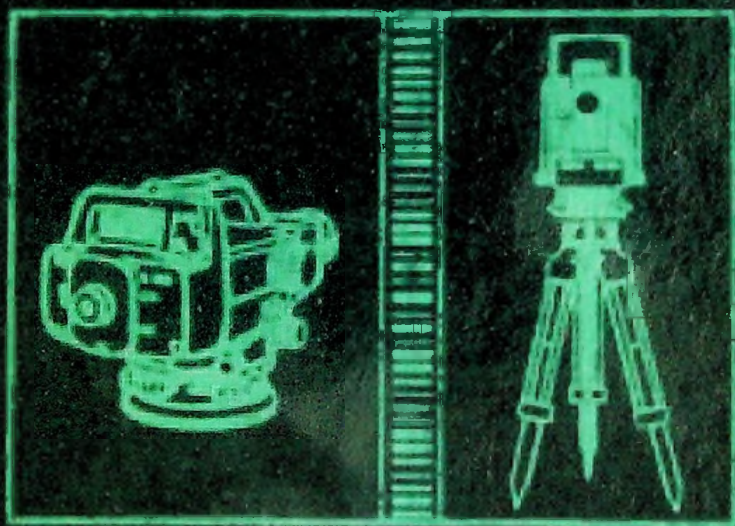


Э.Х. ИСАКОВ

# ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОДЕЗИЯСИ



ТОШКЕНТ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА  
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

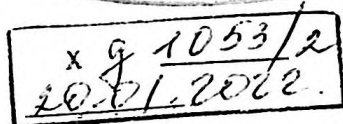
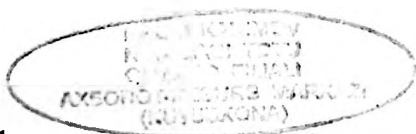
МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ  
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-  
ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

ИСАКОВ ЭРКИН ХЎЖАЁРОВИЧ

# ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОДЕЗИЯСИ

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим  
вазирлигининг 2021 йил 30 майдаги 237-сонли буйруғига асосан 5341700-  
“Архитектура ёдгорликлари реконструкцияси ва реставрацияси”  
таълим йўналишлари талабалари учун дарслик сифатида чоп этишга  
таъсир этилган.

ТОШКЕНТ – 2021



**УДК 528.48 (075.8)**

**КБК: 26.1я73**

**И-62**

**Э.Х.Исаков. Инженерлик геодезияси.  
Дарслик. – Т.: «Инновацион ривожланиш  
нашриёт-матбаа уйи», 2020, 224 бет.**

**ISBN 978-9943-7526-2-7**

Ушбу дарслик 5341700-“Архитектура ёдгорликлари  
реконструкцияси ва реставрацияси” таълим йўналишлари  
талабаларига мўлжалланган

**Тақризчилар:**

**Д.О. Джуракулов** – СамДАҚИ “Бино ва  
иншоотлар кадастри” кафедраси мудири,  
т.ф.н., доцент;

**Р.А. Хотамов** – Самарқанд аэрогеодезия”  
давлат унитар корхонаси директори.

**ISBN 978-9943-7526-2-7**

**© «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи» 2021.**

## КИРИШ

Ўзбекистон Республикаси Мустақиллигининг дастлабки йиллариданоқ, барча соҳаларда илм-фан ютуқларидан кенг фойдаланишга, замонавий техника ва технологияларни ишлаб чиқаришга тадбиқ қилишга катта эътибор қаратилмоқда. Республикамиз мустақил давлат сифатида дунё ҳамжамиятида ўзининг муносиб ўрнига эга бўлаётганлиги, мамлакатда эса бозор муносабатлари қарор топаётганлиги ўз навбатида геодезия соҳасига оид ишларга бўлган талабни кескин оширмоқда. Шу сабабдан ҳам ушбу соҳада илмий-тадқиқот ишлари ва амалиёт жараёнини юксак даражада олиб бориш лозим.

Бугунги кунда амалга оширилаётган қурилиш-бунёдкорлик ишлари, улкан ҳажмдаги мураккаб ечимга эга бўлган намунавий турар жойлар, автомобил ва темир йўллари лойиҳалаш ҳамда қуриш жараёни юқори аниқликдаги геодезик ишларни талаб этади. Бу борада, мамлакатимизда соҳанинг мустаҳкам ҳуқуқий пойдевори яратилган.

Инженерлик геодезияси фани қурилишда, тоғ кидирув ишлари ҳамда бино ва иншоотларни геодезик кузатишда юзага келадиган турли хил амалий ва илмий масалаларни ечишда топографик-геодезик таъминлаш усуллари ўрганади. Қисқа маънода топографик-геодезик кидирув, бино ва иншоотлар лойиҳаларини тузиш ва жойга қўчириш, уларни қуриш жараёнида геодезик ўлчашлар билан таъминлаш, бино ва иншоотлар деформациясини аниқлаш ва ҳоказо ишлар билан шуғулланади [1, 2, 3, 4, 5].

Ўлчаш усуллари ва натижаларини математик қайта ишлашда ҳамда геодезик таянч тармоқларини барпо этиш ва режалаш ишларини бажаришда турли хил асбоб-ускуналар қўлланилади. Ҳозирги кунда инженер геодезик ишларни бажариш учун замонавий ҳисоблаш техникаси, лазер қурилмалари, электрон асбоблар, ҳамда GPS тизимлари кенг қўлланмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси, вилоят, шаҳар, туман ҳокимликлари ва бошқа мутасадди ташкилотлар томонидан меъморий обидаларни таъмирлаш, сақлаш ва қайта

тиклаш бўйича муддатли, кенг қўламли чора-тадбирлар режаси ишлаб чиқилган. Бунга мисол тариқасида кўҳна ва навқирон Самарканд шаҳрининг эски шаҳар қисмини тубдан ўзгартирилиши, шу жумладан, Шоҳи Зинда меъморий мажмуасининг қайта тикланишини ва бошқаларни кўрсатишимиз мумкин. Меъморий обидаларни таъмирлаш, қайта тиклаш ва бошқа ободонлаштириш ишлари республикамизнинг барча вилоят ва туманларида ҳам кенг қўламда бажарилмоқда [4, 14, 15, 16, 17].

Ўзбекистон Республикаси ўзининг барча табиий бойликлари ва ресурслари билан бир қаторда, бебаҳо маданий бойликка, хусусан, бетакрор меъморий обидаларга ҳам эгадир. Бугунги кунда миллионлаб туристлар мамлакатимизга меъморий обидаларимизни томоша қилиб, завқ олиш мақсадида дунёнинг турли бурчакларидан келишмоқда. Бундан кўриниб турибдики, мамлакатимизнинг иқтисодий салоҳиятини кўтаришнинг яна бир йўли туризм соҳасини кенгайтириб, туристларга хизмат кўрсатиш соҳасини ривожлантиришдир. Бу эса ўз навбатида тарихий меъморий ёдгорликларни сақлаш, таъмирлаш ва қайта тиклаш бўйича катта ишларни амалга оширишни тақозо этади [16, 17].

Юксак ва бетакрор санъат асарлари бўлмиш меъморий обидалар миллий ифтихоримиз бўлиши билан бир қаторда, умумжаҳон маданий бойлиги, тарихий мероси ва меъморий дурдоналари қаторидан муносиб ўрин олган. Республикамизнинг кўплаб меъморий обидаларининг ЮНЕСКО халқаро ташкилоти ўз муҳофазасига олиши айтилган фикрни тасдиқлайди.

Биз ушбу меъморий обидаларни кўз қорачигидек асрашимиз ва келгуси авлодларга тўла-тўқис етиб боришини таъминлашимиз зарур. Бунинг учун меъморий обидаларнинг ҳолатини доимий тарзда кузатиб, уларнинг емирилиши ва бузилишининг олдини олишни талаб этади. Бу кузатиш ишларида геодезик ва фотограмметрик усулларни қўллаш катта самара беради. Умуман меъморий обидаларнинг чўкиши, оғиши, буралиши, силжиши ва бошқа турдаги деформацияларини кузатиш ишлари мутахасссларнинг олдида турган энг масъулиятли ишлардан ҳисобланади. Зеро, ушбу кузатиш

натижаларидан фойдаланиш меъморий обидаларнинг емирилиши, шикастланишининг олдини олади ва уларнинг бевақт ишдан чиқишига йўл қўймайди [4, 16, 17].

Меъморий обидаларнинг деформацияларини кузатиш, уларнинг техник ҳолатини аниқлаш, геодезик усулда суратга олиш мураккаб жараён ҳисобланади. Чунки, улар ўзаро зич жойлашган ва мураккаб геометрик шаклларга ҳамда ўзига хос конструкцияларга эга. Шу боис, уларда аниқ геодезик ўлчаш ишлари бажарилиши лозим. Катта масъулият талаб этадиган бундай мураккаб ишлар автоматлаштириш ва компьютерлаштиришни тақозо этади. Ўлчаш ишларини бажаришда замонавий геодезик техника ва технологияларни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Геодезик ўлчаш ишларини тез ва сифатли бажариш мақсадида замонавий лазерли электрон теодолит ва тахеометрлар, рақамли нивелирларни қўллаш тавсия этилади [17].

Таъкидлаганимиздек, меъморий обидаларни ўз ҳолида сақлаш, уларни тиклаш, таъмирлашга доир бўлган муаммолар ва амалга оширилиши лозим бўлган барча тадбирлар ва ишлар меъморий обидаларнинг конструкцияси ва бошқа алоҳида хусусиятларини тубдан ўрганишни талаб қилади. Шу билан бирга меъморий обидаларни таъмирлаш мақсадида уларнинг чизмалари ва лойиҳаларини тузиш шарт. Ушбу мақсадда эса меъморий обидаларнинг геометрик ўлчамларини олиш ва уларнинг техник ҳолатини баҳолашда геодезик усулларнинг аҳамияти жуда каттадир.

Шундай экан, юқорида келтирилган барча тадбирларни бажариш ва меъморий обидаларни таъмирлаш жараёнидаги бошқа муаммоларни ечиш ва ушбу ишларни тез ва соз, юқори аниқликда амалга ошириш учун меъморий обидаларни геодезик усулда суратга олиш технологиясини яратиш ва яхши ўрганиш зарурати пайдо бўлади.

Муаллиф ушбу дарсликни Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ва Тошкент архитектура-қурилиш институти профессор ўқитувчилари ва ишлаб чиқариш мутахассисларининг фикр ва мулоҳазаларини эътиборга олиб ёзди.

# 1 - БОБ. ГЕОДЕЗИЯ ТЎҒРИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

## 1.1. Геодезия фани ва унинг вазифалари

*Геодезия* - ернинг шакли ва ўлчамларини ўрганишда, ер юзидаги нуқталарнинг бир-бирига нисбатан жойлашган ўрнини аниқлашда, ер юзининг карта, план ва профилларини тузишда ҳамда инженерлик иншоотларини барпо этишда ва улардан фойдаланишда бажариладиган ўлчашлар назарияси ва амалиёти ҳақидаги фандир.

"*Геодезия*" - грекча сўз бўлиб, "*гео*" - ер, "*дезия*" - бўлиш, тақсимлаш демакдир. Геодезиянинг асосий вазифаси ернинг шакли ва катталигини, ҳамда гравитацион майдонини аниқлаш.

Геодезиянинг илмий вазифаси қуйидагилардан иборат:

1. Ер юзасининг горизонтал ва вертикал ҳаракати, қитъалар силжиши, океан, денгиз сув сатҳининг бир-биридан фарқи, ер қутбини ўзгаришини аниқлаш;

2. Қуёш системасидаги планеталарнинг карта ва планларини тузиш;

3. Қуёш системасидаги планеталарни шакли ва катталигини аниқлаш;

4. Ер ва Қуёш системасида нуқталарни ягона координаталарини аниқлаш;

5. Табiiй ресурсларни аниқлашда геодезик ишларни бажариш;

6. Мамлакат муҳофаа қобилятини оширишда геодезик ишларни бажариш;

Геодезик ишларда-асосан геодезик ўлчашлар ишлатилади. Бунда хилма-хил геодезик асбоблар ишлатилади.

Умуман, ўлчаш ишларини ташкил қилиш, ўлчашларда ишлатиладиган асбобларни ўрганиш ва улар билан ишлаш геодезиянинг вазифасига киради.

*Геодезия фанининг аҳамияти.* Ернинг шакли ва катталиги ҳақидаги маълумотлар инсоният учун зарурдир. Бу маълумот (ЕСЙ) Ернинг сунъий йўлдошларини учуриш, телевидения,

геология, радио, география, геофизика учун зарурдир.

Геодезия ернинг шакли ва катталигини аниклаш, ерни бўлиш, ҳисобга олиш, уни ҳимоя қилиш, ундан унумли фойдаланиш, ер кадастри ва тупрок унумдорлигини баҳолаш, геоботаник изланишлар олиб бориш ва бошқа илмий-тадқиқот ишларида кенг қўламда қўлланиб келинмоқда. Геодезия қуйидаги муҳим аҳамият касб этган масалаларни ечишда қўл келади: масалан, жойнинг плани ва картасини чизишда, ерни вертикал профилларини тузишда, сув омборлари ва тўғонлар, дамбалар қуриладиган майдонлар ўрнини белгилашда ва майдонини аниклашда, каналлар, йўллар, нефт, газ, сув қувурларининг ўрнини аниклашда, суғориш ва бошқа гидротехник иншоотларнинг лойиҳасини тузиш, қуриш ва улардан фойдаланишда, ҳарбий мудофаа ва бошқа соҳаларда қўлланилади.

Замонавий геодезик ўлчаш ишлари ишлаб чиқариш корхоналарида ва халқ хўжалигининг бошқа турли соҳаларида саноат ва фуқаро қурилишида, объектларнинг ўрнини план ва карталарда белгилаш, лойиҳаларини чизиш ва маълум бир жойга кўчириш, қуриш, улардан фойдаланиш, меъморий обидаларни геодезик усулда сурабга олишда, уларнинг геометрик ўлчамларини аниклашда ва меъморий обидаларда сидир бўладиган деформацияларни аниклашда кенг қўлланилади.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси, вилоят, шаҳар, туман ҳокимликлари ва бошқа мутасадди ташкилотлар томонидан меъморий обидаларни таъмирлаш, сақлаш ва қайта тиклаш бўйича муддатли, кенг қўламли чора-тадбирлар режаси ишлаб чиқилган. Бунга мисол тариқасида кўҳна ва навқирон Самарқанд шаҳрининг эски шаҳар қисмини тубдан ўзгартирилиши, шу жумладан, Шоҳи Зинда меъморий мажмуасининг қайта тикланишини ва бошқаларни кўрсатишимиз мумкин. Меъморий обидаларни таъмирлаш, қайта тиклаш ва бошқа ободонлаштириш ишлари республикаимизнинг барча вилоят ва туманларида ҳам кенг қўламда бажарилмоқда.

Умуман, геодезия мамлакатнинг барча тармоқларини ривожлантиришда ва мудофаа қобилиятини оширишда жуда катта аҳамият касб этади.

Геодезия фани махсус фанларга бўлинади, булар:

1. *Геодезия ёки топография*-кичик территорияларда геодезик ўлчаш ишларини олиб бориш ва бу территорияларни топографик ўрганиш мақсадида план ёки карта тузиш билан шуғулланади;

2. *Инженерлик (муҳандислик) геодезияси*-давлатларда катта қурилишлар олиб борилаётганлиги туфайли вужудга келган бўлиб, у барча турдаги инженерлик қидирув ишларида, инженерлик иншоотларини лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланишда геодезик ишларни ташкил этиш ва бажариш ишлари билан шуғулланади;

3. *Олий геодезия*-ернинг шакли ва катталигини аниқлаш, геодезик таянч шахобчаларини барпо этиш, жуда аниқ даражадаги геодезик ўлчаш ишларини олиб бориш, ер юзидаги нукталарининг координаталарини жуда аниқлик билан топиш ҳамда ер юзасини текисликда тасвирлаш билан шуғулланади;

4. *Фототопография*-ер юзасининг топографик карта ва планларини тузишда фототопография ва авиациядан фойдаланиш натижасида бу соҳа вужудга келган бўлиб, у ўз навбатида иккига бўлинади:

а) *фотограмметрия*-жойни ерда туриб фототеодолит ёрдамида олинган суратларидан фойдаланиб, топографик карта ва планлар тузиш билан шуғулланади.

б) *аэрофототопография*-жойни самолётда туриб махсус асбоблар ёрдамида олинган суратларидан фойдаланиб, карта ва планлар тузиш билан шуғулланади.

Бу иккита усулда олинган фотосуратлар фотолабораторияларда махсус фотограмметрик асбоблар ёрдамида бир хил масштабга келтирилиб, жойнинг карта ва планлари тузилади. Фототопография усули билан кичик территорияларнинг, аэрофото-топография усули билан эса катта территорияларнинг топографик карта ва планлари тузилади.

5. *Радиогеодезия*-радио электрониканинг ютуқларидан фойдаланиб, геодезияда олис масофаларни жуда аниқлик билан ўлчайдиган радиодальномер ва светодальномер асбоблари яратилди. Ҳозирги вақтда радиодальномер ва светодальномер

асбобларининг турли хилдаги ишлашига қулай ҳамда ўлчаш масофаларини аниқ ўлчайдиган турлари яратилиб, халқ хўжалигининг турли тармоқларида қўлланилмоқда;

6. *Селеногеодезия*-ойнинг шакли, катталиги ва ой юзаси картасини тузишни ўрганади;

7. *Плангеодезия*-куёш тизимидаги планеталарнинг шакли ва катталигини ҳамда улар юзасининг картасини тузиш билан шуғлланадиган фандир;

8. *Картография*-ер юзасининг карталарини тузиш, ўрганиш ва фойдаланиш усуллариини ўрганадиган фан;

9. *Маркшейдерия*-ер ости, яъни: шахта, туннель, метро ва ҳар хил ер ости иншоотларини қуришда ер остида бажариладиган геодезик ўлчаш ишлари билан шуғулланади;

10. *Космик геодезия*-ернинг шаклини аниқлаш, материклардан дунё океанидаги оролларга нукта координаталарини узатиш, ер юзасида ўтказилган асосий геодезик ишларни ягона тизимга бирлаштириш, материклардаги геодезик таянч шаҳобчаларини текшириш билан шуғулланадиган фандир.

11. *Амалий геодезия*-халқ хўжалигини турли тармоқларида геодезик ишларни бажариш билан шуғулланади. Амалий геодезия ўз навбатида инженерлик геодезия ва қурилиш геодезия тармоқларига бўлинади.

*Геодезия фанини бошқа фанлар билан алоқаси.* Геодезиянинг илмий ва амалий вазифаларини бажариш усуллари математика ва физика қонунларига асосланади. Математика ёрдамида геодезик ўлчашларни ташкил қилиш ва бажаришнинг илмий асосланган чизмаси ишлаб чиқилади ва керакли қийматлар билан ўлчаш натижалари орасидаги боғланиш белгиланади. Математика асосида натижаларни ишончли қилиб топиш имконини берувчи ўлчамлар натижасини ишлаб чиқиш амалга оширилади. Шундай экан ер юзасида бажарилган барча геодезик ўлчаш ишлари математик йўл билан анализ қилинади ва қайта ишлаб чиқилади, ана шу сабабли геодезик ўлчаш ишларида ва уларни график жиҳатидан расмийлаштиришда математика фанига таянади.

Геодезик асбобларни яратишда физика, механика, электро-

ника ва бошқа фанларнинг ютуқларидан кенг фойдаланилади. Геодезик ҳисоблашларда компьютерлар ва улар учун белгиланган дастурлардан кенг фойдаланилади. Физика маълумотлари, айниқса, унинг оптика, электроника ва радиотехника бўлимлари геодезик ўлчаш асбобларини ишлаб чиқиш ва улардан тўғри фойдаланиш учун керак бўлади.

Геодезия фани ернинг сунъий йўлдошларини геодезик мақсадларда кузатишда, геодезик таянч шахобчаларини барпо этишда, ер юзидаги нуқталарнинг географик координаталарини аниқлашда астрономия фанига таянади.

Ернинг шакли ва ўлчамларини ҳамда унинг гравитация майдонини ўрганиш вазифаси механика қонунлари асосида ечилади. Ер шакли ва ўлчамларини билмай туриб, топографик карталарни тузиш ҳамда бир қанча амалий вазифаларини ечиш имкони бўлмайди. Топографик карталарнинг халқ ҳўжалигидаги ўрни бениҳоя каттадир. Улар бино ва иншоотларни лойиҳалаш, геология, геофизика, геоморфология ва бошқалар бўйича бажарилган илмий ва амалий ишлар натижаларини акс эттириш учун асос бўлиб хизмат қилади.

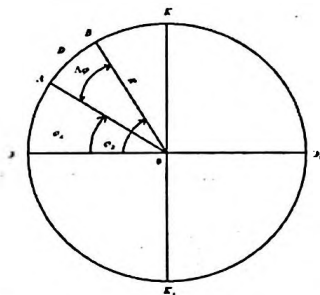
Ўз навбатида геодезия фанининг ютуқларидан бошқа фанлар ҳам фойдаланади. Масалан, ернинг шакли ва катталиги тўғрисидаги маълумотлар астрономия, география, геофизика ва бошқа фанлар учун жуда муҳимдир.

План ва карталарда ландшафт элементларини рельефнинг асосий шакллари ва уларнинг ўзгариш қонуниятларини тўғри тасвирлаш учун география, геология ва геоморфологиядан хабардор бўлиш керак.

## 1.2. Геодезия фанининг қисқача тарихи

Эрамиздан бир неча асрлар олдин қадимги Мисрда Нил дарёси сохилларида деҳқончилик жуда ривожланган. Чунки ўша даврларда дарё ҳар йили тошиб, ўз қирғоқларида унумдор тупроқ қолдираверган. Инсонлар сув тошқини сабабли ер участкаларини қайта белгилаш, уни бўлиш ва ўлчаш ишлари билан шуғулланганлар. Дастлаб геодезия билан геометриянинг

мақсади бир бўлиб, улар бир неча асрлар биргаликда ривожланган. Кейинчалик инсон онгининг ривожланиши билан бир қаторда геодезия жойларни ўлчаш ва ернинг катталигини аниқлаш, геометрия эса жисмларнинг фазовий шакли ва ўзаро муносабатини аниқлаш билан шуғулланадиган фанларга айланган.



Қадимги Греция ва Миср олимлари ернинг шакли ва катталигини аниқлаш устида ҳам кўпгина иш олиб борганлар. Масалан, грек олими Пифагор милоддан 6 аср илгари (эрамиздан олдинги 580-500 йиллар), ер шарсимон шаклда бўлса керак деган фикрни айтиб ўтган. Икки ярим аср илгари Эратосфен ер радиуси қийматини аниқлаш ва шу орқали ер сиртида градус ўлчашларга асос солди.

Файласуф Аристотел (эрамиздан олдинги 384-322 йиллар) ва бошқа грек олимлари ернинг шарсимон эканлигини исбот этганлар ва битта меридианда жойлашган икки нуқта *A* ва *B* нуқталари орасидаги масофа, яъни (*D*)ни геодезик усулда ва бу нуқталар орасидаги марказий бурчак ( $\Delta\varphi$ )ни астрономик усулда ўлчаб, ер меридианининг  $1^\circ$  ёйи узунлиги (*S*) ни қўйидаги формула ёрдамида аниқлашган:

$$S = \frac{D}{\Delta\varphi}. \quad (1.1)$$

Арабистондаги илмий марказда ишлаган Ўрта Осиёлик Хоразмий, Марвози, Фарғоний, Марварудий каби олимлар ер шари меридианининг  $1^\circ$  ёйи узунлиги 52,286 араб мили эканлиги аниқлашган (*1 араб мили=1973,2 метр*) ёки ҳозирги ўлчов бирлигида бу қиймат 101,8 км.ни ташкил этади. Ҳозирги замонавий ўлчов асбобларда ўлчанганда, меридиан  $1^\circ$  ёйининг ўртача узунлиги 101,2 км.ни ташкил этади. Бундан кўриниб

турибдики, юқорида айтилган градус ўлчаш ишлари ўз давр учун аниқ бажарилган ҳисобланади.

Меридианнинг  $1^0$  ёйи узунлиги маълум бўлса, ер шари радиусини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$R = \frac{360^0}{2\pi} S. \quad (1.2.)$$

Қадимги олимлар ер юзасидаги кичик масофаларни ўлчаб, ер шари катталигини аниқлаш устида иш олиб борганлар. Бундай иш олиб бориш усулларида бири-биридан баландлиги маълум бўлган тепалик устидан туриб горизонтнинг пасайиш бурчагини ўлчаш йўли билан  $1^0$  ёй узунлигини аниқлашдир.

Хоразмлик олим Абу Райҳон Беруний (973-1048) ўз ҳаётида ёзган 150 номдаги асаридан 40 таси геодезияга оид, улар қуйидаги мавзуларни ўз ичига олади:

- ер шари ўлчамларини уфқ пасайиш бурчагини ўлчаш орқали аниқлаш; геодезиянинг тўғри ва тескари геодезик масалаларини ечиш йўллари тadbик этиб, географик координаталар ёрдамида ер юзида икки нукта орасидаги масофанинг узунлигини ва чизик йўналишини, шаҳарлар географик координаталарини аниқлаш;

- геодезик асбоблар яшаш ва янгиларини ихтиро қилиш;

- кундалик ҳаётда учрайдиган муҳандислик геодезиясига оид масалаларни ечишнинг назарий ва амалий йўллари белгилаш, картографик проекциялар ва усуллар.

Юқорида зикр этилган фикрлар асосий масалалардир, булардан ташқари, жойда нарсаларни кузатишдаги қараш нурининг ҳавода синиши (рефракция) ва паралакс ҳодисалари (қаралган нарсанинг силжиб кўриниши) ҳақида ва ўлчаш хатоларининг асосий хоссалари, горизонт узоқлигини аниқлаш каби масалалар ҳақида ҳам ўз фикр ва мулоҳазаларини баён этган.

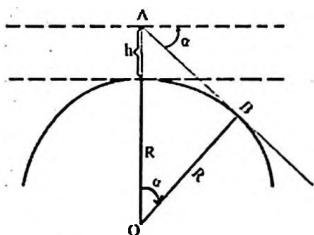
Беруний биринчи бўлиб геодезик масалаларни бошқа фанлардан ажратиб, геодезияни мустақил фан ҳолига келтирди.

Масалан, ўзининг “Шаҳарлар орасидаги масофани аниқлаш учун жой чегарасини белгилаш” (Геодезия), “Тоғ тепасидан горизонт (уфк) пасайиш бурчагини ўлчаб, ер ўлчамини аниқлаш” ва бошқа асарларида геодезиянинг бир қанча муҳим масалаларини ечишнинг назарий ва амалий усулларини кўрсатди.

Беруний Ҳиндистонда 1021-1024 йилларда кенг саҳрода уфкнинг пасайиш бурчаги  $\alpha$  ни ўлчаш усулини тадбиқ этиб, ер радиуси  $R$  ни аниқлади. Бунда саҳро ёнидаги тепа баландлиги  $h$  ни ўзи яратган баландлик ўлчаш асбоби билан ўлчаб, уни  $h = 652,055$  зироғ ёки 321,659 метр, уфкнинг пасайиш бурчаги  $\alpha$  ни эса  $\alpha = 0^\circ 34'$  эканлигини аниқлаган (1.2.-шакл). Кейин ер радиусини қуйидаги формулада ҳисоблаган:

$$R = \frac{h \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}, \quad (1.3) \text{ ёки}$$

$$R = \frac{652.055 \cdot 0.9999492644033}{0.0000507355967} = 12851369.845 \text{ зироғ} = 6339.58 \text{ km.}$$



Беруний биринчи бўлиб чизикли триангуляция ва полигонометрияни тадбиқ этиб, шаҳарларнинг географик координаталарини ҳисоблаган. Астролабиянинг такомиллашган турларини яратди ва улардан ўз геодезик ишларида фойдаланди.

Картографиядан стереографик проекция усулини тадбиқ этиб, юлдузлар жойлашган само ва ер юзаси картасини чизиш йўллари кўрсатди. Биринчи бўлиб ер глобусини ясади. Берунийнинг геодезия соҳасидаги ишлари ҳисобсиз бўлиб, олим геодезия фанининг асосчиларидан бири ҳисобланади.

1933 йилда МДҲ давлатлари ҳудудини гравиметрик планини олиш ишлари олиб борилди. 1945 йилда МДҲ территориясини 1:1000000 масштаби карталари тузилди. Аэрофото-топографик план олиш ишларига турли инженерлик иншоотларни барпо этишда геодезик ишларини бажариш усуллари

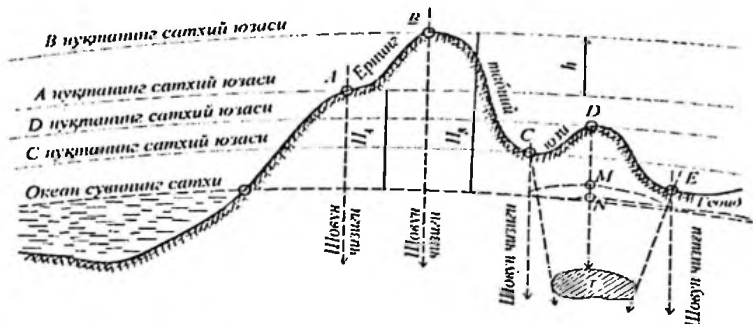
яратишда рус олимлари Н.Г.Видуев, Г.Ф.Готов, Н.Н.Лебедев, Красовский ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар. Бутунги кунда геодезия фани халқ манфаатини кўзлаб, халқ хўжалигини ривожлантириш учун хизмат қилмоқда.

Ернинг шакли ва катталиги тўғрисидаги маълумотлар ер юзида турли хилдаги геометрик масалаларни ечиш, ер юзини глобус ва географик карталарда тасвирлаш, ернинг сунъий йўлдошлари, космик кемалар ва ракеталарни учуриш, авиация, денгиз ва океанларда кемаларни бошқариш, шунингдек, радиоалоқалар ва телевидение учун жуда муҳимдир. Жумладан: топографик карта ва планлар орқали территорияни ўрганиш, ўзлаштириш билан боғлиқ бўлган барча илмий текшириш ва хўжалик ишларида муҳим ўрин эгаллайди, ҳудудларга бормасдан туриб, топографик карта ёки план орқали географик объектларнинг ўрни, сони ва сифати, ўзаро алоқаси, бир-бирига боғлиқлигини ҳамда тарқалиш қонуниятларини билиб олишга имкон яратади.

### 1.3. Ернинг шакли ва ўлчамлари

Ернинг табиий юзаси баландлик ва чуқурлик, тоғлик ва текислик, тизма тоғ ва водийлардан иборат. Ернинг табиий шаклини аниқлаш жуда қийин. Ер ўз ўқи атрофида айланиши натижасида унга марказдан қочма зарраларини ўзаро тортишиш кучлари таъсирида умумлаштирилган ҳолда сфероид (кутблари бўйича сиқилган шар) шаклини олади. Ернинг физик сатҳи геоид шакли билан, геоид унга яқин бўлган айланма эллипсоид билан ва референц эллипсоид билан алмаштирилади [6].

Сатҳий юза ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, унинг барча нуқталарида шовун чизиги перпендикуляр йўналган бўлади. Ерни геоид шакли тортиш кучи таъсирига, тортиш кучи эса ер бағридаги жинсларни жойланиши ва зичлигига боғлиқ. Ернинг ички тузилиши бир хил бўлса, ер юзаси силлиқ бўлади. Ернинг ички қисми ҳар хил жинслардан ташкил топганлиги учун геоид юзаси тўлқинсимон бўлади (1.1-шакл).

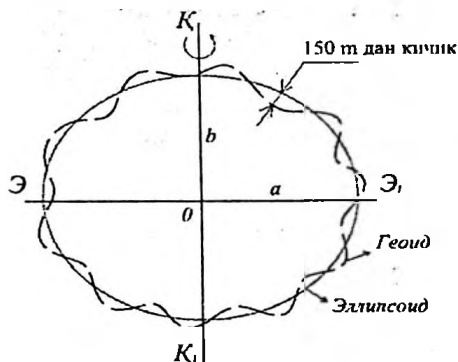


1.1.-шакл. Ернинг сатҳлари

*Геоид* - тинч океани суви тинч турган пайтда океан юза сатҳи бўйича куруқлик остидан ҳаёлан ўтказилган чизикдан ҳосил бўлган сферик шаклдир. Ер юзасидаги ҳар бир нуқтадан сатҳий юза ўтказиш мумкин. Ер шаклини математик формула билан ифодалаб бўлмайди, шу сабабли қуйидаги кетма-кет яқинлашишдан фойдаланилади. Лекин олиб борилган геодезик ишлар геоидни айланма эллипсоидга яқинлигини кўрсатди. Геоид билан эллипсоидни бир-биридан фарқи (ер юзининг баъзи нуқталарида) 150 м.дан ошмайди. Бу фарқ ернинг умумий катталигига нисбатан жуда кичикдир. Шунинг учун геодезияда ер шакли айланма эллипсоид шаклида деб қабул қилинган. Ер эллипсоидини ўлчамлари қуйидагича:

Ер эллипсоиди кичик ва катта радиуслари бир-биридан фарқи жуда кичикдир. Шунинг учун катта аниқлик талаб қилинмайдиган геодезик ва картографик ишларда ер шар шаклида деб қабул қилинган.

Геондга энг якин бўлган геометрик шакл, бу кичик ўқи атрофида айлантириш натижасида ҳосил бўлган айланма эллипс, ер эллипсоиди ҳисобланади. Ҳар бир давлатда геодезик ишлар учун маълум катталиқдаги ер эллипсоиди қабул қилинган бўлиб, бу эллипсоид геонд ичида ундан энг кичик оғишни таъминлайдиган қилиб ориентирланган (жойлаштирилган) бўлади, бунга *референц-эллипсоид* дейилади.



1.2-шакл.  $a$  - катта ёки экваториал ярим ўқ (радиус),  
 $b$  - кичик ёки қутбий радиус,  $e$  - қутблар сиқиклиги,  $e = (a + b)/a$

Ер эллипсоидининг ўлчамлари геодезик ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, бир қанча мамлакат олимлари томонидан ҳисоблаб чиқарилган, уларнинг баъзилари 1.1-жадвалда келтирилган.

1.1 - жадвал

Ер эллипсоидининг ўлчамлари

| Олимлар фамилияси | Ўлчашлар йили | Катта ярим ўқининг узунлиги, м | Қутбларнинг сиқиклиги |
|-------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| Деламбр           | 1800          | 6 375653                       | 1:334,00              |
| Бассель           | 1841          | 6 377397                       | 1:299,15              |
| Кларк             | 1880          | 6 378249                       | 1:293,47              |
| Хейфорд           | 1909          | 6 378388                       | 1:297,00              |
| Красовский        | 1940          | 6 378245                       | 1:298,30              |

Ўзбекистон ва Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлиги давлатларида 1946 йилгача Бессель томонидан ҳисоблаб чиқилган Ер эллипсоиди ўлчамларидан фойдаланилган. 1946 йилдан шу кунгача Ф.Н.Красовский (1878-1948, Россия) раҳбарлигида ишлаб чиқилган Ер эллипсоиди ўлчамлари геодезик ишларни

ҳисоблашда ишлатилади. Красовский референц эллипсоиднинг ўлчамлари: катта ярим ўқ  $a=6378245$  м, кичик ярим ўқ  $b=6356863$  м, қутб сиқиклиги  $(a-b)/a=1/298,3$ . Замонавий ўлчашлар шуни кўрсатадики, Красовский эллипсоиди билан геоид орасидаги оғиш 100-150 метрдан ошмайди.

Океанлар сатҳида геоид ва квазигеоид юзалари бир-бирига мос келади, уларда қуруқликни текисликларидаги фарқи бир неча сантиметрга тенг, тоғли районларда энг кўпи билан 1÷2 м га фарқ қилади. Шунинг учун кўпчилик масалаларни ечишда геоид билан квазигеоид бир-бирига тўғри келади деб қабул қилинади.

Ер сунъий йўлдошларини кузатиш ва астрономик-геодезик ва гравиметрик ўлчашлар ёрдамида 1980 йилдан халқаро геодезик референц эллипсоид ўлчамлари  $a=6378137$  м деб қабул қилинган.

Инженерлик ҳисоблаш ишларида эллипсоид унга ҳажм жиҳатидан тенг бўлган шар билан алмаштирилиши мумкин, яъни

$$\frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4\pi a^2 b}{3}, \quad (1.3)$$

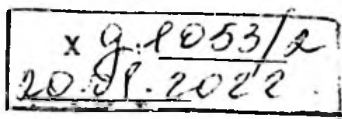
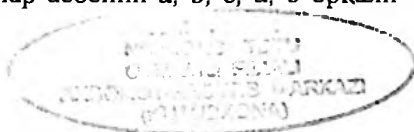
бундан

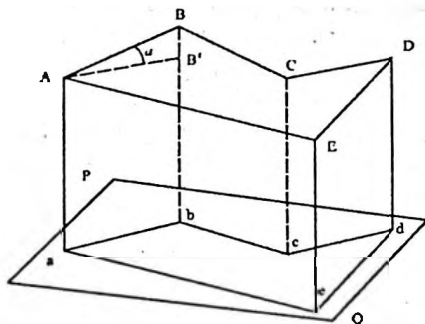
$$R = \sqrt[3]{a^2 b}. \quad (1.4)$$

Красовский референц эллипсоиди учун ер шарининг радиуси  $R=6371,11$  км га тенг бўлади.

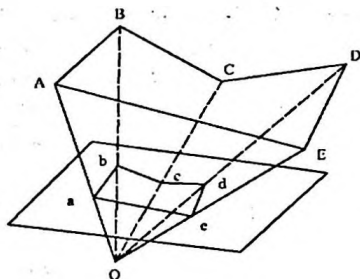
#### 1.4. Геодезияда проекциялаш усуллари

$ABCDE$  кўпбурчаги ер юзасининг бир қисми бўлсин. Кўпбурчакнинг ҳар бир учидан  $PQ$  текислигига перпендекулярлар туширамиз. Перпендикулярлар асосини  $a, b, c, d, e$  орқали белгилаймиз (1.3-шакл).





1.3-шакл. Ортогонал проекция



1.4-шакл. Марказий проекция

Текисликда ҳосил бўлган бу нуқталар фазовий нуқталарнинг ортогонал проекцияси дейилади;  $AB, BC, CD$  чизикларнинг проекцияси  $ab, bc, cd$ ;  $ABC, BCD$  бурчакларнинг ортогонал проекцияси  $abc, bcd$ , фазовий кўпбурчак  $ABCDE$  нинг ортогонал проекцияси ясси кўпбурчак  $abcde$  бўлади [6].

Геодезияда яна муҳим ўрин тутадиган проекциялардан бири марказий проекция (1.4-шакл) ҳисобланади. Ихтиёрий  $O$  нуқта олиб, уни  $ABCDE$  кўпбурчакнинг барча учлари билан бирлаштириб чиқамиз. Бу чизиклар  $PQ$  текислигини кесишиш натижасида ҳосил бўлган  $a, b, c, d, e$  нуқталар  $ABCDE$  фазовий кўпбурчакнинг марказий проекцияси бўлади.  $a, b, c, d, e$  кўпбурчак  $ABCDE$  кўпбурчакнинг марказий проекцияси дейилади.

### 1.5. Ер эгрилигини (сфериклигини) горизонтал ва вертикал масофага таъсири

Унчалик катта бўлмаган ўлчамларга эга бўлган ( $20 \times 20$  км дан кичик) майдонларда геодезик ишлар бажарилганда сатҳий юзани текислик деб қабул қилинади, бу ўз навбатида масофа ва баландлик ўлчаида хатоликларга олиб келади, майдон юзаси ортиб бориши билан бу хатолик ҳам ортади [4].

Берилган 1.5- шаклда  $A$  ва  $B$  Ер юзасидаги нукталар бўлсин  $A_0$  ва  $B_0$  бу нукталарни  $R$ -радиус эгрилигига эга бўлган сфера сатҳига проекцияси,  $B_0$  нуктани ер сфериклигини инобатга олинмаганда горизонтал текисликдаги проекцияси  $B_0'$  бўлсин.  $A_0B_0$  сатҳий юзани  $A_0B_0'$  горизонтал текислик билан алмаштириш натижасида горизонтал масофада қуйидаги хатолик келиб чиқади

$$\Delta D = A_0B_0^1 - A_0B_0, \quad (1.5)$$

1.5-шаклдан ёзишимиз мумкин

$$A_0B_0^1 = Rtg\alpha; \quad A_0B_0 = D = R\alpha \quad (1.6)$$

унда

$$\Delta D = R(tg\alpha - \alpha). \quad (1.7)$$

$d=A_0B_0'$  масофа ер радиусига нисбатан жуда кичиклигини инобатга олсак,  $\alpha$  бурчак ҳам кичик бўлади, у ҳолда

$$\Delta D = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1.8)$$

бўлади.

$AOB'_0$  тўғри бурчакли учбурчакдан сферик юза текислик деб қабул қилинганда баландликда қелиб чиқадиган хатоликни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta h = OB'_0 - OB_0$$

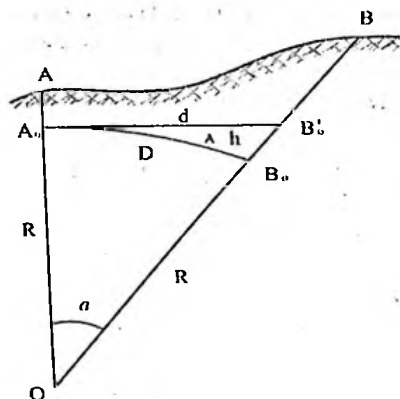
$OB_0=R$ ,  $OB'_0=R+\Delta h$  эканлигини инобатга олсак, Пифагор теоремасидан келиб чикиб ёзишимиз мумкин [1, 2].

$$d^2 = (R + \Delta h)^2 - R^2 = 2R\Delta h + \Delta h^2,$$

бундан  $\Delta h = \frac{d^2}{2R + \Delta h}$ . га нисбатан  $\Delta h$  кичик эканлигини инобатга олсак ифода қуйидагича кўриниш олади:

$$\Delta h \approx \frac{d^2}{2R}. \quad (1.9)$$

(1.8) ва (1.9) формулаларга  $R=6371$  км. ва  $D$  қийматларини қўйиб  $\Delta D$  ва  $\Delta h$  ларни ҳисоблаб кўрамиз, ҳисоблаш натижалари 1.2-жадвалда келтирилган.



1.5- шакл. Горизонтал ва вертикал масофаларга ер эгрилигининг таъсири

Ҳозирги вақтда геодезик ўлчашларда масофа ўлчаш аниқлиги  $1/1000000$  эканлигини инобатга олсак,  $10$  км. радиусдаги майдонни биз текислик деб олиб, масофа ўлчашда ер сфериклигини ҳисобга олмасак ҳам бўлади [6].

1.2-жадвал

Ер сфериклигини горизонтал ва вертикал масофаларга таъсири

| Масофа $D$ , км | 0.1   | 1   | 2      | 3     | 10   | 25    | 50    |
|-----------------|-------|-----|--------|-------|------|-------|-------|
| $\Delta D$ , см |       |     | 0.0007 | 0.022 | 0.82 | 12.80 | 103   |
| $\Delta h$ , см | 0.078 | 7.8 | 31     | 71    | 780  | 4905  | 19620 |

Юқори аниқликда  $1$  км масофадаги нукталарни бир-бирига нисбатан баландлигини ўлчаш аниқлиги  $1$  мм эканлигини инобатга олсак, 1.2-жадвалдан шундай хулосага келишимиз мумкинки, вертикал масофа ўлчашда ер сфериклигини ҳисобга олиш керак.

## 2-БОБ. ГЕОДЕЗИЯДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН КООРДИНАТА СИСТЕМАЛАРИ ҲАҚИДА МАЪЛУМОТЛАР

### 2.1. Геодезияда қўлланиладиган координата системалари

Бирор нукта бошланғич деб қабул қилинган нуктага нисбатан жойлашган ўрнини ифодаловчи микдорларга шу нуктанинг координаталари дейилади.

*Геодезик координата системаси.* Бу координата система-сида нукта координатаси ер эллипсоидининг экватор текислиги билан бошланғич деб қабул қилинган Гринвич меридиан текислигига нисбатан аниқланади.

*Экватор текислиги* деб эллипсоид маркази  $O$  дан унинг айланиш ўқи  $PP_1$  га перпендекуляр ўтган текисликка айтилади. Координатаси аниқланаётган нуктадан ўтган нормал чизикда ётувчи ва эллипсоид кичик ўқи  $b$  га параллел ўтган текисликка шу нуктанинг *геодезик меридиан текислиги* дейилади. Лондон шаҳри яқинида жойлашган Гринвич обсерваторияси марказидан ўтувчи меридиан текислиги *бошланғич меридиан текислиги* деб қабул қилинган. Меридиан текислиги эллипсоид сатҳини кесиши натижасида ҳосил бўлган чизикқа *меридиан чизиги* дейилади. Ер эллипсоидининг бирор нуктасидан унинг кичик ўқига перпендикуляр ўтказилган текисликка *параллел текислиги* дейилади. Бу текисликни эллипсоид юзаси билан кесишишидан ҳосил бўлган чизик *параллел* деб аталади.

Ер эллипсоиди марказидан ўтган параллел текислигига *экватор текислиги* дейилади. Экватор текислигини эллипсоид юзаси билан кесишишидан ҳосил бўлган чизикқа *экватор чизиги* дейилади.

Ер юзасида берилган  $M$  нуктанинг геодезик координаталари эллипсоид сатҳига нисбатан учта катталиқ билан берилади:  $B$ -геодезик кенглик,  $L$ -геодезик узоклик,  $H$ -геодезик баландлик.

Координатаси аниқланаётган  $M$  нуктадан эллипсоид сатҳига туширилган  $Mm$  нормал билан экватор текислиги орасида ҳосил бўлган  $B$  бурчакка нуктанинг *геодезик кенглиги* дейилади. Кенглик экватор текислигидан шимол ва жануб томонга  $0^\circ$  дан

90° гача ўлчанади. Нуқта экватордан шимолда бўлса шимолий кенглик, жануб томонда бўлса жанубий кенглик, деб аталади. Шимолий кенглик мусбат (+), жанубий кенглик (-) бўлади. Кенглиги аниқланаётган нуқта экватор текислигига нисбатан жойланишига қараб кенглик қийматига шимолий ёки жанубий, деб айтилади.

Координатаси аниқланаётган  $M$  нуқтадан ўтган меридиан текислиги билан бошланғич меридиан текисликлари орасидаги икки ёқли бурчакка нуқтанинг *геодезик узоқлиги* дейилади. Геодезик узоқлик бошланғич меридиан текислигидан бошлаб, ғарбга ва шарққа томон 0° дан 180 гача ўлчанади.

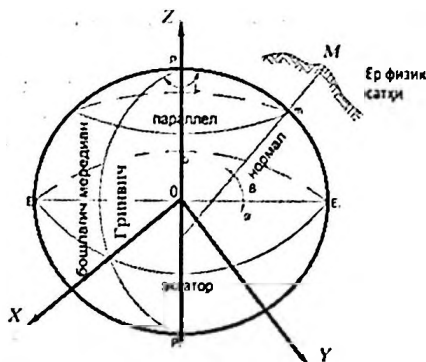
Нуқта Гринвич меридианидан ғарбда жойлашган бўлса, унинг узоқлиги ғарбий (+) мусбат, шарқда бўлса шарқий (-) манфий бўлади. Узоқлиги аниқланаётган нуқта Гринвич меридиан текислигига нисбатан жойланишига қараб узоқлик шарқий ёки ғарбий, деб айтилади.

МДХ давлатлари экватордан шимолда ва Гринвич меридианидан шарқда жойлашган бўлганлиги учун бу ҳудуддаги нуқтанинг геодезик кенглиги олдига мусбат (+) ишора ва геодезик узоқлик олдига манфий (-) ишора қўйилмайди.

Ернинг физик сатҳида берилган нуқтадан ўтган нормал чизиқ бўйича нуқтадан уни эллипсоид сатҳидаги проекциясигача бўлган масофага *нуқтанинг  $H$  геодезик баландлиги*, дейилади (2.1-шакл).

Бу координата системасининг афзаллиги шундан иборатки, бутун ер юзаси учун ягона системада геодезик ўлчовларга ишлов бериш имкониятини беради.

Астрономик координата системасида нуқтанинг ҳолати геоид сатҳига нисбатан аниқланади. Барча геодезик координата тарифларида нормал чизиқ шовун чизиғи билан алмаштирилади. Астрономик кенглик  $\varphi$ , астрономик узоқлик  $\lambda$  билан белгиланади.

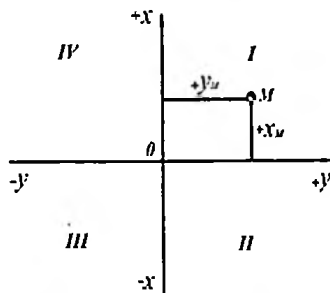


2.1- шакл. Ер эллипсоиди

Астрономик ва геодезик координата системалари битта умумий ном билан *географик координата* деб ҳам юритилади. Бу координата системалари орасидаги фаркни олий геодезия фанида алоҳида ўрганилади.

## 2.2. Тўғри бурчакли ясси координата системаси

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



2.2- шакл. Тўғри бурчакли ясси координата системаси

Тўғри бурчакли ясси координата системасида нукталарнинг бир-бирига нисбатан ўрни ўзаро перпендикуляр икки чизикнинг кесишган нуктасига нисбатан аниқланади. Ўзаро перпендикуляр икки чизикча координата ўқлари, уларнинг кесишган нуктасига эса *координата боши* дейилади. Бу координата системаси Декарт тўғри бурчакли ясси координата системаси дейилади.

Бу системада вертикал чизик-ордината ( $y$ ), горизонтал чизик-абсцисса ( $x$ ). Геодезияда эса аксинча вертикал чизик абсцисса  $x$ , горизонтал чизик ордината  $y$  деб қабул қилинган. О координата боши,  $x$  ўқи абсцисса шимолга йўналган,  $y$  ўқи ордината шарққа йўналган.

#### 2.1 – жадвал

*Тўғри бурчакли ясси координата системасида чораклари*

| Координата чораклари | Номланиши            | Координата ўқлари |               |
|----------------------|----------------------|-------------------|---------------|
|                      |                      | абсцисса, $x$     | ордината, $y$ |
| I                    | III.III <sub>к</sub> | +                 | +             |
| II                   | Ж.III <sub>к</sub>   | -                 | +             |
| III                  | Ж.F                  | -                 | -             |
| IV                   | Ш.F                  | +                 | -             |

Тўғри бурчакли координата системасида ихтиёрий бир нукта координата боши қилиб олинса, бундай координата маҳаллий координата системаси дейилади. Бундай координата системаси катта ҳудудда бажариладиган геодезик ишларда жуда ҳам ноқулай, сабаби қўшни участкадаги геодезик ишларни ягона ҳолга келтириш қийинлашади [1, 2, 3, 4].

### 2.3. Гаусс-Крюгернинг зонал тўғри бурчакли координата системаси

Бу координата системасида ер эллипсоиди бошланғич меридиандан ғарбдан шарққа қараб  $6^0$  ёки  $3^0$  ли зоналарга бўлинади ва араб сонлари билан номерланади. Зона бу икки томонидан меридиан билан чегараланган ер эллипсоидининг

бўлаги. Бундай бўлақлардан 60 та ёки 120 та бўлади. Ҳар бир зона Гаусс томонидан ишлаб чиқилган цилиндрик проекцияда проекцияланиб, текисликка ёйилади. Бу проекцияни тўғри бурчакли координата системасида қўллашни немис геодезисти Крюгер ишлаб чиқди. Шунинг учун зонал системали тўғри бурчакли координата Гаусс-Крюгер тўғри бурчакли координата системаси деб юритилади. Зона текисликка ёйилганда зонани ўртасидан ўтган ўқ меридиани ва унга перпендикуляр ўтган экваторни тўғри чизик тарзида тасвирланади. Ўқ меридиани абсцисса ( $x$ ), экватор бўлаги-ордината ўқи ( $y$ ), ўқлар кесишган нуқтаси координатанинг боши деб қабул қилинади.

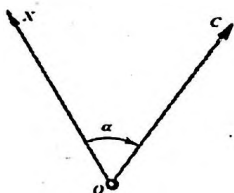
Шимолий ярим шарда абсциссаларнинг ишораси (+) мусбат, жанубий ярим шарда (-) манфий бўлади. Ордината ҳар бир зона ўқ меридианидан шарққа ва ғарбга ҳисобланади, ўқ меридианидан шарқда жойлашган нуқталарнинг ординаталарининг ишораси (+) мусбат, ғарбда жойлашган нуқталарнинг ишораси (-) манфий қийматга эга бўлади.

МДХ давлатлари шимолий ярим шарда жойлашганлиги учун бу ҳудуддаги барча нуқталарнинг абсциссалари мусбат қийматлидир, лекин ординаталари манфий ёки мусбат бўлиши мумкин. Ҳисоблаш ишларида чалкашлик бўлмаслиги учун ҳар бир зонанинг координата боши шартли равишда 500 км. Ғарбга сурилади. Нуқта қайси зонадалигини белгिलाш учун ҳар бир нуқта ордината қиймати олдида шу нуқта жойлашган зонанинг номери қўйилади. Нуқтанинг географик координатасидан фойдаланиб, *тўғри бурчакли зонал координатасини* ва аксинча тўғри бурчакли зонал координатасидан фойдаланиб, географик координатасини ҳисоблаб топиш мумкин (олий геодезияда батафсил ўрганилади).

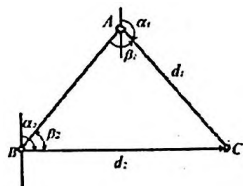
#### 2.4. Қутбий ва қўш қутбли координата системаси

*Қутбий координата системаси.* Агар тўғри бурчакли координата системасидаги ўзаро перпендикуляр  $x$  ва  $y$  ўқлар ўрнига фақат  $x$  ўқи ва координата бошланиш нуқтаси  $O$  олинса, қутбий координата системаси ҳосил бўлади.

Бирор  $C$  нуктанинг қутбий нуктага нисбатан ўрнини аниқлаш учун бу нуктани, қутбий нукта билан туташтирувчи чизикнинг узунлиги  $OC$  ва қутбий ўқ  $Ox$  билан  $OC$  чизик орасидаги бурчак  $\alpha$  ўлчанади (2.3-шакл).



