

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАҲСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА –
ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
МУХАНДИСЛИК КОММУНИКАЦИЯЛАРИ ҚУРИЛИШИ” факультети



401-Геодезия, картография ва кадастр гуруҳи битирувчиси

Хакимов Алишер Олимович

**“Створ ўлчаш усулида Гагарин кўчасидаги Ал- Қайсар биноси олди
устунларининг ҳолатини текшириш.” мавзусидаги**

ДИПЛОМ ЛОЙИҲАСИ

Тушунтириш хати _____ бет (формат А-4)
чизмалар _____ варақ (формат А-2)

Кафедра мудири:

доцент Д. Журакулов

Лойиҳа раҳбари:

проф. Суюнов А.С

МУНДАРИЖА

КИРИШ	1
1. ТАРИХИЙ ЁДГОРЛИКЛАРНИНГ ТЕХНИК ҲОЛАТИНИ БАҲОЛАШДА АСОСИЙ МУҲАНДИСЛИК-ГЕОДЕЗИК ИШЛАРНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ	4
1.1. Тарихий ёдгорликларни асрашнинг долзарб муаммолари	4
1.2. Тарихий ёдгорликларнинг шикастланиши ва бошқа турдаги деформацияларининг сабабларини таҳлил қилиш	Ошибка! Закладка не определена.
1.3. Тарихий ёдгорликларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишлари ва уларни бажаришга қўйиладиган асосий талаблар	5
1.4. Тарихий ёдгорликларни суратга олишда геодезик ишларнинг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш	8
2. ТАРИХИЙ ЁДГОРЛИКЛАРНИ ГЕОДЕЗИК УСУЛДА СУРАТГА ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ	10
2.1. Тарихий ёдгорликларнинг ҳолатини ўрганишда геодезик усулларни қўллаш	10
2.2. Ўлчам олиш чизмаларини чизиш учун қўлланиладиган асбоблар	10
2.3. Тарихий ёдгорликларнинг геометрик параметрларини геодезик усулда аниқлаш технологияси	11
2.3.1. Оптимал планли-баландлик геодезик тармоқларини барпо этиш	11
2.3.2. Тарихий иншоотларда шартли нул чизиғини режалаш ва белгилаш	12
2.3.3. Тарихий ёдгорликларнинг горизонтал элементларининг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш	15
2.3.4. Тарихий ёдгорликларнинг тик текисликда жойлашган тик ва қия ҳолатдаги элементларининг ўлчамларини аниқлаш	17
2.3.5. Таъмирлаш лойиҳасини тузиш учун тарихий ёдгорликлар ва уларнинг элементлари орасидаги бориб бўлмас масофаларни аниқлаш	19
2.3.6. Реставрация лойиҳаларини тузиш учун тарихий ёдгорликларнинг бориш қийин бўлган баландликларини аниқлаш	25
2.3.7. Планда айлана шаклига эга бўлган тарихий ёдгорликларнинг радиусини ва айлана маркази координаталарини аниқлаш	27
2.3.8. Тарихий ёдгорликларнинг ўлчамларини аниқлашнинг тезкор геодезик усули	29
2.4. Тарихий ёдгорликларнинг ўлчамларини аниқлашда замонавий лазерли электрон геодезик асбобларни қўллаш	Ошибка! Закладка не определена.
2.5. ТАРИХИЙ ёдгорликлар деворларининг фронтал планини лазерли электрон геодезик асбоблар комплекти ёрдамида яратиш	33
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	36

КИРИШ

Республикамиз истиқлол йўлини танлаб, мустақилликка эришганидан сўнг саноатда, қурилишда, ишлаб чиқариш ва халқ хўжалигининг бошқа кўпгина тармоқларида барқарор илмга асосланган ривожланишни талаб этмоқда. Бу хусусда Ўзбекистоннинг довуғини жаҳонга таратаётган ва иқтисодий ривожлантиришда катта хиссаси бўлган тарихий ёдгорликларни сақлаш, таъмирлаш ва келгуси авлодларга ўз ҳолича етказиб бериш мақсадида уларни геодезик усулда суратга олиш муаммоси улкан билим ва тажрибани тақозо этади.

Махсус ўлчаш воситалари ва усуллари замон талабларини эътиборга олиб, фан-техниканинг сўнгги ютуқларига таянган ҳолда ишлаб чиқарилмоқда.

Таъкидлаш жоизки, геодезия ўз ривожланиши мобайнида янгидан-янги маъно кашф этди: замонавий лазерли ва электрон геодезик асбобларга, замонавий технологияларга, геодезик ўлчаш ва суратга олиш усулларига ҳамда ўлчаш ва суратга олиш натижаларини қайта ҳисоблаш усулларига эга бўлди. Шу билан биргаликда кўпгина бошқа муҳандислик фанлари геодезиянинг ёрдами ва ютуқларига таяниб келмоқдалар.

Замонавий геодезик ўлчаш ишлари саноат корхоналарида, қурилишда, ишлаб чиқариш корхоналарида ва халқ хўжалигининг бошқа турли соҳаларида саноат ва фуқаро қурилишида, йўллар, биноиншоотлар, трубопроводлар, каналлар, аэродром, станция ва бошқа объектларнинг ўрнини аниқлаш, уларнинг план ва карталарда ўрнини белгилаш, лойиҳаларини чизиш ва уларни жойга кўчириш, қуриш, улардан фойдаланиш, тарихий ёдгорликларни геодезик усулда суратга олишда, тарихий ёдгорликларни таъмирлаш мақсадида уларнинг геометрик ўлчамларини аниқлашда ва тарихий ёдгорликларда содир бўладиган буралиш, эгилиш, силжиш, оғиш ва бошқа турдаги деформацияларни аниқлашда қўлланилади.

Махсус геодезик ўлчаш воситалари ва усуллари замон талабларига уйғунлаштириб, фан ва техниканинг сўнгги ютуқларига таянган ҳолда ишлаб чиқарилмоқда. Тарихий ёдгорликларни геодезик ва фотограмметрик усулларда суратга олишнинг назарияси ва амалиётида катта тажрибалар тўпланган.

Маълумки, мамлакатимизнинг иқтисодий ривожланиши топографик-геодезик ишларнинг ривожланиши билан узвий боғлиқ. Шу сабабдан ҳам ушбу соҳада илмий тадқиқот ишлари ва амалиёт жараёнини юксак талаб даражасида мукамал равишда олиб бориш даркор.

Тарихий ёдгорликларнинг чўкиши, оғиши, буралиши, силжиши ва бошқа турдаги деформацияларини кузатиш ишлари мутахассисларнинг олдида турган энг маъсулиятли ишлардан ҳисобланади. Бунинг аҳамияти шундан иборатки, ушбу кузатиш натижаларидан оқилона фойдаланиш улкан самара беради: тарихий ёдгорликларнинг емирилиши, шикастланишининг олдини олади ва уларнинг бевақт ишдан чиқишига йўл қўймайди.

Тарихий ёдгорликларнинг деформацияларини кузатиш, уларнинг техник ҳолатини аниқлаш ва уларни геодезик усулда суратга олиш ўзига яраша мураккаб жараён ҳисобланади. Чунки улар ўзаро зич жойлашган ва мураккаб геометрик шаклларга ҳамда ўзига хос конструкцияларга эга. Уларда ўзига хос аниқ геодезик ўлчаш ишлари бажарилиши лозим.

Катта маъсулият талаб этадиган бундай мураккаб ишлар автоматлаштириш ва компьютерлаштиришни тақозо этади. Ўлчаш ишларини бажаришда замонавий 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.

Тарихий ёдгорликларни сақлаш ва муҳофаза қилиш, таъмирлаш ҳамда уларнинг техник ҳолатини баҳолашни геодезик ва фотограмметрик ўлчашларсиз тасаввур қилиш қийин.

Тарихий ёдгорликларнинг умрини янада узайтириш ва уларни келгуси авлодга ўз ҳолича етказиш учун ёдгорликларнинг техник ҳолатини текширган ҳолда вақтида таъмирлаш ишларини бажариш даркор. Тарихий ёдгорликларни сақлаш ва таъмирлаш тадбирлари ва ишлари ҳозирги кунда илмий ва амалий аҳамиятга эгадир. Чунки улар ўз вақтида таъмирдан чиқарилмаса кўплаб салбий ва нохуш оқибатларга олиб келиши мумкин.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, тарихий ёдгорликларни сақлаш, қайта тиклаш ва таъмирлаш жараёнлари жуда мураккаб ва ўта маъсулиятли ишлар бўлганлиги боис, улар илмий асосда ва замонавий технологияга асосланиб, юқори малакали мутахассислар томонидан амалга оширилиши керак.

Маълумки, тарихий ёдгорликларни ўз ҳолида сақлаш, уларни тиклаш, таъмирлашга доир бўлган муаммолар ва амалга оширилиши лозим бўлган барча тадбирлар ва ишлар тарихий ёдгорликларнинг

конструкцияси ва бошқа алоҳида хусусиятларини тубдан ўрганишни талаб қилади. Шу билан бирга тарихий ёдгорликларни таъмирлаш мақсадида уларнинг таъмирлаш чизмалари ва лойиҳалари тузилиши шарт. Ушбу мақсадда эса тарихий ёдгорликларнинг геометрик ўлчамларини олиш ва уларнинг техник қолатини бақолашда геодезик усулларнинг аҳамияти жуда каттадир.

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

1-БОБ. ТАРИХИЙ ЁДГОРЛИКЛАРНИНГ ТЕХНИК ҲОЛАТИНИ БАҲОЛАШДА АСОСИЙ МУҲАНДИСЛИК-ГЕОДЕЗИК ИШЛАРНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

1.1. Тарихий ёдгорликларни асрашнинг долзарб муаммолари

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришгандан сўнг, геодезик ишлаб чиқариш назарияси ва амалиёти мисли кўрилмаган ривожланиш поғонасига кўтарилди. У ҳақда замонавий технологиялар ва электрон геодезик асбобларнинг халқ хужалигига тадбиқ этилганлиги ва қўлланилиши гувоҳлик беради.

Ўзбекистоннинг тарихий иншоотлари бутун жаҳон цивилизациясининг ҳақиқий дурдоналари бўлиб, дунё маданий меросининг ажралмас қисмини ташкил этади. Ноёб тарихга эга бўлган, бугунгача сақланиб қолган Ўзбекистоннинг тарихий ёдгорликлари йилдан йилга кўпдан кўп тадқиқотчиларни ўзига жалб этмоқда. Қадимий шаҳарларимизга ташриф буюраётган маҳаллий ва хорижий сайёҳлар оқими кун сайин ошиб бормоқда. Ҳозирги вақтгача сақланиб келинаётган халқ ижодиёти дурдоналари бўлмиш тарихий ёдгорликларга берилаётган эътибор нафақат архитекторлар, шаҳарсозлар ва таъмиршунослар олдига, балки уларни сақлаш ва келгусидаги тақдирини халқ этувчи тадқиқотчилар, муҳандислар ва геодезия соҳасидаги мутахассислар олдига ҳам жиддий вазифаларни қўяди.

Таъмирлашнинг асосий тамойилларини иншоотларнинг дастлабки кўринишини сақлаб қолиш деб ҳисоблаш мумкин. Бунда таъмирлаш чизмасини зарурий аниқликда чизиш муаммоси, яъни тарихий ёдгорликни съёмка қилишнинг меъёрий ва чегаравий бузилишини аниқлаш масаласи пайдо бўлади.

Замонавий геодезия фанини мамлакат мудофааси ва халқ хўжалигидаги кенг миқёсдаги илмий муаммоларни ечишда, турли геодезик ўлчамларни амалга оширишда кенг қўлланиладиган замонавий электрон ва автоматлаштирилган геодезик асбобларсиз тасаввур қилиш мумкин эмас.

Тарихий ёдгорликларни таъмирлаш ва деформацияларини ўрганиш мақсадида бажариладиган ўлчам олиш ишларининг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, бунда геодезик ўлчамларнинг замонавий усуллари ва асбоблари ҳар доим ишлатилавермайди. Шунинг учун юқорида келтирилган ишларни бажариш учун геодезик усулларни қўллашни таҳлил қилиш ва ишлаб чиқиш зарурати вужудга келади.

Ўлчам олиш ишларини бажаришда замонавий геодезик усуллар ва асбобларни қўллаш таъмирлаш лойиҳаларини ишлаб чиқишини тезлаштиради ва шу билан бир вақтда, вақтни тежашга, тарихий шакллар, элементлар ва тарихий ёдгорликни бутунлай тиклаш ва таъмирлаш ишларининг аниқлигини оширишга олиб келади.

Ўзбекистонда унинг қадимий меросини сақлаш бўйича кенг қўламдаги ишлар олиб борилмоқда. Ноёб тарихий ёдгорликларнинг катта қисми таъмирланди ва бажарилаётган ишлар ҳажми йилдан йилга ошиб бормоқда. Аммо, шу билан бир қаторда амалга ошириладиган ишларнинг мақсадга қаратилган истикболли дастурининг мавжуд эмаслиги, мутахассисларнинг етишмаслиги, зарур бўлган ўлчамлар ва чизмаларни олишнинг мукамал усулларининг етишмаслиги таъмирлаш жараёнида кўплаб муаммоларни келтириб чиқаради. Ҳозирги вақтда хорижда ва мамлакатимизда тарихий ёдгорликларни текшириш ва таъмирлаш услублари бўйича бир қанча ишлар бажарилган. 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 ансамбл алоҳида кўриб чиқилиши лозим.

