2 \times 48.3} = 15.4'',$$

$$\tau_{yp} = 15.2''.$$

Олинган натижага кўра адилак бўлак қиймати меъеридан ошмайди.

Дальномер коэффицентини аниқлаш. Далномер коэффицентини 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 ўрнатиладиган нивелир труба иккинчи нуқтадаги рейкага қаратилиб уни қора томонидан далномер 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 коэффициентни қуйдаги формула бўйича хисобланади

$$\tau = \frac{D - C}{(П - Ю) \dot{y}_p}, \quad (15.2)$$

бу ерда D - нивелир билан рейка орасидаги масофа;

C - нивелир паспортдан олинган дальномер доимий қиймати;

$(П - Ю) \dot{y}_p$ – пастки ва юқоридаги дальномер иплари бўйича олинган саноклар айирмалари ўртачаси.

Юқоридаги (15.2) формуладаги $C=0$ бўлганда ўқ уйидаги кўринишга эга бўлади

$$\tau = \frac{D}{(П - Ю) \dot{y}_p}. \quad (15.3)$$

Дальномер коэффициентини аниқлаш бўйича мисол 15.3 жадвалда берилади.

Нивелир НЗ N1520

$D_1=100,00$ м $D_2=101.20$ м (тескари тасвир рейкаси)

15.3-жадвал

| Ўлчашлар № | 2- нуқтада ўрнатилган рейка | | | 3- нуқтада ўрнатилган рейка | | |
|------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| | Иплардан саноклар | $\dot{y}_p - Ю$ | $П - \dot{y}_p$ | Ипларда н санок | $\dot{y}_p - Ю$ | $П - \dot{y}_p$ |
| 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 $C=0$.

Юқоридаг (15.3) формуладан топамиз:

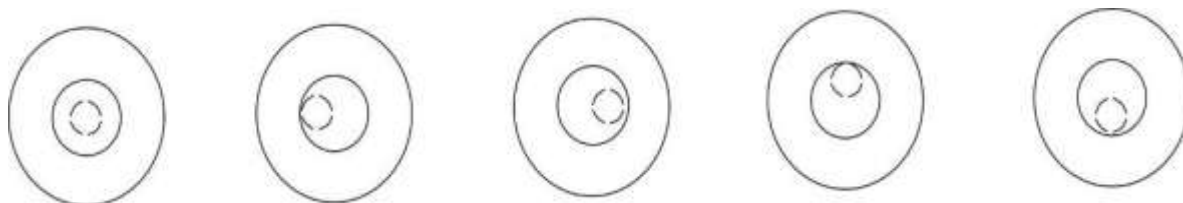
$$K_1 = \frac{100.00}{0.9983} = 100.2$$

$$K_{\sigma r} = 100.2$$

$$K_2 = \frac{101.20}{1.0103} = 100.2$$

Компенсаторли нивелирни синаш. Компенсаторли нивелирни текширишлари бажарилгандан сўнг компенсаторни синашга ўтилади. Бунда компенсаторни ишлаши сифати аниқланади. Бу иш лаборатория шароитида экзаминаторда аниқланади. Компенсатор иш сифатини дала шароитида ҳам синаш мумкин. Бунда ишлар қуйидагича бажарилади. Нивелир иккита рейкалар створида ўртада ўрнатилади ва нисбий баландлик доиравий адилакни 15.7-расмда келтирилган ҳолатларида ўлчанади. Бундай қиялаштиришда компенсатор ишончли ва қотиб 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 синашни далага чиқишдан олдин бажарилади. Бунда рейкалар 50 метр ва 100 метр масофаларда ўрнатилади.



15.7-расм

Далага чиққандан сўнг икки уч ой ўтганда синаш дала шароитида 100 метр масофада қайтарилди. IV синф ва техник нивелирлашда масофа 100 метр олинади. Нивелирни бўйига ва кўндалангига қиялаштириб ўлчанган нисбий баландликлар адилак пуфакчаси нўл пунктда 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.

| Ўлчаш сериялари | Адилак пуфакчаси 0 пунктда 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 |

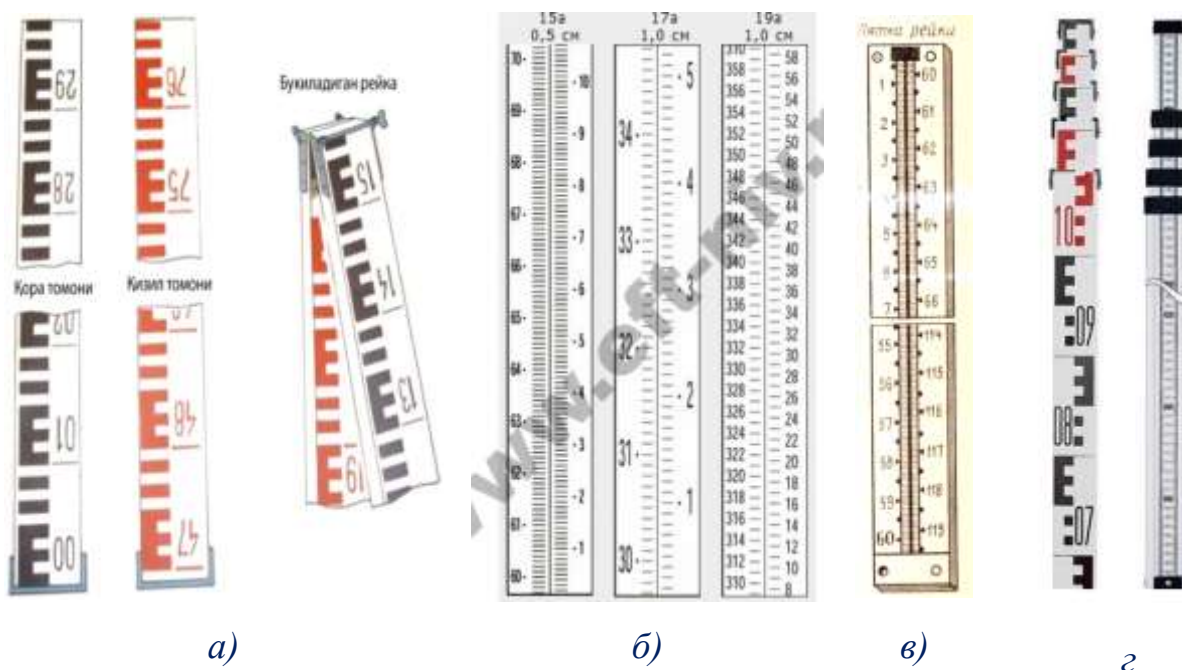
Жадвалдан кўринишича адилак пуфакчасини турли ҳолатларида ўлчанган нисбий баландликлар фарқи жуда кичик, демак нивелир компенсаторини ишлаш сифати III синф нивелирлаш талабига жавоб беради.

15.2. Нивелир рейкалари ва уларни синашлари

III синф нивелирлашда см ли бўлакларга 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).

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 бўлаклар сантиметр ли шашкалар билан белгиланади. Рейкани бир томонига шашкалар қора рангда, иккинчи томонига қизил рангда туширилади. Рейка қора томони нўли уни товони (пятка) билан устма-уст келади. Бир жуфт рейкалар қизил томонининг нўли бита рейкада 4683, иккинчисидан эса 4783 га суриб белгиланган бўлиб, рейкадан санок олиш тўғрилигини назорат қилишни таъминлайди. Рейкани дициметрли бўлаклари арабча рақамлар билан ёзилади. Бўлакларни рақамлаш тўғри ва тескари

беради. Қараш трубаси тўғри тасвир хосил қилувчи нивелирлар учун тўғри рақамланган, тесқари тасвир хосил қилувчи нивелирлар учун эса тесқари рақамланган рейкалар олинади. РНЗ рейкаси уни икки ёнида ўрнатилган тутқичлар ва доиравий адилакка эга. Бу адилак ёрдамида рейкадан санок олишда уни тик тутилиши таяминланади.



15.8-расм

IV синф нивелирлашда РНЗ рейкадан ташқари РН4 икки томонли буклама рейкалар ҳам қўлланилади. Бундай рейкалар доиравий адилакка эга эмас. Хозирги кунда IV синф ва техник нивелирлаш учун корпуси алюминдан ясалган узунлиги 5 м гача узайтириладиган перископик рейкалар ишлаб чиқилади. Перископик рейкани бир томонига сантиметрли шашка бўлақлар, орқа томонига эса 1мм ли бўлақлар туширилган (15.8 г- расм).

Дала ўлчаш ишларига чиқишдан олдин рейкалар синчиклаб кўриб чиқилиши ва синашлардан ўтказилиши керак. Рейкаларни қуйидаги синашлари бажарилиши талаб қилинади.

Рейкалар комплекти метрли бўлаги ўртача узунлигини аниқлаш. III синф нивелирлашда бир жуфт рейкалар бўлаги ўртача узунлиги дала ўлчаш ишларидан олдин ва ишлар тугагандан сўнг ҳамда бир мартотаба ҳар 1-2 ойда аниқланади. IV синф нивелирлашда дала ишларидан олдин ва

тугатиладан кейин бажарилади. Бу иш камерал шароитда назорат чизғичи ёрдамида бажарилади. Синашдан аввал ўткир учли қалам ёрдамида рейкалар шашкали бўлаклари 01; 10; 20 ва 29 қора томонида ва 48; 57; 67 ва 76 қизил томонида, ингичка штрихлар чизиб белгилаб чиқилади. Рейкани текис сиртли полга ётқизиб қўйиб унинг ҳар бир метрли оралиғи назорат чизғичи ёрдамида тўғри тескари йўналишларда ўлчаб чиқилади. Ўлчаш назорат чизғичи шкаласидан рейка метрли бўлагини штрих билан белгиланган учидан икки маротабадан санок олишдан иборат бўлади. Саноклар назорат чизғичи лупаси ёрдамида 0.012 мм аниқликда олинади. Иккинчи мартда 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. Рейкани ҳар бир томонини ўлчаш бошида ва охирида назорат чизғичи ҳарорати ўлчаниб борилади. Келтирилган 15.5-жадвалда [Р] шашкали рейка метри ўртача узунлигини аниқлаш натижаси берилган. Ўлчаган узунликларга назорат чизғични рейкани компорлаш ҳароратига келтирилиши учун тузатма киритилади. Тузатма қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$\Delta L = \Delta_{\text{комн}} + \alpha(t - t_{\text{комн}}), \quad (15.4)$$

бу ерда $\Delta_{\text{комн}}$ -назорат чизғичи паспортдан олинган чизғични эталонлашдаги ҳароратда чизғич метрли бўлаги узунлигини 1000 мм дан фарқи;

α - назорат чизғични кенгайишининг чизикли коэффиценти (агар чизғич бронзадан ясалган бўлса 1°С га $\alpha=0.018\text{мм}$);

t - рейкани синаш вақтидаги назорат чизғичининг ҳарорати;

$t_{\text{комн}}$ –назорат чизғичини уни компораторда эталонлашдаги ҳарорати.

2842-сон рейка метр бўлагини ўртача узунлигини аниқлаш

Назорат чизғичи №0721

чизғични тенгламаси $\Delta L = 0.01 + 0.018(t - 16.8^\circ)$ мм

15.5-жадвал

| Рейка қисмлари | Назорат чизғичидан саноклар, мм | | | Ўртача ўнг-чап, мм | Назорат чизғичи узунлигига ва ҳарорат учун тузатма, мм | Рейка қисми 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 қуйдагига тенг $\Delta L = 5599,72 : 5,6 = 999,95$ мм.

Рейкани дециметрли бўлаклари хатосини аниқлаш. Рейкани дециметрли бўлаклари хатолари уни 1-29 ва 47-76 штрихлари орасида назорат чизғичи ёрдамида рейкани қора ва қизил томонлари учун аниқланади. Дециметрли бўлақлар хатоси III синф нивелир рейкалари учун ± 0.4 мм, IV синф учун ± 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 ўткир қалам билан чизиб белгилаб чиқилади.

Рейка текис полга ётқизиб қўйилиб назорат чизғичини метрли бўлакларга ўрнатиб ҳар бир дециметрли бўлак штрихи бўйича чизғичдан санок олинади. Кейин чизғични озроқ суриб ўрнатилиб иккинчи маротаба саноклар олинади. Худди шундай тарзда рейканинг қизил томони бўйича ҳам дециметрли бўлаклар штрихлари бўйича икки маротабадан саноклар олинади. Ўлчашлар жараёнида назорат чизғичининг биринчи лупасидан чизғични қўзғалмас туриши назорат қилинса иккинчи лупани суриб ҳар бир дециметрли бўлак штрихи бўйича чизғичдан санок олинади. Ҳар бир метрли бўлакда ўлчаш ишларини олиб бориш бошида чизғич ҳарорати ўлчаб олинади. Бир вақтнинг ўзида рейка қора томони нол бўлагини рейка товони текислиги билан туташини ҳам текширилади. Туташмаслик хатоси III ва IV синф нивелирлаш рейкалари учун ± 1.0 мм дан ошмаслиги керак. Бунда ҳам ўлчаш назорат метрда бажарилади.

Дециметрли бўлаклар хатосини аниқлаш учун ўлчашлар натижаси ва уни ишлаб чиқишга мисол 15.6-жадвалда берилган.

Назорат чизғичи № 0721

Рейкани қора томони

15.6-адвал

| Дециметр № | Назорат чизғичдан саноклар, мм | | Фарқи II-I | Саноклар ўртачаси | Дециметрли бўлак хатоси, мм | Дециметрли бўлак тасодифий 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 бўлақларини 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 қуйдагиг тенг

$$\delta = \frac{+0,19}{9} = 0,02\text{мм.}$$

Дециметрли бўлақни энг катта тасодифий хатоси +0.14 мм ва -0.14 мм га тенг

Рейкалар жуфти нўл учлари баландликлари фарқини аниқлаш.

Дала ўлчаш ишларига чиқишдан олдин бир жуфт рейкалар қора ва қизил томонлари нўл учлари баландлари фарқини аниқлаб олинади. Бунинг учун ўрнатилган нивелирдан 15-20 м масофада бир бирига яқин қилиб тўрта қозик ерга қоқилиб махкамланади. Ҳар бир қозика навбатма-навбат иккала рейкалар тик ўрнатилиб уларни 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 | | | қора | қизил |
| 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 сниф нивелирлашда агарда бир жуфт рейкалар қора ва қизил томонлари нўл учлари баландлиги фарқи ± 1 ммдан ва техник нивелирлашда ± 2 ммдан ошмаса улар эътиборга олинмайди. Агарда бу фарқлар катта бўлса йўлда бекатлар тоқ сонини ташкил қилса нисбий баландликларга тузатма киритилиши керак. Юқоридаги жадвалда №1 ва №2 рейкалар нўл учлари баландликлари фарқи қора томонлар учун $+0.2$ мм, қизил томонлар учун эса $+99.1$ мм га тенг.

Шунда рейкалар жуфти нўл 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 нўл учлари баландлиги фарқи 99 ± 3 мм қиймат билан солиштирилади. Агар нисбий баландликлар фарқи 99 ± 3 мм 99 ± 3 мм ($96 - 103$) мм қийматдан катта фарқ қилса бекатда нивелирлаш қайта такрорланади.

Рейкада ўрнатилган доиравий адилак ҳолати тўғрилигини текшириш. III сниф нивелирлашда рейкадаги доиравий адилак тўри ўрнатилгани кўндалик ишни бошлашдан аввал шовун ёки нивелир қараш турибасининг 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 турбаси унга қаратилади. Кузатувчини кўрсатмаси бўйича рейкани 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 тузаткич винтлари ёрдамида пуфакча марказга сурилади. Кейин рейка 90^0 га айлантериблиб қўйилиб адилакни созлаш такрорланади.

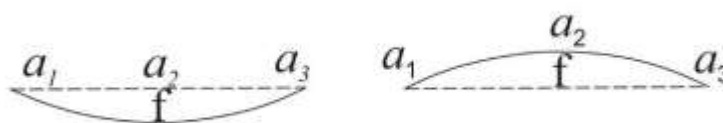
Рейка букилиши стрелкасини аниқлаш. Рейкаларга ташқи об-ҳаво таъсири ва улар билан бепарволик билан ишлаш оқибатида рейкалар букилиши содир бўлади. Бу ҳолат эса нивелирлашда хатога йўл қўйишга сабаб бўлади. Шу сабабли ойига бир маротаба рейкани букилиши стрелкасини аниқлаб бориш талаб қилинади. Бунинг учун рейка текис полга

ён биқини билан ётқизиб қўйилиб ингичка сим ёки ип олиниб рейкани ҳар иккала учи орасида тарранг тортилади ва метал 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 рейкани букилиш стрелкаси қиймати қуйдагича ҳисобланади

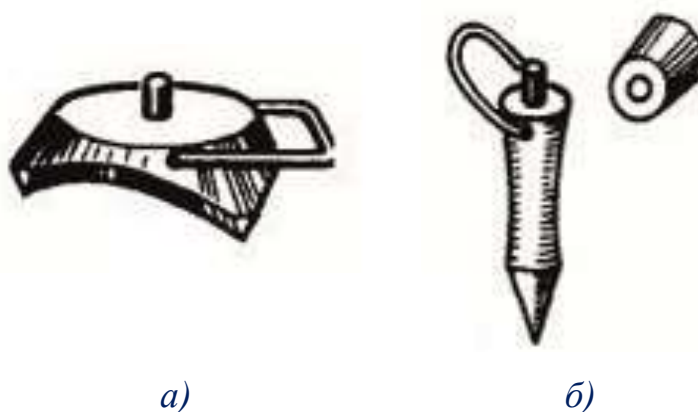
$$f = a_2 - \frac{a_1 + a_3}{2} \quad (15.5)$$

Шашкали рейкаларда f қиймати 10 мм дан ошмаслиги керак .



15.9-расм

Нивелир рейкалари III ва IV синф ҳамда техник нивелирлашда метал бошмоқ (15.10, а-расм); метал қозиқ (костил), (15.10, б-расм) ёки ёғоч қозиқларда ўрнатиб бажарилади Уларга қўйиладиган талаб улар ўлчаш ва бекатдан бекатга ўтишда мустаҳкам (турғун) бўлиши керак. Метал бошмоқ оғирлиги 3-5 кг, костил эса 0.5-3 кг ни ташкил қилади.



15.10. а, б-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 қозиклар.

Асфальт бўйича нивелирлашда узунлиги 7- 10 см ва йўғонлиги 1 см пўлат костиллар ишлатилади.

15.3. III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбаалари

Нивелирлаш натижасига асбоб хатолари, кузатувчи ва ташқи мухит таъсири хатолари салбий таъсир этади. Бу хатолар бир бирига боғлиқ бўлиб, улардан асосийларига қараш хатоси $m_{кар}$ ва визир ўқи i бурчагини ҳаво ҳароратига боғлиқ ўзгариши хатоси ҳисобланади.

1. Қараш хатоси қараш трубасини катталаштириши, адилак бўлаги қиймати t ва уни найшишасининг ички сиртини ясаш сифати, компенсаторни визир ўқни горизантал ҳолатга келтириш сифати ва қараш нурини узунлигига боғлиқ.

Қараш хатоси $m_{кар}$ қуйидаги хатолардан ташкил топади:

а) шашкали рейка бўйича саноқ олиш хатоси қуйидаги формуладан аниқланиши мумкин

$$m_c = \frac{30L}{V\rho''},$$

бу ерда L - нивелирдан рейкагача масофа;

V - нивелир трубасини катталаштириши.

Туташтириш усулида нивелирлашда бу хатолик рейка штрихига биссекторни киритиш хатосидан иборат ва у қуйидаги формуладан аниқланади

$$m_{кар} = \frac{10L}{V\rho''};$$

б) контактли адилак пуфакчаси учларини туташтириш хатоси.

У қуйидагича ҳисобланади

$$m_{\text{мум}} = \frac{0.03\tau L}{\rho''}, \quad (15.8)$$

бу ерда τ - адилак бўлагини 2 мм ёй кесимига га тўғри келувчи қиймати;

в) рейкани шашкали сантиметрли бўлагидан олинган санокни яхлитлаш хатоси, у $m_{\text{ях}} = \pm 0.5 \text{ мм}$ га тенг. Умуман олганда ўрта ип бўйича нивелирлашда қараш хатосини қуйдагича ҳисоблаш мумкин

$$m_{\text{кар}} = \sqrt{\left(\frac{30L}{V\rho''}\right)^2 + \left(\frac{0.03\tau L}{\rho''}\right)^2} + m_{\text{ях}}^2 \quad (15.9)$$

Бекатда рейкаларни битта тамони бўйича ўлчанган нисбий баландлик хатоси қуйдагига тенг

$$m'_{\text{дек}} = m_{\text{кар}} \sqrt{2}. \quad (15.10)$$

Рейкаларни ҳар иккала тамонлари бўйича ўлчанган нисбий баландликлар ўртача қиймати хатоси қуйдагига тенг.

$$m_{\delta} = \frac{m'_{\text{дек}}}{\sqrt{2}} = \frac{m_{\text{кар}} \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = m_{\text{кар}} \quad (15.11)$$

Формуладан кўринишича нисбий баландликни бекатдаги хатоси қараш хатоси $m_{\text{кар}}$ га тенг.

Масалан III синф нивелерлашда визир нурунинг узунлиги 75 м, қараш турбасини катталаштириши $V = 30^x$ ва адилак бўлак қиймати $\tau = 20''$ бўлганда (15.9) формуладан ҳисоблаймиз $m_{\text{кар}} = \pm 0.8 \text{ мм}$.

2. Ҳаво ҳарорати таъсирида i бурчакни ўзгаришидан содир бўладиган хатолик ўлчанган ҳар бир нисбий баландлика тасир этади (турба визир ўқини цилиндрик адилак ўқига параллел эмаслик хатоси). Ўлчанган нисбий баландликка i бурчагини ўзгаришидан қуйидаги формуладан ҳисобланадиган хатолик тасир этади.

$$\Delta h = \Delta_{op} - \Delta_{ol} = \text{tgi}(L_{op} - L_{ol}), \quad (15.12)$$

бу ерда L_{op} ва L_{ol} - нивелирдан орқадаги ва олдиндаги рейкаларгача масофалар. Агар бурчак $i = 10''$ ва бекатда рейкаларгача масофаларни фарқи

5, 10 ва 25 м бўлганда ўлчанган нисбий баландликларга ушбу хатолик тегишлича 0.25, 0.50 ва 1.00 мм қиймат билан тасир этади. Юқоридаги масофалар фарқи нивелир йўли бўйича йиғилиб бориб 500 м ни ташкил қилса нисбий баландликлар йиғиндисига 21 мм хатолик тасир этади. Шу сабабли ҳар бир бекатда L_{op} ва L_{ol} масофаларни тенг олиш талаб қилинади.

Нивелир асбобига иссиқ ҳароратни тасиридан визирлаш нурунинг i бурчаги ўзгариб боради (маслан нивелирни қиёш нури тасиридан қизиб кетиши). Буни бекатда ўлчашлар услубини тегишлича танлаб камайтириш мумкин. Ўлчашлар жараёнида нивелир қуёш нури таъсиридан зонт билан химояланиши зарур. III ва IV синф нивелирлаш учун ишлаб чиқарилаётган нивелирларда ҳаво ҳароратини 1°C га ошишидан i бурчагини ўзгариши $\pm 0.8''$ дан ошмайди. Кампенсаторли нивелирларда эса у $0.5''$ га тенг.

Костил ва штативларни 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 костилларни 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 рефракцияни таъсири тасодифий характерга эга. Нивелирлаш вақтини тўғри танлаш ва визир нуруни ер сиртидан баландроқ ўтишини таъминлаш билан ушбу хатолик таъсири 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 нуқталарида (костил, башмоқ, ёғоч козиқ) тугатилиши мумкин. Бунда костил ва ёғоч қозиқлар ерга чуқур қоқилиши, башмак эса 0.3 м чуқурликка ўрнатилиши керак. Танаффус (5кунлик) дан кейин нивелирлаш тўхтатилган охириги бекатда қайтарилади, зарур бўлса охиридан битта олдинги бекатда ҳам қайтарилиши мумкин. Танаффусдан олдин ва кейин ўлчаган нисбий баландликлар солиштириб кўрилиб костилларни ҳолати ўзгармагани аниқланади. III синф нивелирлашда костилларни ҳолати ўзгармаган деб ҳисобланади, агарда 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 нурини меъёрий узунлиги, нури ер сиртидан минимал баландлиги, нивелирдан рейкаларгача масофаларни йўл қўярли фарқи кўйидаги 15.9- жадвалда берилади

15.9-жадвал

| Нивелирлаш синфи | Визир нурини меъёрий узунлиги, м | Визир нурини ер сиртидан энг кичик баландлиги, м | Нивелирдан рейкаларгача масофалар фарқи, м | |
|------------------|----------------------------------|--|--|---------------|
| | | | Бекатда | Секция бўйича |
| III | 75 | 0.3 | 2 | 5 |
| IV | 100 | 0.2 | 5 | 10 |

Агарда кўзатиш шароити яхши бўлиб, катталаштириш 35° га тенг трубага эга нивелир қўлланса, визир нурини 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 қуёш нуридан ҳимоя қилинади.

Нивелирлаш кўришни яхши шароитида ва тасвирни қўзғолмас ҳолатида бажарилиши лозим.

III синф нивелирлаш битта трассадан, бир хил ўтиш нуқталари орқали тўғри ва тескари йўналишларда бажарилиши керак.

Тўғри йўлда бекатдаги рейкалар ва нивелир ўрни жойда белгилаб борилади ва қайтишда улардан фойдаланади. 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 трубасининг кўриш майдонида адилак пуфакчасини иккала учлари тасвири кўриниши керак. Компенсаторли нивелирларда компенсатор ишчи ҳолатдами ёки йўқми бармоқ билан трубани бир-неча марта чертиб кўриб аниқланади. Чертиб кўрилган ҳолатда рейкадан саноқ 1-2 мм дан ортиққа фарқ қилмаслиги керак.

2. Қараш трубасини орқадаги рейкани қора томонига қаратилади. Элевация винти ёрдамида адилак пуфакчаси учлари тасвири ўзаро туташтирилиб, ўрта ип бўйича ва дальномер иплари бўйича саноқлар олинади. Компенсаторли нивелир билан ишлашда қараш трубаи рейкага қаратилган заҳоти саноқлар олинади ва шу билан кўзатиш учун сарфланадиган вақти 1-2 минутга қисқартирилади.

3. Олдинги рейкани қора томонига трубани қаратиб 2. бандда кўрсатилган амаллар қайтарилади. Рейкани қизил томони айлангириб кўйилиб ундан ўрта ип бўйича саноқ олинади.

4. Нивелир трубасини қайта орқадаги рейкани қизил томонига қаратиб ўрта ип бўйича саноқ олинди (бунда саноқ олишдан олдин адилак пуфакчаси контакт ҳолатга келтириб олинади).

Нивелирлаш натижаларини белгиланган шакилдаги журналга ёзиб борилади, 15.10-жадвал.

Дала журнали қаътий ҳисобга олинадиган хужжат ҳисобланади ва журналлар ўзи ҳамда улар варақлари номерлаб чиқилиши керак. Журнал каламда 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 олиниши керак. Қайта ўлчаб олинган саноклар ёзуви тепасида “қайта”, ёки “bis I” деб ёзиб қўйилади.


Қуйидаги 15.10-жадвалда ўрта ип бўйича нивелирлаш журнали намунаси берилган.

6540 сонли грунт репердан 112 деворий маркагача йўл.

Сана: 24.05.2017 й. _____ Бошланиши: 7:00. Тугаши: 10:00.

Об-ҳаво: очиқ, кучсиз шамол. Тасвир: турғун.

15.10-жадвал

| Шта тив ва Рейк а № | Боғла ш чизма си | Дальномер ипларидан саноклар | | Назорат нисбий баландлик | | Ўрта ип бўйича саноклар | | | Ўртача нисбий баландлик |
|---------------------|---|------------------------------|----------------------|--------------------------|------------|---|----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Орқадаги рейка | Олдинги рейка | | | Орқадаги рейка | Олдинги рейка | Нисбий баландлик | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 1-2 |  Реп. 6540 | 1572 (2) 1904 (3) | 1812 (5) 2130 (6) | -240 (11) -226 (12) | Қор Қиз | 1739 (1) 6430 (8) | 1971 (4) 6761 (7) | -232 (14) -331 (15) | -231,5 (19) |
| | | 332 (9) | 318 (10) | +14/+14 (13) | | 4691 (16) | 4790 (17) | +99 (18) | |
| 2 | | 1170 1786 | 0631 1241 | +539 +545 | Қор Қиз | 1478 6269 | 0937 5627 | +541 +642 | +541,5 |
| 2-1 | | 616 | 610 | +6/+20 | | 4791 | 4690 | -101 | |
| 3 | | 0601 1360 | 1710 2470 | -1109 -1110 | Қор Қиз | 0981 5670 | 2090 6881 | -1109 -1211 | -1110,0 |
| 1-2 | | 759 | 760 | -1/+19 | | 4689 | 4791 | +102 | |
| 4 | | 1883 2550 | 0800 1465 | +1083 +1085 | Қор Қиз | 2217 7007 | 1131 5821 | +1086 +1186 | +1086 |
| 2-1 | | 667 | 665 | +2/+21 | | 4790 | 4690 | -100 | |
| Назо рат хисо блаш | | 2374 (20) | 2853 (21) | +567 (22) +283,5 (27) | | 31791 (23) 31219 +572 (29) +286 (30) | 31219 (24) | +572 (25) +286 (28) | +286 (26) |

Журналнинг биринчи устунига штатив ва рейкалар номери ёзилади. Биринчи бўлиб орқадаги рейка номери ёзилади. Иккинчи устунда рейка невилрлаш белгисига қандай қўйилгани (боғлаш) чизмаси берилади.

Орқадаги рейка қора томонидан ўрта ип бўйича олинган санок 6 устунга (1) ёзилади, дальномер бўйича саноклар эса 2 устунга ёзилади (2) ва (3). Олдинга рейкани қора томонидан ўрта ип бўйича санок олиниб 7 устунга (4) ёзилади, дальномер ипларидан олинган саноклар 2 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. Олднинг 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 устунда 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. $\Sigma(13)$ ва уни 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 фарққилмаслиги керак. Акс ҳолда бекатда ўлчашлар қайтарилади. Рейкаларни қора ва қизил томонларидан ўрта ип бўйича саноклар орқали нисбий баландликлар ҳисобланади $(1)-(4)=(14)$ ва $(8)-(7)=(15)$. Ушбу нисбий баландликлар фарқи рейкалар нўллари баландлиги фарқидан ± 3 мм дан ошмаслиги керак, 8 устун (18). Биринчи ва иккинчи рейкалар нўллари 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 журнални 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 $\Sigma(4) + \Sigma(7) = (24)$. Рейкаларни қора ва қизил томонлари бўйича олинган нисбий баландликлар (14) ва (15) суммаси топилади $\Sigma(14) + \Sigma(15) = (25)$ ва уни ярими 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 журнал бир бетида 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 ишларини кетма-кетлиги III синф нивелирлашга ўхшаш бўлади. Фақат бунда рейкаларни 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.

Сана: 25.06.2017 й.
Бошланиши: 7:00.

Об-ҳаво: очик, кучсиз шамол.

| Штатив № Рейкалар № | Рейкаларгача дальномер масофалар | Рейкалардан саноклар | | Нисбий баландлик, мм | Ўртача нисбий баландлик, мм |
|------------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | | Орқадаги | Олдинги | | |
| 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) | |
| | 460 | 805 1265 | 1008 1472 | -207 | -207 |
| 2 2-1 | 464 | 6052 4787 | 6159 4687 | -107 -100 | |
| | 324 | 596 920 | 777 1103 | -183 | -183 |
| 3 1-2 | 326 | 5607 4687 | 5890 4787 | -283 +100 | |
| | 275 | 719 994 | 1019 1293 | -299 | -300 |
| 4 2-1 | 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) |

Бекатда нивелирлашда ўрта ип бўйича орқадаги рейка қора томонидан олинган санок (2) ва юқоридаги дальномер ипи саноғи (1) журнални 3 устунига ёзилади. Тегишлича олдинги рейкани қора томони дан олинган, худди шундай саноклар (4) ва (3) 4 устунга ёзилади. Олдинги рейкани қизил томонидан ўрта ип бўйича олинган санок (5) ва кейин орқадаги рейка қизил томонидан олинган санок (6) журнални 4 ва 3 устунларига ёзилади. Рейкалар қора томонидан олинган (2) ва (4) саноклар 200 дан кам бўлмаслиги керак. Акс ҳолда нивелир қайта баландроқ ўрнатилади. Саноклар олиб бўлингандан кейин нисбий баландликларни ҳисоблаш ва назорат ҳисоблашларга ўтилади.

Журнални 2 устунига нивелирдан рейкаларгача масофани ўрта ипдан олинган санокдан дальномер юқори ипидан санокни айриб (2)–(1) ва (4)–(3) ҳисоблаб ёзилади. Рейкалар нўллари баландлиги 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. Журнални ҳар бир бети остида ва йўлни 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 узунлигини 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. $(15) - (16) = (19)$ фарқи (17) га тенг бўлиши керак, агарда ҳисоблаш тўғри бажарилган бўлса. 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 нўллари баландлиги фарқи (14) охирги бекатдаги ишораси билан қўшилади.

Йўл бўйича нивелирлаш якунлангандан кейин бошланғич пунктлар орасида ва ёпиқ полигонларда нивелирлаш хатоси ҳисобланади ва у қўйидагидан ошмаслиги керак $\pm 20\sqrt{L}$, мм. Акс ҳолда йўл тескари томонга нивелирлаб чиқилгандан сўнг $h_{\text{тўғри}}$ ва $h_{\text{тескари}}$ фарқи $d = h_{\text{тўғри}} - h_{\text{тескари}} \pm 20\sqrt{L}$, мм қийматидан ошмаса, натижа қониқарли ҳисобланади.

15.5. Техник нивелирлаш

Планли геодезик тармоқлар пунктлари ва масштаби 1:5000-1:500 топографик съёмкалар, съёмка баландлик асоси нукталари баландлигини аниқлаш, ҳамда инженерлик-геодезик қидирувларда III ва IV синф нивелирлаш қаторида техник нивелирлаш ҳам қўлланади. Алоҳида нукталар 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:

$$fh_{чек} \pm 50\sqrt{L}, \text{ мм} \quad (15.13)$$

$$fh_{чек} \pm 10\sqrt{n}, \text{ мм} \quad (15.14)$$

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 юқори синф белгилари ёки тугун нуқталар белгиларига боғланади. Бу йўллар доимий ва вақтинчали белгилар билан маҳкамланади. Техник нивелирлаш ҳам ўртадан нивелирлаш усулида фақат тўғри йўл бўйича бажарилади. Нивелирдан рейкаларгача меъёрий масофа 120 метрга тенг. Тасвир аниқ ва устувор бўлган яхши шароитларда визир нури узунлиги 200 м гача олиниши мумкин. Визир нури ер сиртидан баландлиги 0.2 м дан кам бўлмаслиги, яъни рейкани қора томони бўйича санок 200 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 ўлчаб қўйиб ўтиш нуқтасини башмак 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 ($O_{ркор} \cdot O_{лкор} \cdot O_{лқиз}$ ва $O_{рқиз}$) фақат ўрта ип бўйича олинади. Нивелирлаш журналининг шакли айнан IV синфга (15.11- жадвал) ўхшаш бўлиб, фақат уни 2 устунида қадамлаб ўлчанган масофалар ёзилади.

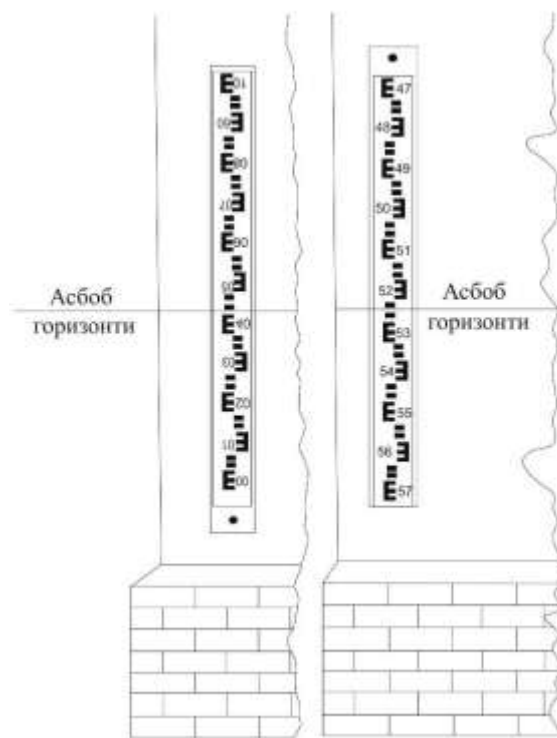
Журналда нисбий баландликларни ҳисоблаш ва назорат ҳисоблашлар айнан юқорида кўриб ўтилган IV синф журналига ўхшаш бажарилади.

15.6. Нивелир йўлларини репер ва маркаларга боғлаш

Юқорида айтиб ўтилгандай, нивелир тармоғи лойиҳасини тузишда янги лойиҳаланаётган йўл билан жойда мавжуд нивелир йўлларини боғлаш тартиби батафсил ишлаб чиқилиши керак. Лойиҳалаётган нивелир йўлига яқинда жойлашган мавжуд нивелир белгилари (репер ва маркалар) қўшилиши керак. III ва IV синф ва техник нивелирлаш йўлларини 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 йўлларини нивелирлашда яқин, 3км гача ораликда, жойлашган триангуляция ва полигонометрия пунктлари йўлга қўшиб олиниши керак. Йўлга қўшилган триангуляция ва полигонометрия барча пунктлари ишончли аниқлаштирилиши, уларнинг номерлари, ёки номлари тикланиши керак. Нивелирлаш журналида белгиларни жойлашган ўрни чизмаси тузилиб, жойдаги аниқ контур нуқталаридан ўлчаган масофалар ёзиб кўрсатилади. Ўтқазилаётган йўлларга қўшиладиган белгилар уларни синфига тенг аниқликдаги йўллар билан нивелирланади. Белги осма йўл билан боғланса, улар тўғри ва тескари йўналишларда нивелирланади.

Йўлни грунт реперга боғлашда аввал уни 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 тешикчасига киритиб қўйиладиган штифтга осиб ўрнатилади (15.11-расм).



15.11-расм

Бунда маркани тешикчаси билан штифт диаметри аниқ тенг бўлиши керак. Диаметрлар фарқи 0.4 мм га тенг бўлса, олинган саноқ хатоси 1 мм гача бўлиши мумкин. III ва IV синф нивелирлашда осма рейка ёрдамида деворий маркага боғлаш усулидан ташқари бошқа (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 қараш трубагининг учта горизонтал иплари проекциясини чизиб туширилади. Марка тешикчаси марказидан бу чизиқларгача вертикал масофалар рулетка ёки металл чизғич билан ўлчаб аниқланади ва журналга рейкадан олинadиган саноклар ўрнига ёзиб қўйилади. Бу усулда боғлашда рейкани қизил томони бўйича олинadиган санокқа ўхшаш санок олиш имкони йўқлиги сабабли назорат учун боғлаш икки мартаба, нивелир баландлигини ўзгартириб олиб, бажарилади. Маркага пўлат рулетка ёрдамида ҳам боғлаш мумкин. Бунда рулетка нўли маркани маркази билан туташтирилиб тик осиб қўйилади ва у бўйича нивелирдан 1 мм аниқликда

саноклар олиниб журналга ёзиб қўйилади. Боғлаш бунда ҳам нивелирни иккита горизонтида бажарилади.

Маркаларга боғлашда одатдаги нивелир рейкаси билан осма рейкалар нўллари баландлиги 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. Имкони борича бу масофалар 5 метрдан кам бўлмаслиги керак, чунки қисқа масофаларга трубани қаратиш қийинлашиб саноклар хатолик билан олиниши мумкин. Деворий маркаларга боғлашда, агарда ўрта ипни деворга туширилган проекция белги марказидан пастда жойлашган бўлса, улар орасида ўлчанган масофа (санок) қийматига минус ишора, юқорида жойлашган бўлса плюс ишора 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 хатоликни қиймати асосан нивелирлаш усули, қўлланадиган нивелир ва дарёни энига боғлиқ. Ушбу хатолики қиймати 15.3 да берилган (15.9) формуладан ҳисобланиши мумкин. Агарда III синф нивелир йўлида баландликни ўзатиш учун H_3 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 $m_{кар} = \pm 1.6$ мм., дарё эни 400 м учун эса $m_{кар} = \pm 3.2$ мм. Шунини эътиборга олиб

нивелирлаш йўриқномаси III ва IV синф нивелирлаш йўлларида дарё кенглиги 400 ва ундан ортиқ бўлганда II синф нивелирлашда қўлланадиган нивелир ва рейкалар ҳамда нивелирлаш услубнинг қўллашни тавсия этади. Ўзбекистонда бундай кенг дарёлар жуда кам учрайди. Шунини ҳисобга олиб баландликларни эни 400 метрдан кам тўсиқлар орқали узатиш услуби кўриб чиқилади.