2.3-шакл. Қутбий  
координата системаси



2.4-шакл. Қўш қутбий  
координата системаси

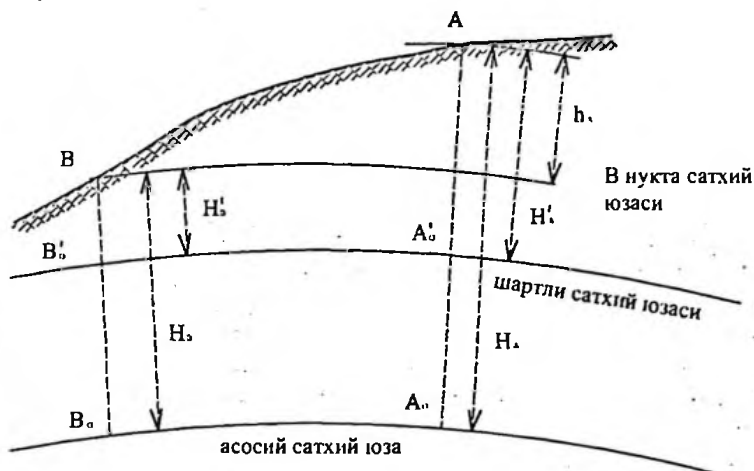
**Қўш қутбий координата системаси.** Қўш қутбли координатада бирор  $C$  нуктанинг  $A$  ва  $B$  нукталарга нисбатан ўрни қутбий нукталар  $A$  ва  $B$  ўрни аниқланаётган нуктагача бўлган чизиклар  $AC$  ва  $BC$  узунлиги  $d_1, d_2$  ёки  $AB$  чизик билан  $AC$  ва  $BC$  орасидаги бурчаклар  $\beta_1, \beta_2$  кийматлари ёрдамида аниқланади. Бундан ташқари  $C$  нуктанинг ўрнини  $AC$  ва  $BC$  чизиклар йўналишининг ориентрлаш бурчаклари  $\alpha_1 + \alpha_2$  билан ҳам аниқлаш мумкин (2.4-шакл).

## 2.5. Абсолют ва нисбий баландликлар

Координата системалари нуктанинг бирон бир сатҳдаги (эллипсоид сатҳида, текисликда ва ҳ.к.) планли ҳолатини беради. Ернинг табиий юзасидаги нуктанинг ҳақиқий ҳолати унинг  $B, L; X, Y; r, \beta$  планли координаталаридан ташқари баландлиги билан ҳам ифодаланади. (Баландлик системаси тўғрисида инженерлик геодезиясида, геодезик, ортометрик, нормал баландликлар, баландлик аномалиялари эса олий геодезия курсида ўрганилади) [6].

Ер юзасидаги нуктадан ўтган шовун чизиги йўналишида нуктадан баландлик ҳисоби учун қабул қилинган сатҳгача

бўлган чизик узунлигига нуктанинг баландлиги дейилади. Нукта баландлиги асосий сатҳий юзага (денгиз ва океанлар сув сатҳига) нисбатан аниқланса, бундай баландликка абсолют баландлик дейилади ва  $H$  билан белгиланади. Нукта баландлиги шартли қабул қилинган сатҳга нисбатан аниқланса, шартли абсолют баландлик дейилади ва  $H'$  билан белгиланади (2.5-шакл).



2.5 - шакл. Абсолют, шартли абсолют ва нисбий баландлик

Бир нуктани иккинчи нуктага нисбатан баландлигига нисбий баландлик дейилади ва  $h$  билан белгиланади. Баландликни сонли қийматига нукта *отметкаси* дейилади.  $A$  нуктанинг  $B$  нуктага нисбатан баландлиги нукталар абсолют (шартли абсолют) баландликлари фаркига тенг [5].

$$h_A = H_A - H_B = H_A^1 - H_B^1.$$

Собиқ Иттифоқ давлатларида нукталар баландлиги Россиянинг Санкт Петербург шаҳридаги Болтик денгизи билан туташ бўлган Кронштадт айланма канали кўприги устунига

ўрнатилган футштогнинг ноль чизиғига нисбатан аниқланган. Кронштадт футштоги кўприкнинг гранит устунига маҳкамланган мис рейкадир.

Катта майдонларда геодезик ишларни бажаришда референц эллипсоид ва геоид сатҳларини устма-уст тушмаслигини инобатга олишга тўғри келади. Ер юзасидаги нуқтадан ўтган нормал чизик йўналишида референц эллипсоид сатҳигача ўлчанадиган баландлик *геодезик баландлик* бўлса, шовун чизиғи йўналишида геоид сатҳигача ўлчанадиган баландлик *ортометрик баландлик* дейилади. Улар орасидаги фаркга *баландлик аномалияси* дейилади. Кичик ҳудудда бажариладиган геодезик ишларда геоид ва референц эллипсоид юзалари бир-бирига тўғри келади деб қабул қилинади.



дейилади.

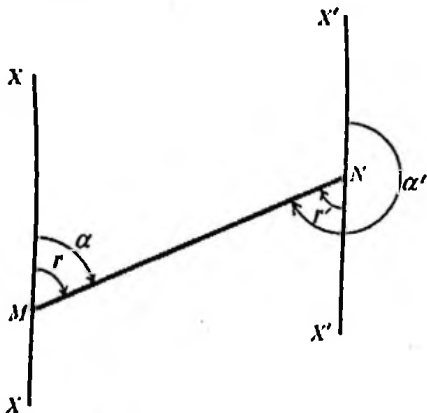
Ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак бир-биридан  $\gamma$  бурчакка фарқ қилади. Бу бурчак-меридианлар яқинлашши бурчаги дейилади.

Румб-бошланғич йўналишнинг шимолий ва жанубий томони билан, чизиқ йўналиши орасидаги бурчакдир. Румб  $0^\circ$  дан  $90^\circ$  гача ўзгаради.

Румб бурчак қийматини олдида координата чорагини номи ёзилади. *Ш.Шқ, Ш.Ғ, Ж.Шқ, Ж.Ғ.*

Ер юзидаги ҳар бир чизиқнинг тўғри ва тескари ориентирлаш бурчаги бўлади.  $MN$  чизиқнинг  $M$  нуктадан бошланган йўналиши дирекцион бурчаги- $\alpha$ -тўғри дирекцион бурчак;

$N$  нуктадан бошланган йўналишнинг дирекцион бурчаги  $\alpha$ -тескари дирекцион бурчак.



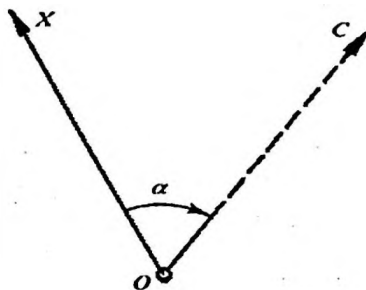
3.2-шакл. Чизиқнинг тўғри ва тескари ориентирлаш бурчаги

Тўғри дирекцион бурчак билан тескари дирекцион бурчак бир-биридан  $180^\circ$  га фарқ қилади.  $\alpha = \alpha \pm 180^\circ$ .

Худди шундай румб  $r$  бурчаклари ҳам тўғри ва тескари бўлади, тўғри румб бурчак, тескари румб бурчак. Румбларни қийматлари тенг, фақат номлари ўзгаради *+Ш.Шқ-Ж.Ғ* бўлади, *ЖҒ-ШШқ*- бўлади.

### 3.2. Ориентирлаш бурчаклари

Бошланғич деб қабул қилинган йўналишга нисбатан жойдаги чизиқни йўналишини аниқлашга *ориентирлаш дейилади*. Бошланғич деб қабул қилинган йўналиш билан ориентирланаётган жойдаги йўналиш орасидаги бурчакка *ориентирлаш бурчаги дейилади*.



3.3- шакл. Ориентирлаш бурчаги

Ориентирлаш бурчаги бошланғич йўналишнинг шимолидан соат стрелкаси йўналишида ориентирланаётган йўналишгача ўлчанади. Ориентирлаш бурчаги  $0^\circ$  дан  $360^\circ$  гача бўлган катталикни олиш мумкин [10].

Масалан:  $OX$ -бошланғич йўналиш.  $OC$  чизигининг  $OX$  га нисбатан йўналиши  $\alpha$  ориентирлаш бурчаги ёрдамида аниқланади.

### 3.3. Меридианлар яқинлашиш бурчаги

Агар  $A$  ва  $B$  нуқталардан ўқ меридианига параллель чизиқлар ўтказсак  $+\gamma$  ва  $-\gamma$  бурчаклар ҳосил бўлади. Бу бурчаклар меридианлар яқинлашиш бурчаклари бўлади.

Географик меридиан билан ўқ меридианига параллел бўлган чизиқ орасидаги бурчакка меридианлар яқинлашиш бурчаги дейилади.

а) шарққа оғса  $A = A_m + \delta$ ;

в) ғарбга оғса  $A = A_m - \delta$ ,  $A$  -  $OC$  чизигининг ҳақиқий азимути.

бу ерда  $A_m$  -  $OC$  чизигининг магнит азимути;  $\delta$ -магнит стрелкасининг оғиш бурчаги.

Магнит меридиан географик меридиандан шарққа оғса шарқий дейилади ва ишораси (+) бўлади.

### 3.5. Дирекцион бурчак билан румб орасидаги муносабат

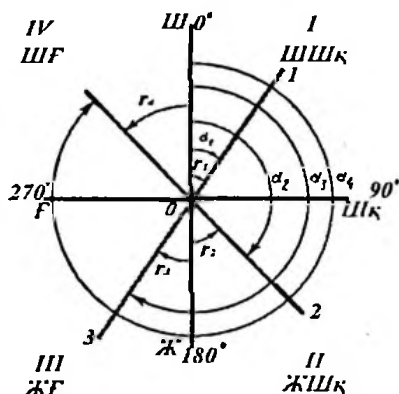
Йўналишнинг дирекцион бурчаги маълум бўлганда румбини, румби маълум бўлганда эса дирекцион бурчагини топиш мумкин. Масалан 3.7-шаклда дирекцион бурчак билан румбнинг бир-бирига муносабати берилган. Йўналишларнинг дирекцион бурчаклари маълум бўлганда бу шаклдан фойдаланиб, румбни қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин:

I чоракда - Ш.Шқ,  $r = \alpha$ ;

II чоракда - Ж.Шқ,  $r = 180^\circ - \alpha$ ;

III чоракда - Ж.Ғ,  $r = \alpha + 180^\circ$ ;

IV чоракда - Ш.Ғ,  $r = 360^\circ - \alpha$ .



3.7-шакл. Дирекцион бурчак билан румб орасидаги муносабат

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

I чоракда –  $Ш.Шқ, \alpha = r;$

II чоракда –  $Ж.Шқ, \alpha = (180^\circ - r);$

III чоракда –  $Ж.Ғ, \alpha = 180^\circ + r;$

IV чоракда –  $Ш.Ғ, \alpha = 360^\circ - r.$

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

### 3.6. Текисликда тўғри ва тескари геодезик масала

*Тўғри геодезик масала.*  $AB$  жойдаги масофа (чизик) узунлигини горизонтал проекцияси  $d$ , бу чизикни дирекцион бурчаги  $\alpha$  ва бошланғич  $A$  нуктанинг  $x_1, y_1$  координаталари маълум бўлсин, иккинчи нукта  $B$  нинг  $x_2, y_2$  координаталарини топиш талаб этилади. 3.8-шаклдан ёзишимиз мумкин:

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + \Delta x, \\ y_2 &= y_1 + \Delta y. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Тўғри бурчакли  $ABC$  учбурчагидан ёзишимиз мумкин:

$$\begin{aligned} \Delta x &= d_{AB} \cos \alpha = d_{AB} \cos r, \\ \Delta y &= d_{AB} \sin \alpha = d_{AB} \sin r. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Демак,

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + d_{AB} \cos \alpha \\ y_2 &= y_1 + d_{AB} \sin \alpha. \end{aligned} \quad (3.5)$$

*Тескари геодезик масала.*  $A$  ва  $B$  нукталарнинг  $(x_1, y_1)$  ва  $(x_2, y_2)$  координаталаридан фойдаланиб, нукталар орасидаги масофанинг горизонтал проекцияси ва дирекцион бурчагини топиш талаб этилади.

$ABC$  тўғри бурчакли учбурчақдан қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$\operatorname{tgr} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (3.6)$$

у картанинг мавзуйи ёки махсус мазмуни элементларини картага тўғри тушириш ва фазовий боғлаш, карта бўйича ориентирлашга хизмат қилади.

Ҳар қандай картани муҳим элементи бўлиб легенда (мазмун) ҳисобланади. Карта мазмунини очиб берадиган барча шартли белгилар ва изоҳлар тизимига *легенда* дейилади. Картани легендаси қўлланилган белгиларни тушунтириб (изоҳлаб) беришни ўз ичига олиб, картага олинаётган объектни мантиқий асосини акс эттиради. Белгиларни кетма-кет жойлаштирилиши, уларни ўзаро бир-бирига бўйсунуши, штрихли элементлар учун ранглар гаммасини танлаб олиш картада тасвирланаётган ҳодиса ёки жараён таснифига мантиқан бўйсундирилган бўлади.

Ҳамма картографик тасвирлар *математик асосда* қурилади. Картада уни элементлари бўлиб-*картографик проекция, масштаб ва геодезик асос* ҳисобланади. *Картани компоновкаси* ҳам унинг математик асос элементига қиради.

Картада тасвирладиган ҳудудни чегарасини аниқлаш ва уни карта рамакаларига нисбатан жойлаштириш, рамкани ичида ва ундан ташқарида (асосий карта билан уни рамкаси орасидаги бўш қолган жойларда) картани номини, масштабини, легендасини, ҳар хил рақамли ва матнли маълумотларни, жадвалларни, графикларни, қўшимча кесма карталарни ва бошқа шунга ўхшаш маълумотларни мақсадга мувофиқ жойлаштиришга-компоновка дейилади.

Картани ўқиш ва ундан фойдаланишни осонлаштириш мақсадида унда бериладиган легенда, турли хил картометрик графиклар, (масалан, топографик картада чизиқнинг нишаби ва қиялик бурчагини аниқлаш учун, картанинг жанубий рамкаси остида бериладиган махсус номограмма), ҳудудий қай даражада ўрганилганлигини кўрсатувчи схемалар, фойдаланилган материаллар (манбалар) шунингдек, бошқа ҳар хил зарур глоссарий маълумотлар картанинг *ёрдамчи элементлари*, деб аталади. Карта мазмуни билан боғланган, уни тўлдирадиган, бойтадиган ва тушунтирадиган кесма-карталар, диаграммалар графиклар, профиллар, матнли ёки рақамли маълумотлар картанинг *қўшимча элементлари* дейилади.

## 4.2. Масштаблар. План, карта ва профиль тўғрисида тушунча

Топографик планлар тузиш учун асосан 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000 - масштаблар қабул қилинган.

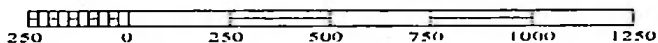
Топографик карталар тузиш учун 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000; 1:200 000; 1:300000; 1:500000 масштаблар қабул қилинган. Ҳар бир топографик план ва картанинг масштаби, унинг рамкаси остида берилади: сонли, сўзли ва чизикли.

*Масштаб*-ер юзидаги масофалар горизонтал проекцияларининг кичрайтирилган даражасидир. Рақамлар билан *сонли масштаб* ифодаланади ва қаср тарзида ёзилади: 1/М. М-масштабнинг кичрайтириш даражаси (М 1/100; 1/5000).

Сонли масштаб сўз билан ифодаланса - *сўзли масштаб*, деб аталади (1см да 1м; 1см да 1 км.).

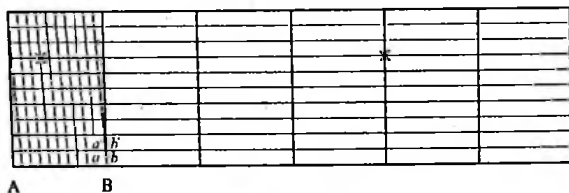
Масштаб график шаклда ифодаланса-*чизикли масштаб* дейилади. Чизикли масштаб битта чизикдан ёки икки параллель чизикдан иборат бўлиб, чизиклар маълум узунликдаги кесмаларга бўлинади; кесма *масштаб асоси* дейилади (1 ёки 2 см). Кесмалар устига унинг юзидаги узунлиги ёзилади.

Чизикли масштабнинг чап томонидаги биринчи кесма тенг 10 бўлакка бўлинади - 1 бўлаги - *график аниқлиги*, дейилади (4.1-шакл).



4.1-шакл. Чизикли масштаб

Картадан ўлчанган чизикларнинг жойдаги узунлигини аниқроқ ўлчашда *қундаланг масштабдан* фойдаланилади (4.2-шакл).



4.2-шакл. Кўндаланг масштаб

У масштабни график ифодасидан яна бир кўриниши кўндаланг масштаб бўлиб, бу масштабни асосий мақсади чизикли масштаб аниқлигини ошириш. Кўндаланг масштабни қуриш учун (4.2-шакл) тўғри чизикда бир неча марта масштаб асоси қўйилади (асосан масштаб асоси 2 см. дан олинади). Ҳар бир бўлакдан ихтиёрий узунликда перпендикуляр ўтказилади. Биринчи ва охириги перпендикуляр  $m$  та тенг бўлакка бўлинади.

Чапдаги биринчи асосини юқоридаги ва пастдаги кесмалари  $n$  та тенг бўлакка бўлинади. Пастдаги бошланғич нукта юқоридаги биринчи, пастдаги биринчи юқоридаги иккинчи нукта билан бирлаштирилади, натижада кия чизиклар ҳосил бўлади. Бу чизиклар *трансверсал* чизиклар, дейилади.

*План, карта ва профиль тўғрисида тушунча.* План ер юзасини кичик қисмини текисликдаги горизонтал проекциясини қоғоздаги кичрайтирилган тасвири.

Планда жойдаги чизикларнинг узунлиги, объектлар контурларининг майдони ва йўналишлар орасидаги бурчаклар ўзгармайди. Планнинг масштаби унинг ҳамма қисмида бир хил бўлади. План шартли ёки маҳаллий тўғри бурчакли координата системасида ҳам чизилиши мумкин.

Агарда планда фақат жойдаги тафсилотлар тасвирланган бўлса, бундай планга *тафсилотли ёки контурли план*, дейилади. Планда жойдаги тафсилотлардан ташқари жой рельефи горизонталлар билан тасвирланган бўлса, бундай план-*топографик план*, деб аталади.

Бутун ер сиртининг ёки унинг айрим катта қисмининг сферик юзага туширилган картографик проекциясини қоғоздаги кичрайтирилган тасвирига *карта* дейилади.

Картада чизик узунлиги, объектлар контурларининг майдо-ни, йўналишлар орасидаги бурчакларда маълум ўзгаришлар бўлади. Карта ўртасидан (ўқ меридианидан) узоқлашган сари масштаб ўзгариши ортиб боради, яъни масштаб катталашади. Бу камчиликлар картографик проекцияни танлаш ва тузатмалар киритиш йўли билан маълум даражада бартараф этилади. План сингари карталар тафсилотли (контурли) ва топографик бўлади.

Карталар масштабига боғлиқ ҳолда шартли равишда бўлинади: 1:100000 ва ундан йирик масштабдаги карталар-йирик масштабли карталар дейилади; 1:200000 дан 1:1000000 гача бўлганлари ўрта масштабли карталар ва 1:1000000 дан кичик масштабдаги карталар майда масштабли карталар дейилади.

Лойиҳалаш, қурилиш монтаж ишлари, геодезик ишларни таъминлаш учун тузиладиган планлар қуйидаги масштабларда бўлади: 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

Карта тузишда биринчи навбатда меридианлар ва параллеллар билан чегараланган картографик тўр қурилади. Бундан ташқари, карта абсцисса ва ордината ўқларига параллел бўлган бутун сонга қаррали бўлган километр тўри билан тўлдирилади, уларнинг бурчак учлари координатага эга бўлади.

Берилган йўналиш бўйича жой вертикал кесимининг қоғоздаги кичрайтирилган тасвирига жойнинг *профили* дейилади. Жой профили инженерлик тармоқларини, чизикли иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш жараёнида ишлатилади. Профилда рельеф ифодали тасвирланиши учун унинг вертикал масштаби горизонтал масштабга нисбатан 10 ёки 20 марта йирик қилиб олинади [8].

Қурилиш майдонининг бош лойиҳасини тузишда топографик планлардан фойдаланилади. Бу планларда ер остки ва ер устки қисмида жойлашган барча иншоотлар тасвирланади. Корхонанинг ўлчамларига ва турига боғлиқ равишда қурилиш

майдонининг бош плани ишчи лойиҳалари 1:500, 1:1000 масштабларда, айрим объектлари уларнинг мураккаблигига қараб 1:200 масштабда тузилади. Қурилиш монтаж ишлари жараёнида ва қурилиш ишларининг ниҳоясида ижроий сўёмка бажарилади ва бу асосда ижроий бош план тузилади. Бу план асосида бино ва иншоот лойиҳада қўрсатилган ўлчамларда қурилганлиги тасдиқланади ёки лойиҳадан оғиши аниқланади.

#### **4.3. Карталарнинг масштаблар бўйича классификацияси ва номенклатураси**

План ва карталар мазмуни, масштаби ва бошқа хусусиятларига қараб 3 гуруҳга бўлиш мумкин:

1:5000 ва ундан йирик бўлса *топографик план*;

1:10000 -1:500000 *топографик карта*;

1:1000000 ва ундан кичик бўлса *географик карта*;

1:200000 -1:500000 гача бўлган карталар *обзор топографик карталар* деб юритилади.

Обзор-топографик карталар асосан топографик карталар ёки аэросўёмка натижаларидан фойдаланиб тузилади.

Ер юзи объектлардан ташқари турли табиий ва ижтимоий ходисалар ҳам тасвирланган географик карталар махсус карталар деб юритилади;

*Махсус табиий географик карталарга* геологик, геофизик, ботаник, иқлимий; махсус ижтимоий-иқтисодий карталарга эса тарихий-иқтисодий, маъмурий-сиёсий ва бошқалар киради. Ҳозирги вақтда план олиш натижасида асосан территорияни топографик плани ёки йирик масштабли топографик карта тузилади.

Топографик карталар йирик масштабли бўлганлигидан уларда территория маълум катталиқдаги қисмларга бўлиниб, ҳар бир қисм алоҳида-алоҳида варақда, қабул қилинган картографик проекцияда, масштаб ҳамда рамкада тасвирланади.

Топографик картанинг ҳар бир варагидаги территориянинг ўлчами маълум қоида ва номенклатурага асосан олинади.

Топографик картанинг ана шу элементлари-картографик тўр, масштаб, номенклатура унинг *математик элементлари* дейилади.

Ер юзининг топографик картада тасвирланадиган тафсилотлари эса картанинг *географик элементлари* дейилади.

Географик элементлар территориянинг рельефи, гидрографияси, ўсимлик ва тупроқ грунт кўрсаткичлари, аҳоли яшайдиган пунктлар ҳамда баъзи бир хўжалик, сиёсий-маъмурий элементлардан иборат.

Топографик картадан фойдаланишни асослантириш мақсадида унинг рамкасидан ташқарида турли чизма, схема ва ёзувлар берилади. Булар топографик картанинг *ёрдамчи элементларидир*.

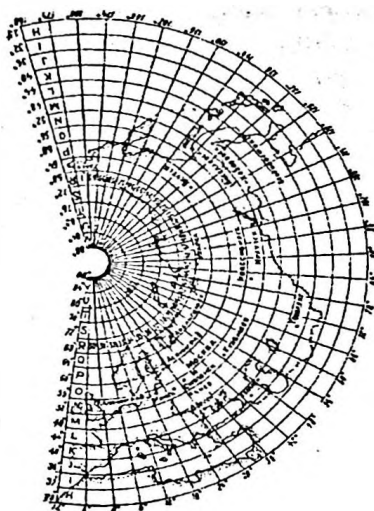
#### 4.4. Топографик карталарнинг номенклатураси

Топографик карталарни варақларга бўлиш ҳамда бу варақларни белгилаш, яъни уларга ном бериш системаси *номенклатура* дейилади

1: Топографик карталарининг номенклатураси 1000000 масштабли карта номенклатурасига асосланган. 1:1000000 масштабли карта варагининг ўлчами меридиан бўйича  $4^{\circ}$  ва параллель бўйича  $6^{\circ}$  га тенг.

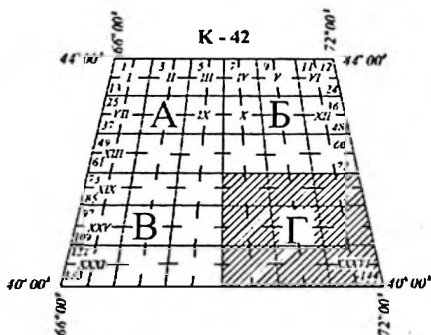
Картанинг варақларига ном бериш учун экватордан қутбларга томон  $4^{\circ}$  дан *параллел* ўтказилиб-қатор,  $180^{\circ}$  ли меридиандан бошлаб  $6^{\circ}$  дан *меридианлар* ўтказилиб-устунлар ҳосил қилинади.

Қаторлар экватордан қутбларга томон латин алфавитининг бош ҳарфлари (А дан Z гача), устунлар эса  $180^{\circ}$  ли меридиандан бошлаб 1 дан 60 гача араб рақамлари билан белгиланади [14].



4.3-шакл. Топографик карталарнинг номенклатураси.

Шунда 1:1000000 масштабли карта ҳар бир варагининг номенклатураси қаторни белгиловчи ҳарф ва устун номерини кўрсатувчи рақамдан иборат бўлади. Масалан, Тошкент шаҳри жойлашган варақ (трапеция)нинг номенклатураси К-42 бўлади (4.2-жадвал).



4.4-шакл. 1:1000000 масштабли карта варағи.

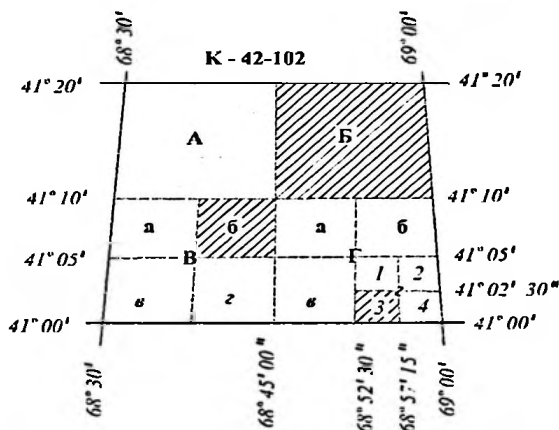
1:500000 масштабни карта варағининг номенклатурасини келтириб чиқариш учун 1:1000000 масштабни карта варағини 4 тенг бўлакка бўламиз.

1:200000 масштабни карта номенклатурасини келтириб чиқариш учун 36 тенг бўлакка бўлиб I-XXXVI гача белгилаб оламиз.

1:300000 масштабни карта варағининг номенклатурасини келтириб чиқариш учун 1:1000000 масштабни карта варағини 9 та тенг бўлакка бўламиз ва I-IX гача белгилаб оламиз.

1:100000 масштабни карта варағини номенклатурасини келтириб чиқариш учун, 1:1000000 масштабни карта варағини 144 тенг бўлакка бўламиз ва 1-144 белгилаб оламиз.

1:100000 масштабни топографик картанинг номенклатураси барча йирик масштабни топографик карталар ва планларнинг номенклатураси учун асос қилиб олинган (4.2-жадвал).



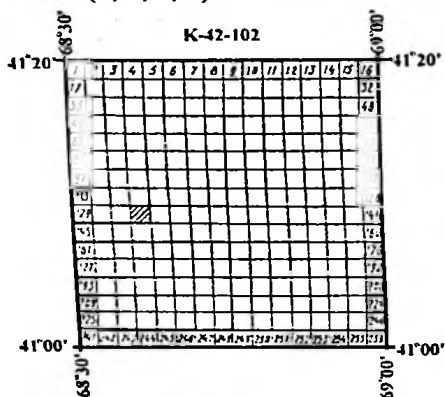
4.5-шакл. 1:50000 масштабни карта варағи

1:50000 масштабни карта варағини номенклатурасини келтириб чиқариш учун 1:100000 масштабни карта варағини 4та тенг бўлакка бўламиз; (А,Б,В,Г)- К-42-102-Б.

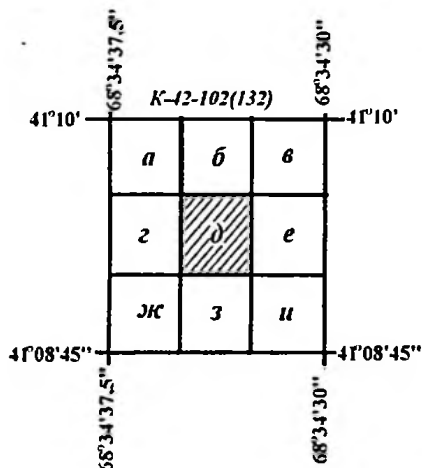
1:25000 масштабни карта варағини номенклатурасини

келтириб чиқариш учун 1:50000 масштабли карта варағини 4 та тенг бўлакка бўламиз; (а, б, в, г) -К-42-102-Б-б.

1:10000 масштабли карта варағини номенклатурасини келтириб чиқариш учун 1:25000 масштабли карта варағини 4 та тенг бўлакка бўламиз (1, 2, 3, 4) -К-42-102-Б-б-3.



4.6- шакл. 1:5000 масштабли карта варағи



4.7-шакл. 1:2000 масштабли карта варағи

1:100000 масштабни карта варағи 256 та тенг бўлакка бўлсак 1:5000 келиб чиқади. (К-42-102 (132)); 1:2000 ни келтириш учун 1:5000 ни 9 та тенг бўлакка бўламиз ( а, б, в, г, д, е, ж, з, и) К-42-102 (132-д) (4.2-жадвал).

#### 4.2-жадвал

*Топографик карталарни варақларга бўлиш, варақларни белгилаш ва уларга ном бериш*

| Т/р | Карта масштаби | Кенглик | Узушлик  | Асос масштаб ва бўлақлар сони | Номенклатуранинг номланиши                           |
|-----|----------------|---------|----------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1   | 1:1000000      | 4°      | 6°       | 1:1000 000                    | К- 42                                                |
| 2   | 1:500000       | 2°      | 3°       | 1:1000 000 (4)                | К- 42- (А,Б,В,Г)                                     |
| 3   | 1:300000       | 1°20'   | 2°       | 1:1000 000 (9)                | К- 42- (I-IX )                                       |
| 4   | 1:200000       | 40'     | 1°       | 1:1000 000 (36)               | К- 42- (I-XXXVI )                                    |
| 5   | 1:100000       | 20'     | 30'      | 1:1000 000 (144)              | К- 42- (I-144 )                                      |
| 6   | 1:50000        | 10'     | 15'      | 1:100000 (4)                  | К- 42- 102- (А,Б,В,Г)                                |
| 7   | 1:25000        | 5'      | 1'30"    | 1:50000 (4)                   | К- 42- 102- (А,Б,В,Г)- (а, б, в, г)                  |
| 8   | 1:10000        | 2'30"   | 3'45"    | 1:25 000 (4)                  | К- 42- 102- (А,Б,В,Г)- (а, б, в, г)- (1, 2, 3, 4)    |
| 9   | 1:5000         | 1'15"   | 1'52,5"  | 1:100000 (256)                | К- 42- (1-144 )-(1-256)                              |
| 10  | 1:2000         | 0'25"   | 0'337,5" | 1:5000 (9)                    | К- 42- (1-144 )-(1-256)- (а, б, в, г, д, е, ж, з, и) |

## 5-БОБ. ЖОЙ РЕЛЬЕФИНИ ТОПОГРАФИК КАРТА ВА ПЛАНЛАРДА ТАСВИРЛАНИШИ. ТОПОГРАФИК КАРТАДА ЎЛЧАШ ИШЛАРИ

### 5.1. Топографик карталарда шартли белгиларнинг гуруҳларга бўлиниши

Топографик карталарда жой рельефи горизонталлар билан, қолган барча тафсилотлар шартли белгилар билан тасвирланади.

Топографик шартли белгилар хусусиятлари ҳамда вазифаларига қараб:

1. Масштабли (контурли);
2. Масштабсиз;
3. Тушунтирувчи шартли белгиларга бўлинади.

1. *Масштабли ёки контурли* шартли белгилар билан карта масштабида контурини кўрсатиш мумкин бўлган тафсилотлар, масалан, ўрмон, ботқоқлик, полиз, боғ, қўл ва бошқалар тасвирланади. Масштабли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларнинг узунлиги, кенглиги, майдонини аниқлаш мумкин. Контурли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларни бир-биридан фарқ қилиш учун, ҳар бир контур ичига шу тафсилотларни шартли белгиси берилади ёки контурлар турли рангга бўялади. Масалан, токзорга токнинг шартли белгиси чизиб қўйилади, камишзор контурининг ичига камишнинг шартли белгиси чизиб қўйилади, ўрмон яшил рангга, қўл кўк рангга бўялади ва ҳоказо. Лекин контур ичида берилган шартли белги шу белги билан тасвирланган тафсилотнинг ўрнини ва миқдорини билдирмайди. Масалан, боғ контури ичида берилган доирачалар шу боғдаги дарахтларнинг ўрнини ва уларнинг сонини билдирмайди.

2. Карта масштабида кўрсатиб бўлмайдиган кичик объектлар, масалан, якка дарахт, булок, кудук, кўприк ва бошқалар *масштабсиз* шартли белгилар билан тасвирланади. Бундай тафсилотлар карта масштабида нукта билан кўрсатилади, нукта тафсилот ўрнини, шартли белги эса унинг қандай тафсилот эканлигини ифодалайди. Картада бундай тафсилотлар ораси-

даги масофани ўлчашда ва координаталарини аниқлашда тафсилот ўрни сифатида шу нуқта олинади. Йўллар, сойлар, яъни чўзилиб кетган узун чизиклар тарзидаги тафсилотлар ва масштабсиз шартли белгилар билан тасвирланади.

Аҳоли яшайдиган пунктлар, боғлар, тоқзор сингари йирик тафсилотлар картанинг масштабига қараб, масштабли ёки масштабсиз шартли белгилар билан тасвирлаш мумкин.

3. Контурли ва масштабсиз шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларни қўшимча равишда характерлаш ва уларнинг турини кўрсатиш учун *тушунтирувчи* шартли белгилар ишлатилади.

Ўрмон контурлари ичида бериладиган ўрмоннинг турини кўрсатувчи шартли белги, дарё оқимини кўрсатувчи стрелка тушунтирувчи шартли белгига мисол бўла олади. Топографик картада бериладиган барча рақамлар, харфлар, қискартирилган ва тўла берилган ёзувлар ҳам тушунтирувчи шартли белгилар бўлиб ҳисобланади.

Топографик карталарда тасвирланган тафсилотларни бири-биридан фарқ қилиш ва тез тушунилиши учун ўзининг табиий рангига мос келадиган рангга бўялади. Масалан, ўрмон, боғ, тоқзор-яшил рангга, қўл, дарё, канал, ҳовуз, булоқ-ҳаво рангга, рельеф ва унинг элементлари, жар, қум-жигар рангга бўялади.

## 5.2. Рельеф ва унинг асосий шакллари, хусусиятлари

Бирор жойдаги нотекисликлар, яъни паст-баландликлар мажмуасига шу жойнинг *рельефи* дейилади.

Ер юзи рельефининг шакллари, уларнинг келиб чиқиши, ривожланиши ва тарқалишини ўрганадиган фан геоморфология деб аталади. Рельеф шаклларини келиб чиқиши, катта-кичиклиги, характери, денгиз сатҳидан баландлиги, ташқи кўриниши ва бошқа хусусиятларига қараб бир неча хил бўлиши мумкин [6]. Геодезияда рельеф шаклларини ташқи кўриниши жиҳатидан турларга ажратиш қабул қилинган. Рельеф шакллари ташқи кўринишига қараб каварик, яъни бўртиб чиққан ва ботик бўлади. Бўртиб чиққан шакллари-дўнг, тепа, гряда, тоғ тизмаси;

ботик шаклига-водий, жар, балка, чукурлик, пастлик, козонсой, сой ва бошқалар киради. Атрофдаги текис жойдан гумбазсимон ёки конуссимон кўтарилиб турган баландлик тепа, дейилади. Тепанинг нисбий баландлиги 200 м. гача бўлади. Нисбий баландлиги 100 м. гача бўлган тепа дўнг, дейилади. Узунасига давом этган қатор тепаликлар-*гряда* дейилади, нисбий биландлиги 200 метргача бўлади.

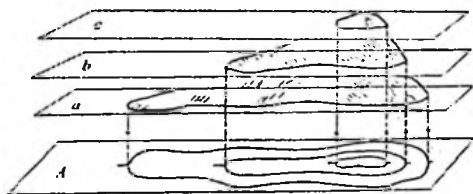
Тоғ-атрофдаги текисликдан қад кўтарган баландликдир. Нисбий баландлиги 500 метрдан ошади, гумбазсимон, конуссимон, пирамида шаклида бўлиши мумкин. Тоғнинг энг баланд нуқтаси-тоғ тепаси чўкки, қаторасига давом этиб кетган тоғлар-*тоғ тизмаси дейилади.*

Рельефнинг ботик шаклларида энг каттаси-*водийдир.* Водийларнинг тагидан дарё, сой окса-дарё, сой водийси, деб аталади. Водийнинг ҳамма вақт дарё оқиб турадиган қисми-*дарё ўзани* (русло), тошқин вақтида сув босадиган жойлар *қайир* (пойма) дейилади.

Вақтинча оққан сув ўйиб кетган узун чукурлар *жар* дейилади. Одатда жарларнинг ён бағри тик бўлиб, унда ўсимлик ўсмайди. Жарларнинг узунлиги бир неча метрдан ўнлаб киломертгача, чуқурлиги 50 метргача бориши мумкин.

### 5.3. Жой рельефини топографик карталарда тасвирланиши

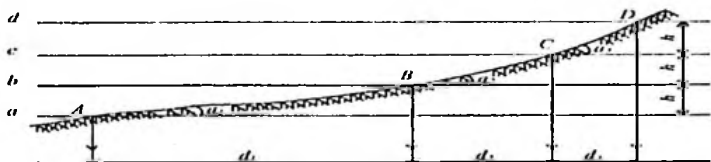
Топографик карталарда рельеф асосан горизонталлар билан тасвирланади. *Горизонтал*-баландликлари бир хил бўлган нуқталарни туташтирувчи чизикдир. Горизонтал-*изогипс* деб ҳам юритилади.



5.1-шакл. Горизонталларни ҳосил қилиш

Тепаликни бир хил баландликдан ўтувчи  $a, b, c$  горизонтал текисликлар кесиб ўтган деб фараз қилайлик.

А-текисликда горизонталлар ҳосил бўлади. Икки горизонтал текислик орасидаги вертикал масофа  $h$ -*кесим баландлиги*.



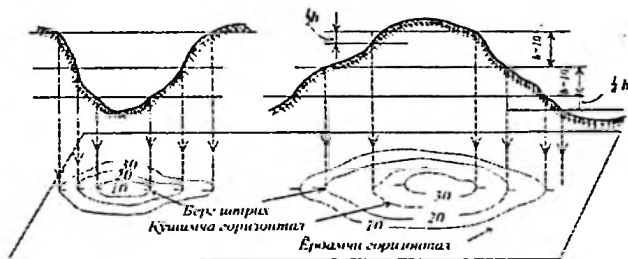
5.2-шакл. Горизонтал кесим баландлиги

Икки горизонтал орасидаги масофа  $d$  *горизонталлар оралиғи дейилади*. Ён бағир билан горизонтал текислик орасидаги бурчак  $\alpha$ -*қиялик бурчаги дейилади*.

Кесим бадандлиги  $h$ , қиялик бурчаги  $\alpha$  ва горизонталлар оралиғи  $d$  орасидаги муносабат қуйидагича бўлади:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad d = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}. \quad (5.1)$$

Топографик карталарда ён бағирнинг нишаби горизонталларга қиска чизиклар (бергштрихлар) чизиб кўрсатилади. *Бергштрихларнинг* эркин учи қайси томонга йўналган бўлса, ён бағирнинг нишаби шу томонга қараган бўлади.



5.3-шакл. Бергштрих, қўшимча ва ёрдамчи горизонталлар

Маълум масштабли топографик карта учун қабул қилинган кесим баландлигига мувофиқ чизилган горизонталлар *асосий*

*горизонталлар* дейилади. Топографик карталарда ва планларда асосий горизонталлар узлуксиз эгри чизиклар кўринишида чизилади. Асосий горизонталларнинг кесим баландлиги картанинг остки томонида рамкадан ташқарида ёзилади. Рельефни ўқиш осон бўлиши учун ҳар бешинчи горизонтал йўғон қилиб чизилади, кесим баландлиги 5 м. бўлса 25, 50, 75... горизонталлар йўғон бўлади. Агар кесим баландлиги 2,5 м. бўлса, ҳар ўнинчи горизонтал йўғон чизилади.

Айрим жойларнинг рельефини асосий горизонталлар билан тўла кўрсатиб бўлмаган ҳолларда кесим баландлигининг ярмига тенг горизонталлар чизилади. Улар *қўшимча горизонталлар* дейилади. Ярим горизонталлар картада пунктир чизиклар билан берилади. Баъзан кесим баландлигининг тўртдан бирига тенг бўлган ва *ёрдамчи горизонтал* деб аталадиган горизонтал чизилиши ҳам мумкин. Топографик карталарда айрим горизонталлар ва характерли нуқталарнинг баҳоланиши ёзилиб қўйилади. Баҳо-нуқтанинг абсолют баландлигининг ифодаловчи рақамлардан иборат. МДХ давлатларида Балтика денгизи сатҳи бошланғич юза деб қабул қилинган.

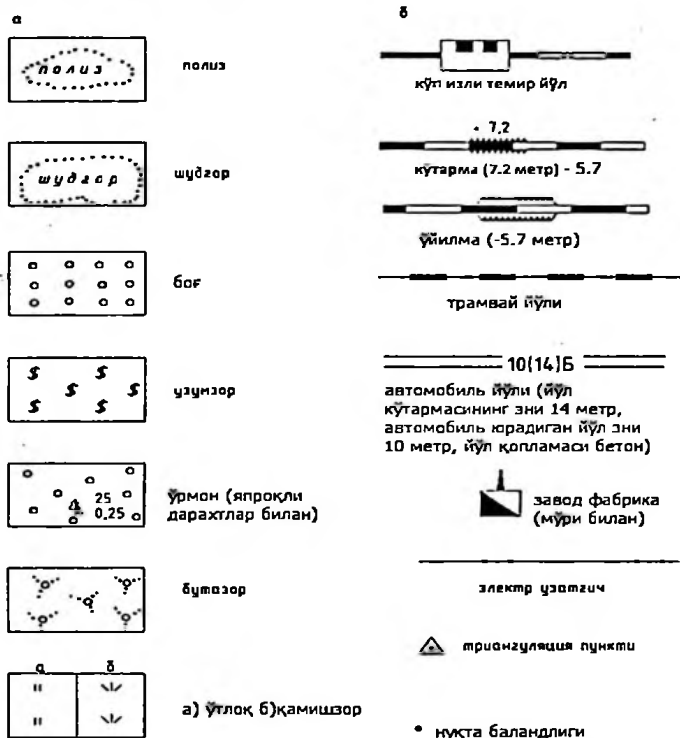
#### 5.4. Планлар ва карталарда шартли белгилар

Жойдаги предметларни план ва карталарда тасвирлаш учун махсус ишлаб чиқилган шартли белгилардан фойдаланилади. План ва картадан фойдаланиш қулай бўлиши учун шартли белгининг шакли тасвирланаётган жой элементиға ўхшаш бўлиши керак. Давлат миқёсида план ва карталарнинг шартли белгилари бир хил қилиб қабул қилинади.

Қурилиш чизмаларидан режалаш (лойиҳани жойға кўчириш), ижройи чизмаларда ўзига хос шартли белгилар қўлланилиши мумкин. Шартли белгилар масшабли (контурли), масшабсиз ва тушунтирувчи шартли белгиларға бўлинади.

Масшабли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларнинг узунлиги, кенглиги ва майдонини аниқлаш мумкин. Контурли шартли белгилар билан тасвирланган тафсилотларни бир-биридан фарқ қилиши учун ҳар бир контур

ичига шу тафсилотнинг шартли белгиси қўйилади ёки контур турли рангга бўялади [6]. Масалан, тоқзорга тоқнинг, қамишзорга қамишнинг шартли белгиси чизиб қўйилади, ўрмон яшил рангга, қўл қўк рангга бўялади ва ҳоказо. Лекин, контур ичида тасвирланган шартли белги тафсилотни ўрнини ва миқдорини билдирмайди.



5.4- шакл. Шартли белгилар. а-масштабли, б-масштабсиз шартли белгилар.

Карта ва план масштабида кўрсатиб бўлмайдиган кичик объектлар, масалан: булок, қудук, якка дарахт ва бошқалар масштабсиз шартли белгилар билан тасвирланади. Тафсилотлар

карта ва планда нукта билан кўрсатилади. Нукта тафсилот ўрнини, шартли белги эса унинг қандай тафсилот эканлигини ифодалайди. Масалан доира, квадрат, учбурчак, тўртбурчак, юлдузча шаклида тасвирланган шартли белгининг марказига, якка дарахт, симёғочлар, йўл ва километр кўрсаткичларининг ўрни эса шартли белгининг тубига тўғри келади.

Карта ва планнинг масштабига боғлиқ равишда тафсилотлар масштабли ёки масштабсиз шартли белгилар билан тасвирланади.

Аҳоли яшайдиган пунктларнинг номи аҳолисининг сонига ва маъмурият аҳамиятига қараб турли катталиқдаги ҳарфлар билан ёзилади.

Республикамизда қабул қилинган (тасдиқланган) шартли белгилар топографик карта ва планлар тузиш ва улардан фойдаланиш билан шуғулланувчи барча ташкилот ва муассасалар учун стандарт бўлиб ҳисобланади.

## 5.5. Топографик картада ечиладиган геодезик масалалар

Карта ёки планда нукталар орасидаги тўғри бурчакли кесма узунлиги  $0,1\text{ мм}$ . қийматга мувофиқ график аниқлиги билан ўлчанади. Ҳосил қилинган натижа метрда ифодаланиб, ушбу чизикнинг жойидаги горизонтал қўйилишининг узунлигига узатилади.

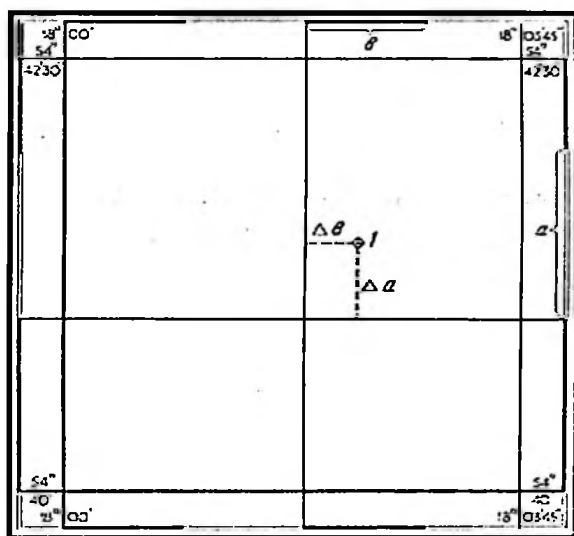
Бундай ўлчашларни миллиметрли шкаласи билан ҳам текширилган чизғич ва график масштаблар билан бажариш мумкин.

Биринчи ҳолатда ўлчаш учун йўналган киррالي чизғични қўллаш маъқул. Бошланғич нуктага чизғичнинг нолинчи штрихи қўйилиб, шкала бўйича кесманинг охириги нуктасида унинг узунлиги қайд этилади, шунда сантиметрларнинг бутун ўнли ва юзли бўлаклари (охиргиси кўзга чамалаб) саналади. Назорат учун ўлчашлар икки марта бажарилади. Натижалар орасидаги чекли фарқи  $\Delta l_{\text{чек}} = 0.02 \text{ см} \sqrt{2} \approx 0.03 \text{ см}$ . қиймати-дан ошмаслиги керак. Кейин, маълум сонли ва ёзувли масштаб

орқали берилган чизикнинг горизонтал қўйилиши  $S$  метрда аниқланади. Бунинг учун, карта ёки пландаги бир сантиметрига тўғри келадиган метрларни сони кесманинг ўрта узунлиги  $l$  (см) га қўпайтирилади.

*Нукта координаталарини аниқлаш.* Картада берилган нуктанинг географик координаталари қуйидаги усулларда аниқлаши мумкин [11].

Агар картанинг тўлиқ варағи бўлса (5.5-шакл), унда минутли рамканинг бир хил қийматли оралиқларини бирлаштириб, текширилган чизғич бўйича берилган нуктага яқин жанубий параллел ва ғарбий меридиан чизиклари ўтказилади, ундан кейин эса уларнинг градусли қийматлари аниқланади.



5.5- шакл. Картанинг яхлит варағида географик координаталарни аниқлаш

5.5-шаклда 1-нуктага яқин жанубий параллелнинг кенглиги  $\varphi_{жк} = 54^{\circ}41'$ , ғарбий меридиан узоклиги эса  $\lambda_{г} = 18^{\circ}02'$ .

1 нуктанинг географик координаталари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\varphi_1 = \varphi_{\text{ж}} + \Delta\varphi''; \quad (5.2)$$

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{ж}} + \Delta\lambda'', \quad (5.3)$$

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

$\Delta\varphi''$  ва  $\Delta\lambda''$  қийматларини ҳисоблаш учун ўлчагич ва масштаб чизғичи билан картада  $\Delta a$  ва  $\Delta b$  кесмалар аниқланади, минутли рамка бўйича эса ва  $b$  ораликлар ўлчанади. 5.5-шаклда ушбу ораликларни градусли ўлчами  $1' = 60''$ га тенг. Географик координата орттирмалари қуйидаги формула бўйича ҳисобланади;

$$\Delta\varphi'' = \frac{\Delta a \cdot 60''}{a}; \quad \Delta\lambda'' = \frac{\Delta b \cdot 60''}{b}. \quad (5.4)$$

Мисол: айтайлик,  $\Delta a = 5,25$  см,  $\Delta b = 3,52$  см;  $a = 13,56$ ,  $b = 8,52$  см.

$$\Delta\varphi'' = \frac{5,25 \cdot 60''}{13,56} = 23,2''; \quad \Delta\lambda'' = \frac{3,52 \cdot 60''}{8,52} = 24,8''.$$

Картада координаталарни аниқлаш назорати учун берилган нуктага яқин шимолий параллел ва шарқий меридиан чизиклари ўтказилади. Юқоридагиларга ўхшаган ўлчашлардан кейин географик координаталар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади:

$$\Delta\varphi_1 = \varphi_{\text{ш}} - \Delta\varphi''; \quad \lambda_1 = \lambda_{\text{ш}} - \Delta\lambda'' \quad (5.5)$$

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

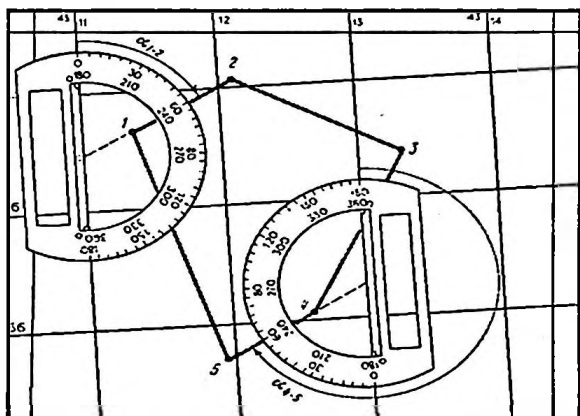
*Топографик картада берилган йўналишни ҳамда йўналишлар орасидаги бурчакни аниқлаш.* Карта ва планларда горизонтал бурчаклар ва чизиклар йўналишлари геодезик транспортир орқали ўлчанади (ёки тузилади). Улардан энг кўп тарқалгани радиуси 90 мм. ва бурчак ўлчаш шкаласининг бўлак қиймати  $0,5^\circ$ ли ТТ-А-180 ярим доирали транспортир ҳисобланади. Ўлчашларни бажаришда транспортирни шундай қўйиш керакки, нолинчи диаметрининг иккала нишони ( $0^\circ$  ва  $180^\circ$ ) бир чизикда жойлашсин, марказий нишони эса (тўғри чизикли

шкаланинг ноли) бурчакнинг учига тўғри келсин.

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 (5.6-шакл). Чунончи, тўрнинг чизиклари карта ва планларда маълум ориентлар орқали тузилган, унда дирекцион бурчакларни ўлчаш учун берилган йўналиш ушбу чизикларнинг бири билан кесишишгача давом эттирилади. Агарда, дирекцион бурчак  $180^\circ$  дан кичик бўлса, бошланғич нуқтадан чапга жойлашган чизикгача ёки  $180^\circ$  дан катта бўлса ўнга қараб ўлчанади (5.6-шакл).

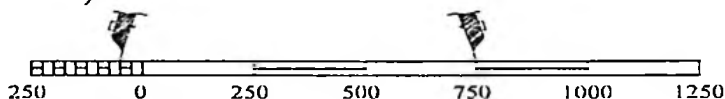
Транспортирнинг нолинчи диаметри координата тўри бўйича марказий нишонини чизикнинг кесишган нуқтаси билан бирлаштирилади. Бундан кейин эса дирекцион бурчак ўлчанади. Агар ўлчанадиган бурчак  $180^\circ$  дан катта бўлса, унда абсцисса ўқининг жанубий йўналишидан, транспортирнинг бурчак ўлчаш шкаласининг иккинчи катор ёзувларидан фойдаланиб саноқ олинади.



5.6- шакл. Топографик картада полигон томонлари дирекцион бурчакларини ўлчаш

Агар ўлчанадиган бурчак  $0^\circ$  га ёки  $180^\circ$  га яқин ва шунда карта варағининг ҳудудида берилган чизик координата тўрининг абсциссалари билан кесилмаси, унда тўрнинг йўналиши параллел қилиб, учбурчак ва чизғич ёрдамида чизикнинг бошланғич нуқтасига кўчирилади, ўлчашлар эса, юқорида ёзилганидек бажарилади.

*Топографик картада масофани ўлчаш.* График шкаласининг ноль 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 чизикли масштабга шундай қўйиладики, ўлчагич циркульнинг чапдаги игнаси четдаги асоснинг ҳудудида жойлашган бўлиб, бошқаси эса-нолдан ўнг томондаги яхлит асосларнинг ажратадиган чизик штрихларнинг бирида бўлсин (5.7- шакл).



5.7- шакл. Чизикли масштабнинг графиги бўйича чизикларни ўлчаш

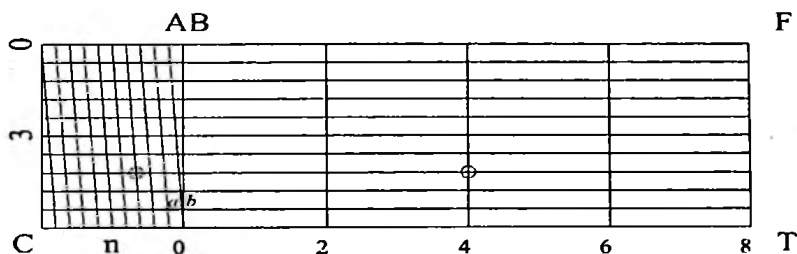
График шкаласининг рақамланиши (оцифровкаси) бўйича чизик узунлиги метрда саналади, назорат қайта ўлчаш билан амалга оширилади. Планди, чизикли масштаб графиги узунлигидан катта кесмалар қийматлари, ўлчагич билан чизикли масштаб асосига қаррали, лекин 10 см дан ошмайдиган бўлақлар бўйича ўлчанади. Қайта ўлчаш тескари йўналишга қараб бажарилади. Бунда икки ўлчаш натижалари орасидаги фарқ қуйидаги қийматдан ошмаслиги керак:

$$\Delta S_{\text{чек}} = 3M10^{-4}\sqrt{n}, \quad (5.6)$$

бу ерда  $n$ - берилган кесма узунлигини аниқлашда ўлчагичнинг қўйилиш сони.