Таъмирлаш ишларини олиб бориш жараёнида тарихий иншоотларнинг цилиндрик, коник ва бошқа кўринишдаги мураккаб юзаларининг геометриясини ўрганиш зарурияти пайдо бўлади. Шу муносабат билан тарихий ёдгорликларнинг ушбу элементларини текисликка муфассал ёйиш ва уларни

бирламчи кўринишида қайта тиклаш мақсадида съёмка қилишнинг геодезик услубларини ишлаб чиқиш зарур.

Геодезик усулларда ўлчам олишни бажаришда шуни ёдда тутиш лозимки, бу ерда худди геодезиядаги каби ўлчам олиш усуллари ва услубларидан фойдаланилади. Қўйилган масалалар ва маҳаллий шароитлар хусусиятларини эътиборга олган, энг тежамли ва барча талабларга жавоб берадиган усулни танлашни ўрганиш муҳим аҳамиятга эга.

Тарихий ёдгорликлар элементларининг ўлчамларини олишнинг далада бажариладиган ишларининг таркибига қуйидагиларни киритиш мумкин:

1. Иншоот деворида нул иш чизиғини белгилаш.
2. Нул иш чизиғининг вертикал шкаласига баландлик отметкасини узатиш.
3. Бориб бўлмас горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш.
4. Вертикал текисликда жойлашган бориб бўлмас вертикал ва қия элементларнинг ўлчамларини аниқлаш.
5. Бошқа бориб бўлмас масофаларни аниқлаш.
7. Айлана шаклидаги иншоотларнинг радиуси ва марказ координаталарини аниқлаш.
8. Иншоотларнинг ўлчамларини олишни тезкор геодезик усул орқали бажариш.

Шундай қилиб, тарихий ёдгорликларни таъмирлаш ва келгусида уларнинг мониторингини ўтказиш мақсадида техник ҳолатини баҳолаш учун ўлчам олиш ишларида геодезик ўлчашлар методикасини қўллашни билиш зарур.

1.2. Тарихий ёдгорликларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишлари ва уларни бажаришга қўйиладиган асосий талаблар

Тарихий ёдгорликларни таъмирлаш мақсадида уларнинг ўлчамларини аниқлаш ишлари вазифаларига кўра қуйидагиларга бўлинади:

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

Схематик ўлчам олиш ишлари тарихий ёдгорликни аниқлаш жараёнида ва дастлабки таҳлил қилишда бажарилади. Бунда иншоотнинг асосий ўлчамлари ва режалаш структураси (тузилиши) аниқланади. Схематик ўлчам олиш ёдгорлик 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 айлана шаклидаги бошқа иншоотларнинг диаметрини аниқлаш ва ҳоказо.

Тарихий ўлчам олиш – ёдгорликларнинг нафақат умумий схемасини, балки тарихий шаклини график тарзда ифодаловчи, ёдгорликларнинг элементларини муфассал ўлчашдир. Чизмаларнинг масштабига кўра ўлчам олишнинг детализация даражаси турлича бўлиши мумкин.

Ўлчам олиш ишлари таъмирлаш ва реконструкция лойиҳаларини ишлаб чиқиш учун бажарилади. Ўлчам олиш ишларини бажаришда ёдгорликларнинг 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.

Тарихий-археологик ўлчам олиш иншоотни жойда натурали таҳлил қилиш билан бир вақтнинг ўзида таъмирлаш лойиҳасини ишлаб чиқиш ва ёдгорликнинг ҳолатини қайд этиш учун бажарилади. Ўлчаш ишларида идеал шакллардан барча четга чиқиш оғишлар ҳисобга олинади. Бунда ўлчашлар аниқлигига юқори талаблар қўйилади, қуйилган вазифаларни ечиш кенг миқёсда олиб борилади.

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

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

Ўлчашларнинг натижалари график қурилмалар учун ишлатилганлиги туфайли, график ишларни бажаришдаги йўл кўярли хатоликлардан келиб чиққан ҳолда ўлчашлар аниқлиги ҳақидаги масалаларни ечиш лозим. 1.1-жадвалда график қурилмалар ўрта квадратик хатоларининг йўл кўярли қийматлари келтирилган.

Бир неча босқич (ҳаракат) дан иборат бўлган қурилмалар ўрта квадратик хатоларининг йиғиндиси куйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$M_{zp} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \dots + m_n^2},$$

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

Чекли график аниқлик m_{zp} 0,1 мм га тенг бўлган қийматдан иборат бўлади, яъни уни оддий кўз билан кўришнинг иложи бор бўлган нуқтадир. Чизманинг элементи кесма деб қабул қилиниши учун унинг минимал узунлиги 0,2 мм дан кичик бўлмаслиги керак.

1.1-жадвал. График қурилмалар хатоликлари.

Қурилмалар тури	Хатолик, мм
Берилган тўғри чизикда нуқтани тешиб белгилаш	0,05
Икки нуқта кесишмасида нуқтани белгилаш (90° бурчак остида)	0,06
Берилган нуқта орқали чизик ўтказиш	0,07
Берилган икки нуқта орқали чизик ўтказиш	0,07
Узунликни масштабни чизғич ёрдамида ўлчаш ва уни берилган тўғри чизикда белгилаш:	
- циркул - ўлчагичда	0,13
- микрометр винтли циркул-ўлчагичда	0,12
- штангенциркулда	0,08

Бир неча босқичдан иборат бўлган қурилмалар ўрта квадратик хатоларининг йиғиндиси куйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$M_{zp} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \dots + m_n^2},$$

бу ерда m_1, m_2, \dots, m_n – алоҳида босқичлар хатолари.

Чекли график аниқлик (m_{zp}) 0,1 мм га тенг бўлган қийматдан иборат бўлади, яъни уни оддий кўз билан кўришнинг иложи бор бўлган нуқтадир. Чизманинг элементи кесма деб қабул қилиниши учун унинг минимал узунлиги 0,2 мм дан кичик бўлмаслиги керак.

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 ката аниқликда (масалан 3 ёки 2 мм) бажаришнинг хожати йўқ, чунки бу кесма чизмада кўринмай қолади

Режада (ўлчам олиш чизмасида) график аниқликда чизик узунлигининг горизонтал куйилиши масштаб аниқлиги дейилади.

Тарихий ўлчам олишда масштаб аниқлигини бошланғич деб қабул қилиш мумкин:

$$m_{\text{оши}} = m_{zp} M \quad (1.3.2)$$

бу ерда m_{zp} - қурилманинг график аниқлиги, мм; M – ўлчам олиш чизмаси масштабининг махражи;

(1.3.2) формулаги 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 учта асосий операцияни кўрсатиш мумкин: биринчи нуқтани тешиб белгилаш, иккинчи нуқтани тешиб белгилаш, чизик ўтказиш. Нуқтани тешиб белгилаётганда иш бажарувчи нуқтанинг ҳақиқий ҳолатидан дуч келган томонга қараб, чекли график аниқликка тенг бўлган хатога йўл қуйиши мумкин. Хатолик майдони $2m_{ep}$ диаметрли айлананинг чегарасида ётади. Агар чизиладиган чизик биринчи ва иккинчи нуқталарнинг хатоликлари чегарасидан чиқмайди деб ҳисобласак, бундай қурилманинг график аниқлиги 0,2 мм ни ташкил этади, ўлчам олишнинг бошланғич аниқлиги $M_{бошл} = 0,2M$ эса бошланғич аниқликка мос келади. Масалан, режали асослаш аниқлигини ҳисоблашда ва бошқаларда.

Ўлчам олиш чизмаларини чизишда иш бажарувчи томонидан жуда кўп операциялар бажарилади. Бундан ташқари, чизма кўпинча қаламда чизилади ва ижрочиларнинг ўзлари турли физиологик маълумотларга эга бўлишади. Шу боис тарихий ўлчам олиш амалиётида 0,4-0,5 график аниқликни белгилаш рухсат этилади:

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

1.2-жадвалда чизмалар масштабнинг (1.3.3) формула асосида ҳисобланган аниқликлари келтирилган.

1.2-жадвал. Ўлчам олиш чизмаларининг масштаблари аниқлиги

Чизмалар тури	С онли масштаб	Мас штаб аниқлиги, см
Бош режаларнинг топографик асоси	1:500	20
Йирик тарихий ансамблларининг ўлчам олиш чизмалари	1:200	8
	1:100	4
Ўлчам олиш чизмаларининг энг кўп жорий қилинган масштаби	1:50	2
	1:20	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, 15, 19]. 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. Тарихий ўлчам олишда 2,5, 10 ва 20 м узунликдаги элементлар ўлчанмоқда деб фараз қилайлик. Ўлчам олиш масштаби 1:50. Ижрочининг ихтиёрида сантиметр бўлакли пўлат рулетка (ўлчаш абсолют хатолиги 0,5 см) бор. 1.2-жадвалга биноан бу ўлчаш асбоби билан барча масштабдаги ўлчам олиш чизмалари учун ўлчам олиш ишларини амалда бажариш мумкин.

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

$$f_{нис} = 0,005/2 = 1/400$$

$$f_{нис} = 0,005/10 = 1/2000$$

$$f_{нис} = 0,005/5 = 1/1000$$

$$f_{нис} = 0,005/20 = 1/4000$$

Натижалардан кўришиб турибдики, ушбу сантиметр бўлакли пўлат рулеткадан узунлиги 5 м дан кам бўлмаган элементларнинг ўлчамларини олиш учун фойдаланиш мумкин. Қисқа элементларнинг узунлигини аниқлиги каттароқ бўлган асбоб билан ўлчаш зарур, масалан, миллиметрли пўлат рулетка ёрдамида. Бу ҳолда нисбий хатолик $f_{нис} = 0,005/2 = 1/400$ ни ташкил этади.

Тарихий ёдгорликларнинг таъмирлаш лойиҳаларини ишлаб чиқиш мақсадида тарихий ўлчам олиш бажаришда горизонтал бурчакларни $m_\beta = 1''$ ўрта квадратик хатолик билан ўлчашга рухсат этилади.

Геометрик нивелирлаш ишларини техник нивелирлар ёки трубазида адилаги бўлган теодолитлар ёрдамида бажариш мумкин. Нивелирлаш йўлининг боғланмаслик хатоси қуйидагидан ошмаслиги 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 ипли дальномернинг нисбий хатолиги 1/400 ни ташкил этади.

Техник топшириқ буюртмачи томонидан тузилади. У тарихий ёдгорликнинг жойлашган ўрни ҳақидаги маълумотлар, тарихий ўлчам олиш ва лойиҳалаш босқичининг қўйилган вазифалари, ўлчам олиш чизмаларининг масштаблари ва ўлчаш аниқликларини ўз ичига олиши лозим. Топшириқда ёдгорликларнинг 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.

Топшириқ қўйилган вазифалар ҳақида кўргазмаларни тасаввурларни берадиган график иловалар билан тўлдирилади.

Ўқув амалиётини бажариш вақтида талабаларга амалиёт раҳбари томонидан техник топшириқнинг оддийлаштирилган варианты берилди. Топшириқда кўрсатилган маълумотларнинг бир қисмини талабалар амалиётнинг биринчи кунда тарихий ёдгорликларнинг маъмурий вакилларидан олишиди.

1.4. Тарихий ёдгорликларни техник баҳолашда геодезик ишларнинг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш

Ўлчам олиш ишларини бажаришнинг одатдаги натурали усуллари кўп вақт ва маблағларни талаб этади, айниқса, мураккаб иншоотларнинг ўлчамларини олиш учун нарвонлар ва ҳавозалар қуришга тўғри келади.

Геодезик ва фотограмметрик ўлчашлар нафақат худудни хариталаштиришда, балки бир қанча муҳандислик масалаларини ечишда кенг қўлланилади. Геодезия ва фотограмметрия тарихий-қурилиш ўлчам олиш ишларини бажаришда муҳим роль уйнайди.

Мамлакатимизда жойда бевосита бажариладиган тарихий-қурилиш ўлчам олиш ишларига кўплаб маблағлар ажратилмоқда.

Муҳандислик иншоотларининг ранг-баранглиги ва муҳандис-геодезик ишларнинг хилма-хил мақсадлари турли усуллари қўллаш заруриятини келтириб чиқаради. Меъморчиликда қўлланиладиган съёмка қилиш усуллари уч гуруҳга ажратиш мумкин:

1. Бевосита – оддий асбоблар (чизғичлар, 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 вақтнинг ўзида санок олишнинг қийинлиги ёки кўп асбобларни ўрнатиш имкониятининг йўқлиги олинандиган информацияларнинг тўлиқлигига монелик қилади, усулларнинг кўп меҳнат талаб қиладиган, ҳаттоки хавфли бўлишига ҳам олиб келади. Бу усулларнинг камчилиги сифатида бита оптик асбоб ёрдамида фазовий ўлчашларни амалга оширишнинг

иложи йўқлигини кўрсатиш мумкин. Бу ерда замонавий электрон геодезик асбобларни қўллаш ушбу камчиликларни бартараф этиш имкониятини беради.

Шу ёки бошқа усулларни қўллаш қуйидаги омиллар орқали аниқланади: ишнинг мақсади, енгиллик даражаси ва шароитлари, иншоотнинг мураккаблиги ва ўлчамлари, бажариш учун берилган муддатлар, ўлчашлар аниқлиги, бажариш вақти, нархи, хавфлилик даражаси ва ҳ.к.