2. Нивелир i бурчагини дарёни ҳар иккала соҳилларида туриб ўлчаш вақти давомида ўзгаришидан нисбий баланликка 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 баланликка 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 қиймати;

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 $1-1.5''$ қийматга ўзгариши мумкин. Дарё энини 400 м деб олиб юқоридаги (15.15) формуладан топамиз

$$\delta_i = \frac{1.5'' \cdot 400000}{2 \cdot 206265''} = 1.5 \text{ мм.}$$

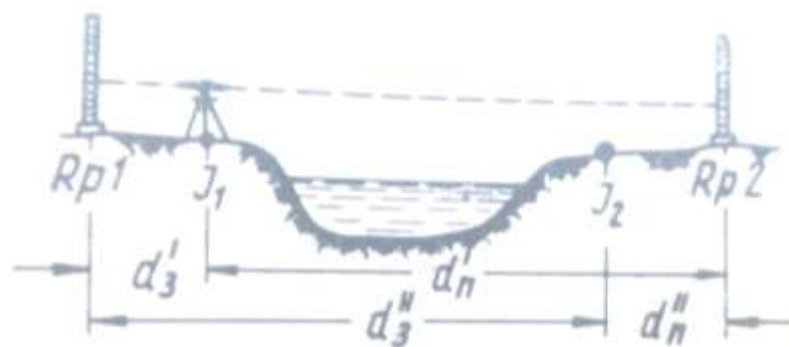
Кузатишларни ҳаво ҳароратини ўзгариши кичик бўладиган булутли кунларда бажариш тавсия этилади.

3. Вертикал рефракция таъсири. Эни 200 м дан ортиқ дарёлар орқали баландликни узатишни булутли ҳаво пайтида, қуёшли кунларда эса кузатишларни қуёш чиқишидан 3 соат кейин бошлаб, уни ботишига 3 соат қолгунгача давом эттириш тавсия этилади.

Тайёрагарлик ишлари жараёнида жойга чиқиб уни шароити билан танишилади ва нивелир ҳамда рейкаларни ўрнатиш жойлари танланади. Дарё эни 200 м дан ортиқ бўлса икала 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 қўмилган ёғоч қозиклар хизмат қилиши мумкин.

Кузатишлардан бир кун олдин олинган нивелирда i бурчаги аниқланиб, зарурият бўлса уни тузатиш керак бўлади. Бурчак i қиймати 2–3" дан, яъни "х" қиймати 75 м масофа учун 1-2 мм дан ошмаслиги керак.



15.12-расм

Ўрнатилган Rp1 ва Rp2 реперлардан 10-30 м масофада нивелирлаш бекатлари J_1 ва J_2 ўрни баландроқ нуқталарда танланиб маҳкамланади (15.8-расм). Бунда масофаларни қуйидаги тенглиги таъминланиши керак

$$J_1Rp1 = J_2Rp2,$$

$$J_1Rp2 = J_2Rp1.$$

J_1 нуктада нивелир ўрнатилиб орқадаги яқин репердаги (Rp1) рейкадан O_p^1 санок, кейин эса труба иккинчи соҳилдаги реперда (Rp2) ўрнатилган рейкага қаратиб O_l^1 саноклар олинади. Турбани фокус масофасини ўзгартирмай нивелир иккинчи соҳилга ўтказилиб J_2 нуктада ўрнатилади. Труба қарши соҳилдаги Rp1 репердаги рейкага қаратилиб турбани фокус масофасини ўзгартирмай ундан O_p^2 санок, кейин эса Rp2 даги яқин рейкадан O_l^2 санок олинади. Шу билан ўлчашларни битта қабули яқунланади. Бундай қабуллардан 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 қабулидан нисбий баланлик қуйидагига тенг

$$h_1 = O_p^1 - O_l^1. \quad (15.16)$$

Хатолар таъсирини этиборга олиб O_p^1 ва O_l^1 санокларни қуйидагича ёзиш мумкин

$$O_p^1 = a_1 + d_{op}^1 \operatorname{tg} i_1, \quad (15.17)$$

$$O_l^1 = b_1 + d_{ol}^1 \operatorname{tg} i_1 + f_1, \quad (15.18)$$

бу ерда a_1 ва b_1 - рейкалар бўйича хатосиз саноклар;

d_{op} , d_{ol} - нивелирдан орқа ва олдинги рейкаларгача масофалар;

i - турба визир ўқи билан цилиндрик адилак ўқи ўзаро параллел эмаслиги бурчаги;

f_1 - узоқдаги рейка бўйича олинган санокқа Ер эгрилиги ва рефракцияни таъсири хатоси.

(15.17) ва (15.18) ларни (15.16) га қўйиб қуйидагини ёзамиз

$$h_1 = a_1 - b_1 + (d_{op}^1 - d_{on}^1) t g i_1 + f_1. \quad (15.19)$$

Юқоридаги хатоликлар таъсирини этиборга олиб иккинчи ярим қабулдан нисбий баланликни ҳисоблаш учун ёзамиз

$$h_2 = a_2 - b_2 + (d_{op}'' - d_{on}'') t g i_2 + f_2. \quad (15.20)$$

Иккала ярим қабулларда R_{p1} ва R_{p2} реперларни топилган нисбий баландлиги ўртача қиймати қуйидагига тенг

$$h_{yp} = \frac{h_1 + h_2}{2}.$$

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 бурчагини ўзгаришига йўл қўймаслик керак.

15.8. Рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажариш

Trimble Dini рақамли нивелирлар билан ўлчаш режимлари

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 рейкага қараб (масалан, рейка 30% дан кам дарахтнинг шохлари билан ёпилган бўлса) ўлчашларни бажариш мумкин (15.13-расм).



15.13-расм. Штрих-кодли рейкаларга қаратиш тартиби

3. Нивелир ON/OF (ёқиш/ўчириш) тугмачани босиб ишга туширилади. Нивелирни ёқиш билан юкланган дастурига биноан куйидаги 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);
 - оралиқ ўлчашлар режими;
 - режалаш режими.

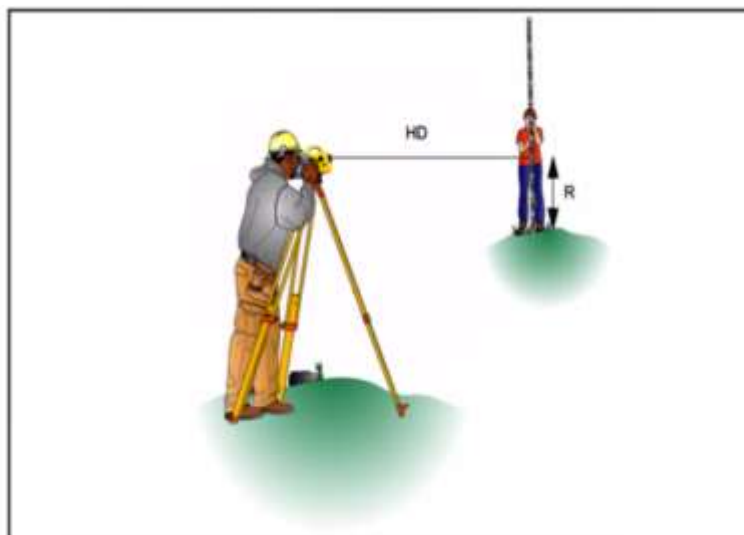
4. Нивелирнинг параметрлари ўрнатилади. Асбобнинг параметрлари бу унинг аппарат қисми ишлашининг асосий шартлари бўлиб, улар ўлчаш бирлиги, ечим қиймати, тили ва маълумотларни ёзиш форматлари ҳисобланади. Ушбу параметрлар рўйхати бош меню-MENU тугмачаси босилиши билан дисплейга чиқади.Шунда бош менюнинг 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. Dini рақамли нивелирларда ўрнатилган дастурий таъминотга қараб турли ўлчашларни бажариш мумкин, жумладан:

- алоҳида ўлчашлар (таянч реперга боғланмасдан);
- нивелир йўлини ўтказиш;
- баландликлар бўйича режалаш ишларини бажариш 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 қўйилиш (15.14-расм).

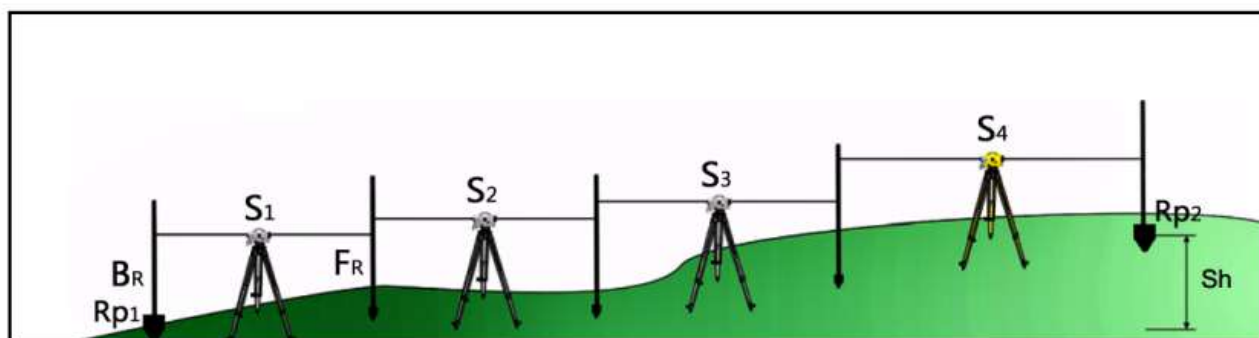


15.14-расм. Алоҳида ўлчашлар

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 Dini нивелирнинг хотирасига ёзилган бўлса, унда уни

нивелирнинг хотирасидан чиқариш мумкин. Боғлаш жараёни бажарилгандан кейин бир-бирига боғлиқ бўлмаган турли ўлчашлар (масалан, пикет ва оралиқ нукталарни ўртадан нивелирлаш)ни бажариш мумкин (15.15-расм).



15.15-расм. Нивелир йўли

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 охириги 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.

DNA рақамли нивелирнинг ишлаш принципи. DNA рақамли нивелирни бекатга ўрнатиш тартиби деярли D_{ini} рақамли нивелир билан бир хил. Қуйида DNA рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажаришни кўриб чиқамиз.

DNA 03 рақамли нивелирда ўрнатилган дастурга биноан қуйидагиларни бажариш мумкин:

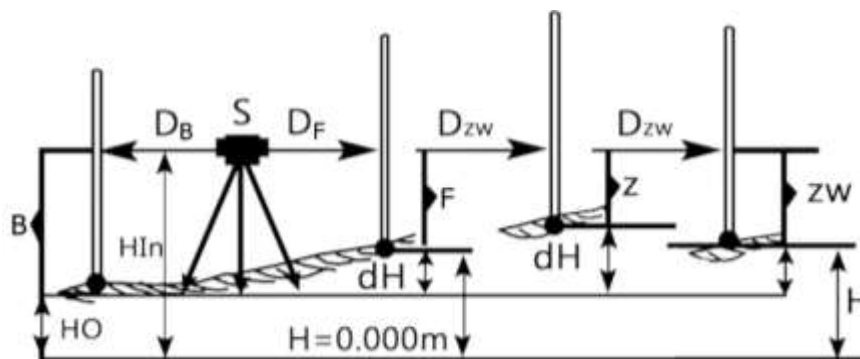
- нивелир йўлларни ўтказиш;
- топографик ва режалаш ишларини бажариш;

- нуқта баландлигини жойга кўчириш.

DNA рақамли нивелир билан нивелирлашни бажаришга мисол 15.16-расмда келтирилган.

Нивелир йўлларни аниқлик талабларига қараб ўтказишда қуйидагиларга риоя қилиш керак:

- елкалар бирхиллигини сақлаш;
- йўлларни 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 саноқ; F–олдинги рейкадан саноқ.



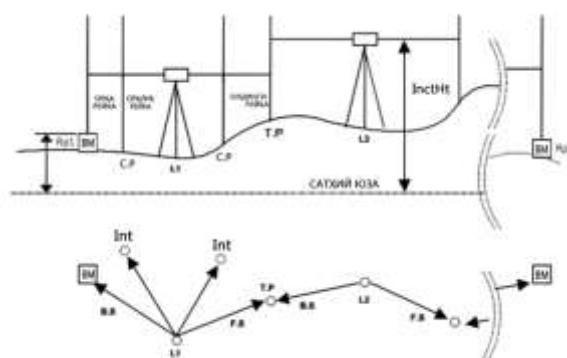
15.16-расм. DNA рақамли нивелир билан ишлаш схемаси:

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; H – орқадаги ва аниқланадиган нуқталар орасидаги нисбий баландлик; H_n – асбоб горизонти.

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 йўлларини 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 йўлини ўтказиш 15.17-расмда келтирилган.



15.17-расм. DL-102C TOPCON рақамли нивелирда нивелир йўлини ўтказиш:

BM – реперлар; L – бекат; C.P – оралиқ нуқталар; T.P – боғловчи нуқталар; B.S – орқадаги рейкадан саноқ; F.S – олдинги рейкадан саноқ; Int – оралиқ нуқтадан саноқ; Inct Ht – асбоб горизонти.

Нивелирлар йўлини ўтказиш жараёнида DL-102C TOPCON рақамли нивелирнинг Menu экранларида қуйидаги опциялар амалга оширилади (15.18-расм):



15.18-расм. DL-102 C TOPCON нивелирнинг Menu экрани

Назорат саволлари

1. III, IV синф ва техник нивелирлашда қандай типдаги нивелирлар ишлатилади ?
2. Рақмли нивелирларни асосий афзалликлари нималардан иборат ?
3. Нивелирларни синашларига нималар киради ?
4. Дальномер коэффициентини қандай аниқланади ?
5. Қандай типдаги нивелир рейкаларини биласиз ?
6. III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбааларига қандай хатолар салбий таъсирини кўрсатади ?
7. Ўрта ип бўйича нивелирлаш усулида III синф нивелирлашда бекатда ишлар қандай кетма-кетликда бажарилади ?
8. Техник нивелирлашлар қачан қўлланади ?
9. Қараш хатоси тўғрисида тушунча бериг ?
10. Dini рақамли нивелирларни қўллаш соҳалари тўғрисида тушунчалар бериг ?

11. DNA русумли Leica (Швейцария) рақамли нивелирларда ўрнатилган дастурий таъминот бўйича нималарни ошириши мумкин

12. Нивелир йўллари аниқлик талабларига қараб ўтказишида нималарга риоя қилиши керак?

НИВЕЛИР БЕЛГИЛАРИ БАЛАНДЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

16.1. Нивелирлаш журналлини текшириш

Алоҳида нивелир йўллари тенглаштиришдан олдин қуйидаги 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 уларни 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.

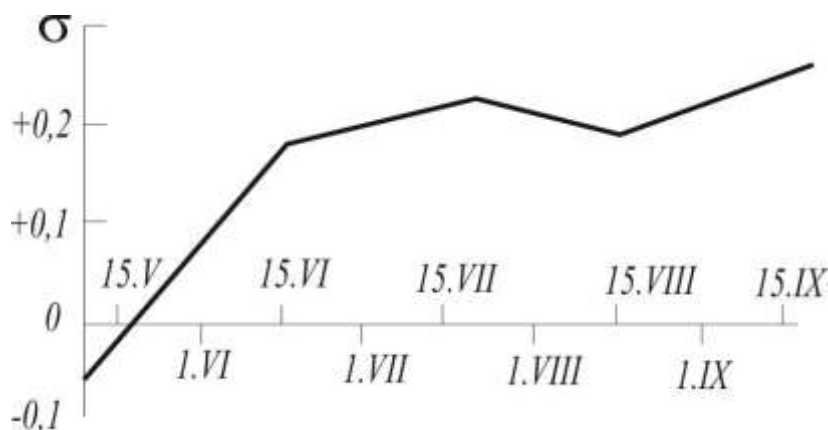
Журналларни камерал текширишда қўшни нивелир белгилари орасида (секцияда) нисбий баландликлар ҳисоблаб топилгандан кейин уларга рейкалар жуфтини метрли бурчаклари ўртача қиймати учун қуйидаги тузатма киритилади:

$$\delta_h = \delta h, \quad (16.1)$$

бу ерда δ -тузатма коэффиценти;

h - секция бўйича нисбий баландлик.

Коэффициент δ қийматини аниқлаш учун интерполяциялаш графиги (16.1 –расм) миллиметровка қоғозда 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 жуфттини синашларида олинган қийматлардан 16.1–расмдаги график тузилган. Нивелирлаш тўғри йўлида олинган умумий нисбий баландлик $h_{m\ddot{y}z} = +111.733м$ ва тескари йўлда эса $h_{mec} = -111.709м$. Йўл узунлиги $L = 2.0км$. Графикдан нивелирлашни саналари 10 май ва 8 июн кунлари учун интерполяция қилиб топамиз $\delta_1 = -0.06мм$, $\delta_2 = +0.14мм$. Шунда 10 майда олинган нисбий баландлик тузатмаси (16.1 формуладан) қуйидагига тенг

$$\delta_{h_{m\ddot{y}z}} = (-0,06) \cdot 111.7 = -6.7мм$$

8 июн учун эса

$$\delta_{h_{mec}} = (+0,14) \cdot (-111.7) = -15.6мм.$$

Юқоридаги тузатмаларни йўлдаги нисбий баландликларга критиб топамиз

$$h_{m\ddot{y}z} = +111.733 - 0.007 = +111.726мм,$$

$$h_{mec} = -111.709 - 0.016 = -111.725мм.$$

Рейкалар жуфтини ўртача метри учун нисбий баландликка тузатма киритмасдан нивелирлаш хатосини ҳисобласак

$$f_h = h_{m\ddot{y}z} - h_{mec} = 111.733 - 111.709 = +24\text{мм}.$$

Бу эса III синф нивелирлаш хатоси чекини ҳисоблаш формуласидан, $f_{h_{чек}} = \pm 10\sqrt{L}, \text{мм}$, топилган $f_{h_{чек}} = \pm 10\sqrt{2} = \pm 14\text{мм}$ қийматдан анча катта бўлиб йўриқнома талабига тўғри келмайди. Юқорида тузатмалар киритиб тузатилган нисбий баландликлар $h_{m\ddot{y}z} = +111.726$ ва $h_{mec} = -111.725$ орқали ҳисобланган нивелирлаш хатоси $f_h = +1\text{мм}$ 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 баландликларини қайдномаси тузилади.

16.2. III ва IV синф ва техник нивелирлаш сифатини баҳолаш

Нивелирлаш сифатини баҳолашни III синф нивелир йўлларида $d = h_{m\ddot{y}z} - h_{mec}$ 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 хатоларни йиғилиши қийматини қуйидагидан ҳисоблаш мумкин $\pm 3.3\sqrt{L}, \text{мм}$.

1 км иккиланган нивелир йўли учун тасодифий ўрта квадратик хато куйидаги формуладан ҳисобланади

$$\eta^2 = \frac{1}{4n} \left[\frac{d_i^2}{l_i} \right], \quad (16.2)$$

бу ерда n - нивелир йўлидаги секциялар сони;

l_i - секцияни узунлиги, км;

$d_i = h_{\text{мўз}} - h_{\text{мес}}$, мм.

III синф нивелирлаш йўллари 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 куйидаги 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 йўлларида ташкил бўлган бўлса чекли хато куйидагича ҳисобланади

$$fh_{\text{чек}} = \sqrt{K_i L_i + K_j L_j}, \quad (16.3)$$

бу ерда L_i, L_j - тегишли синф нивелир йўллари узунлиги йиғиндиси;

K_i, K_j - нивелирлаш синфига тегишли коэффицент.

III синф нивелирлаш учун $K = 100$, IV синф учун $K = 400$ ва техник нивелирлаш учун $K = 2500$. Масалан, нивелирлаш полигони III ва IV синф йўлларида ташкил топган булсин. III синф нивелир йўллари умумий узунлиги $L = 75$ км, IV синф эса $L = 36$ км. Шунда полигондаги нивелирлаш 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 уларни чекли қийматлари нивелир тармоғининг чизмасига кўчириб ёзилади.

Бир синфдаги нивелирлаш йўлларида ташкил топган полигонлар хато (боғланмаслик) лари бўйича 1 км иккиланган нивелир йўлидаги тасодифий ўрта квадратик хато қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$\eta^2 = \frac{\left[\frac{fh^2}{P} \right]}{N}, \quad (16.4)$$

бу ерда fh -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 $d = h_{амалий} - (H_{ок} - H_{б})$,

$H_{ок}, H_{б}$ - бошланғич ва охири реперлар баландлиги,

l - нивелир йўлининг узунлиги, км;

n -тармоқдаги нивелир йўллари сони.

Битта синф нивелирлашдаги йўллари тенглаштиришда уларни вазни қуйидагича ҳисобланади

$$P = \frac{C}{L}, \quad (16.6)$$

$$P = \frac{C}{n}, \quad (16.7)$$

бу ерда L - нивелир йўли узунлиги, км;

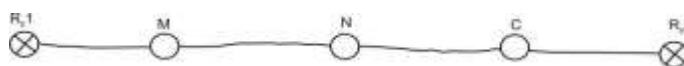
n -йўлдаги штативлар сони;

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_{δ}, H_{ox} маълум бўлган R_p1 ва R_p2 орасида узунлиги L га тенг нивелир йўли ўтказилган бўлиб, унда M, N ва C нивелир белгилари маҳкамланган бўлсин, 16.2-расм.



16.2-расм

R_p1 ва R_p2 орасидаги йўлни нивелирлашдан топилган нисбий баландлик Σh_a , H_{δ} ва H_{ox} бўйича ҳисобланган нисбий баландлик эса $\Sigma h_n = (H_{ox} - H_{\delta})$ бўлсин. Ушбу йўлни тенглаштириб ундаги M, N ва C белгилари баландлиги топилиши талаб этилсин. M белгиси бошланғич репер R_p1 дан l масофада жойлашган бўлиб уни баландлигини икки мартаба ҳисоблаш мумкин

$$H'_M = H_{\delta} + \Sigma h, \quad (16.8)$$

$$H''_M = H_{ox} - \Sigma h_2. \quad (16.9)$$

M белгини икки мартаба (16.8) ва (16.9) формулаларидан топилган баландлиги бир-биридан фарқ қилади. H'_M ва H''_M баландликлар тенг аниқ эмас қийматлардир, чунки:

$$H'_M = \eta\sqrt{l} \quad \text{га тенг хатолик,}$$

H''_M эса $\eta\sqrt{L-l}$ хатолик билан аниқланган. Уларни вазни тегишлича қуйидагиларга тенг

$$P' = \frac{C}{l} \quad \text{ва} \quad P'' = \frac{C}{L-l}.$$

Вазнли арифметик ўртани умумий формуласига асосан қуйидагини ёзамиз

$$H_M = \frac{H'_M P' + H''_M P''}{P' + P''}, \quad (16.10)$$

ёки йўлдаги оралиқ нивелир белгисининг тенгланган баландлиги қуйидагича топилиши мумкин

$$H_i = H_{\delta} + \Sigma h_i + \mathcal{G}_i, \quad (16.11)$$

бу ерда H_{δ} -бошлғич репер баландлиги;

$\sum h_i$ - оралиқ нивелир белгисигача секциялар нисбий баландлиги йиғиндиси;

ϑ_i - киритиладиган тузатма бўлиб, у қуйидагига тенг

$$\vartheta_i = -\frac{fh}{L} \cdot l_i. \quad (16.12)$$

$$f_h = \sum h - (H_{ox} - H_{\delta});$$

l_i – секция узунлиги, км;

L – йўл узунлиги, км;

Тузатмаларни ҳисоблаш назорати қуйидагича хатоси бўлиб, у қуйидагича ҳисобланади

$$[\vartheta_i] = -fh.$$

Якка йўлда нисбий баландликни вазн бирлиги ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{P\vartheta^2}{n-k}}, \quad (16.13)$$

бу ерда n - йўлдаги секциялар сони;

k - аниқланаётган оралиқ белгини номери.

Якка нивелир йўлини тенглаштириш бўйича мисол 16.1-жадвалда келтирилган.

16.1-жадвал

| Йўлдаги оралиқ белги | $L, км$ | $h, м$ | $\vartheta, мм$ | Тенглаштирилган нисбий баландлик | $H, м$ | P | $P\vartheta^2$ |
|----------------------|---------|---------|-----------------|----------------------------------|---------|-----|----------------|
| $R_p 1$ | | | | | 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 |
| $R_p 2$ | | | | | 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

$$\frac{f_h}{L} = \frac{15}{5.6} = 2,7 \text{ мм}; \quad v_1 = -2,7 \cdot 0,9 = +2,0 \text{ мм}; \quad v_2 = -2,7 \cdot 1,5 = +4,0 \text{ мм} \text{ ва х.к.}$$

Юқоридаги (16.13) формуладан топамиз

$$\mu = \sqrt{\frac{40}{4-1}} = 3,6 \text{ мм}.$$

Нивелир йўли бўйича нисбий баландликни 1 км йўл учун ўрта квадратик хатоси қуйидагича топилади

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}. \quad (16.14)$$

Мисолда олинган йўл учун топамиз $m_{\text{км}} = \frac{3,6}{1} = 3,6 \text{ мм}$.

Оралиқ белги (репер)ни тенгланган баландлигининг ўрта квадратик хатоси қуйидагига тенг

$$M_{\text{Hi}} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{\text{Hi}}}}, \quad (16.15)$$

бу ерда P_{Hi} - ўрта квадратик хатоси ҳисобланадиган репер баландлигининг вазни.

У қуйидаги формуладан топилиши мумкин

$$P_{\text{Hi}} = \frac{1}{[L]_1^i} + \frac{1}{[L]_{i+1}^n} = \frac{[L]_1^n}{[L]_1^i [L]_{i+1}^n}, \quad (16.16)$$

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 $[L]_1^n = 5,6 \text{ км}$; $[L]_1^i = 0,9 \text{ км}$ ва $[L]_{i+1}^n = 4,7 \text{ км}$. Шунда

(16.16) ва (16.15) формулалардан топамиз $P_{\text{Hi}} = 1,3$ ва $M_{\text{Hi}} = \pm 3,2 \text{ мм}$.

16.4. Битта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш

Ушбу усул тенглаштиришни битта нуқтада туташадиган нивелир йўллари тенглаштиришни 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

$$H_K = \frac{H'_K P_1 + H''_K P_2 + H'''_K P_3 + \dots + H^n_K P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}, \quad (16.17)$$

бу ерда $H'_K, H''_K, H'''_K, H^n_K$ - баландликлари маълум бошланғич реперлардан олинган K тугун нуқтасини баландлиги тегишли қийматлари;

$$P_1 = \frac{C}{L_1}; \quad P_2 = \frac{C}{L_2}; \quad P_3 = \frac{C}{L_3}, \dots, P_n = \frac{C}{L_n};$$

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ - тегишли нивелир йўллари узунлиги, км да.

Тармоқдаги барча нивелир йўллари нисбий баландликларга тузатмаларни қуйидаги айирмалардан топамиз

$$\mathcal{G}_1 = H_K - H'_K; \quad \mathcal{G}_2 = H_K - H''_K; \quad \dots \quad \mathcal{G}_n = H_K - H^n_K$$

Вазн бирлигини ўрта квадратик хатосини қуйидаги формуладан топилади

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{P \mathcal{G}^2}{z-1}}, \quad (16.18)$$

бу ерда z - тармоқдаги нивелир йўллари сони.

1 км иккиланган нивелир йўлидаги тасоддий ўрта квадратик хато қуйидагича топилади

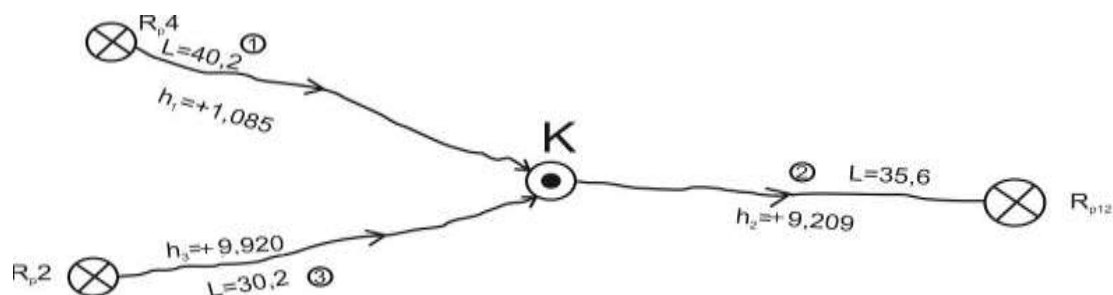
$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}, \quad \text{агарда } P = \frac{C}{L} \text{ бўлса,} \quad (16.19)$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} \sqrt{\frac{[n]}{[L]}}, \quad \text{агарда } P = \frac{C}{n} \text{ бўлса,} \quad (16.20)$$

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 $[P]$ тенглаштиришни кўриб чиқамиз.



16.3-расм

Ҳар бир йўл вази $P = \frac{C}{L}$ бўйича ҳисобланади, тугун нуқта K тенглаштирилган баландлиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$H_K = H_K^0 + \frac{[P\varepsilon]}{[P]} \quad (16.21)$$

бу ерда H_K^0 -тугун нуқтани дастлабки ҳисобланган баландлиги қийматларидан энг кичиги бўлиб дециметр гача яхлитлаб олинади;

ε -яхлитлаб олинган баландлик H_K^0 билан тугун нуқтани ҳар бир йўл бўйича ҳисобланган K нуқтаси баландлиги фарқи.

Тугун нуқта 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

$$\varepsilon_1 = H_K^0 - H'_K = 121.200 - 121.242 = -42,$$

$$\varepsilon_2 = H_K^0 - H''_K = 120.200 - 121.203 = -3,$$

$$\varepsilon_3 = H_K^0 - H'''_K = 120.200 - 121.230 = -30.$$

Юқоридаги (16.21) формула бўйича тугун нуқта 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

$$P_1 = \frac{C}{L_1} = \frac{10}{40.2} = 0.25; P_2 = \frac{C}{L_2} = \frac{10}{35.6} = 0.28; P_3 = \frac{C}{L_3} = 0.33.$$

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

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[P\varrho^2]}{z-1}} = \sqrt{\frac{82}{3-1}} = 6.4 \text{ мм},$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{6.4}{\sqrt{10}} = 2.0 \text{ мм}.$$

Ҳисоблашлар натижасини қуйидаги 16.2-жадвалга киритамиз.

16.2-жадвал

| Бошлагич репрлар | Репрлар баландлиги | Йўл № | Нисбий баландликлар | Тугун нуқта даслабк и баландлиги | ε , мм | P | ϱ , мм | Тенгланган нисбий баландликлар | $P\varrho^2$ |
|------------------|--------------------|-------|---------------------|----------------------------------|--------------------|------|----------------|--------------------------------|---------------|
| $R_p 4$ | 120.157 | 1 | +1.085 | 121.242 | -42 | 0.25 | -17 | +1.068 | 72 |
| $R_p 12$ | 130.412 | 2 | +9.209 | 121.203 | -3 | 0.28 | +22 | +9.187 | 2 |
| $R_p 2$ | 111.310 | 3 | +9.920 | 121.230 | -30 | 0.33 | -5 | +9.915 | 8 |
| | | | | | | | | | $\Sigma = 82$ |

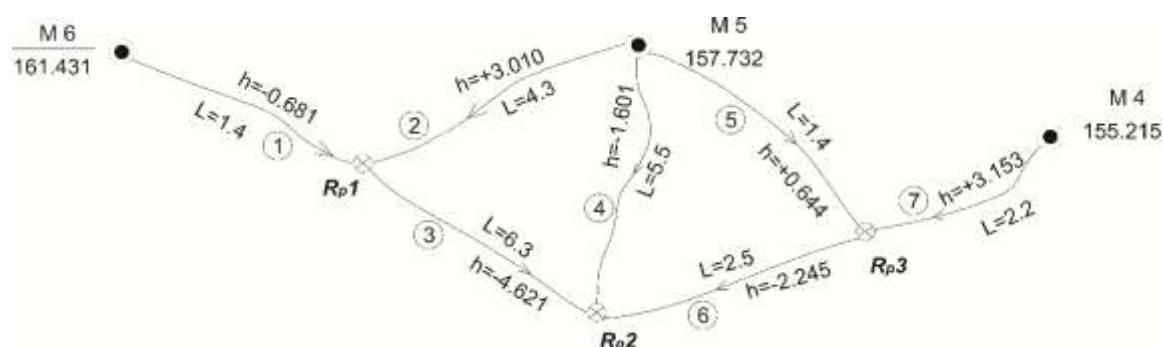
16.5. Кетма-кет яқинлашиш усулида учта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш

Машқни ечишни нивелир тармоғи синфини эътиборга олган ҳолда тармоқ йуллари ҳамда полигонларида ҳисобланган боғланмасликлари, уларни йўл қўярли чеки билан солиштириб кўрилади.

Ушбу усулда тармоқ тугун нуқталари тенглаштирилган баландлигини бирданига эмас, балким 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 қатъий назар, хатосиз деб қабул қилинади.

16.4-расмда келтирилган тармоқда учта тугун нуқталар мавжуд. Биринчиси R_{p1} репер ва унга туташган 1, 2 ва 3 йўллар, иккинчиси R_{p2} репер ва унга туташган 3, 4 ва 6 йўллар ва учинчиси R_{p3} репер 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

$$\left. \begin{aligned} H_{Rp1} &= \frac{(H_6 + h_1)P_1 + (H_5 + h_2)P_2 + (H_{Rp2} - h_3)P_3}{P_1 + P_2 + P_3} \\ H_{Rp2} &= \frac{(H_5 + h_4)P_4 + (H_{Rp1} + h_3)P_3 + (H_{Rp3} + h_6)P_6}{P_3 + P_4 + P_6} \\ H_{Rp3} &= \frac{(H_4 + h_7)P_7 + (H_5 + h_5)P_5 + (H_{Rp2} - h_6)P_6}{P_7 + P_5 + P_6} \end{aligned} \right\} \quad (16.22)$$

Бу ерда $P_i = \frac{C}{L_i}$ - ўлчанган нисбий баландлик вазни.

Юқоридаги формулалар (16.22) вазнли ўрта кўринишига эга. Шу

сабабли уларни исботсиз осон ёзиш мумкин. Улар номалумларни олиш учун бошланғич ҳисобланади, бундан нўлинчи яқинлашиш мустасно. Нўлинчи яқинлашишда энг яқин бошланғич пунктдан ўлчанган нисбий баландлик орқали тугун нуқта 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 қисқартириш учун уларни қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$\left. \begin{aligned} H_{Rp1} &= (H_6 + h_1)P_1' + (H_5 + h_2)P_2' + (H_{Rp2} - h_3)P_3' \\ H_{Rp2} &= (H_5 + h_4)P_4' + (H_{Rp1} + h_3)P_3' + (H_{Rp3} + h_6)P_6' \\ H_{Rp3} &= (H_4 + h_7)P_7' + (H_5 + h_5)P_5' + (H_{Rp2} - h_6)P_6' \end{aligned} \right\} \quad (16.24)$$

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 вазнлар дейилади.

Биринчи яқинлашишни (16.24) тенгламаларни биринчисидан қуйидагича топилади

$$H_{Rp1}' = (H_6 + h_1)P_1' + (H_5 + h_2)P_2' + (H_{Rp1}^0 - h_3)P_3' \quad (16.25)$$

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 нуқта H_{Rp3} ни биринчи яқинлашишдаги баландлигини топишда ўша (16.24) формулани учинчи тенгламасидаги H_{Rp2} ни ўрнига H_{Rp2}' ни қўйиб учинчи тугун нуқта учун ёзамиз

$$H_{Rp3}' = (H_4 + h_7)P_7''' + (H_5 + h_5)P_5''' + (H_{Rp2}' - h_6)P_6'''. \quad (16.27)$$

Юқоридагига ўхшаш тугун нуқталар баландлигини иккинчи яқин-

лашишда $H''_{Rp1}, H''_{Rp2}, H''_{Rp3}$ кейин учинчи яқинлашишда ва ҳ.к топилади. Яқинлашишлардаги ҳисоблаш жараёни барча номалум реперлар баландлигини оҳриги иккита яқинлашишдаги қийматлари бирхил чиқгунга қадар давом этдирилади.

Тенглаштириш ишлари 16.3-жадвални 1-6 устунларига тармоқ чизмасидан (16.4-расм) ҳар бир тугун нуқта учун зарур маълумотлар кўчириб ёзишдан бошланади. Чизмада берилган нисбий баландликлар ишораси ва стрелка билан кўрсатилган уни йўналишга 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 жадвални 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

$$H = H_0 + [P' \varepsilon]. \quad (16.28)$$

Келтирилган вазнларни ҳисоблаш назорати бўлиб ҳар бир тугун нуқта бўйича $[P'] = 1$ шартни бажарилиши хизмат қилади. Жадвални 9 устунда тугун нуқталар баландлигини биринчи яқинлашишдаги қиймати (16.18) формуласи бўйича уни 1 устунда 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 чизиқ остида ёзилади.

$Rp2$ баландлигини 3 ва 4 йўллар бўйича ҳисобланган баландлик қийматларини вазнли арифметик ўрта қиймати сифатида ҳисобланади. Бунда бошланғич баландлики 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 уни биринчи яқинлашишдан топилган қиймати 156.129 m олинади. Шу билан биринчи яқинлашиш тугатилиб, иккинчи яқинлашишга ўтилади. Бунда ҳисоблашлар биринчи яқинлашишга ўхшаш кетма-кетликда: авалл $Rp1$, кейин $Rp2$ ва $Rp3$ баландлиги ҳисобланади.

Кейин учинчи, тўртинчи ва ҳаказо яқинлашишларни баландлиги ҳисобланади. Ҳисоблашлар охириги иккита яқинлашишларда ҳисобланган баландликлар тенг чиқмагунча давом эттирилади.

Навбатда тенглаштирилган баландликдан уни ҳар бир йўл бўйича топилган баландлик қийматларини айириб тузатмалар \mathcal{A}_i ҳисобланади. Тузатмаларни тўғри ҳисобланганлигини назорати бўлиб уларни ёпик полигонлардаги йиғиндисини нолга тенг бўлиши хизмат қилади.

Тенглаштирилган тугун реперлар баландлиги аниқлигини баҳолаш учун улар вазнларини, масалан $Rp2$ қуйидагича тақрибий ҳисобланади

$$P_{H_{Rp2}} = [P]_2 - \frac{P_3^2}{[P]_1} - \frac{P_6^2}{[P]_3} = 3.70 - \frac{(0.79)^2}{5.52} - \frac{(2.0)^2}{7.84} = 3.07.$$

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 реперини вазни.

16.3-жадвал

| Тугун нукталар | Йўл № | Бошлангич маркалар № | Бошлангич маркалар баландлиги | Ўлчанган нисбий баландлик | Йўл узунлиги | Вазн | | Яқинлашишлар | | | | | | Тузатмалар, g | Pg^2 |
|--|-------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|--|----------------------|--------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|-----------------|--------|
| | | | | | | $P = \frac{C}{L}$ | $P' = \frac{P}{[L]}$ | I | | II | | III | | | |
| | | | | | | | | H | $\varepsilon P'$ | H | $\varepsilon P'$ | H | $\varepsilon P'$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | 1 | <i>M6</i> | 161,431 | -0,681 | 1,4 | 3,57 | 0,65 | 160,750 | 5,2 | 160,750 | 5,2 | 160,750 | 5,2 | -2 | 14 |
| <i>Rp1</i> | 2 | <i>M5</i> | 157,732 | +3,010 | 4,3 | 1,16 | 0,21 | 160,742 | 0 | 160,742 | 0 | 160,742 | 0 | +6 | 41 |
| | 3 | <i>Rp2</i> | - | +4,621 | 6,3 | 0,79 | 0,14 | - | - | 160,750 | 1,1 | 160,749 | -1 | -1 | 1 |
| | | | | | | 5,52 | 1,00 | 160,748 | 5,2 | 160,748 | 6,3 | 160,748 | 6,2 | | |
| | 4 | <i>M5</i> | 157,732 | -1,601 | 5,5 | 0,91 | 0,25 | 156,131 | 1,0 | 156,131 | 1,0 | 156,131 | 0,8 | -3 | 8 |
| <i>Rp2</i> | 3 | <i>Rp1</i> | - | -4,612 | 6,3 | 0,79 | 0,21 | 156,127 | 0 | 156,127 | 0 | 156,127 | 0 | +1 | 1 |
| | 6 | <i>Rp3</i> | - | -2,245 | 2,5 | 2,00 | 0,54 | - | - | 156,128 | 0,5 | 156,128 | 0,5 | 0 | 0 |
| | | | | | | 3,7 | 1,00 | 156,129 | 1,0 | 156,128 | 1,5 | 156,128 | 1,3 | | |
| | 7 | <i>M4</i> | 155,215 | +3,153 | 2,2 | 2,27 | 0,29 | 158,368 | 0 | 158,368 | 0 | | | +5 | 57 |
| <i>Rp3</i> | 5 | <i>M5</i> | 157,732 | +0,644 | 1,4 | 3,57 | 0,46 | 158,376 | 3,7 | 158,376 | 3,7 | | | -3 | 32 |
| | 6 | <i>Rp2</i> | - | +2,245 | 2,5 | 2,0 | 0,25 | 158,374 | 1,5 | 158,373 | 1,2 | | | 0 | 0 |
| | | | | | | 7,84 | 1,00 | 158,273 | 5,2 | 158,373 | 4,9 | | | | 154 |
| $\mu = \sqrt{\frac{Pg^2}{n-K}} = \sqrt{\frac{154}{7-2}} = \pm 6,2 \text{ мм}$ $m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{6,2}{\sqrt{5}} = \pm 2,8 \text{ мм}$ | | | | | | <p>Тугун реперлар баландликларини вазнини ҳисоблаш</p> $P_{H_{Rp1}} = 5.52 - \frac{(0.79)^2}{3.70} = 5.35, \quad P_{H_{Rp2}} = 3.70 - \frac{(0.79)^2}{5.52} - \frac{(2.0)^2}{7.84} = 3.07, \quad P_{H_{Rp3}} = 7.84 - \frac{(2.0)^2}{3.70} = 6.76$ | | | | | | | | | |

Тугун реперлар тенглаштирилган баландлиги ўрта квадратик хатоси

$$M_{H_{Rp1}} = \frac{6.2}{\sqrt{5.35}} = \pm 2.7 \text{ мм}, \quad M_{H_{Rp2}} = \frac{6.2}{\sqrt{3.07}} = \pm 3.5 \text{ мм}, \quad M_{H_{Rp3}} = \frac{6.2}{\sqrt{6.67}} = \pm 2.4 \text{ мм}.$$

Назорат саволлари

- 1. Нивелир йўллари тенглаштиришдан олдин қандай дастлабки ҳисоблашларни бажариш 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 қуйидагига тенг*
- 7. Қандай формулада ҳисобланади ?*

**ЗИЧЛАШ ПЛАНЛИ ТАРМОҚЛАРНИ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ
УСУЛИДА ҚУРИШ**

17.1. Зичлаш полигонометрия тармоқлари ҳақида маълумот

Зичлаш полигонометрия тармоқлари йирик масштаби 1:5000, 1:2000, 1:1000 ва 1:500 топографик съёмкаларнинг геодезик асос билан таъминлаш мақсадида қурилади.