Чизикли 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. (5.8-шакл).



5.8-шакл. Кўндаланг масштаб

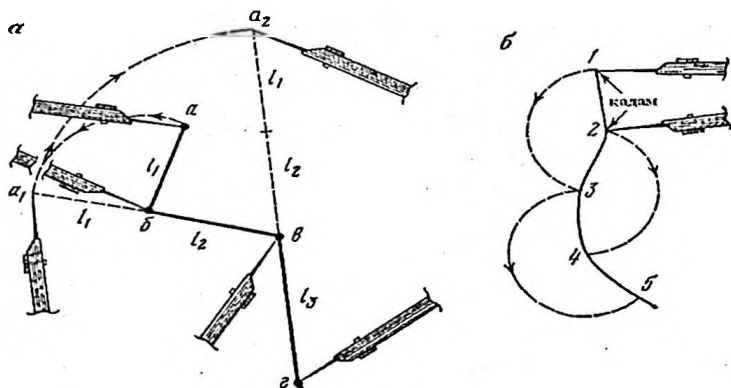
Кўндаланг масштаб узунлиги 12 ёки 20 см ва баландлиги 3 см. номограммани ташкил этадиган, ўзаро перпендикуляр чизиклар системасидан иборат. Вертикал чизиклар масштаб асосига тенг АВ ораликлар орқали ўтказилган (5.8-шакл). Баландлиги бўйича рақамланган параллел чизиклар орқали  $m$  тенг бўлақларга бўлинган; чапдан четдаги асос  $n$  тенг бўлақларга бўлиниб, улар орасида қия параллел чизиклар системаси ҳосил қилинган. Масалан, 1:25000 масштабда жойда  $AB=500$  м тўғри келади.

Унда,  $m=10$  ва  $n=10$  бўлганда, кўндаланг масштабнинг энг кичик бўлаги  $ab=5$  м бўлади.

Эгри чизиклар узунлиги ҳам юқорида келтирилган усулда, уни чизикчалар билан тахминий тўғри чизикли кесмаларга бўлиб ўлчаш мумкин. Бу узунликни бошқача, қиймати «қадам» деб аталадиган, ўлчагичнинг доимий оралиғини эгрилар бўйича кўп қаррали қўйиш йўли орқали аниқлаш мумкин (5.9-шакл).

Шунда, ўлчагичнинг «қадами» чизикнинг эгрилигига қараб 2 дан 5 мм гача олинади. Узунликни қиймати ўлчагич қадамини унинг тўлиқ қўйилишлар сонига кўпайтириш ва кўндаланг ёки

чизикли масштаб бўйича ўлчанган қолдигини қўшилиши билан ҳисобланади. Назорат тескари йўналишда ўлчашларни бажариш ҳисобига амалга оширилади.



5.9- шакл. Синиқ ва эгри чизиқларни ўлчаш

**Топографик картада майдонни ўлчаш.** Карта ва планда майдон юзасини *аналитик, геометрик, график ва механик* усулларда ўлчанади.

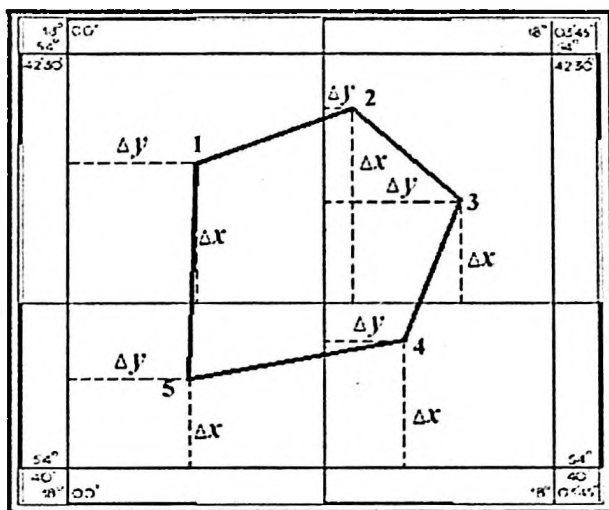
**Аналитик усул.** Карта ёки планда учларининг координаталари маълум бўлган *ABCD* тўғри бурчак берилган бўлсин (5.10-шакл).

Чизмадан ёзишимиз мумкин:

$$S_{abcde} = S_{ABba} + S_{BCbc} - S_{DCcd} - S_{DEed} - S_{Eaae} \quad (5.7)$$

Чизмадаги ҳар бир шакл трапеция кўринишидалигини инобатга олсак, *X<sub>i</sub>* лар параллел томонлар бўлиб, ординаталар фарқи трапеция баландлиги бўлади, у ҳолда:

$$2S_{ABCDE} = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) - (x_3 + x_4)(y_4 - y_3) - (x_4 + x_5)(y_5 - y_4) - (x_5 + x_1)(y_1 - y_5). \quad (5.8)$$



5.10-шакл. Аналитик усулда майдонни аниқлаш

Ўнг томондаги кавсларни очиб, гуруҳлаб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$2S = x_1(y_2 - y_5) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_1 - y_4). \quad (5.9)$$

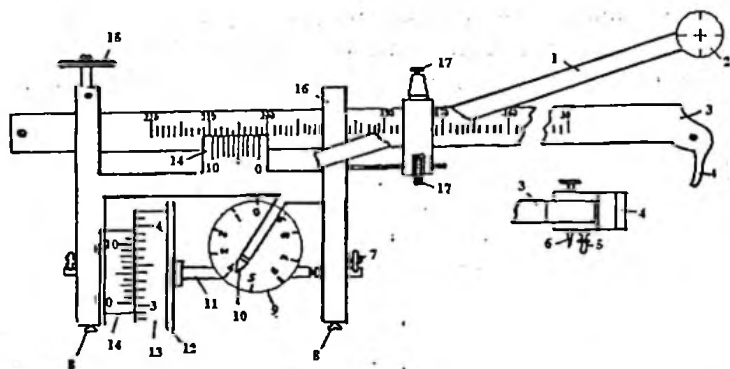
Бу формулани  $n$ -бурчакли ёпик шакл учун ёзишимиз мумкин:

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}),$$

$$2S = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}). \quad (5.10)$$

Бу усулда майдонни ҳисоблаш, нукта координаталарини аниқлаш аниқлигига боғлиқ. Бурчак 1', масофа 1:2000 аниқлик-да ўлчанган бўлса, майдон аниқлиги 1:1500 атрофида бўлади.

**Механик усул.** Бу усулда майдонни ўлчаш махсус асбоб планиметр ёрдамида бажарилади. 5.11-шаклда кутб планиметрининг умумий кўриниши берилган.



5.11- шакл. Кутб планиметри.

1-күтб ричаги; 2-күтб юки; 3-юрғизиш ричаги; 4-тутқич;  
5-таянч; 6-игна; 7-ўқни кўтариш винти; 8-қотириш винтлари;  
9-циферблат доираси; 10-стрелка (кўрсатғич); 11-саноқ олиш  
доирасини горизонтал ўқи; 12-саноқ гилдиракчаси; 13-барабан;  
14-верньерлар; 15-каретка гилдираги; 16-каретка; 17-карет-  
кани кўтарғич ва йўналтирувчи винт.

Майдонни ўлчашдан олдин чизма (карта, план) масштаби ва ричагларни ҳолати учун планиметр бўлак қиймати топилади. Бунинг учун юзаси маълум бўлган  $S$  участка олинади (мисол учун план, картадаги квадрат тўрлари) ва юргизиш ричаги бу участка контури чегарасидан юргизиб чиқилади. Участка контуридан бошланғич нуқта танлаб олиниб,  $n$  саноқ олинади, контур бўйича юргизиш ричаги тўлиқ айлантирилиб, *игна* бошланғич нуқтага келганда  $n_2$  саноқ олинади. Планиметр бўлак қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади;

$$C = \frac{S}{n_2 - n_1}, \quad (5.11)$$

$S$ -майдони маълум участка ёки квадрат.

Юргизиш ричаги соат стрелкаси йўналишида айлантирилса,  $n_2 > n_1$ , тескари йўналишда айлантирилганда  $n_2 < n_1$  бўлади.  $C$

маълум бўлгандан сўнг планиметр ёрдамида ихтиёрий майдонни ўлчаш мумкин бўлади. Бунинг учун юргизиш ричагини майдон контури бўйича юргизишдан олдин ва юргизгандан сўнг  $n$  санок олинади, майдон қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$S = C(n - n_0) \quad (5.12)$$

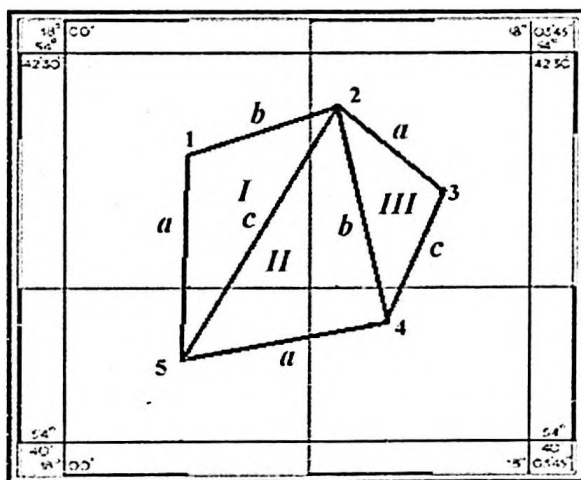
ёки

$$S = C(n - n_0 + Q) \quad (5.13)$$

Бунда  $Q$  — планиметр доимийси.

Планиметр қутби ўлчанаётган майдон ташқарисида бўлса, (5.14) формуладан фойдаланилади.

Геометрик усулда майдон ўлчаш. Бу усулда майдони аниқланаётган шакл оддий геометрик шаклларга бўлинади, кўпчилик ҳолда учбурчакларга. Учбурчак юзасини икки мартадан ҳисоблаб топиш мумкин. Бу билан майдон тўғри ҳисобланганлиги текширилади. Учбурчакни керакли томонлари картада (планда) ўлчаниб, геометрик формулалардан фойдаланиб шакл майдони аниқланади, мисол учун 5.12-шаклда.



5.12- шакл. Геометрик усулда майдонни ҳисоблаш

Герон формуласи оркали учбурчакларни юзини ҳисоблаш:

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

$$S_{1,2,3} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad (5.15)$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3. \quad (5.16)$$

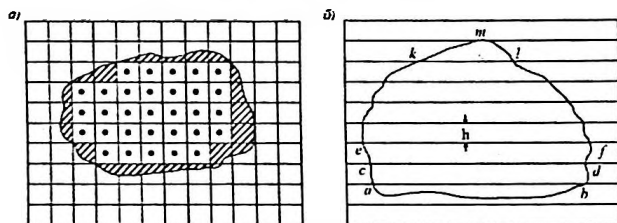
Ҳисоблаб топилган майдонлар фарқи қуйидагидан ошмаслиги керак:

$$[S_1 - S_1^1] \leq \Delta S_{\text{қ.а.м.}} = 0.04 \sqrt{S} \frac{M}{10000}, \quad (5.17)$$

бунда  $S$ -ҳисоблаб топилган майдонини ўртача қиймати гектарда;  $M$ -масштаб маҳражи.

*Палетка ёрдамида майдон ўлчаи.* Палетка шаффоф (қоғоз, ойна, пластик) материалга чизилган квадрат тўридан (5.13 а-шакл) ёки ораларининг кенглиги бир хил бўлган параллел чизиқлар системасидан иборат бўлади.

Майдон ўлчаида палетка майдони ўлчанаётган шакл (контур) устига қўйилади ва контур ичига тўғри келган катаклар саналади, тўлиқ бўлмаган катаклар эса қўз билан чамалаб бир-бирига қўшиб тўлиқ квадратларга айлантирилади.



5.13-шакл. Палетка ёрдамида майдонни ҳисоблаш

Битта катакни майдони  $S_m$  масштабга мувофиқ аниқланиб, катакларнинг умумий сони  $n$  га кўпайтирилади:

$$S = S_m \cdot n \quad (5.18)$$

Параллел чизикли палеткадан фойдаланилганда шаклни кесиб ўтган параллел чизиклар узунлиги шакл ички чегарасида ўлчанади ва параллел чизиклар оралиғига кўпайтирилади (5.13 б-шакл).

$$S = h(ab + cd + ef + \dots + kl). \quad (5.19)$$

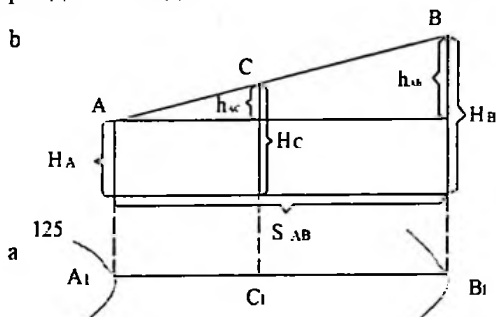
*Горизонталлар орасида жойлашган нуқталар баландлигини аниқлаш.*

Айтайлик, пландаги  $C$  нуқта жойдаги  $C$  нуқтани проекцияси ҳисобланади, у баландликлари маълум  $H_A$  ва  $H_B$  горизонталлар орасида жойлашган бўлсин (5.14-шакл)да  $AB$  чизикни вертикал кесими кўрсатилган ва унда кўриш мумкин,

$$H_C = H_A + h_{AC}, \quad (5.20)$$

бу ерда 
$$h_{AC} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}} \cdot S_{AC} = i_{AB} \cdot S_{AC}. \quad (5.21)$$

$S_{AB}$  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.



5.14- шакл. Горизонталлар орасида нуқта баландлигини аниқлаш

Агар ушбу карта учун қўйилиш графиги тузилган бўлса, унда  $h_{AB} : S_{AB} = i_{AB}$  нисбатни ҳисоблашларни бажармасдан аниқлаш мумкин

## 6-БОБ. ТЕОДОЛИТНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА УНИНГ ҚИСМЛАРИ. ЖОЙДА БУРЧАК ЎЛЧАШЛАР.

### 6.1. Теодолитлар

Теодолит-бу жойда вертикал ва горизонтал бурчакларни ўлчаш учун мўлжалланган геодезик асбоб. Шунингдек, теодолит билан далномер иплари ёрдамида горизонтал ва кия масофаларни узунлигини ҳисоблаш мумкин.

Теодолит 1875 йилда ихтиро қилинган. Бугунги кунда унинг турли хил моделлари ва конфигурациялари мавжуд, жумладан: механик, оптик, электрон.

Теодолитнинг асосий характеристикаларидан бири унинг аниқлигидир. Аниқлиги жиҳатидан улар юқори аниқликдаги, аниқ ва техник теодолитларга бўлинади.

Демак, Т30, 2Т30 ва 2Т30П теодолитларининг аниқлиги 30" (секундни), 2Т5К теодолитнинг аниқлиги эса 5" ни ташкил қилади. Шунинг учун геодезик ишларда талаб қилинадиган аниқлигига қараб у ёки бу теодолит танланади.

2Т30МКП теодолит маркасидаги Т ҳарфи "теодолит" деган маънони англатади ва кейинги рақамлар лаборатория шароитида аниқланган бурчакни ўрта квадратик хатонинг миқдори (секундларда). Сўнгги йилларда ишлаб чиқарилган теодолитнинг номи 2Т30МКП бўлса, биринчи рақам модификация рақамини ("авлодни") кўрсатади. Масалан:

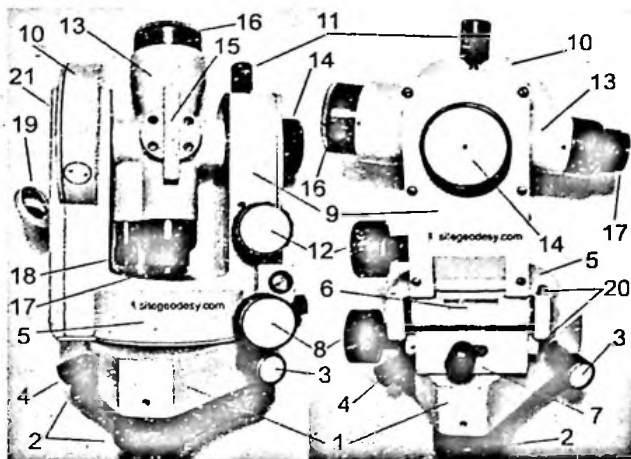
М - маркшейдерия ишларига мўлжалланган;

К - компенсаторнинг мавжудлиги;

П - тўғри кўриш телескопи тизимига эга;

А - автоколлимация окуляри мавжуд.

Барча теодолитларнинг тузилиш схемаси (оптик ва электрон) деярли бир хил. Уларнинг тузилиши қуйида келтирилган (6.1-шакл):



6.1-шакл. Теодолитларнинг тузилиш схемаси: 1 - таглик; 2 - қўтариш винтлари; 3 - лимбни айлантириш винтлари; 4 - лимбни маҳкамлаш винтлари; 5 - горизонтал доира; 6 - цилиндрик адилак; 7 - горизонтал доирани маҳкамлаш винти; 8 - горизонтал доирани йўналтириш винти; 9 - гилофлар; 10 - вертикал доира; 11 - вертикал доирани маҳкамлаш винти; 12 - вертикал доиранинг йўналтириш винти; 13 - қараш трубаси; 14 - кремальера (қараш трубасининг фокуслаш винти); 15 - визир; 16 - қараш трубаси объективи; 17 - қараш трубаси окуляри; 18 - санок олиш микроскопининг окуляри; 19 - микроскопни ёритиш учун ойна; 20 - цилиндр адилакни созлаш винтлари; 21 буссол бириктирилган жсой.

**Оптик теодолитлар.** Оптик теодолитнинг қуйидаги афзалликлари мавжуд:

- ишончлилиқ;
- турли хил иқлим шароитларига қаршилиқ кўрсатиш;
- батареяга эҳтиёж йўқ;
- ҳароратнинг ўзгаришига қаршилиқ.

Камчиликлари:

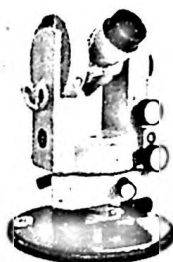
- аниқ натижаларга эришиш учун махсус билимларга эҳтиёж;

- ўлчовларнинг сезиларли давомийлиги.

Ҳар бир оптик теодолитни қўллаш мақсадига қараб қуйидаги турларга киритиш мумкин: геодезик; маршрутлаш; астрономик; теодолит-тахеометрлар.

*Теодолитлар*

| Т/р | Маркалари                 | Ишлаб чиқарилган мамлакат ва фирма номи               | Бурчак ўлчаш аниқлиги | Турлари     |
|-----|---------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1   | T15, T15П                 | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 15''$            | Оптик       |
| 2   | T30П,<br>2T30М,<br>3T30КП | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 30''$            | Оптик       |
| 3   | T2, 2T2КП,<br>3T2, 3T2М   | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 2''$             | Оптик       |
| 4   | T5, 2T5КП,<br>2T5М        | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 7''$             | Оптик       |
| 5   | T2КА                      | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 2''$             | Компенсатор |
| 6   | T5Е                       | Россия (ОАО"ПО "УОМЗ")<br>г.Екатеринбург              | $\pm 5''$             | Электрон    |
| 7   | VEGA<br>TEO-20            | Хитой "TIANJIN<br>MACHINERY<br>ELECTRIC<br>EQUIPMENT" | $\pm 20''$            | Электрон    |
| 8   | ADA<br>DigiTeo 2          | Россия ПО<br>(Геооптик)                               | $\pm 2''$             | Электрон    |



T15



T30



T2



T5



VEGO TEO-20



ADA DigiTeo 2

*6.2-шакл. Теодолитларнинг маркалари ва кўринишлари*

**Электрон теодолитлар.** Электрон теодолитнинг ижобий томонларига қуйидагилар киради.

- қулай экран;
- тезроқ ўлчовлар;
- тушда ишлашга имкон беради;
- одамдан махсус кўникмаларни талаб қилмайди.

Фототеодеолит ёки кинотеодеолит-бу фотокамера, кинокамера ва бошқа оптик тизимлар билан бирлаштирилган теодолитнинг бир тури. Ҳозирги вақтда кино, пластинка ва рақамли фототеодеолитлар ишлаб чиқарилмоқда. Агар объект икки ёки ундан ортиқ фототеодеолитлар томонидан суратга олинган

бўлса, унда бурчак кесишмасидан фойдаланиб, объектнинг катталиги, баландлиги ва бошқа маълумотларни олиш мумкин.

Замонавий теодолитлар жуда аниқ ва технологик жиҳатдан ривожланган. Масалан, гиротеодолит барча йўналишларда азимут ўлчовларини амалга оширишга имкон беради.

Ҳозирги кунда энг машҳур теодолит тури бу электрон теодолитдир. Ўлчовларнинг аниқлиги билан боғлиқ бўлган ҳар бир нарсада, бу унинг оптик аналогига қараганда анча яхши. Бундай қурилмалар электрон дисплей ва ўрнатилган хотира билан жиҳозланган.

Теодолит конструкциясининг алтернатив ривожланиши гиротеодолит ва тахометрдир.

Гиротеодолит-бу туннел, метро, шахта ва бошқа ер ости иншоотларини қуришда эдементларни ориентирлаш учун мўлжалланган гироскопик кўриш мосламаси.

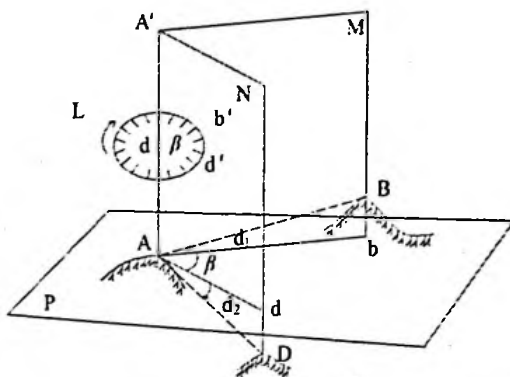
Тахеометр (қадимги юнонча-"тез") масофа, горизонтал ва вертикал бурчакларни комплекс ўлчаб, нуқталарнинг планли ва фазовий координаталарини аниқлаш учун мўлжалланган геодезик асбоб.

## 6.2. Жойда бурчак ўлчаш технологияси

Бирор жойда  $A$ ,  $B$  ва  $D$  нуқталар берилган бўлса дейлик,  $A$  нуқтага уринма горизонтал  $P$  текислик ва  $A$  нуқтадан  $P$  текисликка перпендикуляр бўлган  $AA'$  тик чизик ўтказамиз,  $AA'$  чизик билан  $B$  нуқтадан  $M$  вертикал текислик ва  $AA'$  билан  $D$  нуқтадан ўтувчи  $N$  вертикал текислик ўтказамиз [1, 2, 5].

$AA'B$  ва  $AA'D$  вертикал текисликлар  $P$  текисликни кесиши натижасида ҳосил бўлган  $bAd$  бурчак фазовий  $BAD$  бурчакни горизонтал проекцияси бўлади. Фазовий бурчакни горизонтал текисликдаги проекциясига горизонтал бурчак дейилади. Бу бурчак  $M$  ва  $N$  текисликлар орасида ҳосил бўлган  $bAd$  икки ёкли бурчакка тенг бўлади.  $bAd$  бурчакни  $\beta$  билан белгилаймиз.  $A$  нуқтадан ўтган тик чизик  $AA'$  га градус ва минутларга бўлинган  $L$  доира  $P$  горизонтал текисликка параллел қилиб ўрнатилган бўлсин.  $P$  текисликни  $M$  ва  $N$  вертикал текисликлар қандай

кесиб ўтган бўлса,  $L$  текисликни ҳам худди шундай кесиб ўтади ва бу доирада  $\beta$  бурчакка тенг бўлган  $b'dd' = \beta$  бурчак ҳосил бўлади (6.3-шакл):.



6.3 -шакл. Горизонтал бурчак ўлчаш принципи

$L$ -доира градус бўлақларининг боши  $o$  бўлса ва соат стрелкаси йўналишида бўлинган бўлса,  $\beta$  бурчак  $ob'$  ва  $oa'$  ёй бурчаклари фарқи  $b'a'$  ёйга тенг бўлади. Схемадаги  $M$  ва  $N$  вертикал текисликни бурчак ўлчаш асбобида визирлаш текислиги ҳосил қилади. Визирлаш текислиги  $L$  доирани қаеридан кесиб ўтаётганини  $L$ - лимб доираси устида жойлашган алидада доирасининг санок олиш қурилмаси кўрсатади.

Жойда горизонтал бурчак ўлчаш асбобига *теодолит* деб аталади. Теодолит асосий қисмларини схема билан солиштирамиз: теодолит асбобида горизонтал бурчак проекцияси тушуриладиган доира  $L$ -лимб, бурчак йўналишларини белгилаш учун хизмат қиладиган қараш трубаси, ҳамда лимб марказидан ўтган ўқда айланадиган алидада доираси ўрнатилган. Алидада бурчак ўлчаш жараёнида қараш трубаси билан айланади. Қараш трубаси горизонтал ўқида айланиши натижасида  $M$  ва  $N$  текисликларини ҳосил қилади, бу текислик *визир текислиги* (*коллимацион текислик*) деб аталади.

визирланади. Аниқ визирлашда алидада йўналтириш винтидан фойдаланади, горизонтал доирадан  $a_1$  санок олинади. Сўнгра алидада винти бўшатилиб қараш трубаси чап қўлдаги (олдинги)  $B$  нуқтага визирланади (аниқ визирлашда алидада йўналтириш винтидан фойдаланилади), горизонтал доирадан  $a_2$  санок олинади. 6.4-шаклдан кўриниб турибдики, йўналишлар орасидаги горизонтал бурчак саноклар фаркига тенг, яъни

$$\beta = a_1 - a_2,$$

$a_1 < a_2$  бўлса,  $a_1$  санокга  $360^\circ$  қўшиб, сўнгра ҳисоблаш бажарилади. Бу ўлчашга *ярим приём* дейилади. Ўлчаш натижасини текшириш мақсадида *вертикал доира* иккинчи ҳолатга қўйилади (биринчи ярим приёмда доира ўнгга бўлса, доира чап ҳолатга ўтказилади ва аксинча).

Оптик теодолитларда лимб доирасидаги санок тахминан  $5-10^\circ$  га ўзгартилади. Бунинг учун лимб қотирилган ҳолда алидада бўшатилиб, теодолит  $5-10^\circ$  га бурилади, сўнгра алидада қотирилиб, лимб бўшатилиб, қараш трубаси  $A$  нуқтага визирланади (аниқ визирлашда ихтиёрий йўналтирувчи винтдан фойдаланилади), лимбдан  $a'_1$  санок олинади. Алидада винти бўшатилиб, қараш трубаси  $B$  нуқтага визирланади (аниқ визирлашда фақат алидада йўналтириш винтидан фойдаланилади), лимбдан  $a'_2$  санок олинади, горизонтал бурчак *иккинчи ярим приём* бўйича ҳисобланади:

$$\beta' = a'_1 - a'_2.$$

Бу икки ўлчашга *тўлиқ приём* дейилади. Агарда ярим приёмлар бўйича ўлчанган бурчаклар фарқи теодолитнинг иккиланган аниқлигидан кичик ёки унга тенг бўлса, яъни

$$\beta' - \beta \leq 2t,$$

унда ўлчанган бурчак икки ярим приёмлар бурчакларини ўртачасига тенг бўлади:

$$\beta_{\text{ўр}} = \frac{\beta' + \beta}{2}.$$

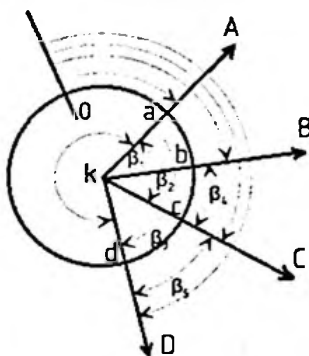
**Доиравий приёмлар усули.** Теодолит бурчаклар учи  $K$  нуқтага ўрнатилади (6.5-шакл). Бошланғич йўналиш  $A$  нуқтага визирланиб горизонтал доирадан  $a$  санок олинади. Сўнгра

алидада бўшатилиб, соат стрелкасининг йўналишида барча йўналишларидан санок олинади  $b, c, d$ . Теодолит тўлиқ доира бўйича айлантирилиб, яна бошланғич йўналишига  $A$  нуқтага қаратилади ва яна санок олинади  $a'$ . Бундай қилишдан асосий мақсад, лимбни қўзғалмас ҳолда турганлигига (бурчак ўлчаш жараёнида лимб йўналтириш винтига тегилмаганлигига) ишонч ҳосил қилишдан иборат.

Агарда  $a - a' \leq 2t$  бўлса, яъни бошланғич йўналишдан олинган бошланғич ва охириги саноклар фарқи теодолитнинг иккиланган аниқлигидан кичик бўлса, лимб доираси қўзғалмаган деб ҳисобланади. Шундан сўнг, йўналишлар орасидаги горизонтал бурчаклар ихтиёрий комбинацияда ҳисоблаб, топилиши мумкин:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= b - a, & \beta_4 &= c - b, \\ \beta_2 &= c - a, & \beta_5 &= d - c, \\ \beta_3 &= d - a, & \beta_6 &= a - d.\end{aligned}$$

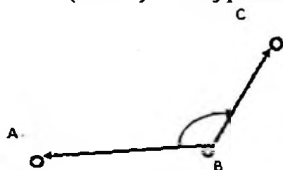
Бу ўлчаш биринчи ярим приёмни ташкил этади. Иккинчи ярим приёмни бошлашдан олдин, лимб доираси силжитилади, қараш трубаси зенитдан ўтказилиб, вертикал доиранинг иккинчи ҳолатида ўлчаш такрорланади [6].



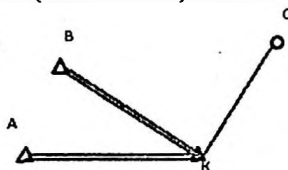
6.5- шакл. Доиравий приёмлар усулида бурчак ўлчаш

Иккинчи ҳолатда ўлчанган бурчаклар билан биринчи ҳолатда ўлчанган бурчаклар: фарқи теодолитнинг иккиланган аноклигидан, яъни  $2l$  дан кичик бўлса, бурчаклар ўртача қиймати олинади. Акс ҳолда ўлчаш такрорланади.

**Бурчакни нолдан ўлчаш.** В пунктнинг устига асбобни, А ва С пунктларга визир нишонини ўрнатгандан кейин қараш трубаси А нишонга қаратилади (6.6-шакл). Горизонтал доирадан санок олинади ( $0^{\circ}01'$ ). У журналга (6.5-жадвал) ёзилади.



6.6-шакл



6.7-шакл

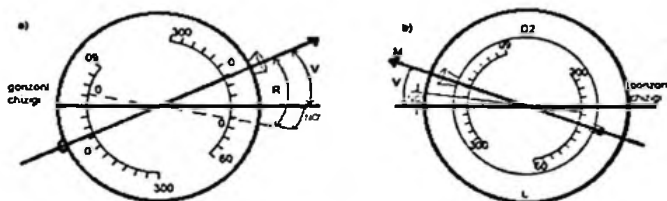
Кейин алидада қотириш винти бўшатилиб, труба С нуктага қаратилади ва трубани нишонга аниқ тўғрилангандан кейин лимб бўйича санок олинади.

$ABC$  бурчак қиймати биринчи ва иккинчи саноклар фарқи бўйича топилади: бу билан битта ярим усул тугалланган ҳисобланади. Иккинчи ярим усулда труба зенит орқали айлантирилиб, А ва С нукталарга қаратилади ҳамда чап айланадан ҳам юкоридагидек ўлчаш ишлари бажарилади.

#### 6.4. Вертикал (қия) бурчакни ўлчаш

Вертикал бурчак теодолитнинг вертикал доираси ёрдамида ўлчанади. Вертикал доиранинг лимб доираси теодолит горизонтал ўқига маҳкамланган, шунинг учун вертикал доира лимби қараш трубаси билан бирга ҳаракатланади, алидада эса жойидан қимирламайди. Қараш трубасининг визир ўқи вертикал доира алидада ўқига параллел бўлганда вертикал доирадан олинган санок ноль бўлиши керак [6]. Вертикал доиранинг ноль диаметри қараш трубасининг визир ўқига ҳамда адилакнинг горизонтал ўқига параллел бўлганда бу шарт бажарилади.

Қараш трубасининг визир ўқи горизонтал ва вертикал доира алидадасига ўрнатилган адилак пуфакчаси ноль пунктда бўлганда вертикал доирадан олинган санокқа *вертикал доира ноль ўрни дейилади* ва  $H\ddot{U}$  деб белгиланади.



6.8-шакл. Ноль ўрнини аниқлаш

Қиялик бурчагини ўлчашда қараш трубаси доира чап ( $D\check{C}$ ) ҳолатида танлаб олинган  $M$  нуқтага визирланиб ва адилак пуфакчаси алидада йўналтирувчи ёрдамида ўртача келтирилади ( $T30$  теодолитида вертикал доирадан санок олишдан олдин горизонтал доирада ўрнатилган адилак пуфакчаси адилак йўналишида жойлашган кўтаркич винт ёрдамида ўртага келтирилади, сўнгра қараш трубасини вертикал йўналтирувчи винти ёрдамида нуқтага қайта визирланади) ва вертикал доирадан  $R$  санок олинади (6.8 а-шакл).  $R$ -санок қиялик бурчаги  $\gamma$  дан  $H\ddot{U}$  катталигида катта бўлади, демак

$$\gamma = R - H\ddot{U}. \quad (6.2)$$

Худди шундай  $D\check{C}$  ҳолатида  $M$  нуқтага визирланиб вертикал доирадан  $L$  санок олсак, санок ноль ўрни кийматига катта бўлади 6.8 б - шаклдан

$$\gamma = 360^0 - L + H\ddot{U}, \quad (6.3)$$

ёки

$$\gamma = H\ddot{U} - L, \quad (6.4)$$

(6.2) ва (6.3) формулалардан

$$R - H\ddot{U} = H\ddot{U} - L,$$

бундан,

$$2H\ddot{U} = R + L.$$

$$H\ddot{U} = \frac{R+L}{2} \quad (6.5)$$

(6.2)–(6.3) формулалардан қиялик бурчаги ва  $H\ddot{U}$  ҳисоблашда  $0^\circ$  дан  $60^\circ$  гача бўлган санокларга  $360^\circ$  қўшиб ҳисобланади. Т30 оптик теодолитларда вертикал доирадан олинган саноклар ёрдамида қиялик бурчаги қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$v = \frac{L - R - 180^\circ}{2} = L - H\ddot{U}' = H\ddot{U}' - R - 180^\circ \quad (6.6)$$

ёки

$$H\ddot{U} = \frac{R + L + 180^\circ}{2} \quad (6.7)$$

### 6.5. Вертикал доира $H\ddot{U}$ ни $0^\circ$ га келтириш

Ҳисоблаш ишлари қулай бўлиши учун вертикал доиранинг ноль ўрни нолга яқин бўлиши керак. Бу шартни бажариш учун теодолит доира ўнг ва доира чап ҳолатларида бир неча нуқтага визирланиб (кузатилаётган нуқта иплар тўрининг горизонтал чизигида бўлиши керак). (6.3) ёки (6.7) формула ёрдамида  $H\ddot{U}$  ҳисобланади, агарда ноль ўрни теодолит аниқлигини иккиланган қийматидан катта бўлса у ҳолда унинг  $H\ddot{U}$  ни тузатилади. Шунини таъкидлаш зарурки, вертикал доирадан ҳар санок олишда вертикал доира алидадасида ўрнатилган цилиндрик адилак пуфакчаси вертикал доиранинг алидада йўналтирувчи винти ёрдамида ўртага келтирилади (Т30 теодолитида юқорида айтганимиздек горизонтал доира устидаги адилак пуфакчаси ўртага келтирилади).

Қараш трубагининг вертикал бўйича йўналтирувчи винти ёрдамида вертикал доирада ноль ўрнининг ўртача қиймати вертикал доира санок олиш қурилмасига қўйилади. Бу билан қараш трубагининг визир ўқи горизонтал ҳолатга келади. Энди вертикал доиранинг алидада йўналтирувчи винти ёрдамида вертикал доирадаги санок  $0^\circ 00'$  ҳолатига келтирилади. Бунда вертикал доира цилиндрик адилагининг пуфакчаси ноль

пунктдан оғади, цилиндрик адилакнинг тузатгич винти ёрдамида пуфакча ноль пунктка келтирилади.

*T30* теодолитида эса ноль ўрнини тузатиш учун вертикал доирани икки ҳолатида қиялик бурчаги аниқланади. Теодолит доира чап ҳолатида кузатилаётган нуқтадан силжитилмасдан қараш трубасининг вертикал бўйича йўналтирувчи винти ёрдамида санок олиш мосламасида тенг санок ўрнатилади. Бунда иплар тўрининг горизонтал ипи кузатилаётган нуқтадан силжийди. Иплар тўрининг вертикал бўйича тузатиш винтлари ёрдамида горизонтал ип кузатилаётган нуқтага силжитилади.

Вертикал бурчак ўлчашда теодолит иш ҳолатига келтирилади қараш трубасини *D* ҳолатида кузатилаётган нуқтага қаратиб вертикал доира цилиндрик адилак пуфакчаси ўртага келтирилиб, вертикал доирадан санок олинади. Труба зенитдан ўтказилиб вертикал доира *ДУ* ҳолатида кузатилаётган нуқтага қаратилиб, цилиндрик адилак пуфакчаси ўртага келтирилиб санок олинади. Вертикал бурчак (6.4) ёки (6.6) формула билан ҳисобланади.

Вертикал бурчакни тўғри ўлчанганлиги *HУ*ни доимийлиги билан назорат қилинади. *HУ* лар фарқи теодолит санок олиш мосламасининг иккиланган аниқлигидан катта бўлмаслиги керак.

## 7-БОБ. ЖОЙДА МАСОФА ЎЛЧАШ

### 7.1. Жойда чизик ўрнини белгилаш ва чизик ўтказиш

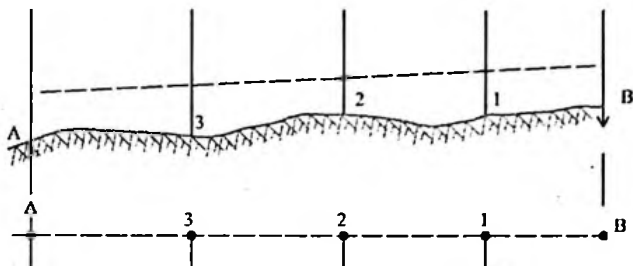
Жойда нуқталар ўрни уларнинг аҳамиятига ва улардан фойдаланиш муддатига қараб белгиланади. Масалан, геодезик таянч пунктлар муҳим аҳамиятга эга бўлиб, узок вақт сақланиб туриши талаб қилинган ҳолларда уларнинг ўрни марказ деб аталадиган махсус бетон монолитлар ўрнатиб, план олиш вақтида асос бўлиб хизмат қиладиган нуқталар ўрни эса, темир труба, асбест кувур ёки узунлиги  $1,0-0,8$  м келадиган ёғоч устунча (қозик) қоқиб белгиланади. Устунчанинг ерга қўмиладиган учи чиримаслиги учун унга смола шимдирилади ёки бир оз куйдирилади. Устунча ерда маҳкам ўрнашиб, яхши туриши учун унинг пастки қисмига қўндаланг ёғоч бириктирилади. Ёғочнинг юқоридаги учига конус шакли берилиб, нуқта номери ёки ўлчаш ишини бажарган ташкилотнинг қискартирилган номи ёзиб қўйилади. Вақтинчалик аҳамиятга эга нуқталарнинг ўрни йўғонлиги  $4-5$  см ва бўйи  $20-30$  см бўлган қозик қоқиб белгиланади, қозик ер барабар қоқилади. Уларни осонликча топиш мумкин бўлиши учун атрофи учбурчак, тўртбурчак шаклида ёки гир айлантрилиб қовланади, ёхуд бу қозикча ёнида бошқа баландроқ қозик қоқилади. Асфальт кўчаларда ва тротуарларда ёғоч қозик ўрнига темир қозик ишлатилади.

Белгилаб қўйилган нуқталар план олишда узоқдан кўриниши учун уларнинг ёнига веха ўрнатилади. Веха узунлиги  $2,0 - 3,0$  м, йўғонлиги  $4-5$  см бўлган ёғоч таёқдан иборат бўлиб, уни нишон таёқ деб ҳам аташади. Веха оралатиб оқ-қора ёки оқ-кизил рангга бўялган бўлиб, узоқдан яхши кўриниб туради. Белгиланган икки нуқта орасидаги масофа нуқталарни туташтирувчи тўғри чизик бўйлаб ўлчанади. Жойда тўғри чизик ўтказиш учун чизикнинг бошланғич ва охириги нуқталари орасига қўшимча вехалар ўрнатилади. Қўшимча вехаларнинг бир-биридан узоқлиги жойнинг рельефига боғлиқ: яъни қиялиги

Ўткир жойларда ҳар 20-100 м га, текис жойларда ҳар 100-200 м га веҳа ўрнатилади.

Жойда кўз билан чамалаб ёки теодолит ёрдамида чизик ўтказиш ҳам мумкин. Шаҳар ҳудудида ва жуда аниқ чизик ўтказиш керак бўлганда теодолитдан фойдаланилади.

*Текис жойда чизик ўтказиш.* Бир-биридан кўринадиган икки нуктани (7.1-шакл, *A* ва *B* нукталар) туташтирувчи тўғри чизик ўтказиш керак, дейлик.



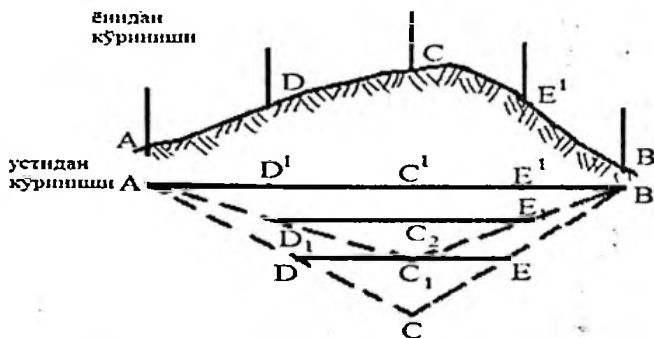
7.1- шакл. Текис жойда чизик ўтказиш

Бунинг учун аввало *A* ва *B* нукталарга тик қилиб веҳалар ўрнатилади. Веҳаларнинг тикка ўрнатирилганлиги кўз билан чамалаб ёки шовун билан текшириб кўрилади. *A* ва *B* нукталар орасида қўшимча веҳаларни кўз билан чамалаб ўрнатишда бир киши *A* нуктадаги веҳа орқасида туриб, *B* нуктадаги веҳага қарайди, иккинчи киши унинг кўрсатмасига мувофиқ, *B* нуктадан *A* нуктага томон кетма-кет 1, 2, 3 ва ҳоказо веҳаларни ўрнатади, бу веҳаларнинг барчаси *AB* тўғри чизикда ётиши лозим.

Жойда чизик ўтказишда теодолитдан қуйидагича фойдаланилади: теодолит *A* нуктага ўрнатилади ва теодолитдаги қараш трубагининг визир ўқи *B* нуктадаги веҳанинг тубига тўғриланади. Визир ўқи бўйича *AB* тўғри чизиги устига бирин - кетин 1, 2, 3 ва бошқа веҳалар ўрнатилади. Бунда веҳалар ўрнига пўлат лента шпилькалари ишлатилса янада аниқроқ

натижа олинади, чизик аниқроқ ўтказилиши учун қўшимча вехаларни кузатувчига томон ўрнатилгани маъқул.

*Тепаликдан чизик ўтказиш.* Ўлчаниши лозим бўлган икки нукта бир-биридан кўринмаслиги, яъни бири тепаликни у ёғида ва бири бу ёғида бўлиши мумкин (7.2-шакл). Бундай ҳолларда тепаликнинг ёнбағрида  $A$  ва  $B$  нуқталардаги вехалар кўринадиган қўшимча  $C$  нуқта танланади.

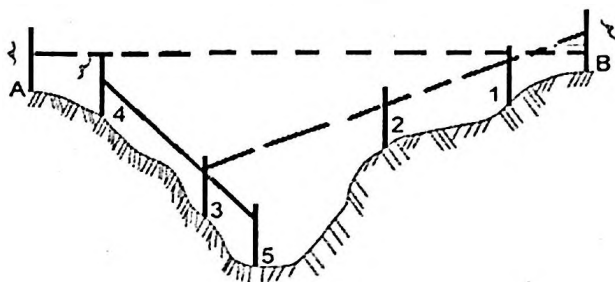


7.2- шакл. Тепаликдан чизик ўтказиш

Бунда уч киши керак бўлади. Улардан бири  $C$  нуқтада туради, иккинчиси унинг кўрсатмасига мувофиқ,  $CA$  чизигидаги  $D$  нуқтага, учинчиси эса  $CB$  чизигидаги  $E$  нуқтага веха ўрнатади. Сўнгра бир киши иккинчисининг кўрсатмасига мувофиқ  $OE$  тўғри чизигида  $C_1$  нуқтани белгилайди. Бу  $C_1$  нуқтада турган кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, бошқа бири  $C, A$  чизигида  $D_1$  нуқтага, иккинчиси эса  $C, B$  чизигида  $E_1$  нуқтага вехалар ўрнатади.  $D', C'$  ва  $E'$  нуқталарга ҳам шу тартибда вехалар ўрнатилади, агар  $C'$  нуқтадан қараганда  $D'$  нуқтадаги веха  $A$  нуқтадаги вехани тўсиб кўрсатмаса, шунингдек,  $C'$  нуқтадан  $B$  нуқтага қараганда  $E'$  нуқтадаги веха  $B$  нуқтадаги вехани тўсиб кўрсатмаса,  $D', C'$  ва  $E'$  нуқталарга ўрнатилган вехалар аниқ  $AB$  тўғри чизиги устида ўрнашган бўлади.

*Жардан тўғри чизик ўтказиш.* Жарнинг қарама-қарши қирғокларидаги вехалар оралиғида тўғри чизик ўтказиш учун

(7.3-шакл) бир киши  $A$  нуктада турган кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, аввало 1 рақам билан ифодаланган нуктага веҳа ўрнатади, сўнгра ўзи  $B$  ва 1 нукталар орасидаги чизиқнинг давомидаги 2 нуктага веҳа ўрнатади.



7.3- шакл. Жардан тўғри чизиқ ўтказиш

Шундан кейин биринчи кузатувчи  $B$ , 1 ва 2 нукталар орасидаги тўғри чизиқ давомида жойлашган 3-нуктага веҳа ўрнатади. Кейин иккинчи кузатувчининг кўрсатмасига мувофиқ, биринчи кузатувчи  $A$  ва 3-нукталар орасига 4-веҳани, сўнгра 4 ва 3-нукталарнинг давомига 5-веҳани ўрнатади. Шунда ўрнатилган қўшимча веҳалар  $AB$  чизиғи бўйича ўтказилган вертикал текисликда жойлашади.

## 7.2. Масофа ўлчаш усуллари

Жойда масофани уч усулда бевосита, бавосита ва дальномер ёрдамида ўлчаш мумкин.

**Бевосита ўлчаш усулида** масофа ўлчов асбоби билан тўғридан-тўғри ўлчаниб, узунлиги аниқланади. Масофани бу усулда ўлчаш учун пўлат лента, рулетка ва инвар симдан фойдаланилади. Бу асбоблар пўлат ёки инвар (64% темир ва 34% никель коришмаси)дан ясалади. Пўлатдан ясалган ўлчов асбоблари ёрдамида масофани 1:1000-1:25000 аниқликда, инвардан

ясалган асбоблар ёрдамида 1:25000-1:1000000 аникликда ўлчаш мумкин.

Масофани ўлчаш асбоби ёрдамида тўғридан-тўғри ўлчамадан унинг узунлигини бирор бошқа ўлчаш натижаларидан фойдаланиб математик формулалар асосида ҳисоблаб топишга *бавосита (воситали) ўлчаш* дейилади. Учбурчакнинг ички учта бурчаги ва битта томонини ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, қолган икки томонини синуслар теоремаси асосида аниклашни бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бавосита ўлчаш усулида масофа узунлигини 1:1000 - 1:250000 аникликда ҳисоблаб чиқариш мумкин.

Жойда масофани бевосита ва бавосита ўлчаш анча мураккаб иш ҳисобланади ва бунга кўп вақт кетади. Шунинг учун масофани ўлчашнинг осонроқ йўлини топиш зарур бўлиб қолди. Дальномер асбоби ихтиро қилингандан кейин бу иш бирмунча осонлашди, турли оптик дальномер, светодальномер, радиодальномерлар ихтиро қилинди. Масофани ўлчашда дальномерларнинг бундан бошқа турлари ҳам ишлатилади. Кейинги йилларда масофани бавосита ўлчашда лазердан ҳам фойдаланилмоқда. Масофа оптик дальномерлар билан 1:200-1:5000 аникликда, светодальномер ва радиодальномерлар билан 1:10000-1:400000 аникликда ўлчанади.

### 7.3. Масофа бевосита ўлчаш асбоблари ва уларни текшириш

Ўлчанадиган чизик жойда чизик олиш йўли билан белгилангач, турли чизик ўлчаш қуроллари билан унинг горизонтал қўйилиши ўлчанади. Чизик узунлиги бевосита ўлчашда осма асбоблар ёки ерда ўлчаш қуроллари ишлатилади. Чизик ўлчашда катта аниклик талаб қилинмаса, лента ёки рулетка ишлатилади.

Ленталар 20, 24, 50, 100 метрли бўлади. Ленталарнинг эни 15-20 мм, қалинлиги 0,4-0,6 мм ли пўлат тунукадан ясалади. Бу лентани олиб юришда уни диаметри 20-25 см бўлган темир халкага ўраб винт билан маҳкамланади. Ўлчашда ҳар қайси

лентанинг 6 ёки 11 та сихчаси бўлади (7.4-шакл).



а) Рулетка BMI VARIO 8 m; б) Тасма FISCO PR100/5/Metal;

в) Рулетка ADA RubTape 5/Metal.

7.4-шакл. Пулат рулетка ва ленталар

Лента учлари штрихли ва шкалали бўлади. Штрихли лента кўпроқ ишлатилади. Чизикни аниқ ўлчашда шкалали лента ишлатилади.

Рулетка-чизик ўлчашда ёрдамчи қурол сифатида ишлатилади. У металл ва тасма (материя)дан тайёрланиб, узунлиги 3, 5, 8, 10, 20, 50, 100 метр бўлади. Рулетка махсус ғилофга ўралган ҳолда олиб юрилади.

Ўлчаш асбобларини компарирлаш. Геодезиянинг ҳамма ишларида ишлатиладиган асбоб ишлатишдан олдин текширилади. Ленталар узунлигини текшириш лентани компарирлаш дейилади. Компарирлаш махсус жойда (компараторда) узунлиги аниқ маълум бўлган намунавий асбоб (эталон) узунлиги билан таққосланади. Компарирлаш дала шароитида ўтказиладиган бўлса, текис жойда эталон лента билан текшириладиган лента ёнма-ён қўйилиб, иккаласининг 0 штрихлари тўғриланади. Кейин ленталар таранг тортилиб, иккинчи учларидаги фарқ миллиметр ҳисобида ўлчанади. Агар лентанинг номинал узунлиги  $l_N$  иш лентасининг узунлиги  $l$  десак, улар ўртасидаги фарқ  $\Delta l$  қуйидагича аниқланади:

$$\Delta l = l - l_N \quad \text{ёки} \quad l = l_N + \Delta l. \quad (7.1)$$

Агар иш лентаси нормал лентадан катта бўлса  $\Delta l$  - мусбат, кичик бўлса-манфий бўлади.  $\Delta l$  -компарлаш тузатмаси дейилади.

*Лента билан чизик ўлчаш тартиби.* Талаб килинган аниқликка қараб чизик узунлиги рулетка, пўлат лента, инвар сим, ипли, оптик ва электромагнит дальномерлар ёрдамида ўлчанади.

Инженерлик ишларида чизик узунлигини ўлчашда қўпинча 20 м ли пўлат лента қўлланилади (7.4-шакл). Сақлаш, ташиш, кўтариб юриш қулай бўлиши учун пўлат лента темир халқага ўралади. Лента штрихли, шкалали ва учли бўлади. Лента комплектида 6 ёки 11 та темир сихчалар мавжуд.

Штрихли лентанинг нолинчи штрихи сихча қўйиладиган халқа олдига чизилган. Лентада ҳар бир метр икки томондан ёзилган пластинка ярим дециметр бўлаги сантиметрлар кўз билан чамалаб олинади. Ўлчашлардан олдин ишчи лента узунлиги  $l$  ни катта аниқликда маълум булган, нормал лента узунлиги  $l_N$  билан таққосланади ва улар фарқи учун тузатма  $\Delta l = l - l_N$  аниқланади.

Чизик ўлчашни икки киши бажаради. Орқадаги ишчи нолинчи штрих халқасини чизик бошланишига қадалган сихчага илади ва ёрдамчига лентани чизикда ётқизишга кўрсатма беради. Бунга эришилгач, ёрдамчи лентани силкитиб, маълум (5 кг) кучланиш билан тортади ва халқасига қўлидаги сихчалардан бирини ўрнатади. Орқадаги ишчи сихчани суғириб олади, сўнгра лента ёрдамчи томонидан кейинги ораликка сурилади ва юқорида ёзилганидек иш такрорланади. Ҳар юз метрли кесма ўлчангач, бир сихча ерда, 5 та сих эса орқадаги ишчи қўлида йиғилади ва улар олдинги ишчига узатилади. Охирги сихчадан чизик учигача бўлган 20 м дан кичик бўлак саноғи 2-қолдиқ лентадан олинади. Ўлчанган чизик узунлиги қуйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$D = nl + r + n \Delta l, \quad (7.2)$$

$n$ - орқадаги ишчида бўлган сихчалар сони,  $l$ - қолдиқ,  $\Delta l$  - лента узунлиги учун тузатма.

Топилган чизик узунлиги уни тескари йўналишда ўлчаш

орқали текширилади. Чизикни лентада ўлчаш қулай жойларда 1:3000, ўрта шароитда 1:2000, ноқулай жойларда эса 1:1000 чекли хатолик билан ўлчанади.

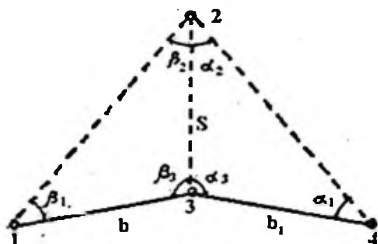
Тўғри ва тескари йўналишларда ўлчанган чизик узунликлари қийматларидаги фарқлар тегишлича 1:2000, 1:1500, 1:1000 бўлишига йўл қўйилади.