Ҳозирги вақтда меъморчиликда геодезия ва фотограмметрияни қўллаш масалаларига кўпроқ эътибор берилмоқда. Аммо ўлчам олишни бажаришда уларнинг самарадорлигига қарамасдан, ушбу усулларни 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 тарихий съёмкаларни уч асосий тоифага ажратиш қабул қилинган: яқинлаштирилган (тахминий), аниқ ва юқори аниқликдаги.

Яқинлаштирилган съёмкалар тарихий ёдгорликларни 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 масштабли 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 мозаикали ёдгорликларнинг фрескалари ва муҳим соҳаларини ўрганиш учун бажарилади; ҳужжатларнинг масштаби 1:5 дан 1:1 гача.

Тарихий геодезик съёмкаларнинг вазифалари ёдгорликларнинг геометрик шакллари, ўлчамлари ва кўрсаткичларини аниқлашдан иборат. Бунда съёмкаларнинг мазмуни қуйидаги истеъмолчиларнинг талабларига жавоб бериши керак:

- тарихий ёдгорликларнинг шакллари ва ушбу услубга хос бўлган хусусиятларни таҳлил қилувчи тарихчиларнинг;

- ёдгорликларни консервациялаш ва таъмирлаш билан боғлиқ бўлган тадқиқотларни ўтказувчи ва қайта тиклаш учун сарфланадиган харажатларни аниқловчи меъморларнинг ва ҳ.к.

Геодезик ва фотограмметрик усуллар фототопографик планларни тузиш, фотографик материаллар бўйича лойиҳалаш, лойиҳани жойга кўчириш, ижройи съёмкалар, бино ва иншоотларнинг деформацияларини аниқлаш, тарихий ўлчам олиш, ҳайкалларни съёмка қилиш, тарихий ёдгорликларни муҳофаза қилиш, таъмирлаш ишларининг ҳажми ва юзаларини аниқлаш, иншоотлар элементларини текисликка ёйишни амалга ошириш ва бошқалар учун қўллаш зарур.

Хорижий адабиётларда чоп этилган тадқиқотлар, тарихий иншоотларнинг эгри чизик шаклидаги элементларини аниқлаш назарияси ва технологиясини кам ифода этади.

Деталларнинг битта ўқда жойлашувини, шаклларнинг симметриклигини аниқлаш, тарихий шаклларнинг хатолигини топиш алоҳида илмий аҳамиятга эга [16].

Режада айлана шаклига эга бўлган тарихий иншоотларга миноралар, гумбазлар ва ҳоказолар киради. Уларни ўрганишда айлана шаклидаги иншоотлар маркази ва кесимлари радиусини аниқлаш алоҳида аҳамият касб этади.

Шаҳрисабз шаҳридаги Оксарой тарихий ёдгорлики 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 мустахкамлаш усуллари тавсия этилган.

Н.М.Нишонбоевнинг ишларида [12, 13] тарихий ёдгорликлар деворлари юзаларининг режаларини тузиш учун бажарилган геодезик ишлар кўриб чиқилган ва таҳлил қилинаётган нуқталарнинг фазовий координатларини топиш аниқлигини баҳолаш амалга оширилган, девор юзасининг тенгламаси келтирилган. Бундан ташқари, минораларнинг оғишини аниқлаш, тарихий ёдгорликларни 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.Исаковнинг ишларида муаллиф биринчи бўлиб Лейка фирмасининг электрон-лазерли асбоблари комплектининг иш жараёнига атмосфера омилларининг таъсир этишини таҳлил қилган. Қуйидаги тадқиқотлар олиб борилган: теодолит ва дальномер кўриш трубаларининг ўқларининг параллеллиги текширилган; лазер нури ўқининг DIOR 3002 дальномерининг 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 ҳ.к. Шунингдек минораларнинг оғиши ва қийшайишини уларнинг буралишини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш, Шоҳи-Зинда ансамблидаги Кусам ибн Аббос мақбараси деворлари ва гумбазларининг фронтал режаларини стерефотограмметрик ва геодезик усулларда барпо этиш масалалари кўриб чиқилган. Тарихий ёдгорликларни съёмка қилиш усуллари ва Лейка фирмасининг электрон лазерли асбобларининг қўлланиш имкониятлари таҳлил қилинган. Таъмирлаш ишларини бажариш мақсадида зарурий чизмалар, профиллар ва қирқимлар чизилган.

2-БОБ. ГЕОДЕЗИК УСУЛЛАРДА ТАРИХИЙ ЁДГОРЛИКЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ЎЛЧАМЛАРИНИ АНИҚЛАШ

2.1. Тарихий ёдгорликларнинг ҳолатини ўрганишда геодезик усулларни қўллаш

Қадимий тарихий ёдгорликларни таъмирлаш ва қайта тиклаш мақсадида, муҳандисона ва тарихий таҳлилини замонавий геодезик усулларни қўллаб, уларнинг ҳолатини чуқур текширган ҳолда амалга ошириш мумкин. Тарихий ёдгорликларнинг ҳолатини текшириш, ўлчамларини, таъмирлаш ва реконструкция чизмаларини тайёрлаш учун геодезик усулларда кузатиш ишлари олиб борилиб, уларнинг натижалари асосида зарурий меъёрий ҳужжатлар ишлаб чиқилади.

Тарихий ёдгорликларни таъмирлаш ва реконструкция қилиш учун ўлчам олиш чизмаларини тузиш бўйича амалга ошириладиган ишларнинг кўпчилигида геодезик ва фотограмметрик усуллар қўлланилади. Аммо, тарихий ёдгорликларни таъмирлаш мақсадида уларнинг ҳолатини текширишда ечилиши лозим бўлган қуйидаги муаммолар пайдо бўлади.

- тарихий ёдгорликларнинг параметрларини геодезик усулда аниқлаш: планли-баландлик геодезик таянч тармоғини барпо этиш, иншоотда нул иш чизигини режалаш ва белгилаш; тарихий ёдгорликларнинг горизонтал, вертикал ва қия ҳолатда жойлашган элементларининг ўлчамларини аниқлаш; бориб бўлмас масофаларни аниқлаш; иншоотнинг бориб бўлмас баландлигини аниқлаш; режада айлана шаклига эга бўлган иншоотларнинг радиуси ва марказ координаталарини аниқлаш ва бошқалар.

2.2. Ўлчам олиш чизмаларини чизиш учун қўлланиладиган асбоблар

Тарихий ўлчам олиш ишларининг натижалари бўйича иншоотларнинг ўлчам олиш чизмалари чизилади: планлар, фасадлар, қирқимлар, фрагментлар, нақшлар, безаклар ва деворлардаги ёзувлар ва ҳ.к.

Ҳозирги вақтда, чизиқли ўлчашларни 1/1000 - 1/3000 нисбий хатолик билан амалга ошириш учун амалдаги меъёрий ҳужжатларга асосан ОПК3-20 АНТ/10, ОПК3-30 АНТ/10 ва ОПК3-50 АНТ/10 пўлат рулеткалар ишлатилади, аниқлиги юқори (1/500) бўлган ўлчашларда эса ОПК2-50 АНТ/1, ОПК3-50 БУЛ/1 – миллиметр бўлакли иккинчи класс аниқликдаги рулеткалардан фойдаланилади.

Тарихий съёмкаларни бажаришда бурчакларни ўлчаш учун Т15, 2Т15, 2Т30, 2Т30П ва бошқа техник теодолитлар қўлланилади.

Планли геодезик ва фотограмметрик асосларни барпо этишда, иншоотларнинг оғиши ва бошқа деформацияларини кузатишда 3Т2КП, 3Т5КП, Т5, Т5К, «Тео-020» маркали аниқ теодолитлардан фойдаланилади. Аммо шуни ёдда тутмоқ зарурки, агар бошқа ўлчашлар, масалан, комплекс ўлчашлар таркибига кирадиган чизиқли ўлчашлар (аввалги даражада қолса) аниқлиги юқори бўлмаган асбоблар ёрдамида бажарилса, аниқ асбобларни ишлатишнинг ҳожати йўқ. Шунинг учун чизиқли ўлчашларга мос бўлган асбоблар (светодальномерлар) дан ёки замонавий электрон тахеометрлардан фойдаланиш зарур.

Геометрик нивелирлашни бажаришда Н3 ва Н10 нивелирларини ишлатиш мумкин. Иншоотларнинг чўкиши ва бошқа деформацияларини аниқлашда Н0,5, Н1, НА1, N_i 004 ва бошқа нивелирлар қўлланилади.

Иншоотларда нул иш чизигини жойда режалаш ва отметка узатиш учун, таъмирловчилар техник нивелирлардан фойдаланилади. Аммо бу асбобдан ҳамма вақт ҳам фойдаланиб бўлмайди. Масалан, нул иш чизигини хоналарнинг ичида режалашда, ёруғлик етарли бўлмаган жойларда, штатив ва рейкаларни ўрнатиш имконияти бўлмаган ҳолларда. Бу ҳолатларда гидростатик нивелирлаш усулини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Ҳозирги вақтда хорижий фирмалар томонидан кўплаб турли хил электрон, лазерли ва автоматлаштирилган геодезик асбоблар ишлаб чиқарилмоқда.

Геодезик ўлчаш ишларини автоматлаштириш ва уларни бажаришни жадаллаштириш учун замонавий лазерли электрон асбобларни қўллаш мақсадга мувофиқ.

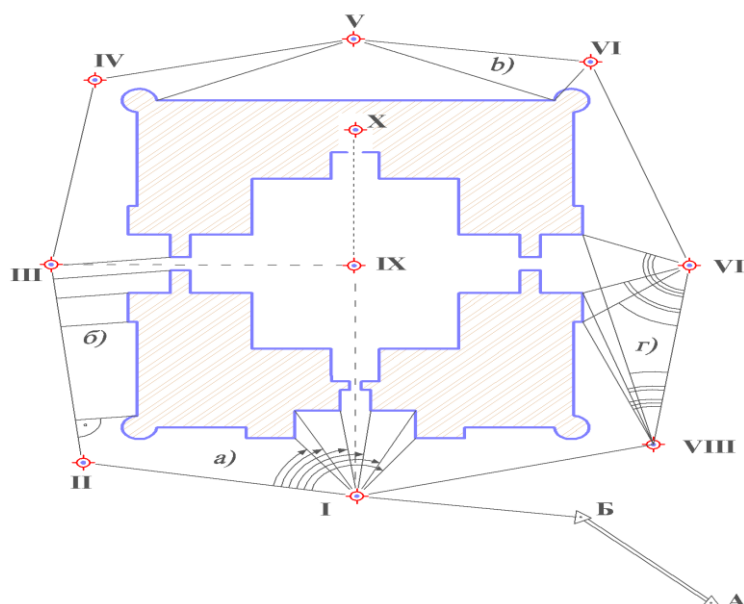
2.3. Тарихий ёдгорликларнинг геометрик параметрларини геодезик усулда аниқлаш технологияси

Ўлчам олиш ишлари амалиётида тарихий ёдгорликларнинг бир қатор асосий параметрларини аниқлаш муаммоси пайдо бўлади. Тарихий ансамблларнинг геометрик параметрларини геодезик усулда аниқлаш технологиясини бир неча босқичларга ажратиш мумкин.

2.3.1. Оптимал планли-баландлик геодезик тармоқларини барпо этиш

Маълумки тарихий ўлчамларни олишдан мақсад тарихий ёдгорликларнинг ўлчам олиш чизмаларини тузишдан иборат. Агар ўлчам олиш ишлари иншоотнинг ичида ёки атрофида жойлашган дуч келган нуқталаридан бошлаб ўлчанса, ўлчам олишнинг аниқ чизмасини тузишнинг имкони бўлмайди. Шунинг учун съёмка қилиш нуқталари бир-бири билан ўзаро боғланган бўлиши зарур: жойда тарихий ёдгорликларнинг ўлчамларини олишда бу боғлиқлик иншоотнинг ички ва ташқи томонларида, турли усуллар орқали белгиланган шартли нул ва вертикал чизиқлар орқали амалга оширилади.

Геодезик усулда тарихий ёдгорликларнинг геометрик ўлчамларини олишда геодезик таянч тармоқлари сифатида ёдгорликнинг атрофидан, агар шароит такозо этса, ичкарасидан ҳам ўтказиладиган теодолит-нивелир йўли хизмат қилади (2.1-расм). Жуда катта бўлмаган иншоотларни съёмка қилишда учбурчак ёки туртбурчак шаклидаги теодолит йўли билан чегараланиш мумкин. Айрим ҳолларда, алоҳида фасад ёки кўринишларни съёмка қилиш пайтида ишларни битта ёки иккита станциядан туриб бажариш кифоя қилади. Бунда ориентирлаш буссол ёрдамида амалга оширилади.



2.1-расм. Теодолит-нивелир йўлининг схемаси.

Теодолит йўлини ўтказишда станцияларнинг ўрни куйидаги шартларга амал қилган ҳолда ўтказилади:

- а) станциядан тарихий ёдгорликнинг кўринмайдиган зонаси бўлмаслиги керак;
- б) теодолит йўлининг томонлари лента ёки рулетка орқали бемалол ўлчаниши таъминланиши лозим;
- в) техник лойиҳа бўйича агар фотосъёмка ишларини бажариш лозим бўлса, унинг станциялари теодолит йўлининг станциялари билан бирлаштирилади;
- г) тарихий ёдгорликларнинг эшиги ёки деразалари орқали осма ёки диагонал йўлларни ўтказиш имкониятини яратиш;
- д) тарихий ёдгорликлар ҳудудида жойлашган репер ва таянч белгиларига эътибор бериш.