Зичлаш тармоқларини ривожлантириш билан геодезик тармоқлар пунктларининг зичлиги қуйидагиларга етказилади: қурилган ҳудудларда 4 гача пунктлар 1 км² га, қурилмаган ҳудудларда -1 пункт 1 км² га.

Зичлаш полигонометрияси аниқлиги бўйича 1 ва 2 разрядларга бўлинади ва улар давлат геодезик тармоқлари пунктларига таяниб якка полигонометрик йўл ёки тугун нуқталарни ҳосил қилувчи йўллар тизими кўринишида ривожлантирилади.

Битта пунктга таянувчи ёпиқ палигонометрик йўллар ёки осма палигонометрик йўлларни қуришга рухсат этилмайди. Зичлаш 1 ва 2 разряд палигонометриясини техник тавсифлари 17.1-жадвалда берилди.

17.1 -жадвалда

| Т/б № | Кўрсаткичлар | Қийматлар | |
|----------|---|-------------|-------------|
| | | 1 разряд | 2 разряд |
| 1 | Бошланғич пункт ва тугун нуқта орасидаги йўл узунлиги | 3 км | 2 км |
| 2 | Тугун нуқталар орасидаги йўл узунлиги | 2 км | 1.5 км |
| 3 | Палигон 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 | 1:10000 | 1:5000 |
| 7 | Йўл бурчакларини ўлчаш ўрта квадратик хатоси | ±5" | ±10" |
| 8 | Йўл ёки полигонда бурчаклар боғламаслиги | ±10"√ $n+1$ | ±20"√ $n+1$ |

Жадвалдаги $n+1$ йўлдаги бурчаклар сони.

Қурилган ҳудудларда техник ва иқтисодий жihatлардан келиб чиқиб зичлаш полигонметрияси учун таянч асос сифатида 4 синф давлат триангуляцияси ёки полигонметриясини ривожлантириш мақсадга мувофиқ, бунда қуйидаги 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 1:25000.

Агарда полигонометрик йўл томонларининг сони 15 дан ошса, йўл ўртасида жойлашган томонга триангуляция томонидан дирекцион бурчак узатилиши зарур ёки бўлмаса астрономик кузатишлар орқали 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 усулларида фойдаланиб томонлар узунлиги 1:15000 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 қуриш афзаллиги ошди. Ишлаб чиқариш тажрибаларига таяниб айтиш мумкинки геодезик тармоқларни электрон дальномерлардан фойдаланиб полигонометрия усулида қуриш триангуляция усулига қараганда 20-25 % арзонга тушади.

17.2. Полигонметрия тармоғини лойиҳалаш ва аниқлигини баҳолаш

Лойиҳалашни асосий мақсади ўзини аниқлиги ва пунктларни зичлиги бўйича қўйилган талабларга жавоб берувчи ва амалга ошириш учун минимал вақт ва меҳнат талаб қиладиган геодезик тармоқ вариантини 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 1:25000- 1:10000 ва 1 ва 2 разряд зичлаштириш полигонметрияси тармоқлари 1:5000-1:10000 масштаблардаги план ёки карталарда лойиҳаланади. Тармоқни ривожлантириш аниқлигини таъминлаш учун геометрик нуқтаи 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 курсидан маълумки теодалит йўлида координатлар орттирмалари хатолари f_x ва f_y орқали йўл периметридаги мутлоқ 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 охириги нуқтасини умумий сурилишига олиб келади.

Чўзиқ полигонометрик йўлда бўйлама сурилиш хатоси t асосан йўл томонлари узунликларини ўлчаш хатоларини йиғилиши оқибатида, кўндаланг силжиш хатоси u эса – йўл бурчакларини ўлчаш хатолари қўшма таъсиридан 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 -полигонметрик йўлни ташкил қилувчи томони (диогонали) узунлиги;

n -йўл томонлари сони;

m_β -бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси.

Агарда йўл томонлари электрон дальномерларда ўлчанса йўл охириги нуқтасини 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 нуқтаси 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) формулани 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 йўлларнинг лойиҳалашда имкон борича уларни 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 ўнгда ёки чапда жойлашиб ундан узоқлиги энг кўпи билан ташкил қилувчи томон узунлиги L ни $\frac{1}{24}$ ҳиссасидан ошмаса;

б) йўл томонлари ташкил қилувчи томон йўналишидан 8^0 дан ортиққа оғмаса.

Полигонометрик тармоқларни ривожлантириш лойиҳасини тузишда дала рекогносцировкаси ишларини бошлашдан аввал ҳар бир лойиҳаланган йўлни кутиладиган аниқлигини дастлабки баҳолаш керак бўлади. Бунинг учун келтирилган (17.4) ва (17.5) формулалардан фойдаланиш мумкин.

Полигонометрик йўлни 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 уни эгилганлиги;
- 3) полигонометрик йўл узунлиги, йўл томонларини ўртача узунлиги ва бурилиш бурчаклари сони.

Полигонометрик йўлни кутиладиган аниқлигини ҳисоблаш учун Йўрикномада йўлни лойиҳаланаётган синф учун белгиланган бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси m_β , чизик ўлчашни ўрта квадратик хатоси m_s , йўлни ташкил қилувчи томонни узунлиги L , томон ўртача узунлиги S , йўл томонлари сони n ва йўл бурилиш нуқталари сони, боғлаш бурчаклари билан бирга $n+1$ белгилаб қўйилади.

Полигонометрик йўлни геометрик сизмаси ва уни эгилганлик даражаси ҳақида картада ўтказилган йўлни график тасвири бўйича хулоса қилиш мумкин.

Агарда томонлар узунлиги электрон дальномер билан ўлчанадиган бўлса уни ўрта квадратик хатоси m_s куйидаги формуладан ҳисобланиши мумкин

$$m_s = (a_{\text{см}} + b_{\text{см}} S), \quad (17.6)$$

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 нуктасининг планли ўрни ўрта квадратик хатосини (17.4) формуладан аниқлаймиз

$$M_L^2 = nm_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \cdot \frac{n+3}{12} = 7 \cdot 5^2 + \frac{5^2}{206265^2} \cdot 3000^2 \cdot \frac{7+3}{12} = 0.024 \text{ м};$$

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 Йўриқномада белгиланган аниқликдан анча юқори ва демак лойиҳа талабга жавоб бераолади.

Полигонометрия 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.

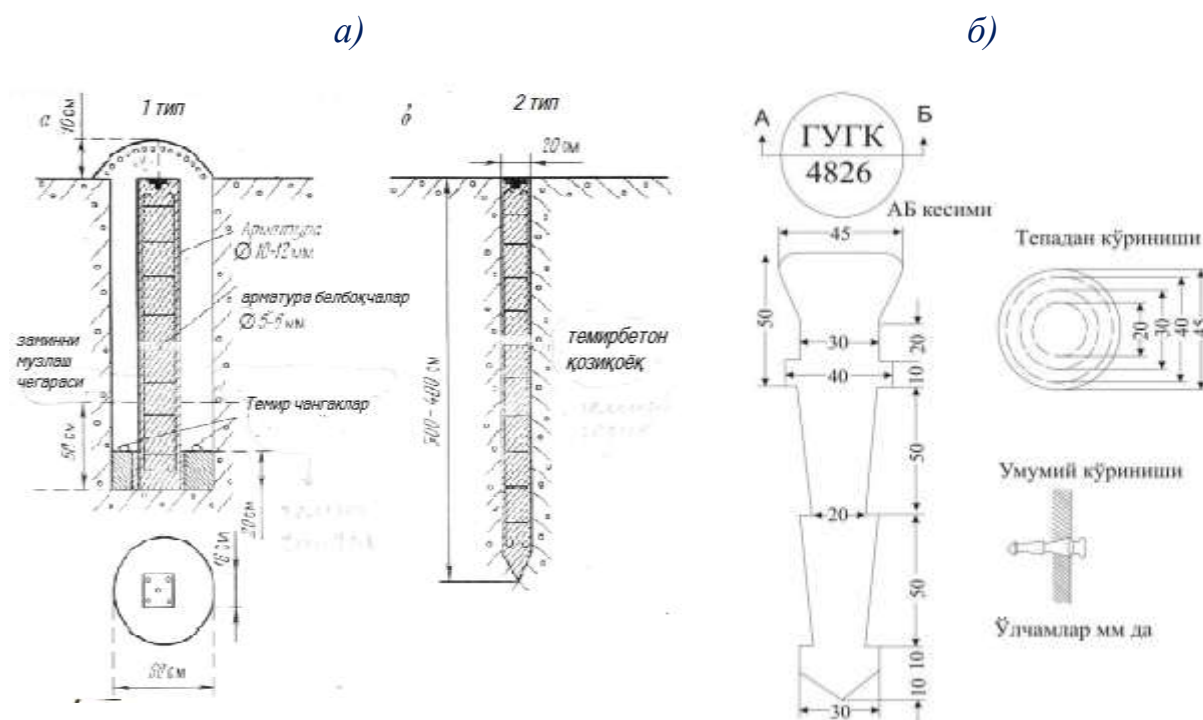
Лойиҳаланган полигонометрия тармоғини жойга чиқиб рекогносцировкасини бажаришни асосий мақсади лойиҳадаги пунктлар ўрнини жойда якуний танлаш ва ер усти белгиси баландлигини аниқлаш, ориентирлаш

пунктлари ўрнини танлаш, ер ости белгилари маркази типини ва уларни ўрнатиш чуқурлигини белгилашдан иборат.

Пунктлар ўрни мустаҳкам грунтларда танланиши ва жойда ўтган автомобил ва темир йўллардан ер усти белги баландлигини иккиланган қийматидан узокда жойлашиши керак.

Рекогносцировкани бажаришда калта томонлар бурчакларни ўлчашда марказлаш ва редукция хатоларини оширишга сабаб бўлишини ёдда саклаш керак. Шаҳарлар ҳудудида маҳкамлаш белгиси типини танлашда деворий белгиларга кўпроқ ўрин берилиши керак.

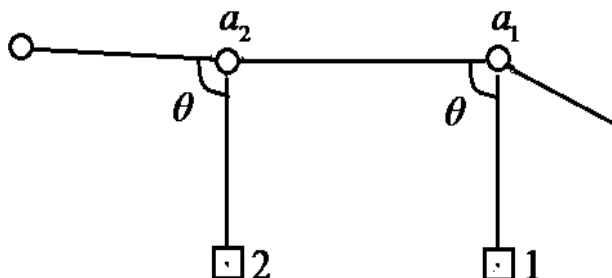
Полигонометрия IV синфи ва 1 ва 2 разряд пунктлари грунтлар мавсумий музлайдиган ҳудудларни қурилмаган жойларида 2 тип г.р. маркази (17.1, а-расм) шаҳарлар ва аҳоли яшаш пунктлари ҳудудида эса мустаҳкам бино ва иншоотлар деворида махсус деворий белгилар билан (17.1, б-расм) маҳкамланади.



17.1. а, б- расм

Бу деворий белгилар ўрни бино ёки иншоот деворида ердан 0.3-1.2 м баланликда жойлаштирилиши керак.

Полигонометрик йўлда бурчакларни ўлчашда асбоб ўрнатилиши учун ёрдамчи нуқталар (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).



17.2-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 нуқталар ҳосил бўлган нуқталарда эса доиравий қабуллар усулида ўлчанади.

Ўлчашда Т2, Т5 оптик теодолитлар ҳамда замонавий электрон теодолитлар 2Т5ЭН (Россия), ЕТ-02 (ХХР) ва аниқлиги шуларга тенг бошқа теодолитлардан фойдаланиш мумкин.

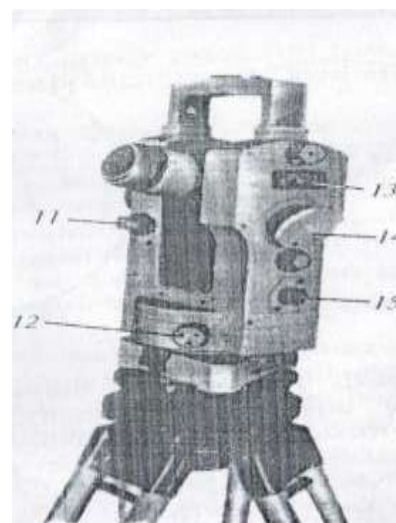
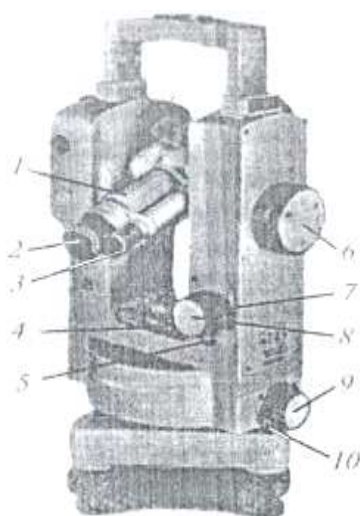
Бу теодолитларни техник тавсифи 17.2-жадвалда келтирилган

17.2- жадвал

| т/б № | Теодолитлар асосий техник кўрсаткичлари | Оптик теодолит | | Электрон теодолит | |
|-------|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | Т2 | Т5 | 2Т5ЭН | ЕТ-02 |
| 1 | Қараш турбасини катгалаштириши | 25 ^x | 27 ^x | 31 ^x | 30 ^x |
| 2 | Визирлашни 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 бўлак қиймати | 15" | 30" | 30" | - |
| 5 | Бурчак ўлчаш ўрта квадратик хатоси | 2" | 5" | 5" | 2" |

Қуйида айрим теодолитлар тузилиши кўриб ўтилади.

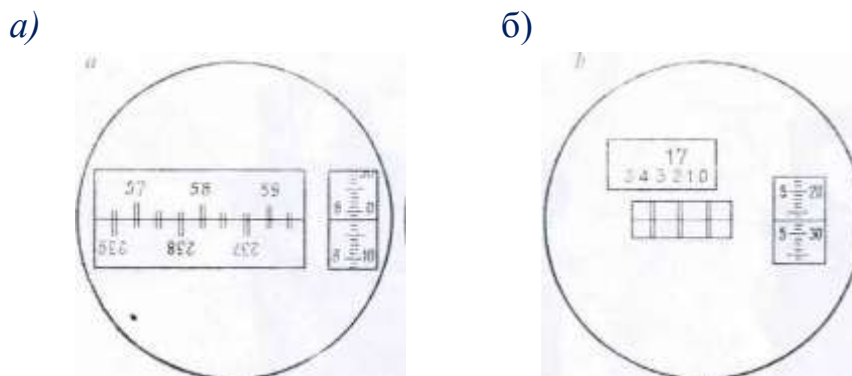
Т2 (2Т2А) теодолити. Умумий кўриниши 17.3–расмда берилган. Теодолитнинг асосий қисмлари-трубанинг фокусловчи винти (1), трубанинг окулари (2), микроскоп окулари (3), горизонтал доиранинг адилаги (4), адилакнинг тузатгич винти (5), микрометр барабани (6), турбанинг маҳкамлагич (7), ва қаратгич винтлари (8), алидада доирани қаратгичи (9), маҳкамлаш винти (10), горизонтал ва вертикал доиралар тасвирини ўзгартириш винти (11), лимб доирасининг айлантериш винти (12), вертикал доира адилагининг ойначаси (13), ёритиш ойначасининг қопқоғи (14), оптик шовуннинг окулари (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 уни аниқлиги 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 Т2 ва 2Т2А 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, ундан кичик минут 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.

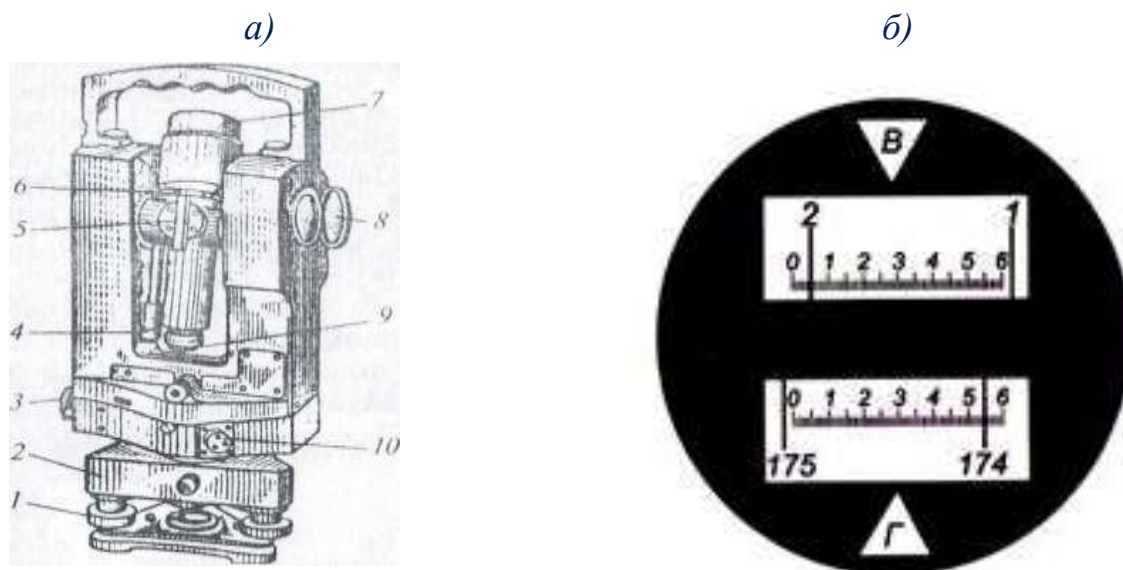


17.4. а, б – расм

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), трубаинг окуляри (9), горизонтал доира лимбнинг айлантириш винти (10), оптик шовун (11) дан иборат. Горизонтал ва вертикал доиралари шишадан ясалган, доиралар шакалаларининг 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 минутлар сони шкаланинг нол бўлагидан бошлаб лимбнинг градус штрихигача саналади; бир минутдан кичик кесим кўз билан чамаланади. Келтирилган 17.5. а, б -расмда 2Т5К теодолитнинг ўмумий кўриниши ва санок олиш мосламасининг кўриш майдони берилган. 17.5. б-расмда юқоридаги шкала (В) вертикал ва пастдаги шкала (Г) горизонтал доираларини санок олиш шакалалари берилган.

Улардан саноклар: $174^{\circ}54,9'$ горизонтал, $+2^{\circ}04,8'$ вертикал доирадан олинган. Шифрдаги К ҳарфи вертикал доира компенсаторга эгаэканлигини билдиради ва унинг ишлаш чегараси $\pm 3'$ га тенг. Кўриб ўтилган теодолитлар билан бурчак ўлчашдан аввал уларни текширишлари, тузатиши ва синашлари

«1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 масштаблардаги топографик сёмкаларни бажариш бўйича Йўриқнома» да белгиланган тартибда бажарилиши шарт.

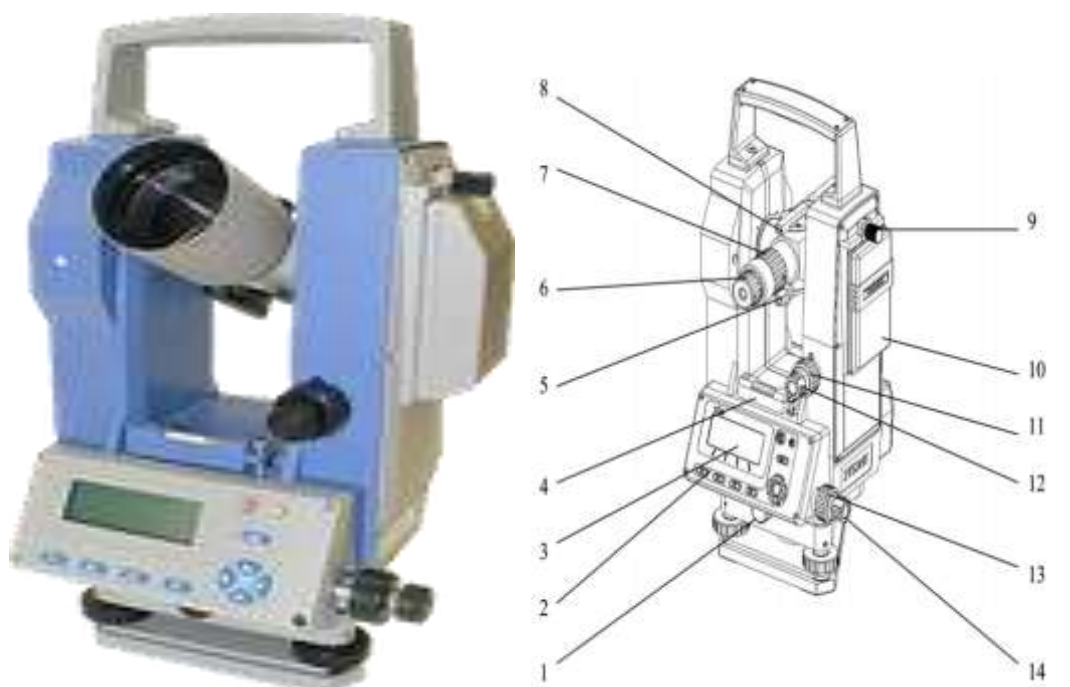


17.5. а, б –расм

Электрон теодолит 2Т5ЭН1. Теодолитни қўланиш соҳаси- планли сёмка тармоқлари, зичлаш геодезик тармоқлари ҳамда қурилиш майдончаларидаги геодезик ўлчашлар горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашни ўрта квадратик хатоси $\pm 5''$, қараш турбасини катталаштириши 31° , тўғри тасвир ҳосил қилувчи, визирлашни энг кичик масофаси 1 м, горизонтал доира адилагининг бўлак қиймати $30''$.

Теодолитни умумий кўриниши ва унинг қисмлари кўриниши 17.6-расмда берилган.

Бошқариш панели 2 да уч сатрли дисплей 3 ва 11 та тугмачалар жойлашган. Қараш турбаси кремальера винти 7, иплар тўри диоптрик ҳалқаси 6 ни бураб фокусга келтирилади. Визирлаш коллиматори 8 турбани дастлабки қаратиш учун керак. Қараш турбасини 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.



17.6- расм

Зичлаш полигонометриясида бурчакларни ўлчаш, одатга кўра, алоҳида бурчакни ўлчаш усули ёки доиравий кабуллар усулида, агарда кузатиш пунктида йўналишлар сони иккитадан ортиқ бўлса, бажарилади. Ўлчаш кабуллари сони қўлланиладиган бурчак ўлчаш асбоби аниқлиги ва полигонометрия синфи (разряди)га қараб 17.3-жадвалда берилгандай кабул қилинади.

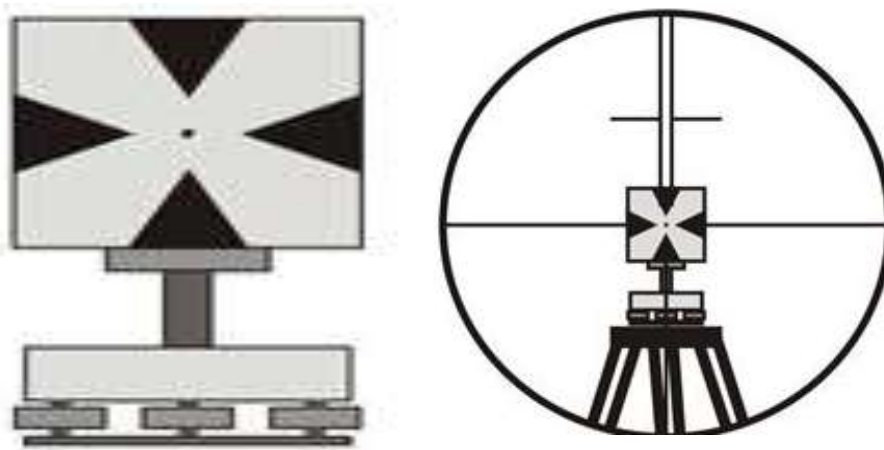
17.3- жадвал

| т/б № | Теодолит турлари | Полигонометрия синфи, разряди | | |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
| | | 4 синф | 1 разряд | 2 разряд |
| 1 | T1, тахеометр Trimble 3600 tD | 4 | - | - |
| 2 | T2, 3T2КА, тахеометр Trimble 3600 | 6 | 2 | 2 |
| 3 | T5, электрон теодолит 2Т5ЭНІ | - | 3 | 2 |

Битта кабулдан иккинчисига ўтишда лимб қуйидаги қийматга ўзгартириб олинади $\delta = \frac{180}{n}$, n - кабуллар 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 трубаси 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. Полигометрия 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 айлантирилиши керак. Бунда бошланғич пунктга қайта қаратиб саноқ 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: 15.04.2017

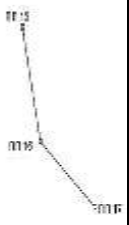
Кузатиш вақти 8⁰⁰

Кўриниши: яхши

Об-хаво: қуёшли

Тасвир: аниқ

17.4-жадвалда

| Йўналишлар ари чизмаси | қабул | Бекат № | Кузати лган пункт лар | DЧ | DЎ | DЧ – DЎ | $\frac{DЧ + DЎ}{2}$ | Йўналиш |
|---|-------|------------|--------------------------------|------------|------------|---------|---------------------|------------|
|  | I | ПП16 | 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" |
| | II | ПП16 | 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 якунлангандан сўнг журнал ишлаб чиқилиб иккиланган коллимция хатоси ва нўлга келтирилган йўналишлар топилади. Алоҳида қабулларда нўлга келтирилган йўналишлар фарқи Т1 теодолити учун +5" ва Т2 +8" дан ошмаслиги керак.

17.4. Томонлар узунлигини ўлчаш

Ўтган кўп йиллар давомида базислар, базис томонлар ва полигонометрия томонлар узунлиги ни 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;400000 гача аниқликда чизиклар узунлигини ўлчашни яғни технологияси пайдо бўлиши билан чизикларни ўлчаш жараёни энгиллашди ва инвар симлар билан чизик ўлчаш ишига чек қўйилди.

Свето ва электро дальномерларда чизик узунлигини ўлчаш принципи, асбобларнинг тузилиши ва ўлчаш аниқлиги ҳақида мазкурдарсликни § 6 ва 7 да батафсил малумотлар берилган.

Зичлаш полигонометриясида томонлар узунлигини ўлчаш учун § 6 ва 7 да кўриб ўтилган 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.

Светодальнономерларда ўлчанган томонлар узунлигини ҳисоблаш йирик масштабни 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 -светодальнономер ва қайтаргич доимий қийматлари;

δ_1 ва δ_2 - светодальнономер ва қайтаргични пункт марказига ўрнатиш хатоси учун тузатмалар;

ΔD_h -қия чизикни горизонтал қуйилишига ўтиш учун тузатма.

Светодальнономер 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 маротиба - ишларни бошлашдан аввал, ишлар жараёнида ва дала ишлари якунлангандан сўнг аниқланади.

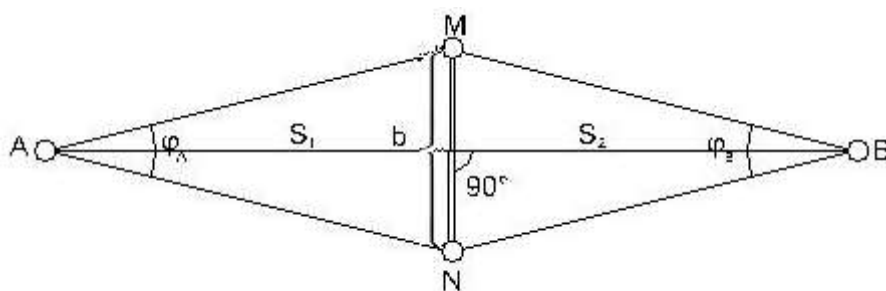
Светодальнономер ва қайтаргични марказлаштириш хатолари учун тузатмалар δ_1 ва δ_2 аниқлаш марказлаштириш варағида пункт маркази, ўрнатилган светодальнономер ва қайтаргич марказлари ўрни белгиланиб ундан чизик l ва бурчак θ элементлари ўлчаниб тегишли формулалар бўйича δ_1 ва δ_2 қийматлари ҳисобланади. Қия чизикни горизонтал қуйилишига ўтиш учун тузатма ΔD_h ўлчанган чизик учи пунктлари баландликлари фарқи, яъни нисбий баландлик h ёки ўлчанган чизикни қиялик бурчаги ν орқали ҳисоблаб топилади.

17.5. Қисқа базисли параллактик полигонометрия ҳақида маълумот

Электрон дальномерларни ишлаб чиқишдан олдин полигонометрияда чизик ўлчашдаги оғир меҳнат параллактик полигонометрия усулини

қўллашни тақозо этган эди. Параллактик усулда АВ томон узунлигини аниқлаш учун калта MN базис узунлиги ва уни учлари билан ҳосил бўлган φ_A ва φ_B параллактик (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 АВ томон узунлиги $S = S_1 + S_2$ бўлади.

Базис томони $MN = b$ калта (кўпинча 3 ёки 24 м) ва полигонометрия томони АВ узун бўлиши сабабли ўткир параллактик бурчаклар φ_A ва φ_B



17.9-расм

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. Чизиқ узунлигини топиш аниқлиги бу усулда асосан параллактик бурчаклар ва базис узунлигини ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Келтирилган 17.9-расмдаги симметрик параллактик звенода йўл томони узунлиги қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$S = S_1 + S_2 = \frac{b}{2} (\operatorname{ctg} \frac{\varphi_A}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi_B}{2}). \quad (17.8)$$

Звено симметрик ромб шаклини ташкил қилса, параллактик усулда аниқланган чизиқ узунлигини нисбий ўрта квадратик хатоси қуйидагича топилади

$$\frac{m_s}{S} = \frac{Sm_\varphi}{2\sqrt{2}b\rho''}, \quad (17.9)$$

бу ерда m_φ - параллактик бурчакни ўлчаш ўрта квадратик хатоси.

Мисол: аниқланадиган томон узунлиги $S=450\text{м}$, $m_\varphi = \pm 2''$, $b = 24\text{ м}$ базис b чизиқ ўртасида жойлашганда, уни нисбий ўрта квадратик

хатоси (17.9) формуладан қуйидагига 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 қисқа базисли параллактик усул кўпроқ қўлланади. Бунда параллактик бурчаклар Т2 теодолити ёки аниқлиги унга тенг бўлган бошқа теодолитларда ўлчанади ва базис сифатида узунлиги 2 ёки 3 м базис жезллари қўлланади.

Жой шароитига қараб узунлиги аниқланадиган полигоно-метрия томонида базис уни ўрта қисмида эмас, балки бир учида жойлаштирилса хатолик бир мунча ошиб кетади. Худди ўша юқорида олинган мисол учун аниқликни қуйидагича 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 қидириш керак. Шундай қилиб параллактик полигонометрия звеносини қуришда қуйидагиларга риоя қилиш керак:

- 1) базис чизиғи ўлчаниши керак бўлган чизикқа 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 8^0 ва 2 разрядда 4^0 дан кичик бўлмаслиги керак.

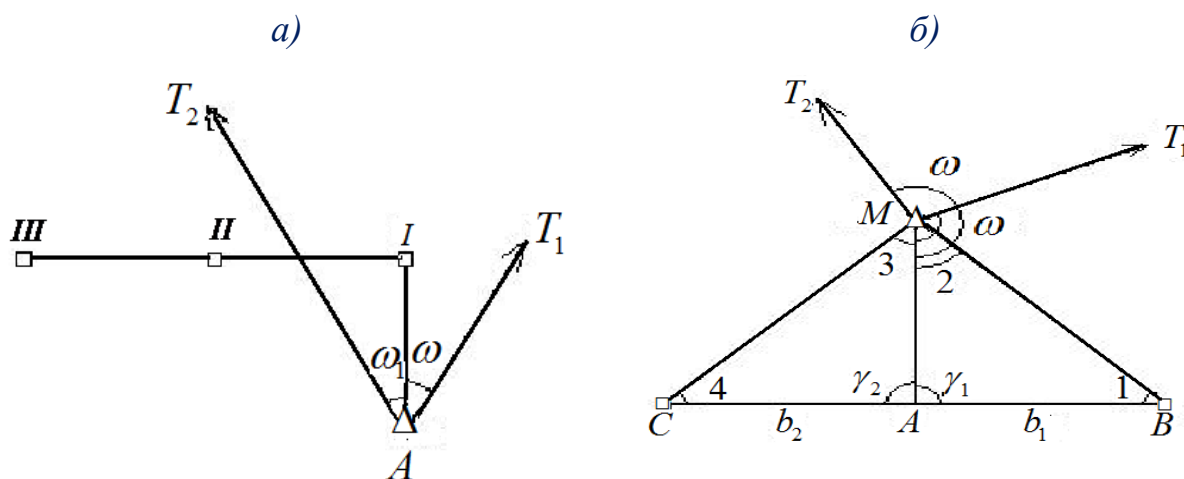
17.6. Полигонометрик йўллари таянч пунктларга боғлаш

Зичлаш полигонометрияси йўллари таянч геодезик пунктларга боғлашдан мақсад йўл томонларига дирекцион бурчак ва пунктларга эса координаталарни узатиш ҳамда ўлчаш натижаларини назорат қилишдан иборат. Шуни айтиш керакки полигонометрик йўллари 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 пунктига 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 А устида марказла-штирилиб 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.



7.10. а, б –расм

Шаҳарни зич қурилган ҳудудида триангуляция пункти М томда ўрнатилган бўлса ушбу пунктга полигонометик йўлни яқинлашиб келган пункти А ни боғлаш учун триангуляция пункти шу ерда маҳкамланган А 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 (17.10. 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 А пункт устига кўчириш

аниқлиги *AMB* ва *АСМ* учбурчакларни шаклига боғлиқ. Йўриқномаларда ушбу учбурчаклар ҳар бир бурчагининг қиймати 40^0 дан кичик бўлмаслиги зарурлиги кўрсатиб ўтилади.

Назорат саволлари

- 1. Зичлаш полигонометрия тармоқлари нима мақсадда қурилади ?*
- 2. Худудларда қуриладиган зичлаш полигонметрияси учун қандай техник кўрсаткичлар таъминланиши керак ?*
- 3. Полигонметрия тармогини лойиҳалаш қандай кетма-кет босқичларда амалга оширилади ?*
- 4. Полигонометрик йўлни аниқлигини ҳисоблаш учун нималар асос қилиб қабул қилинади ?*
- 5. Зичлаш полигонометриясида бурчакларни қандай аниқликдаги теодолитлар амалга оширилади ?*
- 6. Зичлаш полигонометриясида томонлар узунлигини қандай геодезик асбобларда ўлчанади?*
- 7. Параллактик полигонометрия звеносини қуришда нималарга риоя қилиши керак?*

ПОЛИГОНОМЕТРИЯДА ТЕНГЛАШТИРИШ ИШЛАРИ

18.1. Дастлабки ҳисоблашлар

Дастлабки ҳисоблашлар дала ўлчаш журналларидаги барча ёзувларни, ҳисоблашларни текшириш ва полигонометрик йўллар ишчи чизмасини тузишдан бошланади.

Чизиклар узунлигини ўлчаш журналларида ишлаб чиқиш, ўлчаш усулидан келиб чиқиб тегишли формулалар бўйича бажарилади. Чизик горизонтал қуйилиши қийматини 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 Гауссни 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' - чизикни 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 чизик 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 худуди учун топографик картадан олинади).

Ўзбекистон худуди 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 полигонометриқ 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

$$m^2 = \sqrt{\frac{[99]_i}{K(n-1)}}, \quad (18.4)$$

бу ерда $[99]_i$ - i номерли пунктда олинган ўртача қийматдан ҳар бир қабулдаги қийматни оғиши квадратлари суммаси;

K -пункитлар сони;

n -қабуллар сони.

Қабулларда ўлчанган бурчаклар якуний қийматининг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан топилади

$$m_\beta = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[99]_i}{nK(n-1)}}. \quad (18.5)$$

Тенглаштиришни бошлашдан аввал дала ўлчаш натижалари сифатли эканига ишонч ҳосил қилиш керак. Бунинг учун ҳисобланган боғланмасликлар (хатолар)ни уларни чекли қиймати билан солиштирилади. Якка полигонометриқ йўлда ўлчанган бурчаклар боғланмаслиги қиймати қуйидаги формула бўйича топилади (чап бурчаклар учун)

$$f_\beta = \alpha_\delta + \sum_1^{n+1} \beta_i - (n+1) \cdot 180 - \alpha_{\alpha_x}, \quad (18.6)$$

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 $f_x = \sum_i^n \Delta x - (x_{\text{ок}} - x_{\text{о}})$,

$$f_y = \sum_i^n \Delta y - (y_{\text{ок}} - y_{\text{о}}).$$

Чекли хато

$$f_{S_{\text{чек}}} = \pm 2M, \quad (18.9)$$

бу ерда M -йўл охириги нуқтасининг планли ўрни ўрта квадратик хатоси.

Бунда $\frac{f_S}{[S]}$ нисбий хато ҳисобланиб у қуриладиган йўл учун ўрнатилган

меъёрий нисбий хато билан солиштирилганда қуйидаги шарт таъминланиши керак

$$\frac{f_S}{[S]} \leq \frac{1}{T}, \quad (18.10)$$

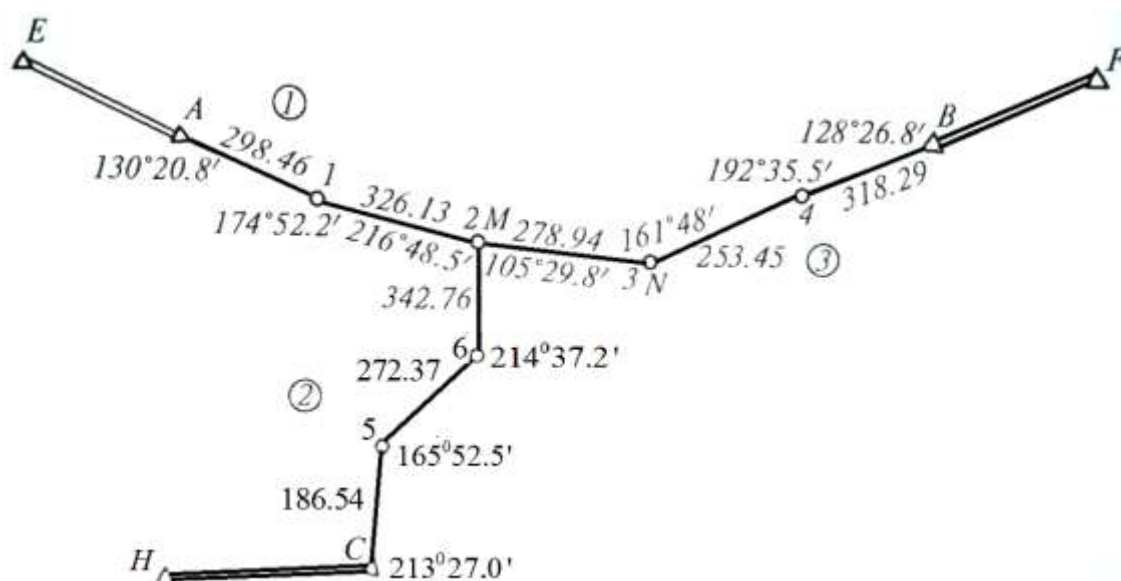
бу ерда T - йўл учун белгиланган меъёрий нисбий хато маҳражи.

Юқоридаги (18.8) формуладаги f_x ва f_y қийматлар йўл пунктларини ҳисобланган дастлабки координатлари орқали топилади.

18.2. Битта тугун нуқтали полигонометрик йўлни тенглаштириш

Бошланғич пунктлар A, B, C ва EA, FB, HC 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 йўлларининг бурилиш бурчаклари ва томонлари узунлиги жойда ўлчаб топилган. 2-разряд полигонометрия йўллари содда усулда тенглаштирилади. Бунда дастлаб бурчаклар тенгланади, кейин эса координаталар орттирмалари ҳисобланади ва тенгланади, унга алоҳида тенглаштириш усули дейилади. Бурчакларни тенглаштириш тугун чизикни танлашдан бошланади, бунда тугун чизик сифатида M тугун нуқтага туташган йўллардан ихтиёрий бирини томони қабул қилиниши мумкин. Бизнинг мисолда MN йўл томони қабул қилинади (18.1-расм). Олинган мисолда тугун чизикқа ҳар бир йўл бошланғич томони дирекцион бурчагидан бошлаб кейинги томонлар дирекцион бурчаги қуйидаги формуладан топилади

$$\alpha_i = \alpha_{i\text{бош}} + 180^0 n_i - [\beta_i], \quad (18.11)$$

бунда: $\alpha_{\text{бош}} = \alpha_{EA}, \alpha_{FA}, \alpha_{HC}$;

n_i – йиғинди $[\beta_i]$ га кирадиган бурчаклар сони ($i = 1, 2, 3, \dots$)

Агарда йўл бўйича чап бурчаклар ўлчанган бўлса (18.11) формула куйидаги кўринишда бўлади:

$$\alpha_i = \alpha_{i\text{ёош}} + [\beta_i] - 180^0 n_i, \quad (18.12)$$

бунда: $[\beta_i]$ - ўлчанган чап бурчаклар йиғиндиси.