*Бориб бўлмас масофани аниқлаш.* Дарё, жарлик, ботқоқлик ва бошқа тўсиқларни кесиб ўтадиган чизикларни лентада ўлчашнинг иложи бўлмайди. Бундай ҳолларда чизик узунлигини аниқлаш учун базис  $b$  ва учбурчакнинг  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ , бурчаклари ўлчанади (7.5-шакл). Синуслар теоремаси асосида чизик узунлиги

$$S = \frac{b \sin \beta_1}{\sin \beta_2} \quad (7.3)$$

формула орқали ҳисобланади. Базис  $b$  лентада ўлчаш қулай жойда ва 1,2 ва 3 учбурчак иложи борица тенг томонли қилиб танланади. Учбурчак  $\beta_1$  ва  $\beta_2$  бурчакларининг ҳар бири теодолит билан тўла қабулда ўлчанади. Уларнинг тўғри ўлчанганлигини иложи бўлса  $\beta_3$ , бурчакни ўлчаш орқали текширилади. У ҳолда  $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 180^\circ$ ,

бўлиши керак.



7.5-шакл. Бевосита ўлчаб бўлмайдиган масофани аниқлаш

Ўлчаш ва ҳисоблашни текшириш учун иккинчи учбурчак 2,3 ва 4 дан ўлчанган базис  $b_1$  ва  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  бурчаклар орқали чизик узунлиги қайтадан қуйидаги формула бўйича топилиши мумкин:

$$S = \frac{b_1 \cdot \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \quad (7.4)$$

Ҳисобланган чизик узунликлари нисбий хатолиги 1:1000 дан ошмаса, уларнинг ўртача арифметик қиймати топилади.

#### 7.4. Жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекциясини аниқлаш

Жойда ўлчанган масофадан турли геодезик мақсадларда фойдаланишда, масалан, ўлчанган қия чизик (масофа)ни карта ва планда кўрсатиш учун унинг горизонтал проекцияси туширилади. Жойда  $A$  ва  $B$  нуқталар орасидаги масофа  $D$  (7.9-шакл) ўлчанган бўлса, унинг горизонтал проекцияси  $AC$  га, яъни  $d$  га тенг бўлади.

Шаклдаги тўғри бурчакли  $BAC$  учбурчагида  $d$  нинг 7.9-шакл узунлиги куйидаги формула ёрдамида топилади:

$$d = D \cos \alpha, \quad (7.8)$$

бу ерда  $\alpha$ -ўлчанган чизик  $D$  билан унинг горизонтал проекцияси  $d$  орасида ҳосил бўлган қиялик бурчагидир.

Жойда ўлчанган чизикнинг узунлиги ва қиялик бурчаги маълум бўлса, унинг горизонтал проекцияси (7.8) формулага мувофиқ, ҳисоблаб чиқарилади. Кўпинча жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекцияси ўлчанган масофага тузатиш киритиб аниқланади. Ўлчанган масофа  $D$  билан унинг горизонтал проекцияси  $d$  орасидаги фарқ ўлчанган масофага киритиладиган тузатишни ифодалайди ва бу тузатиш куйидагига тенг:

$$\Delta d = D - d$$

(7.8) формулага кўра

$$\Delta d = D - D \cos \alpha = D(1 - \cos \alpha).$$

Агарда  $A$  ва  $B$  нуқталар орасидаги нисбий баландлик  $BC = h$  маълум бўлса, унда 7.6 шаклдан ёзишимиз мумкин:

$$D^2 = d^2 + h^2,$$

унда,

$$D^2 - d^2 = h^2,$$

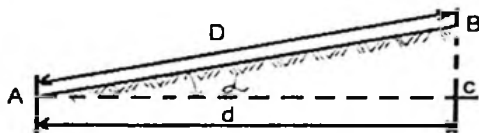
деб ёзишимиз мумкин.

$$D^2 - d^2 = (D+d)(D-d) = h^2,$$

эканлигини инобатга олсак, қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$\Delta d = 2D \sin^2(\nu/2)$$

Ўлчанган қия масофага тузатиш  $\Delta d$  ҳамма вақт манфий ишора билан киритилади.



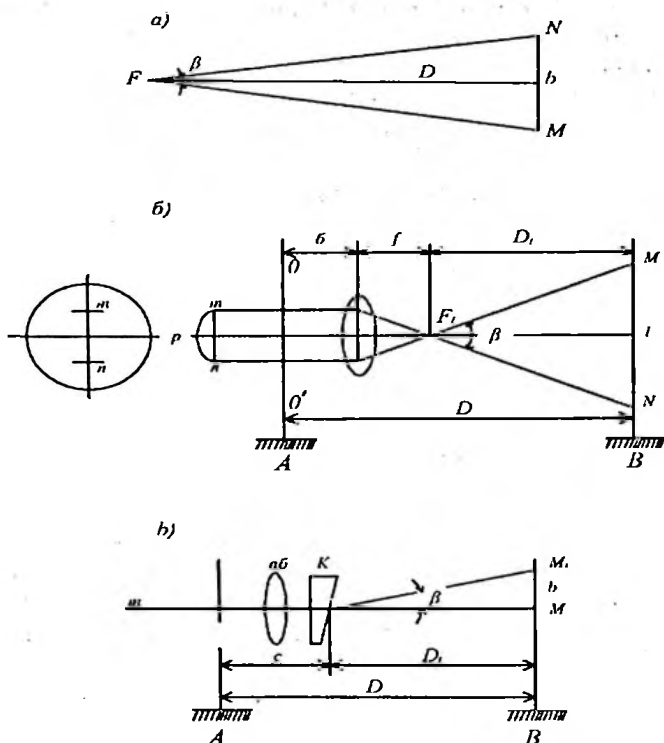
7.6-шакл. Масофа горизонтал проекциясини аниклаш.

Агар масофа ўлчанадиган жой паст-баланд ёки масофа жуда катта бўлса, у айрим қисмларга бўлинадида, ҳар бир қисмнинг узунлиги ва қиялик бурчаги алоҳида-алоҳида ўлчанади. Шунингдек масофа (чизик)нинг ҳар бир қисми қиялигига қараб киритиладиган тузатиш ҳам алоҳида-алоҳида ҳисоблаб топилиб, сўнгра ўлчанган масофага киритилади.

## 7.5. Оптик дальномерлар. Дальномерлар ёрдамида масофа ўлчашнинг асосий принциплари

Оптик дальномерларда масофани аниклаш тенг ёнли *MFN(7.10, а-шакл)* учбурчакларни ечишга асосланган. *D* масофа параллактик - кичик  $\beta$  бурчак ва унинг қаршисида ётадиган базис *b* томон орқали аниқланади. Масофа аниқлашда  $\beta$  ёки *b* қийматлардан бири доимий бўлади, иккинчиси эса ўлчанади. Шунга қараб:

- а) доимий бурчакли ва ўзгарувчан базали дальномерлар;
- б) ўзгарувчан бурчакли ва доимий базали дальномерлар бўлади.



7.7-шакл. Оптик дальномерларда масофа ўлчаш схемалари:  
 а-параллактик учбурчак; б-ипли дальномер; в-иккиланма  
 тасвирли дальномер.

Оптик дальномерлардан энг кўп тарқалгани доимий параллактик бурчакли ипли дальномердир. Бундай дальномер ҳамма геодезик асбобларнинг кўриш трубаларида бўлиб, иккита дальномер иплари деб аталадиган  $m$  и  $n$  штрихлардан иборат (7.7,б-шакл). Улар дальномер рейкалари билан биргаликда масофа ўлчаш имконини беради.  $A$  нуқтага асбоб ўрнатилганда унинг трубаси дальномер ипларининг  $m$  ва  $n$  нуқталаридан чиққан нурлар объективда синиб, олдинги фокус  $F_1$  дан  $\beta$

бурчак остида ўтади ва  $B$  нуктага ўрнатилган рейканинг  $M$  ва  $N$  нукталарини кўрсатади.

Бу нукталар оралиғига тўғри келадиган кесма  $l$  дальномер саноғи бўлади. Ипли дальномерда  $\beta$  бурчак доимий бўлганлиги учун дальномер саноғи  $D$  масофа ўзгаришига боғлиқ. 7.7,б-шакл га кўра

$$D = D_1 + f + \delta, \quad (7.10)$$

$MFN$  учбурчакдан

$$D_1 = (f/p)l. \quad (7.11)$$

Бу ерда  $l$ -дальномер саноғи;  $f$ -объектив фокус оралиғи;  $p$ -дальномер иплари орасидаги масофа;  $f/p=K$  дальномер коэффиценти;  $f+\delta=c$ -дальномер доимий кўшилувчиси дейилади. У ҳолда  $D=Kl + c$

Ички фокусланувчи замонавий теодолитларда  $c=0$ , шунинг учун

$$D = Kl \quad (7.12)$$

Дальномер коэффиценти одатда 100 га тенг бўлиши керак, бунга ишонч ҳосил қилиш учун жойда лентада ўлчанган 50, 100 ва 150 м масофаларга рейка ўрнатилиб олинган саноклар тегишлича 50,100 ва 150 см бўлса, дальномер коэффиценти 100 га тенг ҳисобланади. Акс ҳолда берилган дальномер учун махсус рейка тайёрланади ёки тузатмалар тузилади.

Ипли дальномерда масофа ўлчаш нисбий хатолиги 1:400 гача бўлади. Иккиланма тасвири оптик дальномерларда масофа ўлчаш учун кўриш трубаеси объективи олдида унинг ёруғлик тешигининг ярмини ёпиб турадиган оптик пона ёки компенсатор ўрнатилади. Кўриш нури оптик пона орқали ўтгач, параллактик  $\beta$  бурчак остида  $M_1$  нуктага оғади (7.7,в-шакл). Бунинг натижасида кузатувчи базис  $Bb$  қиймати га сурилган рейканинг икки тасвирини кўради. Дальномерлар доимий параллактик бурчакли бўлганда рейканинг иккита тасвирини устма-уст тушириб, база қиймати  $b$  ўлчанади.

Доимий базали дальномерларда эса линзали компенсаторни суриш орқали махсус шкала ёрдамида  $\beta$  бурчак ўлчанади ва

масофа

$$D = (k/\beta) + c \quad (7.13)$$

(7.13) формула ёрдамида ҳисобланади, бунда  $k=b\rho$  дальномер коэффициенти,  $c$ -дальномер доимий қўшилувчиси.

Оптик дальномерларда масофа: 1:1200-1:5000 нисбий хатоликлар билан ўлчанади.

Ҳозирги кунда чизик ўлчашда ёзилганлардан ташқари узунлиги 30, 50 м бўлган пўлат ва фибергласли рулеткалар, см ли аниқликни таъминлайдиган айланаси 30 см ва 1 м бўлган тегишлича 99,9 м ва 999,9 м узунликдаги ўлчаш ғилдираклари ҳамда оддий сиртдан 30 м, қайтарувчи сиртдан бир неча юз метр масофани ўлчаш, хажм, юза ҳисоблаш имконини берадиган лазерли рулеткалар қўлланилмоқда.

Замонавий геодезик чизикли ўлчашлар радио ва оптик диапазондаги электромагнитли тўлқинлардан фойдаланувчи электронли дальномерларда бажарилади. Бундай дальномерларда масофа ўлчаш принципи ўлчанадиган дистанция бўйлаб электромагнит тўлқинларини тарқалиш тезлиги ва вақтини аниқлашга асосланган. Электронли дальнометриянинг ҳамма усуллари асосида қуйидаги муносабат ётади:

$$D = vt/2, \quad (7.18)$$

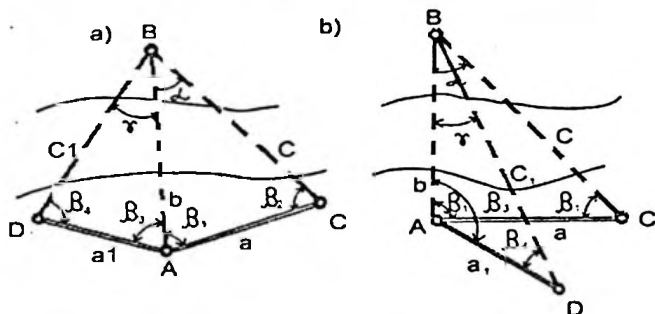
бунда  $D$ - изланаётган масофа  $v$ - атмосферада электромагнит тўлқинларини тарқалиш тезлиги;  $t$ -ЭМТнинг изланаётган оралик бўйлаб тўғри ва тесқари йўналишда тарқалиш вақти.

Ҳар қандай дальномерли аппаратура тарқалиш вақти  $t$  тўғрисидаги информацияни етказди,  $t$  тезлик эса вакумдаги ёруғлик тезлиги  $c=299792458\pm1,2$  м/с маълум қиймати ва метеорологик ўлчашлар бўйича аниқланадиган атмосферада нурнинг синиш коэффициентини  $n$  дан фойдаланиб,  $v = c/n$  формулада аниқланади.

Дальномерли мосламаларда вақтли интервал  $\tau$ -бевосита ўлчанади ёки бу вақт интервалнинг маълум функцияси бўлган бошқа параметр аниқланади.

## 7.6. Масофа ўлчашнинг параллактик усули

Ўлчанадиган масофа бирор тўсикка, масалан, жарлик, дарё, сой ва ҳоказоларга тўғри келиб қолганда, масофани бевосита ўлчаш мумкин бўлмай қолади. Оптик ва бошқа дальномерлар бўлмаган тақдирда бундай жойлардаги масофани аниқлашда масофани бавосита ўлчаш усулидан фойдаланилади. Масалан, 7.8-шакл, а да ўлчаниши лозим бўлган масофа,  $AB$  чизик дарё орқали ўтади. Бундай ҳолда  $AB$  чизикни узунлиги қуйидагича аниқланади. Дастлаб дарё соҳилида  $AC$  чизиғи (базис) олинади. Базис пўлат лента ёки бошқа усул билан икки марта ўлчанади ва ўлчаш натижаларидан ўртача арифметик миқдор ҳисоблаб чиқарилади. Бу миқдорни  $a$  билан ифода қилайлик.  $AC$  чизикнинг узунлиги аниқлангач, теодолит  $A$  ва  $C$  нуқталарга ўрнатилиб,  $\beta_1$  ва  $\beta_2$  бурчаклар ўлчанади. Ана шу ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган масофа  $b$  қуйидаги тригонометрик формула бўйича аниқланади:



7.8- шакл. Масофани бавосита ўлчаш

$$b = \frac{a \sin \beta_2}{\sin \alpha}, \text{ бу ерда } \alpha = 180^\circ - \beta_1 + \beta_2. \quad (7.20)$$

$AB$  чизикнинг узунлиги тўғри топилганлигини текшириш ва ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида жой шароитига қараб иккинчи учбурчак (7.8-а ва б шаклларда  $ABD$ ) ясалади. Сўнгра учбурчакнинг базис томонлари ( $AD$ , яъни  $a_1$ ) бевосита пўлат

лента билан, ички бурчаклари теодолит билан ўлчанади. Масофанинг тўғри ўлчанганлиги қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$b = \frac{a_1 \sin \beta_4}{\sin \gamma}, \text{ бу ерда } \gamma = 180^\circ - (\beta_3 + \beta_4),$$

бу ерда  $b$  - ўлчаниши лозим бўлган масофа;  $a_1$  - базис;  $\gamma, \beta_3, \beta_4$  -  $ABD$  учбурчакнинг ўлчанган ички бурчаклари.

Иккала учбурчакнинг томонлари топилгач, бевосита ўлчаш мумкин бўлмаган масофа икки марта аниқланади. Агар икки марта аниқлаш натижаларидаги фарқ йўл қўйилган даражадан ошмаса, уларнинг ўртача арифметик миқдори масофанинг узунлиги деб қабул қилинади.

## 8-БОБ. НИВЕЛИРЛАШ УСУЛЛАРИ

### 8.1. Нивелирлаш. Нивелирлаш усуллари тўғрисида тушунчалар

Нуктанинг баландлигини ўлчаш ёки *нивелирлаш* йўли билан ер юзидаги нукталарнинг бир-бирига ёки бошланғич деб қабул қилинган сатҳий юзага нисбатан баландлиги аниқланади.

Қўлланилиш асбобига қараб нивелирлаш бир неча усулларга бўлинади:

*Геометрик нивелирлаш.* Бу усулда бир нуктанинг бошқа нуктага нисбатан баландлиги горизонтал визирлаш нури бўйича рейкалардан бевосита санок олиш йўли билан аниқланади. Нивелирлашнинг бу усулида нивелирдан фойдаланилади. Геометрик нивелирлашда нукталарнинг баландлиги, нивелирлашнинг бошқа турларига қараганда аниқроқ топилади.

Геодезик таянч нукталарини ва план олиш нукталарининг баландлигини аниқлашда, турли масштабда план олишда, инженерлик иншоотларининг лойиҳаларини тузишда, бу иншоотларни қуришда, шунингдек, геологик қидирув ишларида, йирик инженерлик иншоотларининг чўкиши ва деформациясини аниқлашда ва шу каби бошқа ишларда геометрик нивелирлаш қўлланилади.

Нивелирлаш усули ва асбоблари нукталар баландлигининг қанчалик аниқ ўлчаниши зарурлигига қараб танланади.

*Тригонометрик нивелирлаш.* Нивелирлашнинг бу турида икки нукта орасидаги қиялик бурчаги ва масофа ўлчанади, ҳамда ўлчаш натижаларидан нукталарнинг бир-бирига нисбатан баландлиги тригонометрик формулалар ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Теодолит-тахометр билан қиялик бурчаги ўлчанади. Тригонометрик нивелирлаш топографик план олишда, баландликлардаги фарқ катта бўлган нукталарни, масалан, тоғ, тепалик ва бошқа рельеф шакллари, турли буюм ва иншоотларнинг баландлигини аниқлашда қўлланилади.

*Барометрик нивелирлаш.* Бу усул ердан баланд кўтарилган сари ҳаво босимининг камая бориши қонуниятига асосланган.

Барометрик нивелирлаш натижасида нукталарнинг баландлиги 1-2 метр аниқликда топилади. Шунинг учун аниқликда нивелирлаш талаб қилинмайдиган ишларда, масалан, турли экспедицияларда, геологик, географик ва бошқа текширишларда бирор жойнинг рельефини дастлабки ўрганишда нивелирлашнинг бу туридан фойдаланилади. Барометрик нивелирлашда барометр ва бошқа асбоблардан фойдаланилади.

*Механик нивелирлаш.* Нивелирлашнинг бу усулида махсус автомат-нивелир ишлатилади. Бу асбоб велосипед, мотоцикл ёки автомашинага ўрнатилган бўлади. Автомат нивелир ўрнатилган машинада босиб ўтишган йўлнинг профили қоғозда, автоматик равишда чизишиб боради. Бу усулда жойнинг профили бошқа усулдагига нисбатан осонроқ ва тезроқ тузилади, лекин аниқлиги жуда кам бўлади. Шунинг учун механик нивелирлашдан катта аниқлик талаб қилинмайдиган ишларда, масалан, йўл қурилишида ва жойнинг рельефини дастлабки ўрганишдагина фойдаланилади.

*Гидростатик нивелирлаш.* Бу усулда жойдаги нукталарнинг баландликлардаги фарқ ўзаро боғлиқ иккита идишдаги суюқлик сатҳини кузатиш йўли билан аникланади. Бу усулда нукталарнинг нисбий баландлиги  $\pm 1-2$  мм аниқликда топилади. Монтаж ишларида, йирик иншоотларнинг деформациясини мунтазам равишда кузатиш керак бўлганда ва бошқа ишларда гидростатик нивелирлаш қўлланилади. Бу усул содда бўлиб, ундан ёпиқ, тор ва қоронғи жойларда ҳам фойдаланиш мумкин.

*Радионивелирлаш.* Бу нивелирлаш радиотўлқиннинг самолётдан ерга, ердан самолётга етиб бориш вақтига қараб самолётнинг қандай баландликда учаётганини билиш имкониятини беради. Самолётнинг учаётган баландлиги “радиовысотомер” деган асбоб ёрдамида 5 м гача аниқликда топилади. Кейинги вақтларда радионивелирлаш турли қидирув ишларида ҳамда турли масштабда топографик карталар тузишда қўлланилмоқда.

*Стереофотограмметрик нивелирлаш.* Бу усулда жойнинг самолётдан туриб олинган азросуратларига қараб махсус фотограмметрик асбоблар ёрдамида нукталарнинг баландлиги

аниқланади ва рельеф горизонталлар билан чизилади. Бу хилдаги нивелирлаш ишларининг асосий қисми корхонада бажарилганлигидан вақт ва маблағ анча тежаллади.

Стереофотограмметрик нивелирлаш турли масштабдаги топографик карталар тузишда қўлланилади.

## **8.2. Геометрик нивелирлашнинг моҳияти. Олдинга, ўртадан ва мураккаб нивелирлаш. Асбоб горизонти ва уни аниқлаш**

Геометрик нивелирлашда ишлатиладиган асбоб-нивелир. Нивелирнинг теодолитдан фарқи шуки, унинг қараш трубази зенит бўйича айланмайди. Чунки у горизонтал визирлашга мосланган. Қараш трубазининг визир ўқини ёнидаги цилиндрик адилак ҳамда кўтариш винтлари ёрдамида горизонтал ҳолатга, яъни иш бажарадиган ҳолатга келтириш мумкин.

Геометрик нивелирлашда бир нуқтанинг бошқа нуқтага нисбатан баландлиги, яъни нуқтага баландлигини топишнинг бир неча хил йўли бор. Шуларни кўриб чиқамиз.

*Олдинга нивелирлаш.* Жойдаги икки нуқтанинг ( $A$  ва  $B$  нуқталар) бир-бирига нисбатан баландлигини аниқлаш керак дейлик. Бунинг учун  $A$  нуқтага нивелир,  $B$  нуқтага рейка тик қилиб ўрнатилади. Нивелир ишлайдиган ҳолатга келтирилиб, қараш трубази рейкага визирланади ва  $b$ -санок олинади. Асбобнинг рейка ёки рулетка билан уланган баландлиги ( $A$  нуқтадан нивелир қараш трубазининг горизонтал ҳолатдаги визир ўқигача бўлган оралик)  $i$  га тенг бўлса,  $B$  нуқтанинг  $A$  нуқтага нисбатан баландлиги  $h = i - b$  бўлади.

Демак *олдинга нивелирлаш*да бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан баландлиги рейкадан олинган санокни асбоб баландлигидан олиб ташлагандан кейин қолган сонга тенг.

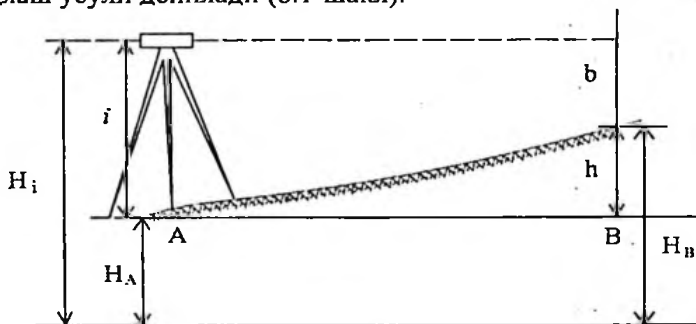
Агар рейкадан олинган санок асбоб баландлигидан катта, яъни  $i < b$  бўлса, нисбий баландлик ишораси манфий, агар  $i > b$  бўлса, ишора мусбат бўлади.

Биринчи нуқта  $A$  нинг абсолют баландлиги ( $H_A$ ) ҳамда бу нуқтага нисбатан иккинчи нуқта  $B$  нинг нисбий баландлиги ( $h$ ) маълум бўлгач, иккинчи нуқта ( $B$ ) нинг абсолют баландлиги

қуйидагича ҳисоблаб чиқарилади:

$$H_B = H_A + h \quad (8.1)$$

Иккинчи нукта абсолют баландлигини бундай ҳисоблаб чиқаришига абсолют баландликни нисбий баландлик бўйича аниқлаш усули дейилади (8.1-шакл).



8.1- шакл. Олдинга нивелирлаш

Иккинчи нуктанинг абсолют баландлигини асбоб горизонти ёрдамида аниқлаш ҳам мумкин.

Асбоб горизонти деганда, нивелир визир ўқи йўналишининг абсолют баландлиги тушунилади. Асбоб горизонти ( $H_i$ ) қуйидагига тенг:

$$H_i = H_A + i. \quad (8.2)$$

Иккинчи (B) нуктанинг абсолют баландлиги асбоб горизонти усулида қуйидагича ҳисобланади:

$$H_B = H_i - b. \quad (8.3)$$

**Ўртадан нивелирлаш.** Ўртадан нивелирлашда нивелирланаётган нукталарга тик қилиб рейкалар ўрнатилади, рейкалар оралиғига эса нивелир ўрнатилади. Нивелир иш ҳолатига келтирилади, қараш трубази олдин кейинги рейкага визирланиб, рейкадан  $a$  санок олинади, сўнгра олдинги рейкага қаратилади ва  $b$  санок олинади. Шунда B нуктани A нуктага нисбатан баландлиги қуйидагича ҳисоблаб чиқарилади:



-ҳар бир станцияда рейка баландлигига тенг бўлган нисбий баландликни, яъни олдинга нивелирлашдагига нисбатан каттароқ нисбий баландликни ўлчаш мумкин;

-ҳар бир станцияда нивелир баландлигини ўлчашнинг ҳожати йўқ;

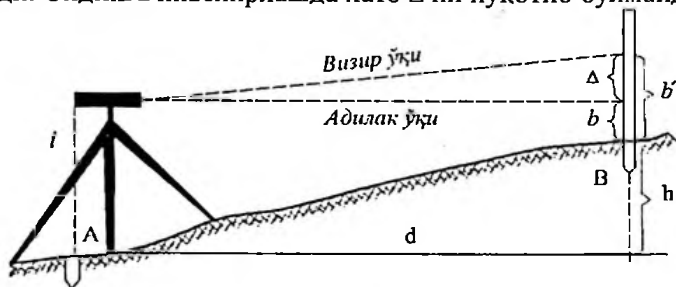
-нивелирнинг қараш трубаси нивелир билан рейка орасидаги масофани катталаштириб кўрсатганлигидан олдиндан нивелирлашдагига қараганда икки баробар узунроқ масофани нивелирлаш мумкин.

-асбоб икки нукта ўртасига ўрнатилганлигидан ер эгрилигининг ва атмосфера рефракциясининг таъсири жуда камаяди;

-асбоб нивелирланаётган икки нуктанинг қок ўртасига ўрнатилганда, асбоб визир ўқининг горизонтал эмаслиги натижасида рўй берадиган хатонинг таъсири бўлмайди.

Ўлчов асбобларининг ишидаги хатони бутунлай йўқотиб бўлмагани сингари, қанчалик синчиклаб текширилмасин, нивелирнинг визир ўқини ҳам мутлақ горизонтал ҳолатга келтириб бўлмайди. Шу туфайли олдинга нивелирлашда рейкадан  $b$  санок эмас, сал нотўғрироқ санок  $b' = b + \Delta$  олинishi мумкин (8.3-шакл).

Бу хато нисбий баландликни аниқлаш натижасига таъсир қилади. Олдинга нивелирлашда хато  $\Delta$  ни йўқотиб бўлмайди.



8.3-шакл. Нивелирлашда визир ўқини горизонтал бўлмаслиги

Ўртадан нивелирлашда ўлчаш натижасига бу хато деярли

таъсир этмайди. Масалан, қараш трубаси орқадаги рейкага визирланиб санок олинганда, рўй берган хато туфайли  $a$  санок ўрнига  $a' = a + \Delta$  санок, олдиндаги рейкага қараб санок олинганда эса  $b$  ўрнига  $b' = b + \Delta$  санок олинади (8.3-шакл).

Шу саноклардан нисбий баландлик ҳисоблаб чиқарилади.

$$H_B = a' - b'$$

$A'$  ва  $b'$  лар ўрнига уларнинг қиймати қўйилса:

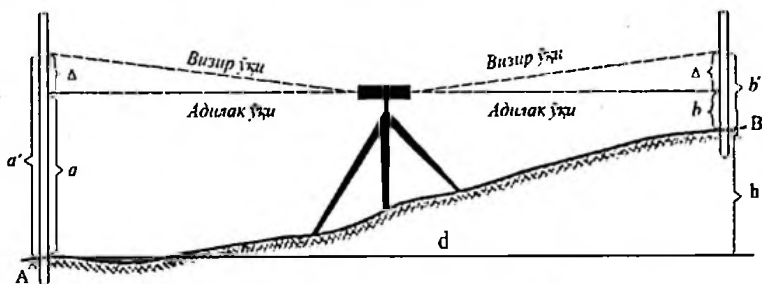
$$H_B = (a + \Delta) - (b + \Delta).$$

$$H_B = a + \Delta - b - \Delta,$$

ёки

$$H_B = a - b,$$

бўлади.



8.4- шакл. Ўртадан нивелирлашда визир ўқининг хатолиги

Шундай қилиб, ўртадан нивелирлашда асбобнинг визир ўқи аниқ горизонтал бўлмаганлиги сабабли рейкалардан саноклар олингандаги хато бир- бирига тенг бўлади, яъни ҳар иккала рейкадан олинган саноклар бир хил миқдорга ўзгаради [8]. Натижада икки нукта орасидаги нисбий баландлик тўғри аниқланади.

**Оддий ва мураккаб нивелирлаш.** Икки нуктанинг бир-бирига нисбатан баландлиги бу нукталар орасига нивелирни бир марта ўрнатишда аниқланса, бунга оддий нивелирлаш дейилади.

Икки нуктанинг баландликлари орасидаги фарқ катта бўлган ҳолларда ёки бир-биридан узоқ жойлашган икки нуктанинг нисбий баландлигини аниқлашда бу икки нукта

оралиги бўлакларга бўлиниб, ҳар бир бўлак алоҳида-алоҳида нивелирланади, бунга *мураккаб нивелирлаш* дейилади.

Мураккаб нивелирлашда ер сатҳининг думалоқлиги ва рефракция нивелирлаш натижасига камроқ таъсир этиши ва рейка бўлақларининг яхши кўриниши учун нивелирдан рейкагача бўлган масофа одатда 50-75 м қилиб олинади.

*A* ва *B* нукталар оралиги бир неча бўлакка бўлиниб нивелирланади. Рейка ўрнатилган нукталар (*пикетлар*) - *A* ва *B* ҳамда 1, 2, 3, 4 рақамлар билан нивелир ўрнатилган нукталар (станциялар) ва I, II, III, IV ва V билан, рейка ва нивелирнинг кўчирилиши тартиби эса стрелкалар билан кўрсатилган.

Перпендикуляр пикетга ўрнатилган рейка I станцияда-олдинги, II станцияда эса кейинги рейка бўлади. Пикет икки қўшни станцияни бир-бирига боғлаганлиги учун *боғловчи нукта* деб аталади. 1, 2, 3, 4-нукталар боғловчи нукталар бўлиб ҳисобланади.

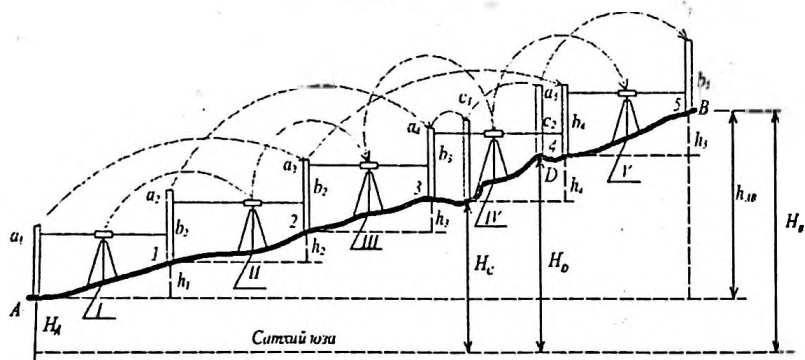
I, II, III, IV ва V станциялардаги боғловчи нукталарнинг нисбий баландликлари қуйидагига тенг:

$$H_1 = a_1 - b_1;$$

$$H_2 = a_2 - b_2,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$H_n = a_n - b_n.$$



8.5-шакл. Мураккаб нивелирлаш

Нивелирланган барча станциялардаги нукталарнинг нисбий баландликлари йиғиндиси охирги  $B$  нуктанинг бошланғич  $A$  нуктага нисбатан нисбий баландлиги бўлади:

$$H_{ab} = \Sigma a - \Sigma b \quad (8.8)$$

Боғловчи нукталарнинг абсолют баландликлари қуйидагига тенг бўлади.

$$H_1 = H_A + h_1;$$

$$H_2 = H_1 + h_2,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$H_B = H_n + h_n.$$

Агар 1, 2, 3 ва 4 нукталарнинг абсолют баландлигини аниқлаш талаб қилинмаса, охирги  $B$  нуктанинг абсолют баландлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$H_B = H_A + \Sigma h_{ab}. \quad (8.9)$$

Асбоб горизонти

$$H_i = H_3 + a_i. \quad (8.10)$$

Оралиқ нукталар абсолют баландликлари

$$H_c = H_i - C_1, \quad (8.10)$$

$$H_D = H_i - C_2. \quad (8.12)$$

Бир-биридан узоқ жойлашган нукталар оралиғида бир нуктадан иккинчисига абсолют баландликни узатиш мақсадида бажарилган мураккаб нивелирлаш иши *бўйлама нивелирлаш* дейилади. Бўйлама нивелирлашда абсолют баландликнинг бошланғич нуктадан охирги нуктага узатилишида боғловчи нукталар иштирок этмаса, бунга *оддий бўйлама нивелирлаш* дейилади.

Нивелирланаётган чизикнинг профилини тузиш учун бу чизикдаги барча характерли нукталарнинг абсолют баландликларининг аниқлаш мақсадида амалга оширилган бўйлама нивелирлаш, *трассани нивелирлаш*, деб аталади. Трассани нивелирлашда барча боғловчи нукталар ҳамда трассадаги оралиқ нукталар ўрни қозик қоқиб белгиланади.

Баъзи бир қидирув ва текширув ишларида нивелирланиши керак бўлган чизик атрофидаги нукталарнинг абсолют баландликларини аниқлашга тўғри келади. Бундай пайтда трасса керакли жойларига қозиклар қоқиб перпендикуляр чизиклар

билан белгиланиб нивелирланади. Бунга қўндаланг нивелирлаш дейилади.

Инженерлик иншоотлари лойиҳасини тузиш ҳамда лойиҳани жойга кўчириш ва иншоотларни қуриш мақсадида бажариладиган нивелирлаш *инженер-техник нивелирлаш* дейилади.

### 8.3. Нивелирнинг классификацияси

Ҳозирги вақтда ишлатиладиган нивелирлар визир ўқини горизонтал ҳолатга келтириш усулига қараб нивелирлар икки гурӯҳга бўлинади:

- визир ўқи адилак ёрдамида;
- визир ўқи автоматик равишда.

8.1-жадвал

*Нивелирларнинг техник кўрсаткичлари*

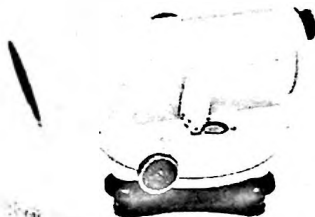
| Кўрсаткичлар                                                                 | Нивелир турлари |             |                 |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|
|                                                                              | Н-05<br>Н-05К   | Н-3<br>Н-3К | Н-10<br>2Н-10КЛ |
| 1км йўлда икки томонга бажариладиган нивелирлашдаги ўрта квадратик хато, мм. | 0,5             | 3           | 10              |
| Трубаининг катталаштириши, карра                                             | 40              | 30          | 20              |
| Цилиндрик адилак бўлагининг киймати, сек /2мм.                               | 10              | 15          | 45              |
| Визирлашнинг энг кичик масофаси, м.....                                      | 5               | 2           | 2               |
| Компенсатор чегараси, мин.                                                   | $\pm 8$         | $\pm 15$    | $\pm 20$        |
| Визир чизигини горизонтал ҳолатга келтириш аниқлиги, сек.                    | 0,2             | 0,5         | 1,0             |
| Компенсатор тембранишининг тинчланиш вақти, сек.                             | 2               | 2           | 2               |
| Нивелир массаси, кг.                                                         | 6               | 3           | 2               |

Юкори аниқликдаги нивелирлар I ва II синф нивелирлашда, аниқ нивелирлар III ва IV синф ва техник нивелирлар эса техник нивелирлаш (топографик съёмкалар ва инженерлик - қурилиш ишлари)да қўлланилади.

Нивелирлар ясалишига кўра икки гуруҳга бўлинади: кўриш ўқи цилиндрик адилак ёрдамида горизонтал ҳолатга келувчи нивелирлар (*H05, H1, H2, H3, 2H3Л, 3H5Л, H10*) ва компенсаторли, яъни кўриш ўқи оптик компенсатор ёрдамида автоматик равишда ўз-ўзидан горизонтал ҳолатга келувчи нивелирлар (*3H2КЛ, H3К, 2H1ОКЛ*).

#### 8.4. Компенсаторли нивелирлар

Цилиндрик адилакни тузатиш учун адилак жойлашган кутининг окуляр томонида копқок билан беркитиб қўйилган тўртта тузатгич винт бор. Асбоб айланиш ўқини тахминан вертикал ҳолга (шокул йўналишига) келтириш учун учта кўтаргич винт 11 ёрдамида доиравий адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Доиравий адилак зарур пайтда учта тузатгич винт 12 билан тузатилади.



8.7- шакл. *H3КЛ* компенсатор ва лимбли нивелир

Компенсаторлик нивелирларда цилиндрик адилак ва элевацион винт йўқ. Бундай нивелирлар доиравий адилак ёрдамида иш ҳолатига келтирилади. Визир ўқининг  $\pm 15'$  га қадар қиялигини компенсатор автоматик равишда горизонтал ҳолатга

келтиради. Нивелирда горизонтал лимб доираси ўрнатилган бўлиб унинг бўлак қиймати  $1^\circ$ , санок олиш аниқлиги 6'.



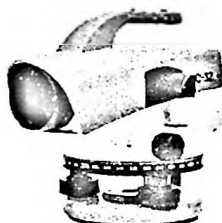
Оптик нивелир *Leica*  
*NA524  $\pm 1.9$  мм.*



Оптик нивелир *Nikon*  
*AC-2S,  $\pm 2.0$  мм.*



Оптик нивелир  
*АМО,  $\pm 2.0$  мм.*

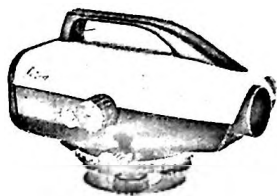


Оптик нивелир *RGK*  
*C-32,  $\pm 1.5$  мм.*

## 8.5. Электрон нивелирлар

Электрон нивелир нивелирлаш ишларини юқори даражада автоматлаштириш имконини беради. Электрон нивелир ёрдамида аниқ нивелирлаш  $\pm 0.7$  мм/км; юқори аниқликда  $\pm 0.3$  мм/км; ўлчанган маълумотни сақлаш турига қараб, ички ва ташқи хотирали бўлади. Дастурли таъминоти қуйидаги ишларни амалга ошириш имкониятини беради: визир ўқининг адилак ўқига параллел эмаслиги  $i$  бурчакни аниқлаш; нивелирлаш-рейкадан санок олиш ва  $\pm 20$  мм. аниқлигида масофани ўлчаш; йўлни нивелирлаш; нивелирланган якка йўлни тенглаштириш; бурчак ўлчаш; координата орттирмаларини аниқлаш. Электрон

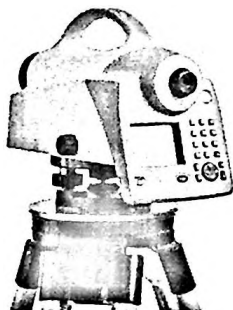
нивелир-рейкадан олинган санокни аниқлигини, визир нуруни ердан баландлигини ва елкалар фаркини назорат қилади [6].



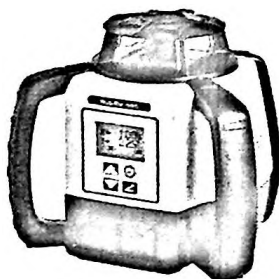
*Рақамли нивелир Leica,  
 $\pm 0.7$  мм / 2 - 100 м.*



*Рақамли нивелир Sokkia  
SDLIX,  $\pm 0.2$  мм.*



*Рақамли нивелир  
Trimble DiNi 0.3.*



*Ротацион лазер нивелири  
800 м /  $\pm 0.05$  мм/м.*

Рақамли нивелирларнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- рақамли нивелир ўлчашларнинг автоматлашиши операторнинг чарчасини камайишига олиб келади, рейкадан санок олишдаги тасодифий хатодан ҳоли бўлинади;

- атмосферанинг пастки қатламларида ҳавони ўзгариши (тебраниши) пайтида ўлчаш натижаларини автоматик равишда ўртачасини ҳисоблайди ва ушбу шароитда санок олиш аниқлигини оширади;

-асбоб тўлиқ автоном ҳолда ишлаши мумкин. Деформацияларни ва вертикал йўналишда кичик силжишларни доимий назорат қилишда унга тенги йўқ;

-автоматик равишда ўлчаш натижаларини қайд қилиниши дала журналида маълумотларни ёзишда йўл қўйилиши мумкин бўлган хатоликлардан (нотўғри ёзишлардан) ҳоли бўлади.

-асбобга ўрнатилган дастур ёрдамида нисбий баландлик зудлик билан ҳисобланади ва таблода ёзилади, қўлда ҳисоблашга ҳожат қолмайди;

-нивелирлаш рейкасининг ёритилиши геодезик ишларни нафақат кун давомида, балки окшом ва кечкурунлари ҳам бажариш имкониятини беради.

## 8.2 – жадвал

### Рақамли нивелирларнинг аниқликлари

| 1 км.<br>иккиланган<br>йўл учун<br>ўрта<br>квадратик<br>хато, (мм)    | Рақамли нивелирларнинг<br>турлари (маркалари) | Қўлланилиши    |                          |          |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------|
|                                                                       |                                               | Кури-<br>лишда | Геодез-<br>ик<br>ишларда | Саноатда |
| 0.3                                                                   | Dini12/Dini12T (Trimble)                      | -              | +                        | ++ *)    |
| 0.4                                                                   | NA 3003 (Leica Geo-systems AG)                | -              | +                        | ++       |
| 0.7                                                                   | Dini 22 (Trimble) + инвар<br>рейка            | -              | ++                       | ++       |
| 0.9                                                                   | NA 2002 (Leica Geosystems AG)                 | +              | ++                       | ++       |
| 1.0                                                                   | DL-102C (Topcon)                              | +              | ++                       | -        |
|                                                                       | Dini12/Dini12T (Trimble)                      |                |                          |          |
|                                                                       | SDL30 (Sokkia)                                |                |                          |          |
| 1.2                                                                   | NA 3003 (Leica Geosystems AG)                 | +              | ++                       | -        |
| 1.3                                                                   | Dini 22 (Trimble)                             | ++             | ++                       | -        |
| 1.5                                                                   | NA 2002 (Leica Geosystems AG)                 | ++             | ++                       | -        |
| *), “++” - тавсия этилади; “+” - қўллаш мумкин; “-” - мўлжалланмаган. |                                               |                |                          |          |

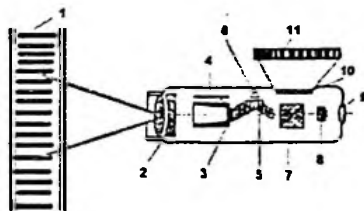
HA2000/HA2002 (Leica Geosystems AG), DiN22 (Trimble), DL-102c (Topcon), SDL30 (Sokkia) рақамли нивелирлари II - IV

класс нивелирлаш, топографик ва картографик ишлар, транспорт магистралларини куришда геодезик ишларни бажариш, тунеллар курилиши ва тоғ ишлари, кувурларни ётқизиш ва канализация ўтказиш, деформацияни кузатиш ва инсонни бево-сита қатнашишсиз бошқа ўлчашларни бажаришга мўлжалланган.

Юкори аниқликдаги нивелирлашларда *NA3000/NA3003 (Leica Geosystems AG)* ва *DINI 12/DiNi 12T (Trimble)* рақамли нивелирлардан фойдаланиш имкониятлари кенгдир. Бу нивелирлар I ва II классдаги нивелирлашларда: чўкишни ўлчаш; устун, пойдевор ва ўқлар ҳолатини назорат қилиш ишларида кенг қўлланилади.

8.2-жадвалда рақамли нивелирларнинг аниқлиги ва фойдаланиладиган рейкаларни турларига қараб, уларни турли вариантларда қўллаш имкониятлари келтирилган.

8.8-шаклда *NA 2002* нивелирининг схемаси келтирилган. ЗБА (зарядли боғловчи асбоб) қурилма ёрдамида нивелирлаш рейкасининг шкала коди ўқилади.



8.8- шакл. *NA 2002 (Leica Geosystems AG)* рақамли нивелири  
1-штрих-кодли нивелирлаш рейкаси; 2-объектив; 3-фокус-ловчи компонент; 4-фокусловчи компонент ҳолатининг датчиги; 5-компенсатор блок; 6-компенсатор ҳолатини назорат қилувчи блок; 7-ёруғликни бўлувчи блок; 8-иплар тўри; 9-окуляр; 10-зарядли боғловчи нивелирлаш рейкаси кодининг асбоб-қабулловчи қурилма; 11-тасвири.

NA2002/NA3003 рақамли нивелирларининг оптик элементлари асосан оддий нивелирдан олинган, шунинг учун рейкадан кўз билан қараб (визуал) санок олиш мумкин. Автоматик режимда ўлчашда рейка шкаласини кодли штрихларнинг тасвири ёруғликни бўлувчи блок орқали ЗБА (зарядли боғловчи асбоб)-қабулловчи қурилманинг сезувчи майдонига проекцияланади.

### 8.3 - жадвал.

#### *DiNi электрон рақамли нивелирларни техник тавсифлари*

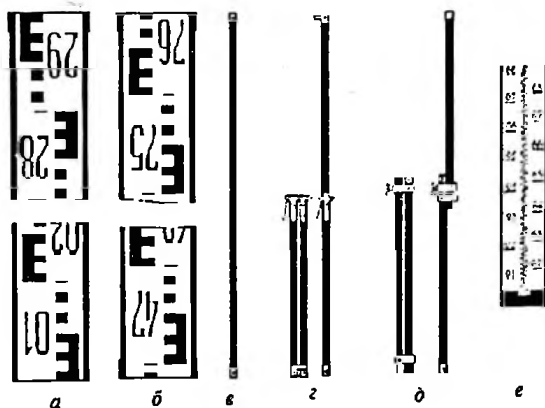
| Техник тавсифлари                        | DiNi 12         | DiNi 22         | DNA 03          | DNA 10          |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 км йўлда ўрта квадратик хатоси:        |                 |                 |                 |                 |
| - штрих кодли инвар рейкаларида;         | 0,3 мм.         | 0,7мм.          | 0,3 мм.         | 0,9мм.          |
| - букланадиган рейкаларда;               | 1,0 мм.         | 1,3 мм.         | 1,0 мм.         | 1,5мм.          |
| 2. Масофа ўлчашлар                       |                 |                 |                 |                 |
| Нивелир режимида (рейка 30 см сигментли) |                 |                 |                 |                 |
| - штрих- кодли инвар рейкаларда билан):  | 20 мм.          | 25 мм.          |                 |                 |
| - букланадиган рейкалар билан;           | 25 мм.          | 30 мм.          |                 |                 |
| Ўлчаш диапазони:                         | 1,5м - 100м.    | 1,5м - 100м.    | 1,8м- 110м.     | 1,8 - 110м.     |
| Ўлчаш вақти:                             | 3 сек.          | 3 сек.          | 3 сек.          | 3 сек.          |
| Қўриш трубагининг катгалаштириши:        | 32 <sup>х</sup> | 26 <sup>х</sup> | 24 <sup>х</sup> | 24 <sup>х</sup> |
| Компенсатор ишлаш диапазони:             | 15'             | 15'             | 15'             | 15'             |
| Вазни (фақат асбобнинг):                 | 3,5 кг.         | 3,2 кг.         | 2,8 кг.         | 2,8 кг          |

HA2000/HA2002 (*Leica Geosystems AG*), *dini22 (Trimble)*, *DL-102c (Toncon)*, *SDL30 (Sokkia)* рақамли нивелирлари II - IV синф нивелирлаш, топографик ва картографик ишлар, транспорт магистралларини қуришда геодезик ишларни бажариш, тунеллар қурилиши ва тоғ ишлари, қувурларни ётқизиш ва канализация ўтказиш, деформацияни кузатиш ва инсонни бевосита қатнашишсиз бошқа ўлчамларни бажаришга мўлжалланган.

Юқори аниқликдаги нивелирлашларда *NA3000/NA3003 (Leica Geosystems AG)* ва *DiNi12 DiNi12T (Trimble)* рақамли нивелирлардан фойдаланиш имкониятлари кенгдир. Бу нивелирлар I ва II синфдаги нивелирлашларда: чўкишни ўлчаш; устун, пойдевор ва ўқлар ҳолатини назорат қилиш ишларида кенг қўлланади.

#### 8.6. Нивелирлашда ишлатиладиган рейкалар

Нивелир рейкалари сифатли ёғочдан ясалган бўлиб, узунлиги 3 ёки 4м (3000 ёки 4000мм), қалинлиги 2-3см ва эни 8см га тенг (8.9- шакл). Рейкага шашкасмон сантиметрли бўлақлар чизилган ва дециметрли ораликлар араб рақамлари билан кўрсатилган.



8.9 - шакл. Нивелир рейкалари

Бўлақлар ҳисоби рейканинг пастки учидан (товонидан) бошланади. Дециметрли бўлақларнинг бошланиши чизикча билан белгиланган. Рейкаларнинг қора томонида санок нолдан (8.10а-шакл,) қизил томонида эса, ихтиёрий сондан, масалан 4687мм дан (8.10, б- шакл) бошланади.

Натижада нивелирлашда қўлланилаётган рейкалар жуфтининг қора ва қизил томонидан олинган саноклар фарқи доимий қийматга тенг бўлади.

Икки томонли рейкалар қўлланилганда нивелирнинг баландлигини ўзгартирмасдан туриб нисбий баландликни икки марта, яъни қора ва қизил томондан олинган саноклар бўйича аниқлаш мумкин.

Нивелир рейкалари уч турда: *РН-05*, *РН-3*, *РН-10* шифрлари билан чиқарилади. Шифрдаги сонлар 1км нивелирлаш йўлидаги хатолик қийматини мм да ифодалайди. *РН-05* рейкалар I, II синф нивелирлаш, *РН - 3* рейкалар III, IVсинф нивелирлаш ва *РН-10* рейкалар техник нивелирлаш учун мўлжалланган. Бироқ техник нивелирлашда кўпроқ *РН-3* рейкалари қўлланилади. Узунлиги 3000мм ли рейкалар яхлит (8.9, в-шакл) ёки букланадиган (8.9, г- шакл), 4000мм ли рейкалар эса, фақат букланадиган қилиб чиқарилади. Баъзан букланмасдан, сурилиб йиғиладиган (сурилма) рейкалар (8.9, д- шакл) ҳам учрайди. *РН-3* рейкаларидан санок миллиметр аниқлигида олинади.

## 8.7. Нивелирларни текшириш ва тузатиш

*Элевацион винтли нивелирларни текшириш.* Бу турдаги нивелирлар қуйидаги геометрик шартларни қаноатлантириши шарт:

1. *Доиравий адилак ўқи асбоб айланиш ўқиға параллел бўлиши керак.*

Бу шартни текшириш учун кўтариш винтлари ёрдамида доиравий адилак пуфакчаси ўртага келтирилади, сўнгра нивелир устки қисми 180° га бурилади, бунда доиравий адилак пуфакчаси ампула ўртасида қолса, шарт бажарилган ҳисоблана-

ди. Акс ҳолда доиравий адилакнинг тузатиш винтлари ёрдамида пуфакча ярим оғишга ўртага келтирилади, сўнгра кўтариш винтлари ёрдамида пуфакча ампула ўртасига келтирилади. Бу иш текшириш шарти бажарилгунга қадар давом эттирилади.

2. *Иплар тўрининг вертикал ипи нивелир ўқиға параллел бўлиши керак.*

Шамолдан пана жойда шовун осилади. Шовундан 20-25 метр нарида нивелир доиравий адилак ёрдамида иш ҳолатига келтирилади ва вертикал ип шовун ипига қаратилади, агар у шовун ипи билан устма-уст тушса ёки 0,5 мм дан кўпга оғмаса шарт бажарилган ҳисобланади.

Агарда шарт бажарилмаса, окуляр олдидаги ғилоф ечилади ва иплар тўрининг тузатиш винтларини бураш билан иплар тўри чизилган пластинка вертикал ип билан шовун ипи устма-уст тушгунча бурилади.

3. *Қараиш трубасининг визир ўқи цилиндрик адилак ўқиға параллел бўлиши керак.* Бу шартга нивелирни текширишнинг асосий шарти дейилади. Текшириш, жойда 50-75 метр масофада маҳкамланган икки нуқтани тўғри ва тесқари йўналишда олдинга нивелирлаш йўли билан амалга оширилади. Нивелир окуляри  $A$  нуқта устига ўрнатилиб, (8.10а-шакл) унинг нуқтадан баландлиги  $i_1$  ўлчанади ва  $B$  нуқтада ўрнатилган рейкадан  $b_1$  санок олинади. Нивелир ва рейка ўринлари алмаштирилади (8.10б-шакл) ва нивелир баландлиги  $i_2$  ўлчаниб рейкадан  $b_2$  санок олинади. Агарда визир ўқи билан цилиндрик адилак ўқлари параллел бўлмаса, у ҳолда рейкадан олинган  $b_1$  ва  $b_2$  саноклар  $x$  катталиққа хато бўлади. 8.10 - шаклдан ёзишимиз мумкин:

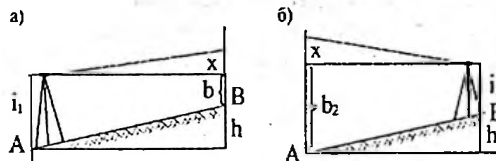
$$h = i_1 - (b_1 + x) \text{ ба } h = (b_2 + x) - i_2 \quad (8.13)$$

Икки ҳолатда ҳам ўша нуқталар нивелирланганлиги сабабли формулаларни чап томонлари тенг бўлади, бундан ёзишимиз мумкин:

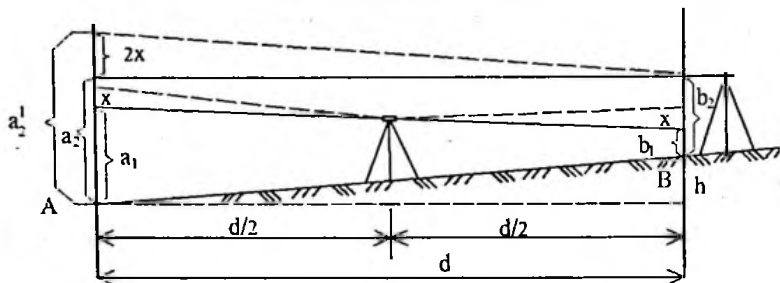
$$i_1 - (b_1 + x) = (b_2 + x) - i_2, \quad (8.14)$$

(8.14) дан рейкадан олинган санок хатоси  $x$  ни топамиз:

$$x = \frac{(i_1 + i_2)}{2} - \frac{(b_1 + b_2)}{2}. \quad (8.15)$$



8.10- шакл. Элевацион винтли нивелирларни текшириши



8.11- шакл. Компенсаторлик нивелирларни текшириши

$|x|$  қиймати 4 мм га тенг ёки ундан кичик бўлса, унда нивелир асосий шарти бажарилган ҳисобланади. Акс ҳолда ( $b_2 + x$ ) тўғри санок ҳисоблаб топилади ва элевацион винт ёрдамида тўр ўрта ипи тўғри санокқа қаратилади. Бунда цилиндрлик адилак пуфакчаси ўртадан (ноль пунктдан) оғади цилиндрлик адилакнинг тузаткич винтларини буриб пуфакча учлари бирлаштирилади (адилак пуфакчаси ўртага келтирилади). Тузатишдан сўнг текшириш такрорланади [6].