Агар барпо этиладиган таянч тармоғидан кейинчалик тарихий ёдгорликларнинг деформацияларини кузатиш ишларида фойдаланилса, бу турдаги геодезик ўлчаш ишларининг аниқлигига куйиладиган талабларни эътиборга олиш зарур.

Барча ҳолатларда таянч тармоғининг асосий йўли давлат геодезик таянч тармоқларига боғланган бўлиши шарт. Техник топшириқда маҳаллий координата системасидан фойдаланиш учун рухсат берилган ҳоллар бундан мустасно.

Геодезик таянч тармоғи барпо этилганидан сўнг, тарихий ёдгорликни бу таянч тармоғига куйидаги усуллар орқали режали боғлаш ишлари амалга оширилиши мумкин:

- а) кутбий усул;
- б) тўғри бурчакли координаталар (перпендикуляр) усули;
- в) чизик кесиштириш усули;
- г) бурчак кесиштириш усули;

Сўнгра тарихий ёдгорликларни баландлик таянч тармоғига боғлаш ишлари ва ўлчам олишнинг техник лойиҳа ва техник топшириқларида кўрсатилган бошқа турдаги ишлари амалга оширилади.

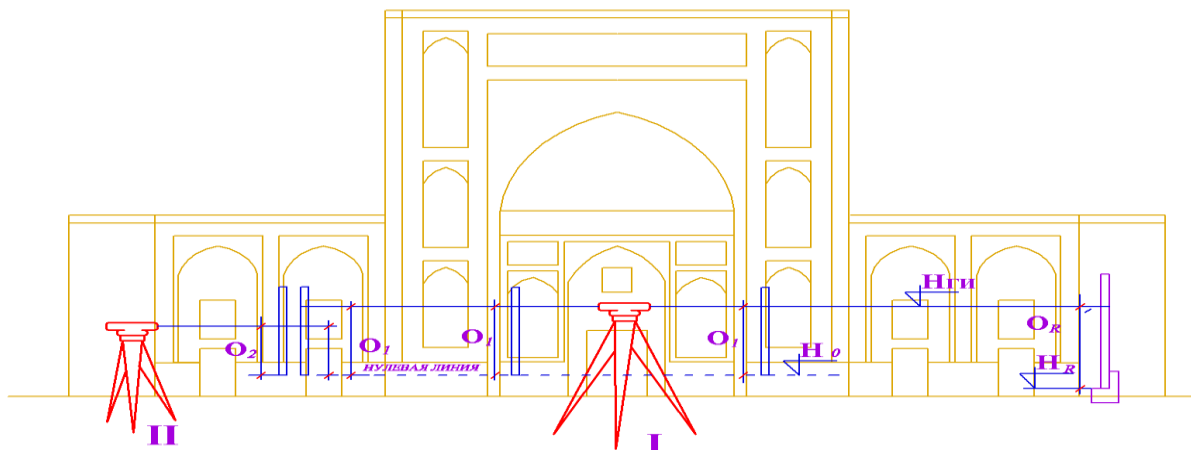
2.3.2. Тарихий иншоотларда шартли нул чизиғини режалаш ва белгилаш

Ўлчам олиш ишларини бажаришда съёмкаларни бир-бири билан ўзаро боғлаш ва ўлчам олиш чизмаларини аниқ олиш мақсадида тарихий ёдгорликларнинг ташқи ёки ички деворларида шартли нул чизиғи белгиланади.

Нул чизиғи деб иншоотларнинг деворида белгиланган, бир хил баландликка эга бўлган тўғри чизикқа айтилади. Бу нул чизиғига баландлик ўлчаш ишларининг барчаси боғланади.

Агар тарихий ёдгорликларнинг ташқи ва ички томонидаги ўлчам олиш ишларининг ҳаммаси фақат геодезик усулларда амалга оширилса, нул чизиғини белгилашининг зарурати йўқ. Аммо, жуда кўп ҳолларда аралаш усуллар ва вариантлар қўлланилади. Бунда ёдгорликларнинг ўлчаш қийин бўлган ва бориб бўлмайдиган элементларининг ўлчамларини олиш геодезик усуллар орқали, қолган барча ишлар эса қўл усулида амалга оширилади.

Шартли нул чизиғини белгилаш ишларини нивелир ёрдамида амалга ошириш жуда қулай (2.2-расм). Бу ишларни бажаришда кўриш трубагининг устида адилаги бор бўлган теодолитлардан ёки кучириб олиб юриладиган гидростатик нивелирлардан ҳам фойдаланиш мумкин.



2.2 – расм. Шартли нул чизигини белгилаш.

Шартли нул иш чизигини 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 трубагининг ўрта горизонтал ипига мос тушадиган бошланғич санок бўйича шартли нул чизигининг нуқталарини белгилаб боради.

Шартли нул чизиги тарихий ёдгорликларнинг бутун периметри бўйлаб, ичкари ва ташқари томонларида, шу жумладан, пардеворларда, устунларда ва қолган бошқа жойларда ҳам белгилаб чиқилади. Бу чизиқлар яхши кўриниб турадиган, аммо осон ювиладиган бўёқлар билан белгиланади. Бунинг учун бўр, кўмир парчаси, рангли бўрлардан фойдаланиш мумкин. Агар тарихий ёдгорликларнинг деворларида чизиқ чизишнинг иложи бўлмаса, уларни алоҳида (шартли нул чизиги бўйича) нуқталарда майда михчалар, крест шаклида чизилган планкачалар ёрдамида белгиланади. Ўлчам олиш ишлари якунланганидан сўнг, бу белгичалар олиб ташланади.

Шартли нул чизигининг баландлиги полдан ёки ердан, иложи борича, ўлчаш ишларини бажариш учун қулай бўлган баландлик (кўпинча, одамнинг кўкрагига тенг бўлган баландлик)да бўлиши зарур. Тарихий иншоотларнинг ички ва ташқи тарафларида белгиланадиган нул чизиқлари бир хил баландликда бўлгани маъқул.

Нул чизигини белгилаш аниқлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$m_{H_0}^2 = m_{H_R}^2 + 2m_0^2 + m_j^2 + m_\phi^2;$$

бу ерда m_{H_R} - реперни аниқлаш ўрта квадратик хатоси;

m_0 - рейкадан санок олиш ўрта квадратик хатоси;

m_j - визирлаш ўрта квадратик хатоси;

m_ϕ - маркани нул чизигига фиксациялаш ўрта квадратик хатоси.

Қияликда жойлашган иншоотларда, айрим ҳолларда зинапоясимон нул чизигини турли сатҳларда ўрнатишга тўғри келади. Бундай чизиқнинг синиқ жойлари (зинапояси)ни бинонинг бурчаклари, эшиклар чеккаси каби вертикал жойлашган қисмларида ўрнатиш мақсадга мувофиқ. Синиқ чизиқларда нисбий баландлик синчиклаб ўлчанади.

Нул чизигини иншоотнинг курсисидан ёки қандайдир бир «горизонтал» сатҳда ўрнатиш тавсия этилмайди, чунки бу «горизонтал» сатҳлар ҳам вақт ҳам катъий горизонтал ҳолатда бўлмайди.

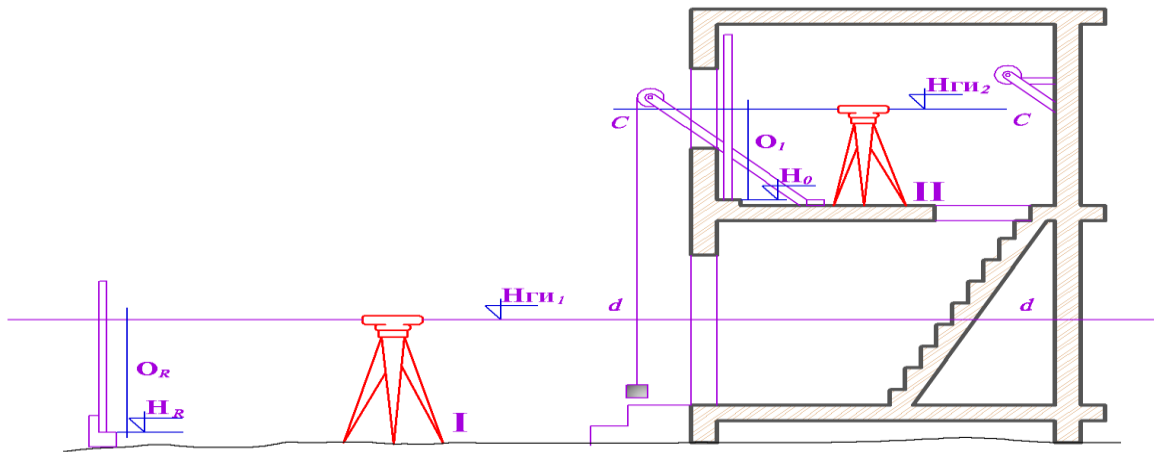
Баландлиги катта бўлган тарихий иншоотларда турли сатҳларда бир неча нул чизигини ўрнатишга тўғри келади. Юқори нул чизигига отметка узатиш оддий геодезик усуллар орқали амалга оширилади.

Биринчи ва иккинчи горизонтларнинг отметкаси (2.3-расм) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$H_{A\Gamma_1} = H_R + O_R \quad \text{ва} \quad H_{A\Gamma_2} = H_{A\Gamma_1} + (c - d)$$

H_0 нинг қиймати қуйидагига тенг бўлади:

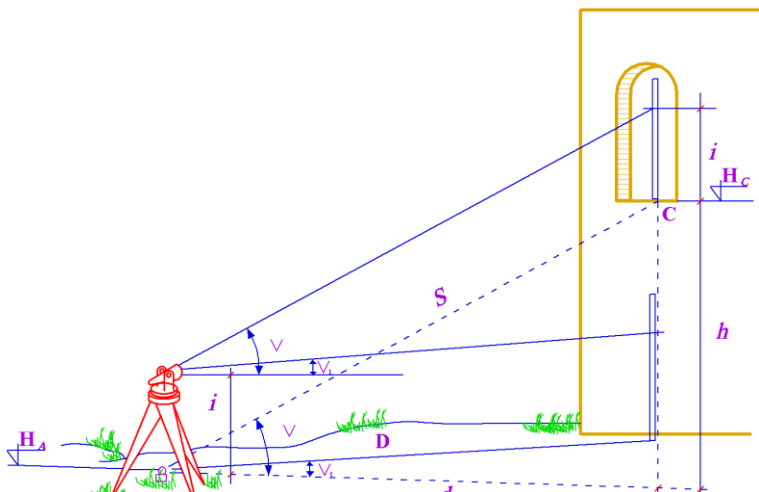
$$H_0 = H_{A\Gamma_2} - O_1.$$



2.3-расм. Горизонтлар отметкаларини аниқлаш.

геометрик нивелирлашни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Агар асос қилиб тригонометрик нивелирлаш олинган бўлса (2.4- расм), чизикли ўлчаш ишларини рулетка ёрдамида бажариш лозим, чунки ипли дальномер билан масофани 1/400 нисбий хатолик билан ўлчш мумкин. C нуқтанинг отметкаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

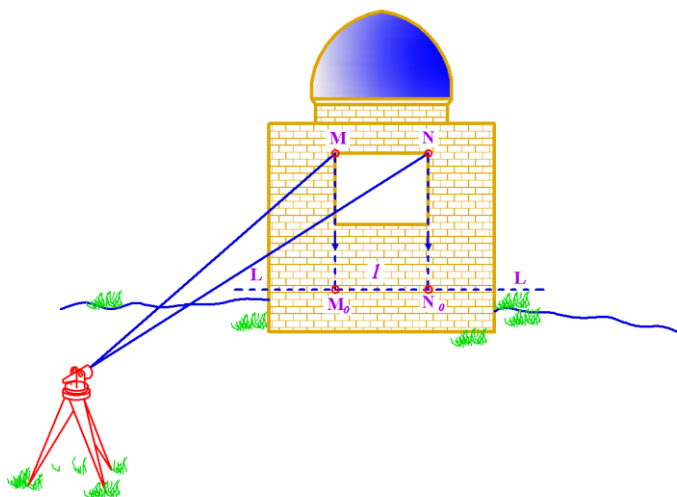
$$H_C = H_A + dtgv_1 = H_A + h + i.$$



2.4-расм. Тригонометрик нивелирлаш усулида нуқталарнинг отметкаларини аниқлаш.

2.3.3. Тарихий ёдгорликлардаги горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш

Тарихий ёдгорликлар кўп ҳолларда ўзларида мураккаб фазовий иншоотларни акс эттиради. Ўлчам олиш ишларини осонлаштириш мақсадида ёдгорликларни хаёлан 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. Тарихий ёдгорликларнинг вертикал текис юзларида ўлчам олиш ишларини амалга оширишда проекциялаш усули муваффақиятли равишда қўлланилади (2.5-расм).



2.5-расм. Тарихий ёдгорликлардаги горизонтал элементларнинг ўлчамларини проекциялаш усулида аниқлаш.