(18.11) ёки (18.12) формулалар бўйича ҳисобланган тугун чизик 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 куйидаги формуладан ҳисобланади

$$P_i = \frac{K}{n_i}, \quad (18.13)$$

бунда: n_i - йўлдаги бурчаклар сони.

Навбатда тугун чизик MN нинг тенгланган якуний дирекцион бурчаги куйидаги вазнли арифметик ўрта формуласи орқали топилади:

$$\alpha = \frac{[P\alpha]}{[P]} = \alpha_o + \frac{[P\varepsilon]}{[P]}, \quad (18.14)$$

бунда: α_o - топилган дирекцион бурчак қийматларидан энг кичиги;

ε_i - қолдиқ, энг кичик қиймат билан қолган қийматлар фарқи, у куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\varepsilon_i = \alpha_i - \alpha_o. \quad (18.15)$$

Келтирилган (18.13)-(18.15) формулалар бўйича ҳисобланган натижалар 18.2-жадвалнинг тегишли графаларида берилган. Худди шу жадвалда тармоқни 1,2,3 йўллари бўйича бурчаклар йиғиндисидagi хатолар куйидаги 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:

$$[pf_{\beta}] = 0. \quad (18.18)$$

Ҳисобланган f_{β} қийматлари йўл қўярли экани маълум формула, $f_{\beta \text{чеки}} = 1 \cdot \sqrt{n}$, 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 (улар 9.5 да берилган) орқали ҳисобланади. Ҳисобланган дирекцион бурчаклар ва томонлар узунлиги бўйича тегишли формулалар (9.5 да берилган) орқали координаталар орттирмаси ҳисобланиб, йўллар бўйича улар йиғиндиси топилади.

18.1-жадвал

| Йўл № | α_{MN} | ε | n | $P = \frac{K}{n}$ $K = 10$ | $p\varepsilon$ | f_{β} | pf_{β} |
|-------------------------------|--------------------|---------------|-----|-------------------------------|----------------|-------------|--------------------|
| 1 | $102^{\circ}43.8'$ | 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 |
| $\alpha_o = 102^{\circ}41.7'$ | | | | 9.1 | +8.1 | | $[pf_{\beta}] = 0$ |

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 нуқта M га (18.1-расм) қараб унинг координаталари қуйидаги формулалардан ҳисобланади.

$$\left. \begin{aligned} x_i &= x_{i\text{бoи}} + [\Delta x]_i, \\ y_i &= y_{i\text{бoи}} + [\Delta y]_i. \end{aligned} \right\} \quad (18.19)$$

Олинган мисолда (18.19) формулалар бўйича ҳисобланган M нуқтасининг координаталари 18.2-жадвалда берилган

18.2-жадвал

| Yo`l № | $x, м$ | $\varepsilon_x, с$ $м$ | $p\varepsilon_x$ $см$ | $f_x, с$ $см$ | $L, км$ | $P = \frac{K}{n}$ $K=1$ | $f_y, с$ $см$ | $p\varepsilon_y, с$ $см$ | $\varepsilon_y, с$ $см$ | $y, м$ |
|---------------|--------|---------------------------|--------------------------|------------------|---------|----------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|
| 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 |
| $x_o = 25.24$ | | | 67,6 | | | 4,0 | | 38,0 | | $y_o = 770.34$ |

Иккита калта йўллар бўйича орттирмалар хатоси йўл кўярли чеки текширилади:

$$fx_{1+2} = x_1 - x_2 = 25,43 - 25,55 = -0,12м;$$

$$fy_{1+2} = y_1 - y_2 = 770,57 - 770,34 = +0,23м;$$

$$fL_{1+2} = \sqrt{0,12^2 + 0,23^2} = 0,25м; \quad \frac{fL_{1+2}}{L_{1+2}} = \frac{0,25}{1403} = \frac{1}{5700};$$

$$fx_{2+3} = x_2 - x_3 = 25,55 - 25,24 = +0,31м;$$

$$fy_{2+3} = y_2 - y_3 = 770,34 - 770,35 = -0,01м;$$

$$fL_{2+3} = \sqrt{0,31^2 + 0,01^2} = 0,31м; \quad \frac{fL_{1+2}}{L_{1+2}} = \frac{0,31}{1650} = \frac{1}{5200}.$$

Навбатда тугун нуқтанинг якуний тенгланган координаталари вазнли 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 $[P\varepsilon_x]$ ва $[P\varepsilon_y]$ қийматлари юқоридаги жадвалдан метрда олинган.

Бу ҳисобланган координаталар орқали ҳар бир йўл бўйича координаталар орттирмаларининг хатоси топилади:

$$\left. \begin{aligned} fx_i &= x_i - x, \\ fy_i &= y_i - y. \end{aligned} \right\} \quad (18.21)$$

Бу ерда x_i, y_i ва x, y -тугун нуқтанинг тегишлича дастлабки ва тенглаштиришдан топилган координаталари.

Тугун нуқтанинг тенгланштирилган координаталарини ҳисоблаш назорати қуйидаги шартлар асосида бажарилади:

$$[pf_x] = 0, [pf_y] = 0. \quad (18.22)$$

Юқоридаги 18.2-жадвалда келтирилган йўллар орттирмалари хатоси тесқари ишораси билан ҳар бир томон орттирмасига унинг узунлигига пропорционал равишда бўлиб берилади ва тузатилган орттирмалар бўйича йўллар бурилиш нуқталарининг координаталари олдинги мавзуларда кўриб чиқилган йўлда ҳисоблаб топилади.

Бу ҳисоблашлар 18.1-расмдаги тармоқни 1-йўли учун мисол сифатида ечилиб, натижалар қуйидаги 18.3-жадвалда келтирилган.

| Нукталар № | Бурчаклар | Дирекцион бурчаклар | Масофани горизонтал куйилиши | Координаталар орттирмаси | | Координаталар | |
|--|-----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------|--------|
| | | | | Δx | Δy | x | y |
| <i>1 йўл</i> | | | | | | | |
| <i>A</i> | +4 | 84°48.3' | | | | | |
| <i>B</i> | 130°23.8' | | | | | 482.35 | 345.62 |
| | +4 | 134°24.1' | 298.48 | -0.01 -208.84 | -0.06 +213.25 | | |
| <i>I</i> | 174°52.2' | | | | | 273.50 | 558.81 |
| | +4 | 139°31.5' | 326.13 | -0.01 -248.08 | -0.07 +211.70 | | |
| <i>2</i> | 216°48.5' | | | | | 25.41 | 770.44 |
| <i>3</i> | | 102°42.5' | | | | | |
| $\Sigma\beta_a = 522^{\circ}04.5'$ $\Sigma\beta_n = 522^{\circ}05.7'$ $f_\beta = -01.2'$ $f_{\beta_i} = -01.7'$ | | [S] = 624.61 | | -456.92 +456.94 $f_x = +0.02$ | +424.95 424.82 $f_y = +0.13$ | | |

$$f_x = \sqrt{(0,02)^2 + (0,13)^2} = 0,13; \quad \frac{f_s}{[S]} = \frac{0,13}{624,61} = \frac{1}{5000}.$$

Тармоқдаги қолган 2 ва 3 йўллар ҳам худди шундай ишлаб чиқилади ва йўл нукталари 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 орттирма-лари тенглаштирилади. Эркин бўлмаган полигонометрия тармоғи ушбу усулда эркин тармоқдай тенгланади, фақат бунда сохта йўллар киритилади (улар чизмада узиқ чизиқлар билан кўрсатилади). Қуйида 2 разряд эркин полигонометрия йўллари тармоғини тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Дастлаб тармоқ чизмасини чизиб, унда полигонлар ва нукталар рақами, ўлчанган горизонтал бурчаклар қиймати (0.1' гача яхлитлаб), томонлар

узушлиги, 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:

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_a - \Sigma\beta_n ,$$

$$f_{\beta_{чекли}} = \pm 1' \sqrt{n} ,$$

бу ерда n - полигонда ўлчанган бурчаклари сони;

$\Sigma\beta_a$ -ўлчанган бурчаклар йиғиндиси;

$\Sigma\beta_n$ -бурчаклар йиғиндисининг назарий қиймати, у ёпиқ полигонда қуйидагига тенг:

$$f_{\beta_n} = 180^0 (n - 2) .$$

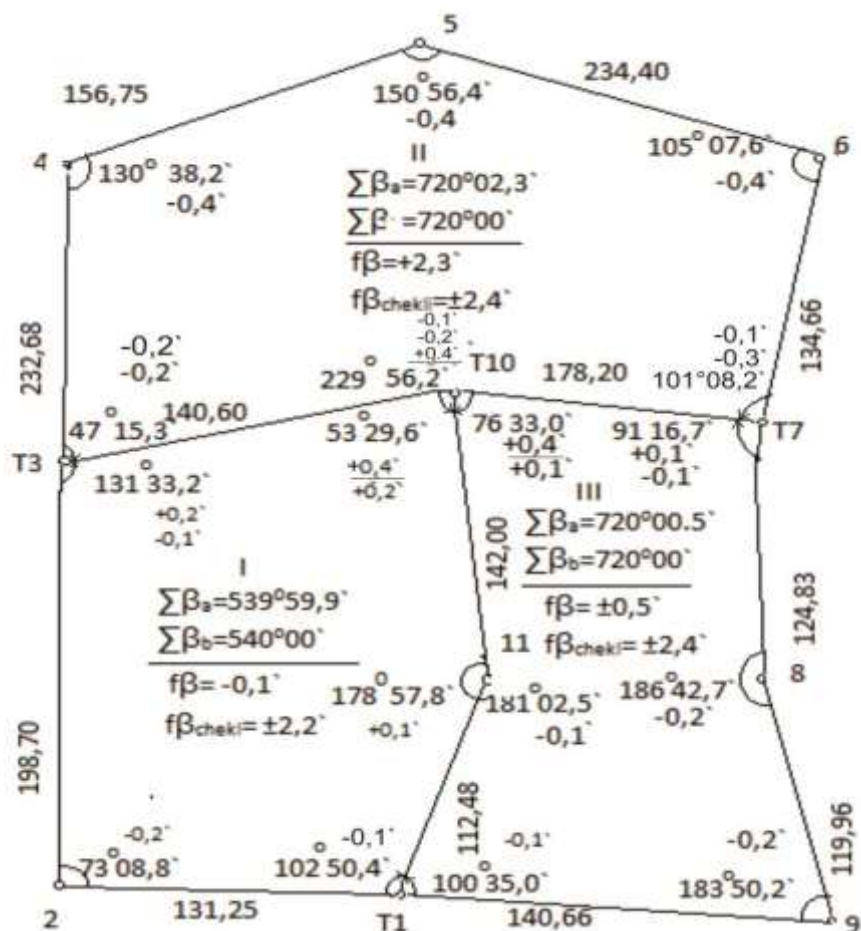
Агарда $f_{\beta} \leq f_{\beta_{чекли}}$ шarti бажарилса тармоқни тенглаштиришга ўтилади.

Горизонтал бурчакларни тенглаш. Бу иш қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

1. Бевосита чизманинг ўзида (18.2-расмда) горизонт шартини таъминлаш мақсадида (бурчаклар йиғиндиси 360^0 га тенг бўлиши керак) Т10 ички тугун нуқтасидаги бурчаклар йиғиндиси тузатилади. Бунда ҳар учала бурчаклар йиғиндиси 360^0 дан $-1.2'$ га фарққилгани 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.



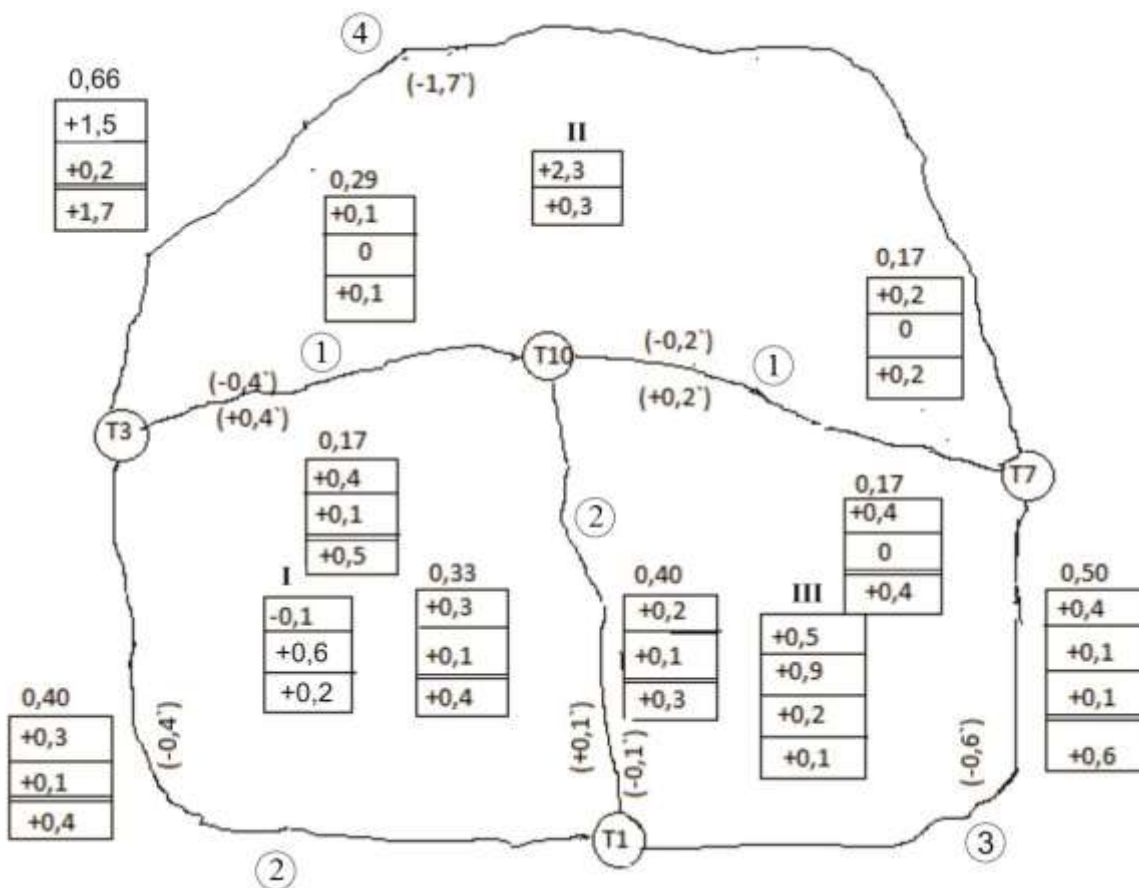
18.2-рasm

Полигонларни 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 сонини 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-рasm) бурчакларни тенглаштириш хатоликнинг мутлоққиймати энг катта бўлган полигондан бошланади. Бунинг учун хатолик ушбу полигоннинг ташқи жадвалчалари устида ёзилган «қизил



18.3-расм

рақамлар»га кетма-кет кўпайтирилиб, натижалар хатолик ишораси билан тегишли тузатмалар жадвалчалари ичига ёзилади. Масалан, 18.3-расмда келтирилган мисолда тенглаш II полигондан бошланади (хатолиги +2.3' га тенг). Бунинг учун қуйидаги ҳисоблашлар бажарилади:

$$+2.3' \times 0.66 = +1.5',$$

$$+2.3' \times 0.17 = +0.4',$$

$$+2.3' \times 0.17 = +0.4'.$$

Назорат $+1.5' + 0.4' + 0.4' = +2.3'$.

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 қуйидагича бўлади: $f_{\beta} = +0.5' \times 0.4 = +0.9'$.

Хатонинг янги қиймати унинг олдинги қиймати остига ёзилади. (18.3-расмда III полигон ўртасидаги жадвалчанинг иккинчи қаторига қаралсин). Шундан кейин бу хато кетма-кет 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 қўш чизиқчалар тагида ёзилади.

10. Полигонлар ҳар бири йўлидаги бурчаклар йиғиндисига тузатмалар ҳисобланадигитомон учун ички жадвалчадаги қийматлар йиғиндисидан ташқи жадвалчадаги қийматлар йиғиндисини айириш керак. Масалан, III полигон T3-T7 тугун нуқталар орасидаги йўл учун тузатма қуйидагига тенг: $0 - (+1.7') = -1.7'$, III полигон T10-T7 томони учун тузатма $0.4 - (+0.2') = +0.2'$, II полигон томони T7-T10 учун эса тузатма $0.2 - (+0.4') = -0.2'$ бўлади.

Қолган полигонлар томонлари учун ҳам тузатмалар айнан юқорида кўриб ўтилгандек ҳисобланади. Томонлар учун ҳисобланган тузатмалар уларнинг ўрта қисмида қавс ичида ёзиб қўйилади. Тузатмаларни ҳисоблаш

назорати бўлиб уларнинг ҳар бир полигон бўйича йиғиндиси полигон бошланғич хатосига тескари ишора билан тенг бўлишидан иборат. Масалан, I полигонда томонлар учун ҳисобланган тузатмалар йиғиндиси қуйидагига тенг: $(-0.4) + (+0.4') + (+0.1') = +0.1'$, полигондаги бошланғич хато эса $-0.1'$ га тенг эди.

11. Полигонни ташкил қилувчи йўллари томонлари учун топилган тузатмалар ҳар бир йўлдаги бурчакларга тенг бўлиб берилади, бу қоидадан тугун нуқталардаги бурчаклар мустасно. Тугун нуқталардаги ҳар иккитали бурчакларга тузатмани ярмидан, учтали бурчакларга-учдан бир ҳиссадан берилади. Тузатмалар чизмада (18.2-расм) берилган ҳар бир бурчак қиймати остида ёки устида $0.1'$ гача яхлитлаб ёзилади.

12. Теодолит йўллари барча томонларининг дирекцион бурчаклари бошланғич томоннинг берилган дирекцион бурчаги ва кейинги томонлар орасидаги тенгланган бурчаклар орқали тегишли формулаларда ҳисоблаб чиқилади. Бу натижалар нуқталар координаталарини ҳисоблаш ведомостига ёзилади, (18.4-жадвал).

13. Координаталар орттирмалари ва йўл нуқталари тенглаштирилган координаталари ҳисобланади (18.4-жадвал).

18.2-расмдаги тармоқнинг қолган тугун нуқталари T1, T3, T7 ва T10 орасидаги T3-T7, T7-T10, T1-T10 ва T1-T7 ва йўллар худди юқоридаги жадвалда келтирилган тартибда ишлаб чиқилади. Бунинг учун тугун нуқталарни тенглаштирилган координатлари 18.4-жадвалида берилгандай тенглаштириб олинади.

18.4-жадвал

| Нуқта р № | Бурчаклар | | Масофа лар горизо нтал қуйлиш и | Координата орттирмалари | | Координаталар | | Тугун нуқталар |
|------------------------------|--------------|--------------------|--|----------------------------|------------|---------------|----------|-------------------|
| | ўлчанган | дирекцио н | | Δx | Δy | x | y | |
| T1-T3 нуқталар орасидаги йўл | | | | | | | | |
| T1 | (Ўнг бурчак) | | | | | +1000.00 | +1000.00 | 1-тугун нуқта |
| | | $267^{\circ}30.0'$ | 131.25 | -2 | +2 | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------|--------------|--|--|---------------|---|----------------|
| | | | | -5.72 | -13.12 | | | |
| 2 | -0.2 $73^{\circ}08.8'$ | | | | | +994.26 | +986.90 | |
| | | $14^{\circ}21.4'$ | 198.70 | -3 $+192.48$ | $+2$ $+49.24$ | | | |
| T3 | $131^{\circ}33.2'$ | | | | | +1186.71 | +1036.16 | 3-тугун нукта |
| | | $62^{\circ}48.1'$ | | | | | | |
| T10 | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_a = 204^{\circ}42.0'$ $f_{\beta} = +0.2'$ $f_{\beta_s} = \pm 1.4'$ | | $P = 329.95$ | $\Sigma\Delta x = 186.76$ $f_x = +0.05$ | $\Sigma\Delta y = 36.12$ $f_y = -0.04$ | $f_s = -0.06$ | $\frac{f_s}{P} = \frac{1}{5100}$ | |
| T3-T10 нукталар орасидаги йўл | | | | | | | | |
| T3 | (Ўнг бурчак) | | | | | +1186.71 | +1036.16 | 3-тугун нукта |
| | | $62^{\circ}48.1'$ | 140.60 | $+01$ $+64.27$ | $+03$ 125.06 | | | |
| T10 | $+02'$ $53^{\circ}30.0'$ | | | | | +1250.97 | +1161.19 | 10-тугун нукта |
| | | $189^{\circ}17.9'$ | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_a = 53^{\circ}30.0'$ $f_{\beta} = -0.2'$ $f_{\beta_s} = \pm 1.0'$ | | $P = 140.60$ | $\Sigma\Delta x = 64.27$ $f_x = -0.01$ | $\Sigma\Delta y = 125.06$ $f_y = +0.03$ | $f_s = -0.03$ | $\frac{f_s}{P} = \frac{0,03}{140,6} = \frac{1}{5000}$ | |

18.4. Полигонометрик тармоқни эквивалент алмаштириш усулида тенглаштириш

Эквивалент алмаштириш усули билан фақат тугун йўналиш дирекцион бурчаги ва тугун нукталар координаталари ҳисоблаб олинади. Тармоқдаги бошланғич пунктлар ва тугун нукталар орасидаги йўлни тенглаштириш соддалаштирилган усулда бажарилади, яъни бурчаклар боғланмаслиги f_{β} барча бурчакларга тенг тарқатилади, координаталар ортирмаларини боғланмасликлари f_x ва f_y эса томонлар узунлигига пропорционал тақсимланади.

Ушбу усулда барча ҳисоблашларни қуйидаги 18.4-расмда келтирилган 1 разрядли полигонометрия тармоғи мисолида кўриб чиқамиз.

Ҳисоблашлар ўлчанган бурчаклар қийматини ҳар бир йўл бўйича қуйидаги 18.5-жадвалга ёзиб чиқиб, улар йиғиндисини ҳисоблашдан 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

$$P_{(\beta)} = P_{\alpha} = \frac{C}{n+1} . \quad (18.23)$$

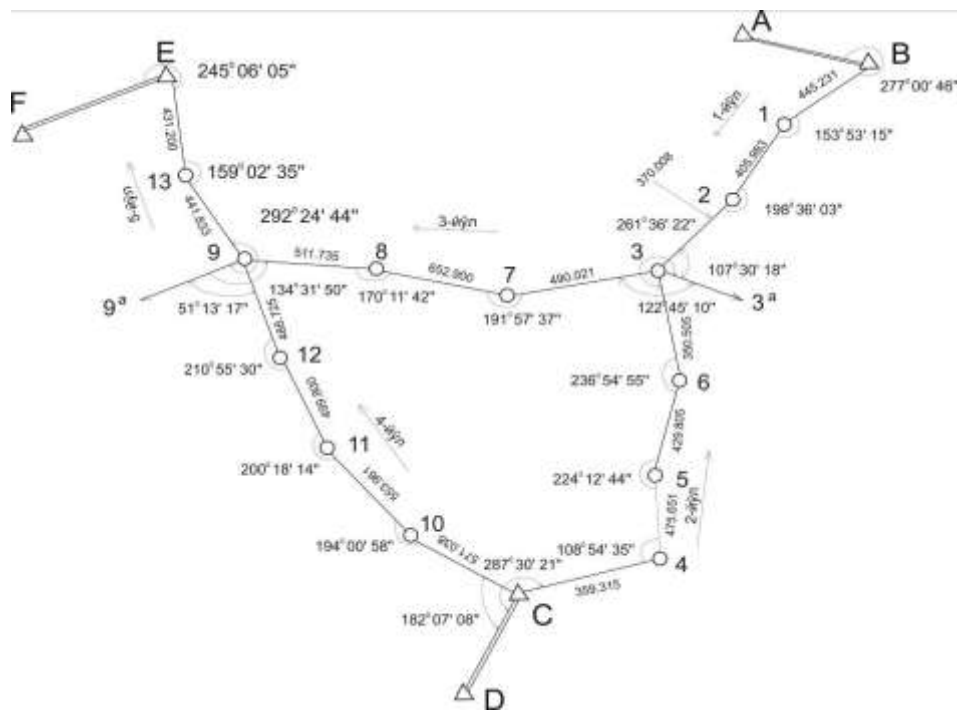
Олинган мисол учун формуладаги C қийматига $C=10$ олиниши маъқул.

Тугун йўналиш 3-3^a дирекцион бурчаги қийматини икки маротаба, 1 ва 2 йўллар бўйича (18.12) формуладан олиш 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).



18.4-расм

Эквивалент йўл бўйича дирекцион бурчак вазни, 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

$$(n+1)_{1,2} = \frac{C}{P_{1,2}} \quad (18.25)$$

Тугун йўналиш 9-9^а дирекцион бурчаги ишончли қийматини учта йўллар бўйича мураккаб йўл (1, 2+3) ва оддий 4 ва 5 йўллардан, топилган дирекцион бурчак вазнли ўртачаси сифатида (18.24) формуладан топилади.

9-9^а тугун йўли учун топилган дирекцион бурчак якуний қиймати билан ҳар бири (1, 2+3) ва 4 ва 5 йўллар бўйича топилган дирекцион бурчак қийматлари фарқини олиб топилади.

Мураккаб йўл (1,2+3) га тўғри келувчи тузатмалар ундаги 1, 2 ва 3 йўллардаги бурчаклар сонига пропорционал равишда бўлиб берилади. Тугун йўналиш 3-3^а дирекцион бурчагининг якуний қиймати $\mathcal{A}_{1,2}$ тузатмани ва 1 ва 2 йўллар бўйича ҳисобланган дирекцион бурчак қийматлари орқали топилган дастлабки вазнли ўртача қийматга киритиб топилади. 1 ва 2 йўлларга тузатмалар 3-3^а йўналиш дирекцион бурчагини якуний қийматидан шу дирекцион бурчакни 1 ва 2 йўллар бўйича топилган қийматларидан айириб топилади. Ҳисобланган тузатмалар йўл қўярли эканини ҳар бир йўл учун (18.12) формула бўйича ҳисобланган қийматга солиштириб аниқланади

18.5-жадвал

| Пункт лар № | Бурилиш бурчаклари (чап) | Дирекцион бурчаклар | Томонлар узунлиги | Координата ортгирмалари | | Координаталар | |
|-------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-----------|
| | | | | Δx | Δy | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 йўл | | | | | | | |
| A | | | | | | | |
| | | 122°29'45" | - | | | | |
| B | 177°00'46" | | | | | 10652.489 | 10271.685 |
| | | 219°30'31" | 445.231 | ⁺¹ -343.509 | ⁺² -283.253 | | |
| 1 | ⁺¹ 153°53'15" | | | | | 10308.981 | 9988.435 |
| | | 193°23'45" | 405.983 | -394.937 | ⁺² -94.057 | | |
| 2 | ⁺¹ | | | | | 9914.044 | 9894.380 |

| | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------------|----------------|---|---|------------------------|--------------------------------------|
| | 198°36'03" | | | | | | |
| | | 211°59'47" | 370.008 | -313.797 | ⁺² -196.054 | | |
| 3 | ⁺¹ " 107°30'18" | | | | | 9600.247 | 9698.328 |
| | | 139°30'04" | | | | | |
| 3 ^a | | | | | | | |
| Σβ _a = 739°00'42" f _β = -3" f _{β_s} = ±20" | | | [S] = 1221.222 | ΣΔx = 1058.243 f _x = -0.001 | ΣΔy = -573.364 f _y = -0.006 | f _s = 0.006 | $\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{203000}$ |
| 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 | | | | | | | |
| Σβ _a = 1119°08'57" f _β = -4" f _{β_s} = ±22" | | | P = 1615.276 | ΣΔx = 1280.249 f _x = +2 | ΣΔy = +46.335 f _y = +7 | f _s = 0.007 | $\frac{f_s}{[P]} = \frac{1}{230000}$ |
| 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 | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_a = 619^{\circ}26'19''$ $f_{\beta} = +13''$ $f_{\beta_i} = \pm 20''$ | | $[S] = 1654.656$ | $\Sigma\Delta x = -67.972$ $f_x = +0.131$ | $\Sigma\Delta y = -1645.983$ $f_y = +0.023$ | $f_s = 0.133$ | $\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{12400}$ |
| 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 | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_a = 838^{\circ}35'07''$ $f_{\beta} = 0$ $f_{\beta_i} = \pm 22''$ | | $[S] = 2113.524$ | $\Sigma\Delta x = 1212.165$ $f_x = +0.023$ | $\Sigma\Delta y = -1499.579$ $f_y = +0.099$ | $f_s = 0.102$ | $\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{20700}$ |
| 5 йўл | | | | | | | |
| F | | | | | | | |
| | | 62°22'38" | - | | | | |
| E | +2" 245°06'05" | | | +30 | +25 | 9920.114 | 7286.496 |
| | | 127°28'45" | 431.200 | -262.373 | 342.189 | | |
| 13 | +3" 159°02'35" | | | +29 | +24 | 9657.771 | 7628.710 |
| | | 106°31'23" | 441.833 | -125.658 | 423.588 | | |
| 9 | +3" 292°24'44" | | | | | 9532.142 | 8052.322 |
| | | 218°56'10" | | | | | |
| 9 ^a | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_a = 696^{\circ}33'24''$ $f_{\beta} = -8''$ $f_{\beta_i} = \pm 17''$ | | $[S] = 873.033$ | $\Sigma\Delta x = -388.031$ $f_x = -0.059$ | $\Sigma\Delta y = 765.777$ $f_y = -49$ | $f_s = 0.077$ | $\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{11300}$ |

Дала ўлчашлари ва тенглаштирилган қийматлар аниқлигини баҳолаш
геодезик ўлчашларни математик ишлаб чиқишни таниш формулалари

бўйича амалга оширилади. Бунинг учун қуйидаги 18.6 ва 18.7 жадваллардаги ҳисоблашлар бажарилиши керак.

18.6- жадвал

| Йўлла р № | Бурчакла р сони $n+1$ | Дирекцио н бурчаклар вазни P | Ҳисобланга н дирекцион бурчаклар | ε | $p\varepsilon$ | Тузатмала р ϑ | Дирекцио н бурчаклар яуний қиймати | $p\vartheta^2$ |
|------------------|-----------------------------|--|---|---------------|----------------|-------------------------------|--|----------------|
| 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 кўпайтма $p\vartheta^2$ қиймати, кейин эса вазн бирлигини ўрта квадратик хатоси қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{p\vartheta^2}{r}}, \quad (18.26)$$

бу ерда $r = n - K$;

n - тармоқдаги барча йўллар сони;

K - тугун нуқталар сони.

Вазн бирлигини ўрта квадратик хатоси μ орқали ўлчанган бурчаклар ўрта квадратик хатоси m_β ва тугун йўналишлари 3-3^a, 9-9^a тенгланган дирекцион бурчаклари ўрта квадратик хатоси M қуйидагича ҳисобланади

$$m_\beta = \frac{\mu}{\sqrt{C}}, \quad (18.27)$$

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{P}}, \quad (18.28)$$

бу ерда P - тугун йўналиш 9-9^a ни вазни бўлиб у 18.6 жадвалдан олинади, тугун йўналиш 3-3^a вазни 18.7-жадвалда эквивалент алмаштириш усулида ҳисобланади. Ҳудди шу ерда тенглаштирилган йўналишлар 3-3^a ва 9-9^a

аниқлиги топилган. Ҳисобланган μ ва M қийматларини ишончлиги 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 \mathcal{Q}_i қиймати йўлдаги ўлчанган бурчакларга тенг бўлиб берилади (18.5-жадвал).

Шундан кейин 18.5-жадвалда дирекцион бурчаклар ва йўл ҳар бир томон учун координаталар орттормаси ҳисобланади ва улар йиғиндиси чиқарилади.

18.7-жадвал

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{p\mathcal{Q}^2}{r}} = \pm \sqrt{\frac{485}{3}} = \pm 12.7''$$

$$m_{\beta} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{12.7''}{\sqrt{10}} = \pm 4''$$

$$M_{\alpha_{3-3^a}} = \frac{\mu}{\sqrt{P}} = \frac{12.7''}{\sqrt{6.2}} = \pm 5.1''$$

$$m_{M_{\alpha_{3-3^a}}} = \frac{m_{\mu}}{\sqrt{P_i}} = \frac{5.1''}{\sqrt{6.2}} = \pm 2''$$

$$M_{\alpha_{9-9^a}} = \frac{\mu}{\sqrt{P}} = \frac{12.7''}{\sqrt{6.94}} = \pm 4.9''$$

$$m_{M_{\alpha_{9-9^a}}} = \frac{\mu}{\sqrt{P_i}} = \frac{12.7''}{\sqrt{6.2}} = \pm 5.1''$$

| Йўл № | Бурчаклар сони, $n+1$ | 3-3 ^a тугун йўналиш дирекцион бурчаклари вази, P |
|--------|-----------------------|---|
| 4 | 5 | 2.0 |
| 5 | 3 | 3.3 |
| 4, 5 | 1, 9 | 5.3 |
| 3 | 4 | |
| 4, 5+3 | 5, 9 | 1.7 |
| 1 | 4 | 2.5 |
| 2 | 5 | 2.0 |
| | | 6.2 |

Тугун нуқталар 3 ва 9 координатларини худди тугун йўналишлар дирекцион бурчакларини тенглаштиришга ўхшаш тенглаштириб топилади. Бу ҳисоблашлар қуйидаги 18.7-жадвалда келтирилади

18.8-жадвал

| Йўл № | Йўл узунлиги и [S] км | Вазин $P_x = P_y = \frac{1}{[S]}$ | Ҳисоб- ланган x' | ε | $p\varepsilon$ | g_x | Яқуний қиймат x | $p g_x^2$ | Ҳисобланган н y' | ε | $p\varepsilon$ | g_y | Яқуний қиймат y | $p g_y^2$ |
|----------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------|----------------|-------|----------------------|-------------|-----------------------|---------------|----------------|-------|----------------------|-----------|
| | | | Тугун нукта | | | | | Тугун нукта | | | | | | |
| | | | №3 | | | | 9600.247 | | №3 | | | | 9698.328 | |
| 1 | 1.221 | 0.82 | 9600.246 | 0 | 0 | +1 | | 1 | 9698.322 | 0 | 0 | +6 | | 30 |
| 2 | 1.616 | 0.62 | .249 | 3 | 2 | -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 |
| | | | Тугун нукта | | | | | Тугун нукта | | | | | | |
| | | | №9 | | | | 9532.142 | | №9 | | | | 8052.322 | |
| 1, 2+3 | 2.349 | 0.42 | 9532.273 | 190 | 82 | -131 | | | 8052.345 | 72 | 30 | -23 | | |
| 4 | 2.114 | 0.47 | .165 | 82 | 38 | -23 | | 249 | .421 | 148 | 70 | -99 | | 4606 |
| 5 | 0.873 | 1.14 | .083 | 0 | 0 | +59 | | 3968 | .273 | 0 | 0 | +49 | | 2737 |
| | | 2.03 | 9532.142 | | | 120 | | 14516 | 8052.322 | | | 100 | | 7942 |

Тугун нуқталар координатлари ёки йўл бўйича координатлар ортирмалари вазни қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$P_x = P_y = \frac{C}{[S]}, \quad (18.31)$$

бу ерда C ва $[S]$ қийматлари км ҳисобида олинади. Ҳисоблаб топилган натижалар аниқлигини баҳолаш (18.26), (18.28) ва (18.32) формулалар бўйича бажарилади

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (18.32)$$

бу формулалардаги ϑ , μ , P ва M белгилари олинган мисолда тегишлича қуйидагилар бўлади: ϑ_x , μ_x , P_x , M_x ва ϑ_y , μ_y , P_y , M_y . Тугун нуқта 3 координатларини вазни қуйидаги 18.9-жадвалда эквивалент алмаштириш усулида топилади. Шу ерда ҳисоблаб топилган тугун нуқталар координатларининг аниқлиги келтирилган

18.9-жадвал

$$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{p\vartheta_x^2}{r}} = \pm \sqrt{\frac{14516}{3}} = 0.069 \text{ м};$$

$$\mu_y = \pm \sqrt{\frac{p\vartheta_y^2}{r}} = \pm \sqrt{\frac{7942}{3}} = 0.051 \text{ м};$$

$$M_{x_3} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{x_3}}} = \frac{0.069}{\sqrt{1.90}} = 0.050 \text{ м};$$

$$M_{y_3} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y_3}}} = \frac{0.051}{\sqrt{1.90}} = 0.037 \text{ м};$$

$$M_{x_9} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{x_9}}} = \frac{0.069}{\sqrt{2.03}} = 0.048 \text{ м};$$

$$M_{y_9} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y_9}}} = \frac{0.051}{\sqrt{2.03}} = 0.036 \text{ м}.$$

| Йўл № | $[S]$, км | Тугун нуқта 3 координатлари вазни 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

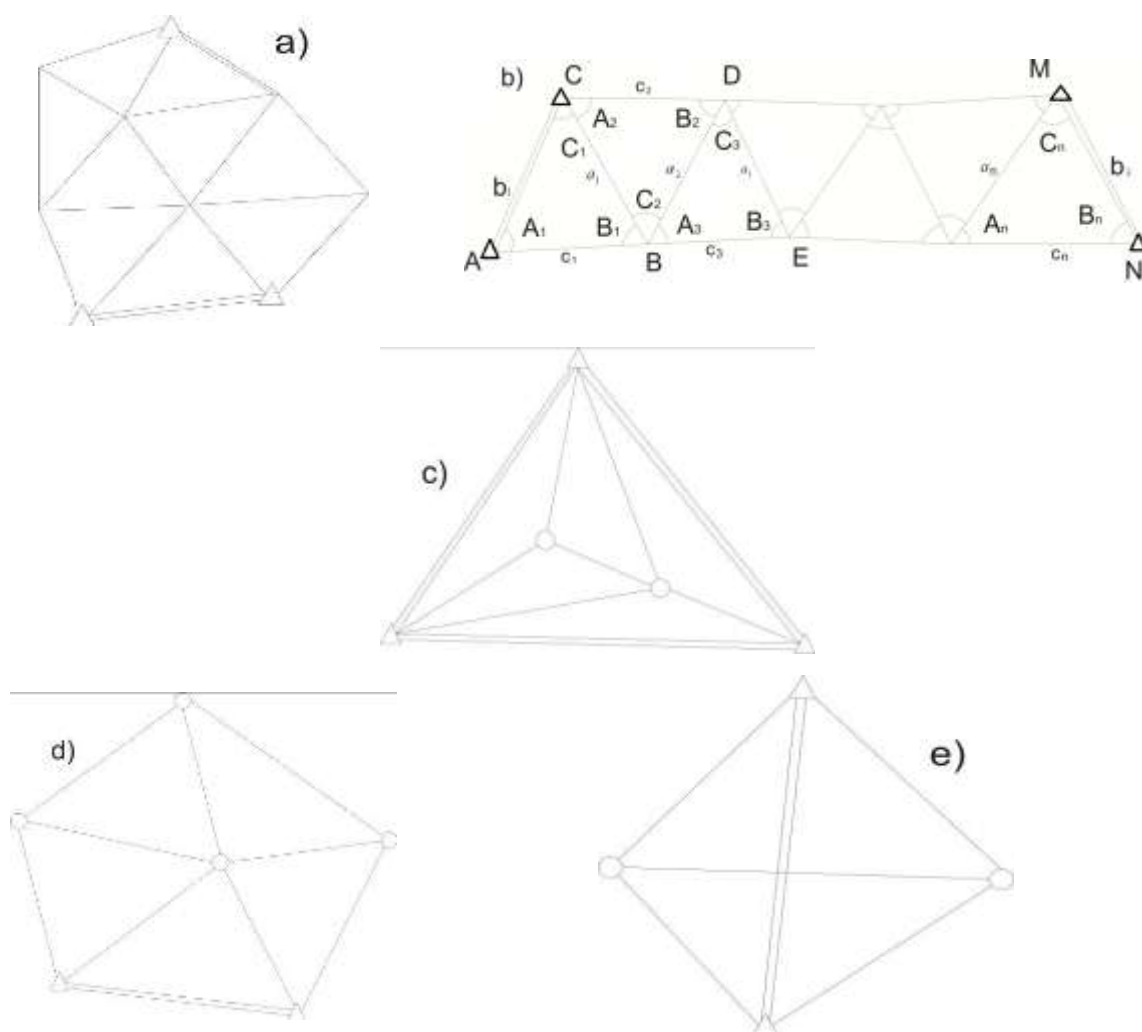
1. Бир қанча пунктларда бажарилган ўлчаешлар учун ўлчаешни ўрта квадратик хатоси қандай ҳисобланиши мумкин ?

2. Қабулларда ўлчанган бурчаклар якуний қийматининг ўрта квадратик хатоси қандайм формулада аниқланади ?
3. Горизонтал бурчакларни тенглаш қандай кетма-кетликда амалга оширилади ?
4. Эквивалент алмаштириши усули билан фақат нималар ҳисоблаб олинади ?
5. Тугун нуқталар координатлари ёки йўл бўйича координатлар ортирмалари вазни қандай формула бўйича ҳисобланади ?