*Компенсаторли нивелирларни текшириши.*

1 ва 2 шартлар юқоридаги элевацион винтли (цилиндрлик адилакли) нивелирларни 1 ва 2 шартни текширгандек бажарилади.

*4. Визирлаш чизиги горизонтал бўлиши керак (асосий шарт).*

Бу шартни текшириш учун 50÷75 м масофадаги A ва B нуқталар қозик билан маҳкамланади.

Нукталарнинг аниқ ўртасига нивелир ўрнатилиб иш ҳолатига келтирилади, орқадаги рейкадан  $a_1$ , олдиндаги рейкадан  $b_1$  саноклар олинади. Унда нисбий баландлик куйидагига тенг бўлади:

$$h = a_1 - b_1 = (a_1 + x) - (b_1 + x), \quad (8.16)$$

яъни нисбий баландлик  $x$  хатоликдан холи бўлади. Нивелирни визирлаш имконияти энг кичик бўлган ҳолда олдинги  $B$  нукта ортига қўямиз. Рейкадан  $b_2$  санок оламиз. Рейка ва нивелир ораллиғидаги масофа кичик бўлганлиги сабабли горизонтал чизиқ билан визир чизиғи орасидаги параллел эмаслигидан санокда келиб чиқадиган хатоликни нолга тенг деб оламиз, яъни  $b=0$  (8.11-шакл). Чизмадан ёзишимиз мумкин  $A$  нуктадаги рейкадан олинadиган тўғри санок  $a_2$  санок олинмасдан олдин ҳисоблаб топилиши мумкин, яъни:

$$a_2^{\circ} = h + b_2. \quad (8.17)$$

Амалда олинган  $a_2$  санок билан ҳисоблаб топилганда  $a_2^{\circ}$  санок бир-бирига тенг бўлса ёки

$$|a_2^{\circ} - a_2| \leq 2 \text{ мм}, \quad (8.18)$$

бўлса, шарт бажарилган ҳисобланади, агар амалда  $a_2'$  санок бўлса, у ҳолда:

$$|a_2^{\circ} - a_2'| = 2x \quad (8.19)$$

бўлади.

Хатоликни тузатиш учун нивелир олдинги рейкани орқасида турган ҳолда, окуляр олдидаги ғилоф очилиб, отвёртка билан иплар тўри пластинкаси вертикал бўйлаб силжитилиб, иплар тўрининг ўрта ипи ҳисоблаб топилган  $a_2^{\circ}$  санокга келтириб қўйилади. Сўнгра нивелир ихтиёрий нуктага ўрнатилиб икки нукта орасидаги нисбий баландлик ўлчанади. Ҳисоблаб топилган нисбий баландлик ўртадан нивелирлаш натижасида топилган нисбий баландликка тенг бўлса ёки  $\pm 4$  мм дан ортиққа фарқ қилмаса шарт бажарилган ҳисобланади.

## 8.8. Техникавий нивелирлаш

Геометрик нивелирлашдаги хатоликлар таъсирида келиб чиқадаган хатоликни рейкага қараш хатолиги  $m_k$  деб номлайлик унда, хатолар назариясидан фойдаланиб ёзишимиз мумкин:

$$m_k^2 = m_r^2 + m_s^2 + m_o^2 + m_{tp}^2. \quad (8.23)$$

Агар  $m_r = \pm 2.2$  мм,  $m_s = \pm 1$  мм,  $m_o = \pm 2$  мм,  $m_{tp} = \pm 2.2$  мм бўлса,  $m_k = \pm 4$  мм бўлади.

Нисбий баландлик орқадаги ва олдиндаги рейкалардан олинган саноклар фаркига тенг бўлганлиги учун, яъни  $h=a-b$  у ҳолда  $m_h^2 = m_a^2 + m_b^2$ ; агар  $m_a = m_b = m_k$  бўлса қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$m_h = m_k \sqrt{2} \text{ ёки } m_h = \pm 4 \sqrt{2} \approx \pm 6 \text{ мм.} \quad (8.24)$$

Рейкадан нивелиргача бўлган масофа  $D=150$  м, икки нукта орасидаги нивелир йўли 1 км. бўлса, унда йўл бўйича станциялар сони камида 4 та бўлади. Шунинг учун 1 км йўлдаги нисбий баландликлар йиғиндисининг ўртача квадратик хатосини топиш формуласи билан қуйидагига тенг бўлади:

$$m_{km} = m_h \sqrt{4} \text{ ёки } m_{km} = \pm 12 \text{ мм.} \quad (8.25)$$

1 км йўлдаги нисбий баландликларни чекли хатоси қуйидагига тенг бўлади:

$$f_{h_{ч.км}} = \Delta_{ч.м} = 3 m_{км} = \pm 36 \text{ мм.}$$

$L$  км. нивелир йўлидаги нисбий баландликлар йиғиндисини чекли хатосини ёзишимиз мумкин:

$$f_{h_{чек}} = \Delta_{ч.км} \sqrt{L}, \quad (8.26)$$

ёки

$$f_{h_{чек}} = \pm 36 \text{ мм} \sqrt{L}. \quad (8.27)$$

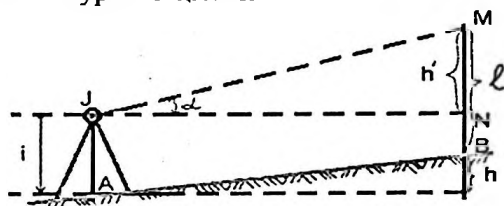
(8.27) формулани келтириб чиқаришда нивелирлаш жараёнида рейкани вертикал ҳолатдан огиши, нивелир асосий шартини аниқ бажарилмаслиги, ер эгрилиги ва рефракция таъсирлари инобатга олинмаганлиги учун техник нивелирлашда чекли хато  $\sqrt{2}$ га катта қилиб олинган, шунинг учун (8.27) формулани қуйидагича ёзамиз:

$$f_{h_{\text{чек}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L_{\text{км}}}. \quad (8.28)$$

(8.28) ни техникавий нивелирлаш йўлини чекли хатоси дейилади.

### 8.9. Тригонометрик нивелирлаш

Тригонометрик нивелирлашнинг моҳиятини тушунтириш учун 8.12-шаклни кўриб чиқамиз.



8.12- шакл. Тригонометрик нивелирлаш

Шаклда  $ABB'$  учбурчакнинг  $BB'$  томони шу учбурчак  $B$  нуктасининг  $A$  нуктасига нисбатан баландлиги ( $h$ ) бўлади. Нисбий баландлик ( $h$ ) ни аниқлаш учун  $A$  нуктага теодолит-техеометр,  $B$  нуктага тик қилиб веха ёки рейка ўрнатилади. Теодолит-техеометр қараш трубасидан веханинг учи ( $M$  нукта) га қараб қиялик бурчаги  $\alpha$  ўлчанади. Жойдаги  $A$  ва  $B$  нукталар орасидаги масофанинг горизонтал проекцияси  $AB'=d$  бўлса,  $MJN$  учбурчакдан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$MN = h' = d \operatorname{tg} \alpha, \quad (8.29)$$

шаклда

$$h + l = i + h', \quad (8.30)$$

бу формулада  $h'$  ўрнига унинг қийматини қўйсақ:

$$h + l = d \operatorname{tg} \alpha + i,$$

бундан

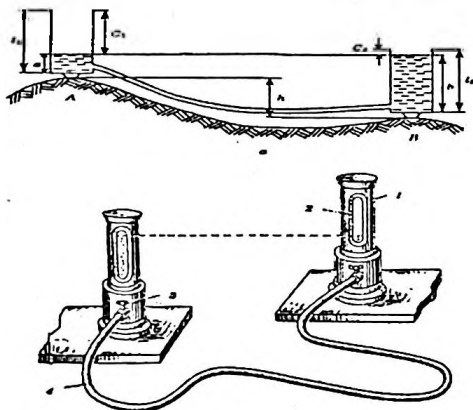
$$h = d \operatorname{tg} \alpha + i - l. \quad (8.31)$$

Бевосита нивелирлаш вақтида асбобнинг баландлиги  $i$  ва веханинг узунлиги  $l$  рулетка ёрдамида ўлчанади. Агар асбоб баландлиги ( $i$ ) га тенг бўлган  $B'N$  кесма  $B$  нуқтага ўрнатилган вехада олдиндан белгилаб қўйилса ва теодолит-техеометр билан вертикал бурчак ўлчашда унинг визир нури шу белгига визирланса, бундай пайтда  $i=l$  бўлганлигидан нивелирлаш формуласи қуйидаги қўринишга киради:

$$h = d \operatorname{tg} \alpha. \quad (8.32)$$

### 8.10. Гидростатик нивелирлаш

Гидростатик нивелирлаш бир-бирига туташтирилган икки идишдаги суюқлик сатҳининг бир хил бўлиши қонуниятга асосланган [6]. Бу хилдаги нивелирлашда *гидростатик нивелир деб аталадиган* асбоб ишлатилади. (8.13 - шакл).



8.13- шакл. Гидростатик нивелир

*а-геометрик схема; б-гидростатик нивелир; 1-шиша найча (шиша идиш); 2-шкала бўлаклари; 3-жўмрак; 4-шланг.*

Бу нивелир иккита шиша найчадан иборат бўлиб, металл ёки пластмассадан ясалган ғилоф ичига жойланган. Найчаларнинг узунлиги 40 см дан 4 м гача бўлиши мумкин. Найчалар узунлиги 20 - 40 м ксадиган резина шланг билан бир-бирига туташтирилган. Шланг ва найчалар ичига қайнаган совук сув қуйилган; сув сатҳи ана шу найчаларнинг ярмига етиб туради; сувга ранг берилган. Найчаларнинг сиртида миллиметр ёки сантиметрларга бўлинган шкаласи бор [6]. Шкаладаги рақамлар 0 дан бошлаб, найчанинг тубидан юкорига қараб ёзилган.

Бирор нуктанинг иккинчи нуктага нисбатан баландлигини аниқлашда гидростатик нивелирларнинг найчалари шу нукталарга ўрнатилади ва улардаги суюқлик сатҳига тўғри келган шкала бўлагидан санок олинади.

Масалан, 8.14 а-шаклда  $A$  ва  $B$  нукталарга ўрнатирилган нивелир найчаларидаги шкаладан олинган саноклар қуйидагига тенг:

$$\begin{aligned} a &= l_1 - c_1, \\ b &= l_2 - c_2. \end{aligned} \quad (8.33)$$

Шунда  $B$  нуктанинг  $A$  нуктага нисбатан баландлик фарқи

$$h = b - a = (l_2 - c_2) - (l_1 - c_1),$$

ёки

$$h = (l_2 - l_1) - (c_2 - c_1), \quad (8.34)$$

бу ерда:  $l_2 - l_1 = k$  - нивелир найчаларидаги суюқлик сатҳининг фарқи;

$c_2 - c_1$  - найчадаги суюқлик сатҳидан найчанинг юкориги учигача бўлган масофа фарқи.

Агар найчанинг ўрни алмаштирилиб, биринчи найча  $B$  нуктага ва иккинчиси  $A$  нуктага ўрнатирилса, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$h = (c'_2 - c'_1) - (l_2 - l_1). \quad (8.35)$$

(9.34) ва (9.35) тенгламаларни ечиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$h = \frac{(c'_2 - c'_1) - (c_2 - c_1)}{2}. \quad (8.36)$$

(8.36) формулада найчалардаги суюқлик сатҳининг фарқи ( $k$ ) ни аниқлаш талаб этилмайди. (8.34) формуладаги ҳадлардан (8.35) формуладаги ҳадларни айирсак, суюқлик сатҳининг фарқи келиб чиқади:

$$k = \frac{(c'_2 - c'_1) + (c_2 - c_1)}{2}. \quad (8.37)$$

Ичига сув тўлдирилган нивелир билан ишлашда нуқталарнинг нисбий баландлиги 1-2 мм аниқликда ўлчанади. Гидростатик нивелирлаш аниқлигини ошириш мақсадида найчалар сатҳидан санок олиш учун махсус микрометр винтлар ишлатилади.

Катта аниқлик талаб қилинадиган монтаж ишларида гидростатик нивелир найчаларига ва шлангига сув ўрнига симоб қуйилади. Бундай нивелирдан санок олиш учун махсус конструкциядаги микрометр винтлар ишлатилади. Микрометр винтлари бўлган ва ичига симоб тўлдирилган найчали гидростатик нивелирлардан 1-10 мм аниқликда санок олиниб, нуқталар нисбий баландликлари 5-10 мм ўртача арифметик хато билан ўлчаниши мумкин.

Инженерлик иншоотларининг чўкишини аниқлашда махсус гидростатик системадан фойдаланилади. Бу система диаметри 6-8 мм бўлган бир неча шиша найча ҳамда 2-4 косачадан иборат. Косача ва найчалар бир-бирига шланг воситасида уланган. Улар ичига бир оз бутил ёки анил спирт қўшилган қайнаган сув тўлдирилган, сувга ранг берилган. Найчалар сиртига шкала чизилган бўлади.

## 9-БОБ. ГЕОДЕЗИК ТАЯНЧ ТЎРЛАРИ

### 9.1. Давлат геодезик таянч тўрлари ва зичлаштириш тўрлари

Ер юзасида бажарилаётган барча геодезик ўлчашлардан асосий мақсад нукталарнинг ўзаро ҳолатини аниқлаш.

Жойда ўрни узоқ вақт сақланадиган қилиб махсус қурилма ёки мустаҳкам қозик билан белгиланган планли координатаси ёки абсолют баландлиги аниқланган нуктага геодезик таянч пункти (ГТП) дейилади. Бундай нукталар йиғиндиси геодезик таянч тўрини ташкил этади. Планли координатаси маълум бўлган таянч пунктга планли таянч пункти (ПТП), абсолют баландлиги маълум бўлган таянч пунктга баландлик таянч пункти (БТП) дейилади, шунга қараб геодезик таянч тўрлари планли ва баландлик таянч тўрларига бўлинади.

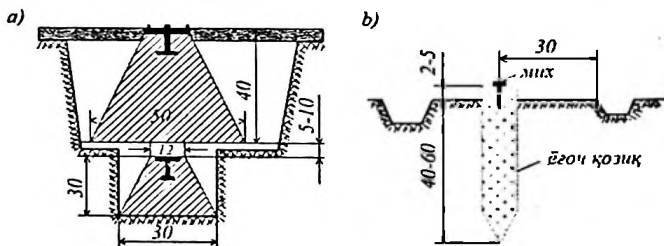
Геодезик таянч тўрларини (ГТТ) барпо этиш “умумийликдан хусусийликка” қараб барпо этилади. Сийрак жойлашган таянч нукталар юқори аниқликда ўлчаниб, базавий тўр ҳосил қилиниб, сўнгра шу тўр асосида аниқлик жиҳатидан базавий тўрдан кичик бўлган тўрлар ҳосил қилинади.

Шуни таъкидлаш жоизки аниқлиги тенг ёки ундан паст бўлган таянч пунктларига таяниб унга тенг ёки ундан юқори аниқликдаги тўр ҳосил қилинмайди. Таянч пунктларининг зичлиги талаб этилаётган геодезик ишларга боғлиқ. Давлат геодезик тўри (ДГТ)  $X$ ,  $Y$ ,  $H$  координаталари маълум бўлган пунктлар мажмуасидан иборат бўлиб, пунктлар мамлакат ҳудудида бир текисликда жойлашган бўлиши зарур. ДГТ топографик геодезик ишларни бажаришда базавий тўр ҳисобланади.

Планли давлат геодезик тўри астрономик ёки геодезик ўлчаш ёрдамида барпо этилиши мумкин. Астрономик усулда ҳар бир пункт координатаси астрономик кузатишлардан фойдаланиб, бир-бири билан боғланмаган ҳолда алоҳида-алоҳида аниқланади. Геодезик усулда бир нечта бошланғич таянч қолган пунктларнинг координаталари жойда бажарилган геодезик

ўлчашлар асосида ҳисоблаб чиқарилади. Баландлик геодезик тўр геометрик нивелирлаш усулида барпо этилади.

*Зичлаштириш геодезик тўри.* Инженер кидирув, лойиҳалаш ва қурилиш ишларини бажариш учун давлат геодезик тўрининг зичлиги етарли бўлмайди, бундан ташқари айрим ҳудудларда 3, 4-класс давлат геодезик тўрлари ҳали барпо этилмаган бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда геодезик зичлаштириш тўрлари барпо этилади. IV класс 1 ва 2 разрядли трилатерация ва полигонометрия, IV класс ва техникавий нивелирлаш тўрлари геодезик зичлаштириш тўрларига киради. 1-разряд триангуляция томон узунликлари 2-5 км, 2 разрядда 0.5 км дан 3 км гача, бурчакни ўлчашда ўртача квадратик хато чеки  $\pm 5''$ , 2 разрядда  $\pm 10''$ . Чиқиш томонининг нисбий хатолиги 1-разрядда 1:50000, 2 разрядда 1:20000 дан катта бўлмаслиги керак. 1 разряд полигонометрия томон узунлиги ўлчашдаги нисбий хатолик 1:10000, 2 разряд эса 1:5000 дан катта бўлмаслиги ва бурчак ўлчашдаги ўртача квадратик хатолик мос равишда  $\pm 5''$  ва  $\pm 10''$  дан катта бўлмаслиги керак. Техникавий нивелирлаш йўли полигонида нисбий баландликлар боғланмаслиги  $\pm 50\sqrt{L}$  мм. дан ( $L$  - йўл узунлиги км. да) катта бўлмаслиги керак. Зичлаштириш тўри пунктларининг баландликлари геометрик ёки тригонометрик нивелирлаш орқали аниқланади. Зичлаштириш тўри давлат геодезик тўри пунктларига таянади.

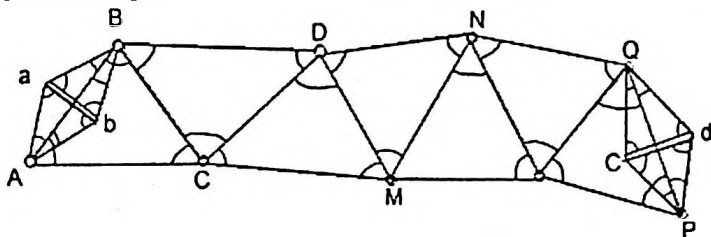


9.1 - шакл. 1 ва 2 - разрядли маркази (а); планли ва баландлик тармогини маҳкамлаш белгиси (б).

Агарда ҳудудда ДГТ пунктлари бўлмаса унда зарур бўлган ҳолларда мустақил тўрлар барпо этилади, ксйинчалик ДГТга уланиши мумкин. Зичлаштириш тўри пунктларини маҳкамлаш белгилари (9.1-шакл)да келтирилган.

## 9.2. Плани давлат геодезик тўрлари. Триангуляция, трилатерация ва полигонометрия усуллари

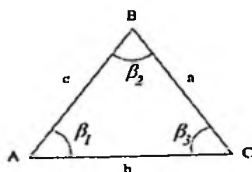
Плани давлат геодезик тўрлари (*ПДГТ*) триангуляция, трилатерация, полигонометрия ва уларнинг комбинациялари усулида барпо этилади. *Триангуляция* (9.2-шакл) учбурчаклар қатори ёки тўри шаклида барпо этилади. Учбурчакларнинг барча бурчаклари ва учбурчак қаторининг боши ва охиридаги томон узунликлари аниқланади (9.2-шаклда *AB* ва *PQ*). Бу томонлар узунлиги икки хил усулда аниқланиши мумкин: базис тўридан ёки бевосита ўлчаш билан. Базис тўри *Aa Bb* румб шаклида бўлиб, унинг қисқа диагонали *ab* базиси ва барча бурчаклари ўлчанади. Ўлчаш натижаларидан фойдаланиб *AB* диагонали ҳисоблаб топилади, бу томонга *триангуляциянинг чиқиш томони* дейилади. Чиқиш томонидан ва ўлчанган бурчаклардан фойдаланиб (синуслар теоремасини қўллаб), қолган томонларнинг узунликлари ҳисоблаб топилади [6]. Астрономик кузатишлар орқали *A* пунктнинг географик координаталари *AB* томоннинг азимути аниқланган бўлса, қолган пунктларнинг координаталарини ҳисоблаб топиш мумкин.



9.2 - шакл. Триангуляция қатори

Астрономик кузатишлар оркали чиқиш томонларнинг учларида кенглик ва узоклиги аниқланган пунктларга *Лаплас пунктлари* дейилади. Учбурчаклар катори ёки тўрида учбурчакларнинг барча томонларининг узунликлари ўлчанган бўлса, бундай тўрга *трилатерация* дейилади. Учбурчакларнинг бурчаклари косинуслар теоремаси ёки тангенс ярим бурчаклар формулаларидан фойдаланиб, ҳисоблаб топилади.

*Трилатерация усули.* Масофа ўлчаш учун радиоэлектроника воситалари қўлланилмоқда, бу эса геодезик таянч шахобчаларини ҳосил этишнинг янги *трилатерация* усулини келтириб чиқаради.



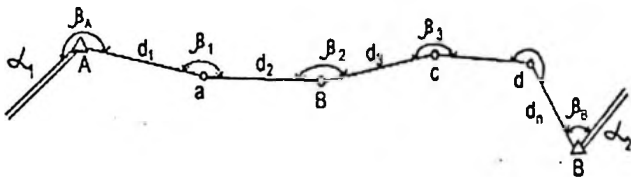
9.3-шакл. Трилатерация схемаси

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{(p-b) \times (p-c)}{p \times (p-a)}}, \quad \cos = \pm \frac{a^2 + b^2 + c^2}{2bc}, \quad 2p = a + b + c. \quad (9.1)$$

Бу усулда қатор учбурчакларнинг томонлари светодаль-номер ва радиодальномер билан ўлчанади:

*Полигонометрия* усулида координаталари аниқланадиган пунктларни тугаштирувчи чизикнинг узунлиги ҳамда тугаш чизиклар орасидаги горизонтал бурчаклар ўлчанади.

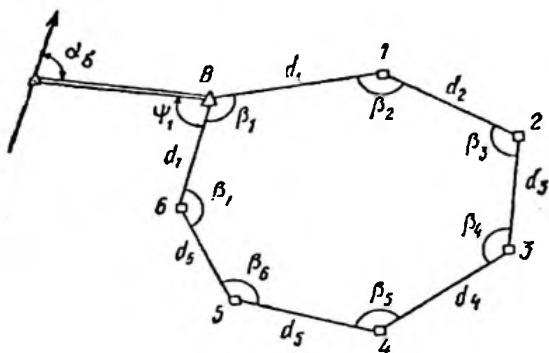
*Очиқ полигонометрия* йўли одатда координаталари маълум бўлган иккита таянч пункт оралигида ўтказилади.



9.4-шакл. Полигонометрия йўли

Агар  $A$  ва  $B$  пункт координатлари  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  дирекцион бурчаклари аниқланган бўлса, қолган пунктларни координатлари ҳисоблаб топилади.

Ёпиқ полигонометрия йўли эса координатаси маълум бўлган пунктдан бошланиб яна шу пунктга боғланади. Бир неча полигонометрия йўллари эса полигонометрия шахобчасини ташкил қилади. Триангуляция усули қўлланиб бўлмайдиган районларда масалан, ўрмон, қўллар атрофи, шаҳар аҳоли пунктлари геодезик таянч шахобчаларини қуришда полигонометрия усули қўланилади.



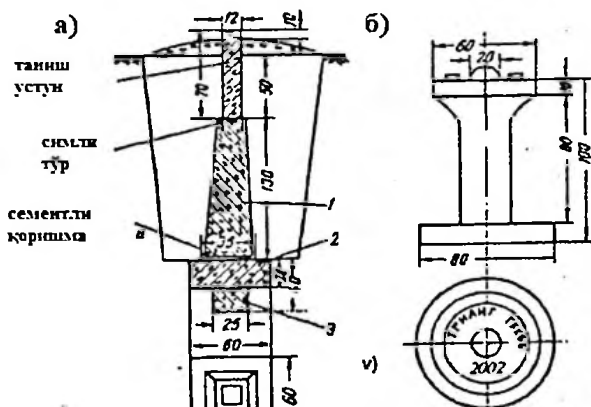
9.5-шакл

Полигонометрия полигон томонларини ўлчаш усулига қараб *магистрал* ва *паралактик* полигонометрияга бўлинади.

### 9.3. Жойда геодезик таянч пунктлари ўрнини белгилаш.

**Пирамида, сигнал, марказ, репер**

Триангуляция, трилатерация ва полигонометрия пунктлари ерда марказ деб аталувчи қурилма билан маҳкамланади (9.6 - шакл) ва ер устида тур, пирамида, оддий ва мураккаб сигналлар билан белгиланади.

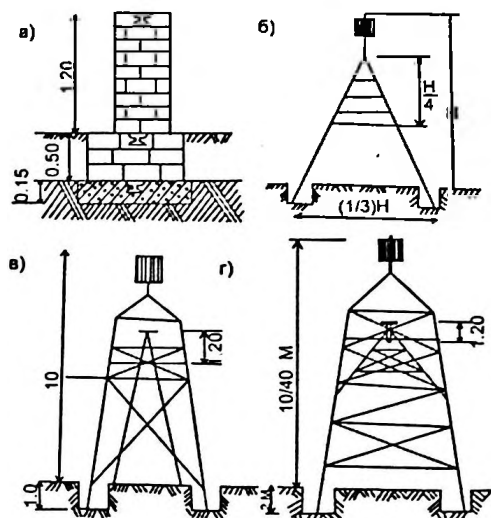


9.6-шакл. Белгилар марказлари: а-пункт маркази; б-чўян марка.

Тўрлар-бу тоғли ерларда қояли, шаҳар шароитида капитал (мустаҳкам) иморатларнинг томига маҳкамланган марка устида тошдан, ғиштдан, бетондан, темир бетондан қурилган бўлади. Геодезик асбоб тур устидаги маркага ўрнатилади. Қояга (томга) маҳкамланган асосий марканинг устига иккинчи (учинчи) маркалар жойлаштирилади (9.6 а - шакл).

Пирамидалар-қўшни пунктларга ердан кўриниши мумкин бўлган очик жойларда қурилади (9.7 б-шакл). Улар уч ёки тўрт қиррали бўлади. Геодезик асбоб штатив ёрдамида пирамида тагига ер остига маҳкамланган марказ устига марказлаштириб ўрнатилади [7].

Сигналлар-баландлиги 4-10 метрлик пирамидадан иборат бўлади. Ташқи пирамида қўшни пунктлардан кузатиш учун, ички пирамида кузатиш асбобини ўрнатиш учун қурилади (9.7 в-шакл).



9.7 - шакл. а-тур; б-пирамида; в-сигнал; г-мураккаб сигнал.

Мураккаб сигналлар баландлиги 10 метрдан 45 метргача бўлиб, ички пирамида ташқисига таянади ва ягона конструкцияни ташкил этади (9.7 г-шакл) Давлат баландлик тўрларининг пунктлари грунтли реперлар, деворий маркалар ва деворий реперлар билан махкамланади (9.9 б - шакл).

Реперлар темир бетон пилотдан ёки асбест цемент трубадан иборат. Пилотнинг юқори қисмига марка цементланади. Белги қазилган қудук ёки чуқурга ўрнатилади.

Давлат планли тўрлари МДХ да ягона мажмуани ҳосил қилади ва тўрт класс аниқлигида барпо этилади. Учбурчаклар звеноларининг узунлиги 200 ÷ 250 км ни ёпиқ полигони 800 ÷ 1000 км ни ташкил этади.

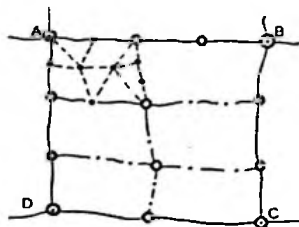
## Триангуляция тўрларида йўл қўярлик хатолар

| Триангуляция класс | Учбурчаклар томонларининг ўртача узунлиги, км. | Бурчак ўлчаш ўртача квадратик хатолиги, $m_p$ | Учбурчакларда йўл қўярлик боғланмаслик, $f_p$ | Чиқиш томонининг аниқлиги |
|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| 1                  | $20 \leq$                                      | $0''7$                                        | $3''$                                         | 1 : 400<br>000            |
| 2                  | $7 \div 20$                                    | $1''$                                         | $3.5''$                                       | 1 : 300<br>000            |
| 3                  | $5 \div 8$                                     | $1.5''$                                       | $5''$                                         | 1 : 200<br>000            |
| 4                  | $2 \div 5$                                     | $2.0''$                                       | $7''$                                         | 1 : 100<br>000            |

2-класс: триангуляция (трилатерация, полигонометрия) тўри 1-класс полигонини учбурчак тўри шаклида тўлдирилади. 3 ва 4 класс пунктлар 1 ва 2 класс учбурчакларига таянган пункт сиғдирмаси (вставкаси) ёки пунктлар системасидан иборат бўлади. 3 ва 4 кл. полигонометрия йўлари томонларини ўлчашда нисбий хатолик 1:200000 ва 1:150000 дан ошмаслиги керак.

## 9.4. Давлат баландлик тўрлари

Давлат баландлик тўри I, II, III, IV-класс нивелирлаш тўрларидан иборат бўлади. I ва II-класс нивелирлаш тўри мамлакат ҳудудида асосий ҳисобланиб, ягона баландлик тизимини ҳосил қилади.



9.8 - шакл. Нивелирлаш тармоги:

1-класс нивелирлаш пунктлари; 2-класс нивелирлаш йўллар;  
3-4-класс нивелирлаш йўллари.

III ва IV - класс нивелирлаш тармоклари топографик планга олиш ва турли инженерлик масалаларини ечиш учун хизмат қилади. I-класс нивелирлаш йўллари асосан мамлакат худудидаги океан ва денгиз сатҳини туташтириши зарур.

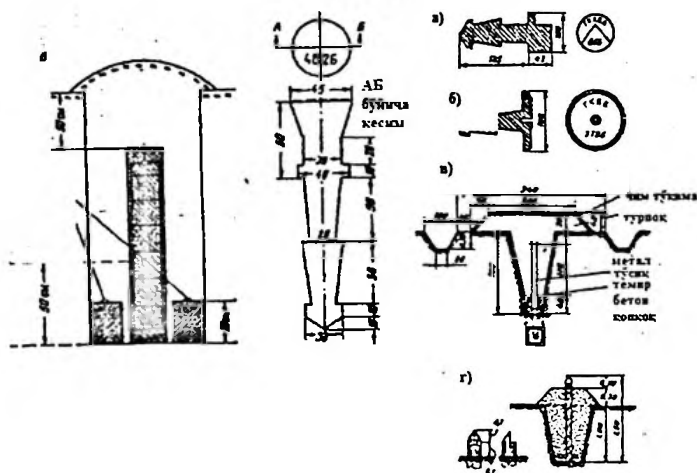
I-класс нивелирлаш тармоклари бир-бири билан кесишиб, ёпиқ полигон ҳосил қилади (9.8- шакл), 1 км йўлда  $\pm 0.5$  мм ўртача квадратик хатоликка йўл қўйиш мумкин, II-класс нивелирлаш йўллари I класс нивелирлаш пунктларидан бошланиб шу класс пунктлари билан тугайди, периметри 500÷600 км ни ташкил этади, 1 км йўлда  $\pm 2.5$  мм ўртача квадратик хатоликка йўл қўйиш мумкин. III-класс нивелирлаш йўллари II класс нивелирлаш полигонлари ичида қурилади ва уни периметри 150÷200 км бўлган 6÷9 бўлакка бўлади. 1 км йўлда  $\pm 5$  мм ўртача квадратик хатоликка йўл қўйиш мумкин. IV-класс нивелирлаш йўли III класс нивелирлаш йўллари тўлдирди ва ўзидан юқори класс пунктларга таянади, 1 км. йўлда  $\pm 10$  мм. ўртача квадратик хатога йўл қўйиш мумкин. III ва IV-класс нивелирлаш йўллари лойihalашда улар 1, 2, 3, 4 класс триангуляция (трилатерация, полигонометрия) пунктларининг баландлигини аниқлайдиган қилиб жойлаштирилади. Давлат баландлик тўрларининг пунктлари грунтли реперлар, деворий маркалар ва деворий реперлар билан маҳкамланади (9.9-шакл) [5].

Грунтли репер темир-бетон пилотдан ёки асбест цемент трубадан иборат. Пилотнинг юкори қисмига марка цементланади. Белги қазилган кудук ёки чуқурга ўрнатилади. Деворий реперлар фундаментал биноларнинг пойдеворига ва маркалар кўприк устунларига ўрнатилади.

Нивелирлашда чекли хатолик I, II, III, IV классларда мос равишда қуйидагиларга тенг:

$$f_{h_I} = \pm 3\text{мм}\sqrt{L}; \quad f_{h_{II}} = \pm 5\text{мм}\sqrt{L}; \quad f_{h_{III}} = \pm 10\text{мм}\sqrt{L}; \quad f_{h_{IV}} = \pm 20\text{мм}\sqrt{L}.$$

$L$ - нивелирлаш йўлининг узунлиги километр бирлигида.

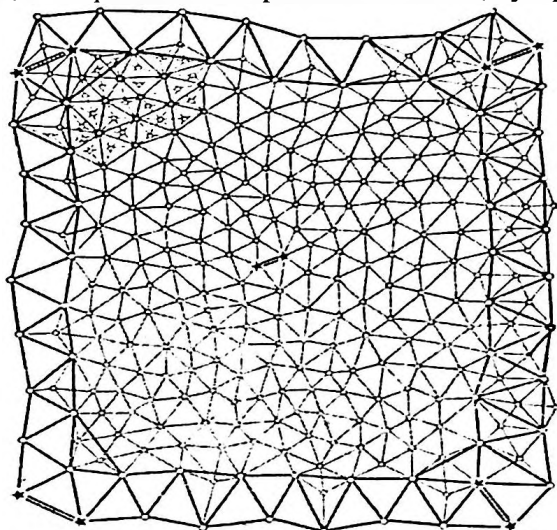


9.9 - шакл. Баландлик тармоғини маҳкамлаш.  
а-деворий репер; б- деворий марка; в-грунтли репер; г-ёғоч репер.

Мамлакатимиздаги нивелирлаш тури пунктларининг баландликлари Болтиқ денгизининг ўртача сатҳини белгиловчи Кронштадт футштокига нисбатан аниқланади ва баландлик Болтиқ системасида деб аталади.

### 9.5. GPS геодезик тўрларини барпо этиш. NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС ва GALILEO навигация тизимлари тўғрисида маълумотлар

Маълум орбиталардаги махсус ер сунъий йўлдошларининг сигналларидан фойдаланиб, нуктанинг координатаси (ўрнини-позициясини)ни аниқлаш янги геодезик технология ҳисобланади. Ҳозирда сунъий ер йўлдошларидан фойдаланиб, координаталарни аниқлашда уч хил баландликдаги орбиталарда учаётган йўлдошлар тизимидан фойдаланилмоқда, булар;



9.10-шакл. Планли давлат геодезик тармоғи

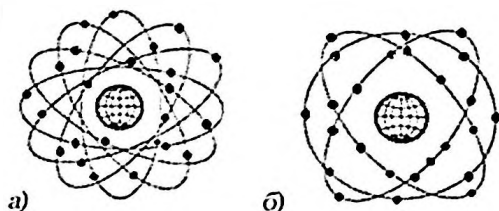
Россиянинг ГЛОНАСС (Сунъий йўлдошлар глобал навигация тизими), Американи NAVSTAR GPS-(масофа ва вақт аниқлашни навигация тизими, координата аниқлашни глобал тизими), Европанинг GALILEO тизимлари. Сунъий йўлдошлардан фойдаланиб, координата (нукта ўрнини) аниқлаш уч сигментдан иборат [4]: Ер йўлдошлари-космик аппаратлар;

ердан назорат қилиш ва бошқариш; қабул қилиш қурилмаси (фойдаланувчи аппаратлари).

*Космик аппаратлар сегменти:* GPS ва ГЛОНАСС тизимларининг ҳар бири 24 та (21 та фойдаланишда ва учтаси захирада) йўлдошдан иборат бўлиб, улар Ер атрофида доиравий орбита бўйича айланади. GPS йўлдошлар орбитаси олти текисликда жойлашган бўлиб, уларнинг ҳар бирида тўрттадан йўлдош мавжуд (9.11- шакл). Орбитани ўртача баландлиги 20180 км бўлиб, Ер атрофи айланиш даври 11 соат 58 минутга тенг. Бу тизимда ернинг ихтиёрий нуктасидан ихтиёрий вақтда қабул қилиш қурилмаси энг камида 4 та йўлдош сигналинини қабул қилиш имкониятига эга. ГЛОНАСС йўлдошлари 3 орбита текислигида Ер атрофини айланади, ҳар бир орбитада 8 тадан йўлдош бўлиб, орбита баландлиги 19150 км айланиш даври 11 соат 16 минутни ташкил этади. Европанинг GALILEO тизими 30 йўлдошдан иборат бўлиб, улардан 3 таси захирада, Ер атрофини 23200 км баландликда экватор текислигига нисбатан  $56^\circ$  қиялик бурчагида бўлган уч орбитал текисликда айланади. Ушбу йўлдошлар тизимидан бир вақтда фойдаланилганда Ер шарини тўлиқ қоплаган ҳолда фойдаланувчиларга 70 та космик аппарат хизмат қилади. Ҳар бир йўлдошга қуёш батареяси, қабулловчи - узатувчи аппаратлар, частота ва вақт эталони, борт компьютерлари, лазер дальномерлари учун акселерометрлар ўрнатилади.

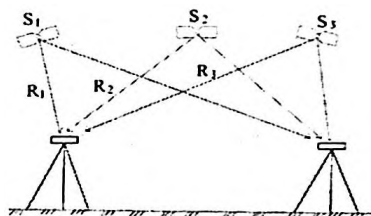
*Ердан назорат қилиш ва бошқариш сегменти:* йўлдошларни кузатиш станцияси, аниқ вақт хизмати, бош станцияда жойлаштирилган ҳисоблаш маркази ва йўлдош бортини маълумотлар билан юкловчи станциядан иборат бўлади. Сутка давомида икки марта, кузатиш пунктидан лазер дальномери ёрдамида ҳар бир йўлдошгача бўлган масофалар ўлчанади. Орбитадаги йўлдошлар ҳолати тўғрисида йиғилган маълумотлар ҳар бир йўлдошнинг борт компютерига узатилади. Йўлдошлар фойдаланувчиларга ўлчаш учун зарур бўлган радио сигналлар, вақт маълумотлари ва ўзининг координаталарини узлуксиз етказиб туради.

*Қабул қилиш сегменти:* йўлдош приёмниги, бошқарув антеннаси, истеъмол манбаи ва бошқа ёрдамчи қурилмалардан иборат.



9.12- шакл. Сунъий йўлдошлар туркуми:  
а- NAVSTAR GPS; б- ГЛОНАСС

Ер сатҳидаги нукталарнинг координаталарини йўлдошлар ёрдамида аниқлаш, йўлдошлардан қабулловчи қурилмаларнинг узоклигини радио дальномер ўлчашлари оркали аниқлашга асосланган.



9.12 - шакл. Сунъий йўлдошлар туркуми ёрдамида пункт (нуқта) координатасини аниқлаш схемаси.

Агарда 3 та йўлдошларни  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  узокликлари ўлчанса, (9.12-шакл) йўлдошларни шу вақтдаги координаталари маълум бўлса, у ҳолда чизикли-фазовий кесиштириш усулида  $P$  қабулловчи қурилмалар турган нукта координатасини аниқлаш мумкин. Йўлдошлардаги соатларни синхрон юрмаслиги оқибатида йўлдошлар орасидаги аниқланган масофалар ҳақи-

кий масофалардан фарк қилади. Бундай хатоликка эга бўлган масофалар “сохта узоклик” деб номланади. Координаталарни аниқлашда бундай хатоликлардан холи бўлиш учун бир вақтнинг ўзида 4 тадан кам бўлмаган йўлдошларни кузатиш зарур бўлади. Йўлдошлар ёрдамида координаталарни аниқлаш координата боши ер массасини марказида бўлган тўғри бурчакли Гринвич фазовий координаталар системасида ишлайди. GPS тизимида дунё геодезик системаси WGS-84 (World Geodetic System, 1984 й.) координаталар системасидан ГЛОНАСС да ПЗ-90 (параметр земли, 1990 й.) координаталар системасидан фойдаланилади. Иккала координата системалари бир-биридан мустақил ҳолда юқори аниқликдаги геодезик ва астрономик кузатишлар натижасида қабул қилинган. Бу координата системалари турли эллипсоидларга асосланган ва турли ҳудудлар бўйича ориентирланган бўлганлиги учун ер юзасидаги бир нуқтанинг геодезик ва тўғри бурчакли координаталари бир-бирига мос келмайди. Ҳозирда ишлатилаётган замонавий қабулловчи қурилмалар GPS йўлдошлари билан ишлайди. Шу сабабли нуқталар координаталари WGS-84 системасидан олинади [14]. Ҳар бир давлат ўз координата системасига ёки маҳаллий координата системасига ўтмоқчи бўлса, у ҳолда трансформацияловчи дастурдан фойдаланиб координаталар қайта ишланади. Қуйида GPS йўлдошларидан келувчи тўлқинларни қабул қилувчи антенналар кўрсатилган.



*GNSS-приемник. Trimble R12i*



*RTK-база. Leica GS16*



*RTK-ровер. Trimble R12 LT GNSS-приемник. Trimble R8s.*



*GNSS-приемник. Leica GS10*

*GNSS-приемник. Leica GS16*

### *9.13 - шакл. GNSS-приемниклар*

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида 2005-2007 йилларда юқори аниқликдаги йўлдошли геодезик тўри (ЙГТ-0) қурилди. Бошланғич китоб пунктини ҳисобга олганда у 20 та пунктдан иборат. Китоб пункти дунё космик тўрига киритилганлиги сабабли унинг эфемеридаси ҳар суткада интернетда бериб борилади. ЙГТ-пунктлари Ўзбекистон Республикаси ҳудудида бир текисда жойлаштирилган бўлиб, улардан фойдаланиб топографик-геодезик, кадастр ва ер ўлчаш ишларини бажарилади, геодезик тўрларни зичлаштириш пунктларининг координатлари ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси ҳудудида 1990 йилгача барпо этилган тўрнинг 14145 та пункти мавжуд.

## 9.6. План олиш тўрлари ҳақида умумий тушунча

Территориянинг топографик планини олиш учун триангуляция, полигонометрияга асосланиб, план олиш шахобчалари қурилади.

План олиш шахобчаси триангуляция усулида қурилса-аналитик шахобча полигонометрия усулда қурилса, *теодолит йўли* деб аталади.

Баландлик план олиш шахобчалари техник ва геодезик нивелирлаш усулларида қурилади. Планли ва баландлик план олиш шахобчалари биргаликда ёки алоҳида-алоҳида қурилиши мумкин. План олиш шахобчаларининг зичлиги план олиш масштабига боғлиқ. План олиш шахобчалари давлат геодезик таянч шахобчалари ва маҳаллий шахобчалар пунктлари билан биргаликда 1:5000 масштабли план олишда ҳар 1 км<sup>2</sup> жойга 4 та, 1:2000 масштабли план олишда 16 та пункт тўғри келадиган қилиб қурилади. 1:500 масштабли план олишда пунктлар сони жой шароитига боғлиқ бўлиб, рекогносцировка вақтида аниқланади.

План олиш шахобчалари ёки маҳаллий геодезик таянч шахобчалари пунктларига боғлаб қурилади. План олиш шахобчаларини қуриш усули жойнинг шароитига ҳамда план олиш шахобчасининг қандай мақсадда қурилишига қараб танланади. Ўзлаштирилмаган паст-баланд жойларда, очиқ жойларда аналитик шахобчалар, ўзлаштирилмаган, дарахтлар ўсиб ётган жойларда, бино бор жойларда теодолит йўли ўтказилади.

Теодолит йўли ва *аналитик шахобчалар* пунктларининг координаталари жойда бурчак ўлчаш ва масофа ўлчаш натижаларига асосланиб чиқарилади.

План олиш шахобчалари барча масштабда планлар олиш учун бевосита асос бўлиб ҳисобланади. План олиш шахобчаларини ҳосил қилиш учун теодолит йўли, мензула йўли, геометрик шахобча, тўғри ва тескари кесилтириш усулларидадан фойдаланилади.

*Теодолит йўлини лойиҳалаш, рекогносцировка қилиш ва теодолит йўли нуқталарини маҳкамлаш.* Теодолит йўли

лойихаси йирик масштаби топографик карта, планда ёки жойнинг кўз билан чамалаб чизилган хомаки планида (схематик чизмасида) лойихаланади. Теодолит йўлининг томон узунлик-лари 350 метрдан катта ва 20 метрдан кичик бўлмаслиги керак. План олиш (съемка қилиш) масштабига боғлиқ равишда теодо-лит йўлининг узунлиги 9.2-жадвалда келтирилган узунликдан катта бўлмаслиги керак.

### 9.2-жадвал

*Йирик масштаби план олишда теодолит йўли узунлиги*

| План олиш<br>масштаби | Теодолит йўли узунлигининг чеки, км да |                       |
|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|
|                       | Ўзлаштирилган жойда                    | Ўзлаштирилмаган жойда |
| 1:500                 | 0.8                                    | 1.2                   |
| 1:1000                | 1.2                                    | 1.8                   |
| 1:2000                | 2.0                                    | 3.0                   |
| 1:5000                | 4.0                                    | 6.0                   |

Осма йўл тарзида ўтказиладиган теодолит йўлининг узунлиги 9.3-жадвалда берилган [6]. Боши ва охирида теодолит йўли нуқтасига таянган теодолит йўлига “диагональ йўл” дейилади. Бундай йўлнинг аниқлиги таянган теодолит йўлга нисбатан бир поғона паст бўлади.

### 9.3-жадвал

*Осма теодолит йўлининг узунлиги*

| План<br>масштаби | Осма йўлнинг чекли узунлиги, км да                 |                                               | Ўзлаштирилмаган жойда бир бурилишли осма йўл |
|------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                  | Ўзлаштирилган жойда энг кўпи уч бурилишли осма йўл | Ўзлаштирилган жойда иккита бурилишли осма йўл |                                              |
| 1:500            | 100                                                | -                                             | 150                                          |
| 1:1000           | 150                                                | -                                             | 150                                          |
| 1:2000           | 200                                                | 300                                           | -                                            |
| 1:5000           | 350                                                | 500                                           | -                                            |

## 9.7. Рекогносцировка

Планга олинадиган жойни кўздан кечириш йўли билан жойни батафсил ўрганишга *рекогносцировка* дейилади. Рекогносцировка жарёнида теодолит йўлини лойихага мувофиқ ўтказиш мумкин ёки мумкин эмаслиги ҳамда геодезик таянч пунктлари бор-йўклиги (сақланганлиги) аниқланади. Лойихада берилган йўналишда теодолит йўлини ўтказиш мумкинлиги ва бурилиш нуқталарининг жойлашиши аниқлаштирилади.

Теодолит йўли қуйидаги талабларга жавоб бериши керак: 1) теодолит йўлининг кетма-кет жойлашган пунктлари (нуқталари) бир-биридан кўриниши; 2) теодолит йўлининг томонлари масофани ўлчаш қулай бўлган жойлардан ўтиши; 3) теодолит нуқталари (пунктлари) учун қоқилган белгилар мустаҳкам ўрнашадиган ва узоқ сақланадиган жой таңланиши; 4) теодолит пунктлари бир хил тартибда номерланиши лозим; 5) теодолит нуқтасидан (пунктидан) атрофдаги тафсилотлар яхши кўриниши зарур.

Рекогносцировка натижаларига асосланиб, теодолит йўлини ўтказиш схемаси ва иш плани тузилади. Теодолит йўлининг нуқталари жой характериға боғлиқ ҳолда темир қозик, мих, диаметри 2-3 см ли металл труба, ёғоч қозик ва симёғоч билан маҳкамланиши мумкин. Ёғоч қозик ва симёғоч учига марказ сифатида мих қоқилади.

Планга олишда ва режалаш ишларида теодолит йўли мустақил йўл сифатида фойдаланилса унда, ҳар бешинчи нуқтаси узоқ вақт сақланадиган марказ билан маҳкамланади. Нуқталарни жойда маҳкамлаб кетаётганда бу нуқталар жойлашган ҳудуднинг ҳомаки плани (кроки) ҳам чизиб борилади ва жойдаги аниқ тафсилотларни камида учтасига боғланади, яъни пунктдан тафсилотларгача (бинолар бурчаги, электр ўтказгич столбалар ва ҳақозо) бўлган масофалар ўлчаниб, ёзиб қўйилади.

*Теодолит йўлини ўтказиш вақтидаги ўлчаш ишлари. Бурчакларни ўлчаш.* Теодолит йўлининг бурилиш бурчаклари техникавий аниқликда теодолит ёрдамида тўлиқ приёмда ўлчанади. Ҳар бир ярим приёмда теодолит лимби тахминан  $90^\circ$

га бурилади. Бурчак ўлчашда теодолит нуктасига веха, агар теодолитдан нуктагача масофа қисқа бўлса ёки жой текис бўлса, веха ўрнига шпилка ўрнатса ҳам бўлади. Веха теодолит турган нукта билан кузатилаётган нукта орқасига створ бўйича ўрнатилиши лозим. Бурчак ўлчашда ҳар ярим приёмдаги ўлчаш натижаларининг фарқи теодолитнинг иккиланган аниклигидан катта бўлмаслиги керак. Теодолит йўлини фақат бир томондаги бурилиш бурчаги, яъни чап ёки ўнг бурчаги ўлчанади. Ўлчаш натижалари махсус журналга ёзиб борилади (9.3-жадвал). Теодолит йўлининг томон узунликлари тўғри ва тескари йўналишда ёки иккита асбоб билан тўғри йўналишда ўлчанади. Томон узунликларини ўлчаш учун 20 метр пўлат лента, 20-50 метрли рулетка ёки талаб этилган аникликка жавоб берадиган дальномерлардан фойдаланилади. Ўлчаш асбобининг узунлиги номинал узунлигидан 1:10000 га фарқ қилса, у ҳолда ўлчаш натижасига компорирлаш тузатмаси киритилади [6]. Ўртача шароитдаги ўлчаш натижаларининг фарқи (тўғри ва тескари ўлчашда) қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$\frac{|D_{ТО} - D_{ТЕ}|}{D} \leq \frac{1}{2000} \quad (9.2)$$

Бунда:  $D_{ТО}$ -тўғри йўналишда ўлчанган,  $D_{ТЕ}$ -тескари йўналишда ўлчанган масофа узунлиги.

9.4 – жадвал

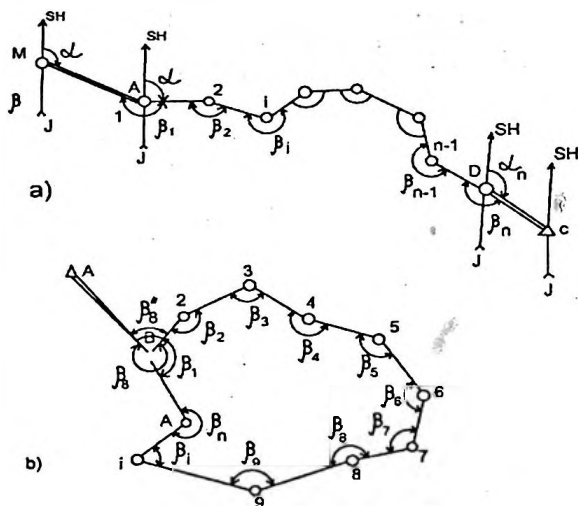
Теодолит йўлининг бурчакларини ўлчаш журнали  
(2Т30теодолит)

| Нукталар |                             | Горизонтал доирадан олинган саноклар | Бурчак  | Ўртача бурчак |
|----------|-----------------------------|--------------------------------------|---------|---------------|
| Станция  | Визирлаш ва доиравий ҳолати |                                      |         |               |
| В        | С                           | 249° 54'                             | 68° 17' | 68°17'30"     |
|          | ДЎ                          | 181° 37'                             |         |               |
|          | А                           | 341° 20'                             | 68° 18' |               |
|          | С                           | 272° 52'                             |         |               |
|          | ДЧ                          |                                      |         |               |
|          | А                           |                                      |         |               |

Теодолит йўли томонларининг қиялиги теодолит вертикал доираси ёрдамида доиранинг бир ҳолатида (мисол учун доира ўнг “ДЎ”) ўлчанади ёки эклиметр ёрдамида тўғри ва тескари йўналишда ўлчанади.

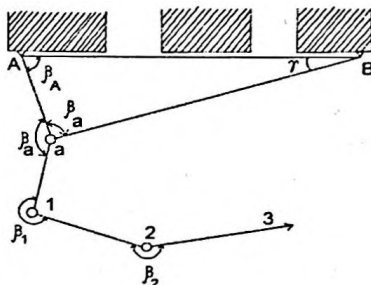
### 9.8. Теодолит йўлини геодезик таянч пунктларига боғлаш

Биринчи усул. (9.14 а -шакл) бошланғич  $A$  ва охириги  $D$  нукталар геодезик таянч тўри нукталари бўлиб, уларнинг координаталари маълум. Бу нукталардан яна бир геодезик таянч пункти кўриниши зарур, мисол учун  $A$  дан  $M$ ,  $D$  дан  $C$  кўриниши керак.  $AM$  ва  $DC$  йўналишларнинг дирекцион бурчаклари бошланғич (қаттиқ) деб аталади.  $A$  ва  $D$  пунктларга ёндош  $\beta_1$  ва  $\beta_n$  бурчаклар ўлчанади (9.14 б-шакл). Ёпиқ полигон учун бошланғич ва охириги таянч пункти битта, мисол учун  $B$ , шу сабабли ёндош  $\beta_B$  ва ўлчаш натижасини текшириш учун  $\beta''_B$  бурчаклар ўлчанади.