қараш трубасининг иплар тўрининг маркази орқали, теодолит вертикал доирасининг «0» саногига мос келадиган LL шартли нул чизигига проекцияланади. Кузатувчининг кўрсатмаси бўйича унинг ёрдамчилари иншоотнинг деворида M_0N_0 нукталарни белгилайди, ундан сўнг эса MN га тенг бўлган M_0N_0 кесманинг деворда белгиланган узунлиги рулетка ёрдамида ўлчанади. LL шартли нул чизиқнинг ўрнига бу иншоотда белгиланиб чиқилган ҳақиқий нул чизигидан ҳам фойдаланиш мумкин.

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 ишлари бошқа усулларда амалга оширилади. 2.5-расмда кўрсатилган ҳолатда l кесманинг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$l = MN = M_0N_0$$

l кесманинг узунлигини аниқлаш ишларининг натижалари 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал. l кесманинг узунлигини ўлчаш ишларининг натижалари.

Ўлчамлар №	l_i , мм	$\Delta = l_i - \bar{l}$	$(l_i - \bar{l})^2$
1	2540,5	+0,75	0,56
2	2539,0	-0,75	0,56
3	2540,0	+0,25	0,06

4	2539,5	-0,25	0,06
---	--------	-------	------

$$\sum l_i = 10159; \sum (l_i - \bar{l})^2; m_l = \pm 0,64 \text{ мм};$$

$$\bar{l} = 2539,75; \bar{\Delta} = \frac{[\Delta]}{n} = 0,5 \text{ мм}.$$

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;

$l - l$ кесманинг ўрта арифметик қиймати.

L кесманинг узунлигини аниқлаш учун унинг ўрта арифметик қийматининг ўрта квадратик хатосини ҳисоблаш зарур:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

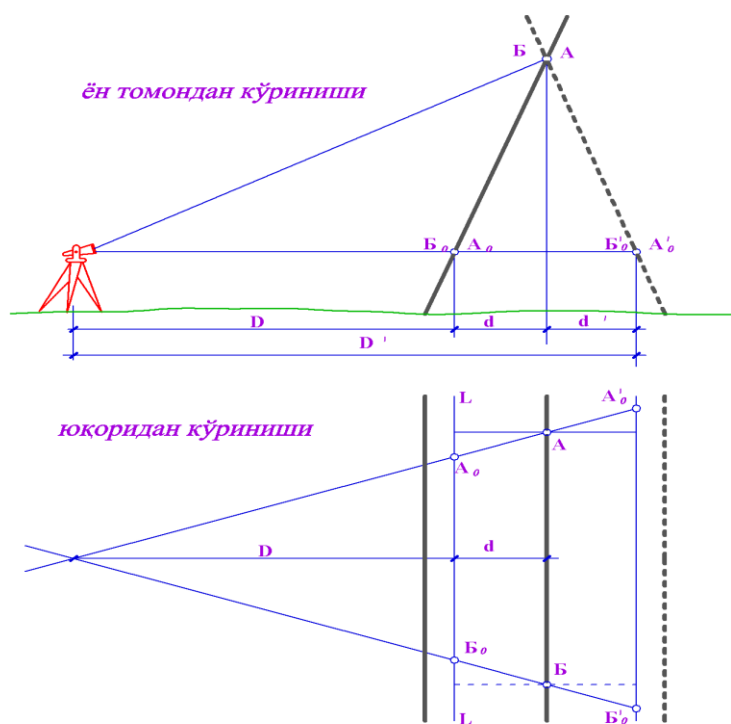
l кесманинг нисбий хатоси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$f_{\text{нис}} = \frac{[\Delta]}{l} \leq \frac{1}{2000}$$

Ўлчанган кесманинг узунлиги M аниқликда топилади. У ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$l = l \pm M$$

Тарихий ёдгорликларнинг 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 (2.6-расм).



2.6-расм. Иншоот деворининг тик ҳолатда бўлмаслигининг ўлчаш ишларига таъсири: а) кузатувчига тескари томонга оғиши; б) кузатувчи томонга оғиши.

Агар иншоотнинг оғиши (вертикал ҳолатда бўлмаслиги) кузатувчига қарама-қарши тарафга 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;

$A_0B_0, A'_0B'_0$ - иншоотнинг оғиши тегишли равишда кузатувчига қарама-қарши тарафга ва кузатувчи тарафга бўлган ҳоллардаги AB кесманинг хато ўлчанган қийматлари.

Тарихий ёдгорликлар деворларининг вертикал ҳолатдан оғиши $1,5^0$ дан катта бўлганда AB горизонтал элементнинг ўлчамини топиш аниқлиги камаяди. Шу сабабдан уларга тегишли тузатмалар киритилади.

2.3.4. Тарихий ёдгорликларнинг тик текисликда жойлашган тик ва қия ҳолатдаги элементларининг ўлчамларини аниқлаш

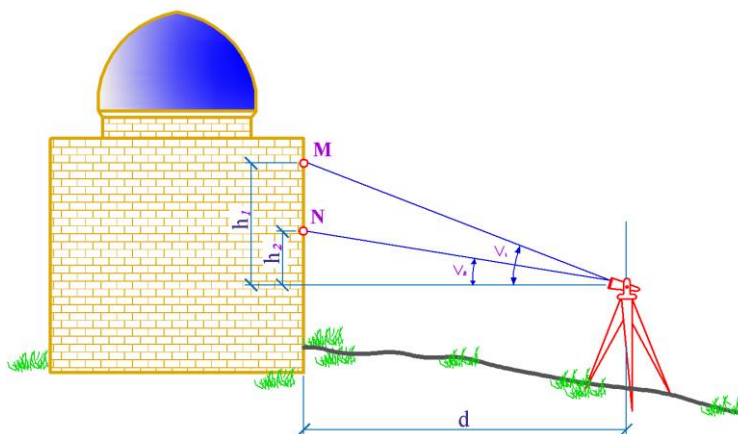
Тарихий ёдгорликларнинг вертикал текисликда ётган вертикал ва қия ҳолатда жойлашган элементларининг ўлчамларини турли усуллар ёрдамида аниқлаш мумкин. Геодезик ўлчаш ишлари амалиётида ушбу вазифани ечиш учун тригонометрик нивелирлаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Тарихий иншоотларининг вертикал ҳолатда жойлашган бориб бўлмас элементларининг ўлчамларини бевосита қуйидаги боғлиқлик орқали аниқлаш мумкин (2.7-расм):

$$h = d \operatorname{tg} v.$$

бу ерда d – иншоотгача бўлган масофанинг горизонтал куйилиши; 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.

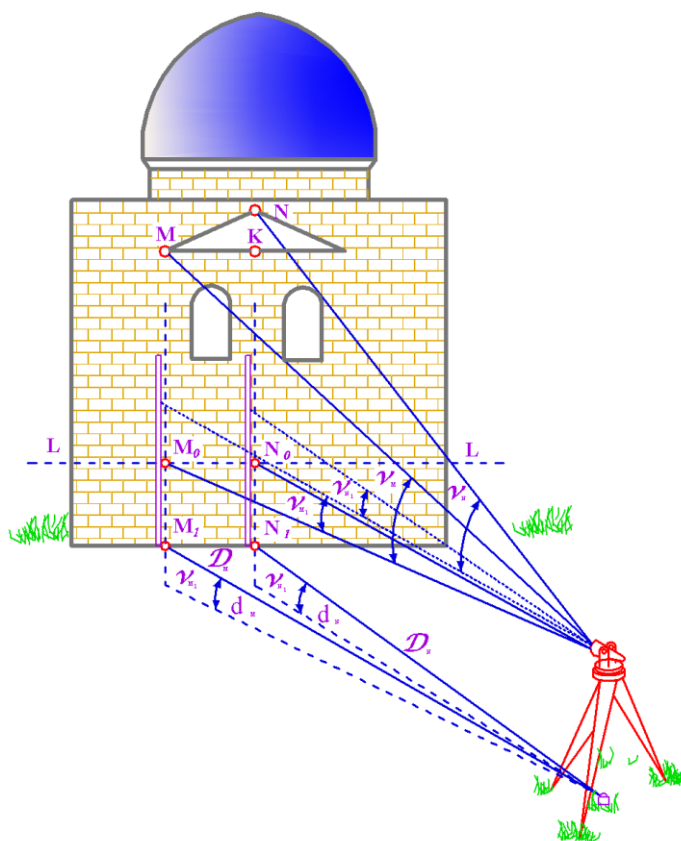


2.7-расм. Вертикал текисликда ётган вертикал ҳолатда жойлашган элементларнинг ўлчамларини аниқлаш.

Иншоотгача бўлган масофа рулетка ёки пўлат лента ёрдамида ўлчанади. Зарур бўлган ҳолатларда (жойнинг вертикал бурчагининг қиймати $1,5^0$ дан катта бўлган ҳолда) чизиқнинг қиялиги учун тузатма киритилади.

Турли предметлар билан банд бўлган интерьерларнинг тарихий ўлчамларини олиш ишларини бажаришда, интерьернинг чап ёки ўнг томонда кичкина нарвон ўрнатишнинг имконияти бор бўлса, бўш турган деворларига шовун чизиғи остида тортиб ўрнатилган рулеткага теодолит ёрдамида бориб бўлмас вертикал элементларни параллел «кўчириш» ишларини амалга ошириш мумкин. Бунда асбоб-ускуналар етарли даражада тургун ҳолда бўлиши зарур.

Вертикал текисликда ётган қия ҳолатда жойлашган элементнинг ўлчамларини тўғри бурчакли учбурчакни ечиш коидаларига асосан аниқлаш мумкин (2.8-расм).



2.8-расм. Тарихий ёдгорликларнинг тик текисликда жойлашган қия ҳолатдаги элементларининг ўлчамларини аниқлаш.

MNK учбурчакнинг битта катети проекциялаш усули билан, иккинчиси эса – худди тик элемент сифатида аниқланади. 2.8-расмдан кўришиб турибдики, MN кесманинг ўлчамларини аниқлаш учун турт-та қиялик бурчагини ва учта масофани (M_0N_0, D_N ва D_M) ўлчаш талаб қилинади холос.

MN кесма умумий ҳолда h_1 ва h_2 нисбий баландликларнинг фарқи сифатида аниқланади:

$$MN = h_1 - h_2 = d (tg v_1 - tg v_2).$$

Агар $\alpha = 30,5$ м

$$v_1 = + 25^0 18'$$

$$v_2 = + 6^0 29'$$

бўлса

$$h_1 = d \cdot tg v_1 = 30,5 \cdot tg 25^0 18' = 14,42 \text{ м.}$$

$$h_2 = d \cdot tg v_2 = 30,5 \cdot tg 6^0 29' = 3,47 \text{ м.}$$

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 бурчакларини теодолит вертикал доирасининг икки ҳолатида (ДЧ ва ДЎ) ўлчаш мақсадга мувофиқ. Масофалар камида икки марта ўлчанади, бунда ўлчаш натижаларининг орасидаги фарк, тарихий ўлчамларни олиш ишларини бажариш учун қабул қилинган чизик ўлчаш ишларининг қабул қилинган йўл куярли нисбий хатосидан (1/2000) ошмаслиги лозим. LL шартли нул чизигига нукталарни 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 (2.8-расмга қаралсин).

Учбурчакнинг MN кесмасининг ўлчами қуйидагича ҳисобланади:

$$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2},$$

бу ерда $MK = M_0N_0$; $NK = NN_0 - MM_0 = d_N \operatorname{tg} \nu_N - d_M \operatorname{tg} \nu_M$;

$$d_N = D_N \cos \nu_{N_1}; \quad d_M = D_M \cos \nu_{M_1}.$$

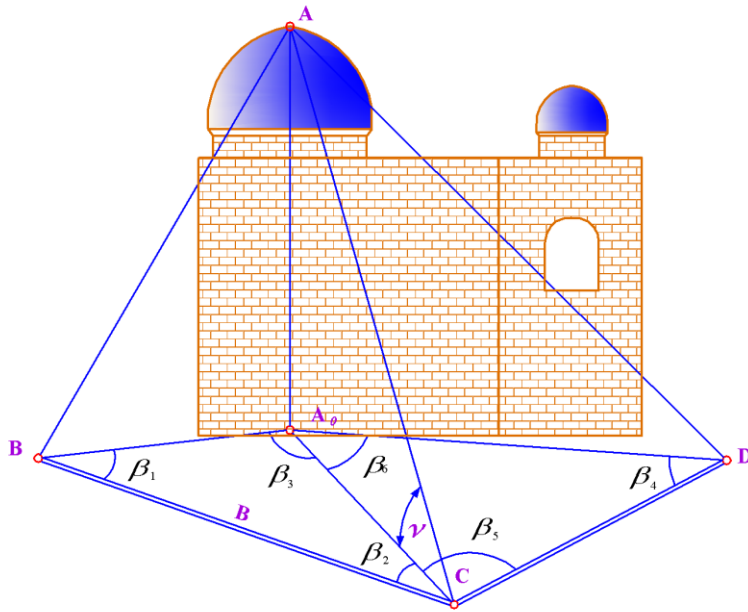
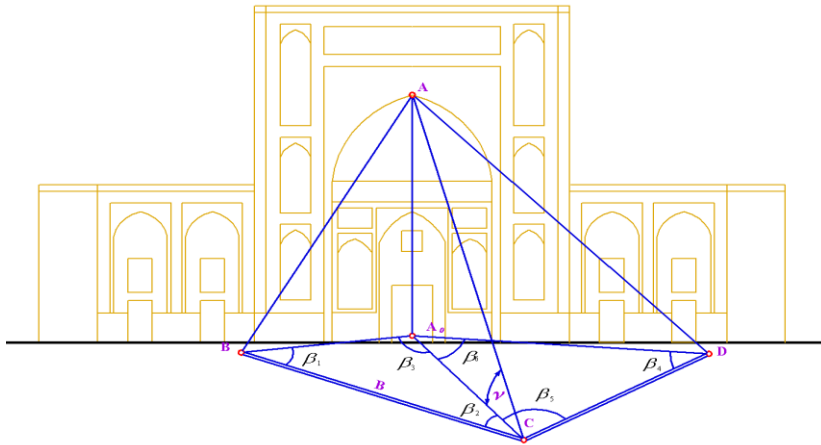
MN кесманинг ўлчамини аниқлашнинг ўрта квадратик хатоси қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$m_{MN}^2 = m_{MK}^2 + m_{NK}^2$$

2.3.5. Таъмирлаш лойиҳасини тузиш учун тарихий ёдгорликлар ва уларнинг элементлари орасидаги бориб бўлмас масофаларни аниқлаш

Геодезия курсидан маълумки, бориб бўлмас масофаларни аниқлашда синуслар ва косинуслар теоремаси ҳамда параллактик усуллар қўлланилади. 2.9- расмда тарихий ёдгорликлар ва уларнинг элементларигача бўлган бориб бўлмас масофаларни синуслар теоремасидан фойдаланиб, аниқлаш усули кўрсатилган.