**ПЛАНЛИ ЗИЧЛАШТИРИШ ТАРМОҚЛАРИНИ ТРИАНГУЛЯЦИЯ
УСУЛИДА ҚУРИШ**

19.1 Зичлаш триангуляциясини ва уни қуруш аниқлиги

Зичлаш 1 ва 2- разряд триангуляцияси ёппасига учбурчаклар (19.1, *a*-расм), учбурчаклар занжири (19.1, *b*-расм), учбурчаклар ичига қўйилган алоҳида пункт ёки пунктлар гуруҳи (19.1, *e* -расм), марказий система (19.1, *d*-расм), геодезик тўртбурчак (19.1. *e* -расм) ривожлантирилади.



19.1-расм

Ёппасига учбурчаклар тармоғи ўзидан юқори аниқликдаги 3 та (камида) бошланғич пунктга боғланиб, унда энг камида 2 та базис томонлар ўлчаниши керак; учбурчаклар занжири иккита бошланғич геодезик пунктлар ва

бошланғич ва охирги ўлчанган базис чиқиш томонларига таяниши керак (19.1, *b* - расм).

Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляциясининг техник кўрсаткичлари қуйидаги 19.1-жадвалда берилади.

19.1-жадвал

| Разряд | Томон узунлиги (км) | Бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси | Базис томони нисбий хатоси | Учбарчакдаги бурчаклар чекли хатоси | Учбарчаклар бурчагини энг кичик қиймати |
|--------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 2-5 | 5" | 1:50000 | 20" | 20 ⁰ |
| 2 | 0.5-3 | 10" | 1:20000 | 40" | 20 ⁰ |

Триангуляция усулида жойда бир-бирига ёндошган учбурчаклар қурилиб уларнинг ички бурчаклари ва базис томонлари узунлиги ўлчаб чиқилади. Бошланғич томон (базис) AC узунлиги (19.1, *b* - 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 оралик томонлар ва оралик 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 орттирмамалари ва ниҳоят, орттирмалар ва бошланғич пункт координаталари бўйича қолган пунктлар $B, D, E \dots, M$ координаталари топилади, яъни якуний мақсадга эришилади.

Триангуляция учбурчаклари томонларининг узунлигини ҳисоблаш аниқлиги асосан ўлчанган бурчаклар аниқлигига боғлиқ. Базислар

узунлигини юқори аниқликда ўлчалишини ҳисобга олиб улар хатосини эътиборга олмасак бўлади. Синуслар теоремасига асосан учбурчаклар қатори охириги учбурчаги охириги 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:

$$\lg a_n = \lg b + \Sigma \lg \sin A - \Sigma \lg \sin B . \quad (19.2)$$

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 $\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2 = R$ ифода геометрик боғланиш хатоси дейилади, шунини ҳисобга олиб (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 ва демак, (19.3) формуладан кўринишича, томонлар узунлиги аниқроқ топилади. Шунга кўра боғловчи бурчаклари 90° га яқин бўлган учбурчакларни энг қулай шакл дейилади. Умуман олганда энг қулай учбурчак бу тенг ёқли 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 ΣR қиймати ҳисобланади, сўнгра (19.4) ва (19.5) формулалар орқали охириги томон узунлигини ҳисоблаш аниқлиги топилади. Масалан, лойиҳаланган 2 разряд тармоқда $\Sigma R = 8$ ва бурчак ўлчаш ўрта квадратик хатоси $10''$ бўлса (19.4) дан топамиз:

$$m_{ga_n} = 10'' \sqrt{\frac{2}{3} \cdot 8} = 22 ,$$

ёки томон узунлигининг нисбий ўрта квадратик хатоси (19.5) формуладан

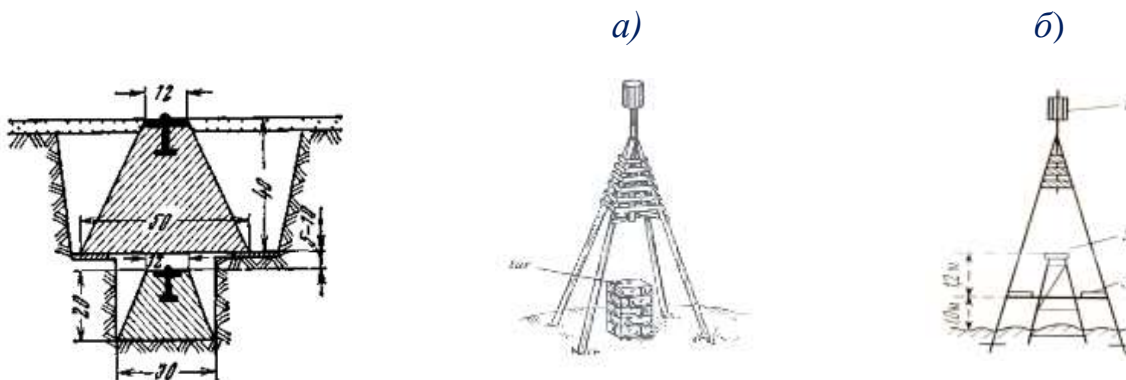
$$\frac{m_a}{a} = \frac{22}{0.4343 \cdot 10^6} = \frac{1}{20000} ,$$

бу эса 2 разряд триангуляция аниқлигини қаноатлантиради.

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 шароити талаб қилса пункт маркази устига ташқи геодезик белги - веха, пирамида ёки сигнал ўрнатиш аниқлаб олинади.

Жойда 1 ва 2- разряд тармоқ пунктлари 19.2-расмдаги ер ости маркази билан маҳкамланади. Пунктларда ер усти ташқи белги сифатида узун веха 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 ўлчашни 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 трангуляциясида қўлланади. 3 ва 4 синф давлат триангуляцияси ва 1, 2 разряд трангуляциясида асосан доиравий қабуллар усули қўлланилади.

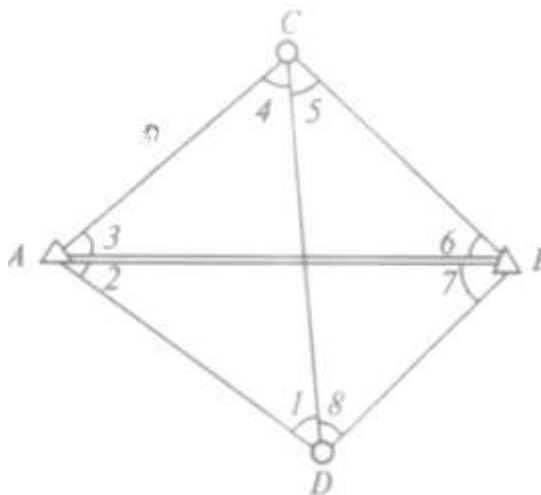
Йўналишларни доиравий қабуллар усулида ўлчашда пунктда қабуллар сони тармоқ разряди ва ишлатиладиган теодолит аниқлигига боғлиқ. Масалан, 1 разряд трангуляциясида Т2 теодолитида 3 та, Т5 да 4та, 2 разрядда эса тегишлича 2 та ва 3 та қабулларда ўлчанади.

Қуйида 2 разряд трангуляция тармоғини *D* пунктда (19.4-расм) йўналишларни доиравий қабуллар усулида Т5 теодолити билан ўлчаш тартибини кўриб чиқамиз. Теодолит *D* пунктда ўрнатилиб марказлаштирилади ва ишчи холатга келтирилади.

Биринчи ярим қабулда (*ДЧ*) ўлчашда лимбнинг саноғи 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 журнаliga ёзилади (19.2-жадвал). Алидада бўшатилиб соат йўли бўйича уни айлантриб қараш трубаси кетма-кет *C*, *B* ва яна *A* пунктларига қаратилиб саноқлар олинади ва журналга ёзилади. *A* пунктидан иккинчи марта саноқ олиш билан уфқ ёпилади. Бунда иккала саноқлар тенг бўлиши керак. Агарда бу саноқлар ўзаро фарқ қилса унга уфқ ёпилмаслиги хатоси

дейлади. Ҳар бир ярим қабулда уфқ ёпилмаслик хатоси Т2 учун 8", Т5 учун эса 12" дан ошмаслиги керак.

19.2-жадвалдаги мисолдан $DЧ$ ярим қабулда уфқ ёпилмаслиги хатоси $\Delta_v = 0,2'$ ташкил қилди ва у меъёрий қийматдан ошмайди. Иккинчи ярим қабулда



19.4 -расм

қараш турбаси яна ўша бошланғич йўналиш пункти А га $DЎ$ ҳолатда қаратилиб горизонтал доирадан санок олинади. Лимбни қўзғалмас ҳолатида алидада бўшатилади ва трубани соат йўлига қарши томонга бураб B, C ва яна A пунктларга қаратиб саноклар олинади ва шу билан иккинчи ярим қабул якунланади. Ҳар иккала ярим қабуллар тўла қабулни ташкил қилади. Кейинги қабулларга ўтишда лимб ўрни $\delta = 180 : n$ қийматга ўзгартирилиб олинади, n -қабуллар сони.

19.2-жадвал

Пункт: D ; Теодолит: $2Т5К$; Сана: 25.06.2017 й.

Вақт: 7 с. 00; Об-ҳаво: очиқ; Тасвир: аниқ ва тинч

| Йўналишлар | Саноклар | | | $\frac{DЧ + DЎ \pm 180}{2}$ | Нолга келтирилган қиймати |
|------------|-----------------------|---------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Вертикал доира ҳолати | Лимбдан | Шкалала микраскопдан | | |
| А | $DЧ$ | 0^0 | $02.0'$ | $0^0 01.95'$ | $0^0 00.00'$ |
| | $DЎ$ | 180^0 | $01.9'$ | | |

| | | | | | |
|----------|-----------|------------------|-------|-------------------------------|-----------------------|
| C | <i>DЧ</i> | 28 ⁰ | 33.1' | +05 28 ⁰ 33.20' | 28 ⁰ 31.3' |
| | <i>DЎ</i> | 208 ⁰ | 33.3' | | |
| B | <i>DЧ</i> | 61 ⁰ | 14.0' | +10 61 ⁰ 14.10' | 61 ⁰ 12.2' |
| | <i>DЎ</i> | 241 ⁰ | 14.2' | | |
| A | <i>DЧ</i> | 0 ⁰ | 01.8' | +15 0 ⁰ 01.80' | 0 ⁰ 00.00' |
| | <i>DЎ</i> | 180 ⁰ | 01.8' | | |

I-кабу учун юкоридаг журналда уфқ ёпилмаслиги хатоси куйидагиларга тенг:

$$\Delta_{DЧ} = 01.8' - 02.0' = -0.2';$$

$$\Delta_{DЎ} = 01.8' - 01.9' = -0.1';$$

$$\Delta_{\check{y}P} = \frac{0.2' - 0.1'}{2} = -0.15'.$$

Хисобланган $\Delta_{\check{y}P}$ қиймати тескари ишора билан йўналишлар сони учга тенг бўлиб берилади (журналга қаралсин). Тузатмалар ишораси ҳисобга олиниб йўналишлар ўртачаси тузатилади ва йўналишлар умумий нўлга келтирилади.

Қабулларда нўлга келтирилган бир хил йўналиш қийматлари ўзаро тенг ёки фарқи *2Т5К* теодолити учун 0.2'(12") дан ошмаслиги керак.

Ўлчанган йўналишлар аниқлигини баҳолаш алохида қабуллардаги йўналишлар қийматини уларни арифметик ўрта қийматидан фарқи (*g*) бўйича бажарилади. Алохида қабулда ўлчанган хар бир йўналишнинг ўрта квадратик хатоси куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\mu = K \frac{\sum |g|}{n}, \quad (19.6)$$

қабулларда ўлчанган йўналишнинг ўрта квадратик хатосини эса ушбу формуладан топилади

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{n}}, \quad (19.7)$$

(19.6) формулада ϑ –айрим қабуллардаги йўналишларни 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 | | | |
|---------------|----------------|-------------|------------|-------------|
| | C | ϑ | B | ϑ |
| I | 28°31'18" | +2" | 161°12'12" | +12" |
| II | 36" | -16" | 24" | 0 |
| III | 06" | +14" | 36" | -12" |
| <i>Ўртача</i> | 28°31'20" | 0" | 61°12'24" | 0 |
| | $\vartheta(+)$ | +16" | | +12" |
| | $\vartheta(-)$ | -16" | | -12" |

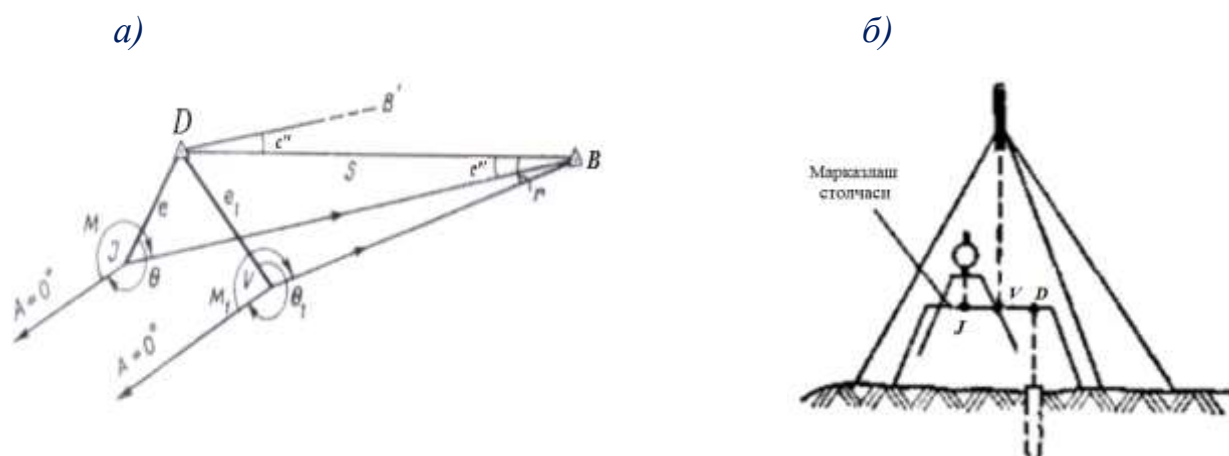
$$\Sigma|\vartheta| = 56'' \quad K = 0.5; \quad \mu = 0.50 \frac{56}{3} = 10''; \quad M = \frac{10}{\sqrt{3}} = 6''.$$

19.3. Ўлчанган йўналишларни 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 буни имкони бўлмайди (масалан, пирамидани оёғи кўринишни тўсади). Теодолитни пункт марказидан четроқда ўрнатганда ёки теодолит пирамидани 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. Бу ҳолда

Йўналишларини пункт марказига келтириш учун редукция учун тузатмалар киритишга тўғри келади. Юқорида айтиб ўтилган тузатмаларни ҳисоблаш учун пункт маркази D (19.5, a -расм), теодолит ўрнатилган нукта J ва визирлаш цилиндрининг ўқи V лар проекциясини горизонтал текисликка (қоғоз варағига) тушириш, ҳамда DJ ва DV чизикларни пунктда ўлчанган йўналишларга нисбатан ориентирлаш талаб қилинади. Бунда θ ва θ_1 бурчаклар орқали бажарилади (улар пункт маркази D га йўналишлар JD ва VD дан бошлаб соат йўли бўйича бошланғич йўналишгача транспортирда ўлчанади). JD ва VD чизиклар узунлиги эса чизғич билан ўлчаниб тегишлича e ва e_1 билан ифодаланади. Шунда θ ва e марказлаш, θ_1 ва e_1 эса редукция элементлари деб аталади. Умумий қилиб уларга келтириш элементлари дейилади.

Келтириш элементларини аниқлашни бир нечта усуллари-график, аналитик ва бевосита аниқлаш усуллари мавжуд.



19.5. a , б-расм

Бу ерда график усулини кўриб чиқамиз. Пункт маркази D устига қалин оққоғозга ёзиб маҳкамланган столчани сирти кўз билан чамалаб горизонтал ҳолда ўрнатилади. Тункт пирамидаси (сигнали) баландлигидан кам бўлмаган масофада уни атирофида учта нукта шундай танланадики уларни пункт макази билан туташтирувчи чизиклар орасидаги бурчаклар ҳар бирининг қиймати 120^0 ни ташкил қилсин. Ушбу нукталарда теодолитни кема-кет

ўрнатиб турбани $D\check{U}$ ва $DЧ$ ҳолатларида пунктнинг маркази D , визир цилиндирини ўқи V ва йўналишларни кузатишда теодолит ўрнатилган нукта J қоғоз варағига (столча сиртига) проекцияланади. Шунда аниқланаётган нуқталарнинг ўрни қоғоз варағида ҳосил бўлади.

Пункт маркази ер сиртидан чуқурда жойлашган бўлса ўрни қоғозга шовун ёрдамида туширилади. Марказлаш қоғозида ҳосил қилинган V ва J нуқталардан уч қиррали чизғич ёрдамида масалан, B пунктига қараб йўналишлар чизиб олинади (19.5-расм).

Чизиқли элементлар e ва e_1 қийматлари марказлаш варағида чизғич ёрдамида m аниқликда, бурчак элементлари θ ва θ_1 эса транспортёр ёрдамида $15'$ аниқликда ўлчанади. J ва V нуқталаридан B пунктга қараб чизилган бурчакни транспортёр билан аниқланган қиймати D пунктдан теодолит билан ўлчанган қийматга тенг бўлиши ёки фарқи 2^0 дан ошмаслиги керак. Марказлаш ва редукция элементларини аниқлаш икки мартаба бажарилади-пунктда кузатишларни бошлашдан аввал ва пунктда кузатишларни тугатиб бўлгандан сўнг. Марказлаш учун тузатмани c'' билан, редукция учун тузатмани r'' билан белгилаб, уларни секундлар бирлигидаги қийматлари тегишли формулалардан ҳисобланади.

19.4. Тармоқ пунктларида вертикал бурчакларни ўлчаш

Зичлаш 1 ва 2 разряд трангуляцияси пунктлари баландлик-ларини аниқлаш IV синф ёки техник нивелирлаш билан амалга оширилади. Тоғли ҳудудларда тригонометрик нивелирлаш орқали бажаришга рухсат этилади. Бунда учбурчаклар ҳар бир томони тўғри ва тескари 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 трангуляция томонлари бўйича тригонометрик нивелирлашда вертикал бурчаклар (зенит масофалар) горизонтал бурчакларни ўлчаш билан бирданига битта теодолитда бажарилади. Ўлчашлар ўрта ип бўйича вертикал доирани DC ва $D\check{Y}$ 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 доирани битта ҳолатида (DC) турбани кетма-кет барча йўналишлар пунктларига кейин эса қаратиб чиқиб, ($D\check{Y}$) ҳолатида худди шундай кетма-кетликда турбани қаратиб ўлчаб чиқилади. Бу ўлчашлар тўла битта қабуни ташкил қилади. Битта йўналишни тўла қабулда (DC ва $D\check{Y}$) ўлчаб олиб кейин бошқа йўналишларни ўлчашга ўтишига рухсат этилмайди.

Турбани 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, олишдан санок 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 $T2$ теодолити ишлатилса вертикал бурчаклар ўрнига зенит масофалар ўлчанади. Зенит масофа бу вертикал бурчакни 90^0 га тўлдирувчи бурчакдир, яъни

$$z = 90^0 - \nu, \quad (19.9)$$

бу ерда z — зенит масофа.

$T2$ теодолитида ўлчанган зенит масофалар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади

$$\left. \begin{aligned} Z &= DЧ - M_z, \\ Z &= M_z - D\check{Y}, \end{aligned} \right\} \quad (19.10)$$

бу ерда M_z - вертикал доира зенит ўрни бўлиб у қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$M_z = \frac{1}{2}(DЧ + D\check{Y} - 360^0). \quad (19.11)$$

Зарурият бўлганда M_z қийматига 360^0 қўшиб олинади.

Барча ўлчашлар натижаси берилган зенит масофаларни ўлчаш журнаliga, 19.4-жадвал ёзилади ва у далада ишлаб чиқилади.

Зенит масофаларни ўлчаш журналли

Пункт: *D*

Ҳаво: *булутли*

Сана: *10.06.2016 й.*

Кўриш: *қониқарли*

Вақт: 8^{00}

Шамол: *енгил шабада*

Теодолит: *T2№1501*

Тасвир: *устувор*

19.4-жадвал

| Қабул № | Ўйналиш номи, каратиш жойи | Вертикал доира | Вертикал доира саноклари | | Ўртача | Зенит ўрни | Зенит масофа |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------|-------------------------|------------|--------------|
| | | | 1 | 2 | | | |
| 1 | <i>A</i> Визир цилиндир (в.ц.) | <i>DЧ</i> <i>D\check{Y}</i> | 90°02'09" 269°57'58" | 10" 59" | 90°02'10" 269°57'58" | 0°00'04" | 90°02'06" |
| | <i>C</i> в.ц. | <i>DЧ</i> <i>D\check{Y}</i> | 89°46'15" 270°13'59" | 14" 59" | 89°46'14" 270°13'59" | 0°00'06" | 89°46'08" |
| | <i>B</i> в.ц. | <i>DЧ</i> <i>D\check{Y}</i> | 89°51'14" 270°09'04" | 13" 03" | 89°51'14" 270°09'04" | 0°00'09" | 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.

Зинит масофан ўлчаш энг фойдали вақти бўлиб рефракция таъсири энг кичик, кузатилаётган предметлар тасвири тинч ёки энгил тебранма, кузатиш мўлжали кўриниш яхши ёки қониқарли бўлган вақт ҳисобланади. Кўп йиллик кузатишлар тажирбаси кўрсатишича зенит масофаларни ўлчаш фойдали вақти эрталаб соат 8 дан кеч 18 гача, визирлаш мўлжали тасвирини етарлича аниқ бўлган даври ҳисобланади.

Энг ишончли кузатишлар қониқарли кўринишда, энгил шамол эсиб 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: *2T5KII*
 Сана: *10.06.2016 й.*
 Вақит: 8^{00}

Пункт: *“Жар”*
 Ҳаво: *очиқ, энгил шабада, булутли,*
 Тасвир: *аниқ ва устувор*

19.5-жадвал

| Кузатилган пунктлар | Қаратиш жойи | Вертикал доира саноклари | | Нўл ўрни | Вертикал бурчак |
|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | <i>DЧ</i> | <i>DЎ</i> | | |
| “Тепа” пирамида | визир цилиндри учи | $-3^{\circ}59'36''$ | $+3^{\circ}59'32''$ | $0^{\circ}00'02''$ | $-3^{\circ}59'38''$ |
| “Буолқ” вежа | вежа учи | $+1^{\circ}10'24''$ | $-1^{\circ}10'14''$ | $0^{\circ}00'05''$ | $1^{\circ}10'19''$ |
| “Кўприк” перамида | визир цилиндри учи | $+2^{\circ}12'31''$ | $-2^{\circ}12'39''$ | $-0^{\circ}00'04''$ | $2^{\circ}12'27''$ |

Қабуллар орасида *HЎ* ва вертикал бурчак қийматларни ўзгариши *T5* теодолити учун $\pm 20''$ дан ошмаслиги керак.

Вертикал бурчакни қуйидаги формулалардан ҳисоблаб топилади

$$\left. \begin{aligned} v &= DЧ - HЎ \\ v &= HЎ - DЎ, \end{aligned} \right\} \quad (19.12)$$

бу ерда $H\check{Y}$ -вертикал доира нўл ўрни бўлиб қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

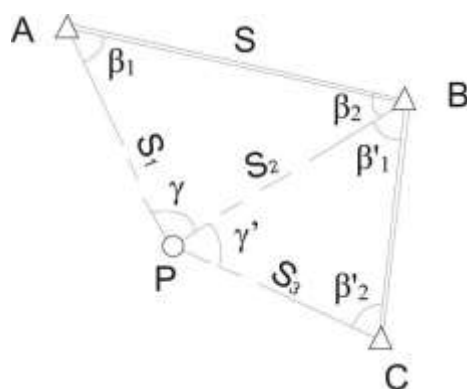
$$H\check{Y} = \frac{D\check{Y} + D\check{Y}}{2}. \quad (19.13)$$

19.5. Қўшимча пунктларни аниқлаш

Ушбу мақсадда қўшимча пунктларни қуриб жойда мавжуд геодезик тармоқ пунктлари зичлаштирилади. Қўшимча пунктлар тўғри, тескари, комбинациялашган ва чизиқли кестирмалар усулларида, агарда 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 ва β_2 ўлчанади (19.6-расм).

Аниқланган координаталар тўғрилигини назорат қилиш учун қўшимча β'_1 ва учинчи бошланғич пунктда C да туриб β'_2 бурчак ўлчаниши керак.



19.6- расм

Аниқланадиган пунктга қараб йўналишлар орасидаги бурчаклар (γ ва γ') 150° катта ва 30° 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- расм) учбурчакдан P координаталарини топиш учун Юнг формуласини қўллаш қулайроқ. Юнг формуласини қуйидагича чиқариш мумкин. $AB = S$, $AP = S_1$ ва $\angle APB = \gamma$ бўлсин. ABP 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

$$\Delta x_{AP} = S_1 \cos(\angle APB) \quad (19.15)$$

Юқоридаги (19.14) формулани назарда тутиб, ҳамда 19.6-расмдан

$$\angle APB = (\angle A) + \beta_1 \text{ ва } \gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$$

бўлишини эътиборга олиб ёзиш мумкин

$$\Delta x_{AP} = \frac{S \cdot \cos[(\angle A) + \beta_1] \sin \beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}. \quad (19.16)$$

Булардан ташқари

$$\Delta x_{AP} = x - x_A;$$

$$S \cdot \cos(\angle A) = x_B - x_A;$$

$$S \cdot \sin(\angle A) = y_B - y_A;$$

эканини ҳисобга олиб (19.6) ни қуйидагича ёзса бўлади

$$x - x_A = \frac{(x_B - x_A) \cdot \cos \beta_1 \sin \beta_2 + (y_B - y_A) \cdot \sin \beta_1 \sin \beta_2}{\sin \beta_1 \cos \beta_2 + \cos \beta_1 \sin \beta_2}.$$

Ушбу каср сурати ва махражиини кўпайтма $\sin \beta_1 \cdot \sin \beta_2$ га бўлиб топамиз

$$x - x_A = \frac{(x_B - x_A) \cdot \operatorname{ctg} \beta_1 + (y_B - y_A)}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}. \quad (19.17)$$

Худди шунга ўхшаш топамиз

$$y - y_A = \frac{(y_B - y_A) \operatorname{ctg} \beta_1 - (x_B - x_A)}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}. \quad (19.18)$$

Юқоридаги (19.17) ва (19.18) формулалар Юнг формулаларисидир. Худди шунга ўхшаш $PB = S_2$ масофа учун тегишли координаталар орттирмалари учун Юнг формулаларини ёзиш мумкин

$$x - x_B = \frac{(x_A - x_B) \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 - (y_A - y_B)}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}, \quad (19.19)$$

$$y - y_B = \frac{(y_A - y_B) \operatorname{ctg} \beta_2 + (x_A - x_B)}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}. \quad (19.20)$$

Юқоридаги (19.17; 19.18) ва (19.19; 19.20) формулалар бўйича орттирмаларни ҳисоблаб P пункти координаталарни икки мартаба олиш мумкин

$$x = x_A + \Delta x_{AP} = x_B + \Delta x_{BP}; \quad y = y_A + \Delta y_{AP} = y_B + \Delta y_{BP}. \quad (19.21)$$

Юқоридаги (19.17) ва (19.18) формулалардаги x_A ва y_A ни баробарликлар ўнг томонига ўтказиб, кейин ҳар бир бу қисмларни умумий махражга келтириб координаталар учун Юнг формуласини ёзамиз

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{x_A \operatorname{ctg} \beta_2 - y_A + x_B \operatorname{ctg} \beta_1 + y_B}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}, \\ y &= \frac{y_A \operatorname{ctg} \beta_2 + x_A + y_B \operatorname{ctg} \beta_1 - x_B}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}. \end{aligned} \right\} \quad (19.22)$$

Номалум P пунктини ҳисобланган координаталари қиймати тўғри-лигини текшириш учун координаталар иккинчи учбурчак BPC дан ҳам (19.22) формула бўйича ҳисоблаб чиқилади.

Ҳар иккала ҳисоблашларда олинган P пунктини абцисса ва ордината қийматларининг фарқи қуйидаги 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 (А ва В) ва (В ва С) дан ҳисоблаб топилган координаталари қийматлари ўрта квадратик хатоси. Улар қуйидагича топилади

$$M_1 = \frac{m_\beta}{\rho'' \sin \gamma} \sqrt{s_1^2 + s_2^2}, \quad (19.25)$$

$$M_2 = \frac{m_\beta}{\rho'' \sin \gamma'} \sqrt{s_2^2 + s_3^2}. \quad (19.26)$$

Агарда (19.23) шарт бажарилса топилган координаталар иккита қийматдан ўртачаси олиб ёзилади. Номалум пункт P координаталарини (19.22) формулалар орқали ҳисоблашни 19.6- жадвалда олинган мисолни ечиб кўрсатилган.

19.6-жадвал

| Пунктлар номи | β_1 | X | $ctg \beta_1$ | Y |
|------------------|-----------|------------|-----------------------------|----------|
| | β_2 | | $ctg \beta_2$ | |
| | γ | | $ctg \beta_1 + ctg \beta_2$ | |
| А | 54°59'34" | 411 371,17 | +0.255821 | 8 552,42 |
| В | 75 39 01 | 9 946,57 | +0.700395 | 7 696,97 |
| Р | 49 21 25 | 9433,08 | +0.956216 | 9 415,67 |
| В(А) | 47°37'40" | 9 946,57 | +1.202014 | 7 696,97 |
| С(В) | 39 45 30 | 7 423,20 | +0.912503 | 8 913,89 |
| Р | 92 37 20 | 9 433,14 | +2.114517 | 9 415,48 |
| Р | ўртача | 9 433,11 | | 9 415,58 |

Жадвалда икки мартаба ҳисоблаб топилган P пунктининг координаталари қийматлари арқларини (19.23) тенгсизликни қаноатлантиришини текширамыз

$$r = 0,09 \text{ м}$$

(19.25) ва (19.26) формулалардан топамиз

$$M_1 = 0,09 \text{ м}$$

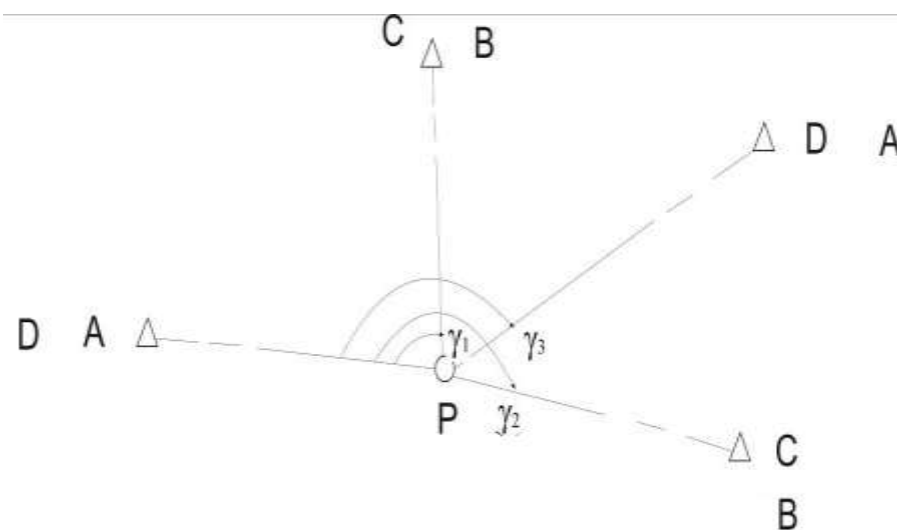
$$M_2 = 0,07 \text{ м}$$

(19.24) формуладан

$$M = \sqrt{(0.09)^2 + (0.07)^2} = 0.11 \text{ м ёки } 3 M = 0.33 \text{ м}$$

Ниҳоят (19.23) тенгсизлик учун ёзамиз $0.09 < 0.33$ яъни фарқлар йўл қўярли экан.

Тескари кестирма. Тескари кестирмада номаълум пунктни ўрнини урта бошланғич пунктлар A , B ва C координаталари ҳамда аниқланадиган пунктда ўлчанган иккита бурчаклар γ_1 ва γ_2 ёрдамида топилади. Масалани тўғри ечилганини текшириш учун ўша номаълум пунктда тўртинчи бошланғич пункт D қараб яна битта бурчак γ_3 ўлчаниши керак бўлади. (19.7-расм)



19.7-расм

Масалани ечишни 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.

Қуйидаги белгиларни киритамиз

$$(AP) = \alpha_1, (BP) = \alpha_2, (CP) = \alpha_3, \text{ctg } \gamma_1 = a, \text{ctg } \gamma_2 = b.$$

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 формулалари исботини келтириб ўтирмай, уларни яккуний кўринишда келтирамиз

$$\left. \begin{aligned} 1. a &= ctg\gamma_1; \quad b = ctg\gamma_2; \\ 2. x'_B &= x_B - x_A; \quad y'_B = y_B - y_A; \quad x'_C = x_C - x_A; \quad y'_C = y_C - y_A; \\ 3. K_1 &= ay'_B - x'_B; \quad K_2 = ax'_B + y'_B; \quad K_3 = by'_C - x'_C; \quad K_4 = bx'_C + y'_C \\ 4. C &= \frac{K_2 - K_4}{K_1 - K_3} = ctg(AP); \\ 5. y' = \Delta y &= \frac{K_2 - CK_1}{C^2 + 1} = \frac{K_4 - CK_3}{C^2 + 1}; \quad x' = \Delta x = C\Delta y; \\ 6. y &= y_A + \Delta y; \quad x = x_A + \Delta x; \\ 7. ctg(PD) &= \frac{x_D - x_P}{y_D - y_P}. \end{aligned} \right\} \quad (19,27)$$

Қуйидаги 19.7-жадвалда юқоридаги формулалардан фойдаланиб тескари кестирмани аниқ мисол асосида кчиб келтирилган.

19.7-жадвал

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|---------|--------|---------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| γ_1 | 15°28'21" | x_B | 3700,0 | y_B | 2500,00 | K_1 | +572,71 | K_2 | +1034.6 2 |
| a | 3,612623 | x'_B | +225,25 | y'_B | +220,88 | K_3 | -572,46 | K_4 | +253.24 |
| γ_2 | 97°02'05" | x_C | 4007,84 | y_C | 2598,14 | $K_1 - K_3$ | +1145,1 7 | $K_2 - K_4$ | +781.38 |
| b | -0,123396 | x'_C | +533,09 | y'_C | +319,02 | $C = ctg(AP)$ | 0.68232 7 | $K_2 - CK_1$ | +643.84 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------|---------|-------------|---------|-----------|----------------|--------------|------------|
| | | x_A | 3474,75 | y_A | 2279,12 | $C^2 + 1$ | 1.46557 0 | $K_4 - CK_3$ | +643.84 |
| | | Δx | +299,75 | Δy | +439,31 | | | | |
| | | x_P | 3774,50 | y_P | 2718,43 | | | | |
| Назорат ҳисоблаш | | | | | | | | | |
| $\gamma_3^{\text{ўлч}}$ | 29°27'19" | x_D | 3724.55 | y_D | 2130.23 | | | (AP) | 265°08'46' |
| $\gamma_3^{\text{хис}}$ | 29°27'10" | $x_D - x_P$ | -49.95 | $y_D - y_P$ | -558.20 | $tg(AP)$ | +11.775 775 | (PD) | 235°41'36' |

Номаълум пункт P ҳисобланган координатлари x_P ва y_P тўғри-лигини назорати учун, улар билан бошланғич пункт D координатлари 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. Уларни фарқи қуйидаги талабни қаноатлантириши керак.

$$|\gamma_3^{\text{хис}} - \gamma_3^{\text{ўлч}}| < 6m_\beta \quad (19.28)$$

бу ерда m_β бурчак (γ_1, γ_2 , ва γ_3) ларни ўлчаш ўрта квадратик хатоси. Юқоридаги 32-жадвалдаги $\gamma_3^{\text{хис}}$ ва $\gamma_3^{\text{ўлч}}$ қийматларини олиб ҳисоблаймиз $|29^\circ 27' 10'' - 29^\circ 27' 19''| < 6, 5''$, ёки $10'' < 30''$, демак ишлар хатоси йўл куярли. $T5$ теодолитида ўлчанган бурчаклар учун $m_\beta = 5''$. 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 олинади ва алидадани бўшатиб труба координатлари номаълум пунктга қаратилса дисплей уни координатлари тайёр кўринади.

Назорат саволлари

- 1. Зичлаш 1 ва 2-разряд триангуляциясининг техник кўрсаткичлари 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 йўналиш (бурчак)ларни ўлчашни тушунтриб бериг ?*
- 5. Алохида қабулда ўлчанган хар бир йўналишининг ўрта квадратик хатоси қандай формула бўйича ҳисобланади ?*
- 6. Редукция элементлари деб нимага аталади ?*
- 7. Келтириш элементларини аниқлашни қандай усуллари мавжуд ?*
- 8. Мавжуд геодезик тармоқ пунктлари фойдаланиб, қандай қўшимча пунктларни аниқлаш усуллари мавжуд ?*

ЗИЧЛАШ ТРИАНГУЛЯЦИЯСИ ТАРМОҚЛАРИНИ МАТЕМАТИК

ИШЛАБ ЧИҚИШ

20.1. Дастлабки ҳисоблашлар

Геодезик тармоқларни қуришда ўлчашлар сони одатда зарурий ўлчашлар сонидан ортиқроқни ташкил этади. Керакли сондан ортиқча бажарилган ўлчашларга ортиқча ўлчашлар деб аталади. 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 ифодаланadi. 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 чиқишни мақсади боғланмасликларни ҳисоблаб, уларни бартараф этиш, аниқланадиган қийматларни топиш ва улар аниқлигини баҳолашдан иборат. Геодезик тармоқда ўлчашларни математик ишлаб чиқишда ҳисоблаш ишларини иккига қисмга бўлиш мумкин: дастлабки ҳисоблашлар ва якуний ҳисоблашлар.

Дастлабки ҳисоблашларни мақсади дала ўлчаш журналларини тўлдириш 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 тўлалигини камерал текшириб ҳар бир пункт учун 20.1 жадвалда келтирилган маълумотлар тузилади.

20.1- жадвал

| Асбоб ўрнатилган пункт | Келтириш элементлари | Йўналишлар номи | Ўлчанган йўналишлар |
|------------------------------|--|--------------------|------------------------|
| D | $e = 0.030$ м | A | $0^{\circ}00'0''$ |
| | $e_1 = 0.035$ $\theta = 175^{\circ}$ - A пунктига | C | $28^{\circ}31.3$ |
| | $\theta_1 = 30^{\circ}$ - A пунктига | B | $61^{\circ}12.2$ |

Жадвалдаги e , e_1 ва θ , θ_1 қийматлари далада тузилган марказлаш варағидан, йўналишлар қиймати учун эса қабулларда ўлчанган йўналишлар ўртача қиймати олинади.

Марказлаш ва редукция учун тузатмаларни ҳисоблаш учун тармоқ учбурчакларини дастлабки ечиш талаб қилинади. Бу иш битта пункт мисолида. 20.2- жадвалда ечиб келтирилган.

20.2-жадвал

| Учбур- чак | Пункт- лар номи | Бурчак- лар номери | Бурчаклар қиймати | Бурчак- лар синус- лари | 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 яхлит минут, 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 учбурчакларни қолган томонлари ҳисобланади

$$\frac{b}{\sin D} = \frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C} = D_1. \quad (20.1)$$

Тармоқдаги DAB учбурчак учун топамиз

$$D_1 = \frac{b}{\sin(1+8)} = \frac{1850.00}{\sin 61^{\circ}12'} = 2112\text{м.}$$

Учбурчакни қолган томонлари узунлиги (20.1) формуладан қуйдагиларга 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 ҳисобланган

$b = D_1 \sin(1+8) = 2112 \cdot 0,876 = 1850.00\text{м}$ қиматни базис томонни ўлчанган қиймати билан тенг чиқиши 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 тузатмалар 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, 19.5а-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 паралел бўлган DB' йўналишини ўтказамиз. 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 нуқталари 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:

$$\frac{e}{S} = \frac{\text{Sinc}}{\text{Sin}[(M + \theta) - 360^{\circ}]} \quad (20.2)$$

Бурчак c'' жуда кичик бўлгани учун ўлчанган йўналишга теодолитни марказлаш хатоси учун тузатмани ҳисоблаш формуласини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$c'' = \frac{e \sin(M + \theta)}{S} \rho'' \quad (20.3)$$

Визирлаш нишони V проекциясини D пункт маркази устида жойлашмагани сабабли B пунктда ўлчанган йўналиш BV қийматини, 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 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, балким у билан туташмайдиган V визирлаш нишонига бажарилади.

Юқоридаги (20.3) ва (20.4) формулалар бўйича D пунктдан кузатилган йўналишлар учун ҳисобланган тузатмалар 20.3- жадвалда берилган.

20.3-жадвал

| Белгилар | D пунктдан | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Қуйидаги пунктларга | | |
| | A | C | B |
| M | 0 ⁰⁰ ' | 28 ⁰³¹ ' | 61 ⁰¹² ' |
| S | 1871 | 2854 | 2040 |
| e | 0.030 | | |
| θ | 175 ⁰⁰⁰ ' | | |
| $M + \theta$ | 175 ⁰⁰⁰ ' | 203 ⁰³¹ I | 236 ⁰¹² I |
| $\sin(M + \theta)$ | 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" |

Ҳисоблаб топилган тузатмаларни 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 номери $(c+r)_0, (c+r)_i + \dots$.