9.14 - шакл. Теодолит йўллари

**Иккинчи усул.** Теодолит йўли таянч тўрлари яқин жойдан ўтган бўлса, у ҳолда уни геодезик таянч пункт билан боғлаш учун қўшимча теодолит йўли ўтказилиб, энг яқин геодезик таянч пункти билан уланади.



9.15 - шакл. Теодолит йўлини боғлаш

**Учинчи усул.** Теодолит йўли бино ва иншоотларнинг дворида маҳкамланган геодезик таянч пунктлари олдидан ўтган бўлса (9.15-шакл), у ҳолда  $A$  ва  $B$  пунктлар координаталаридан фойдаланиб,  $AB$  томоннинг узунлиги ва бу томон дирекцион бурчаги ҳисоблаб топилади.  $Aa$  ва  $Ba$  масофалар ва  $\beta'_a, \beta_a$  бурчаклар ўлчанади;  $\beta_a$  бурчак ва назорат учун  $\gamma$  бурчак ҳисоблаб топилади.

Теодолит йўли нукталарини таянч тўрнинг пунктларига боғлашни текшириб кўриш учун теодолит йўлининг боғланаётган томонининг дирекцион бурчаги икки марта ҳисоблаб чиқилади.

### 9.9. Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ва теодолит йўли пунктларининг координаталарини аниқлаш

Теодолит йўли натижаларини ҳисоблаш, ўлчаш натижалари (журналлари) ни текшириш ва қайта ишлаш, теодолит йўли схемасини тузиш ва пунктлар координаталарини аниқлаш ишларини ўз ичига олади.

*Ўлчаши натижалари (журналлари)ни текшириши.* Тўлдирилган журналларни текширишда бурчак ва масофа ўлчаши натижалари қайта ҳисоблаб кўрилади. Шу мақсадда теодолитдан олинган санокларнинг ўртачаси, бурчакларни ярим приёмларда ўлчаши натижалари ҳамда бурчаклар қийматининг тўғри ҳисобланганлиги текширилади. Ўлчанган магнит азимутларига асосланиб бурилиш бурчаклари ҳисобланиб кўрилади. Шунингдек теодолит йўли томонларининг тўғри ва тескари йўналишда беҳато ўлчанганлиги ҳам текшириб кўрилади. Текширилган қийматлар сиёҳ ёки қизил қаламда белгилаб қўйилади. Ҳисобларда хатога йўл қўйилганлиги аниқланса, хато чизилиб, устига тўғриси ёзилади. Бурчак, масофани ўлчашда рўй берган хатолар чекли хатодан катта бўлса, қайси бурчак ёки масофани қайта ўлчаши кераклиги журналнинг эслатма устунига ёзиб қўйилади.

*Ўлчаши натижаларини ҳисоблаши.* Ўлчаши натижаларини ҳисоблашда, дастлаб, теодолит йўли томонларининг горизонтал проекцияси аниқланади. Теодолит йўли томонларининг қиялик бурчаги  $1,5^0$  дан катта бўлганда бу томонларнинг қиялигига тузатиш киритилади. Шундан кейин теодолит йўлининг бевосита ўлчаб бўлмайдиган томонининг узунлиги ҳисоблаб чиқилади ва геодезик таянч пунктларига боғланган теодолит йўли пунктининг координаталари аниқланади.

*Теодолит йўли схемасини тузлиши.* Теодолит йўлининг схемаси бурилиш бурчакларининг қийматлари ва томонларнинг узунлигидан фойдаланиб миллиметрларга бўлинган қоғозга ихтиёрий масштабда чизилади. Схемада таянч пунктлар, уларнинг координаталари ҳамда дирекцион бурчаклари, теодолит йўли пунктлари ва томонларнинг узунлиги (1 см. аниқликкача яхлитланиб), бурчаклар қиймати (0,1гача яхлитланиб) кўрсатилади ҳамда бурчак ўлчаши натижалари хатоси ёзилади. Теодолит йўли схемасидаги барча қийматлар текширилиб кўрилган, аниқ ва тўғри бўлиши керак. Чунки кейинги ҳисоблашда шу қийматга асосланади.

*Теодолит йўли пунктларининг координаталарини ҳисоблаши.* Теодолит йўли ёпиқ полигон ёки очик полигон

бўлганлигидан, пунктларнинг координаталарини ҳисоблаш бир-биридан биров бўлса ҳам фарқ қилади.

*Ёпиқ полигон пунктларининг координаталарини ҳисоблаш.* Ёпиқ полигон пунктларининг координаталари қуйидаги тартибда кетма-кет ҳисоблаб чиқарилиб, махсус журналга ёзилади.

Журналга дирекцион бурчаги маълум бўлган томоннинг бошланғич нуқтасидан бошлаб пунктлар номери ёзилади. Шу билан бирга-ўлчанган бурчакларнинг ўртача қийматлари, теодолит йўли томонларининг горизонтал проекциялари, маълум дирекцион бурчак ҳамда бошланғич таянч пунктнинг маълум координаталари теодолит йўли схемасидан кўчирилиб ёзилади.

#### **9.10. Тахеометрик йўл. Тахеометрик йўл ўтказишдаги геодезик ишлар**

Кесим баландлиги  $1\text{ м}$  дан зиёд бўлган топографик план олиш учун баландлик тўрлари ҳосил қилишда тахеометрик йўллар қўлланилади.

Тахеометрик йўллар теодолит йўллари каби ўтказилади. Уларнинг бир-биридан фарқи шуки, теодолит йўли ўтказилганда масофа пўлат лента билан, тахеометрик йўлларда эса дальномер билан ўлчанади. Бундан ташқари, тахеометрик йўллар пунктларининг отметкалари тригонометрик нивелирлаш усулида аниқланади. Тахеометрик йўллар ёпиқ полигон кўринишида ёки иккита геодезик таянч пункти оралиғида ўтказилади, узунлиги план олиш масштабига боғлиқ бўлади.

Масалан, масофа ипли дальномер билан ўлчаниб,  $1:10000$  масштабли план олишда тахеометрик йўлнинг узунлиги -  $2,8\text{ км}$ . дан,  $1:5000$  масштабли план олишда -  $1,4\text{ км}$  дан,  $1:2000$  масштабли план олишда эса  $0,6\text{ км}$  дан ошмаслиги керак. Дастлаб тахеометрик йўлнинг лойиҳаси тузилади. Жойни рекогносцировка қилганда лойиҳа текширилади ва аниқликлар киритилади.

Тахеометрик йўлни ўтказиш вақтида масофа дальномерлар билан ўлчанганлигидан, масофани ўлчаш ноқулай бўлган

жойларда ҳам тахеометрик йўлдан фойдаланиш мумкин. Нукталар баландлигини аниқ узатиб бериш учун полигон томонларининг узунлиги 200-250 м қилиб олинади.

Тахеометрик йўлнинг бурилиш ва вертикал бурчаклари теодолит-тахеометр билан тўлиқ приёмда, томонлар узунлиги эса дальномер билан тўғри ва тескари йўналишда ўлчанади. Тахеометрик йўл ўтказиш натижалари махсус журналга ёзиб борилади. Ҳар бир станцияда бажариладиган ўлчаш ишлари ва журнални тўлдириш тартиби қуйидагича:

1) тахеометр станцияга ўрнатилади, баландлиги рулетка билан ўлчанади. Нисбий баландлик  $h = dtg \alpha$  формула ёрдамида аниқланса, тахеометрнинг баландлиги нукталарга ўрнатилган рейкага белгилаб қўйилади. Қараш трубаси кетинги нуктадаги рейкага визирланади ва горизонтал доирадан санок олинади. Нисбий баландлик  $h = dtg \alpha + i - l$  формула ёрдамида аниқланиши керак бўлган ҳолларда вертикал бурчакни ўлчашда қараш трубаси иплари тўрининг горизонтал ипи рейканинг бирор маълум баландлигига ёки учига тўғирланиб, вертикал доирадан санок олинади. Горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш билан бирга, полигон томонларининг узунлиги ҳам ўлчанади.

2) тахеометрнинг қараш трубаси олдинги нуктадаги рейкага визирланади. Бунда ҳам горизонтал ва вертикал доиралардан ҳамда дальномер бўйича саноклар оlinиб, журналнинг тегишли устунларига олдинги нукта номери тўғрисида ёзилади;

3) қараш трубаси зенит бўйича айлантирилиб вертикал доира чап томонга ўтказилади ва иккинчи ярим пирёмда аввало кейинги сўнгра олдинги рейкаларга қаралиб, горизонтал ва вертикал бурчаклар ҳамда масофа ўлчанади. Бунда санок рейканинг қизил томонидан олинади.

4) станцияда ўлчаш иши тамом бўлгач, горизонтал ва вертикал бурчаклар ҳисоблаб чиқарилади ва ўлчаш натижалари текширилади;

5) 1-станцияда ўлчаш ишлари тўғри бажарилганлиги аниқлангач, тахеометр 2-станцияга кўчирилади ва айтиб ўтилган ишлар такрорланади;

6)2-станцияда ишлар бажарилиб, натижалар текширилгач, масофа ва нисбий баландликни тўғри ҳамда тескари йўналишда ўлчаш фарқи йўл қўйиладиган миқдорда эканлиги аниқланади. Масофани ўлчаш фарқи 1:200 дан, нисбий баландликни ўлчаш фарқи қуйидагидан катта бўлмаслиги керак:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm 4 \text{ см} \frac{d}{100}, \quad (9.3)$$

бу ерда:  $d$ - полигон томонининг узунлиги.

Тахеометрик йўл пунктларининг координатлари теодолит йўли пунктларининг координатлари каби ҳисоблаб чиқарилади. У техникавий нивелирлашдаги каби ҳисоблаб чиқарилади.

Нисбий баландликларнинг чекли хатоси қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$\Delta h_{\text{чек}} = \pm \frac{0.03 P}{\sqrt{n}}, \quad (9.4)$$

формулада  $P$ -полигон томонларининг периметри,  $m$ ;  $n$ -полигон томонларининг сони.

Нисбий баландликлар хатоси йўл қўйиладиган даражада бўлса, тахеометрик полигон томонларининг узунлигига пропорционал тарқатилади. Полигон томонларининг ҳар бирига киритиладиган тузатиш қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$V_h = \frac{\Delta h}{P} = d_i$$

Тузатишлар йиғиндиси тескари ишора билан нисбий баландликлар хатосига тенг бўлиши керак. Тузатишлар ўртача нисбий баландликларга қўшилса, тузатилган нисбий баландликлар келиб чиқади.

Тахеометрик йўл пунктларининг отметкалари аниқланади. Шу вақтда охириги таянч пунктнинг отметкаси, ёпик полигонда эса бошланғич пунктнинг отметкаси келиб чиқса, ҳисоб тўғри бўлади.

## 10-БОБ. АРХИТЕКТУРАВИЙ ЎЛЧАШ ИШЛАРИДА ГЕОДЕЗИК УСУЛЛАР

### 10.1. Меъморий обидаларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишлари ва уларни бажаришга қўйиладиган асосий талаблар

Меъморий обидаларни таъмирлаш мақсадида уларнинг ўлчамларини аниқлаш ишлари вазифаларига кўра қуйидагиларга бўлинади:

- схематик (эскизли) ўлчам олиш;
- меъморий ўлчам олиш;
- меъморий-археологик ўлчам олиш.

Схематик ўлчам олиш ишлари меъморий обидани аниқлаш жараёнида ва дастлабки таҳлил қилишда бажарилади. Бунда иншоотнинг асосий ўлчамлари ва режалаш структураси (тузилиши) аниқланади. Схематик ўлчам олиш обида ҳақида фақатгина умумий тасаввурларни беради. Бу ерда қуйидаги геодезик усуллардан фойдаланиш мумкин:

- иншоотнинг бориб бўлмас баландлигини аниқлаш;
- бориб бўлмас горизонтал масофани аниқлаш;
- гумбазлар, миноралар ва планда айлана шаклидаги иншоотларнинг диаметрини аниқлаш ва ҳоказолар.

*Меъморий ўлчам олиш*-обидаларнинг нафақат умумий схемасини, балки, меъморий шаклини график тарзда ифодаловчи, обидаларнинг элементларини муфассал ўлчашидир. Ўлчам олиш ишлари таъмирлаш ва қайта қуриш лойиҳаларини ишлаб чиқиш учун бажарилади. Ўлчам олиш ишларини бажаришда обидаларнинг шакли идеаллаштириб кўрсатилгандек бўлади, яъни қурилиш хатоликлари, шунингдек, иншоотнинг деформациялари ҳам эътиборга олинмайди. Ўлчам олиш ишларида геодезик усул қўлланилганда комплекс ўлчаш ишларининг барчаси олиб борилади.

*Меъморий-археологик ўлчам олиш*-иншоотни жойда натурал таҳлил қилиш билан бир вақтнинг ўзида таъмирлаш лойиҳасини ишлаб чиқиш ва обиданинг ҳолатини қайд этиш учун бажарилади. Ўлчаш ишларида идеал шакллардан барча четга чиқиш, оғишлар ҳисобга олинади. Бунда ўлчашлар аниқлигига юқори

талаблар қўйилади, қўйилган вазифаларни ечиш кенг миқёсда олиб борилади.

Меъморий ўлчам олишнинг бир неча усуллари мавжуд: натурал (жойида), геодезик, фотограмметрик ва стереофотограмметрик.

Меъморий ўлчам олиш маълумотлари бўйича ўлчам олиш чизмалари тайёрланади: планлар, фасадлар, қирқимлар, сферик юзаларда жойлашган алоҳида нақшлар, безаклар ва ёзувларнинг фрагментлари (бир қисми, парчаси) ва ҳоказолар.

Ўлча ш натижалари график қурилмалар учун ишлатилган-лиги туфайли, график ишларни бажаришдаги йўл қўярли хатоликлардан келиб чиққан ҳолда ўлча шлар аниқлиги ҳақидаги масалаларни ечиш лозим. Бир неча босқич (ҳаракат)дан иборат бўлган қурилмалар ўрта квадратик хатоларининг йиғиндиси қўйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$M_{\Sigma p} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \dots + m_n^2}, \quad (10.1.)$$

бу ерда  $m_1, m_2, \dots, m_n$  алоҳида босқич (ҳаракат)лар хатолари.

Чекли график аниқлик  $m_p 0,1$  мм га тенг бўлган кийматдан иборат бўлади, яъни уни оддий кўз билан қўришнинг иложи бор бўлган нуқтадир. Чизманинг элементи кесма деб қабул қилиниши учун унинг минимал узунлиги  $0,2$  мм дан кичик бўлмаслиги керак.

#### 10.1-жадвал

##### График қурилмалар хатоликлари

| Қурилмалар тури                                                                   | Хатолик, мм |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Берилган тўғри чизикда нуқтани тешиб белгилаш                                     | 0,05        |
| Икки нуқта кесишмасида нуқтани белгилаш ( $90^\circ$ бурчак остида)               | 0,06        |
| Берилган нуқта орқали чизик ўтказиш                                               | 0,07        |
| Берилган икки нуқта орқали чизик ўтказиш                                          | 0,07        |
| Узунлиқни масштаби чизғич ёрдамида ўлча ш ва уни берилган тўғри чизикда белгилаш: |             |
| - циркул - ўлчагичда;                                                             | 0,13        |
| - микрометр винтли циркул-ўлчагичда;                                              | 0,12        |
| - штангенциркулда.                                                                | 0,08        |

Чизма масштаби аниқланганидан сўнг, тегишли график аниқликда жойда (иншоотда) чизик кесмасини ҳисоблаш мумкин. 1:50 масштаб ва 0,1 мм график аниқлик учун кесманинг режадаги узунлиги 5 мм ни ташкил этади. Равшанки, (бундан кўриниб турибдики), бу ҳолатда ўлчам олишни катта аниқликда (масалан 3 ёки 2 мм.) бажаришнинг ҳожати йўқ, чунки бу кесма чизмада кўринмай қолади. Режада (ўлчам олиш чизмасида) график аниқликда чизик узунлигининг горизонтал қўйилиши масштаб аниқлиги дейилади.

Меъморий ўлчам олишда масштаб аниқлигини бошланғич деб қабул қилиш мумкин:

$$m_{\text{бошл}} = m_{\text{гр}} M, \quad (10.2)$$

бу ерда  $m_{\text{гр}}$  - қурилманинг график аниқлиги, мм.  $M$  - ўлчам олиш чизмаси масштабининг маҳражи.

(10.2) формуладаги чекли график аниқлик (0,1 мм) ни эмас, балки, чизма чизувчининг (ёки график тузувчи қурилманинг бажарадиган ишининг) барча ҳаракатини комплекс ҳисобга оладиган, қурилманинг хатосини киритиш лозим.

Шундай қилиб, ўлчам олиш чизмасини қўлда чизишда урта асосий жараёни кўрсатиш мумкин: биринчи ва иккинчи нуктани тешиб белгилаш; чизик ўтказиш. Нуктани тешиб белгилаётганда иш бажарувчи нуктанинг ҳақиқий ҳолатидан дуч келган томонга қараб, чекли график аниқликка тенг бўлган хатога йўл қуйиши мумкин. Хатолик майдони  $2m_{\text{гр}}$  диаметрли айлананинг чегарасида ётади. Агар чизиладиган чизик биринчи ва иккинчи нукталарнинг хатоликлари чегарасидан чиқмайди деб ҳисобласак, бундай қурилманинг график аниқлиги 0,2 мм. ни ташкил этади, ўлчам олишнинг бошланғич аниқлиги  $M_{\text{бошл}} = 0,2M$  эса бошланғич аниқликка мос келади. Ўлчам олиш чизмаларини чизишда иш бажарувчи томонидан жуда кўп жараёнлар бажарилади. Бундан ташқари, чизма кўпинча қаламда чизилади ва ижрочиларнинг ўзлари турли физиологик сифатларга эга бўлишади. Шу боис, меъморий ўлчам олиш амалиётида 0,4-0,5 график аниқликни белгилаш рухсат этилади:

$$M_{\text{бошл}} = (0,4 \div 0,5)M. \quad (1.3.3)$$

10.2-жадвалда чизмалар масштабининг (1.3.3) формула асосида ҳисобланган аниқликлари келтирилган.

10.2-жадвал

*Ўлчам олиш чизмаларининг масштаблари аниқлиги*

| Чизмалар тури                                                                                                         | Сонли масштаб | Масштаб аниқлиги, см. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
| Бош режаларнинг топографик асоси                                                                                      | 1:500         | 20                    |
| Монументал меъморий ансамблларининг                                                                                   | 1:200         | 8                     |
| Ўлчам олиш чизмалари                                                                                                  | 1:100         | 4                     |
| Ўлчам олиш чизмаларининг энг кўп жорий қилинган масштаби                                                              | 1:50<br>1:20  | 2<br>0,8              |
| Фрагментлар (иншоотнинг бир бўлаги) нинг ўлчам олиш чизмалари                                                         | 1:10          | 0,4                   |
| Ёзувлар ва нақшлар фрагментларининг график аниқликларини ҳисобга олган ҳолдаги чизмалари, қолган масштаблар - 0,4 мм. | 1:1           | 0,4 мм                |

Чизиқли ўлчаш ишларини нисбий хатолик билан баҳолаш зарур [7,9]. Манбаларга асосан, қурилиш ўлчам олиш ишларини бажаришда чизиқли ўлчамларнинг нисбий хатолиги  $1/1000 \div 1/3000$  ни ташкил этади.

Чизиқли ўлчашлар учун асбоб-ускуналарни танлашда нафақат абсолют, балки нисбий чекли хатони ҳам ҳисобга олиш зарур. Меъморий ўлчам олишда 2,5, 10 ва 20 метр узунликдаги элементлар ўлчанмоқда деб фараз қилайлик. Ўлчам олиш масштаби 1:50. Ижрочининг ихтиёрида сантиметр бўлакли пўлат рулетка (ўлчаш абсолют хатолиги 0,5 см) бор.

Аввал келтирилган 2, 5, 10 ва 20 м узунликдаги элементлар учун мос тегишли ўлчашларнинг нисбий хатоликларини ҳисоблаймиз:

$$f_{\text{нис}} = 0,005/2 = 1/400$$

$$f_{\text{нис}} = 0,005/10 = 1/2000$$

$$f_{\text{нис}} = 0,005/5 = 1/1000$$

$$f_{\text{нис}} = 0,005/20 = 1/4000$$

Натижалардан кўриниб турибдики, ушбу сантиметр бўлакли пўлат рулеткадан узунлиги 5 метрдан кам бўлмаган элементларнинг ўлчамларини олиш учун фойдаланиш мумкин. Қисқа элементлар узунлигини аниқлаш учун каттароқ бўлган асбобни қўллаш зарур, масалан, миллиметрли пўлат рулетка ёрдамида. Бу ҳолда нисбий хатолик  $f_{\text{нис}} = 0,005/2 = 1/400$  ни ташкил этади.

Меъморий обидаларнинг таъмирлаш лойиҳаларини ишлаб чиқиш мақсадида меъморий ўлчам олиш ишларини бажаришда горизонтал бурчакларни  $m_p = 5''$  ўрта квадратик хатолик билан ўлчашга рухсат этилади.

Геометрик нивелирлаш ишларини техник нивелирлаш ёки трубасида адилаги бўлган теодолитлар ёрдамида бажариш мумкин. Нивелирлаш йўлининг боғланмаслик хатоси қуйидагидан эшмаслиги зарур:

$$f_{h \text{ чек}} = \pm 50\sqrt{L} \text{ мм} \quad \text{ёки} \quad f_{h \text{ чек}} = \pm 10\sqrt{n} \text{ мм},$$

бу ерда  $L$ -нивелирлаш йўлидаги километрлар сони,  $n$ -нивелирлаш йўлидаги станциялар сони.

Тригонометрик нивелирлашни бажаришда нивелирлаш йўлидаги нисбий баландликларнинг чекли боғланмаслик хатоси қуйидагини ташкил этади:

$$f_{h \text{ чек}} = \pm 0,04 S / \sqrt{n}, \text{ м},$$

бу ерда  $S$ -юз метрда ифодаланган йўлнинг узунлиги;  $n$ -йўл томонларининг сони.

Бунда томонларнинг узунликларини рулетка ёрдамида ўлчаш зарур, чунки илли дальномернинг нисбий хатолиги  $1/400$  ни ташкил этади.

Техник топшириқ буюртмачи томонидан тузилади.

У меъморий обиданинг жойлашган ўрни ҳақидаги маълумотлар, меъморий ўлчам олиш ва лойиҳалаш босқичининг қўйилган вазифалари, ўлчам олиш чизмаларининг масштаблари ва ўлчаш аникликларини ўз ичига олиши лозим. Топширикда обидаларнинг тақрибий ўлчамлари, ўлчам олиш ишларининг натижалари бўйича бажарилиши зарур бўлган фасадлар, интерьерлар ва режалар, материалларни топшириш навбати ва муддатлари, ишга ва материалларнинг мазмунига бўлган алоҳида талаблар кўрсатилади. Топширик қўйилган вазифалар ҳақида кўргазмали тасаввурларни берадиган график иловалар билан тўлдирилади.

Ўқув амалиётини бажариш вақтида талабаларга амалиёт раҳбари томонидан техник топшириқнинг оддийлаштирилган варианты берилади. Топширикда кўрсатилган маълумотларнинг бир қисмини талабалар амалиётнинг биринчи кунда меъморий обидаларнинг маъмурий вакилларида оладилар.

## **10.2. Меъморий обидаларни асрашнинг долзарб муаммолари**

Ўлчам олиш ишларини бажаришда замонавий геодезик усуллар ва асбобларни қўллаш таъмирлаш лойиҳаларини яратишни тезлаштиради ва шу билан бир вақтда, меъморий шакллар, элементлар ва меъморий обидани бутунлай тиклаш ва таъмирлаш ишларининг аниклигини оширишга олиб келади.

Ўзбекистонда қадимий меъросни сақлаш бўйича кенг қўламдаги ишлар олиб борилмоқда. Ноёб меъморий обидаларнинг катта қисми таъмирланди ва бажарилаётган ишлар ҳажми йилдан йилга ошиб бормоқда. Аммо, шу билан бир қаторда амалга ошириладиган ишларнинг мақсадли истиқболли дастурининг мавжуд эмаслиги, мутахассисларнинг етишмаслиги, зарур бўлган ўлчамлар ва чизмаларни олишнинг мукамал усулларининг етишмаслиги таъмирлаш жараёнида қўплаб муаммоларни келтириб чиқармоқда. Ҳозирги кунда юртимиз ва хориж давлатларида меъморий обидаларни текшириш ва таъмирлаш бўйича бир қанча ишлар бажарилган [9,10]. Аммо, бу масала ўлчам олиш ишларининг геодезик

таъминоти билан комплекс равишда кўриб чиқилмаган. Шуни таъкидлаш жоизки, бу ерда ягона тавсиялар бўлиши мумкин эмас, чунки ўлчам олиш ва таъмирлаш лойиҳаларини ишлаб чиқишда ҳар бир архитектура ансамбли алоҳида кўриб чиқилиши лозим.

Таъмирлаш ишларини олиб бориш жараёнида меъморий иншоотларнинг цилиндр, конус ва бошқа кўринишдаги мураккаб юзаларининг геометрик ўлчамларини ўрганиш зарурияти пайдо бўлади. Шу муносабат билан меъморий обидаларнинг ушбу элементларини текисликка муфассал ёйиш ва уларни бирламчи кўринишида қайта тиклаш мақсадида съёмка қилишнинг геодезик усулларини ишлаб чиқиш зарур [9].

Геодезик усулларда ўлчам олишни бажаришда шуни ёдда тутиш лозимки, бу ерда худди геодезиядаги каби ўлчам олиш усулларида фойдаланилади. Қўйилган масалалар ва маҳаллий шароитлар хусусиятларини эътиборга олган, энг тежамли ва барча талабларга жавоб берадиган усулни танлашни ўрганиш муҳим аҳамиятга эга.

Дунёга машҳур меъморий обидалар узоқ ва узлуксиз хизмат қилиш муддати асосида қурилган. Қимматбаҳо иншоотларнинг ҳавфсизлиги ёки чидамлилиги нафақат уларнинг илмий асосланган дизайнига, балки иншоотлар барпо этилаётган тупроқларнинг тўлиқ ўрганилганлигига, уларга ташқи муҳит таъсирини ҳисобга олишга ва айниқса уларнинг ҳолатини тизимли кузатувларни ўз вақтида белгилашга ва тўғри бажаришга боғлиқдир.

Олимларнинг фикрига кўра, реставрация ишларининг паст самарадорлигининг асосий сабаблари қийидагилар ҳисобланади: тайёргарлик ишларининг ёмон ташкил этилганлиги; иш жараёнларининг етарли даражада тақсимланмаганлиги ва бир хил эмаслиги; мақсадли узоқ муддатли ҳаракат дастурининг етишмаслиги; мутахассисларнинг етишмаслиги; текшириш ва тиклаш учун керакли ўлчам ва чизмалар олиш учун мукамал усулларнинг етишмаслиги кабилардир.

Юқорида айтилганларнинг барчаси реставрация ишлари учун турли даражадаги кадрларни тайёрлаш муаммосини тақозо

қилмокда.

Дунёга машхур меъморий ёдгорликларини сақлаш меъморлар, реставраторлар ва бошқа олимларнинг яхлит шаҳарсозлик фаолияти муаммосининг муҳим элементиدير. Архитектура ёдгорликларини реконструкция қилишда тахминий равишда бир нечта фундаментал муаммоларни аниқлаш мумкин: меъморий ва фазовий қимматбаҳо ансамбллари ва индивидуал меъморчилик ёдгорликларини сақлаш ёки тиклаш, шаҳарларнинг тарихий қисмидаги асосий турар жойларни реконструкция қилиш ва модернизация қилиш, транспорт муаммоларини ҳал қилиш.

Меъморий ёдгорликларни муҳофаза қилиш ва тиклаш-бу турли хил соҳа ва мутахассисликлар олимлари ва тадқиқотчилари, дизайнерлар, маъмурий органлар, халқ хунармандлари, реставраторлар ва муҳандисларнинг ишларини бирлаштирган ягона ва кўп қиррали фаолиятдир.

Архитектура ёдгорликларини сақлаб қолиш бу азалдан мавжуд бўлган нарсаларни пассив сақлаб қолиш сифатида эмас, балки тўпланган маданий қадриятлар йўқолмайдиган мавжуд бўлган кетма-кет ривожланиш сифатида қабул қилиниши керак.

Мамлакатимиз ҳудудида қимматли меъморий ва шаҳарсозлик меъросига эга бўлган ўндан ортик шаҳарларни ажратиб кўрсатиш мумкин. Ушбу меъморий ёдгорликларни сақлаш Республикамизнинг ҳар бир фуқаросининг бурчидир [15]. Ҳозирги вақтда меъморий ёдгорликларни тиклаш ва тадқиқ қилиш учун ажратилган моддий-техник ресурслар ва маблағлар босқичма-босқич кўпайтира бошланди. Архитектура ёдгорликларини тиклаш ва реконструкция қилиш учун ажратиладиган маблағлар миқдори йил сайин ортиб бормокда.

Сўнгги пайтларда дунёга машхур маҳаллий меъморчилик дурдоналари билан танишишни истаган сайёҳлар оқими кескин кўпаймокда. Шу муносабат билан бизнинг олдимизда мамлакат меъморий меросини маҳаллий ва хорижий сайёҳларнинг кўргазмали ва оммавий ташрифларига тайёрлаш вазифаси турибди. Аста секин Самарқанд, Бухоро, Хива, Шаҳрисабз ва бошқа шаҳарлар Ўрта Осиё минтақасининг сайёҳлик

марказлари сифатида шуҳрат қозонмоқда.

Юқорида айтилганларнинг барчаси деформациялар ва силжишларнинг геодезик ва фотограмметрик кузатувларини ўз ичига олган чора-тадбирларни, яъни бир қатор индивидуал ёдгорликлар ва меъморий ансамблларни сақлаш ва улардан тижорат мақсадларида фойдаланишга йўналтирилган мониторинг ишлаб чиқиш тақозо этади. Шунини таъкидлаш керакки, жуда катта миқдордаги олимлар, тадқиқотчилар ва меъморлар гуруҳи Ўзбекистоннинг тарихий ва меъморий ёдгорликларини ҳар томонлама ўрганиш билан шуғулланмоқдалар, аммо ҳанузгача доимий иш олиб борадиган ягона хизмат мавжуд эмас.

Шундай қилиб, меъморий обидаларни таъмирлаш ва келгусида уларнинг мониторингини ўтказиш мақсадида техник ҳолат баҳоланади, ҳамда мутасадди мутахассис ўлчам олиш ишларида ҳамда мониторингда геодезик ўлчамлар технологияси ва усулларини қўллаш ва билиши зарур.

### **10.3. Меъморий обидаларни техник баҳолашда геодезик ишларнинг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш**

Меъморий обидалар ҳолатини текшириш ва таъмирлаш учун чуқур тадқиқотлар олиб бориш лозим. Тарихий ва маданий обидаларни ҳимоя қилиш давлат органлари ҳамда жамоатчилик ташкилотларининг муҳим вазифаларидан ҳисобланади. Бу ишда фан ва техниканинг замонавий ютуқларини қўллаб ва жорий этиб меъморий обидаларни таъмирлаш, консервациялаш, паспортлаштириш ва ҳисобга олиш бўйича ўтказиладиган ишларда жамоатчилик ташкилотлари ва барча мутахассисларнинг ролини кўзда тутадиган, аниқлайдиган қонунчилик базаси катта аҳамиятга эга.

Меъморчиликда геодезия ва фотограмметриянинг асосий масалаларидан бири таъмирлаш ва материалларни архивлаштириш мақсадида ҳамда илмий-тадқиқот мақсадларида меъморий-қурилиш ўлчам олиш, иншоот элементларини съёмка қилишни бажаришдан иборат.

Ўлчам олиш ишларини бажаришнинг одатдаги натурал

усуллари кўп вақт ва маблағларни талаб этади, айниқса, мураккаб иншоотларнинг ўлчамларини олиш учун нарвонлар ва бошқа қўшимча ускуналар қуришга тўғри келади.

Геодезик ва фотограмметрик ўлчашлар нафақат худудни карталаштиришда, балки, бир қанча муҳандислик масалаларини ечишда кенг қўлланилади. Мамлакатимизда жойда бевосита бажариладиган меъморий-қурилиш ўлчам олиш ишларига кўплаб маблағлар ажратилмоқда.

Муҳандислик иншоотларининг ранг-баранглиги ва муҳандис-геодезик ишларнинг хилма-хил мақсадлари турли усулларни қўллаш заруриятини келтириб чиқаради. Меъморчиликда қўлланиладиган съёмка қилиш усуллари уч гуруҳга ажратиш мумкин:

1. Бевосита-оддий асбоблар (чизгичлар, рулеткалар, рейкалар, шовунлар ва бошқалар) ва мураккаб асбоблар (гидростатик нивелирлар, прогибомерлар, клинометрлар, тензометрлар, компараторлар, нивелирлар ва ҳ.к.) ёрдамида ўлчам олиш;

2. Чизиқли ва бурчак ўлчаш асбоблари қўлланиладиган геодезик усуллар;

3. Фототеодолитлар, фотокамералар ва видеокамералар қўлланиладиган фотограмметрик усуллар.

Бевосита ва геодезик усуллар кўп ҳолларда аниқ усуллар ҳисобланади, аммо бевосита ўлчашлар, бир вақтнинг ўзида санок олишнинг қийинлиги ёки кўп асбобларни ўрнатиш имкониятининг йўқлиги олинadиган маълумотларнинг тўлиқлигига монелик қилади, усулларнинг кўп меҳнат талаб қиладиган, ҳаттоки хавфли бўлишига ҳам олиб келади. Бу усулларнинг камчилиги сифатида битта оптик асбоб ёрдамида фазовий ўлчашларни амалга оширишнинг иложи йўқлигини кўрсатиш мумкин. Бу ерда замонавий электрон геодезик асбобларни қўллаш ушбу камчиликларни бартараф этиш имкониятини беради [3,4,9].

Шу ёки бошқа усулларни қўллаш қуйидаги омиллар орқали аниқланади: ишнинг мақсади, енгиллик даражаси ва шароитлари, иншоотнинг мураккаблиги ва ўлчамлари, бажариш учун берилган муддатлар, ўлчамларнинг аниқлиги, бажариш

вакти, нархи, хавфлилиқ даражаси ва ҳ.к.

Ҳозирги вақтда меъморчиликда геодезия ва фотограмметрияни қўллаш масалаларига кўпроқ эътибор берилмоқда. Аммо, ўлчам олишни бажаришда уларнинг самарадорлигига қарамасдан, ушбу усуллари қўллаш кенг қўламда тадбиқ этилмаяпти. Бунинг сабаби эса ўлчам олиш ва таъмирлаш ишларининг лойиҳаларини ишлаб чиқишга комплекс ёндашувнинг етишмаслиги ҳамда норматив ҳужжатларнинг йўқлигидан иборат.

Хорижий мамлакатларда меъморий съёмкаларни уч асосий тоифага ажратиш қабул қилинган: яқинлаштирилган (тахминий), аниқ ва юқори аниқликдаги.

Яқинлаштирилган съёмкалар меъморий обидаларни инвентарлаш, таъмирлашда уларнинг ҳолатини таҳлил қилиш ва қайта тиклаш мақсадларида бажарилади. Бунда иншоотлар ва улар фрагментларининг 1:200 дан 1:50 гача бўлган масштабдаги обзорли схематик режаси тузилади.

Аниқ съёмкалар алоҳида ёки бир гуруҳ бинолар ҳамда интерьерларнинг 1:20 ва 1:10 масштаби режа ва фасадларини чизиш учун мўлжалланган.

Юқори аниқликдаги съёмкалар (хатолиги режа масштабида 0,1 мм дан катта бўлмаган) музейлардаги скульптура ва ҳайкалчаларни, деворий расм ва мозайикали обидаларнинг фрескалари ва муҳим соҳаларини ўрганиш учун бажарилади (ҳужжатларнинг масштаби 1:5 дан 1:1 гача).

Меъморий геодезик съёмкаларнинг вазифалари обидаларнинг геометрик шакллари, ўлчамлари ва кўрсаткичларини аниқлашдан иборат. Бунда съёмкаларнинг мазмуни истеъмолчиларнинг қуйидаги талабларига жавоб бериши керак:

- меъморий обидаларнинг шакллари ва ушбу услубга хос бўлган хусусиятларни таҳлил қилувчи тарихчиларнинг;

- обидаларни консервациялаш ва таъмирлаш билан боғлиқ бўлган тадқиқотларни ўтказувчи ва қайта тиклаш учун сарфланадиган харажатларни аниқловчи меъморлар ва ҳ.к.

Геодезик ва фотограмметрик усуллар фототопографик планларни тузиш, фотографик материаллар бўйича лойиҳалаш,

лойиҳани жойга кўчириш, ижройи съёмкалар, бино ва иншоотларнинг деформацияларини аниқлаш, меъморий ўлчам олиш, ҳайкалларни съёмка қилиш, меъморий обидаларни муҳофаза қилиш, таъмирлаш ишларининг ҳажми ва юзаларини аниқлаш, иншоотлар элементларини текисликка ёйишни амалга ошириш ва бошқалар учун қўллаш зарур.

Хорижий адабиётларда чоп этилган тадқиқотлар, меъморий иншоотларнинг эгри чизик шаклидаги элементларини аниқлаш назарияси ва технологиясини кам ифода этади.

Деталларнинг битта ўқда жойлашувини, шаклларнинг симметриклигини аниқлаш, меъморий шаклларнинг хатолигини топиш алоҳида илмий аҳамиятга эга [16].

Планда айлана шаклига эга бўлган меъморий иншоотларга миноралар, гумбазлар ва ҳоказолар киради. Уларни ўрганишда айлана шаклидаги иншоотлар маркази ва радиусини аниқлаш алоҳида аҳамият касб этади.

Шаҳрисабз шаҳридаги Оксарой меъморий обидаси қурилмаларининг деформация ҳолатини комплекс тадқиқот қилиш ишлари профессорлар Б.А.Аскарлов, К.С.Абдурашидов, доцент Н.М.Нишонбоев ва бошқалар томонидан амалга оширилган. Шикастланиш ва деформацияларнинг сонли характеристикалари аниқланган ва уларни мустаҳкамлаш усуллари тавсия этилган.

Минора типдаги юқори баландликка эга бўлган иншоотларнинг мустаҳкамлиги ва кўпга чидайдиган бўлишини таъминлаш нафақат маҳкамлик характеристикаларига, балки, иншоотларнинг эгилиши, букилиши, буралиши ва чўкишига олиб келувчи динамик таъсирларга ҳам боғлиқ.

Н.М.Нишонбоевнинг ишларида [12, 13] меъморий обидалар деворлари юзаларининг режаларини тузиш учун бажарилган геодезик ишлар кўриб чиқилган ва таҳлил қилинаётган нуқталарнинг фазовий координаталарини аниқлаш аниқлигини баҳолаш амалга оширилган, девор юзасининг тенгламаси келтирилган. Бундан ташқари, минораларнинг оғишини аниқлаш, меъморий обидаларни таъмирлашда фотограмметрик ишларни бажариш аниқлиги ва технологияси, конуссимон ва цилиндрик юзаларни текисликка ёйиш, гумбазсимон юзаларни текисликка

ёйишнинг икки варианты ва бошқа масалалар келтирилган.

Э.Х.Исаков ўз тадқиқотларида биринчи бўлиб “Лейка” фирмасининг электрон-лазерли асбоблари комплектининг иш жараёнига атмосфера омилларининг таъсир этишини таҳлил қилган:

- теодолит ва дальномер кўриш трубалар ўқларининг параллеллиги текширилган;

- лазер нури ўқининг DIOR 3002 дальномер ўқига параллеллиги таҳлил қилинган;

- иншоот юзасини съёмка қилишда перпендикулярдан чекли бурчак оғишини аниқлаш учун DIOR 3002 электрон дальномери таҳлил қилинган;

- масофаларни ўлчаш аниқлигига қуёш радиациясининг таъсири аниқланган ва х.к. Шунингдек, минораларнинг оғиши ва қийшайишини уларнинг буралишини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш, “Шоҳи-Зинда” ансамблидаги Қусам ибн Аббос мақбараси деворлари ва гумбазларининг фронтал режаларини стерефотограмметрик ва геодезик усулларда барпо этиш масалалари кўриб чиқилган.

Меъморий обидаларни съёмка қилиш усуллари ва “Лейка” фирмасининг электрон лазерли асбобларининг қўлланиш имкониятлари таҳлил қилинган. Таъмирлаш ишларини бажариш мақсадида зарурий чизмалар, профиллар ва қирқимлар чизилган.

#### **10.4. Меъморий обидаларнинг ҳолатини ўрганишда геодезик ва фотограмметрик усулларни қўллаш**

Меъморий обидаларни таъмирлаш ва қайта тиклаш мақсадида, муҳандисона ва меъморий таҳлилини замонавий геодезик усулларни қўллаш, уларнинг ҳолатини чуқур текшириш лозим бўлади. Меъморий обидаларнинг ҳолатини текшириш, ўлчамларини, таъмирлаш ва қайта қуриш чизмаларини тайёрлаш учун геодезик усуллар асосида кузатиш ишлари олиб борилиб, уларнинг натижаларига таяниб, зарурий меъёрий ҳужжатлар ишлаб чиқилади.

Меъморий обидаларни таъмирлаш ва қайта куриш учун ўлчам олиш чизмаларини тузиш бўйича амалга ошириладиган ишларнинг кўпчилигида геодезик ва фотограмметрик усуллар қўлланилади.

Меъморий обидалар элементлари ўлчамларини олишнинг ва техник ҳолатини мониторинг қилиш учун далада бажариладиган геодезик ишлар таркибига қуйидагиларни киритиш мумкин:

1. Иншоот деворида ноль иш чизиғини белгилаш;
2. Ноль иш чизиғининг вертикал горизонтларига баландлик отметкасини узатиш;
3. Бориб бўлмас горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш;
4. Вертикал текисликда жойлашган бориб бўлмас горизонтал, вертикал ва қия элементларнинг ўлчамларини аниқлаш;
5. Айлана шаклидаги иншоотларнинг радиуси ва марказ координаталарини аниқлаш;
6. Иншоотни баландлигини аниқлаш;
7. Минораларнинг оғиши, эгилиши, буралиши ва чўкишини аниқлаш;
8. Иншоотни чўкишини аниқлаш ва уни чўкиш тезлигини башорат қилиш;
9. Деворни суратга олиш юзасининг топографик планини тузиш орқали нотекислигини таҳлил қилиш;
10. Фронтал план ва киркимларни яратиш.

Архитектурадаги геодезия ва фотограмметриянинг асосий вазифаларига бу архитектура-қурилиш ўлчовларини бажариш ва материалларни тиклаш ва архивлаш, шунингдек тадқиқот мақсадида архитектура тузилмаларини ўлчаш кабилар киради.

Анъанавий тўлиқ ўлчов усуллари кўп вақт ва пулни талаб қилади, айниқса, мураккаб иншоотларни ўлчаш учун искала куриш керак бўлган ҳолларда. Ўлчаш ишлари учун геодезик усулдан фойдаланишнинг афзаллиги ҳозирда шубҳа туғдирмайди.

Геодезист ва фотограмметристлар фазодаги нарсаларнинг шакллари, ўлчамлари ва ўрнини аниқлаш усулларини жорий

эттанлиги билан реставрация билан боғлиқ муаммоларни ҳал қилишда катта ҳиссаларини қўшганлар. Ушбу муаммоларни ҳал қилиш учун деформацияларни аниқлаш ва тиклаш учун нуқсонли майдонларни ажратиб кўрсатиш, шунингдек, меъморий иншоот деформацияларини тузатишда лойиҳавий нуктанинг координатасини аниқлаш имконини берадиган топогрфик съёмка усули ишлаб чиқилган.

Геодезия ва фотограмметрик ўлчаш ишлари нафақат ҳудудни карталашда, балки бир қатор муҳандислик муаммоларини ҳал қилишда ҳам кенг қўлланилади. Меъморий ва қурилиш ўлчовларини бажаришда геодезия ва фотограмметрия алоҳида ўрин тутати [17, 18].

Мамлакатимизда ҳар йили тўғридан-тўғри амалга ошириладиган меъморий-қурилиш ўлчов ишларига катта маблағ ажратилади.

Муҳандислик иншоотларининг хилма-хиллиги ва муҳандислик-геодезик ишларининг турли мақсадлари турли усуллардан фойдаланишни тақозо этади. Меъморчиликда қўлланиладиган съёмкани уч гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Тўғридан-тўғри-оддий асбоблар (ўлчагичлар, ўлчов ленталари, таёкчалар, сатҳлар ва бошқалар) ва мураккаб асбоблар (гидростатик сатҳлар, бурилиш ўлчагичлари, клинометрлар, кучланиш ўлчагичлари, таққослагичлар ва қирқиш ўлчагичлари, даражалар) ёрдамидаги съёмка;

2. Чизикли ва бурчак ўлчашларда қўлланиладиган асбоблардан фойдаланадиган геодезик съёмка;

3. Фототеодеолитлар, камералар ва кинокамералардан фойдаланган ҳолда фотограмметрик съёмка.

Кўпгина ҳолларда дастлабки иккита гуруҳ усуллари аниқ, аммо ўлчовларнинг зудликчилиги, бир жисмоний дақиқада ҳисоблашнинг кийинлиги ёки кўп сонли асбобларни ўрнатиш имконсизлиги натижасида олинган маълумотлар етарли эмас, усуллар оғир ва баъзида хатто хавфли. Бундан ташқари, ушбу усулларнинг ночорлиги шундаки, битта қурилма ёрдамида фазовий ўлчовларни амалга ошириш мумкин эмас.

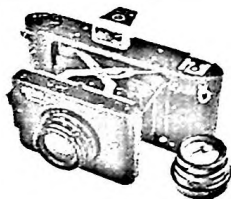
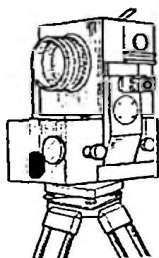
*Фотограмметрик усул.* Фотограмметрик ўлчов усулининг

моҳияти-фотосуратларнинг маълумотларига кўра объектнинг ўлчамларини аниқлаш-бир ёки стереожуфтлар орқали ўлчовли расмларни олиш учун меъморий объект яқин масофадан суратга олинади.

Фотограмметрик ўлчовлар натижасида қуйидагиларни олиш мумкин:

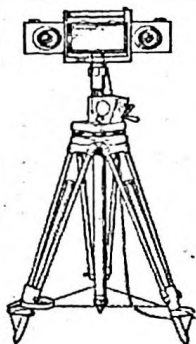
- фронтал планлар;
- фасадлар ва интерьер тафсилотларининг ўлчовли чизмалари - гипс буюмлари, фрескалар, хайкаллар кенг миқёсда (1: 1-1: 10);
- белгиланган қисмлар бўйича фасаднинг ташки контури бўйлаб профиллар (киркимлар).

Карл Цейсс (Йена, Германия) томонидан ишлаб чиқарилган ИМК 10-1318 махсус камераси ва 5МК-5.5-0808 стереофотоаппарати яқин масофада съёмка қилиш учун махсус ишлаб чиқилган. Энди ушбу моделлар кўпроқ технологик моделлар билан алмаштирилди.



*ИМК-10-1318 русумли универсал фотокамера Универсал фотокамера*

Суратга олиш камеранинг горизонтал, вертикал ва эгилган оптик ўқи ёрдамида амалга оширилиши мумкин.



Светофотокамера



SMK-5,5-0808 Стереокамера.

Аналитик усулда тасвирларни ўлчаш стереокомпараторда амалга оширилади. Ўлчанаётган иншоотнинг фазовий координаталари компьютерда ҳисобланади. Бу асосан иншоотнинг бошқариш нуқталарининг координаталарини аниқлаш учун ишлатилади. Улар бошқа усуллар билан ўлчовли чизмалар тузиш учун асосдир.

Фотограмметрик ўлчовлар, асосан, ҳудудни фототопографик суратга олиш билан бир хил жараёнларни ўз ичига олади. Биринчидан, меъморий ёдгорлик суратга олинади, кейин фотограмметрик қурилмада тасвирларнинг стерео жуфтликлари ўлчанади ва ўлчов чизмаси тузилади.

Фотограмметрик ўлчовлар дала ўлчовларига қараганда барча техник-иқтисодий кўрсаткичларда самаралироқ, масалан:

- аниқлик;
- унумдорлик;
- нарх;
- маданият;
- хавфсизлик.

Фотограмметрик усуллар илгари қийин бўлган меъморий ёдгорликларни ҳимоя қилиш ва тадқиқ қилиш масалаларини муваффақиятли ҳал этишга имкон беради. Масалан: архив

фотосуратлари асосида меъморий ёдгорликларни йўқолган элементлар параметрлари қайта таъмирлаш; тузилмаларнинг аниқ геометрик шаклини ўрнатиш; ёдгорликни ёки унинг тафсилотларини идрок этишга таъсир қиладиган ассиметрия ва дизайн хусусиятларини ўрганиш. Фотограмметрик усуллар эскирган ва хароб бўлган нарсаларни ўлчашга имкон беради.

Рақамли фотограмметрия фотосуратларни қайта ишлаш учун компьютер технологияларидан фойдаланишга асосланган. Аналог ва аналитик усуллар билан таққослаганда рақамли фотограмметрия аниқ афзалликларга эга: ижрочининг юкори малакасини талаб қиладиган қиммат фотограмметрик асбоблар тўлиқ арзон шахсий компьютерлар билан алмаштирилди;

- деярли ҳар қандай съёмка параметрлар тасвирлардаги таъсирлар қайта ишланади;

- анъанавий фотограмметрик ишлов бериш анча тезроқ;

- тақдим этилган материаллар доираси сезиларли даражада кенгайтирилди.

Аввал айтиб ўтганимиздек, Россияда стереоскопик тасвирни дисплей экранда кўриш учун стереоскоп билан тўлдирилган шахсий компьютер бўлган турли хил рақамли фотограмметрик тизимлар (РФТ) қўлланилади.

Барча замонавий рақамли фотограмметрик тизимлар (РФТ) стерео жуфтликнинг иккита тасвиридаги бир хил нуқтани стерео идентификациялаш алгоритмларига асосланган. (РФТ)лар асосан аэрокосмик тасвирларни қайта ишлаш учун ишлатилади, шунингдек, меъморий иншоотларни ўлчашда муваффақиятли ишлатилади.

Бундай ҳолда қуйидаги амаллар бажарилади:

- алоҳида стерео модел яратилади;

- объектнинг контур ва контурларини стерео ўлчовларини аниқланади;

- объектнинг рақамли моделини автоматлаштирилган равишда қурилади;

- ортофото тасвирларни автоматик равишда яратилади;
- ҳар қандай нуқтадан ва ҳар қандай бурчакдан уч ўлчовли проекцияларни автоматик равишда қурилади ва ҳаракатланувчи кузатув нуқтаси билан анимацион фильмни қабул қилинади.

Аввал расмларни скайнерлаш лозим. Энг яхши натижалар юқори аниқликдаги топографик скайнерлар билан таъминланади, уларнинг ўлчамлари қарийб 5 микронни ташкил этади, бу сизга расм сифатини деярли йўқотмасдан компьютерга расм киритиш имконини беради. 40-50 микрон ўлчамдаги маиший браузерлар тасвирни қайта ишлашнинг аниқлигини сезиларли даражада пасайтиради.

Шаҳарсозликда космик тасвирлардан фойдаланиш куйидагиларга имкон беради:

- тадқиқот, инвентаризация ва лойиҳалаш олдидан олиб бориладиган ишлар вақти ва нархини сезиларли даражада камайтириш;

- шаҳарлашган ва табиий муҳитни тўлиқроқ ва оқилона баҳолаш;

- топографик карталарни янгилаш.

Шаҳарсозлик харитавий материалларга рельефнинг ҳақиқий ҳолатига мослиги жиҳатидан юқори талабларни қўяди. Бироқ топографик карталарни тузиш ва янгилаш узоқ ва машаққатли иш бўлиб, бунинг натижасида меъмор кўпинча содир бўлган ўзгаришларни акс эттирмайдиган топографик базалардан фойдаланишга мажбур бўлади.

Космик тасвирлар қисқа вақт ичида карталарни янгилаш учун кенг истикболларни очиб беради. Рельефнинг нисбатан кичик ўзгаришлари билан, ўзгарган ҳолат сунъий йўлдош тасвирлари ёрдамида навбатчи карталарга жойлаштирилади. Картани сезиларли даражада эскиришига қараб, уни тузатиш мақсадга мувофиқ бўлмаган тақдирда, аэрографик топографик суратга олиш билан бир қатор ишларни бажариш билан тўлиқ

янгиланиш амалга оширилади. Шу билан бирга, режалаштиришни асослаш учун назорат пунктларидан фойдаланилади - янгиланган картани яратиш учун ҳам, уни яратгандан кейин ҳам ўрта ва кичик ўлчамдаги карталарни сунъий йўлдош тасвирлари ёрдамида янгилаш усули ва технологияси етарлича ишлаб чиқилган.

Халқ хўжалигида қўлланиладиган замонавий космик фотосуратларнинг ечими ҳали шаҳар планларинини тўлиқ янгилашни таъминлай олмайди. Шу билан бирга, бундай расмларда аҳоли пунктларини режалаштириш ва ривожлантириш бўйича ҳамда мавжуд картографик материалларни тўлдирувчи ва ойдинлаштирадиган табиий объектлар тўғрисида сўнги маълумотларнинг катта миқдори мавжуд.

Тажриба шуни кўрсатадики, 10...15 марта катталаштирилган сунъий йўлдош тасвирлари ёрдамида аҳоли пунктларини ўрганиш мақсадга мувофиқдир. Ушбу расмларда шаҳар ҳудудлари чегаралари, бинонинг умумий режаси ва табиати, режалаштириш тузилишининг хусусиятлари кўрсатилган; шаҳарларнинг функционал жиҳатдан турли зоналарини ажратиш мумкин-саноат, кам қаватли бинолар билан турар жой, янги бинолар зонаси ва бошқалар. Қўп вақтли тасвирлардан фойдаланиб, шаҳарларнинг ривожланиш динамикасини турли кўрсаткичлар бўйича белгилаш мумкин: маълум бир давр учун ўсиш тенденциялари ва интенсивлиги, йўллар тармоғининг ривожланиш даражаси, шаҳар атрофи ҳудудларидан фойдаланиш самарадорлиги ва бошқалар.

*Геодезик усул.* Фотограмметрик усул сингари геодезик ўлчаш усули ҳам масофадан туриб (контактсиз), шунинг учун ўлчовларни амалга ошириш учун объектга вақтинчалик чиқиш зинапоялари қуришнинг ҳолати йўқ. Ўлчаш учун қуйидаги геодезик асбоблар қўлланилади:

-теодолит, тахеометр; нивелир; оддий ўлчов ленталари ва рулетка.

а)



б)



в)



### Оптик теодолитлар:

а) юқори аниқ Т1; б) аниқ Т2 ва Т5; в) техник Т15 ва Т30.