Геодезия соҳасига оид бўлган адабиётлар таҳлилига кўра, бу каби масалаларни ечиш, асосан текисликда олиб борилади. Тарихий ўлчам олиш ишлари амалиётида кўпинча бориб бўлмас қия масофаларни худди 2.9- расмда келтирилгани сингари аниқлашнинг зарурияти пайдо бўлади. Бу ерда масалани ечиш ишлари икки босқичдан иборат бўлади: авваламбор, синуслар теоремасидан фойдаланиб, A_0C бориб бўлмас масофа аниқланади (топилиши зарур бўлган қия масофанинг проекцияси), сўнгра эса AA_0C учбурчакни ҳисоблаш орқали бориб бўлмас қия масофа аниқланади.



2.9-расм. Тарихий ёдгорликларнинг элементларигача бўлган бориб бўлмас масофани аниқлаш.

Ушбу усул қўлланилганда B , C ва D станцияларни шундай жойлаштириш керакки, бунда BA_0C ва CA_0D учбурчаклар иложи бориचा тенг томонли учбурчаклар бўлиши зарур. Бу A_0C бориб бўлмас масофани топиш аниқлигини оширишнинг имконини беради.

Синуслар теоремасидан фойдаланиб, қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{A_0C}{\sin \beta_1} = \frac{BC}{\sin \beta_3};$$

$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2$ бўлганлиги учун, базис $BC = B$ бўлади, у ҳолда:

$$A_0C = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}; \quad (2.3.2)$$

шунингдек

$$A_0C = \frac{CD \cdot \sin \beta_4}{\sin(\beta_4 + \beta_5)}.$$

2.9-расмга кўра, $\frac{A_0C}{AC} = \cos \nu$. У ҳолда $AC = \frac{A_0C}{\cos \nu}$ бўлади ва (2.3.2) формулани ҳисобга олган ҳолда, изланаётган AC қия масофа қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos \nu} \quad (2.3.3)$$

Масалан, жойда ўлчаш натижаларига кўра қуйидагилар олинган бўлсин:

$$B = 40 \text{ м}, \quad \nu = 18^{\circ}00', \quad \beta_1 = 45^{\circ}00', \quad \beta_2 = 33^{\circ}00'.$$

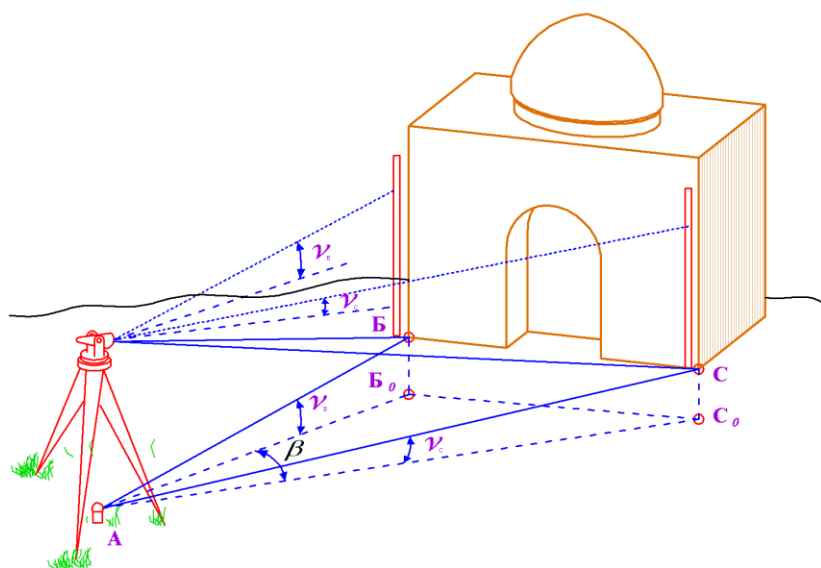
У ҳолда, изланаётган AC қия масофа қуйидагича аниқланади:

$$S_{AC} = \frac{B \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2) \cdot \cos \nu} = \frac{40,0 \cdot \sin 45^{\circ}00'}{\sin(45^{\circ}00' + 33^{\circ}00') \cdot \cos 18^{\circ}00'}$$

$$= \frac{34,036}{0,514 \cdot 0,6603} = 100,40 \text{ м}$$

Демак, AC қия масофа 100,40 м га тенг экан.

Агар AB ва AC чизикларда жойнинг қиялиги $1,5^{\circ}$ дан ошмаса, β горизонтал бурчак ва AB ва AC масофаларни ўлчаш кифоя (2.10-расм). Акс ҳолда ν_B ва ν_C қиялик бурчакларини ўлчаш, AB_0 ва AC_0 горизонтал куйилишларни аниқлаш ва B_0C_0 кесманинг узунлигини ҳисоблаш талаб этилади. Текис бўлмаган жойларда BC ва B_0C_0 кесмалар орасида фарк бўлиши мумкин ва буни ўлчам олиш чизмаларини тайёрлашда ҳисобга олиш зарур.



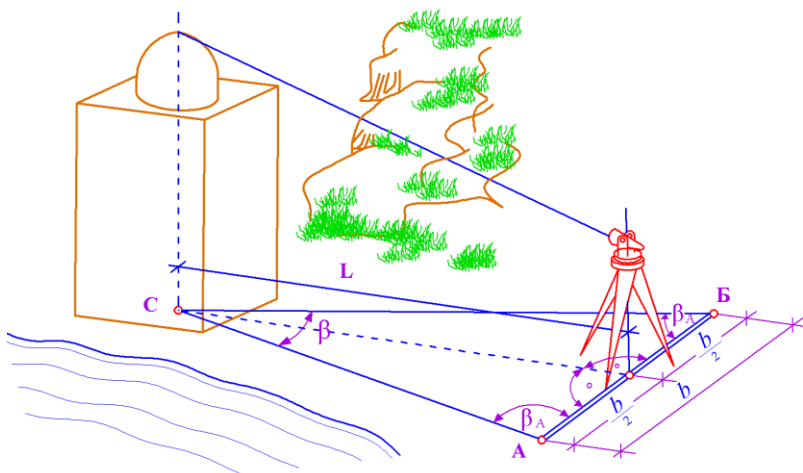
2.10-расм. Тарихий ёдгорликлар элементлари орасидаги бориб бўлмас масофани аниқлашда бурчаклар ва масофаларни ўлчаш схемаси.

Изланаётган BC масофани аниқлаш учун AB , AC , β ва ν_B қийматлар ўлчанади. Ёзувларни ихчамлаштириш мақсадида $BC = a$, $AB = c$ ва $AC = b$ деб белгилаб, косинуслар формуласи бўйича қуйидагича ёзиш мумкин:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \beta} \quad (2.3.4)$$

Тор шароитли жойларда, тенг томонли учбурчакларни ўрнатишнинг имкони бўлмаса, бориб бўлмас масофани аниқлашнинг параллактик усулини қўллаш мумкин (2.11-расм).

Агар β параллактик бурчак 12° дан катта, шулар орқали β бурчак топиладиган β_A ва β_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, 2.2-жадвалда кўрсатилган қийматлардаги базис (асбобни жойлаштириш узоқлигига қараб) катталикларини қабул қилиш тавсия этилади.



2.11-расм. Бориб бўлмас масофани параллактик усулда аниқлаш.

2.2-жадвал. Базиснинг тавсия этиладиган қийматлари.

Асбобни жойлаштириш узоқлиги, <i>m</i>	2	2	3	3	4	4	50
Базиснинг энг киска қийма- ти, <i>m</i>	4 ,2	5 ,26	6 ,31	7 ,36	8 ,41	9 ,46	10,51

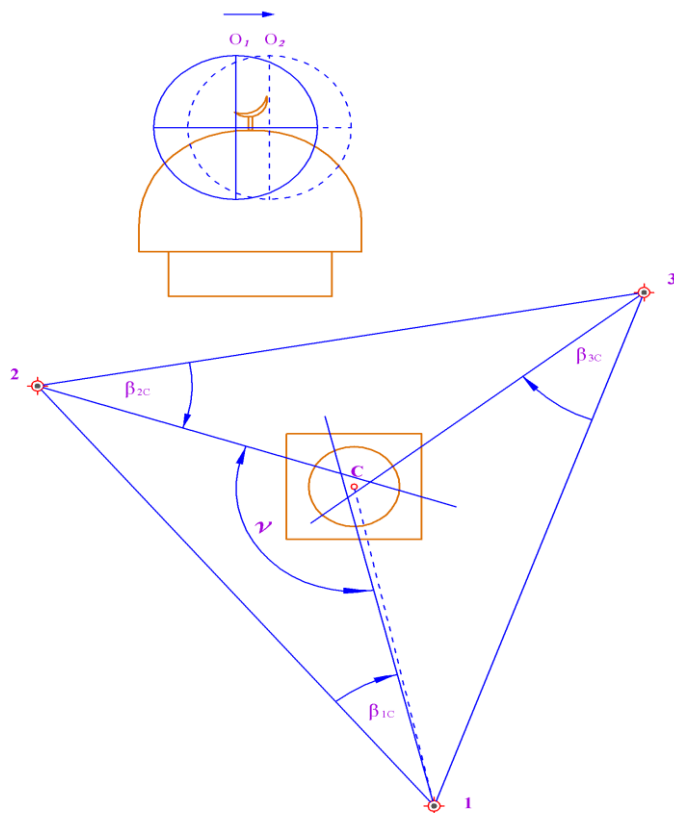
L масофа (2.11-расмга қаралсин) қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$L = \frac{1}{2} b \cdot \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}, \quad (2.3.5)$$

бу ерда *b* – базис; $\beta = 180^\circ(\beta_A + \beta_B)$.

Айрим ҳолларда бориб бўлмас масофаларни аниқлашнинг график усуллари қўлланилади (2.12-расм).

Бу усулда тарихий ёдгорликларнинг (кўринадиган) юқори нуктасини учта таянч пунктдан туриб тўғри кесиштириш усулида кузатиш ишлари амалга оширилади.



2.12-расм. Тарихий ёдгорликларнинг бориб бўлмас баландлигини график усулда аниқлаш.

Энг қулай бўлган кесиштириш бурчаги 90^0 ; кесиштириш интервали – $60^0 \div 120^0$. Кесиштириш бурчагини 30^0 дан кичик қабул қилиш мумкин эмас. 1, 2 ва 3 таянч 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.

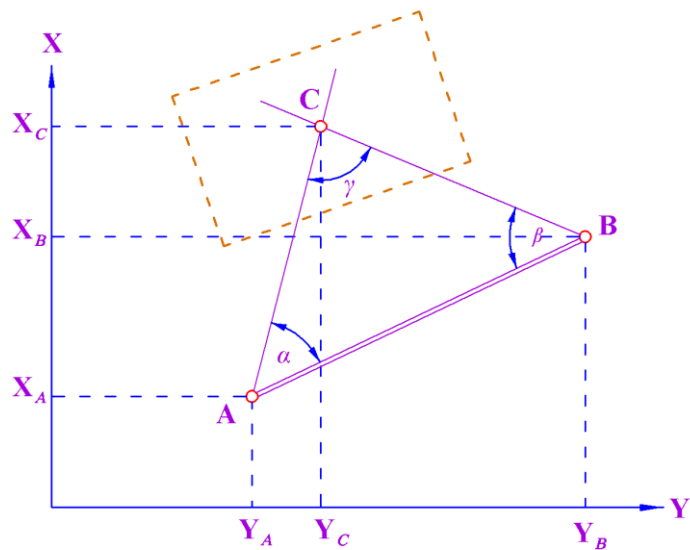
Ўлчаш ишлари тугагандан сўнг қоғозга йирик масштабда таянч тармоғи ва тарихий ёдгорлик тепасигача бўлган йўналиш чизилади. Бу йўналишлар кесишган жойда тарихий ёдгорлик тепасининг проекция ҳолати олинади (агар нурлар учбурчакни ташкил этса, унинг маркази меридианлар кесишган нуктада бўлади). Топиладиган 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 тугилади.