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 | Пунктларга йўналишлар | Ўлчанган йўналишлар | Тузатмалар | | | | Пунктлар марказига келтирилган йўналишлар |
|------------|-----------------------|---------------------|------------|-------|-----------|---------------------|---|
| | | | c_i | r_i | $(c+r)_i$ | $(c+r)_i - (c+r)_0$ | |
| D | A | 0°00'00" | +0.3" | +1.9" | +2.2" | 00'00" | 00°00'00" |
| | C | 28°31'18" | -0.8" | +2.1" | +1.3" | -0.9" | 28°31'17" |
| | B | 61°12'12" | -2.5" | +3.5" | +1.0" | -1.2" | 61°12'11" |

Навбатда тармоқ чизмаси тузилиб унга пунктлар марказига келтирилган йўналишлар ва улар орқали ҳисоблаб топилган бурчаклар чизмада ёзиб қўйилади. Хар бир учбурчакда бурчаклар хатоси ҳисобланади ва уни чекли қиймати қуйдагича топилади

$$\omega_{\text{чек}} = 2.5m_\beta \sqrt{3}, \quad (20.6)$$

бу ерда m_β -бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси, 2 разряд триангуляция учун $m_\beta = 10''$.

Учбурчаклардаги боғланмасликлар бўйича алоҳида бурчакни ўрта квадратик хатосини қуйидаги 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 ўтамыз:

- 1) дала журналларида бажарилган ҳисоблаш ишлари ва марказлаш варақларини тузиш тўғрилигини текшириш;
- 2) ўлчанган йўналишлар йиғма ведомастини тузиш;
- 3) учбурчакларни дастлабки ечиш;
- 4) марказлаш ва редукция учун тузатмаларни ҳисоблаш;
- 5) йўналишларни пунктлар марказига келтирилган қиймат-ларини ҳисоблаш;
- 6) тармоқ чизмасини тузиб унда ҳисоблаб топилган бурчак-ларни ёзиб келтириш;
- 7) учбурчакларда бурчаклар хатосини ҳисоблаш ва уларни 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 бошланғич маълумотлар (пунктлар координаталари, томонлар дирекцион бурчаклари ва томон узунлиги) мавжудлигидан келиб чиқади. Бошланғич маълумотлари элементлари мавжудлигидан ҳеч бўлмаганда битта шартга эга бўлган геодезик тармоқ

эркин эмас тармоқ дейилади. Агарда бундай шартга эга бўлмаса унга эркин тармоқ дейилади. Тармоқни бошланғич элементлари одатда хатосиз деб ҳисобланиб, уларни тузатишга эҳтиёж йўқ саналади. Ҳар бир шартга тузатмаларни битта шартли тенгلامаси тўғри келади.

Турли типдаги тармоқларга турлича шартли тенгламалар мос келади, айрим шартли тенгламалар бир нечта тур тармоқларга мос келиши мумкин.

Тенглаштиришни қатъий ва соддалаштирилган усуллари мавжуд. Қатъий усул асосан давлат тармоқлари ва 1 разряд тармоқларини тенглаштиришга мўлжалланган. Соддалаштирилган тенглаштириш усули 2 разряд тармоқларида қўлланилади. Соддалаштирилган усулда ҳам ўлчашлар натижаларига тузатмаларни ҳисоблаш формулаларини чиқаришда қатъий усул аппаратларидан бири-кореллата усулида тенглаштириш қўлланилади. Бу усул параметрлик тенглаштириш усули қаторида энг кичик квадратлар методида тенглаштиришни асосий бир усули ҳисобланади. Энг кичик квадратлар методида тенглаштиришнинг асосий принципи, ўлчанган натижаларга шундай $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$, тузатмалар тизими аниқлансинки, бунда $[v^2] = \min$, агар ўлчашлар тенг аниқ бажарилган бўлса, $[Pv^2] = \min$ - тенг аниқ эмас ўлчашлар бўлса.

Коррелаталар усулида тенглаштириш моҳияти қуйдагилардан иборат.

Фараз қилайлик тенглаштириладиган геодезик тармоққа тузатмалар мустақил шартли тенгламаларини тўла системаси тўғри келсин

$$\left. \begin{aligned}
 a_1v_1 + a_2v_2 + \dots + a_nv_n + \omega_1 &= 0, \\
 b_1v_1 + b_2v_2 + \dots + b_nv_n + \omega_2 &= 0, \\
 \dots\dots\dots & \\
 \dots\dots\dots & \\
 r_1v_1 + r_2v_2 + \dots + r_nv_n + \omega_r &= 0.
 \end{aligned} \right\} \quad (20.8)$$

Бу ерда a_i, b_i, \dots, r_i - коэффицентлар,

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_r$ - тенгламалар озод ҳадлари ($r_i < n$).

Юқоридаги ишартли тенгламаларни қискартириб қуйидагича ёзиш мумкин

$$\left. \begin{aligned} [av] + \omega_1 &= 0, \\ [bv] + \omega_2 &= 0, \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ [rv] + \omega_r &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (20.9)$$

(20.9) тенгламани кўзда тутиб тенг аниқ ўлчашлар натижалари $[v^2] = \min$ принципага асосан тузатмалар ҳисоблаш масаласини кўриб чиқамиз. Масала Лагранж кўпайтмалари ёрдамида ечилади. Бунинг учун Лагранжни қуйидаги функцияси тузилади

$$F = [v^2] - 2K_1([av] + \omega_1) - 2K_2([bv] + \omega_2) - \dots - 2K_r([rv] + \omega_r). \quad (20.10)$$

Кейин ушбу функция экстремумига тадқиққилинади, бунинг учун уни хусусий ҳосилалари аниқланиб нўлга тенглаштирилади ва тузатмалар учун қуйидагини ёзиш мумкин

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= a_1K_1 + b_1K_2 + \dots + r_1K_r, \\ v_2 &= a_2K_1 + b_2K_2 + \dots + r_2K_r, \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ v_n &= a_nK_1 + b_nK_2 + \dots + r_nK_r. \end{aligned} \right\} \quad (20.11)$$

Ушбу тенгликларга тузатмаларни коррелатали тенгламалари дейилади.

Тузатмалар (20.11) ифодасини (20.8) шартли тенгламаларга қўйиб ўхшаш ҳадларни умумийга келтириб коррелаталарни нормалтенгламалари системаси олинади

$$\left. \begin{aligned} [aa]K_1 + [ab]K_2 + \dots + [ar]K_r + \omega_1 &= 0, \\ [ab]K_1 + [bb]K_2 + \dots + [br]K_r + \omega_2 &= 0, \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ [ar]K_1 + [br]K_2 + \dots + [rr]K_r + \omega_r &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (20.12)$$

Нормал тенгламалар системасида квадратли коэффициентлар $[aa]$, $[bb]$, ..., $[rr]$ системани бош диагонали деб аталадиган диагонал бўйича жойлашади. Қолганлари-ноквадратли коэффициентлар, бош диаганалга нисбатан симметрик жойлашганлари, ўзаро тенг.

Номальум 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.

Агарда 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 бита коррелаталар нормал тенгламаси тўғри келади

$$[aa]K + \omega = 0, \quad (20.14)$$

бундан

$$K = \frac{\omega}{[aa]} = 0. \quad (20.15)$$

Бу ҳолда тузатмаларни коррелаталар тенгламалари қуйидагича бўлади

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = a_1 K, \\ v_2 = a_2 K, \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ v_n = a_n K. \end{array} \right\} \quad (20.16)$$

Масалан, учбурчакни иккита учлари координаталари ва ўлчанган учта бурчаклари орқали бита учининг координаталари аниқланиши керак бўлса бундай учбурчакдан иборат тармоқда ўлчанган учбурчак бурчаклари учун тузатмалар шартли тенгламасини уни 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.

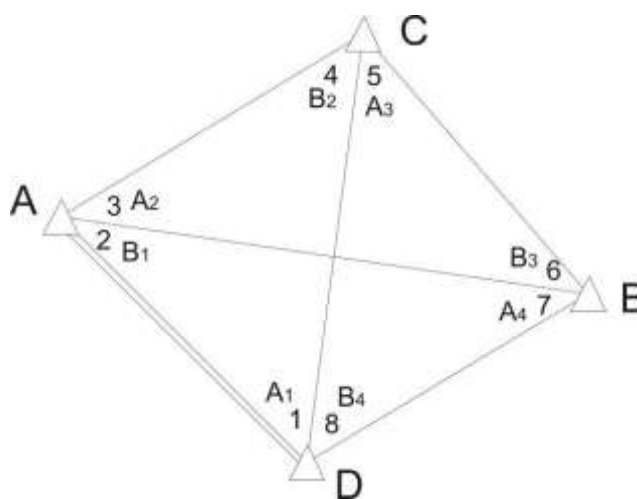
20.3. Триангуляция тармоқларини содда усулда тенглаштириш

Содда усулда тенглаштиришни триангуляцияни содда тармоқлари мисолида кўриб чиқамиз. Бундай тармоқларда шартли тенгламалар икки ёки учта гуруҳларга бўлиниши мумкинки-биринчи гуруҳда коэффициентлари ± 1 , иккинчи гуруҳда коэффициентлари $\pm \delta_i$ бўлган, учинчи гуруҳда координаталар иккита шартли тенгламалари (агарда тармоқда мавжуд бўлса) бўлсин.

Содда геодезик тармоқларга геодезик тўртбурчак, марказий система ва бошқалар киради.

Қуйида геодезик тўртбурчак шаклидаги 2 -разряд триангуляция тармоғини содда усулда тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Геодезик тўртбурчак. Геодезик тўртбурчак дейилади, агарда унда барча саккизта бурчаклари ўлчаб чиқилган бўлса (20.1-расм).



20.1.-расм

Геодезик тўртбурчакда тўртта мустақил шартлар: шакл (тўртбурчак) шарти, қарама-қарши иккита учбурчаклар бурчаклари йиғиндиларини ўзаро тенглиги шарти ва қутб шарти тўғри келади. Шакл шартига кўра тўртбурчакни саккиста 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 бурчакларни 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 ҳади.

Қарама-қарши учбурчаклар бурчаклар йиғиндиларини ўзаро тенглиги шарти қуйдагидан 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 қуйдагича 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 шарти тенгламаси. 20.1-шаклда А пунктни қутб деб қабул қилиб тўрт бурчак томонлари нисбати орқали қутб шартини қуйдагича 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 логорифмасини 1" га ўзгариши орқали шартли тенглама ифодаланса қуйдаги 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

$$\Sigma_1 = \sum_{i=1}^4 \lg \sin A_i, \quad \Sigma_2 = \sum_{i=1}^4 \lg \sin B_i.$$

Тенглама озод ҳадининг (ω_k) қиймати ушбу формуладан ҳисобланадиган чекдан ошмаслиги керак

$$\omega_{k(\text{чекли})} = 2.5m\sqrt{[\delta^2]}, \quad (20.23)$$

бу ерда m - бурчак ўлчашни ўрта квадратик хатоси;

δ - бурчакни 1" га ошганида бурчак синуси логарифмасини ортирмаси.

Геодезик тўртбурчакда шартли тенгламаларни икки гуруҳга бўлиш мумкин.

Биринчи гуруҳга шакл шартли тенгламаси (20.18) ва қарама-қарши учбурчаклари йиғиндиларни ўзаро тенглиги шартли тенгламаси (20.20).

Ушбу шартли тенгламаларни корреллаталар усулида тенглаштириш аппаратини қўллаб дастлабки тузатмалар топилади.

Бу ҳисоблашда шартли тенгламалар коэффицентлари (a, b, c) қийматларидан фойдаланиб корреллаталар нормал тенгламаларини коэффицентлари топилади

$$\left. \begin{aligned} [aa] &= 8, [ab] = 0, [ac] = 0, \\ [bb] &= 4, [bc] = 0, \\ [cc] &= 4 \end{aligned} \right\} \quad (20.24)$$

Корреллаталар 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 тузатмаларни қуйидаги формулалари олинади

$$\left. \begin{aligned} (A_1)' &= (B_1)' = -\frac{\omega_1}{8} - \frac{\omega_2}{4}, \\ (A_2)' &= (B_2)' = -\frac{\omega_1}{8} - \frac{\omega_3}{4}, \\ (A_3)' &= (B_3)' = -\frac{\omega_1}{8} + \frac{\omega_2}{4}, \\ (A_4)' &= (B_4)' = -\frac{\omega_1}{8} + \frac{\omega_3}{4}. \end{aligned} \right\} \quad (20.26)$$

Юқоридаги формула (20.26) лардан кўринишича дастлабки тузатмалар икки қисмдан ташкил топади. Биринчи қисмни биринчи тузатмалар, иккинчисини-иккинчи тузатмалар деб номлаймиз.

(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.

Бурчакларни дастлабки тузатмалар билан тузатиб улар орқали кутб шартли тенгламаси озод ҳадини ҳисоблашга ўтилади

$$\omega'_k = \Sigma_1 - \Sigma_2,$$

бу ерда

$$\Sigma_1 = \sum_{i=1}^4 l g \sin A'_i; \quad \Sigma_2 = \sum_{i=1}^4 l g \sin B'_i,$$

A'_i ва B'_i -дастлабки тузатилган бурчаклар.

Навбатда бурчаклар иккиламчи тузатмаларини куйидаги шартли тенгламадан топилади

$$\sum_{i=1}^4 \delta_{A_i} (A_i)'' - \sum_{i=4}^4 \delta_{B_i} (B_i)'' + \omega'_k = 0, \quad (20.29)$$

бунда кўшимча куйидаги шарт кўйилади

$$(A_i)'' = -(B_i)''.$$

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) коррелаталар нормал тенгламаси 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) кўра иккиламчи тузатмалар куйдагига тенг бўлади

$$(A_i)'' = -(B_i)'' = K_k (\delta_{A_i} + \delta_{B_i}). \quad (20.33)$$

Шундай қилиб дастлабки ва иккиламчи тузатмалар йиғиндиси бурчакларни тўла тузатмаларини беради. Тўла тузатмаларни ўлчанган бурчакларга киритиб уларни тенглаштирилган қийматлари топилади. Ҳисоблашлар назорати бўлиб тармоқ учбурчакларида тенглаштирилган бурчаклар йиғиндиси аниқ 180° га тенг бўлиши хизмат қилади. Геозедик тўртбурчакдан иборат (20.1-расм) 2 разряд триангуляция тармоғида ўлчанган бурчакларни содда усулда тенглаштиришни кўриб чиқамиз.

Бошланғич маълумотлар А пунктнинг кординаталари $x_D = 2700.00$, $y_D = 3600.00$, базис узунлиги $b = 1850.00$ м, уни дирекцион бурчаги $\alpha_{DA} = 140^\circ 30' 00''$. Ҳисоблашлар куйидаги 20.5-жадвалларда бажарилади.

20.5-жадвал

| Бурчак-лар номери | Келтирил-ган бурчаклар | Дастлапки тузатмалар | | | Дастлабк тузатилган бурчаклар | Иккилам- чи тузатмала р (i)'' | Тенглаштирил- ган 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" |

$$\omega_1 = +08'' \quad \omega_2 = (1+2) - (5+6) = -4'', \quad \omega_3 = (3+4) - (7+8) = -4''.$$

20.6-жадвал

| Бурчаклар номери | Дастлабк тузатил- ган бурчак-лар синус-лари логарифма си | δ_{A_i} | Бурчаклар номери | Дастлабк и тузатил- ган бурчак- лар синус- лари логарифм аси | δ_{B_i} | $\delta_{A_i} + \delta_{B_i}$ | $(\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2$ | Иккиламчи тузатмалар | | Назорат (A _i)''(δ _{A_i} + δ _{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 |
| | Σ ₁ = 9.048141 | | | Σ ₂ = 9.048121 | | | Σ = 151.26 | | | Σ = -20.5 |

$$\omega_x = \Sigma_1 - \Sigma_2 = 9.048141 - 9.048121 = +20 \text{ логорифма б - ҳади}$$

$$\omega_{x(\text{чекли})} = 2.5 \cdot m \sqrt{[\delta^2]} = 2.5 \cdot \sqrt{89} = 235 \text{ логорифма б - ҳади}$$

$$K = -\frac{\omega_{\kappa}}{(\delta_{A_i} + \delta_{B_i})^2} = -\frac{20}{151.26} = -0.132$$

назорат:

$$\sum_{i=1}^4 (A_i)''(\delta_{A_i} + \delta_{B_i}) = \omega_{\kappa}; \quad -20.5 \approx +20$$

Тенглаштирилган бурчаклардан фойдаланиб тармоқ учбурчаклари якуний ечиб чиқилади (20.7-жадвал).

20.7-жадвал

| Учбурчаклар бурчаклари номери | Тенглаштирилган бурчаклар | Тенглаштирилган бурчаклар 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 томонлари дирекцион бурчаклари, кейин уларни координаталар ортирмалари ва ниҳоят тармоқдаги номаълум пунктлар координаталари ҳисобланади (20.8-жадвал).

20.8-жадвал

| Белгилар | 1.D 2.A | 1.A 2.C | 1.C 2.B | 1.И 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 | 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. Трангуляция 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 коэффиценти бўлиб, уни $K = 0.14$ деб олинади.

(20.34) формулани қисқартириб қуйдагича 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, $i = 1.46 \text{ м}$ | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|---------|-------|-------|------|-------|-------|
| 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 |

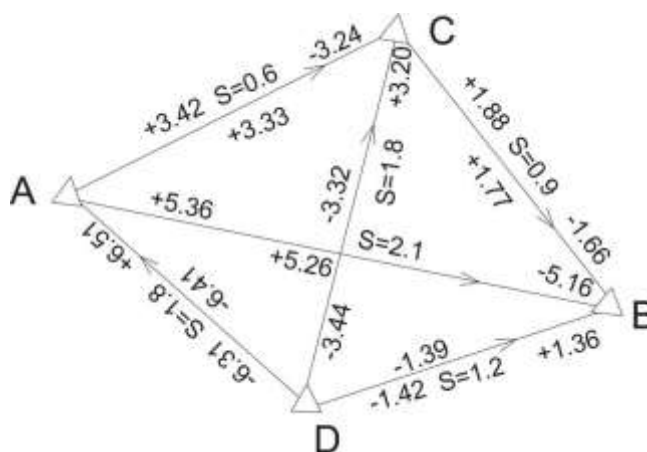
Тармоқдаги барча пунктларга тўғри ва тескари йўналишлар бўйича ўлчанган зенит масофалар орқали нисбий баландликлар юқоридаги жадвалда келтирилгандай ҳисоблаб чиқилгандан сўнг, ҳар бир томонни тўғри ва тескари нисбий баландликлари солиштириб чиқилади.

Улар фарқи томонлар узунлиги $S < 1 \text{ км}$ 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 уни нўлдан фарқи хатолик топилади. Ушбу хатолик қуйидаги чекдан 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 уларни 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 $h_{da}, h_{dc}, h_{db}, h_{ac}, h_{ca}$ ва h_{cb} (20.2-расм) билан ва улар вазнлари $P_{da}, P_{dc}, P_{db} \dots$ 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 яқинланишда ҳисоблаб чиқилади. Олинган мисолда бошланғич D пункти билан боғланган A пункти баландлигини ҳисоблашдан бошлаймиз

$$H'_A = H_D + h_{da}.$$

Кейин C пункти вазни арифметик ўрта баландлигини H'_A дан фойдаланиб 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 баландлигини ҳисоблаб чиқилгандан кейин иккинчи яқинлашишда ҳисоблашга ўтилади ва ҳоказо. Ҳисоблашлар токи иккита охириги яқинланишлардан олинган пункт

баландлиги бир-бирига тенг чиккунча давом этирилади. Олинган мисол учун вазнлар куйидагича ҳисобланади

$$P = \frac{1}{S},$$

келтирилган вазн $P'_i = \frac{P_i}{\sum P_i}$

Битта пунктнинг тенглаштирилган баландлигини ўрта квадратик хатоси куйидагича ҳисобланади

$$m = \sqrt{\frac{\sum P' \delta^2}{n-1}}, \quad (20.37)$$

бу ерда $\delta = H_{\text{менг}} - H_{\text{ўр}}$;

n -пункт баландлигини аниқлашда фойдаланилган пунктлар сони.

Тармоқдаги ҳар бир пункт баландлигини аниқлаш ўрта квадратик хатосининг ўртача қиймати куйидагига тенг

$$M = \sqrt{\frac{\sum m^2}{r}}, \quad (20.38)$$

бу ерда r -баландликлари аниқланадиган пунктлар сони.

Тармоқдаги тугун нуқталарни (пунктларни) тенглаштирилган баландлигини юқорида келтирилган формуладан ҳисоблаб 20.10-жадвалда келтирилган. Геометрик ниверлирлашдан топилган D пунктнинг баландлиги $H_D = 340.25$ м тенг.

20.10-жадвал

| Пунктлар номи | Ўртача нисбий баландлик | Вазнлар | | Яқинлашишлар | | | Тузатмалар $\delta = H_m - H$ | Тенглаштирилган нисбий баландлик |
|---------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|--------|--------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | P | P' | I | II | III | | |
| А 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 |
| | | $\Sigma = 2.7$ | $\Sigma = 1.00$ | 333.84 | 333.73 | 333.73 | - | |
| С 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 |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | $\Sigma = 3.34$ | $\Sigma = 1.00$ | 337.05 | 337.06 | 337.05 | - | |
| В 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 |
| | | $\Sigma = 2.43$ | $\Sigma = 1.00$ | 338.89 | 338.87 | 338.87 | - | |

$$m_A = \sqrt{\frac{(-0.11)^2 \cdot 0.20 + (-0.12)^2 \cdot 0.18}{3-1}} = 0.05 \text{ м};$$

$$m_C = 0.04 \text{ м};$$

$$m_b = 0.04 \text{ м};$$

$$M = \sqrt{\frac{0.011}{3}} = 0.04 \text{ м}.$$

Назорат саволлари

1. Геодезик тармоқларда ўлчаешларни математик ишлаб чиқишида мақсад нима?
2. Геодезик тармоқда ўлчаешларни математик ишлаб чиқишида ҳисоблаш ишларини неча қисмга бўлиши мумкин ?
3. Геодезик тармоқда ўлчаешларни математик ишлаб чиқишида дастлабки ҳисоблашларни мақсади нимадан иборат ?
4. Зичлаш триангуляциясида дастлабки ҳисоблашларга кирадиган ишлар рўйхатини айтиб бериг ?
5. Коррелаталар усулида тенглаштириш моҳияти нимадан иборат ?
6. Пунктлар нисбий баландлигини ўлчанган зенит масофалар орқали ҳисоблаш қандай ифода орқали орқали аниқланади ?
7. Битта пунктнинг тенглаштирилган баландлигини ўрта квадратик хатоси қандай ҳисобланади ?

ГЛОБАЛ НАВИГАЦИЯЛИ ЕР СУНЬИЙ ЙЎЛДОШ СИСТЕМАЛАРИДАН ГЕОДЕЗИК МАҚСАДЛАРДА ФОЙДАЛАНИШ

21.1. Сунъий йўлдош навигацияли GPS ва ГЛОНАСС системалари

Инсонни қадим замонлардан қизиқтириб келган муаммолардан бири, у ўзини ер планетасини қайси жойида турганини аниқлашдан иборат бўлган. Киши ўз атрофини ўраб олган объектларга нисбатан турган ўрнини осонгина аниқлаб олиши мумкин. Бордию атрофда бундай объектлар булмаса, ҳаммаёк бўм-бўш чўл ёки бепоён океан сатҳи бўлсачи? Кўп асрлар давомида бу муаммони Қуёш ва юлдузлардан фойдаланиб ечиб келинган. Бу усуллардан фойдаланиш имкони ҳар доим бўлавермайди. Масалан, Қуёш ва юлдузлар булутли об-ҳавода кўринмайди. Жойда бажариладиган аниқ ўлчашлардан фойдаланиш кўп вақт ва 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 юзасини хоҳлаган 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 системалирини катта ҳудудларда топографик съёмкаларни бажариш учун планли-баландлик асосни ривожлантиришда қўллаш мақсадга мувофиқ. GPS системасининг тўла таркиби қуйидаги учта сегментлардан иборат:

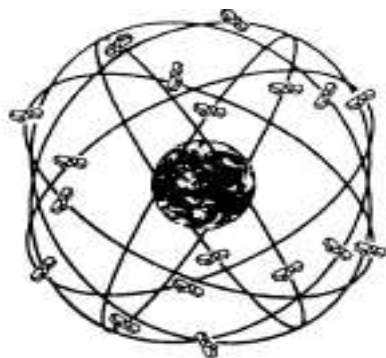
- космик сегмент - маълум орбита бўйича ерни айланиб учадиган сунъий йўлдошлар;

- бошқариш сегменти - йўлдошлар учишини бошқариш учун зарур экваторга яқин жойлашган станциялар;
- фойдаланувчилар сегменти - GPS сигнаolini қабул қилувчи ҳар қандай фойдаланувчи киши.

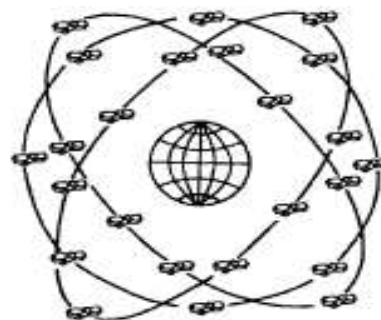
GPS системасида (АҚШ) космик сегмент 24 та сунъий йўлдошлардан ташкил топиб, улар 6 та орбиталар бўйича ҳар бирида 4 тадан бўлиниб тақрибан 20200 км баландликда ерни ҳар 12 соатда бир марта айланиб чиқади. (21.1.а- расм).

ГЛОНАСС системасида (Россия) 24 та йўлдош учта эллиптик орбиталарни 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 узок 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 мутлоқ ўрнини бир хил аниқликда топишни таъминлайди.



а)



б)

21.1-расм

Космик сегмент шундай лойиҳаланганки ерни ҳар қандай нуқтасида хоҳлаган дақиқада уфқ текислигидан 15^0 юқорида кузатувчининг ихтиёрида энг камида 4 та сунъий йўлдош бўлади, бу эса ҳар қандай амалий вазифаларни бажариш учун зарур бўлган йўлдошларни 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 фойдаланади. 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 системаларини иши негизида йўлдошларгача бўлган масофаларни, улардан чиқаётган радиосигналлар тарқалиш вақтини белгилаш йўли орқали ўлчаб ердаги объект ўрнини аниқлаш ётади.

Радиосигнални йўлдошдан токи приёмник антеннасигача етиб келиш вақтини белгилаш, сигнал тарқалиш тезлигини вақтга кўпайтириб масофани аниқлаш имконини беради. Бунинг учун йўлдошдан сигнални 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 уни йўлдошдан узатилган вақтини аниқлаш имконини беради.

Амалда сигнал сифатида ноллар ва бирлар кетма-кетлиги ҳар бир милли секундда генерацияланади ва уларга псевдо эҳтимолий (псевдослучайные) код номи берилган. Сигнални тарқатиш вақтини белгилаш учун вақтни наносекунд аниқликда ($0,000000001$ с) ўлчаш имконини берадиган юқори аниқ соат йўлдошда ўрнатилади. Буна йўлдош ва приёмник сигналларини синхрон генерациялаши 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 координаталарини маълум бўлишини тақозо этади. Бу мақсадда йўлдошлар

Ўзини жуда баланд эллиптик орбиталарига аниқ чиқарилади. Орбита параметрлари приемникка туширилади ва бу қизиқтирган вақт учун ҳар бир йўлдош ўрнини аниқлаш имконони беради. 24 соат давомида йўлдошлар кузатиш назорат пунктлари устидан икки мартаба учиб ўтади. Бу эса уларнинг ўрни ва тезлигини аниқ назорат қилиш имконини беради.

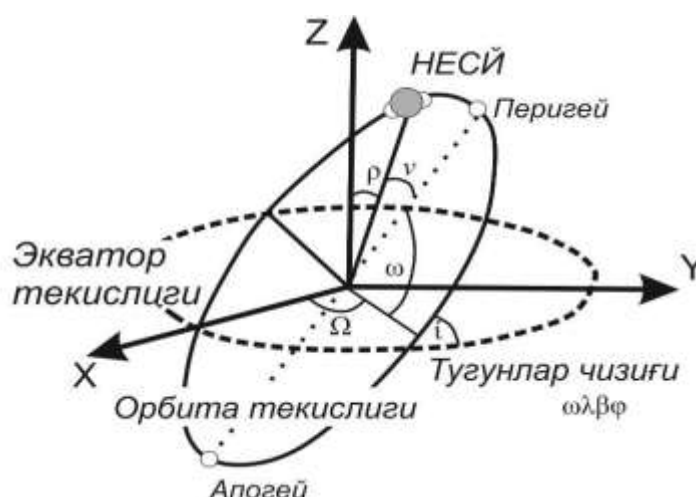
GPS ўлчашлар аниқлигига ионосфера ва тропосферани нурга таъсири хатосидан ташқари приёмник хатоси, ён-атрофдаги предметлардан нурни қайтарилиши хатоси ва бошқалар таъсир этади. Бундан ташқари, “геометрик омил”, яъни йўлдошларга қараб йўналишлар орасидаги бурчаклар қиймати ҳам таъсир этади. Бу бурчаклар қанчалик каттароқ бўлса кестирмалар шунча яхши, демак 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 узоклиги Ω , перигей аргументи ω ва орбита текислигининг экватор текислигига нисбатан қиялиги бурчаги i (21.2-расм).



21.2-расм

Пунктларни мутлоқ ўрнини аниқлаш хатоси ГЛОНАСС учун 9.2м, GPS-1 м ни ташкил қилади.

Навигайияли сунъий йўлдош системасида нуқта ўрнини аниқлаш принципи сунъий йўлдошлар билан ер нуқтасида 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 каналлик блок мавжуд, у бирданига бир нечта йўлдошлар (12 тадан ортиқ) сигналларни кузатишни таъминлайди. Бундай приёмниклар алоҳида ёки қўшма блоklar кўринишида бўлиб, антенна, контроллер(кичик ЭХМ) ва аккумулятордан ташкил топади. Айрим приёмниклар таркибида радиомодем (алоқа учун) бўлади.

GPS ва ГЛОНАСС гринвич фазовий тўғри бурчакли геоцентрик координаталар системасида ишлайди. Координаталар бош нуқтаси Ер масасининг марказида жойлашган. *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 нуқтасига қараб, *Y* ўқи эса экватор текислигида координаталар системасини ўнггача тўлдиради. GPS ва ГЛОНАСС координаталар системалари бир-бирига боғланмаган ҳолда аниқланган ва ўзаро қуйидагича фарққилади: GPS системаси WGS-84 (Жахон 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 берилган.

| Координаталар системаси | Катта ярим ўқ, <i>a, м</i> | Сиқилиш коэффициенти, <i>α</i> |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 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 приёмникларини 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.

Ўзини 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 приёмникларни 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, иккинчи эса қабул қилинган сигналларни ишлаб чиқишга ўтади ва ҳ.к.

Икки каналли приёмникларда, ўрнатилган соатларни юриш хатосини бартараф этувчи ҳисоблаш алгоритмлари фойдаланади.

Бу приёмникларнинг камчилиги - битта каналли приёмник-лардан 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 примник 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 ўз ичига бошқариш пульти (иш режими ва бошланғич маълумотларни киритишни таъминлайди) ва дисплей (қизиқтирадиган маълумотларни кўз билан кузатиш учун) ни 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 модулини 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 уларни параметрлари микропроцессорга узатилади. Микропроцессор “псевдо узоқликлар”, приёмник соатига тузатмалар ва берилган координаталар системасида приёмникни мутлоқ координаталарини ҳисоблашни амалга оширади. Олинган қийматлар қабул қилувчи модул ёдига туширилади, у ердан бошқариш пултидан берилган топшириқ (команда) бўйича дисплей экранида кўринади ёки ташқи ёдловчи мосламасига ёзилади.

GPS приёмниги жихозлари комплектининг умумий кўриниши 21.5-расмда берилган.

Приёмникларни типлари ва улар техник тавсифлари 21.2-жадвалда келтирилган.

Юқори аниқ геодезик приёмниклар амалда чизикларни ўлчаш аниқлигини қуйидаги даражада $5 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} \cdot D$ таъминлай олади, бу ерда D - асос (база) чизикнинг узунлиги (5 - 10 км).

Ҳамма йўлдош приёмниклари амалдаги давлат қонунлари, меъёрий ҳужжатлар ва қоидаларга асосан метрологик аттестация ва сертификатлашдан ўтиши шарт.

Йўлдош приёмникларини ички (киритилган) дастурлари, уларни иш режимларига асосан турли функцияларни, яъни координаталар ва навигация параметрларини ҳисоблаш, координаталарни тўғрилаш, маршрут маълумотларини тайёрлаш, маршрут бўйича юргизиш, компьютер билан икки томонлама алоқа боғлашларни бажаради.



21.5-расм

Дастурлар йўлдош системаси алманахини приёмник хотирасига ёзишни, компьютер мониторида орбита группировкаси ҳақидаги маълумотларни чиқаришни таъминлайди.

| Асбоб номи | Фирманинг номи (ишлаб чиқарувчи давлат) | Статик дифференциал режимда ўлчаш ўрта квадратик хатоси | | | Бошқа тавсифлар | |
|------------------------------------|---|---|-----------------------|---------------------------------|------------------------|------------------|
| | | Координаталар орттирмалари τ_d | Масофалар τ_s | Нисбий баландликлар τ_h | Параллел каналлар сони | Дастур таъминоти |
| Битта частотали приёмниклар | | | | | | |
| SUPER C/A | ASHTEK (АҚШ) | 10 + 1ppm | 10 + 1ppm | 20 + 1ppm | 12 | + |
| GEOTRASE R 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 “сичқонча” типдаги манипулятор тизимлари билан бошқарилади.

Ташқи амалий дастурлар топографик-геодезик ишларга тегишли куйидаги 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) чизикларни 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 йўлдошларни кўриниши маълумотини тузиш, геометрик омилларни дастлабки кўрсаткичларини ҳисоблаш, аниқланадиган пунктлар (нуқталар) орасидаги ҳаракат чизмасини тузиш.

21.3. Сунъий йўлдош ўлчашларининг методлари

Сунъий йўлдош ўлчашларини қуйидаги методлари мавжуд:

- статика;
- тезстатика;
- псевдо кинематика;
- кинематика:

Статика методи иккита (ва ундан ортиқ)қўзғалмас приёмниклар орасида ўлчашлар катта давомийликда бажарилишига мўлжалланган.

Тезстатика методи статика методидаги кузатишлар вақтини иккита частоталарда барча имкони бор сифатли ўлчашларни оптимал фойдаланиш

хисобига 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 хисобига камайтиришга асосланган.

Кинематик метод кўзғалмас (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 қўлдан бой берилса инциализацияни қайта такрорлаш керак бўлади. Ушбу метод иккита кўринишларга эга: Stop&Go (“Тўхта-Юр”) кинематика ва реал вақт тартибидаги кинематика (RTK).

Stop&Go кинематика аниқланадиган пунктларда 1 минутли ўлчашларни бажариш учун мобил приёмник антеннасини белгилашни кўзда тутди.Реал вақт тартибидаги (RTK) кинематика дала ўлчашларини бажариш технологияси бўйича “Тўхта-Юр” кинематикасига ўхшаш, лекин ўлчанган натижаларни ишлаб чиқиш бўйича фарқ қилади.

RTK референц приёмникдан мобил приёмниккгача ўлчанган псевдоузоқликларга тузатмаларни алоқа тузилмаси (радиомодем) орқали узатишга асосланган. Референц ва мобил приёмниклар ўлчашларини бирга ишлаб чиқилиб мобил приёмник ўрнатилган нуқта координаталари аниқланади.Бошқа методларга кўра натижалар ўлчашни бажаргандан сўнг бир зумда берилади.

Хозирги замон сунъий йўлдош геодезик приёмниклари билан ўлчашлар аниқлиги олинган приёмник типига ва танланган ўлчаш методига боғлиқ.Ўлчашлар стандарт аниқликларини кўрсатгичлари қуйидаги 21.4-жадвалда келтирилган.

| Метод номи | Пунктлар орасидаги ўртача масофа, км | Сеанснинг давомийлиги | Масофаларни ўлчашни мутлоқ ва нисбий хатолари | Изох |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Статик | 20 гача | 1 соат атрофида | 5 мм+1x10 ⁻⁶ D мм 1:100 000-1:5 000 000 | Икки частотали приёмниклар |
| Тезстатик | 10 гача | 5-10 минут | 5-10мм+1x10 ⁻⁶ D мм 1:100000 -1:1000000 | Икки частотали приёмниклар |
| Псевдо кинематик | 10 гача | 20 минут (2 маротаба 10 минутдан) | 10мм+1x10 ⁻⁶ D мм 1:50 000-1:500000 | Асосан бир частотали приёмниклар |
| Тўхта-Юр | 5 гача | 2 минутгача | 10-20мм+1x10 ⁻⁶ D мм 1:100000 -1:1000000 | |
| РТК | 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 ўлчашларни аниқлиги қуйидаги талабларга жавоб бера оладиган кузатишларни 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 йўлдошларни уфқдан баландлик бурчаги 15°дан кам бўлмаса.
5. Сигнални қабул қилишга тўсиқ бўлувчи ёки сигнални бузувчи манба йўқлиги.

6. Атмосфера таъсирини нормада бўлиши.

Ўлчаш сеансида бирданига кузатиладиган сунъий йўлдошлар сонини 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 қанчалик кичик бўлса геометрияси яхшилигини, демак, ўлчаш шароитини қулайлигини билдиради.

Циклларни ўтказиб юбориш деганда, сунъий йўлдошларни ушлаб туришни вақтинчалик йўқотиш оқибатида ўлчашларда частота элтувчи фаза бутун тўлқинлари узунлигини йўқотилгани тушунилади. Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқишнинг мақсади бундай ўтказиб юборишларни аниқлаш ва натижаларни тузатишдан иборат.

21.4. Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқиш учун дастурий таъминот ҳақида маълумотлар

Сунъий йўлдош геодезик приёмниклари комплектининг асосий қисми ўлчашларни режалаш, бошқариш, ишлаб чиқиш ва якуний ҳисоботни тузишни дастурий таъминоти ҳисобланади. Маълумотлар ASHTECH фирмасининг PRISM дастури мисолида кўриб чиқилади. Бу дастур ҳар бири маълум вазифани бажарувчи модуллар (дастурлар) тизимидан ташкил топади. Улар рўйхати қуйидаги 21.5-жадвалда берилади.

21.5-жадвал

| № | Модуллар номи | Қўлланиш мақсади |
|---|---------------|---|
| 1 | Transfer | Файлларни приёмникдан компьютерга кўчириш |
| 2 | Planning | Кузатишларни планлаштириш |
| 3 | Process | Ўлчашлар файлларини ишлаб чиқиш |
| 4 | Adjust | Тенглаштириш |
| 5 | GPS/CADD | Ишлар натижаларини график тақдим этиш |
| 6 | Database | Ишлаб чиқиш ва ўлчашлар маълумотларини ўзгартириш |
| 7 | Setup | Дастурни ўрнатиш ва параметрларини ўзгартириш |

| | | |
|---|-------|-------------------|
| 8 | Tools | Хизмат утилитлари |
|---|-------|-------------------|

Модуллар бирлаштирилган бўлиб биридан иккинчисига эркин ўтиш PRISM орқали амалга оширилади. Transfer дастури файлларни приёмникдан компьютерга ортишга ва ишлаб чиқишга имкон беради. У приёмникдан альманахни тушириш имконини беради. Альманах йўлдошдан узатиладиган маълумотлар таркибига киради ва сунъий йўлдошлар орбиталари ҳақидаги маълумотларни ҳам ўз ичига олади.

Planning дастури йўлдош альманахи маълумотлари асосида кузатишларни нормал шароитини танлаш имконини беради. Кузатишлар ойнасини пунктни жойлашган ўрни, ўлчашлар санаси ва вақти, кестирма бурчаги, йўлдош номери, пункт ён- атрофидаги тўсиқлар параметрларига қараб танлайди.

Process дастури фазовий векторларни аниқлаш ва ички қўшишишлик бўйича аниқликни баҳолашни таъминлайди. У C/A кодли, L_1 ва P кодлардаги фазали ва L_2 фазали ўлчашларни ишлаб чиқишни таъминлайди. Ўлчашларни кўлда ёки автоматик ишлаб чиқиш режимини танлаш имконини беради.

Йўлдош ўлчашларини нисбий методда дастлабки ишлаб чиқиш мақсади-бир вақтда ишлаган приёмниклар орасидаги фазовий векторни, фазовий тўғрибурчакли координаталар ортиррмалари ΔX , ΔY , ΔZ , қия масофа D ва геодезик координаталар B, L, H ҳисоблашдан иборат. Бунда бошланғич маълумотлар бўлиб қуйидагилар хизмат қилади:

- бошланғич пункт координаталари B, L, H;
- пунктлар марказидан антенналар баландликлари;
- йўлдошлар жорий координаталари, йўлдош соатлари тузатмалари ва ионосфера тутилиши параметрлари;
- барча кузатилган йўлдошлар учун ўлчанган элтувчи фазалар частотаси ва кузатиш они учун псевдомасофалар.

Adjust дастури тармоқни тенглаштириш учун қўлланади. У Process модулида ҳисобланган ёки Database да сақланаётган векторларни импорт

килиш, бошланғич пункт координаталарини киритиш, станцияларни мустахкам ёки эркин сифатида аниқлаш, уларга бошланғич пунктлар координаталар хатосини бериб вазни аниқлаш, уч ўлчамли системада тенглаштириш ва ёпиқ расмлардаги боғланмасликлар бўйича ўлчашлар сифатини баҳолаш мумкин.

Adjust моделига кирувчи Fillnet модули эркин ва эркин эмас вариантларда тенглаштиришни бажаради. Тенглаштириш натижалари бўйича тенглаштириш аниқлигини баҳолашга оид статистик маълумот берилади.