Нивелир



Рулетка



### Электрон теодолитлар:

Trimble SX10 1";

GeoMax Zoom50 5";

Trimble S7.

Фотограмметрик усул билан таққослаганда ўлчов техникаси жуда оддий. Бу ҳудуднинг топографик суратга

олишидан деярли фарқ қилмайди. Аммо ўлчов чизмалар топо-  
график планларга қараганда каттароқ ҳажмда тузилганлиги  
сабабли ўлчовлар ва иншоотларнинг аниқлиги юқори бўлиши  
керак.

Ўлчов чизмасини олиш учун меъморий тузилишнинг барча  
характерли нуқталарининг координаталари аниқланади. Бунинг  
учун геодезик таянч пункт тармоғи яратилади, унинг нуқталари  
фасад ва ички биноларни батафсил ўлчаш учун асос бўлади.  
Яқин координаталар геодезия тармоғининг анъанавий ташқи  
ўлчовлари билан белгиланади ва бориб бўмайдиган нуқталар  
эса кўпинча тўғридан-тўғри геодезик кесиштириш билан  
аниқланади. Бунинг учун аниқланган С нуқтагача бўлган  
масофа ва ушбу нуқтага йўналиш билан геодезия тармоғи  
томони орасидаги бурчак геодезия тармоғининг энг яқин  
нуқтасидан ўлчанади.

Геодезик ўлчаш усули жуда катта миқдордаги ҳисоблаш  
ишларини талаб қилади, аммо улар жуда содда ва уларни  
калькуляторда бажариш мақсадга мувофиқдир.

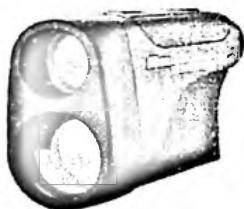
*Табиий ўлчов усуллари.* Табиий ўлчов усуллари  
объектларни ўлчашга асосланган: ленталар, рулеткар, отвеслар,  
шовунлар, гидростатик нивелир. Яъни, энг оддий ўлчов  
воситаларидан фойдаланиш. Узоқ вақт давомида бу усул ягона  
усул эди.



*Шовун.*



*Горизонтал ва вертикалликни  
текширувчи ускуна.*



### *Лазерли дальномерлар.*

Табиий ўлчов усули ҳозирги пайтда ўз аҳамиятини йўқотмаган; у кичик биноларни (павильонлар), биноларнинг тўғридан-тўғри ўлчаш учун мавжуд бўлган меъморий қисмларини ўлчаш учун ишлатилади. Дала ўлчовларидан ўлчовли чизмалар тузиш жараёни шахсий компьютерда амалга оширилиши мумкин. Табиий ўлчов усули қўллада иш нархи бошқа усуллардан кўра анча юкори.

Ўлчов усулини танлаш асосан ўлчанадиган структуранинг хусусиятларига боғлиқ:

- шакли ва ҳажми;
- конфигурация;
- мавжуд бинолар ва ландшафт тизимидаги жойлашуви;
- талаб қилинадиган тафсилотлар даражаси;
- ўлчов ишларининг талаб қилинадиган аниқлиги.

Одатда, меъморий ёдгорликларни ўлчашда бирлаштирилган усул, яъни учта усулнинг комбинацияси қўлланилади.

Архитектура иншоотларини ўлчаш жараёнида қуйидаги ишлар бажарилади:

- объектнинг умумий ўлчамлари аниқланади;
- қисмларнинг ўлчамлари аниқланади (масалан, эшик ва деразалар);
- алоҳида элементларнинг геометрик шакли ўрнатилди (масалан, камар эгри чизиғи);
- объектнинг фазовий ҳолати аниқланади (горизонтал, вертикал, фазода йўналиш);

-турли хил. қурилиш шакллари ўртасидаги меъморий алоқалар аниқланган.

Меъморий иншоотни ўлчаш учун мажбурий материаллар тўпламига қуйидагилар киритилиши керак;

- фасадларнинг ўлчовли расмлари;
- ички биноларнинг режалари;
- бинонинг бош плани ;
- қирқимлар ;
- таянч тармоқ координаталари каталоги;
- фасад ва интерьер тавсилот чизмалари.

Одатда кадимги меъморий ёдгорликларни ўлчашда, энг катта аниқлик, фасад ва ички қисм тавсилотларининг аниқ шакллари ва ўлчамларини белгилаш, вайрон бўлган қисмларини олдинги биноларнинг изларини қайд этиш зарур бўлганда кўрсатилади.

Архитектура ёдгорлиги, атрофдаги бинолар ва ландшафтни ўрганиш натижасида ўлчов ишларини ишлаб чиқариш лойиҳаси ишлаб чиқилади:

- баландлик асосини қуриш усули ишлаб чиқилади;
- дала ва камерал ишлар учун асбоблар танланади;
- фотограмметрик ўлчов усуллари аниқланди.

Бундан ташқари, ўлчовларнинг талаб қилинадиган аниқлиги, ҳужжатлар таркиби, нархи ва муддатлари белгиланади.

Халқаро меъморий фотограмметрия қўмитаси қуйидаги жадвалларда келтирилган рақамлардан ўлчовлар учун аниқ ўлчов сифатида фойдаланишни тавсия қилади.

10.3-жадвал

| Ўлчов аниқликлари | Чекли хатолик , см |         | Масштаб | Ишнинг тури      |
|-------------------|--------------------|---------|---------|------------------|
|                   | асосий             | ёрдამчи |         |                  |
| Юқори аниқ        | 0,3-0,5            | 1-1,5   | 1:20    | Чизмалар         |
| Аниқ, II          | 1-2                | 3-5     | 1:50    | Чизмалар         |
| Аниқ, III         | 3-5                | 10-15   | 1:100   | Чизмалар         |
| Техник, IV        | 10-15              | 20-30   | 1:200   | Қирқим, чизмалар |
| Техник, V         | 20-30              | 30-50   | 1:500   | Қирқим, схемалар |

Ўлчовлар қуйидагиларни ўз ичига олган ихтисослашган гуруҳ томонидан амалга оширилади. геодезистлар; фотограмметристлар; меъморлар; муҳандис-дизайнерлар ва бошқа мутахассислар.

Бундай гуруҳлар ҳозирги вақтда архитектура ёдгорликларини тиклаш билан шуғулланадиган лойиҳалаш ташкилотларининг аксарият қисмида фаолият кўрсатадилар.

Меъморий ўлчов ишлари қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

- меъморий ёдгорликни, атрофдаги биноларни ва ландшафтни ўлчов ишларини ишлаб чиқариш лойиҳасини тайёрлаш билан олдиндан ўрганиш;

- режалаштирилган баланд қаватли базани яратиш;

- дала ишлари: фотосурат, геодезия ва дала ўлчовлари;

- ўлчовли чизмалар тузиш билан дала иши маълумотларини фотограмметрик ва компьютерда қайта ишлаш бўйича иш юритиш.

Архитектура ёдгорликлари, атрофдаги бинолар ва ландшафтни ўрганиш натижасида ўлчов ишларини ишлаб чиқариш лойиҳаси ишлаб чиқилади:

- режалаштирилган баланд қаватли базани яратиш усуллари аниқланди;

- дала ва камерал ишлар учун асбоблар танланади;

- фотограмметрик ўлчов усуллари аниқланади.

Бундан ташқари, ўлчовларнинг талаб қилинадиган аниқлиги, ҳужжатлар таркиби, киймати, муддати белгиланади.

У ёки бу усулни қўллаш қуйидаги омиллар билан белгиланади: ишнинг мақсади, имконият шартлари ва даражаси, иншоотнинг катталиги ва мураккаблиги, белгиланган муддатлар, ўлчов аниқлиги, тугаш вақти, нархи ва хавф даражаси. Ушбу омиллар, айниқса, белгиланган ўлчов аниқлиги юқори бўлса, фотограмметрик усуллардан фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлигини кўрсатади.

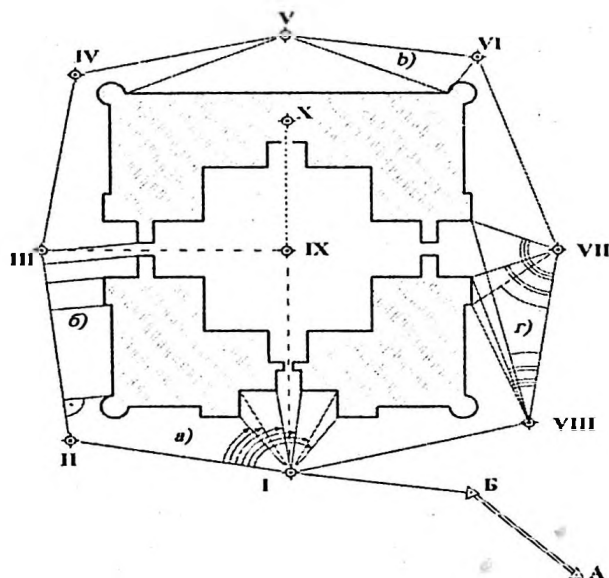
## 10.5. Оптимал планли-бандлик геодезик тармоқларини барпо этиш

Маълумки, меъморий ўлчамларни олишдан мақсад меъморий обидаларнинг ўлчам олиш чизмаларини тузишдан иборат. Агар ўлчам олиш ишлари иншоотнинг ичида ёки атрофида дуч келган нуқталаридан бошлаб ўлчанса, ўлчам олишнинг аниқ чизмасини тузишнинг имкони бўлмайди. Шунинг учун суратга олиш нуқталари бир-бири билан ўзаро боғланган бўлиши зарур: жойда меъморий обидаларнинг ўлчамларини олишда бу боғлиқлик иншоотнинг ички ва ташқи томонларида, турли усуллар орқали белгиланган шартли ноль ва вертикал чизиклар орқали амалга оширилади.

Геодезик усулда меъморий обидаларнинг геометрик ўлчамларини олишда, геодезик таянч тармоқлари сифатида теодолит-нивелир йўли хизмат қилади (2.1-шакл). Жуда катта бўлмаган иншоотларни съёмка қилишда, учбурчак ёки тўртбурчак шаклидаги теодолит йўли билан чегараланиш мумкин. Айрим ҳолларда, алоҳида фасад ёки кўринишларни суратга тушириш пайтида ишларни битта ёки иккита станциядан туриб бажариш кифоя қилади. Бунда ориентирлаш буссол ёрдамида амалга оширилади.

Теодолит йўлини ўтказишда станцияларнинг ўрни қуйидаги шартларга амал қилган ҳолда ўтказилади:

- станциядан меъморий обиданинг кўринмайдиган зонаси бўлмаслиги керак;
- теодолит йўлининг томонлари лента ёки рулетка орқали бемалол ўлчаниши таъминланиши лозим;
- техник лойиҳа бўйича агар фотосъёмка ишларини бажариш лозим бўлса, унинг станциялари теодолит йўлининг станциялари билан бирлаштирилади;
- меъморий обидаларнинг эшиги ёки деразалари орқали осма ёки диагональ йўлларни ўтказиш имкониятини яратиш;
- меъморий обидалар ҳудудида жойлашган репер ва таянч белгиларига эътибор бериш.



Агар барпо этиладиган таянч тармоғидан кейинчалик меъморий обидаларнинг деформацияларини кузатиш ишларида фойдаланилса, бу турдаги геодезик ўлчаш ишларининг аниқлигига қўйиладиган талабларни эътиборга олиш зарур.

Геодезик таянч тармоғи барпо этилганидан сўнг, меъморий обидани бу таянч тармоғига куйидаги усуллар орқали режали боғлаш ишлари амалга оширилиши мумкин:

Сўнгра меъморий обидаларни баландлик таянч тармоғига боғлаш ишлари ва ўлчам олишнинг техник лойиҳа ва техник топшириқларида кўрсатилган бошқа турдаги ишлари амалга оширилади.

#### **10.6. Меъморий иншоотларда шартли ноль чизиғини режалаш ва нуқталарнинг отметкаларини аниқлаш**

Ўлчам олиш ишларини бажаришда съёмкаларни бир-бири билан ўзаро боғлаш ва ўлчам олиш чизмаларини аниқлаш мақсадида меъморий обидаларнинг ташқи ёки ички деворларида шартли ноль чизиғи белгиланади.

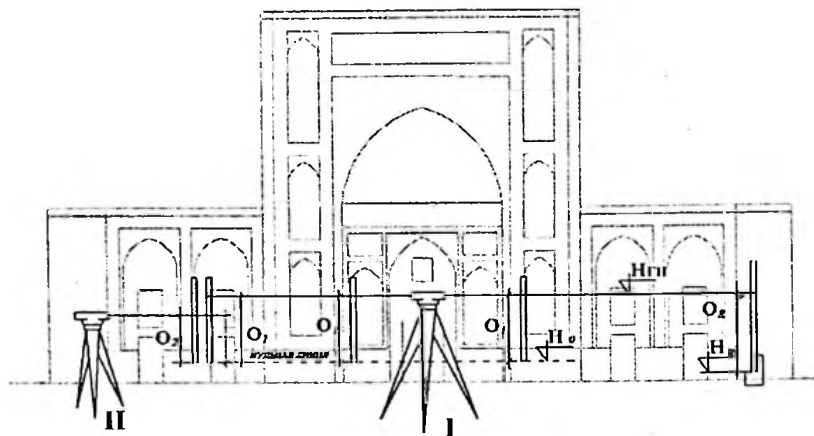
Ноль чизиғи деб иншоотларнинг деворида белгиланган, бир хил баландликка эга бўлган тўғри чизиққа айтилади. Бу ноль чизиғига баландлик ўлчаш ишларининг барчаси боғланади.

Агар меъморий обидаларнинг ташқи ва ички томонидаги ўлчам олиш ишларининг ҳаммаси фақат геодезик усулларда амалга оширилса, ноль чизиғини белгилашнинг зарурати йўқ. Аммо, жуда кўп ҳолларда аралаш усуллар ва вариантлар қўлланилади. Бунда обидаларнинг ўлчаш қийин бўлган ва бориб бўлмайдиган элементларининг ўлчамларини олиш геодезик усуллар орқали, қолган барча ишлар эса қўл усулида амалга оширилади.

Шартли ноль чизиғини белгилаш ишларини нивелир ёрдамида амалга ошириш жуда қулай (10.2-шакл). Бу ишларни бажаришда кўриш трубагининг устида адилаги бор бўлган теодолитлардан ёки кўчириб олиб, юриладиган гидростатик нивелирлардан ҳам фойдаланиш мумкин.

Шартли ноль иш чизиғини белгилаш мақсадида нивелир иншоотлардан 3-5 метр узоқликда ўрнатилади ва текширилиб, иш ҳолатига келтирилади. Сўнгра маълум оптимал тарзда танланган баландликда бошланғич нуқтада ўрнатилган рейкадан санок олинади. Кейин эса кузатувчи кўрсатган жойга рейкачи бориб, иншоот бўйлаб рейкани кўтаради ёки пастга суриб, ўрнатади. Кузатувчининг кўрсатмасига кўра, рейкачи

нивелир кўриш трубасининг ўрта горизонтал ипига мос тушадиган бошланғич санок бўйича шартли ноль чизигининг нуқталарини белгилаб боради.



10.2.- шакл. Шартли ноль чизигини белгилаш.

Шартли ноль чизиги меъморий обидаларнинг бутун периметри бўйлаб, ичкари ва ташқари томонларида, шу жумладан, пардеворларда, устунларда ва қолган бошқа жойларда ҳам белгилаб чиқилади. Бу чизиклар яхши кўриниб турадиган, аммо осон ювиладиган бўёқлар билан белгиланади. Бунинг учун кўмир парчаси, оддий ёки рангли бўрлардан фойдаланиш мумкин. Агар меъморий обидаларнинг деворларида чизик чизишнинг иложи бўлмаса, уларни алоҳида (шартли ноль чизиги бўйича) нуқталарда майда михчалар, крест шаклида чизилган қоғозлар ёрдамида белгиланади. Ўлчам олишлар якунланганидан сўнг, бу белгичалар олиб ташланади.

Шартли ноль чизигининг баландлиги полдан ёки ердан, иложи борича, ўлчаш ишларини бажариш учун қулай бўлган баландлик (кўпинча, одамнинг кўкрагига тенг бўлган баландлик)да бўлиши зарур. Меъморий иншоотларнинг ички ва ташқи тарафларида белгиланадиган ноль чизиклари бир хил баландликда бўлгани маъқул.

Ноль чизигини белгилаш аниклиги куйидаги формула орқали аникланади:

$$m_{H_0}^2 = m_{H_R}^2 + 2m_0^2 + m_j^2 + m_\phi^2,$$

бу ерда  $m_{H_R}$  - реперни аниклаш ўрта квадратик хатоси.

$m_0$  - рейкадан санок олиш ўрта квадратик хатоси.

$m_j$  - визирлаш ўрта квадратик хатоси.

$m_\phi$  - маркани ноль чизигига фиксациялаш ўрта квадратик хатоси.

Қияликда жойлашган иншоотларда, айрим ҳолларда зинапоясимон ноль чизигини турли сатҳларда ўрнатишга тўғри келади. Бундай чизикнинг синик жойлари (зинапоеси)ни бинонинг бурчаклари, эшиклар чеккаси каби вертикал жойлашган қисмларида ўрнатиш мақсадга мувофиқ. Синик чизикларда нисбий баландлик синчиклаб ўлчанади.

Ноль чизигини иншоотнинг курсисида ёки қандайдир бир «горизонтал» сатҳда ўрнатиш тавсия этилмайди. Чунки бу «горизонтал» сатҳлар ҳамма вақт ҳам катъий горизонтал ҳолатда бўлмайди.

Баландлиги катта бўлган меъморий иншоотларда турли сатҳларда бир неча ноль чизигини ўрнатишга тўғри келади. Юқори ноль чизигига отметка узатиш оддий геодезик усуллар орқали амалга оширилади.

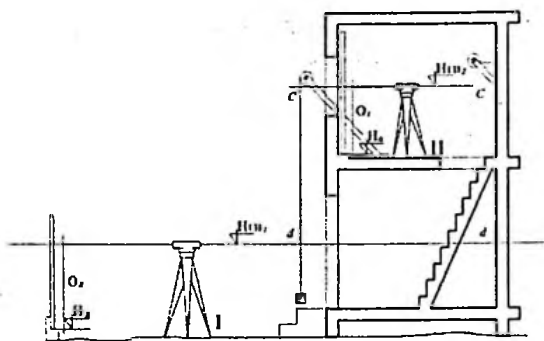
Биринчи ва иккинчи горизонтларнинг отметкаси (10.3-шакл) куйидаги формула бўйича аникланади:

$$H_{A_1} = H_R + O_R \quad \text{ва} \quad H_{A_2} = H_{A_1} + (c - d).$$

$H_0$  нинг қиймати куйидагига тенг бўлади:

$$H_0 = H_{A_2} - O_1.$$

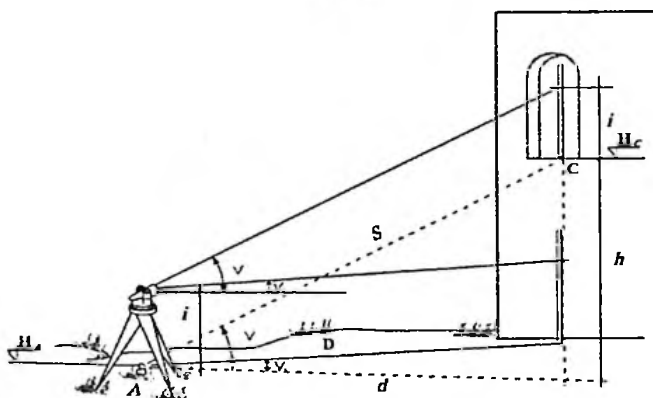
Ноль чизигини режалашда вертикал осилган рулеткадан фойдаланиш мумкин. Барчасидан кўра геометрик нивелирлашни қўллаш мақсадга мувофиқдир.



10.3-шакл. Горизонтлар отметкаларини аниқлаш.

Агар асос қилиб тригонометрик нивелирлаш олинган бўлса (10.4-расм), чизикли ўлчаш ишларини рулетка ёрдамида бажариш лозим. Чунки ипли дальномер билан масофани 1/400 нисбий хатолик билан ўлчаш мумкин. С нуқтанинг отметкаси қуйидаги формула орқали аниқланади

$$H_C = H_A + d \operatorname{tg} v_1 = H_A + h + i.$$

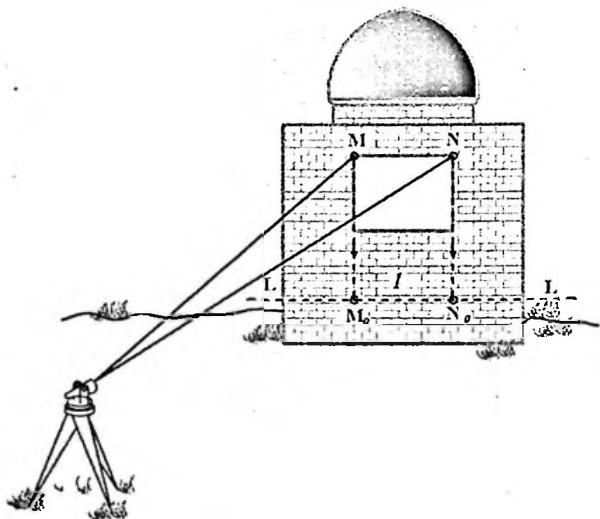


10.4-шакл. Тригонометрик нивелирлаш усулида нуқталарнинг отметкаларини аниқлаш.

### 10.7. Меъморий обидалардаги горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш

Меъморий обидалар кўп ҳолларда ўзларида мураккаб фазовий иншоотларни акс эттиради. Ўлчам олиш ишларини осонлаштириш мақсадида обидаларни тахминан унинг бир қатор турдош қисмларига бўлаклаб ажратиш ва кўрсатиш мумкин. Масалан, вертикал текис ва қия текис элементларини, ҳамда цилиндрик, пирамида шаклидаги, шар шаклидаги ва бошқа кўринишларини ажратиб кўрсатиш мумкин. Бу ўлчам олиш ишларини бажаришни тезлаштиришга имкон беради, бир қатор ҳолатларда эса аввалдан маълум бўлган математик боғланишларни қўллаш имкониятини беради. Меъморий обидаларнинг вертикал текис юзларида ўлчам олиш ишларини амалга оширишда проекциялаш усули муваффақиятли равишда қўлланилади (10.5-шакл).

Бу усул ёрдамида меъморий обидаларнинг горизонтал ҳолда жойлашган элементлари теодолит қараш трубагининг иплар тўрининг маркази орқали, теодолит вертикал доирасининг «0» саноғига мос келадиган  $LL$  шартли ноль чизигига проекцияланади. Кузатувчининг кўрсатмаси бўйича унинг ёрдамчилари иншоотнинг деворида  $M_0N_0$  нуқталарни белгилайди, ундан сўнг эса  $MN$  га тенг бўлган  $M_0N_0$  кесманинг деворда белгиланган узунлиги рулетка ёрдамида ўлчанади.  $LL$  шартли ноль чизиқнинг ўрнига бу иншоотда белгиланиб чиқилган ҳақиқий ноль чизигидан ҳам фойдаланиш мумкин.



10.5-шакл. Меъморий обидалардаги горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш.

Кузатувчи текширилган теодолит қараш трубасининг иплар тўри ёрдамида иншоот элементининг горизонтал ҳолатда эканлигини олдиндан текшириши лозим. Агар элементлар горизонтал ҳолатда бўлмаса, яъни қийшиқ ҳолда бўлса, ўлчаш иплари бошқа усулларда амалга оширилади. 10.5-шаклда кўрсатилган ҳолатда  $l$  кесманинг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$l = MN = M_0N_0.$$

$l$  кесманинг ўрта арифметик қиймати ва ўрта квадратик хатоси қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади

$$\bar{l} = \frac{\sum l_i}{n}, \quad m = \sqrt{\frac{\sum (l_i - \bar{l})^2}{n-1}},$$

бу ерда  $l_i$  -  $l$  кесманинг ўлчанган узунлигининг қийматлари,  $n$  - ўлчашларнинг умумий сони,  $\bar{l}$  -  $l$  кесманинг ўрта арифметик қиймати.

Кесманинг ўрта арифметик кийматининг ўрта квадратик хатоси:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}.$$

$l$  кесманинг нисбий хатоси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$f_{\text{нис}} = \frac{[\Delta]}{l} \leq \frac{1}{2000}.$$

Ўлчанган кесманинг узунлиги  $M$  аниқликда топилади. У ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$l = l \pm M.$$

Меъморий обидаларнинг горизонтал элементларининг ўлчамларини аниқлаш мақсадида проекциялаш усулини қўллаганда шуни эътиборга олиш лозимки, иншоот деворининг вертикал (тик) ҳолатда бўлмаслиги ўлчаш ишларининг натижаларига катта таъсир кўрсатиши мумкин (10.6-шакл).

Агар иншоотнинг оғиши (вертикал ҳолатда бўлмаслиги) кузатувчига қарама-қарши тарафда бўлса, горизонтал элементнинг ўлчамлари қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$\frac{AB}{A_0B_0} = \frac{D+d}{D};$$

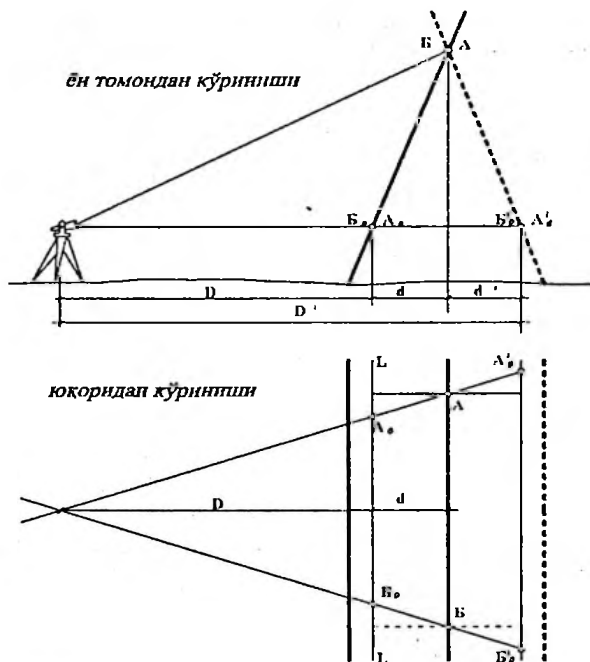
$$AB = A_0B_0 \frac{D+d}{D}.$$

Иншоотнинг оғиши кузатувчи томонга бўлган ҳолларда эса ундаги горизонтал элементнинг ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади

$$\frac{AB}{A'_0B'_0} = \frac{D'-d'}{D'};$$

$$AB = A'_0B'_0 \frac{D'-d'}{D'},$$

бу ерда  $AB$  - горизонтал элементнинг ҳақиқий ўлчами.



10.6-шакл. Иншоот деворининг тик ҳолатда бўлмаслигининг ўлчаш ишларига таъсири:  
 а) кузатувчига тескари томонга оғиши; б) кузатувчи томонга оғиши.

$A_0B_0$ ,  $A'_0B'_0$  - иншоотнинг оғиши тегишли равишда кузатувчига қарама-қарши тарафга ва кузатувчи тарафга бўлган ҳоллардаги  $AB$  кесманинг хато ўлчанган қийматлари.

Меъморий обидалар деворларининг вертикал ҳолатдан оғиши  $1,5^\circ$  дан катта бўлганда  $AB$  горизонтал элементнинг ўлчамини топиш аниқлиги камаяди. Шу сабабдан уларга тегишли тузатмалар киритилади.

### 10.8. Меъморий обидаларнинг тик текисликда жойлашган тик ва қия ҳолатдаги элементларининг ўлчамларини аниқлаш

Тарихий обидаларнинг вертикал текисликда ётган вертикал ва қия ҳолатда жойлашган элементларининг ўлчамларини турли усуллар ёрдамида аниқлаш мумкин. Геодезик ўлчаш ишлари амалиётида ушбу вазифани ечиш учун тригонометрик нивелирлаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

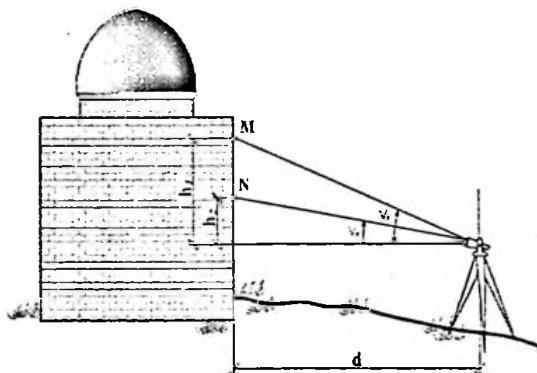
Меъморий иншоотларининг вертикал ҳолатда жойлашган бориб бўлмас элементларининг ўлчамларини бевосита қуйидаги боғлиқлик орқали аниқлаш мумкин (10.7-шакл).

$$h = d \operatorname{tg} v,$$

бу ерда  $d$  - иншоотгача бўлган масофанинг горизонтал қўйилиши,

$v$  - вертикал бурчак.

Вертикал бурчак  $v$  теодолит ёрдамида ўлчанади. Теодолит ўлчамлари аниқланиши керак бўлган иншоотнинг қаршисига ўрнатилиб, иш ҳолатига келтирилади. Унинг кўриш трубаси иншоотнинг ўлчаниши лозим бўлган элементининг  $MN$  кесмадан иборат бўлган ўлчамини аниқлаш учун  $v_1$  ва  $v_2$  вертикал бурчаклар ўлчанади.

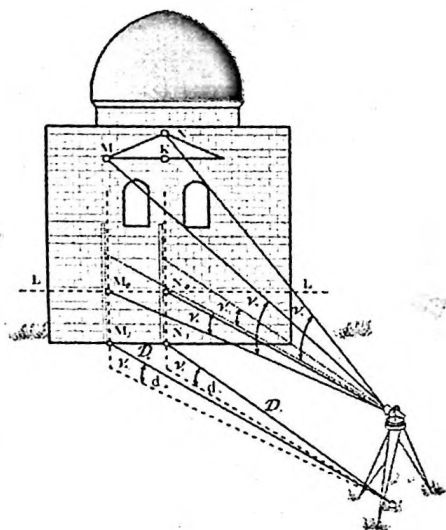


10.7-шакл. Вертикал текисликда ётган вертикал ҳолатда жойлашган элементларнинг ўлчамларини аниқлаш.

Иншоотгача бўлган масофа рулетка ёки пулат лента ёрдамида ўлчанади. Зарур бўлган ҳолатларда (жойнинг вертикал бурчагининг қиймати  $1,5^{\circ}$  дан катта бўлган ҳолда) чизикнинг қиялиги учун тузатма киритилади.

Турли жиҳозлар билан банд бўлган интерьерларнинг меъморий ўлчамларини олиш ишларини бажаришда, интерьернинг чап ёки ўнг томонда кичкина нарвон ўрнатишнинг имконияти бор бўлса, буш турган деворларига шовун чизиги остида тортиб ўрнатилган рулеткага теодолит ёрдамида бориб бўлмас вертикал элементларни параллел «кўчириш» ишларини амалга ошириш мумкин. Бунда асбоб-ускуналар етарли даражада турғун ҳолда бўлиши зарур.

Вертикал текисликда ётган қия ҳолатда жойлашган элементнинг ўлчамларини тўғри бурчакли учбурчакни ечиш қоидаларига асосида аниқлаш мумкин (10.8-шакл).



10.8-шакл. Меъморий обидаларнинг тик текисликда жойлашган қия ҳолатдаги элементларининг ўлчамларини аниқлаш

$MNK$  учбурчакнинг битта катети проекциялаш усули билан иккинчиси эса худди тик элемент сифатида аниқланади. 10.8-шаклдан кўрииб турибдики,  $MN$  кесманинг ўлчамларини аниқлаш учун тўртта қиялик бурчагини ва учта масофани ( $M_0N_0, D_N$  ва  $D_M$ ) ўлчаб талаб қилинади холос.

$MN$  кесма умумий ҳолда  $h_1$  ва  $h_2$  нисбий баландликларнинг фарқи сифатида аниқланади:

$$MN = h_1 - h_2 = d (\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2).$$

Агар  $\alpha = 30,5^\circ$  м,  $v_1 = +25^\circ 18'$ ,  $v_2 = +6^\circ 29'$  бўлса

$$h_1 = d \cdot \operatorname{tg} v_1 = 30,5 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ 18' = 14,42 \text{ м},$$

$$h_2 = d \cdot \operatorname{tg} v_2 = 30,5 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ 29' = 3,47 \text{ м}.$$

$MN$  элементнинг ўлчами:

$$MN = h_1 - h_2 = 14,42 - 3,47 = 10,95 \text{ м}.$$

$MN$  кесманинг аниқлигини баҳолаш қуйидаги формула орқали амалга оширилади:

$$m_{MN} = \sqrt{m_{h_1}^2 + m_{h_2}^2}.$$

Қиялик бурчақларини теодолит вертикал доирасининг икки ҳолатида (ДЧ ва ДЎ) ўлчаб мақсадга мувофиқ. Масофалар камида икки марта ўлчанади, бунда ўлчаб натижаларининг орасидаги фарқ меъморий ўлчамларни олиш ишларини бажариш учун қабул қилинган қизиқ ўлчаб ишларининг қабул қилинган йўл қўярли нисбий хатосидан ( $1/2000$ ) ошмаслиги лозим.  $LL$  шартли ноль қизигига нуқталарни проекциялаш теодолит вертикал доирасининг битта ҳолатида бажаришга рухсат этилади: бу ерда асбобнинг хатолиги бир хил (бир томонга) бўлади ва  $M_0N_0$  кесманинг ўлчамларини аниқлаш ишларининг натижаларига таъсир этмайди (10.8-шаклга қаралсин).

Учбурчакнинг  $MN$  кесмасининг ўлчами қуйидагича ҳисобланади:

$$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2},$$

бу ерда  $MK = M_0N_0$ ,  $NK = NN_0 - MM_0 = d_N \operatorname{tg} v_N - d_M \operatorname{tg} v_M$ ;

$$d_N = D_N \cos v_{N_1}; \quad d_M = D_M \cos v_{M_1}.$$

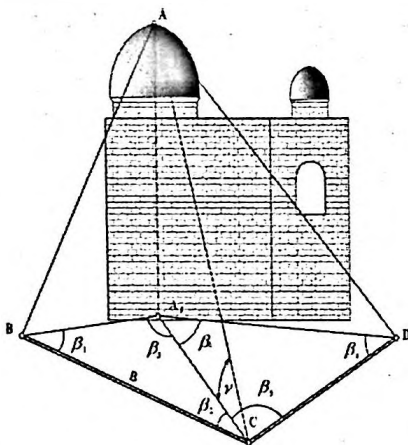
$MN$  кесманинг ўлчамини аниқлашнинг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$m_{MN}^2 = m_{MK}^2 + m_{NK}^2.$$

### 10.9. Таъмирлаш лойиҳасини тузиш учун меъморий обидалар ва уларнинг элементлари орасидаги бориб бўлмас масофаларни аниқлаш

Геодезия курсидан маълумки, бориб бўлмас масофаларни аниқлашда синуслар ва косинуслар теоремаси ҳамда параллактик усуллар қўлланилади. 10.9-шаклда меъморий обидалар ва уларнинг элементларигача бўлган бориб бўлмас масофаларни синуслар теоремасидан фойдаланиб, аниқлаш усули кўрсатилган.

Меъморий ўлчам олиш ишлари амалиётида кўпинча бориб бўлмас қия масофаларни худди 10.9-шаклда келтирилгани сингари аниқлаш зарурияти пайдо бўлади.



10.9-шакл. Меъморий обидаларнинг элементларигача бўлган бориб бўлмас масофани аниқлаш.

Бу ерда масалани ечиш ишлари икки босқичдан иборат бўлади: авваламбор, синуслар теоремасидан фойдаланиб,  $A_0C$  бориб бўлмас масофа аниқланади (аниқланиши зарур бўлган қия масофанинг проекцияси), сўнгра эса  $AA_0C$  учбурчакни ҳисоблаш орқали бориб бўлмас қия масофа аниқланади.

Ушбу усул қўлланилганда  $B$ ,  $C$  ва  $D$  станцияларни шундай жойлаштириш керакки, бунда  $BA_0C$  ва  $CA_0D$  учбурчаклар иложи борица тенг томонли учбурчаклар бўлиши зарур. Бу  $A_0C$  бориб бўлмас масофани топиш аниқлигини оширишнинг имконини беради.

Синуслар теоремасидан фойдаланиб, қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{A_0C}{\sin \beta_1} = \frac{BC}{\sin \beta_3} \quad (10.1)$$

$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2$  бўлганлиги учун, базис  $BC = B$  бўлади, у ҳолда

$$A_0C = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} \quad (10.2)$$

шунингдек:  $A_0C = \frac{CD \cdot \sin \beta_4}{\sin(\beta_4 + \beta_5)}$ . 10.9-шаклга кўра,

$$\frac{A_0C}{AC} = \cos v.$$

У ҳолда  $AC = \frac{A_0C}{\cos v}$  бўлади ва (10.2) формулани ҳисобга олган ҳолда, изланаётган  $AC$  қия масофа қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos v} \quad (10.3)$$

Масалан, жойда ўлчаш натижаларига кўра қуйидагилар олинган бўлсин:

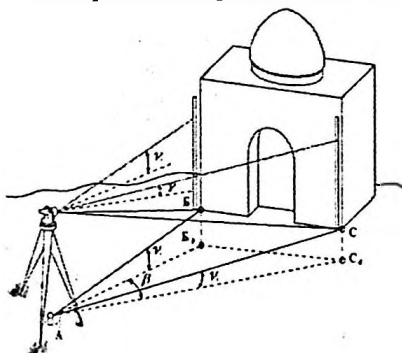
$$B = 40 \text{ м}, \quad v = 18^\circ 00', \quad \beta_1 = 45^\circ 00', \quad \beta_2 = 33^\circ 00'.$$

У ҳолда, изланаётган  $AC$  қия масофа қуйидагича аниқланади:

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos v} = \frac{40,0 \cdot \sin 45^\circ 00'}{\sin(45^\circ 00' + 33^\circ 00') \cdot \cos 18^\circ 00'} = \frac{34,036}{0,514 \cdot 0,6603} = 100,40 \text{ м.}$$

Демак,  $AC$  қия масофа  $100,40$  м. га тенг экан.

Агар  $AB$  ва  $AC$  чизикларда жойнинг қиялиги  $1,5^\circ$  дан ошмаса  $\beta$  горизонтал бурчак ва  $AB$  ва  $AC$  масофаларни ўлчаш кифоя (10.10-шакл). Акс ҳолда  $v_B$  ва  $v_C$  қиялик бурчакларини ўлчаш,  $AB_0$  ва  $AC_0$  горизонтал қўйилишларни аниқлаш ва  $B_0C_0$  кесманинг узунлигини ҳисоблаш талаб этилади. Текис бўлмаган жойларда  $BC$  ва  $B_0C_0$  кесмалар орасида фарқ бўлиши мумкин ва буни ўлчам олиш чизмаларини тайёрлашда ҳисобга олиш зарур.



10.10-шакл. Меъморий обидалар элементлари орасидаги бориб бўлмас масофани аниқлашда бурчаклар ва масофаларни ўлчаш схемаси.

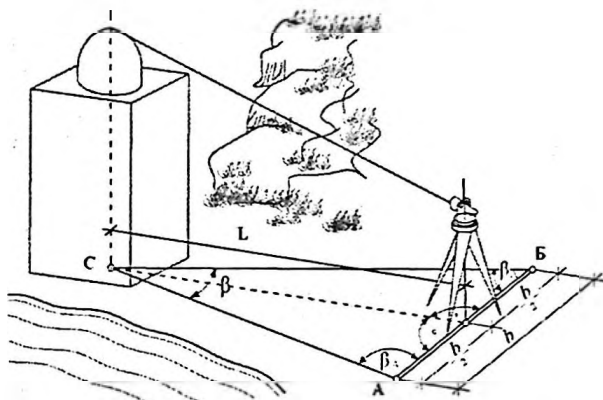
Изланаётган  $BC$  масофани аниқлаш учун  $AB$ ,  $AC$ ,  $\beta$  ва  $v_B$  қийматлар ўлчанади. Ёзувларни ихчамлаштириш мақсадида  $BC = a$ ,  $AB = c$  ва  $AC = b$  деб белгилаб, косинуслар формуласи бўйича қуйидагича ёзиш мумкин:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \beta}. \quad (10.4)$$

Тор шароитли жойларда, тенг томонли учбурчакларни

Ўрнатишнинг имкони бўлмаса, бориб бўлмас масофани аниқлашнинг параллактик усулини қўллаш мумкин (10.11-шакл).

Агар  $\beta$  параллактик бурчак  $12''$  дан катта, шулар орқали  $\beta$  бурчак топиладиган  $\beta_A$  ва  $\beta_B$  горизонтал бурчаклар  $\pm 20''$  аниқликда ўлчанган бўлса, базис эса  $1/4000$  атрофида нисбий хатолик билан ўлчанса, унда номаълум  $L$  масофани  $1/2000$  дан катта бўлмаган хатолик билан топиш мумкин [14]. Шу муносабат билан, 10.2-жадвалда кўрсатилган қийматлардаги базис (асбобни жойлаштириш узоклигига қараб) катталикларини қабул қилиш тавсия этилади.



10.11-шакл. Бориб бўлмас масофани параллактик усулда аниқлаш.

$L$  масофа (10.11-шаклга қаралсин) қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$L = \frac{1}{2} b \cdot \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}, \quad (10.5)$$

бу ерда  $b$  - базис;  $\beta = 180^\circ (\beta_A + \beta_B)$ .



пунктлари орасида ўзаро кўриниш таъминланган бўлиши шарт. Томонлар узунлигини деярли тенг қабул қилиш лозим. Бурчаклар иложи борица пухта ўлчанади. Томонлар узунлиги миллиметр бўлакли рулетка билан тўғри ва тескари йўналишларда ўлчанади. Зарур ҳолларда чизиклар қиялигига тузатмалар киритилади.

Ўлчаш ишлари тугаганидан сўнг, коғозга йирик масштабда таянч тармоғи ва меъморий обида тепасигача бўлган йўналиш чизилади. Бу йўналишлар кесишган жойда меъморий обида тепасининг проекция ҳолати олинади (агар нурлар учбурчакни ташкил этса, унинг маркази меридианлар кесишган нуқтада бўлади). Изланаётган масофа қабул қилинган масштаб бўйича график усулда аниқланади.

Бу усулнинг камчилиги шундан иборатки, график қурилмалар билан боғлиқ бўлган қўшимча хатолар пайдо бўлиши мумкин, шунингдек якуний натижаларни олиш учун камерал ишларни бажариш зарурияти туғилади.

Меъморий обидаларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишларини бажаришда меъморий обидалар ва улар орасидаги бориб бўлмас масофаларни аниқлашнинг аниқ, ишончли ва тежамкор усули координаталар усулидир (10.13-шакл). Координаталари маълум бўлган икки  $A$  ва  $B$  таянч пунктларидан туриб, иншоотнинг юқори нуқтасини тўғри бурчакли кесиштириш ишлари бажарилади ва иншоот юқори нуқтасининг горизонтал текисликка проекцияси ( $C$  нуқта) координаталари Юнг формуласи бўйича ҳисобланади. Кейин, маълум формулалар ёрдамида бориб бўлмас масофа аниқланади:

$$AC = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2};$$

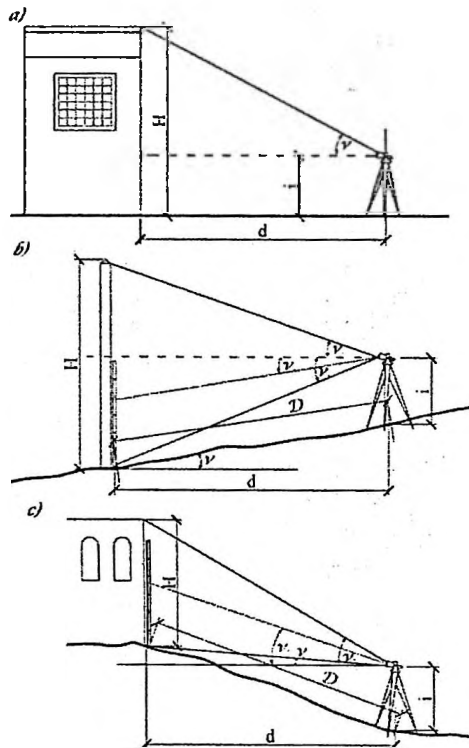
$$BC = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2}.$$



Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ўлчам олиш ишларини бажаришда қўлаб бориб бўлмас масофаларни аниқлаш зарурияти пайдо бўлганда координаталар усулини қўллаш айниқса самарали бўлади.

Меъморий ўлчам олиш ишлари амалиётида меъморий обиданинг икки томони ҳам бориб бўлмас бўлган элементининг ўлчамларини аниқлаш масаласи пайдо бўлади (10.14-шакл). Бундай ҳолатларда координаталар усулини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. Масалани ечишнинг расмда кўрсатилган йўли теодолит съёмкаси натижаларини қайта ишлашда координаталарни ҳисоблашнинг кенг қўлланиладиган услубига мос келади.

Меъморий обидаларнинг баландлигини аниқлашнинг энг қийин томонлари шундан иборатки, бунда меъморий иншоотларнинг юқори қисмининг горизонтал проекциясини олишнинг имконияти бўлмайди. Агар бунинг имкони бўлса, уларнинг баландлигини тўғри бурчакли учбурчакларнинг конуниятларини қўллаган ҳолда осон аниқлаш мумкин (10.15-расм).



10.15-шакл. Иншоот баландлигини аниқлаш схемаси.

Ўлчаш қийин бўлган ҳолларда иншоотнинг марказигача бўлган горизонтал қўйилишни бориб бўлмас масофани аниқлаш каби топилади. Айрим ҳолларда бу ўлчаш қийин бўлган масофани тарихий обиданинг ён тарафидан туриб аниқлаш мумкин (10.16-шакл), аммо бу усул унчалик катта бўлмаган симметрик иншоотлар учун мўлжалланган.

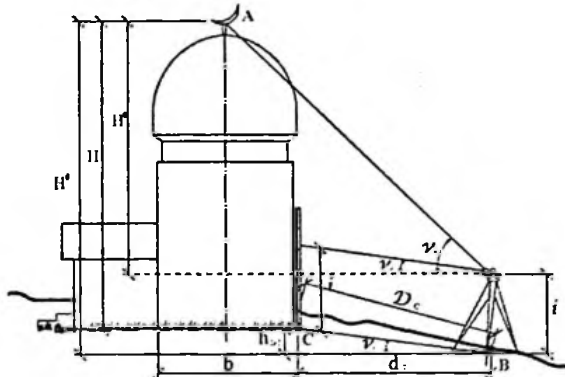
Агар  $B$  станция фронтал йўналишдан четда жойлашган бўлса ( $BA$  йўналиш бўйича ўтадиган текислик иншоотнинг бўйлама текислигига перпендикуляр бўлмаса), у ҳолда масофанинг «ёпиқ» қисми  $b/2 \cos \alpha$  га тенг бўлади, бу ерда  $\alpha$ -

оғиш бурчаги.

Куйидаги  $b$ ,  $i$ ,  $\nu_A$ ,  $\nu_C$  ва  $D_C$  параметрларни ўлчагандан сўнг иншоотнинг баландлиги ҳисоблаб топилади:

$$H = H'' + i - h_{BC},$$

бу ерда:  $h_{BC} = D_C \sin \nu_C$ .



10.16-шакл. Меъморий обидаларнинг ўлчаш қийин бўлган баландлигини аниқлаш.

$H''$  баландликнинг қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$H'' = \left( D_C \cdot \cos \nu_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \nu_A.$$

Юқорида келтирилган формулалардан фойдаланиб, иншоотнинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \left( D_C \cdot \cos \nu_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \nu_A + i - D_C \cdot \sin \nu_C.$$

Агар  $b = 3,08$  м;  $i = 1,46$  м;  $\nu_A = 29^{\circ}10'$ ;  $\nu_C = 1^{\circ}55'$ ;  $D_C = 21,0$  бўлса, иншоотнинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \left( D_C \cdot \cos \nu_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \nu_A + i - D_C \cdot \sin \nu_C =$$

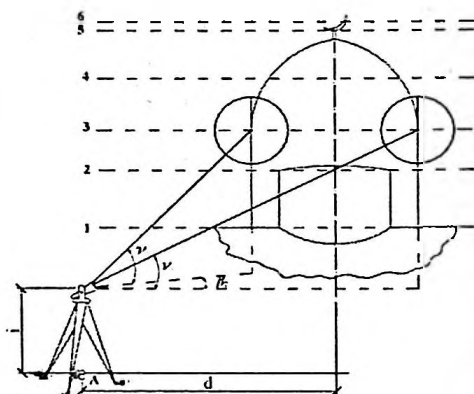
$$= (21,0 \cos 1^{\circ}55' + 3,08/2) \operatorname{tg} 29^{\circ}10' + 1,46 - 21,0 \sin 1^{\circ}55' = 13,33$$

м.

### 10.10. Планада айлана шаклига эга бўлган меъморий обидаларнинг радиусини ва айлана маркази координаталарини аниқлаш

Меъморий обидалар кўпинча айланасининг радиуси ва маркази координаталари аниқланиши талаб этиладиган цилиндрик, конус, шар шаклидаги ва бошқа кўринишларга эга бўлган элементлардан иборат бўлади.

Агар меъморий обиданинг элементлари мураккаб шаклда бўлса (10.17- расм), ўлчам олиш ишлари босқичли равишда олиб борилади. Ҳар бир шартли сатҳ учун  $\beta$  ва  $\nu$  бурчаклар аниқланади. Ўлчам олиш чизмаларини тузишда барча ўлчамларни ҳисоблаш учун шуларнинг ўзи етарли бўлади.



10.17-шакл. Меъморий обиданинг турли горизонтларида унинг радиусини аниқлаш схемаси.

Агар меъморий обидаларда ўз ўқидан сезиларли даражада оғиш пайдо бўлса, ҳар бир шартли сатҳлар учун  $d$  масофа алоҳида аниқланади. Барча  $d$  масофаларни аниқлаб, нафақат меъморий обидалар элементларининг ўлчамларини аниқлаш мумкин, балки унинг оғиши ҳақидаги ҳамма маълумотларни олиш мумкин (оғишнинг абсолют ва нисбий қийматлари, оғиш

йўналиши ва бошқалар).

10.17-шакл орқали меъморий обидалар элементларининг турли горизонтлардаги радиуслари куйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$R_1 = d \cdot \sin \frac{\beta_1}{2}; \quad R_2 = d \cdot \sin \frac{\beta_2}{2}; \quad \dots; \quad R_n = d \cdot \sin \frac{\beta_n}{2},$$

бу ерда  $h = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  - шартли сатҳий баландлик (горизонт)лар,  $d$  - масофанинг горизонтал куйилиши (одатда икки таянч пунктдан бориб бўлмас масофа сингари аниқланади).

Ҳар бир горизонтнинг нисбий баландлиги асбоб баландлигига нисбатан куйидагича аниқланади:

$$\Delta h_1 = d \cdot \operatorname{tg} \nu_1; \quad \Delta h_2 = d \cdot \operatorname{tg} \nu_2; \quad \Delta h_n = d \cdot \operatorname{tg} \nu_n.$$

У ҳолда, горизонтлар баландлиги куйидаги ифодалар бўйича ҳисобланади:

$$H_1 = H_A + i + \Delta h_1; \quad H_n = H_A + i + \Delta h_n$$

Агар айлана шаклидаги элементни бевосита ўлчашнинг имкони бўлса, унинг радиуси стандарт формула бўйича аниқланади:

$$R = \frac{C}{2\pi},$$

бу ерда  $C$  - рулетка билан ўлчанган айлананинг узунлиги.

Ўлчаш ноқулай бўлган ҳолларда элементларнинг радиуси, зарур бўлган ҳолларда эса марказ координаталари битта геодезик тармоғи пунктдан туриб, теодолит ва рулетка ёрдамида аниқланади (10.18-шакл).

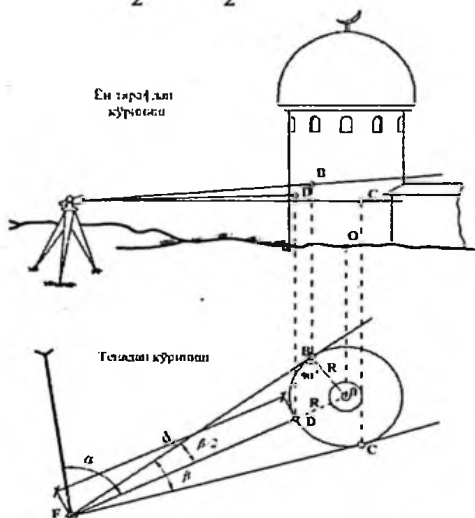
$FD$  масофа  $\beta$  бурчак биссектрисаси йўналиши бўйича рулетка ёрдамида ўлчанади, агар ўлчаш учун шароит старли бўлмаса, унда  $FO$  масофа худди бориб бўлмас масофа каби аниқланади.

$\Delta FBO$  учбурчакдан куйидагини олиш мумкин:

$$\frac{R}{d+R} = \sin \frac{\beta}{2},$$

бу ердан

$$R(1 - \sin \frac{\beta}{2}) = d \sin \frac{\beta}{2} \text{ ифода келиб чиқади.}$$



10.18-шакл. Плана айлана шаклига эга бўлган меъморий обидаларнинг радиусини аниқлаш схемаси.

Радиуси қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$R = \frac{d \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{1 - \sin \frac{\beta}{2}},$$

бу ерда  $d-F$  нуктадан  $D$  нуктагача бўлган масофа.

У ҳолда иншоотнинг марказ координаталари қуйидагича аниқланади:

$$X_0 = X_F \pm (d + R) \cos \alpha; \quad Y_0 = Y_F \pm (d + R) \sin \alpha,$$

бу ерда  $\alpha-FO$  чизик йўналишининг дирекцион бурчаги.