Тарихий ёдгорликларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ишларини бажаришда тарихий ёдгорликлар ва улар орасидаги бориб бўлмас масофаларни аниқлашнинг аниқ, ишончли ва тежамкор усули координаталар усулидир (2.13-расм). Координаталари маълум бўлган икки A ва B таянч пунктларидан туриб иншоотнинг юқори нуктасини тўғри бурчакли кесиштириш ишлари бажарилади ва иншоот юқори нуктасининг горизонтал текисликка проекцияси (C нукта) координаталари Юнг формуласи бўйича ҳисобланади. Кейин, маълум формулалар ёрдамида бориб бўлмас масофа аниқланади:

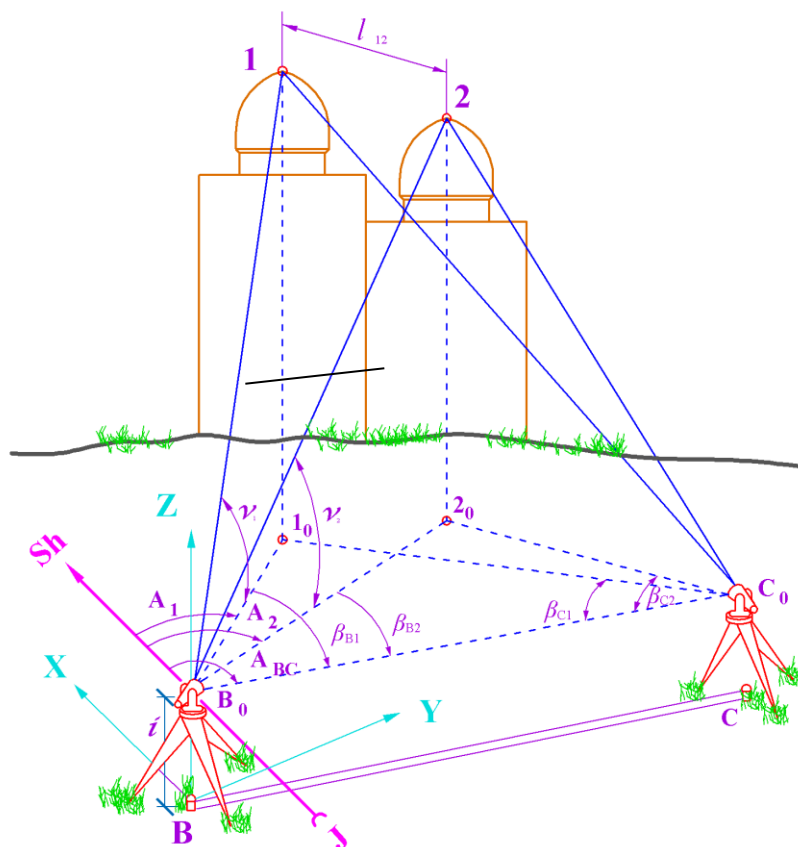
$$AC = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2};$$

$$BC = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2};$$



2.13-расм. Бориб бўлмас масофани координаталар усулида аниқлаш.

Ушбу усул бошқаларига қараганда анча арзон: бор йўғи иккита бурчак ўлчаш талаб этилади (фараз қилинадики, A ва B нуқталар таянч тармоғида ётади ва уларнинг координаталари маълум бўлади). Шунга мувофиқ меҳнат сарфи ва иш бажариш учун кетадиган вақт тежалади. Натижалар бевосита дада олинади.



2.14-расм. Тарихий ёдгорликнинг бориб бўлмас элементи гача бўлган масофани аниқлаш.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, маъмурий ўлчам олиш ишларини бажаришда кўплаб бориб бўлмас масофаларни аниқлаш зарурияти пайдо бўлганда координаталар усулини қўллаш айниқса самарали бўлади.

Тарихий ўлчам олиш ишлари амалиётида тарихий ёдгорликнинг икки томони ҳам бориб бўлмас бўлган элементининг ўлчамларини аниқлаш масаласи пайдо бўлади (2.14-расм). Бундай ҳолатларда координаталар усулини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. Масалани ечишнинг расмда кўрсатилган йўли теодолит сьёмкаси натижаларини қайта ишлашда координаталарни ҳисоблашнинг кенг қўлланиладиган услубига мос келади.

2.3.6. Таъмирлаш лойиҳаларини тузиш учун тарихий ёдгорликларнинг бориш қийин бўлган баландликларини аниқлаш

Тарихий ёдгорликларнинг баландлигини аниқлашнинг энг қийин томонлари шундан иборатки, бунда тарихий иншоотларнинг юқори қисмининг горизонтал проекциясини олишнинг имконияти бўлмайди. Агар бунинг имкони бўлса, уларнинг баландлигини тўғри бурчакли учбурчакларнинг конуниятларини қўллаган ҳолда осон аниқлаш мумкин (2.15- расм).

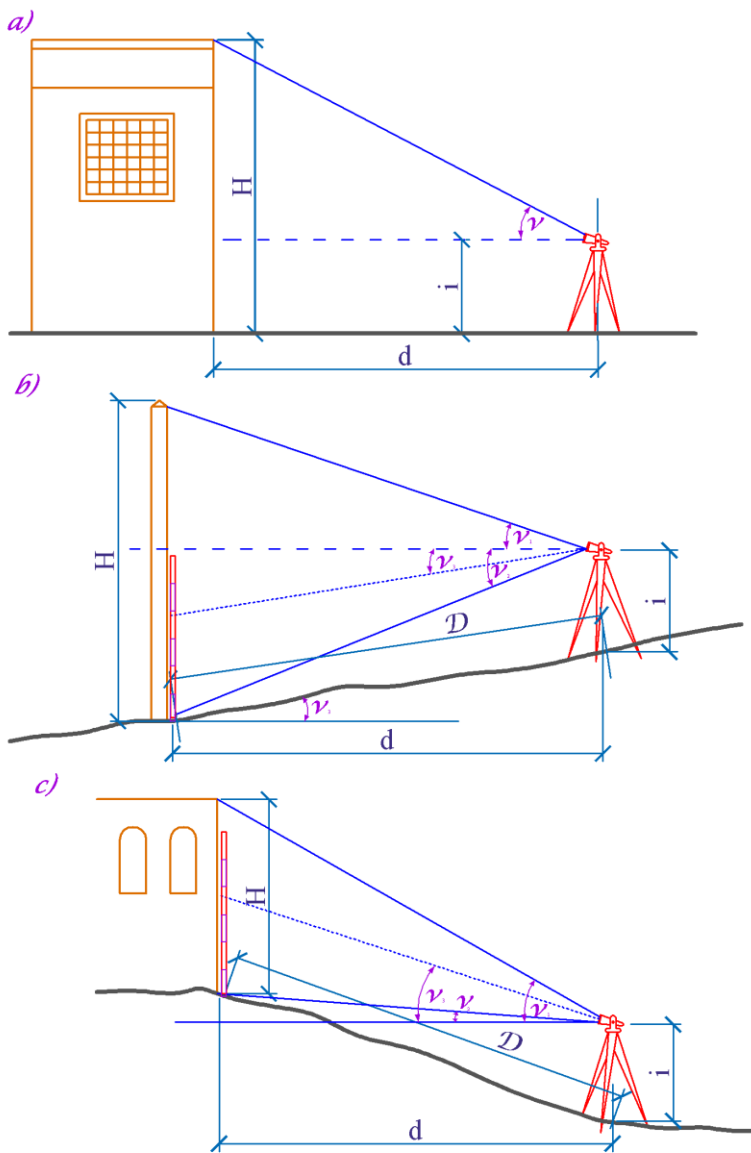
Ўлчаш қийин бўлган ҳолларда иншоотнинг марказига гача бўлган горизонтал куйилишни бориб бўлмас масофани аниқлаш каби топилади. Айрим ҳолларда бу ўлчаш қийин бўлган масофани тарихий ёдгорликнинг ён тарафидан туриб аниқлаш мумкин (2.16-расм), аммо бу усул унчалик катта бўлмаган симметрик иншоотлар учун мўлжалланган.

Агар B станция фронтал йўналишдан четда жойлашган бўлса (BA йўналиш бўйича ўтадиган текислик иншоотнинг бўйлама текислигига перпендикуляр бўлмаса), у ҳолда масофанинг «ёпик» қисми $b/2 \cos \alpha$ га тенг бўлади, бу ерда α – оғиш бурчаги.

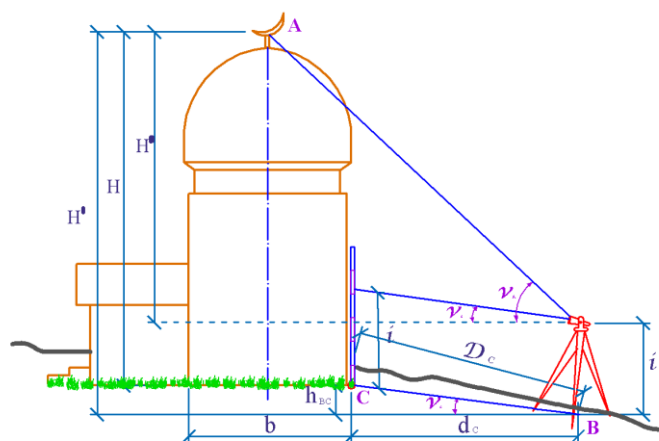
Қуйидаги b , i , ν_A , ν_C ва D_C параметрларни ўлчагандан сўнг иншоотнинг баландлиги ҳисоблаб топилади:

$$H = H'' + i - h_{BC},$$

бу ерда $h_{BC} = D_C \sin \nu_C$.



2.15-расм. Иншоот баландлигини аниқлаш схемаси.



2.16-расм. Тарихий ёдгорликларнинг ўлчаш қийин бўлган баландлигини аниқлаш.

H'' баландликнинг қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$H'' = \left(D_C \cdot \cos v_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} v_A.$$

Юқорида келтирилган формулалардан фойдаланиб иншоотнинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \left(D_C \cdot \cos v_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} v_A + i - D_C \cdot \sin v_C.$$

Агар

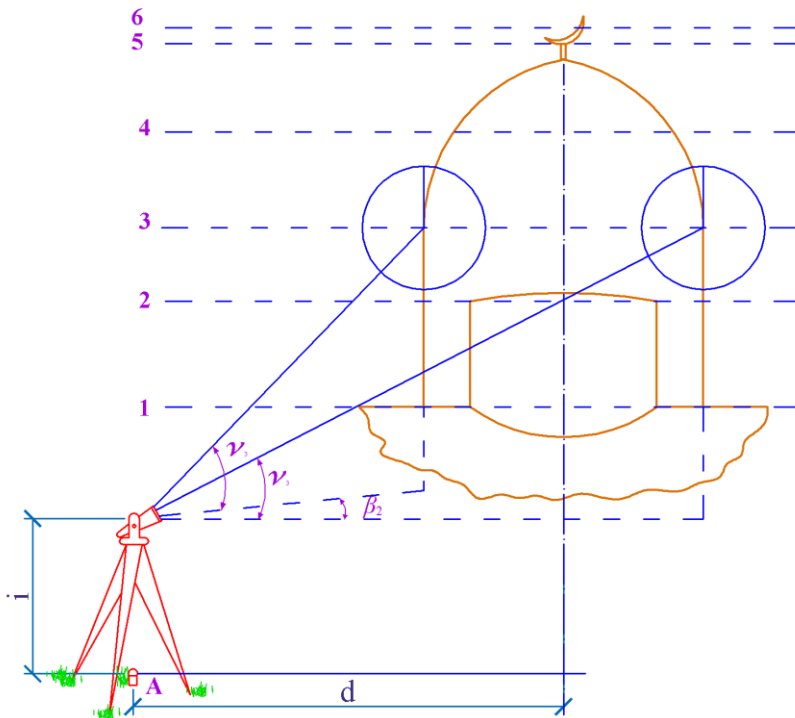
$b = 3,08$ м; $i = 1,46$ м; $v_A = 29^{\circ}10'$; $v_C = 1^{\circ}55'$; $D_C = 21,0$ бўлса, иншоотнинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \left(D_C \cdot \cos v_C + \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} v_A + i - D_C \cdot \sin v_C = \\ = (21,0 \cos 1^{\circ}55' + 3,08/2) \operatorname{tg} 29^{\circ}10' + 1,46 - 21,0 \sin 1^{\circ}55' = 13,33 \text{ м.}$$

2.3.7. Тарҳи айлана шаклига эга бўлган тарихий ёдгорликларнинг радиусини ва айлана маркази координаталарини аниқлаш

Тарихий ёдгорликлар кўпинча айланасининг радиуси ва маркази координаталари аниқланиши талаб этиладиган цилиндрик, коник, шар шаклидаги ва бошқа кўринишларга эга бўлган элементлардан иборат бўлади.

Агар тарихий ёдгорликнинг элементлари мураккаб шаклда бўлса (2.17- расм), ўлчам олиш ишлари босқичли равишда олиб борилади. Ҳар бир шартли сатҳ учун β ва v бурчаклар аниқланади. Ўлчам олиш чизмаларини тузишда барча ўлчамларни ҳисоблаш учун шуларнинг ўзи етарли бўлади.



2.17-расм. Тарихий ёдгорликнинг турли горизонтларида унинг радиусини аниқлаш схемаси.