GPS/CADD дастури тенглаштириш натижаларини график кўринишда тақдим этишга имкон беради.

Database дастури векторлар ва станциялар тўғрисидаги маълумотларни, давлат геодезик тармоғи ва алохида тенглаштиришлар натижаларини кўшиб, киритишни, киритилган маълумотларни тахрирлаш, нуқталарни уларни географик координаталари бўйича чақириш ва бошқа имкониятларни беради.

Setup ойнаси компьютер параметрларини белгилашни таъминлайди.

Tools дастури координаталарни фойдаланувчи координаталар системасига кўчиришни, йўлдош ўлчашларини RINEX форматига кўчириш ва бошқа функцияларни бажаради.

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 бўлиш мумкин ?*
- 4. Сунъий йўлдош ўлчашларини қандай методлари мавжуд ?*
- 5. Сунъий йўлдош ўлчашларни аниқлиги ошириш учун қандай талабларга жавоб бера оладиган бўлиши керак ?*
- 6. Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқиш учун қандай дастурий таъминот ҳақида маълумотлар биласиз ?*

ГЛОССАРИ

| № | <i>English</i> | <i>Рус</i> | <i>Ўзбек</i> | <i>Изоҳ</i> |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------------|---|
| 1 | Absolute height | Абсолютная высота | Абсолют баландлик | Асосий сатҳий юзага нисбатан аниқланган баландлик |
| 2 | Abu Raykhan Beruniy | Абу Райхон Беруний | Абу Райхон Беруний | ХII-ХIII асрларда Ўрта Осиё ва Хуросандаги илм - фанни Абу Райхон Беруний асарларисиз тасаввур қилиб бўлмайди. У 973 йили 4 сентябрда Хоразмда Кот шаҳрида туғилган. Маълумотларга қараганда, унинг 113 асари бўлиб, уларнинг 70 таси астрономияга, 20 таси математикага, 12 таси география ва геодезияга, 4 таси картографияга, 3 таси иқлимга ва ҳақозоларга бағишланган. |
| 3 | Autocollimation | Автоколлимация | Автоколлимация | қараш трубаси коллиматор билан туташган тизим. |
| 4 | The value of the adilak | Цена деления уровня | Адилак бўлак қиймати | адилак шкаласи бир бўлагининг бурчак қиймати. |
| 5 | Zero point adilak | Нулевой пункт уровня | Адилак ноль пункти | цилиндрик адилак найчасини ўртасидаги нукта |
| 6 | Bubbles of adilak | Пузырек уровня | Адилак пуфакчаси | цилиндрик адилак тўлдирилган эфир (спиртни) совуши натижасида ҳосил бўладиган ҳаво пуфакчаси. |
| 7 | Адилак сезгирлиги | Чувствительность уровня | Адилак сезгирлиги | одам кўзи билан илғаш даражасида адилак пуфакчасини силжиши. |
| 8 | Azimuth | Геометрический | Азимутал | текисликдан фойдаланилади. Ер шарини текисликка ёйиб бирор |

| | | | | |
|----|---------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| | projection to create geometric shapes | ая фигура для составление азумальной проекции | проекция тузиш учун геометрик шакл | нуқтасига текисликнинг уринма бўлиши натижасида азимутал проекциялар ҳосил бўлади. Агар текислик ер шарининг кутбларига уринма бўлса, кутбий азимутал, экватор чизигига уринма бўлса, экваториал азимутал, ер юзининг бошқа бирор нуқтасига уринма бўлса, горизонтал ёки қийшиқ азимутал проекциялар ҳосил бўлади. |
| 9 | The active reflector | Отражатель | Актив қайтаргич | дальномердан чиққан электромагнит тўлқинларини қабул қилиб олиб, частотаси ва амплитудасини ўзгартириб қайтарадиган асбоб, радиодальномерларда қўлланилади. |
| 10 | Al Khtorazmiy | Ал Хоразмий | Ал Хоразмий | Илк Хоразм воҳасининг кўзга кўринган машҳур олимларидан Муҳаммад ибн Мусо ал- Хоразмий (қисқача- Муҳаммад Хоразмий) Хоразмда туғилиб Боғадодда вафот этган. Баъзи маълумотларга кўра у 780 йилда туғилган ва 847 йилда вафот этган деб тахмин қилинади. Муҳаммад Хоразмий Боғдод расадхонасининг ер юзи айланасининг узунлигини ўлчаш учун 1° эй узунлигини аниқлаш бўйича экспедициясига (Месопотомияда) раҳбарлик қилган. Халифа Маъмун топшириғи билан «Жаҳон карталари» тузишда раҳбарлик қилади. Бу асарни «Дунё атласи» деса ҳам бўлади. |
| 11 | Ekstsentrientet of alidade | Эксцентриситет алидады | Алидада эксцентриситети | алидада маркази билан лимб доира марказини устма –уст тушмаслиги. |
| 12 | Mistake of instrument | Ошибка прибора | Асбоб хатолиги | геодезик асбобнинг қисмларини асбоб идеал схмасидан оғиши. |
| 13 | The main flat surface | Нулевая отметка | Асосий сатҳий юза | ер юзасидаги ўзаро туташ океан ва денгизларни фараз қилинган тинч холатдаги сув сатҳини шовун чизиги йўналишига перпендикуляр, ернинг қуруқлик қисми остидан фикран давом эттириш натижасида ҳосил бўлган сатҳий юза. |
| 14 | Astronomical | Астрономичес | Астрономик | координатаси аниқланаётган нуқтадан ўтган шовун чизиги билан |

| | | | | |
|----|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|
| | latitude | кайа широта | кенглик | экватор текислиги орасида хосил бўлган бурчак. |
| 15 | Height anomaly | Аномалия высоты | Баландлик аномалияси | нуқтанинг ортометрик ва геодезик баландликлар фарқи. |
| 16 | The height of the base points | Геодезический пункт | Баландлик таянч пункти | абсолют баландлиги маълум бўлган ГТП. |
| 17 | Barometric leveling | Барометрическое нивелирование | Барометрик нивелирлаш | ердан баландликка кўтарилган сари ҳаво босимининг камая бориши қонуниятига асосан нуқталар нисбий баландлигини аниқлаш. |
| 18 | The main scale | Главный масштаб | Бош масштаб | экваторда узунлик масштаби бир хил бўлиб у бош масштаб деб юритилади. Майда масштабли карталарда узунлик масштаби экватор билан бошланғич меридианда ўзгармай сақланиб қолади, яъни хатолик бўлмайди. Географик карталарда хатосиз тасвирланган жойлардаги узунлик масштаби ўзгармайди. Хатолик билан тасвирланган майдонларда, масштаблар ўзгарувчан бўлади, у карталарнинг жанубий рамкасини тагига ёки шимолий рамка томонига ёзиб қўйилади. |
| 19 | From the meridian plane | Плоскость начального меридиана | Бошланғич меридиан текислиги | Гранвич абсерваторияси марказдан ўтувчи меридиан текислиги. |
| 20 | Longitudinal leveling | Продольное нивелирование | Бўйлама нивелирлаш | Бир- бирдан узоқ жойлашган нуқталар оралиғида бир нуқтадан иккинчисига абсолют баландликни узатиш мақсадида бажариладиган мураккаб нивелирлаш. |
| 21 | The role of the vertical zero cycle | Вертикальное место нуля | Вертикал доира ноль ўрни | теодолит қараш трубасининг визир ўқи горизонтал ва вертикал доира алидадасида ўрнатилган адилак пуфакчаси ноль пунктида бўлганда вертикал доирадан олинган санок. |
| 22 | Reticle plane (collimation plane) | Визирная плоскость (коллимация) | Визир текислиги (коллимацион) | теодолит қараш трубази горизонтал ўқида айланиши нуқтасида хосил бўладиган текислик. |

| | | | текислиги) | |
|----|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| 23 | Geographic map | Географическая карта | Географик карта | Ернинг эгрилигини ҳисобга олиб, элементларни саралаб, танлаб, математик қонунларга бўйсинган ҳолда тасвирланган манбадир. Ундан имлий изланишларда, география ва тарих фанларини ўрганишда асосий кўргазмали курул сифатида фойдаланилади. Карта халқ хўжалигимизни режалаштиришда, геологик қидирув ишларида, қурилишларни лойиҳалашда, мамлакат ишлаб чиқарувчи кучларини тўғри тақсимлашда ва ҳудудларни ҳар тарафлама ривожлантиришда фойдаланиладиган асосий манбалардан биридир. |
| 24 | Geographic coordinates | Географическая координата | Географик координата | астрономик ва геодезик координата системаларини умумий номи. |
| 25 | Geodetic height | Геодезическая высота | Геодезик баландлик | ер физик сатҳидаги нуқтадан ўтган нормал чизик бўйича нуқтадан уни эллипсоид сатҳидаги проекциясигача бўлган масофа. |
| 26 | Geodetic latitude | Геодезическая широта | Геодезик кенглик | координатаси аниқланаётган эллипсоид сатҳига туширилган нормал билан экватор текислиги орасидаги бурчак. |
| 27 | Geodetic building plans | Геодезическая строительная сеть | Геодезик қурилиш тўри | квадрат ёки тўртбурчак учларида жойлашган асос пунктларидан иборат координаталар тизими. |
| 28 | Geodetic meridional plane | Геодезическая плоскость меридиана | Геодезик меридиан текислиги | координатаси аниқланган нуқтадан ўтган нормал чизикда ётувчи ва эллипсоид кичик ўқи b га параллел ўтган текислик. |
| 29 | Geodetic base stations (GBS) | Геодезические опорные пункты | Геодезик таянч пункти (ГТП) | жойда ўрни узоқ вақт сақланадиган қилиб махсус қурилма ёки мустахам қозик билан белгиланган планли координатаси ёки абсолют баландлиги аниқланган нуқта. |
| 30 | Types of Geodetic base | Геодезическая опорная сеть | Геодезик таянч тўри | ГТП йиғиндиси (махмуаси). |
| 31 | Geodesic distance | Геодезическая долгота | Геодезик узоқлик | координатаси аниқланаётган нуқтадан ўтган геодезик меридиан текислиги билан бошланғич меридиан текислиги орасидаги икки |

| | | | | |
|----|-----------------------|---|-------------------------|---|
| | | | | ёкли бурчак. |
| 32 | Geoid | Геоид | Геоид | ернинг асосий сатҳий юза билан чекланган тўлиқ шакли. |
| 33 | Geoid height | Высота геоида | Геоид баландлик | Ер юзасидаги нуқтадан ўтган нормал чизик йўналишида референц эллипсоид сатҳигача ўлчанадиган баландлик. |
| 34 | Geological maps | Геологическ е карты | Геологик карталар | Геологик карталар географик карталарга ўхшаб умумгеологик карталарга ва геология соҳалари бўйича тузилган карталарга бўлиниб тасвирланади. Уларда маълум бир худуднинг геологик тузилиши тўғрисида, яъни геологик ёши, петрографик таркиби, тоғ жинсларининг жойлашиши ва тузилиши тўғрисида маълумот беради. Асосан йирик масштабли бевосита далада яратилган карталар асосида тузилади. |
| 35 | Geometric leveling | Геометрическ ое нивелировани е | Геометрик нивелирлаш | бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлигини геометриянинг параллел чизиклар қоидасига асосланиб нивелир асбобидан фойдаланиб, рейкадан санок олиб аниқлаш. |
| 36 | Herodot | Геродот | Геродот | Ўрта Осиё ҳақидаги дастлабки географик ва картографик маълумотлар милоддан олдинги V асрларда яшаган юнон алломаси Геродот томонидан ёзилган асарларда учрайди. Лекин бу маълумотлар жуда кам ва баъзилари нотоўғари ҳамдир. |
| 37 | Globus | Глобус | Глобус | эр юзасининг шарда кичрайтирилиб тасвирланган моделидир. Ер эллипсоиди майда масштабдаги тасвирида глобусдан жуда кам фарқ қилиб, бу фарқ амалда сезилмайди. Глобуслар ҳар хил мазмунга эга: географик глобус, сиёсий-маъмурий глобус, индуксион глобус (қора рангда) ва амалий ишлар бажариш учун мулжалланган проексион глобуслар бўлади. |
| 38 | Horizontal | Горизонталь | Горизонтал | бошланғич деб қабул қилинган сатҳга нисбатан бир хил бўлган баландликларни бирлаштирувчи ёпиқ эгри чизик. |
| 39 | Horizontal outpouring | Горизонтальн ое | Горизонтал қўйилиш | текисликда икки қўшни горизонталлар орасидаги масофа. |

| | | | | |
|----|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|
| | | проложение | | |
| 40 | graphics | График | Графиклаш | топографик карталарни варақларга бўлиш. |
| 41 | Decipher | Дешифровка | Дешифровка | Аэрокосмик суратларни кўриб, тасвирни ўқиб, унга мазмун бериш, моҳиятини тушуниш ва шу асосда зарур бўлган маълумотлар олиш жараёнлари тушунилади. Уни географик жихатдан олиб караганда географик объектлар, воқеа ва ходисалар ҳамда уларда бўладиган жараёнларни ўрганиш, тадқиқ қилиш ҳамда объектларнинг характерли хусусиятларини аниқлаб улар орасидаги ўзаро боғлиқликни кўрсатиб берувчи усул дейилади. |
| 42 | Directional corner | Дирекционны й угол | Дирекцион бурчак | Ўқ меридианининг ёки дона параллел бўлган чизиқнинг шимолдан саот стрелкаси йўналишида ориентирланаётган йўналишгача ўлчанадиган бурчак. |
| 43 | Circle adilak | Круглый уровень | Доиравий адилак | ички юзаси силлиқланган маълум эгрилик радиусидаги сферик сатҳли, спирт ёки эфир билан тўлдирилган шиша ампула. |
| 44 | Circle zero point adilak | Центр круглого уровня | Доиравий адилак ноль пункти | доиравий адилак устига чизилган концентрик доирачанинг маркази. |
| 45 | Round arrow adilaka | Ось круглого уровня | Доиравий адилак ўқи | доиравий адилак ноль пунктига ўтказилган уринма текисликка ноль пунктдан ўтган перпендикуляр. |
| 46 | Mistake of ellipse | Ошибка эллипса | Эллипс хатолиги | Картографик проексиялар назарияси бўйича эллипсоид юзасидаги жуда кичик айлана (доира) текисликка тасвирланганда эллипсга айланади ва уни эллипс хатолиги деб юритилади. Хатолик натижасида эр юзасидаги шакллар геометрик жихатдан оўзгаради. Бу ўзгаришлар чизиқлар узунлигида, йўналишларнинг горизонтал бурчакларида, географик объектларнинг шаклида ва майдонида вужудга келади. Демак карталардаги хатоликлар тўрт хилдир: 1. Масофа ёки узунлик хатолиги. 2. Бурчак хатолиги. 3. Шакл хатолиги. 4. Майдон хатолиги. |

| | | | | |
|----|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 47 | Earth of ellipsoid | Эллипсоид Земли | Ер эллипсоиди | геодга энг яқин бўлган геометрик шакл эллипсини кичик ўқи атрофида айлантириш натижасида ҳосил бўлган айланма эллипс. |
| 48 | Eratosthenes | Эратосфен | Эратосфен | «География» номли дастлабки асар юнон географи, картографи, астрономи ва математиғи эратосфен томонидан ёзилган. Унинг дунё картография фанига қўшган хиссаси ката бўлиб, унинг раҳбарлиғида ер юзасидаги жойларнинг ўринлари, кенглик ва узокликлар орқалиғини аниқлаш ва градус ўлчаш йўли билан аниқ ўлчаш усуллари ишлаб чиқилган. |
| 49 | relief Places | Местность рельефа | Жойнинг рельефи | жойдаги нотекисликлар, яъни баланд пастликлар. |
| 50 | Zone | Зона | Зона | Ер эллипсоидини икки томондан меридиан билан географик бўлаги. |
| 51 | Induction globes | Индукционны й глобусы | Индукцион глобуслар | қора рангда бўлиб, уларда меридианлар ва параллеллардан бўлак ҳеч нарса тасвирланмаган бўлади. Индуксион глобусда параллел ва меридианларни тушунтириш осон бўлади. |
| 52 | Technical leveling | Техническое нивелирование | Инженер техник нивелирлаш | инженерлик иншоотлари лойиҳасини жойга кўчириш ва иншоотларни куриш мақсадида бажариладиган нивелирлаш. |
| 53 | Working line | Рабочие линии | Ишчи чизиқлар | йирик масштабларда бино ва иншоотларнинг барча қисмларини планлари, қирқимлари ва профиллари берилган ҳужжат. |
| 54 | Map | Карта | Карта | Карта атамаси ўрта асрлардан буён фойдаланиб келинмоқда. Бу атама лотинча «чартес» сўзидан олиниб <i>папирус қогоз вароги</i> деган тушунчани билдиради. Баъзи манбаларда карта - ер юзасини текисликдаги кичрайтирилган тасвири деб юритилиб келинган. |
| 55 | Frame of map | Рамка карты | Карта рамкаси | карта варағи тўрт томонидан чегараловчи чизиқлар. |
| 56 | Designing and editing maps | Проектирование и редактирование карт | Карталарни лойиҳалаш ва таҳрир қилиш | картографиянинг асосий қисмларидан бири бўлиб, картанинг дастлабки нусхасини тузиш ва уни таҳрир қилиш усулларини тушунтиради. |

| | | | | |
|----|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
| 57 | Map Reading | Чтение карт | Картани ўқиш | Карта мазмунини тушуниб, ундан керакли маълумот олишга картани оқиш дейилади. Ўқувчи шартли белги ёрдамида картада тасвирланган воқеа ва ходисалар тўғрисида фикрлаб, сўнг маълумот олади. Картада воқеа ва ходисалар бир томонама ўрганилмасдан, у билан боғлиқ бўлган бошқа маълумотлар ҳам ўрганилади. |
| 58 | Map Edition | Издание карт | Картани нашр қилиш | Картани нашр қилиш соҳаси, асосан картани нашрга тайёрлаш ва нашр қилиш ҳамда уни йиғиб, керак бўлса муқовалаш ишларини ўргатади. |
| 59 | The method of analysis maps | Способ анализа карт | Картани ўқиб таҳлил қилиш усули | Картани ўқиб таҳлил қилиш усули энг кўп қўлланиладиган усул бўлиб, картографик тасвирга асосланади, легенда асосида бажарилади. |
| 60 | Auxiliary maps elements | Спoмoгaтeльнyе элeмeнтy карт | Картанинг ёрдамчи элементлари | Картанинг номи, муаллиф ва мухаррирларнинг фамилиялари, нашр қилинган вақти, қайси манбалар асосида тузилганлиги, нашриёт манзилгоҳи, чоп қилинган жой номи ва бошқалар ҳам картанинг ёрдамчи элементларига киради. |
| 61 | The layout of the map | Компановка карты | Картанинг компановкаси | Географик картанинг номи, рамкаси, тасвирланаётган ҳудуд, қирқим карталар, легенда, диаграмма, схема, профил, графиклар, матнлар карта мазмунини бойитишга, ўқишни осонлаштиришга ёрдам берувчи бошқа қўшимча манбаларни жойлаштириш тартибига айтилади. |
| 62 | Additional elements of the maps | Дoпoлнeтeльнyе элeмeнтy карт | Картанинг қўшимча элементлари | Карталардаги очик жойлардан (рамканинг ичидаги ва ташқарисидаги) мукамал фойдаланиш мақсадида асосий картага қўшимча равишда, қирқим карталар (врезка), графиклар, профиллар, диаграммалар, блок диаграммалар ва таблицалар берилади, бу эса картани янада мукамаллаштирувчи элементларидир. |
| 63 | The mathematical | Математическая основа карт | Картанинг математик | Картани геометрик жиҳатдан аниқ ва тасвирларнинг туғри бўлиши Картанинг математик асосига боғлиқ. Математик асос ўз |

| | | | | |
|----|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| | basis of maps | | асоси | навбатида бир қанча элементлардан ташкил топган. Масалан, проекция ва координата тури, масштаб ҳамда геодезик асос (триангуляция, полиганометрик ва нивелирлаш шахобчалари) ва компоновка. |
| 64 | Mapping network | Картографическая сеть | Картографик тўр | Картографик тўр (географик кенглик ва географик узоқлик) географик элементларнинг ер юзасидаги ўрнини тасвирлайди. |
| 65 | Cartography | Картография | Картография | табиат ва жамиятдаги воқеа ва ходисаларнинг жойлашишини ва улар ўртасидаги ўзаро боғлиқлигини, ҳамда уларнинг хусусиятларини, вақт ўтиши билан ўзгаришини, махсус тасвир-образли белги моделлар воситасида математик йўл билан текисликда кичрайтириб генерализация қилиб тасвирлашни ва ундан тадқиқот усули асосида манба сифатида фойдаланишни ўргатувчи фандир. |
| 66 | The projection cone | Проекция конуса | Конусли проексияни | Конусли проексияни яшаш учун ер шарини конус ичига тушириб, ундаги меридиан ва паралелларни унинг сиртига ўтказиб сўнг текисликка ёйилади. Конус ўқи билан ер айланиш ўқининг ўзаро жойланишига қараб бу проексиялар ҳам 3 хил бўлади: тўғари конусли проексия, кўндаланг конусли проекция, қийшиқ конусли проексиялар. |
| 67 | Longitudinal leveling | Продольное нивелирование | Кўндаланг нивелирлаш | трасса ўқиға перпендикуляр чизик бўйича керакли жойларга қозиклар қоқиб нивелирлаш. |
| 68 | Sighting tube axis | Визирная ось трубы | Қараш трубагини визир ўқи | объектив оптик маркази билан иплар тўри марказини бирлаштирувчи чизик. |
| 69 | The axis of the sighting tube | Ось визирной трубы | Қараш трубагининг ўқи | объектив ва окуляр қисмларини кўндаланг кесимлари марказидан ўтган чизик. |
| 70 | The plane of | Плоскость | Қараш | қараш трубагининг кўзғалмас ҳолатида трубада кўриладиган |

| | | | | |
|----|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | the sighting tube | визирной трубы | трубасининг кўриш майдони | фазо. |
| 71 | The optical axis of the pipe | Оптическая ось трубы | Қараш трубасининг оптик ўқи | объектив оптик маркази билан окуляр оптик марказидан ўтган чизик. |
| 72 | Red line | Красная линия | Қизил чизик | кварталнинг кўча билан чегараси. |
| 73 | Laplace item | Пункт Лапласа | Лаплас пункти | астронометрик кузатишлар орқали кенглик ва узокли аниқланган пункт. |
| 74 | Geodesic a Project | Геолдезическа я привязка к проекту | Лойихани геодезик боғлаш | бинонинг бош ўқини жойда режалаш учун зарур бўлган геодезик маълумотларни ҳисоблаш. |
| 75 | magnetic azimuth | Магнитный азимут | Магнит азимут | Магнит меридианнинг шимолдан соат стрелкаси йўналишида ориентирланаётган йўналишгача ўлчанадиган бурчак. |
| 76 | The deviation of the magnetic needle on the angle | Отклонение магнитной стрелки от угла | Магнит стрелкасининг ш оғиш бурчаги | хақиқий меридианнинг шимолдан соат стрелкасининг йўналишида магнит меридиани ёналиши орасидаги бурчак. |
| 77 | Central projection | Центральная проекция | Марказий проекция | марказ деб қабул қилинган нуқта билан проекцияланаётган нуқталардан ўтган чизиклар ёрдамида Ер юзасидаги нуқталарни қабул қилинган сатҳга проекциялаш. |
| 78 | Scale | Масштаб | Масштаб | карта план (профил)даги чизик узунлигини шу чизикни жойдаги узунлигини горизонтал проекциясига нисбати. |
| 79 | scale accuracy | Точность масштаба | Масштаб аниқлиги | карта, план, профилдаги 0.1 мм га жойда мос равишда тўғри келадиган чизикни горизонтал проекцияси. |
| 80 | The local coordinate system | Местная координатная система | Махаллий координата системаси | ихтиёрий бирор нуқта координатабоши деб олинган тўғри бурчакли координата системаси. |
| 81 | Meridian | Меридиан | Меридиан | Шимолий ҳамда жанубий географик қутбларни бирлаштирадиган |

| | | | | |
|----|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| | | | | ва муайян нуқтадан ўтган, паралеллар билан тутшиб 90° ли бурчак хосил қиладиган чизиқларга айтилади. |
| 82 | Line meridian | Линия меридиана | Меридиан чизиғи | меридиан текислигини эллипсоид сатҳини кесиши натижасида хосил бўлган чизиқ. |
| 83 | mounting Horizon | Горизонт монтажа | Монтаж горизонти | конструкция элементлари монтаж қилинаётган қаватнинг асос майдонидан ўтувчи шартли текислик. |
| 84 | Work installation | Рабочий монтаж | Монтаж ишлари | қурилиш конструкциялари ва технологик қурилмаларни лойиҳавий ҳолатда ўрнатиш. |
| 85 | Difficult leveling | Сложное нивелирование | Мураккаб нивелирлаш | икки нуқтанинг бир бирига нисбатан баландлигини аниқлашда бу икки нуқта оралиғи бўлақларга бўлиб, ҳар бир бўлақни алоҳида-алоҳида нивелирлаш. |
| 86 | natural scale | Натуральный масштаб | Натурал масштаб | сўз билан ифодаланган сонли масштаб. |
| 87 | Leveling | Нивелирование | Нивелирлаш | нуқтанинг баландлигини ўлчаш, нуқталарнинг бир-бирига нисбатан ёки бошланғич деб қабул қилинган сатҳий юзага нисбатан нуқтанинг баландлигини аниқлаш. |
| 88 | Rolling leveling point | Переходящая точка нивелирования | Нивелирлашда боғловчи нуқта | икки қўшни станцияни бир бирига боғловчи нуқта. |
| 89 | Plus-point leveling | Плюсовые точки нивелирования | Нивелирлашда оралик нуқта | боғловчи нуқталар оралиғида жойлашган баландлигини аниқлаш зарур бўлган нуқта. |
| 90 | Exceeding | Превышения | Нисбий баландлик | бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлиги. |
| 91 | Nomenclature | Номенклатура | Номенклатура | топографик карталар ва планларнинг варақларини белгилаш, яъни уларга ном бериш системаси. |
| 92 | Deformation | Деформация | Нотекис | иншоот пойдеворининг барча қисмларида вертикал текислик |

| | | | | |
|-----|--------------------------|------------------------|----------------------|---|
| | | | чўкиш | бўйича нотекис силжиши. |
| 93 | The height of the point | Высота точки | Нуқта баландлиги | Ер юзасидаги нуқтадан ўтган шовун чизиғи йўналишида нуқтадан баландлик ҳисоби учун қабул қилинган сатҳгача бўлган чизик узунлиги. |
| 94 | mark points | Отметка точки | Нуқта отметкаси | баландликни сонли қиймати. |
| 95 | Deviation | Отклонение | Оғиш (крен) | иншоотларининг вертикал текисликда лойиҳавий ҳолатдан четланиши. |
| 96 | Leveling | Нивелирование | Оддий нивелирлаш | икки нуқтани бир бирига нисбатан баландлиги бу нуқталар орасига нивелирни бир марта ўрнатишда аниқлаш. |
| 97 | Orientation | Ориентирование | Ориентирлаш | Бошланғич деб қабул қилинган йўналишга нисбатан жойдаги чизикни йўналишини аниқлаш. |
| 98 | The angle of orientation | Угол ориентирования | Ориентирлаш бурчаги | Бошланғич деб қилинган йўналиш билан ориентирланаётган жойдаги ёналиш орасидаги бурчак. |
| 99 | orthogonal projection | Ортогональная проекция | Ортоганал проекция | Ер юзидаги нуқталарни сатҳга перпендикуляр чизиклар билан проекциялаш. |
| 100 | orthodrome | Ортодромия | Ортодромия | Глобусда, ер юзасидаги икки нуқта орасидаги энг яқин масофага айтилади. Одатда самолётлар, ортодромия чизиғи бўйича ҳаракат қилади. |
| 101 | orthometric heights | Ортометрическая высота | Ортометрик баландлик | Ер юзасидаги нуқтадан ўтган шовун чизиғи йўналишида геоид сатҳгача ўлчанадиган баландлик. |
| 102 | Planned stronghold | Плановый опорный пункт | Планли таянч пункти | планли координатаси маълум бўлган ГТП. |
| 103 | Parallel | Параллель | Параллел | параллел текисликнинг эллипсоид юзасини кесишдан ҳосил бўлган чизик. |
| 104 | parallel to the plane | Параллельная плоскость | Параллел текислиги | ер эллипсоидининг бирор нуқтасидан унинг кичик ўқига ўтказадиган перпендикуляр текислик, бу текислик экватор |

| | | | | |
|-----|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | текислигига параллел. |
| 105 | Plan | План | План | Ер юзасини кичик қисмини текисликдаги проекциясини қоғозда кичрайтирилган тасвири. |
| 106 | The image on the plan | Изображение на плане | Планга олиш (съемка қилиш) | ер сатҳида план, карта ва профиль тузиш мақсадида бажариладиган бурчак ва чизик (масофа) ўлчаш ишларининг мажмуаси. |
| 107 | polygonometry | Полигонометрия | Полигонометрия | синик чизик шаклида қурилган барча томон узунликлари ва бурчаклари ўлчанган планли геодезик пунктлар. |
| 108 | Profile | Профиль | Профиль | берилган йўналиш бўйича жой вертикал кесимининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвири. |
| 109 | Elements of grading | Элементы планировочных работ | Режалаш ишлари элементлари | лойихада берилган бурчак, чизик ва баландликларни жойда геодезик яшаш. |
| 110 | Reconnaissance | Рекогносцировка | Рекогносцировка | планга олинadиган жойни кўздан кечириш йўли билан жойни батафсил ўрганиш. |
| 111 | The difference in height between the horizontals | Разность высоты между горизонталями | Рельеф кесим баландлиги | икки қўшни горизонталларнинг баландликлари фарқи. |
| 112 | The reference ellipsoid | Референцевый эллипсоид | Референц эллипсоид | геоид ичида ўқдан энг кичик оғишни таъминлайдиган қилиб ориентирланган (жойлаштирилган) эллипсоид. |
| 113 | rhumb | Румб | Румб | меридианнинг (ўқ меридианининг, магнит меридианининг) шимол ёки жанубидан ориентирланаётган ёналишгача ўлчанадиган ўткир бурчак. |
| 114 | EDM (electronic telemeter) | Светодальном ер (радиодально мер) | Светодальном ер (радиодально мер) | икки нукта орасидаги масофани ўлчашда электромагнит тўлиқларининг шу нукталар орасидаги тарқалиш вақтини аниқлашга асосланган масофа ўлчаш усули. |
| 115 | The cylindrical | Цилиндрическ | Цилиндрик | Бу проекцияларни яшаш учун ер шари цилиндрнинг ичига уринма |

| | | | | |
|-----|------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| | projection | ая проекция | проекциялар | қилиб туширилиб, сўнг цилиндр сирти бўйича кесилиб, текисликка ёйилади. Бунда ер шарининг цилиндр ён сиртига тегиб турган жойларида (чизикларида) хатолик бўлмайди, лекин шу чизикдан узоқлашган сари хатолик ошиб боради. |
| 116 | numerical scale | Числовой масштаб | Сонли масштаб | сурати бирга тенг бўлган каср кўринишида берилган, махражидаги сон жойдаги чизик узунлигини горизонтал проекциясини қоғозга ўтказишдаги кичрайтирилиш даражасини кўрсатувчи масштаб. |
| 117 | outline plan | Контурный план | Тафсилотли ёки контурли план | фақат жойдаги тавсилотлар тасвирланган план. |
| 118 | traverse | Теодолитный ход | Теодолит йўли | синик чизик шаклида барпо этилган, бурчаклари теодолит билан, томон узунлиги пўлат лента, рулетка ёки аниқлик жиҳатидан мос тушадиган дальномер билан ўлчанадиган планли геодезик нуқталар. |
| 119 | Theodolite | Теодолит | Теодолит | жойда горизонтал бурчак ўлчаш асбоби. |
| 120 | Theodolite in working condition | Теодолит в рабочем состоянии | Теодолит иш ҳолатида | алидада устида жойлашган цилиндрлик адилак пуфакчаси қандай ҳолатда туришидан қатъий назар адилак пуфакчасини ўртасида бўлиши. |
| 121 | Theodolite tachymeter | Теодолит тахеометр | Теодолит тахеометр | вертикал бурчак ўлчаш усули вертикал доира ўрнатилган теодолит. |
| 122 | Traverse landfill | Теодолитный полигон | Теодолитли (контурли) карта | фақат жойдаги тавсилотлар тасвирланган карта. |
| 123 | Bringing into operation theodolite | Приведение в рабочее состояние теодолита | Теодолитни шу ҳолатига келтириш | теодолитни асосий ўқини вертикал ҳолатга келтириш, теодолитнит нивелирлаш. |
| 124 | Topographic | Топографичес | Топографик | тавсилотлар ва жой рельефи горизонталлар билан тасвирланган |

| | | | | |
|-----|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | map | кая карта | карта | карта. |
| 125 | topographic plan | Топографический план | Топографик план | тавсилотлар ва жой рельефи горизонталлар билан тасвирланган план. |
| 126 | Triangulation | Триангуляция | Триангуляция | барча бурчаклари ва бир ёки икки томонининг ўлчанган учбурчак тўри ёки қатори шаклида қуриладиган планли геодезик тўр. |
| 127 | trigonometric leveling | Тригонометрическое нивелирование | Тригонометрик нивелирлаш | икки нуқтани бирлаштирувчи чизикни қиялик бурчагини ва улар орасидаги масофани горизонтал проекциясидан фойдаланиб, тригонометрия формула ёрдамида нуқталар нисбий баландлигини аниқлаш. |
| 128 | trilateration | Трилатерация | Трилатерация | барча томонларининг узунликлари ўлчанган учбурчак тўри ёки қатори шаклида қуриладиган планли геодезик тўр. |
| 129 | Elements of geographic maps | Элементы общегеографических карт | Умумгеографик картанинг элементлар | Картанинг мазмуни бир қанча географик элементлардан ташкил топган. Масалан: сув объектлари, ер юзасининг рельефи, ўсимликлар қоплами ва тупроқ, аҳоли яшайдиган жойлар, алоқа йўллари ва алоқа воситалари, саноат, қишлоқ хўжалиги, маданий объектлар ва маъмурий чегаралар. Географик элементлар ҳамма карталарда бир хилда мукамал тасвирланмайди. |
| 130 | true azimuth | Истинный азимут | Хақиқий азимут | Хақиқий меридианнинг шимолидан соат стрелкаси йўналишида ориентирланаётган йўналишга ўлчанадиган бурчак. |
| 131 | Globe Khoja Yusuf | Глобус Хожи Юсуфа | Хожи Юсуф глобуси | 1842 йилда Хўжандда туғалган. Самарқандаги Ўзбекистон халқлари тарихи ва маданияти музейида Хожи Юсуф Мирфаёзов томонидан ясалган глобус бор. Унинг бўйи 117 см, ер шари айланаси узунлиги эса 160 см. Масштаби 1:25 000 000 боўлиб, 1 см. да 250 км. га тоўғри келади. Глобусда меридиан ва параллеллар қора рангда, тропик чизиклар қизил рангда тасвирланган. Бош меридиан Африканинг энг ғарбидаги Яшил бурун оролларида бошланган, яъни Ферро ороли меридиани асос қилиб олинган (Бу орол 1884 йилгача европада бошмеридиан ҳисобланган). |

| | | | | |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| 132 | Plate level | Цилиндрический уровень | Цилиндрик адилак | илитилган спирт ёки эфир билан тўлдирилган ички қисми маълум радиусда қабриқ икки томони кавшарланган шиша найга. |
| 133 | The axis of the plate level | Ось цилиндрического уровня | Цилиндрик адилак ўқи | цилиндрик адилак ноль нуқтасига ўринма чизиқ. |
| 134 | linear scale | Линейный масштаб | Чизиқли масштаб | масштабни график шакли. |
| 135 | Conditional absolute mark | Условная абсолютная отметка | Шартли абсолют баландлик | шартли қабул қилинган сатҳий юзага нисбатан аниқланган баландлик. |
| 136 | The plane of the equator | Плоскость экватора | Экватор текислиги | ер эллипсоиди марказдан унинг айланиш ўқиға перпендикуляр ўтган текислик. |
| 138 | equator Line | Линия экватора | Экватор чизиғи | экватор текислигини эллипсоид юзаси билан кесишишдан ҳосил бўлган чизиқ. |
| 139 | eklimetra | Эклиметр | Эклиметр | катта аниқлик талаб этилмайдиган холларда қиялик бурчагини ўлчаш асбоби. |

Фойдаланилган адабиётлар

1. Аковецкий В.Г., Парамонов А.Г. Топо-геодезическое обеспечения месторождений нефти и газ. Книгая. МАКСПРЕСС. М., 2006, 417 с.
2. Виноградов А.В., Войтенко А.В. Современнке 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. ГККИНП 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 Ҳ., Аҳмедов С. Геодезия ва картография. –Т.: «Ўқитувчи», 2002. 234 б.
9. Мубораков Ҳ. Олий геодезия. –Т.: «Мумтоз сўз», 2016. 236 б.
10. Мубораков Ҳ. Геодезия. –Т.: «Чўлпон», 2007..
11. Мубораков Ҳ. Геодезия. 2-нашр. –Т.: «Чўлпон», 2013.
12. Мубораков Ҳ. Геодезия. 3-нашр. –Т.: «Внешинвестпром», 2014.
13. Мубораков Ҳ. 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 практикум. Т.: «Университет», 2009.

17. Олий ва ўрта махсус, касб-таълими тизимиучун 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 тармоқлари. Қоидалар тўплами». –Т.: «Давархитекткурилиш», 2010.
23. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS, NAVSTAR и ГЛОНАСС. –М.: «Горячая линия-Телеком», 2005.
24. Электронный тахеометр Trimble M3. Руководство по программе съёмка. – М.: «С», 2012. -229 с.
25. Charles D Ghiliani, Paul R. Wolf. Elementary surveying. An introduction to geomatics., New Jersey, «Pearson», 2012 –958 p
26. Schofield W., Breach M. Engineering surveying. Oxford., «Elsevier», 2007. – 622 p
27. Wolfgang Torge, Jurgen Muller. Geodesy. Berlin/Boston, «De Gruyter», 2012.