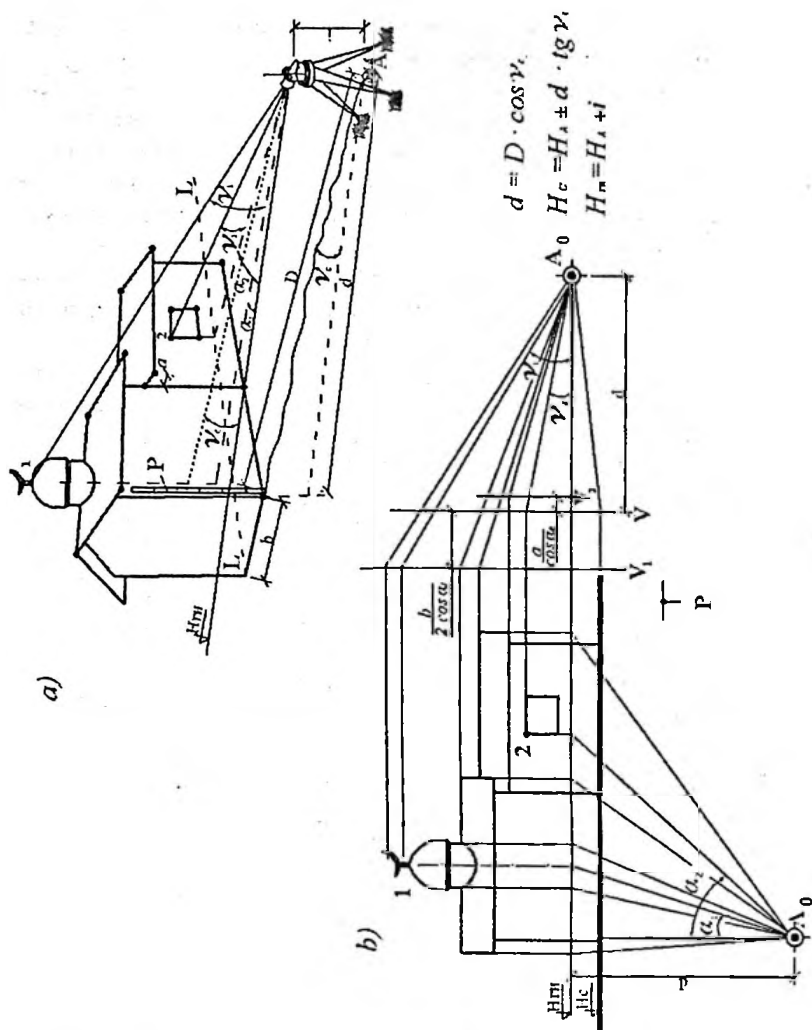
## 10.11. Меъморий обидаларнинг ўлчамларини аниқлашнинг тезкор геодезик усули

Меъморий обидаларнинг ўлчамларини аниқлашнинг геодезик усули, умуман олганда, турли хил план олиш ишларини бажариш мақсадида чизик, бурчак ва нисбий баландликларни ўлчаш ишларининг мажмуасини ташкил этади. Бу контактсиз усул, яъни ўлчам олиш ишларини бажариш учун кўп сарф харажатлар талаб қиладиган нарвонлар ва ҳавозаларни қуришни талаб этмайди. Бу эса унинг натурада (қўл усулида) ўлчам олиш усулига нисбатан энг катта афзаллиги ва ютуғидир. Аммо, геодезик усул, шубҳасиз замонавий бўлишига қарамасдан, кўп меҳнат талаб қилади. Ўлчам олиш ишларини бажариш жараёнлари кўп вақтни олиши мумкин.

Бажариладиган ишларга кетадиган меҳнат сарфини камайтириш учун ўлчам олиш чизмаларининг хоссаларини объектнинг марказий проекцияси сифатида қўллаш мумкин. Проекция маркази бўлиб геодезик ўлчаш ишлари бажариладиган таянч пункти хизмат қилади. Фақатгина назорат учун тўлиқ ўлчашлар цикли талаб этилади ва фақат шу нукталардаги ўлчаш ишлари тўлиқ камерал тарзда қайта ҳисобланади. Бошқа нукталар учун далада фақат энг зарурий ўлчаш ишлари бажарилади ва бунда бу ўлчашлар натижаларини камерал ҳисоблаш ишлари талаб этилмайди: чизмада нукталар турли график қурилмалар ёрдамида белгиланади.

Съёмка қилиш учун станцияни шундай танлаш зарурки, бунда у кузатилаётган фасадга перпендикуляр ҳолда жойлашган обида деворининг створида ўрнатилиши лозим.

Агар бундай станцияларни ўрнатиш таянч тармоғини барпо этишда кўзда тутилмаган бўлса, у ҳолда танланган станцияни таянч тармоғига боғлашни амалга ошириш зарур. Агар фақат ўлчам олиш чизмаларини олиш топшириғи берилган бўлса, боғлаш ишларини бажаришнинг зарурияти бўлмайди.



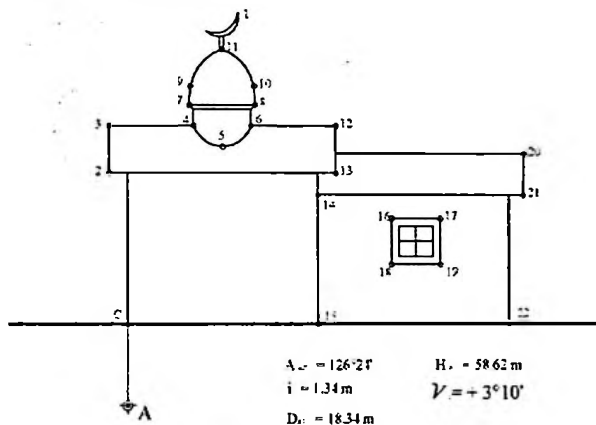
10.19-шакл. Тезкор геодезик усулда ўлчам олиш. а) дала ишлари;  
 б) ўлчам олиш чизмасини яратиш схемаси.

Асбобни ориентирлаш «станция-назорат нуктаси» йўналиши бўйича амалга оширилади.

Съёмкани бошлашдан олдин съёмка нуқталарининг номерлари, назорат нуқталарининг ҳолати ва ўлчаиш натижалари кўрсатилган фасаднинг тасвири қўлда чизилади. Бу ҳужжатни кроки деб аташ мумкин (10.20-шакл), аммо жойдаги ўлчаишлардан фарқли ўлароқ, бу ерда ўлчамлар кўрсатилмайди.

Кузатиш ишларини қайд этиш учун тахеометрик съёмка журнали ёки унинг соддалаштирилган шаклидан фойдаланиш мумкин.

Съёмка бошланишида теодолит вертикал доирасининг ноль ўрни (НУ) аниқланади ва у  $1'$  дан катта бўлса тузатилади (геодезия қисмига қаралсин). Иш куни мобайнида ноль ўрни икки-уч марта текширилади.



10.20-шакл. Ўлчам олиш ишлари крокиси

Горизонтал бурчакларни аниқлаш қулай бўлиши учун теодолит лимбининг ноль бўлаги алидаданинг нул бўлаги билан бирлаштирилади ва лимбни (алидада винтининг маҳкамланган ҳолатида) айлантириб, қараш трубаи иплар

турининг марказини санокнинг бошланғич нуктасига қаратилади. Бундай нукта сифатида ҳаммасидан кўра чап томондан энг чеккадаги назорат нуктасини танлаш қулайроқ. Станцияда ишни бажариб бўлгунга қадар лимб маҳкамланган ҳолда қолдирилади. Съёмка нукталарини кузатиш алидада ва кўриш трубасини айлантириш орқали амалга оширилади. Горизонтал доирадан олинган санок бошланғич йўналишидан съёмка қилиш нуктаси йўналишигача бўлган горизонтал бурчак қиймати санок олиш қурилмасидан олинади. Шу билан бир вақтнинг ўзида вертикал доирадан олинган санок ҳам журналга ёзиб қўйилади.

### Ўлчам олиш журнали

Сана..... Теодолит..... Об-ҳаво..... Бажарувчи..

| Станция | Кузатиш нукталари | Асбоб баландлиги, м. | Саноклар               |                                                  |                  | Ноль ўрни | Қиялик бурчаги    | Изоҳ                                  |
|---------|-------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------------|---------------------------------------|
|         |                   |                      | Масофа-лар, м.         | Вертикал доира                                   | Горизонтал доира |           |                   |                                       |
| A       | C                 | 1,34                 | $D=18,34$<br>$d=18,31$ | $DY: +3^{\circ}105'$<br><br>$DЧ: -3^{\circ}095'$ | 0                | 0,5'      | $3^{\circ}10'$    | $AAC=126^{\circ}24$<br><br>$HA=58,52$ |
|         | 1                 |                      |                        | $+29^{\circ}30'$                                 | $20^{\circ}15'$  |           | $29^{\circ}29.5'$ | Ярим ойнинг асоси.                    |
|         | 2                 |                      |                        | $+10^{\circ}05.5$                                | $359^{\circ}48'$ |           | $10^{\circ}05'$   | Томнинг бурчаги.                      |
|         | 3                 |                      |                        | ...                                              | ...              |           | ...               | ...                                   |
|         | 4                 |                      |                        | ...                                              | ...              |           | ...               | ...                                   |

Журнални тўлдириш намунаси вертикал доираси секторли рақамланган 2Т30П русумидаги теодолит учун берилган.

Назорат нукталаригача бўлган масофа рулетка ёрдамида аниқроқ ўлчанади. Бундан ташқари, фасаднинг аниқлашга қулай бўлган бир неча элементлари ўлчанади. Бу келгуси

график курилмаларнинг тўғри бажарилишига ишонч ҳосил қилиш имкониятини беради.

## **10.12. Меъморий обидаларнинг ўлчамларини аниқлашда замонавий лазерли электрон геодезик асбобларни қўллаш**

Геодезик ўлчашларнинг асосий мақсади сифатли топографик материаллар яратишдан иборат. Геодезиянинг олдида турган яна асосий вазифалардан бири бу геодезик ўлчаш натижаларининг аниқлигини оширишдир. Бунинг учун эса иккита масалани ечиш талаб қилинади: юқори аниқликдаги асбобларни қўллаш ёки янги усулларни яратиш.

Замонавий аниқ ва юқори аниқликдаги лазерли электрон геодезик асбобларни қўллаш юқорида баён этилган масалаларни ечишда жуда қўл келади. Буларни қўллаш дала ўлчаш ва камерал ҳисоблаш ишлари вақтини тежайди, иш унумдорлигини, сифатини ҳамда ўлчов натижалари аниқлигини оширади.

Бу соҳада Швейцариянинг “Лейка” фирмаси қуйидаги геодезик асбобларни ишлаб чиқармоқда:

- электрон теодолитлар (T1000, T1600, T2002, T3000), ўрта квадратик хатолари ҳар бири учун мос равишда - 3", 1,5", 1", ва 0,5" ;

- масофани нур қайтаргичсиз аниқлайдиган электрон дальномер DIOR 3002;

- дала ўлчаш натижаларини қайд этувчи ва сақловчи терминал (диск)лар. Улар икки хил кўринишда ишлаб чиқарилмоқда, яъни алфавит-сонли ва теодолитларнинг ўзига ўрнатиладиган мини терминаллар;

- аниқланиши керак бўлган нуктани белгилаш ва топиш учун GLZ 1 ва GLZ 2 лазер насадкалари;

Электрон теодолит ва тахеометрлар электрон дальномерлар ва натижаларни сақловчи терминаллар билан биргаликда комплекс равишда қўлланилади (10.21-шакл).



10.21-шакл. Лазерли электрон геодезик асбобларнинг ишлаш тамойили.

Маълумки, меъморий обидаларнинг аксарият қисмлари ва элементлари бевосита ўлчаш учун жуда ноқулай ҳолатда жойлашган бўлади. Шундай ҳолларда Швецариянинг “Лейка” фирмаси мутахассислари томонидан ишлаб чиқарилган T1000 электрон теодолитига ўрнатиладиган DIOR 2002 маркали дальномер насадкиси ва GLZ 1 ёки GLZ 2 маркали лазер трубкасидан иборат электрон асбоблар комплектидан фойдаланиш мумкин. Ушбу электрон асбоблар комплектини қўллаб, мураккаб геометрик шаклига эга бўлган меъморий обидаларнинг ноқулай жойларида жойлашган фазовий нукталарининг координаталарини ҳеч қандай нур қайтаргичлар ёки маркалар ўрнатмасдан, осонгина аниқлаш мумкин. Барча дала ўлчаш ишлари натижалари сақланган терминаллардан GIF русумли интерфейслар ёрдамида компьютерга узатилади. Талаб қилинган зарурий материаллар ва

чизмалар график тузувчи ускуналар ёки плоттерлар ёрдамида яратилади. Бу ишлар тайёр махсус стандарт дастурлар орқали амалга оширилади.

Таклиф этилаётган электрон асбобларни қўллаган ҳолда план олиш усулининг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

1. Дала ўлчаш ишларининг юқори самарадорлиги;

2. Режа олиш билан бир вақтнинг ўзида геодезик асос яратилади, натижада бу ишларни бажариш учун қўшимча вақт талаб этилмайди. Геодезик асоснинг тўғри барпо этилганлиги аввалги нуктанинг координаталарини аниқлаш орқали далада тўғридан-тўғри текширилади;

3. Кузатилаётган жойлардаги аниқланадиган нукталар лазер нури ёрдамида қулай тарзда ёритилади ва кузатишда хатоликка йўл қўйилмайди. Иншоотлар юзасидаги нукталарнинг координаталарини аниқлаш ўрта квадратик хатоси 40 м масофагача 10 мм дан ошмайди;

4. Ўлчаш натижаларини қайта ишлаш ЭХМ ларда амалга оширилади. Асбоблар ёрдамида олинган барча дала ишларининг натижалари маълумотлар сақланадиган ускунадан GIF 10 интерфейси орқали компьютерга узатилади. Бу маълумотлар таҳрир қилинади ва тегишли тузатмалар киритилади. Олинган натижалар асосида иншоотнинг тархлари, киркимлар ва фронтал режалари график курувчи ускуна ёрдамида тузилади.

#### **10.13. Меъморий обидалар деворларининг фронтал режасини лазерли электрон геодезик асбоблар туркуми ёрдамида яратиш**

Меъморий обидалар деворларининг юзасига нур кайтаргич призма ўрнатишнинг имкони бўлмаганлиги учун лазерли электрон геодезик асбоблар туркумини деворнинг деформациясини аниқлаш ва фронтал режаларни тузиш учун қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Девор юзасининг деформациясини таҳлил қилиш ушбу юзага маркалар ўрнатиш ва уларнинг фазовий координаталарини аниқлаш йўли билан амалга оширилади. “Лейка” фирмасининг электрон геодезик асбоблар туркуми қўлланилганда девор

юзасига маркалар ўрнатиш керак бўлмайди, балки ихтиёрий нукталарга лазер нури қаратилиб, ALL тугмачасини босиб билан қисқа вақт ичида юзлаб нукталарнинг  $x$ ,  $y$ ,  $z$  фазовий координаталарини ҳисоблашдан ташқари, хоҳлаган тарх, қирқим ёки фазовий кўринишларни автоматик равишда тузиш имконияти пайдо бўлади (10.25-шакл).

Девор юзасидаги нукталар фазовий координаталарини керакли аниқликда топиш учун қуйидаги шартларга амал қилиш керак:

- таҳлил қилиш керак бўлган девор юзасини чекка 1 - $i$  нукталардан асбоблар туркуми ўрнатилган нуктагача бўлган масофа бир хил бўлиши керак, шунда  $S$ - $j$  чизик деворнинг 1  $j$  чизигига перпендикуляр бўлади;

- асбоб ўрнатилган нуктадан девор юзасигача бўлган масофа қуйидаги шартни бажариши керак:

$$L \geq \frac{b}{2 \lg \beta_{\text{чек}}}, \quad L \geq \frac{(H-l)}{\lg \beta_{\text{чек}}},$$

бу ерда  $b$ -таҳлил қилинаётган девор юзасининг узунлиги;

$H$ -таҳлил қилинаётган девор юзасининг баландлиги;  $\beta_{\text{чек}}$ -чекланган максимал горизонтал бурчак,  $\beta_{\text{чек}} = 35^\circ$ , таҳлил натижалари асосида аниқланган.

Агар суратга олиш вақтида юқорида кўрсатилган  $L_1$  ва  $L_2$  масофалар кичик бўлиб қолса, унда девор юзасига параллел створ чизик яратилиб бир неча  $S_1, S_2, \dots, S_n$  нукталардан туриб съёмка қилиш амалга оширилади (10.22-шакл).

Девор юзасидаги нукталарнинг  $x_i$ ,  $y_i$  ва  $z_i$  координаталари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} x_i &= x_s + (S + \Delta l) \cos v \cdot \cos \alpha \\ y_i &= y_s + (S + \Delta l) \cos v \cdot \sin \alpha \\ z_i &= z_s + (S + \Delta l) \sin v + \Delta h \end{aligned} \right\} \quad (10.1)$$

бу ерда  $\Delta l = b \cdot \lg v$  ва  $\Delta h = \frac{b}{\cos v}$ ,  $b = 87$  см;  $x_s, y_s, z_s$ -асбоб

ўрнатилган нуктанинг фазовий координаталари.

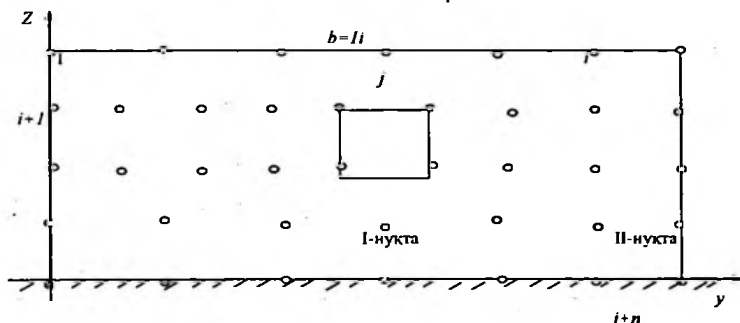
$$\frac{b^2 \cdot \cos^2 v}{S^2}, \quad \frac{m_v^2 \cdot b^2}{\rho^2} (g^2 v + \sin^2 v), \quad \frac{b^2 \cdot \sin^2 v}{S^2} \text{ ифодани}$$

қийматларининг кичиклигини ҳисобга олиб, бу ҳадларни ташлаб юборамиз. Шундан сўнг, қуйидаги тенгламалар ҳосил бўлади:

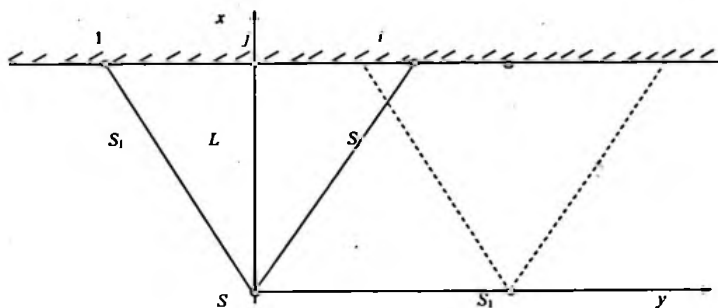
$$m_x^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \cos^2 \alpha + \frac{S^2 \cdot m_\beta^2}{\rho^2} (\cos^2 \alpha \cdot \sin^2 v + \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 v),$$

$$m_y^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \sin^2 \alpha + \frac{S^2 \cdot m_\beta^2}{\rho^2} (\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 v + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 v),$$

$$m_z^2 = m_s^2 \sin^2 v + \frac{S^2 \cdot m_v^2}{\rho^2} \cos^2 v.$$



10.22-расм. Меъморий обида фазвий координаталарини аниқлаш.

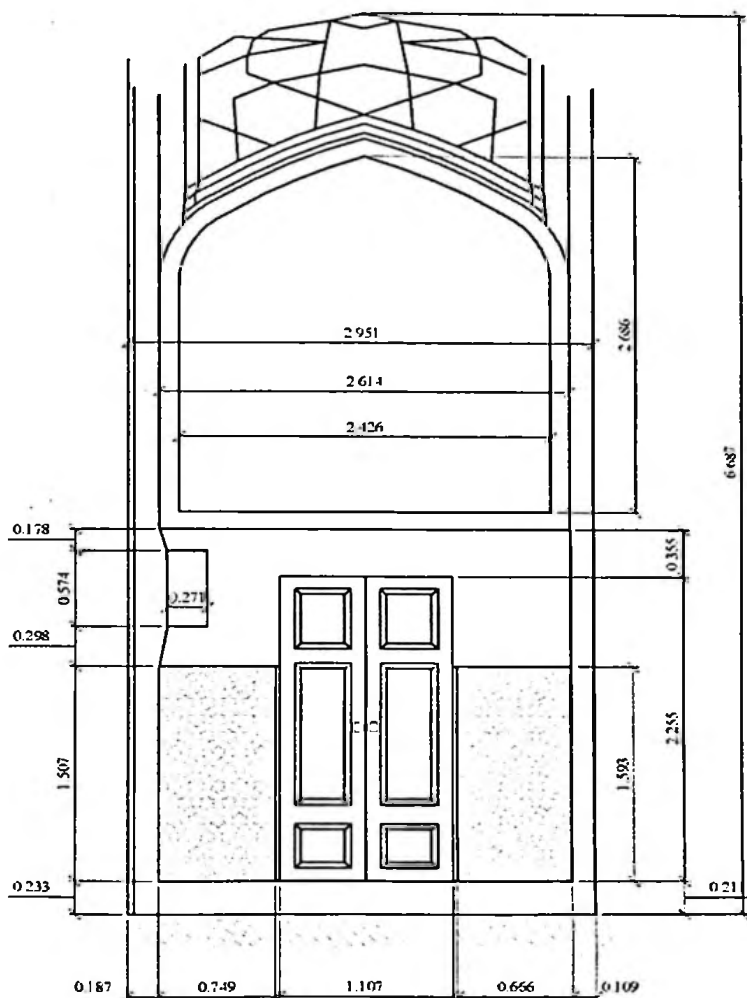


10.23-шакл. Меъморий обидани съёмка қилиш схемаси.

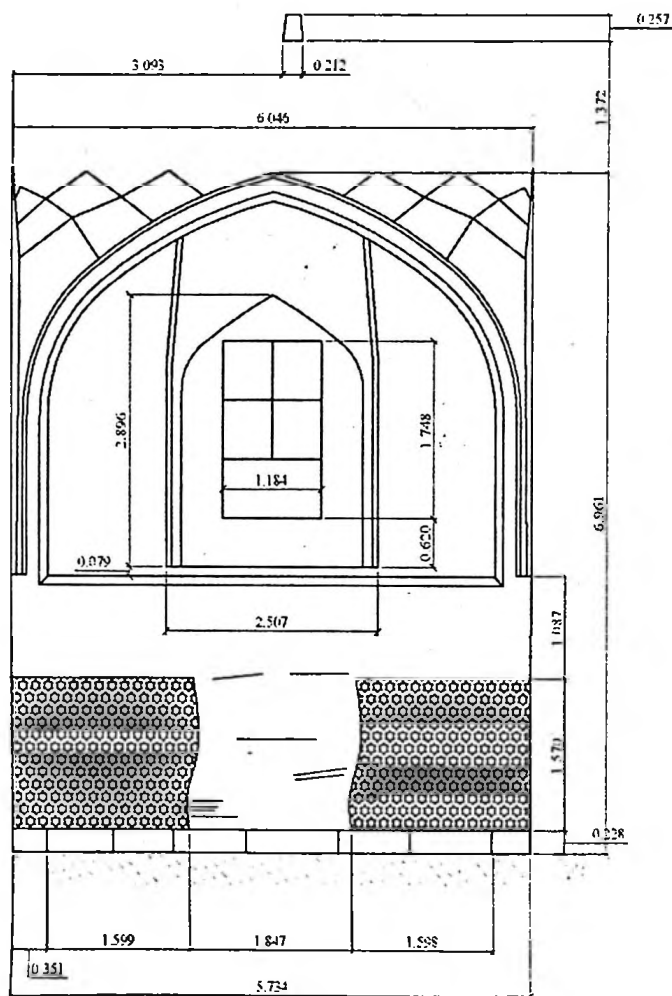
Ўлчаш аникликларининг қийматларини аник мисолда кўрадиган бўлсак, агар  $B=10$  м;  $b=10$  м;  $L=10$ м;  $m_v=m_\alpha=m_\beta=3''$  деб олсак, унда девор юзасидаги энг ноқулай жойлашган 3 та нукта учун ўрта квадратик хатоларни ҳисоблаймиз.

| Нукталар | $m_x$ | $m_y$ | $m_z$ |
|----------|-------|-------|-------|
| I нукта  | 5,0   | 0,145 | 0,14  |
| II нукта | 4,33  | 2,50  | 0,16  |
| i нукта  | 3,75  | 2,18  | 2,51  |

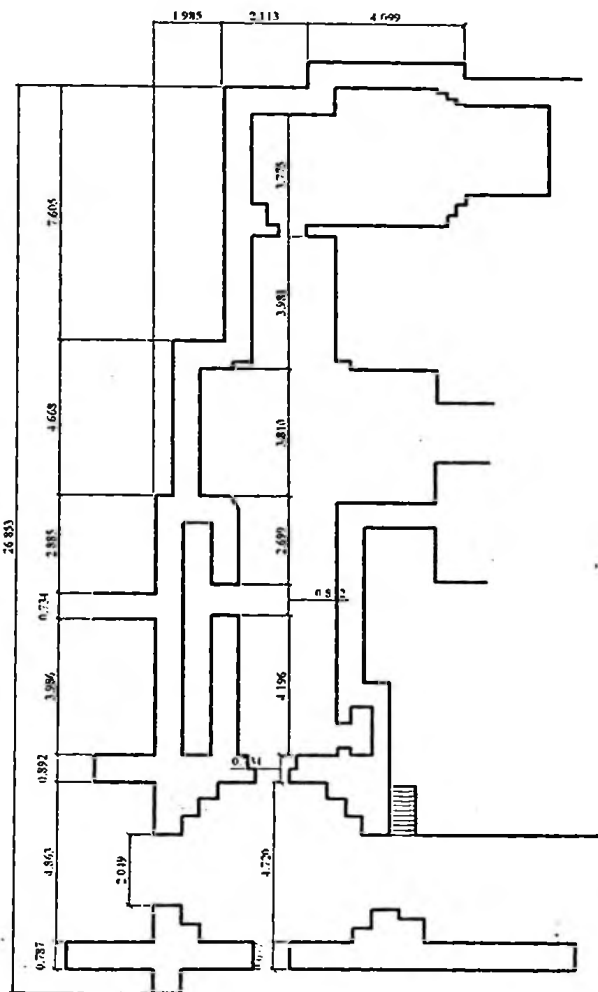
Жадвалдаги натижалардан кўриниб турибдики, ўлчаш аниклиги жуда юқори. Ўлчаш натижалари асосида тузилган девор юзасининг фронтал кўриниши 10.28-шаклда кўрсатилган. Бундан ташқари ўлчаш натижалари асосида меъморий обидаларнинг кўндаланг ва бўйлама қирқимларини, планлари, фронтал планлари, ҳар қандай элементларнинг ўлчамларини чизиш мумкин (10.24÷10.27 шакллар).



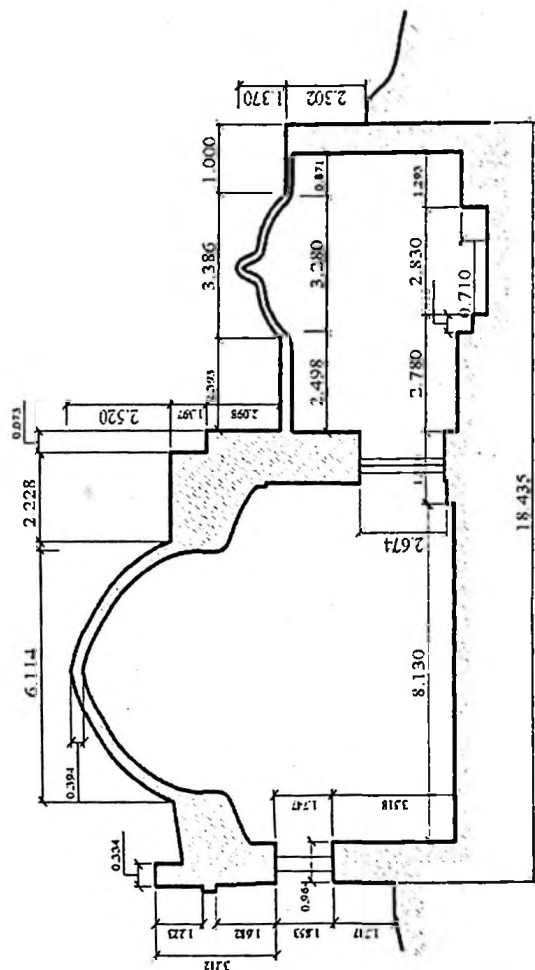
10.24-шакл. Қусам ибн Аббос мақбараси жанубий деворининг фронтал кўриниши.



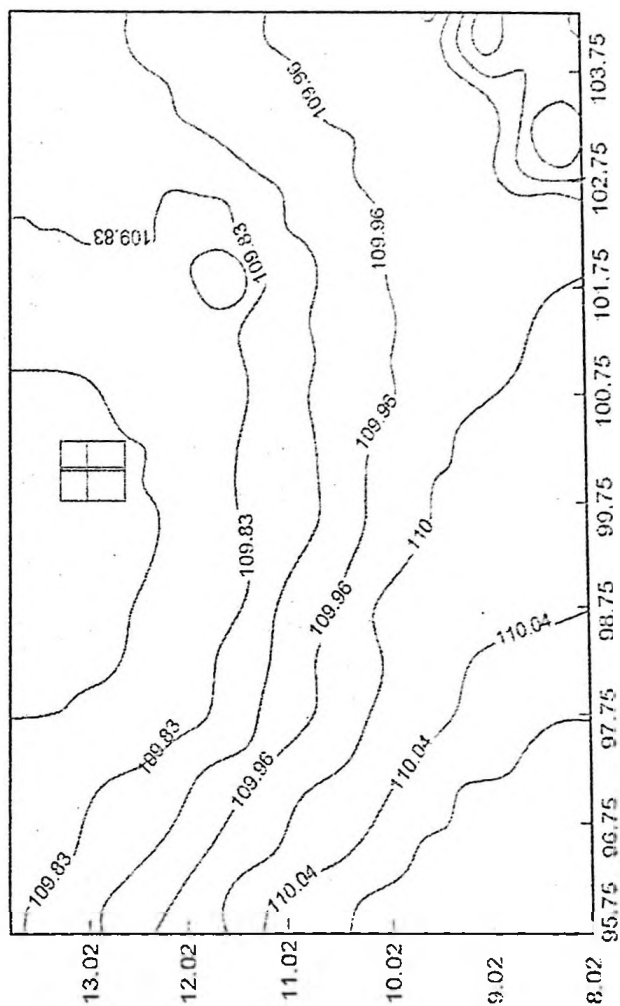
10.25-шакл. Электрон тахеометр ёрдамида олинган Қусам ибн Аббос мақбараси деворининг фронтал кўриниши.



10.26-шакл. Қусам ибн Аббос мақбараси кириш залининг плани.



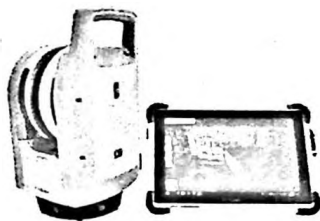
10.27-шакл. Меъморий обиданинг кўндаланг қирғими.



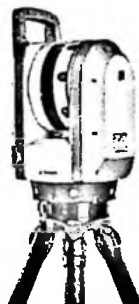
10.28-шакл. Шоҳи Зинда ансамбли девори юзасининг топографик плани.

#### 10.14. Лазерли сканерлаш, унинг моҳияти ва технологияси

Геодезик асбобларни такомиллаштириши ва техник ривожланиши 3D лазерли сканерлаш технологиясининг пайдо бўлишига олиб келди. Бугунги кунда бу технология энг замонавий ва самарали ўлчаш усулларидан биридир. Лазерли сканерлаш - бу махсус лазер сканерлари ёрдамида 3D сиртларни ўлчаш учун мўлжалланган контактсиз технологиядир. Анъанавий геодезик усулларига нисбатан ўлчов натижаларининг мазмунан бойлиги, тезлиги ва аниқлиги билан ажралиб туради. 3D лазерли сканерлаш архитектура, саноат, йўл инфратузилмаси қурилиши, геодезия, маркшейдрия ва археология соҳаларида қўлланилади. 3D лазерли сканер - бу секундига миллионгача нуқталарнинг ўлчовларни амалга оширадиган, объектни фазовий нуқталар тўплами координаталарини аниқловчи қурилма. Олинган маълумотлар тўплами нуқталар бўлти деб номланади.



*3D-сканер. Trimble. (X7-100-00-ROW)*



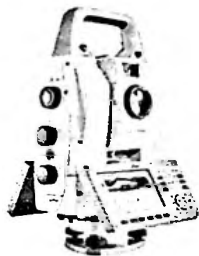
*3D-сканер. (X7-100-00-BYOD), 500 000/60 m.*



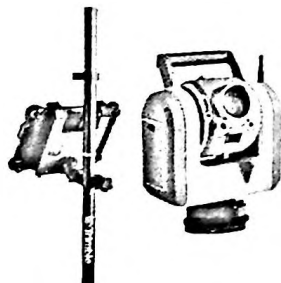
*Лазер сканери. Leica  
BLK360 360 000/60 м.*



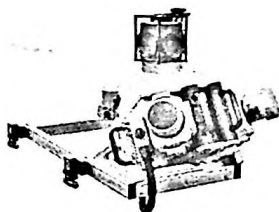
*Лазер сканери. Trimble TX6.  
500 000/80 м.*



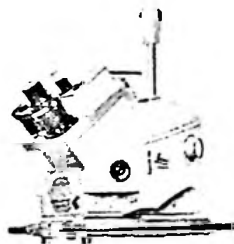
*Сканер-тахеометр. Leica  
MS60). 2000 м/1"/.*



*Сканер-тахеометр. Trimble  
SX10.1"/800 м.*



*Мобил 3D-сканери. Trimble  
MX9, 2 000 000/420 м.*



*Мобил 3D-сканери. Leica  
Pegasus: Two Ultimate. 1  
000 000/3200 м.*

Харакат фаолият принципига кўра лазер сканерлари импульсли (ТОФ), фазали ва триангуляцион турларига бўлинади. Импульсли сканерлар масофани лазер нурларининг объектга етиб бориши ва қайтиш вақтига асосан масофани аниқлайди. Фазали сканерлар лазер нурларининг фазалар силжиши орқали ишлайди; Триангуляцион 3D сканерлари нур тарқатгич, объект ва нур қабул қилувчи ускуналар ёрдамида учбурчак шаклида ишлайди.

Лазер сканерининг асосий ижобий параметрлари бу узоклик, аниқлик, тезлик, қўриш бурчаги диапазонининг кенглигидир. Диапазони ва ўлчов аниқлиги бўйича 3D сканерлар қуйидагиларга бўлинади.

- юқори аниқли (хатолик миллиметрча, ўлчаш масофаси дециметрдан 2-3 метрча):
- ўртача (хатолик бир неча миллиметрча, ўлчаш масофаси 100 м гача):
- узок масофага масофа (хатолик миллиметрдан сантиметрча, ўлчаш масофаси 1 км. дан зиёд).

Сўнгги учта синф, ҳар хил турдаги муаммоларни ечиш қобилиятига кўра, геодезик 3D-сканерлар, деб таснифланиши мумкин.

Ҳозирги вақтда барча геодезик лазер сканерларининг горизонтал қўриш бурчаги 360 °, вертикал бурчаги 40-60 ° дан 300 ° гача ўзгаради. Сканерлаш технологияси яқинда пайдо бўлишига қарамай, у жуда самарали эканлигини исботлади ва унчалик самарали бўлмаган ўлчов усуллари алмаштирмоқда.

Лазерли сканерлашнинг афзалликлари қуйидагидан иборат:

- сканерланган маълумотларнинг қўплиги ва аниқлиги;
- суратга олиш тезлиги (сонияда 50 000 дан 1 000 000 гача нукталар суратга олинади);
- бориш қийин бўлган объектларни лазерли сканерлашда контакtsiz ўлчаши;
- лазер ёрдамида сканерлаш натижаларига субъектив омилларнинг таъсирини деярли йўқ қиладиган юқори даражадаги автоматлаштирилганлиги;
- олинган маълумотларнинг "уч ўлчовлилиги";

- 3D геодезик тадқиқот маълумотлари ёрдамида лойиҳалаш жараёнини соддалаштириши;

- барча ўлчовлар инсон омилини ҳисобга олмаган ҳолда жуда тез ва аниқ усул билан амалга оширилиши;

- барча ўлчовлар рефлекторсиз тарзда, масофадан туриб амалга оширилади, бу иш хавфсизлигини оширади; масалан, кўндаланг кесимларни олиш учун баланд йўлни тўсиб қўйиш, баландликни ўлчаш учун қўшимча қурилмалар ўрнатиш керак эмаслиги;

- лазер ёрдамида сканерлаш технологияси кўпчилик САПР тизимлари (*Autodesk AutoCAD, Revit, Bentley Microstation*) билан, шунингдек, *AVEVA PDMS, E3D, Intergraph SmartPlant, Smart3D, PDS* каби "оғир" дизайн воситалари билан бирлашади.

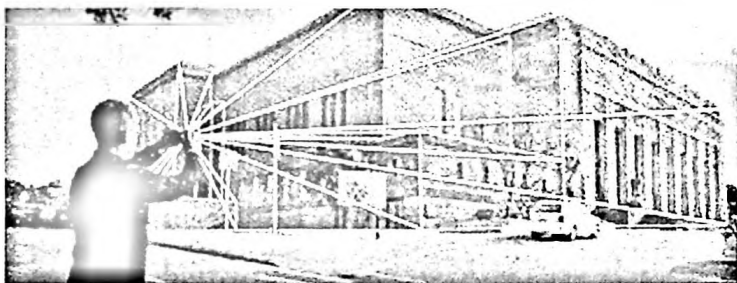
Туннелларни, кўприкларни, йўللарни таъмирлаш, реконструкция ишларини лойиҳалаштириш учун топографик режалар, қирқимлар, планларни яратиш, автоматлаштирилган электрон маълумотлар базасини яратишда ҳам 3D сканерлашдан фойдаланиш катта самарадорлик беради.

Лазерли сканерлаш саноатда реконструкция қилиш ва ижро сёмкасини бажариш учун ҳам қўлланилади. Энг катта самарадорликка лазер ёрдамида очиқ конструкцияларни, кон шахталарини, ғорларни, туннелларни сканерлаш орқали эришилади. Усулнинг тезлиги бизга тупроқ ишларининг бориши тўғрисидаги маълумотларни тезда олиш, қазилган жинслар ҳажмини ҳисоблаш, қурилиш жараёнининг геодезик назоратини амалга ошириш, чуқур иншоотларни ва кўчкилар жараёнларини кузатиш имконини беради.

Археологияда лазер ёрдамида сканерлаш қазил ишлари ва археологик топилмаларни аниқ жойлашганлигини таҳлил қилиш учун қўлланилади. Нукталар булутининг (зичлигининг) юқори деталлари кейинчалик археологик майдоннинг аниқ ва реал 3D моделини яратишга, ушбу моделдан музейлаштириш учун интерактив дастурда фойдаланишга ҳамда объектга виртуал киришни таъминлашга имкон беради.

Геодезияда турли хил архитектура ва қурилиш ҳолатларини ҳал қилишда лазерли 3D-сканерлардан фойдаланилмоқда. *Leica*

*Cyclon* каби дастурий таъминот тизимлари олинган маълумотларни тез ва самарали ишлашга имкон беради.

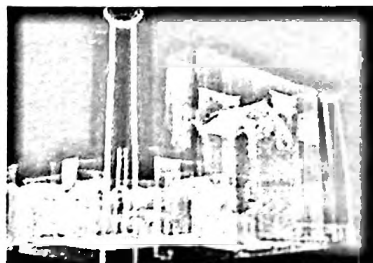
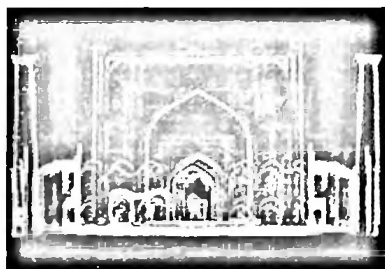


Объектни сканерлаш монтаж ва қурилиш ишларини бажариш учун кейинчалик жараёни мониторинг қилиш учун, фасадни сканерлаш бизга пардозлаш ишларининг сифати ва тўғрилигини баҳолашга имкон беради.

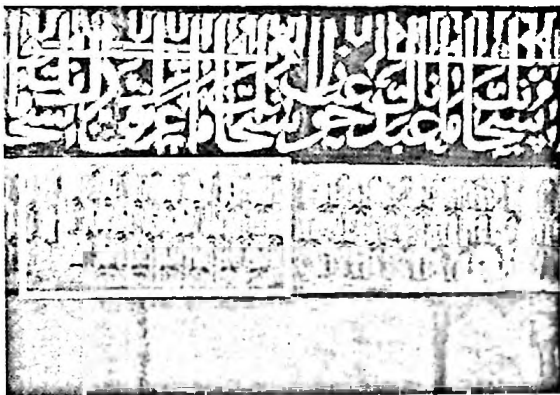


Архитектурада лазер ёрдамида сканерлаш биноларнинг ташқи ва ички қисмини суратга олиш учун ишлатилади. Архитектура ёдгорликларини лазерли сканерлаш сўнгги пайтларда оммалашиб бораётганлиги сабабли биноларни ва иншоотларни реконструкция қилиш ва бошқариш учун фойдаланилмоқда.

Ҳозирда 500 та энг таникли маданий мерос объектларининг рақамли уч ўлчовли моделларини яратиш мақсадида *SuArk 500* сканерлаш лойиҳаси яратилди. *SuArk 500* лойиҳаси асосида Самарқанднинг асосий меъморий ёдгорлиги бўлган Регистоннинг 3D модели яратилди.



Бундан ташқари, тарихий ва маданий объектларни лазерли сканерлаш, уларни реконструкция қилиш бўйича ишларни бажаришда самарали бўлади ва бу ноёб биноларнинг аввалги кўринишини энг юқори аниқликда қайта тиклашни таъминлайди.



Босқичма-босқич кўриш билан бирлаштирилган декор

элементларини батафсил лазер ёрдамида сканерлаш оркали бинонинг умумий кўринишини ёки бинонинг исталган жойларини чизмаларини олишимиз мумкин. Айрим элементларни сканерлаш чизмалар, шунингдек, алоҳида қисмларнинг бўлимларини яратишга, йўқолган элементларни тузатишга имкон беради.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. E.X.Isakov, U.Tojiyev, G'.N.Aliqulov. "Muhandislik geodeziyasi". O'quv qo'llanma. Samarqand.: "SamDAQI" nashriyoti -2019, 220 bet.
2. Д.О.Жўрасв, Д.Р.Носирова. Геодезия. Ўқув қўлланма. 1-қисм. 2002 й., Тошкент.
3. Авчиев Ш.К., Тошпулатов С.А. «Инженерлик геодезияси». Ўқув қўлланма. Тошкент, 2001., 98 бет.
4. Исаков Э.Х. Мъморий обидалар ўлчамлари аниқлашнинг геодезик усуллари. Самарканд, 2015 йил, Самарқанд шаҳридаги Буюртма №1482, 04.02.2015
5. Жўраев Д. О. Геодезия. 1-қисм. Т.Ўзбекистон. 2006 й. 215 бет.
6. Мубораков Х. Геодезия. Чўлпон номидagi кўшиқлар-матбаа ижодий уйи, 2007 й.
7. Мубораков Х. Геодезия ва картография. Т.: Ўқитувчи. 2012 йил.
8. Кўзибоев Т. Қ. "Геодезия" "Ўқитувчи", Тошкент. 1975 йил.
9. СНиП. 3.01.03-85. Геодезические работы в строительстве.
10. Авчиев Ш.К., Ташпулатов С.А. "Инженерлик геодезияси" - Т.: "Ёш куч пресс матбуоти" МЧЖ. 2019. 460 б.
11. Ключия Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдмав Е.Д. "Инженерная геодезия"-М., "Академкнига". 2006, 478с.
12. Нишанбаев Н.М. Амалий геодезия. Мъморчилик обидаларини таъмирлашга оид геодезик ишлар. - Ташкент: Ўқитувчи. 1992. - 110 с.
13. Скорорева Р.Н. Современные усулы обмеров памятников архитектуры. - М.: МАРХИ, 1990. -133 с.
14. Технический отчет по выполненным геодезическим и стереофотограмметрическим работам по созданию планов поверхностей памятника культуры мавзолея Кусам ибн Аббас в г. Самарканде - М., МИИГАИК, 1991.
15. Исаков Э.Х. Разработка геодезических способов съёмки памятников архитектуры с целью реставрации. Диссерт. на соискании учен. степени к.т.н. -М., МГУТКиА, 1993.

### Интернет маълумотлари:

1. [www.geokniga.org/books/5168](http://www.geokniga.org/books/5168)
2. [www.bntu.bu/flk-ig/iten/flk-ig.html](http://www.bntu.bu/flk-ig/iten/flk-ig.html)
3. [www.breeds.ru/.../iniienemava-geodeziva](http://www.breeds.ru/.../iniienemava-geodeziva)
1. [www.gov.uz](http://www.gov.uz) - Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.

## МУНДАРИЖА

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КИРИШ.....                                                                                | 3  |
| <b>1-БОБ. ГЕОДЕЗИЯ ТЎҒРИСИДА УМУМИЙ<br/>МАЪЛУМОТЛАР</b>                                   |    |
| 1.1. Геодезия фани ва унинг вазифалари.....                                               | 6  |
| 1.2. Геодезия фанининг қисқача тарихи.....                                                | 10 |
| 1.3. Ернинг шакли ва ўлчамлари.....                                                       | 14 |
| 1.4. Геодезияда проекциялаш усуллари.....                                                 | 17 |
| 1.5. Ер эгрилигини (сфериклигини) горизонтал ва<br>вертикал масофага таъсири.....         | 18 |
| <b>2-БОБ. ГЕОДЕЗИЯДА ҚўЛЛАНИЛАДИГАН<br/>КООРДИНАТА СИСТЕМАЛАРИ ҲАҚИДА<br/>МАЪЛУМОТЛАР</b> |    |
| 2.1. Геодезияда қўлланиладиган координата системалари...                                  | 21 |
| 2.2. Тўғри бурчакли ясси координата системаси.....                                        | 23 |
| 2.3. Гаусс-Крюгернинг зонал тўғри бурчакли коорди-<br>ната системаси.....                 | 24 |
| 2.4. Кутбий ва қўш кутбли координата системаси.....                                       | 25 |
| 2.5. Абсолют ва нисбий баландликлар.....                                                  | 26 |
| <b>3-БОБ. ЖОЙДА ЧИЗИҚЛАРНИ ОРИЕНТИРЛАШ</b>                                                |    |
| 3.1. Дирекцион бурчак, ҳақиқий ва магнит азимут,<br>румб бурчаги.....                     | 29 |
| 3.2. Ориентирлаш бурчаклари.....                                                          | 31 |
| 3.3. Меридианлар яқинлаштиш бурчаги.....                                                  | 31 |
| 3.4. Ҳақиқий азимут билан дирекцион бурчак ҳамда<br>румб бурчак орасидаги муносабат.....  | 32 |
| 3.5. Дирекцион бурчак билан румб орасидаги муносабат..                                    | 34 |
| 3.6. Текисликда тўғри ва тескари геодезик масала.....                                     | 35 |
| <b>4-БОБ. ТОПОГРАФИК КАРТАЛАР ВА ПЛАНЛАР</b>                                              |    |
| 4.1. Карталар, уларни таърифи, элементлари ва<br>хусусиятлари.....                        | 37 |
| 4.2. Масштаблар. План, карта ва профиль тўғрисида<br>тушунча.....                         | 39 |
| 4.3. Карталарнинг масштаблар бўйича классификацияси<br>ва номенклатураси.....             | 42 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4. Топографик карталарнинг номенклатураси.....                                                                      | 43  |
| <b>5-БОБ. ЖОЙ РЕЛЬЕФИНИ ТОПОГРАФИК КАРТА<br/>ВА ПЛАНЛАРДА ТАСВИРЛАНИШИ.</b>                                           |     |
| <b>ТОПОГРАФИК КАРТАДА ЎЛЧАШ ИШЛАРИ</b>                                                                                |     |
| 5.1. Топографик карталарда шартли белгиларнинг<br>гуруҳларга бўлиниши.....                                            | 48  |
| 5.2. Рельеф ва унинг асосий шакллари, хусусиятлари.....                                                               | 49  |
| 5.3. Жой рельефини топографик карталарда тасвир-<br>ланиши.....                                                       | 50  |
| 5.4. Планлар ва карталарда шартли белгилар.....                                                                       | 52  |
| 5.5. Топографик картада ечиладиган геодезик масалалар                                                                 | 54  |
| <b>6-БОБ. ТЕОДОЛИТНИ ТУЗИЛИШИ ВА УНИНГ<br/>ҚИСМЛАРИ. ЖОЙДА БУРЧАК ЎЛЧАШЛАР</b>                                        |     |
| 6.1. Теодолитлар.....                                                                                                 | 66  |
| 6.2. Жойда бурчак ўлчаш технологияси.....                                                                             | 70  |
| 6.3. Оптик теодолитлар ёрдамида горизонтал бурчакни<br>ўлчаш усуллари.....                                            | 72  |
| 6.4. Вертикал (кия) бурчакни ўлчаш.....                                                                               | 76  |
| 6.5. Вертикал доира НЎ ни $0^0$ га келтириш.....                                                                      | 78  |
| <b>7-БОБ. ЖОЙДА МАСОФА ЎЛЧАШ</b>                                                                                      |     |
| 7.1. Жойда чизик ўрнини белгилаш ва чизик ўтказиш.....                                                                | 80  |
| 7.2. Масофа ўлчаш усуллари.....                                                                                       | 83  |
| 7.3. Масофа бевосита ўлчаш асбоблари ва уларни<br>текшириш.....                                                       | 84  |
| 7.4. Жойда ўлчанган масофанинг горизонтал проекция-<br>сини аниқлаш.....                                              | 88  |
| 7.5. Оптик дальномерлар. Дальномерлар ёрдамида масо-<br>фа ўлчашнинг асосий принциплари.....                          | 89  |
| 7.6. Масофа ўлчашнинг параллактик усули.....                                                                          | 93  |
| <b>8-БОБ. НИВЕЛИРЛАШ УСУЛЛАРИ</b>                                                                                     |     |
| 8.1. Нивелирлаш. Нивелирлаш усуллари тўғрисида<br>тушунчалар.....                                                     | 95  |
| 8.2. Геометрик нивелирлаш моҳияти. Олдинга, ўртадан<br>ва мураккаб нивелирлаш. Асбоб горизонти ва уни<br>аниқлаш..... | 97  |
| 8.3. Нивелирни классификацияси.....                                                                                   | 104 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 8.4. Компенсаторли нивелирлар.....            | 105 |
| 8.5. Электрон нивелирлар.....                 | 106 |
| 8.6. Нивелирлашда ишлатиладиган рейкалар..... | 111 |
| 8.7. Нивелирларни текшириш ва тузатиш.....    | 112 |
| 8.8. Техникавий нивелирлаш.....               | 116 |
| 8.9. Тригонометрик нивелирлаш.....            | 117 |
| 8.10. Гидростатик нивелирлаш.....             | 118 |

## **9-БОБ. ГЕОДЕЗИК ТАЯНЧ ТЎРЛАРИ**

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1. Давлат геодезик таянч тўрлари ва зичлаштириш тўрлари.....                                                         | 121 |
| 9.2. Планли давлат геодезик тўрлари (ПДГТ). Триангуляция, трилатарация ва полигонометрия усуллари.....                 | 123 |
| 9.3. Жойда геодезик таянч пунктлари ўрнини белгилаш. Пирамида, сигнал, марказ, репер.....                              | 125 |
| 9.4. Давлат баландлик тўрлари.....                                                                                     | 128 |
| 9.5. GPS геодезик тўрларини барпо этиш. NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС ва GALILEO навигация тизимлари тўғрисида маълумотлар..... | 131 |
| 9.6. План олиш тўрлари ҳақида умумий тушунча.....                                                                      | 136 |
| 9.7. Рекогносцировка.....                                                                                              | 138 |
| 9.8. Теодолит йўлини геодезик таянч пунктларига боғлаш.....                                                            | 140 |
| 9.9. Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш ва теодолит йўли пунктларининг координаталарини аниқлаш.....                       | 141 |
| 9.10. Тахеометрик йўл. Тахеометрик йўл ўтказишдаги геодезик ишлар.....                                                 | 143 |

## **10-БОБ. АРХИТЕКТУРАВИЙ ЎЛЧАШ ИШЛАРИДА ГЕОДЕЗИК УСУЛЛАР**

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Меъморий обидаларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишлари ва уларни бажаришга қўйиладиган асосий талаблар..... | 146 |
| 10.2. Меъморий обидаларни асрашнинг долзарб муаммолари.....                                                        | 151 |
| 10.3. Меъморий обидаларни техник баҳолашда геодезик ишларнинг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш.....                 | 154 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.4. Меъморий обидаларнинг ҳолатини ўрганишда<br>геодезик ва фотограмметрик усулларни қўллаш.....                                    | 158 |
| 10.5. Оптимал планли-баландлик геодезик тармоқлари-<br>ни барпо этиш.....                                                             | 171 |
| 10.6. Меъморий иншоотларда шартли ноль чизигини<br>режалаш ва нукталарнинг отметкаларини аниқлаш .....                                | 173 |
| 10.7. Меъморий обидалардаги горизонтал элементлар-<br>нинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш.....                               | 177 |
| 10.8. Меъморий обидаларнинг тик текисликда<br>жойлашган тик ва қия ҳолатдаги элементларининг<br>ўлчамларини аниқлаш.....              | 181 |
| 10.9. Таъмирлаш лойиҳасини тузиш учун меъморий<br>обидалар ва уларнинг элементлари орасидаги бориб<br>бўлмас масофаларни аниқлаш..... | 184 |
| 10.10. Панда айлана шаклига эга бўлган меъморий<br>обидаларнинг радиусини ва айлана маркази коорди-<br>наталарини аниқлаш.....        | 194 |
| 10.11. Меъморий обидаларнинг ўлчамларини аниқлаш-<br>нинг тезкор геодезик усули.....                                                  | 197 |
| 10.12. Меъморий обидаларнинг ўлчамларини аниқлаш-<br>да замонавий лазерли электрон геодезик асбобларни<br>қўллаш.....                 | 201 |
| 10.13. Меъморий обидалар деворларининг фронтал<br>режасини лазерли электрон геодезик асбоблар туркуми<br>ёрдамида яратиш.....         | 203 |
| 10.14. Лазерли сканерлаш унинг моҳияти ва техно-<br>логияси .....                                                                     | 212 |
| Фойдаланилган адабиётлар .....                                                                                                        | 219 |
| Мундарижа.....                                                                                                                        | 220 |

**ИСАКОВ ЭРКИН ХУЖАЁРОВИЧ**

## **ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОДЕЗИЯСИ**

**Тошкент – «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи» – 2021**

Мухаррир: Ф.Хикматов  
Тех. муҳаррир: А.Мойдинов  
Мусаввир: А.Шушунов  
Мусахҳиҳа: Л.Ибрагимов  
Компьютерда  
саҳифаловчи: М.Зойирова

E-mail: nashr2019@inbox.ru Тел: +99899920-90-35  
Nashr.lits. 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 08.10.2020.

Босишга рухсат этилди 06.09.2021.

Бичими 60x84 1/16. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.

Шартли босма табағи 14,5. Нашр босма табағи 14,0.

Тиражи 100. Буюртма № 119

«Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи»  
босмахонасида чоп этилди.

100174, Тошкент ш., Олмазор тумани Университет кўчаси, 7-уй.