Интернет сайтлари

28. <https://en.wikipedia.org/wiki/Geodesy>
29. <http://www.geocartography.ru>. (Официальный сайт журнала «Геодезия и картография»)
30. <http://www.geodesist.ru/>
31. <http://www.geodezist.ru.info>
32. <https://www.geostart.ru/> (электронный журнал по геодезии, картографии и навигации)

33. <http://www.gisresources.com>
34. <http://www.trimble.com>
35. <http://www.ygk.uz/>
36. <http://www.ziyonet.uz>

МУНДАРИЖА

| | |
|---------------|---|
| Сўз боши..... | 4 |
|---------------|---|

I-БОБ. ГЕОДЕЗИЯ ФАНИ, УНИНГ ВАЗИФАЛАРИ ВА ХАЛҚ ХЎЖАЛИГИДАГИ АҲАМИЯТИ

| | |
|---|----|
| 1.1. Геодезия вани ва унинг вазифалари..... | 6 |
| 1.2. Геодезиянинг қисқача ривожланиш тарихи..... | 9 |
| 1.3. Геодезиянинг бошқа фанлар билан алоқаси ва унинг халқ хўжалигидаги аҳамияти..... | 11 |
| 1.4. Ўзбекистон Республикасида геодезия хизматини ташкилий шакллари..... | 13 |

II- БОБ. ЕРНИНГ УМУМИЙ ШАКЛИ ВА ЕР СИРТИДАГИ НУҚТАЛАР ЎРНИНИ АНИҚЛАШ

| | |
|---|----|
| 2.1. Ернинг умумий шакли ва ўлчамлари ҳақида маълумот..... | 16 |
| 2.2. Геодезияда қўлланиладиган координаталар системалари..... | 20 |
| 2.3. Гаусс-Крюгер ясси тўғри бурчакли координаталар системаси ҳақида тушунча..... | 24 |
| 2.4. Геодезияда қўлланиладиган баландликлар системалари..... | 26 |
| 2.5. Чизиқларни ориентирлаш..... | 28 |

III-БОБ. ПЛАН ВА КАРТАЛАР

| | |
|---|----|
| 3.1. Умумий маълумотлар..... | 36 |
| 3.2. Масштаблар..... | 38 |
| 3.3. Топографик план ва карталар номенклатураси..... | 42 |
| 3.4. Жой (ер) рельефи ва уни топографик план ва карталарда тасвирлаш..... | 49 |
| 3.5. Топографик план, карталарнинг рамкалари ва шартли белгилари..... | 55 |
| 3.6. Топографик карталарда машқлар бажариш..... | 59 |

IV-БОБ. ЎЛЧАШ ХАТОЛАРИ НАЗАРИЯСИ ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

| | |
|--|----|
| 4.1. Ўлчаш турлари ва хатоликлари..... | 76 |
| 4.2. Арифметик ўрта миқдор..... | 79 |
| 4.3. Айрим ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси..... | 79 |
| 4.4. Ўлчаш натижаларининг вазни. Вазнли ўрта арифметик миқдор..... | 82 |

V-БОБ. БУРЧАКЛАРНИ ЎЛЧАШ

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1. | Горизонтал бурчакларни ўлчаш моҳияти ва принципи..... | 84 |
| 5.2. | Адилаклар..... | 87 |
| 5.3. | Кўриш трубаси..... | 89 |
| 5.4. | Санок олиш мосламалари..... | 92 |
| 5.5. | Теодолит турлари..... | 94 |
| 5.6. | Электрон теодолитлар..... | 97 |
| 5.7. | Техник теодолитлар..... | 99 |
| 5.8. | Теодолитларни текширишлари ва тузатиши..... | 104 |
| 5.9. | Горизонтал бурчакларни ўлчаш усуллари..... | 108 |
| 5.10. | Горизонтал бурчакни ўлчаш аниқлиги..... | 111 |
| 5.11. | Вертикал бурчакларни ўлчаш..... | 113 |

VI-БОБ. ЧИЗИҚЛАРНИ ЖОЙДА ЎЛЧАШ

| | | |
|------|---|-----|
| 6.1. | Чизиқларни бевосита ўлчаш қуроллари..... | 119 |
| 6.2. | Чизиқни ўлчашга тайёрлаш..... | 124 |
| 6.3. | Пўлат лента билан чизиқ ўлчаш ва унинг аниқлиги..... | 126 |
| 6.4. | Бориб бўлмас масофани аниқлаш..... | 130 |
| 6.5. | Ўлчанган қия чизиқнинг горизонтал қуйилишини аниқлаш..... | 132 |
| 6.6. | Оптик дальномерлар..... | 133 |
| 6.7. | Электрон дальномерлар ва улар ҳақида умумий маълумот..... | 136 |

VII-БОБ. НИВЕЛИРЛАШ

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.1. | Нивелирлаш моҳияти ва турлари..... | 143 |
| 7.2. | Геометрик нивелирлаш усуллари..... | 146 |
| 7.3. | Кетма-кет геометрик нивелирлаш..... | 149 |
| 7.4. | Геометрик нивелирлашга ер эгрилиги ва рефракциянинг таъсири..... | 152 |
| 7.5. | Геометрик нивелирлаш аниқлиги..... | 155 |
| 7.6. | Нивелир турлари..... | 157 |
| 7.7. | Аниқ ва техник нивелирларни тузилиши..... | 158 |
| 7.8. | Нивелирларни текшириш ва тузатиши..... | 162 |
| 7.9. | Нивелир рейкалари ва уларни текшириш..... | 167 |
| 7.10. | Тригонометрик нивелирлаш..... | 170 |

VIII-БОБ. ГЕОДЕЗИК ТАРМОҚЛАР

| | | |
|------|---|-----|
| 8.1. | Умумий маълумотлар..... | 173 |
| 8.2. | Давлат планли геодезик тармоқлари..... | 174 |
| 8.3. | Давлат баландлик геодезик тармоқлари..... | 178 |
| 8.4. | Сунъий йўлдош геодезик тармоқлар ҳақида маълумот..... | 181 |

IX-БОБ. ТЕОДОЛИТ СЪЁМКАСИ

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1. | Теодолит съёмкаси ва унинг моҳияти..... | 183 |
| 9.2. | Теодолит йўлларни ўтказиш ва геодезик тармоқ пунктларига боғлаш..... | 185 |
| 9.3. | Жой тафсилотларини съёмка қилиш. Абрис..... | 188 |
| 9.4. | Тўғри ва тескари геодезик масалаларни ечиш..... | 190 |
| 9.5. | Теодолит полигон нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш..... | 192 |
| 9.6. | Очиқ полигон (диагонал йўл) нуқталарининг координаталарини ҳисоблаш..... | 202 |
| 9.7. | Теодолит съёмкаси планини координаталар бўйича тузиш ва расмийлаштириш..... | 207 |

X-БОБ. ЮЗАНИ ҲИСОБЛАШ

| | | |
|-------|---|-----|
| 10.1. | Умумий маълумотлар..... | 213 |
| 10.2. | Аналитик усулда юзани аниқлаш..... | 214 |
| 10.3. | График усулда юзани аниқлаш..... | 218 |
| 10.4. | Планиметрнинг тузилиши ва уни текширишлари..... | 223 |
| 10.5. | Планиметрнинг бўлак қийматини аниқлаш..... | 226 |
| 10.6. | Планиметр ёрдамида юзани аниқлаш ва боғлаш..... | 228 |
| 10.7. | Электрон планиметрлар..... | 230 |

XI-БОБ. НИВЕЛИРЛАШ ИШЛАРИ ТУРЛАРИ

| | | |
|---------|--|-----|
| 11.1 | Чизиқли иншоотлар трассасини нивелирлаш..... | 238 |
| 11.1.1. | Трасса ўқини жойга кўчириш ва бурилиш нуқталарини маҳкамлаш..... | 239 |
| 11.1.2. | Трасса бурилиш бурчакларини ўлчаш ва томонлар дирекцион бурчагини ҳисоблаш..... | 239 |
| 11.1.3. | Трассани пикетларга бўлиш. Доиравий эгри бош нуқталари ва кўндаланг қирқим нуқталарини жойда белгилаш..... | 240 |
| 11.1.4. | Трасса бўйлаб тор энли жойни съёмка қилиш ва пикетлаш дафтарчасини юритиш..... | 245 |
| 11.1.5. | Трассани нивелирлаш ва журнални ишлаб чиқиш..... | 246 |
| 11.1.6. | Трассанинг бўйлама ва кўндаланг профилини тузиш..... | 254 |
| 11.1.7. | Бўйлама профилда лойиҳалаш элементлари..... | 257 |
| 11.2. | Юзани нивелирлаш..... | 259 |
| 11.2.1 | Юзани нивелирлаш моҳияти ва усуллари..... | 259 |
| 11.2.2. | Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш ва натижаларини ишлаб чиқиш..... | 265 |
| 11.2.3. | Юзани квадратлар бўйича нивелирлаш планини тузиш..... | 269 |

XII-БОБ. ТАХЕОМЕТРИК СЪЁМКА

| | | |
|-------|--|-----|
| 12.1. | Тахеометрик съёмка ва унинг моҳияти..... | 274 |
| 12.2. | Тахеометрик съёмка учун ишлатиладиган асбоблар..... | 275 |
| 12.3. | Тахеометрик съёмка асоси. Тахеометрик йўллар..... | 284 |
| 12.4. | Тафсилотлар ва рельефни съёмка қилиш..... | 285 |
| 12.5. | Электрон тахеометрия(съёмка)ни бажариш технологияси..... | 289 |
| 12.6. | Тахеометрик съёмка натижасини ишлаб чиқиш..... | 293 |
| 12.7. | Тахеометрик съёмка планини тузиш..... | 300 |

XIII-БОБ. МЕНЗУЛА СЪЁМКАСИ

| | | |
|-------|--|-----|
| 13.1. | Мензула съёмкаси ва унинг моҳияти..... | 304 |
| 13.2. | Мензула ва унинг жиҳозлари..... | 305 |
| 13.3. | Мензула ва кипрегелни текшириш ҳамда тузатиш..... | 308 |
| 13.4. | КН кипрегелида нисбий баландлик ва масофаларнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш..... | 313 |
| 13.5. | Мензулани нуқтага ўрнатиш..... | 314 |
| 13.6. | Мензулада тўғри ва тескари кесиштириш..... | 316 |
| 13.7. | Мензула съёмкасини бажариш..... | 318 |

XIV-БОБ. III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШЛАР ТАРМОҚЛАРИ

| | | |
|-------|--|-----|
| 14.1. | Йирик масштабли (1:5000-1:500) топографик съёмкалар баландлик тармоқлари..... | 322 |
| 14.2. | Шаҳарлар ва аҳоли пунктлари ҳудудида нивелир тармоқларини ривожлантириш..... | 324 |
| 14.3. | Нивелир тармоқларини лойиҳалаш ва аниқликгини баҳолаш. Рекогносцировкани бажариш..... | 326 |
| 14.4. | Нивелир ер ости белгилари типлари ва уларни ўрнатиш..... | 331 |

XV-БОБ. III, IV СИНФ ВА ТЕХНИК НИВЕЛИРЛАШ

| | | |
|-------|--|-----|
| 15.1. | Нивелирлар типлари ва уларни синашлари..... | 336 |
| 15.2. | Нивелир рейкалари ва уларни синашлари..... | 349 |
| 15.3. | III ва IV синф нивелирлаш хатолари манбаалари..... | 357 |
| 15.4. | III ва IV синф нивелирлаш услуги..... | 359 |
| 15.5. | Техник нивелирлаш..... | 366 |
| 15.6. | Нивелир йўлларини репер ва маркаларга боғлаш..... | 368 |
| 15.7. | Кенг дарё ва жарлар орқали баландликларни узатиш | 370 |
| 15.8. | Рақамли нивелирлар билан ўлчашларни бажариш..... | 374 |

XVI-БОБ. НИВЕЛИР БЕЛГИЛАРИ БАЛАНДЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

| | | |
|-------|--|-----|
| 16.1. | Нивелирлаш журналини текшириш..... | 382 |
| 16.2. | III ва IV синф ва техник нивелирлаш сифатини баҳолаш..... | 384 |
| 16.3. | Якка нивелир йўлини тенглаштириш..... | 387 |
| 16.4. | Битта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш..... | 390 |
| 16.5. | Кетма-кет яқинлашиш усулида учта тугун нуқтали нивелир тармоғини тенглаштириш..... | 392 |

XVII БОБ. ЗИЧЛАШ ПЛАНЛИ ТАРМОҚЛАРНИ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

| | | |
|-------|---|-----|
| 17.1. | Зичлаш полигонометрия тармоқлари ҳақида маълумот..... | 399 |
| 17.2. | Полигонометрия тармоғини лойиҳалаш ва аниқлигини баҳолаш..... | 401 |
| 17.3. | Зичлаш полигонометриясида бурчакларни ўлчаш..... | 406 |
| 17.4. | Томонлар узунлигини ўлчаш..... | 412 |
| 17.5. | Қисқа базисли параллактик полигонометрия ҳақида маълумот..... | 413 |
| 17.6. | Полигонометрик йўллари таянч пунктларга боғлаш..... | 415 |

XVIII-БОБ. ПОЛИГОНОМЕТРИЯДА ТЕНГЛАШТИРИШ ИШЛАРИ

| | | |
|-------|--|-----|
| 18.1. | Дастлабки ҳисоблашлар..... | 418 |
| 18.2. | Битта тугун нуқтали полигонометрик йўлни тенглаштириш..... | 420 |
| 18.3. | Полигонометрик тармоқни В.В.Поповнинг полигонлар усулида тенглаштириш..... | 426 |
| 18.4. | Полигонометрик тармоқни эквивалент алмаштириш усулида тенглаштириш..... | 432 |

XIX БОБ. ПЛАНЛИ ЗИЧЛАШТИРИШ ТАРМОҚЛАРИНИ ТРИАНГУЛЯЦИЯ УСУЛИДА ҚУРИШ

| | | |
|-------|--|-----|
| 19.1. | Зичлаш триангуляциясини ва уни қуруш аниқлиги..... | 442 |
| 19.2. | Горизонтал йўналиш (бурчак)ларни ўлчаш..... | 446 |
| 19.3. | Ўлчанган йўналишларни пунктлар марказига келтириш элементларини аниқлаш..... | 449 |
| 19.4. | Тармоқ пунктларида вертикал бурчакларни ўлчаш..... | 451 |
| 19.5. | Қўшимча пунктларни аниқлаш..... | 455 |

XX БОБ. ЗИЧЛАШ ТРИАНГУЛЯЦИЯСИ ТАРМОҚЛАРИНИ МАТЕМАТИК ИШЛАБ ЧИҚИШ

| | | |
|-------|----------------------------|-----|
| 20.1. | Дастлабки ҳисоблашлар..... | 463 |
|-------|----------------------------|-----|

| | | |
|-------|--|-----|
| 20.2. | Асосий ҳисоблашлар. Коррелата усулида тенглаштириш хақида маълумот..... | 468 |
| 20.3. | Триангуляция тармоқларини содда усулда тенглаштириш..... | 472 |
| 20.4. | Триангуляция тармоғида пунктлар нисбий баландлигини ҳисоблаш ва тенглаштириш..... | 479 |

**XXI-БОБ. ГЛОБАЛ НАВИГАЦИЯЛИ ЕР СУНЪИЙ
ЙЎЛДОШ СИСТЕМАЛАРИДАН ГЕОДЕЗИК
МАҚСАДЛАРДА ФОЙДАЛАНИШ**

| | | |
|-------------------------------|---|-----|
| 21.1. | Сунъий йўлдош навигацияли GPS ва ГЛОНАСС системалари.... | 484 |
| 21.2. | Сунъий йўлдош GPS приёмниклари..... | 489 |
| 21.3. | Сунъий йўлдош ўлчашларининг методлари..... | 494 |
| 21.4. | Сунъий йўлдош ўлчашларини ишлаб чиқиш учун дастурий таъминот хақида маълумотлар..... | 497 |
| Глоссари..... | | 500 |
| Фойдаланилган адабиётлар..... | | 516 |

О Д Е Р Ж А Н И Е

| | |
|--|----|
| Предисловие..... | 4 |
| ГЛАВА I. ПРЕДМЕТ ГЕОДЕЗИИ, ЕГО ЗАДАЧИ И ЗНАЧЕНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ | |
| 1.1. Предмет геодезии и его задачи..... | 6 |
| 1.2. Краткая история развития геодезии..... | 9 |
| 1.3. Связь геодезии с другими науками и его значение в народном хозяйстве..... | 11 |
| 1.4. Организационные формы геодезической службы Республики Узбекистана..... | 13 |
| ГЛАВА II. ОБЩАЯ ФИГУРА ЗЕМЛИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТО ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ | |
| 2.1. Сведение о форме и размерах Земли..... | 16 |
| 2.2. Системы координат, применяемые в геодезии..... | 20 |
| 2.3. Понятие о системе плоских прямоугольных координат Гаусса- Крюгера..... | 24 |
| 2.4. Системы высот, применяемые в геодезии..... | 26 |
| 2.5. Ориентирование линий..... | 28 |
| ГЛАВА III. ПЛАН И КАРТЫ | |
| 3.1. Общие сведения..... | 36 |
| 3.2. Масштабы..... | 38 |
| 3.3. Номенклатура планов и карт..... | 42 |
| 3.4. Рельеф местности его изображения на топографических планах и картах..... | 49 |
| 3.5. Рамки и условные знаки топографических планов и карт..... | 55 |
| 3.6. Решение задач на топографических картах..... | 59 |
| ГЛАВА IV. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕОРИИ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ | |
| 4.1. Виды измерений и их погрешности..... | 76 |
| 4.2. Арифметическая средина..... | 79 |
| 4.3. Средняя квадратическая ошибка одного измерения..... | 79 |
| 4.4. Вес результатов измерений. Весовая средне арифметическая величина..... | 82 |

ГЛАВА IV. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕОРИИ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1. | Сущность и принцип измерения горизонтальных углов..... | 84 |
| 5.2. | Уровни..... | 87 |
| 5.3. | Зрительная труба..... | 89 |
| 5.4. | Отсчетные приспособления..... | 93 |
| 5.5. | Виды теодолитов..... | 94 |
| 5.6. | Электронные теодолиты..... | 97 |
| 5.7. | Технические теодолиты..... | 99 |
| 5.8. | Поверки и юстировка теодолитов..... | 104 |
| 5.9. | Способы измерения горизонтальных углов..... | 108 |
| 5.10. | Точность измерения горизонтальных углов..... | 111 |
| 5.11. | Измерение вертикальных углов..... | 113 |

ГЛАВА VI. ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНИЙ НА МЕСТНОСТИ

| | | |
|------|---|-----|
| 6.1. | Инструменты для непосредственного измерения линий..... | 119 |
| 6.2. | Подготовка линии к измерению..... | 124 |
| 6.3. | Измерение линии стальной лентой и точность измерений..... | 126 |
| 6.4. | Определение длины недоступной линии..... | 130 |
| 6.5. | Определение горизонтального проложения измеренной наклонной линии..... | 132 |
| 6.6. | Оптические дальномеры..... | 133 |
| 6.7. | Общее сведение об электронных дальномерах..... | 136 |

ГЛАВА VII. НИВЕЛИРОВАНИЕ

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.1. | Сущность и виды нивелирования..... | 143 |
| 7.2. | Способы геометрического нивелирования..... | 146 |
| 7.3. | Последовательное геометрическое нивелирование..... | 149 |
| 7.4. | Влияние кривизны земли и рефракции на геометрическое нивелирование..... | 152 |
| 7.5. | Точность геометрического нивелирования..... | 155 |
| 7.6. | Виды нивелиров..... | 157 |
| 7.7. | Устройство точных и технических нивелиров..... | 158 |
| 7.8. | Поверки и юстировка нивелиров..... | 162 |
| 7.9. | Нивелирные рейки и их поверки..... | 167 |
| 7.10. | Тригонометрическое нивелирование..... | 170 |

ГЛАВА VIII. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ

| | | |
|------|---|-----|
| 8.1. | Общие сведения..... | 173 |
| 8.2. | Государственные плановые сети..... | 174 |
| 8.3. | Государственные высотные сети..... | 178 |
| 8.4. | Информация о геодезических сетях спутниковая навигационная система..... | 181 |

ГЛАВА IX. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЁМКА

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1. | Теодолитная съёмка и ее сущность..... | 183 |
| 9.2. | Проложение теодолитных ходов и их привязка пунктам геодезических сетей..... | 185 |
| 9.3. | Съёмка ситуаций местности. Абрис..... | 188 |
| 9.4. | Решение прямой и обратной геодезических задач..... | 190 |
| 9.5. | Вычисление координат точек теодолитного полигона..... | 192 |
| 9.6. | Вычисление координат точек разомкнутого (диагонального) хода..... | 202 |
| 9.7. | Построение плана теодолитной съёмки по координатам и оформление плана..... | 207 |

ГЛАВА X. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ

| | | |
|-------|--|-----|
| 10.1. | Общие сведения..... | 213 |
| 10.2. | Вычисление площади аналитическим способом..... | 214 |
| 10.3. | Вычисление площади графическим способом..... | 218 |
| 10.4. | Устройство планиметра и его поверки..... | 223 |
| 10.5. | Определение цены деления планиметра..... | 226 |
| 10.6. | Определение площади планиметром и увязка площадей..... | 228 |
| 10.7. | Электронные планиметры..... | 230 |

ГЛАВА XI. ВИДЫ НИВЕЛИРНЫХ РАБОТ

| | | |
|---------|--|-----|
| 11.1 | Нивелирование трассы линейных сооружений..... | 238 |
| 11.1.1. | Вынос оси трассы на местность и закрепление точек поворота..... | 239 |
| 11.1.2. | Измерение углов поворота трассы и вычисление дирекционных углов прямых линий..... | 239 |
| 11.1.3. | Разбивка трассы на пикеты. Обозначение главных точек круговой кривой и поперечника на местности..... | 240 |
| 11.1.4. | Съёмка узкой полосы местности по трассе и ведение | 245 |

| | | |
|---------|---|-----|
| | пикетажной книжки..... | |
| 11.1.5. | Производство нивелирование трассы и обработка журнала..... | 246 |
| 11.1.6. | Построение продольного и поперечного профилей трассы..... | 254 |
| 11.1.7. | Элементы проектирования на продольном профиле..... | 257 |
| 11.2. | Нивелирование поверхности..... | 259 |
| 11.2.1 | Сущность и методы нивелирования поверхности..... | 259 |
| 11.2.2. | Производство нивелирование поверхности и обработка результатов..... | 265 |
| 11.2.3. | Построение плана нивелирования поверхности..... | 269 |

ГЛАВА XII. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

| | | |
|-------|---|-----|
| 12.1. | Тахеометрическая съёмка и её сущность..... | 274 |
| 12.2. | Приборы, применяемые при тахеометрической съёмке..... | 275 |
| 12.3. | Съёмочная основа тахеометрической съёмки. Тахеометрические ходы..... | 284 |
| 12.4. | Съёмка ситуации и рельефа..... | 285 |
| 12.5. | Технология производства электронной тахеометрии (съёмки)... | 289 |
| 12.6. | Обработка результатов тахеометрической съёмки..... | 293 |
| 12.7. | Построение плана тахеометрической съёмки..... | 300 |

ГЛАВА XIII. МЕНЗУЛЬНАЯ СЪЁМКА

| | | |
|-------|--|-----|
| 13.1. | Мензульная съёмка и её сущность..... | 304 |
| 13.2. | Мензула и ее принадлежности..... | 305 |
| 13.3. | Поверки и юстировка мензулы и кипрегеля..... | 308 |
| 13.4. | Определение превышений и горизонтальных проложений расстояний кипрегелем КН..... | 313 |
| 13.5. | Установка мензулы на точке..... | 314 |
| 13.6. | Прямая и обратная засечки с мензулой..... | 316 |
| 13.7 | Производство мензульной съёмки..... | 318 |

ГЛАВА XIV. СЕТИ НИВЕЛИРОВНИЕ III, IV КЛАССОВ И ТЕХНИЧЕСКОЙ НИВЕЛИРОВАНИЕ

| | | |
|-------|--|-----|
| 14.1. | Высотные сети крупно масштабных (1:5000 – 1:500) топографических съёмок..... | 322 |
| 14.2. | Развитие нивелирных сетей на территории городов и населенных пунктов..... | 324 |
| 14.3. | Составление проекта нивелирных сетей и оценка точности. | 326 |

| | |
|---|-----|
| Рекогносцировка | 331 |
| 14.4. Типы подземных нивелирных знаков и их закладка..... | 331 |

ГЛАВА XV. III, IV КЛАССОВ И ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

| | |
|--|-----|
| 15.1. Типы нивелиров и их исследования..... | 336 |
| 15.2. Нивелирные рейки и их исследование..... | 349 |
| 15.3. Источники ошибок нивелирования III, IV классов..... | 357 |
| 15.4. Методика нивелирования III, IV классов..... | 359 |
| 15.5. Техническое нивелирование..... | 366 |
| 15.6. Привязка нивелирных ходов реперам и маркам..... | 368 |
| 15.7. Передача высот через широкие реки и обрывы..... | 370 |
| 15.8. Производство нивелирование цифровыми нивелирами..... | 374 |

ГЛАВА XVI. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЫСОТ НИВЕЛИРНЫХ ЗНАКОВ

| | |
|---|-----|
| 16.1. Проверка журнала нивелирования..... | 382 |
| 16.2. Оценка качества нивелирования III, IV классов и технического нивелирования..... | 384 |
| 16.3. Уравнивание одиночного нивелирного хода..... | 387 |
| 16.4. Уравнивание нивелирной сети с одной узловым точкой..... | 390 |
| 16.5. Уравнивание нивелирной сети с тремя узловыми точками способом последовательных приближений..... | 392 |

ГЛАВА XVII. ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ СГУЩЕНИЯ МЕТОДОМ ПОЛИГОНОМЕТРИИ

| | |
|---|-----|
| 17.1. Сведение о полигонометрических сетях сгущения..... | 399 |
| 17.2. Составление проекта полигонометрической сети и оценка точности..... | 401 |
| 17.3. Измерение углов в полигонометрических сетях сгущения..... | 406 |
| 17.4. Измерение длин сторон..... | 412 |
| 17.5. Сведение о короткобазисном параллактическом полигонометрии..... | 413 |
| 17.6. Привязка полигонометрических ходов опорным пунктам..... | 415 |

ГЛАВА XVIII. УРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ПОЛИГОНОМЕТРИИ

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 18.1. Предварительная вычисления..... | 418 |
|---------------------------------------|-----|

| | | |
|-------|---|-----|
| 18.2. | Уравнивание одиночного полигонометрического хода..... | 420 |
| 18.3. | Уравнивание полигонометрической сети способом проф. В.В.Попова..... | 426 |
| 18.4. | Уравнивание полигонометрической сети способом эквивалентной замены..... | 432 |

ГЛАВА XIX. ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ СГУЩЕНИЯ МЕТОДОМ ТРИАНГУЛЯЦИИ

| | | |
|-------|--|-----|
| 19.1. | Триангуляция сгущения и точность ее построения..... | 442 |
| 19.2. | Измерение горизонтальных направлений (углов)..... | 446 |
| 19.3. | Определение элементов приведения измеренных направлений к центрам пунктов..... | 449 |
| 19.4. | Измерение вертикальных углов на пунктах сети..... | 451 |
| 19.5. | Определение дополнительных пунктов..... | 455 |

ГЛАВА XX. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ТРИАНГУЛЯЦИОННЫЕ СЕТИ СГУЩЕНИЯ

| | | |
|-------|--|-----|
| 20.1. | Предварительные вычисления..... | 463 |
| 20.2. | Основные вычисления. Сведение о коррелятном способе уравнивания..... | 468 |
| 20.3. | Уравнивание сетей триангуляции упрощенным способом..... | 472 |
| 20.4. | Вычисление превышений между пунктами сети триангуляции и их уравнивание..... | 479 |

ГЛАВА XXI. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

| | | |
|-------|---|-----|
| 21.1. | Спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС..... | 484 |
| 21.2. | Спутниковые GPS приёмники | 489 |
| 21.3. | Методы спутниковых GPS измерений..... | 494 |
| 21.4. | Программные продукты для обработки спутниковых измерений..... | 497 |
| | Глоссарий | 500 |
| | Список литературы..... | 516 |

C O N T E N T

| | |
|--|----|
| Preface..... | 4 |
| CHAPTER I. THE SUBJECT OF GEODESY, ITS OBJECTIVES AND IMPORTANCE IN THE NATIONAL ECONOMY | |
| 1.1. The subject of geodesy and its objectives..... | 6 |
| 1.2. A brief history of the development of geodesy..... | 9 |
| 1.3. Connection of geodesy with other sciences and its significance in the national economy..... | 11 |
| 1.4. Organizational forms of geodetic service of the Republic of Uzbekistan..... | 13 |
| CHAPTER II. GENERAL SHAPE OF THE EARTH AND DETERMINATION OF THE POINT POSITION OF THE EARTH SURFACE | |
| 2.1. Information about the shape and size of the Earth..... | 16 |
| 2.2. Coordinate systems used in geodesy..... | 20 |
| 2.3. The concept of a system of plane rectangular Gauss-Krueger coordinates..... | 24 |
| 2.4. The systems of heights used in geodesy..... | 26 |
| 2.5. Orientation of lines..... | 28 |
| CHAPTER III. PLANS AND MAPS | |
| 3.1. General information..... | 36 |
| 3.2. Scales..... | 38 |
| 3.3. Nomenclature of plans and maps..... | 42 |
| 3.4. The terrain relief of his image on topographic plans and maps..... | 49 |
| 3.5. Framework and conventional signs of topographic plans and maps.. | 55 |
| 3.6. Solving problems on topographic maps..... | 59 |
| CHAPTER IV. GENERAL INFORMATION ABOUT THE THEORY OF ERRORS OF MEASUREMENTS | |
| 4.1. Types of measurements and their errors..... | 76 |
| 4.2. Arithmetic mean..... | 79 |
| 4.3. Mean square error of one measurement..... | 79 |
| 4.4. Weight of measurement results. Weighted mean arithmetic value.... | 82 |

CHAPTER V. MEASUREMENT OF ANGLES

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1. | The essence and principle of measuring horizontal angles..... | 84 |
| 5.2. | Levels..... | 87 |
| 5.3. | Visual tube..... | 89 |
| 5.4. | Counting devices..... | 92 |
| 5.5. | Types of theodolites..... | 94 |
| 5.6. | Electronic theodolites..... | 97 |
| 5.7. | Technical theodolites..... | 99 |
| 5.8. | Calibration and correction of theodolites..... | 104 |
| 5.9. | Methods for measuring horizontal angles..... | 108 |
| 5.10. | Accuracy of measuring horizontal angles..... | 111 |
| 5.11. | Measuring vertical angles..... | 113 |

CHAPTER VI. MEASUREMENT OF LINES ON AREA

| | | |
|------|---|-----|
| 6.1. | Instruments for direct measurements..... | 119 |
| 6.2. | Preparing a line for measurement..... | 124 |
| 6.3. | Measuring the line with steel tape and measuring accuracy..... | 126 |
| 6.4. | Determination of the length of an impregnable line..... | 130 |
| 6.5. | Determination of the horizontal distance of the measured inclined line..... | 132 |
| 6.6. | Optical distance-measuring instruments..... | 133 |
| 6.7. | General information about electronic distance-measuring instruments..... | 136 |

CHAPTER VII. LEVELING

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.1. | Essence and types of leveling..... | 143 |
| 7.2. | Methods of direct (geometric) leveling..... | 146 |
| 7.3. | Differential leveling..... | 149 |
| 7.4. | The effect of earth curvature and refraction on direct leveling..... | 152 |
| 7.5. | Accuracy of direct leveling..... | 155 |
| 7.6. | Types of levels..... | 157 |
| 7.7. | The instruments of exact and technical levels..... | 158 |
| 7.8. | Calibration and correction of levels..... | 162 |
| 7.9. | Leveling rods and their calibration..... | 167 |
| 7.10. | Trigonometric leveling..... | 170 |

CHAPTER VIII. GEODETIC NETWORKS

| | | |
|------|--|-----|
| 8.1. | General information..... | 173 |
| 8.2. | State horizontal control networks..... | 174 |
| 8.3. | State high control networks..... | 178 |
| 8.4. | Information about satellite navigation system geodetic networks..... | 181 |

CHAPTER IX. THEODOLITE SURVEYING

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1. | Theodolite surveying and its essence..... | 183 |
| 9.2. | The placement of theodolite traverse and their bridging to the points of geodetic networks..... | 185 |
| 9.3. | Surveying situations of the terrain. Abris..... | 188 |
| 9.4. | The solution of direct and inverse geodetic problems..... | 190 |
| 9.5. | Calculation of the coordinates of the points of the theodolite polygon..... | 192 |
| 9.6. | Calculation of coordinates of points of the open (diagonal) course... | 202 |
| 9.7. | Constructing a plan for theodolite survey by coordinates and drawing up a plan..... | 207 |

CHAPTER X. CALCULATION OF AREAS

| | | |
|-------|--|-----|
| 10.1. | General information..... | 213 |
| 10.2. | Area calculation by analytical method..... | 214 |
| 10.3. | Area calculation graphically..... | 218 |
| 10.4. | Planimeter device and its verification..... | 223 |
| 10.5. | Determination of the division rate of a planimeter..... | 226 |
| 10.6. | Determination of area by planimeter and coordination of areas..... | 228 |
| 10.7. | Electronic planimeters..... | 230 |

CHAPTER XI. TYPES OF LEVELING WORKS

| | | |
|---------|---|-----|
| 11.1 | Leveling of the line of linear structures..... | 238 |
| 11.1.1. | Transferring the axis of the route to the terrain and fixing the turning points..... | 239 |
| 11.1.2. | Measurement of the angles of rotation of the trace and calculation of the directional angles of straight lines..... | 239 |
| 11.1.3. | Breakdown of the route into pickets. Designation of the main points of the circular curve and the diameter on the ground..... | 240 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 11.1.4. | Shooting a narrow strip of terrain along the highway and maintaining a picket book..... | 245 |
| 11.1.5. | Production line leveling and log processing..... | 246 |
| 11.1.6. | Construction of longitudinal and transverse track profiles..... | 254 |
| 11.1.7. | Design elements on a longitudinal profile..... | 257 |
| 11.2. | Surface leveling..... | 259 |
| 11.2.1 | The essence and methods of surface leveling..... | 259 |
| 11.2.2. | Surface leveling..... | 265 |
| 11.2.3. | Building a plan for surface leveling..... | 269 |

CHAPTER XII. TACHEOMETRIC SURVEYING

| | | |
|-------|---|-----|
| 12.1. | Tacheometric survey and its essence..... | 274 |
| 12.2. | Instruments used in tacheometric survey..... | 275 |
| 12.3. | Geodetic control of tacheometric survey. Tacheometric traverse..... | 284 |
| 12.4. | Survey situation and relief..... | 285 |
| 12.5. | The technology of production electronic tacheometry (survey)..... | 289 |
| 12.6. | Processing of results of tacheometric survey..... | 293 |
| 12.7. | Construction of a plan for tacheometric survey..... | 300 |

CHAPTER XIII. PLANE TABLE SURVEYING

| | | |
|-------|---|-----|
| 13.1. | Plane table surveying and its essence..... | 304 |
| 13.2. | Plane table and its accessories..... | 305 |
| 13.3. | Calibration and their correction of the plane table and cyprangel..... | 308 |
| 13.4. | Determination of elevation and horizontal distances of distances by KN cyprangel..... | 313 |
| 13.5. | Setting the plane table on the point..... | 314 |
| 13.6. | Straight and reverse resection with a plane table..... | 316 |
| 13.7 | Production of plane table survey..... | 318 |

CHAPTER XIV. LEVELING NETWORKS III, IV CLASS AND TECHNICAL LEVELING

| | | |
|-------|---|-----|
| 14.1. | High-altitude networks of large – scale (1:5000-1:500) topographic surveys..... | 322 |
| 14.2. | Development of level networks on the territory of cities and settlements..... | 324 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 14.3. | Projecting of level networks, reconnaissance and estimate of accuracy..... | 326 |
| 14.4. | Types of leveling signs (benchmarks and stamps) and their tabs..... | 331 |

CHAPTER XV. LEVELING OF III, IV CLASSES AND TECHNICAL LEVELING

| | | |
|-------|--|-----|
| 15.1. | Types of levels, calibration and their correction..... | 336 |
| 15.2. | Leveling rod, their calibration and research..... | 349 |
| 15.3. | Sources of errors leveling III, IV classes..... | 357 |
| 15.4. | The method of leveling III, IV classes..... | 359 |
| 15.5. | Technical leveling..... | 366 |
| 15.6. | Bridging of leveling lines to ground and wall benchmarks and stamps..... | 368 |
| 15.7. | Transfer of heights through wide rivers and cliffs..... | 370 |
| 15.8. | Production leveling by digital levels..... | 374 |

CHAPTER XVI. CALCULATION OF THE HEIGHT OF THE LEVELING SIGNS

| | | |
|-------|---|-----|
| 16.1. | Checking the leveling notes..... | 382 |
| 16.2. | Estimate of the quality of leveling III, IV classes and technical leveling..... | 384 |
| 16.3. | Equalization of a single leveling line..... | 387 |
| 16.4. | Equalization of a level network with one node point..... | 390 |
| 16.5. | Equalization of a level network with three nodal points by the method of successive approximations..... | 392 |

CHAPTER XVII. CONSTRUCTION OF THE CONTROL EXTENSION BY THE METHOD OF POLYGONOMETRY

| | | |
|-------|--|-----|
| 17.1. | Information about polygonometric control extension..... | 399 |
| 17.2. | Projecting a polygonometric network and estimate accuracy..... | 401 |
| 17.3. | Measuring angles in polygonometric control extension..... | 406 |
| 17.4. | Measuring the length of the traverse..... | 412 |
| 17.5. | Information about the short-base parallax polygonometry..... | 413 |
| 17.6. | Bridging of polygonometric traverse to control points..... | 415 |

CHAPTER XVIII. EQUALIZING WORKS IN POLYGONOMETRY

| | | |
|-------|-------------------------------|-----|
| 18.1. | Preliminary calculations..... | 418 |
|-------|-------------------------------|-----|

| | | |
|-------|--|-----|
| 18.2. | Equalization of a single polygonometric traverse..... | 420 |
| 18.3. | Equalization of the polygonometric network by the method of prof. V.V.Popov..... | 426 |
| 18.4. | Equalizing the polygonometric network by an equivalent replacement method..... | 432 |

CHAPTER XIX. CONSTRUCTION OF THE CONTROL EXTENSION BY THE METHOD OF TRIANGULATION

| | | |
|-------|---|-----|
| 19.1. | Triangulation of the extension and the accuracy of its construction.. | 442 |
| 19.2. | Measurement of horizontal directions (angles)..... | 446 |
| 19.3. | Determination of elements reduction measured directions to the centers of points..... | 449 |
| 19.4. | Measurement of vertical angles at network points..... | 451 |
| 19.5. | Definition of additional network points..... | 455 |

CHAPTER XX. MATHEMATICAL PROCESSING CONTROL EXTENSION OF TRIANGULATION

| | | |
|-------|--|-----|
| 20.1. | Preliminary calculations..... | 463 |
| 20.2. | Basic calculations. Information on the corellate equalization method..... | 468 |
| 20.3. | Equalizing triangulation networks in a simplified method..... | 472 |
| 20.4. | Calculation and equalization of the relative height of punches in triangulation network..... | 479 |

CHAPTER XXI. USE OF GLOBAL SATELLITE NIVIGATION SYSTEMS IN GEODESIC OBJECTIVES

| | | |
|-------|--|-----|
| 21.1. | GPS and GLONASS satellite navigation systems..... | 484 |
| 21.2. | Satellite GPS receivers..... | 489 |
| 21.3. | Methods of satellite GPS measurements..... | 494 |
| 21.4. | Software products for processing satellite measurements..... | 497 |
| | Glossary..... | 500 |
| | List of references..... | 516 |

МУБОРАКОВ ХАМИДХОН

Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети «Геодезия ва геоинформатика» кафедраси доценти 30 декабрь, 1939 йили Наманган вилояти Косовсой туманида туғилган. 1957-1962 йилларда Тошкент агрария ва қишлоқ хўжалиги механикасилик муҳандислари институтида, 1970-1973 йилларда, Москва муҳандислик ҳуқуқини институти аспирантурасида таҳсил олган. 70 га яқин илмий, илмий-услубий ишлар муаллифи.



ОХУНОВ ЗИЁ

9 июнь, 1959 йили Тошкент Республикаси, Дегирмон вилояти туғилган. 1977-1982 йилларда Тошкент агрария ва қишлоқ хўжалиги механикасилик муҳандислари институтида, 1987-1990 йилари Москва ер тўғиши ва инженерлар институти аспирантурасида таҳсил олган. 60 га яқин илмий, илмий-услубий ишлар муаллифи.



ХАЙИТОВ ХОЛМУРОД

Тошкент агрария ва қишлоқ хўжалиги механикасилик муҳандислари институти «Геодезия ва геоинформатика» кафедраси доценти. 13 янврий 1972 йили Қашқадарь вилояти Қарши шаҳрида туғилган. 1990-1995 йилларда Тошкент агрария ва қишлоқ хўжалиги механикасилик инженерлари институтида таҳсил олган. 40 га яқин илмий, илмий-услубий ишлар муаллифи.



РЎЗИЕВ АЗИЗЖОН

Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети «Геодезия ва картография» кафедрасида доцент. 17 январь 1984 йили Бухоро вилояти, Гилжуви туманида туғилган. 2000-2006 йилларда Ўзбекистон Миллий университетида таҳсил олган. 15 га яқин илмий, илмий-услубий ишлар муаллифи.



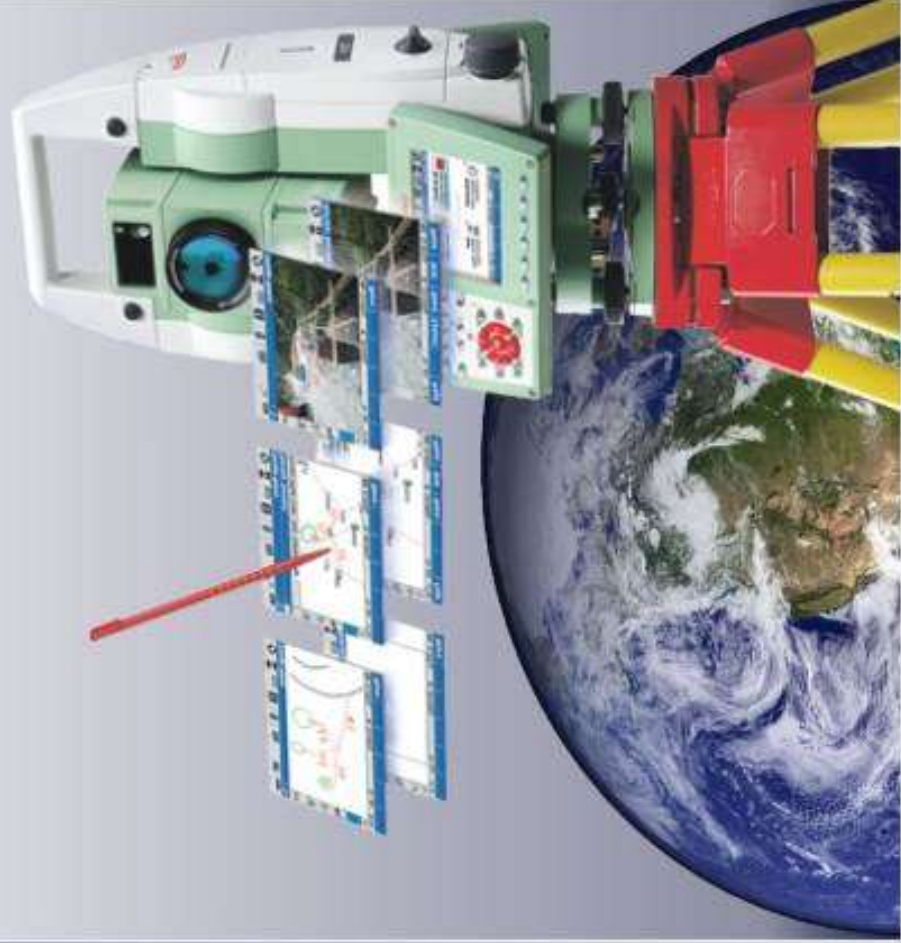
ЯКУБОВ ГАЙРАТ

Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети «Геодезия ва картография» кафедраси доценти. 12 март 1988 йили Тошкент шаҳрида туғилган. 2010-2012 йилларда Ўзбекистон Миллий университети (магистр)да таҳсил олган. 10 га яқин илмий, илмий-услубий ишлар муаллифи.



Х.МУБОРАКОВ, З.ОХУНОВ, Х.ХАЙИТОВ,
А.РЎЗИЕВ, Г.ЯКУБОВ

ГЕОДЕЗИЯ



Г Е О Д Е З И Я

2020