Агар тарихий ёдгорликларда ўз ўқидан сезиларли даражада оғиш пайдо бўлса, ҳар бир шартли сатҳлар учун d масофа алоҳида аниқланади. Барча d масофаларни аниқлаб, нафақат тарихий ёдгорликлар элементларининг ўлчамларини аниқлаш мумкин, балки унинг оғиши ҳақидаги хама маълумотларни олиш мумкин (оғишнинг абсолют ва нисбий қийматлари, оғиш йўналиши ва бошқалар).

2.17-расм орқали тарихий ёдгорликлар элементларининг турли горизонтлардаги радиуслари қуйидаги 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 қуйилиши (одатда икки таянч пунктдан бориб бўлмас масофа сингари аниқланади).

Ҳар бир горизонтнинг нисбий баландлиги асбоб баландлигига нисбатан қуйидагича аниқланади:

$$\Delta h_1 = d \cdot \operatorname{tg} v_1; \quad \Delta h_2 = d \cdot \operatorname{tg} v_2; \quad \dots; \quad \Delta h_n = d \cdot \operatorname{tg} v_n.$$

У ҳолда, горизонтлар баландлиги қуйидаги ифодалар бўйича ҳисобланади:

$$H_1 = H_A + i + \Delta h_1; \quad \dots; \quad H_n = H_A + i + \Delta h_n.$$

Агар айлана шаклидаги элементни бевосита ўлчашнинг имкони бўлса, унинг радиуси маълум 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 (2.18-расм).

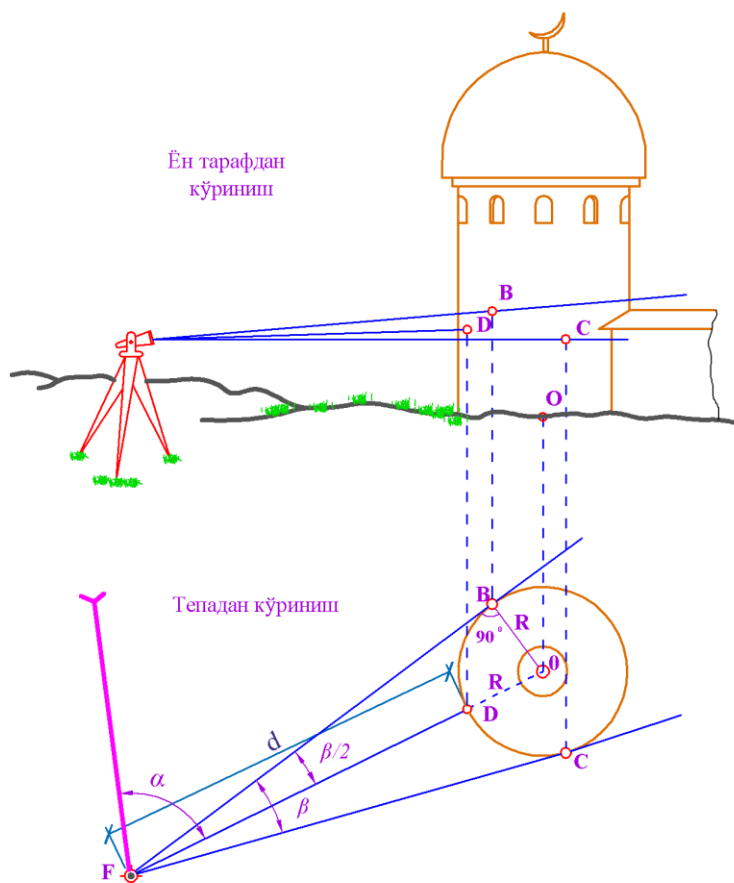
FD масофа β бурчак биссектрисаси йўналиши бўйича рулетка ёрдамида ўлчанади, агар ўлчаш учун шароит етарли бўлмаса, унда FO масофа худди бориб бўлмас масофа каби аниқланади.

ΔFBO учбурчакдан қуйидагини олиш мумкин:

$$\frac{R}{d+R} = \sin \frac{\beta}{2},$$

бу ердан

$$R(1 - \sin \frac{\beta}{2}) = d \sin \frac{\beta}{2}.$$



2.18-расм. Тарҳи айлана шаклига эга бўлган тарихий ёдгорликларнинг 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 α – FO чизик йўналишидаги дирекцион бурчак.

2.3.8. Тарихий ёдгорликларнинг ўлчамларини аниқлашнинг тезкор геодезик усули

Тарихий ёдгорликларнинг ўлчамларини аниқлашнинг геодезик усули, умуман олганда турли хил план олиш ишларини бажариш мақсадида геодезияда ишлаб чиқилган чизиклар, бурчаклар ва нисбий баландликларни ўлчаш ишларининг мажмуасини ташкил этади. Бу контактсиз усул, яъни ўлчам олиш ишларини бажариш учун кўп сарф харажатлар талаб қиладиган нарвонлар ва хавозаларни қуришни талаб этмайди. Бу эса унинг натурали (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.

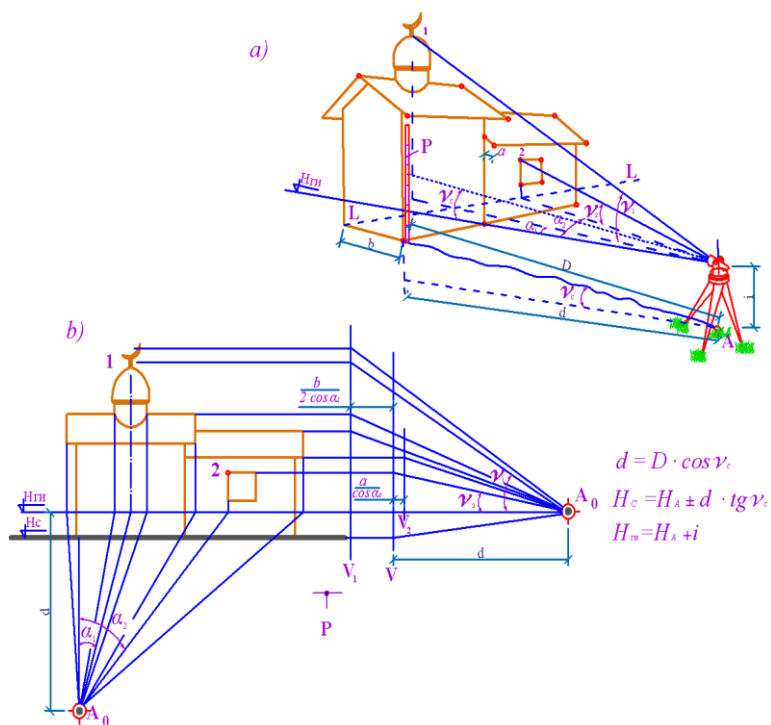
Бажариладиган ишларга кетадиган меҳнат сарфини камайтириш учун ўлчам олиш чизмаларининг хоссаларини объектнинг марказий проекцияси сифатида қўллаш мумкин. Проекция маркази бўлиб геодезик ўлчаш ишлари бажариладиган таянч пункти хизмат қилади. Фақатгина назорат учун тўлиқ ўлчашлар цикли талаб этилади ва фақат шу нукталардаги ўлчаш ишлари тўлиқ камерал тарзда қайта ҳисобланади. Бошқа нукталар учун далада фақат энг зарурий ўлчаш ишлари бажарилади ва бунда бу ўл-

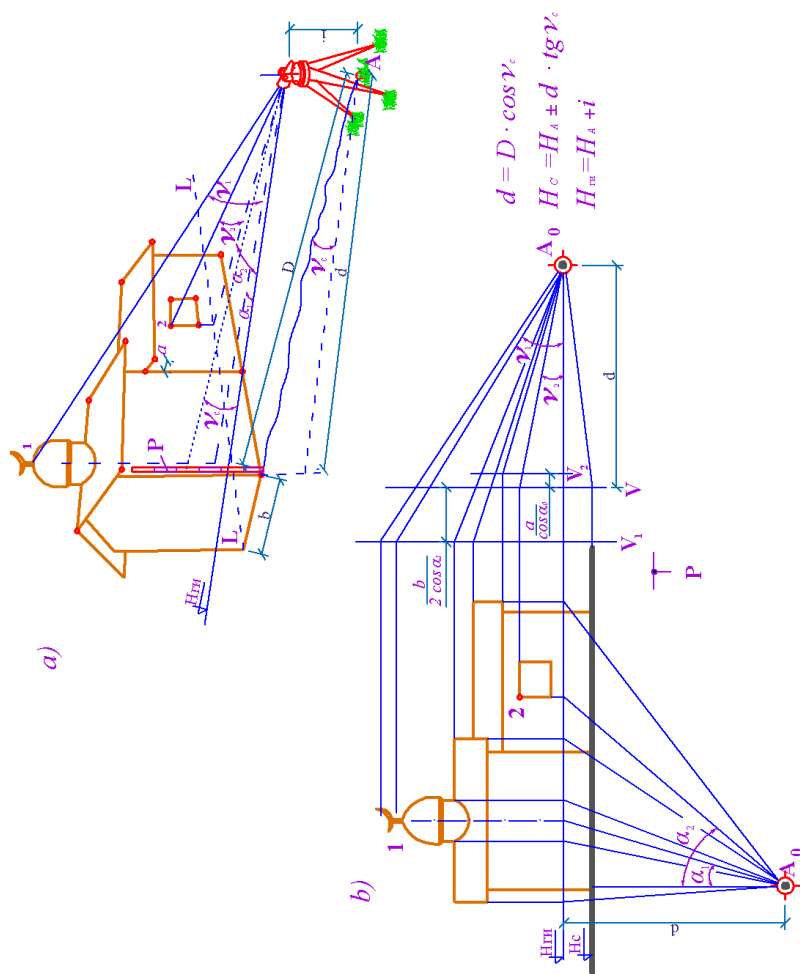
чашлар натижаларини камерал ҳисоблаш ишлари талаб этилмайди: чизмада нуқталар турли график курилмалар ёрдамида белгиланади.

Съёмка қилиш учун станцияни шундай танлаш зарурки, бунда у кузатилаётган фасадга перпендикуляр ҳолда жойлашган ёдгорлик деворининг створиди ўрнатилиши лозим.

Агар бундай станцияларни ўрнатиш таянч тармоғини барпо этишда кузда тутилмаган бўлса, у ҳолда танланган станцияни таянч тармоғига боғлашни амалга ошириш зарур. Агар фақат ўлчам олиш чизмаларини олиш топшириги берилган бўлса, боғлаш ишларини бажаришнинг зарурияти бўлмайди.

Асбобни ориентирлаш «станция-назорат нуқтаси» йўналиши бўйича амалга оширилади.





Съёмкани бошлашдан олдин съёмка нуқталарининг номерлари, назорат нуқталарининг ҳолати ва ўлчаш натижалари кўрсатилган фасаднинг тасвири қўлда чизилади. Бу ҳужжатни кроки деб аташ мумкин (2.20-расм), аммо жойдаги ўлчашлардан фаркли уларок, бу ерда ўлчамлар кўрсатилмайди.

Кузатиш ишларини қайд этиш учун тахеометрик съёмка журнали ёки унинг соддалаштирилган шаклидан фойдаланиш мумкин (2.21-расм).

Съёмка бошланишида теодолит вертикал доирасининг нул ўрни (НУ) аниқланади ва у 1' дан катта бўлса тузатилади (геодезия курсига қаралсин). Иш куни мобайнида нул ўрни икки-уч марта текширилади.

лозим. Ўлчам олиш чизмасида нуқталарнинг жойлашган ҳолатини график қурилмалар орқали топиш учун шуларнинг ўзи етарли бўлади.

График қурилмаларни бажаришда нуқталарнинг бир қисми фасаднинг асосий текислигида эмас, балки орқа ёки олдинги планда жойлашган бўлишини эътиборга олиш лозим. Тегишли равишда, вертикал текислик ўрни A_0 проекция марказига яқинлашади ёки узоқлашади (2.19-расмда V, V_1, V_2). Бунинг учун зарур бўлган ўлчаш ишлари дала ишларини бажариш жараёнида амалга оширилади. Ўлчам олишнинг тезкор геодезик усулининг аниқлиги, асосида аналитик ҳисоблашлар ётадиган усулларнинг аниқлигидан кам. Агар геодезик транспортир билан бурчак яшаш аниқлиги $10'$ деб қабул қилинса, у ҳолда нуқтагача бўлган масофа 30 м ва қиялик бурчаги 30° бўлганда $\pm 0,02$ қушимча хатолик пайдо бўлади (даладаги хатоликларни ҳисобга олмасдан). Шунинг учун ушбу усулнинг қўлланиш соҳаси бирмунча чегараланган бўлади. Бу усул майда масштабли ($1:100, 1:200$) ўлчам олиш чизмалари қўлланилган ҳолларда ишлатилиши мумкин.

2.5. Тарихий ёдгорликлар деворларининг фронтал режасини лазерли электрон геодезик асбоблар туркуми ёрдамида яратиш

Тарихий ёдгорликлар деворларининг юзасига нур қайтаргич 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 нуқталарга лазер нури қаратилиб, ALL тугмачасини босиш билан киска вақт ичида юзлаб нуқталарнинг X, Y, Z фазовий координаталарини ҳисоблашдан ташқари, хоҳлаган тарх, қирқим ёки фазовий кўринишларни автоматик равишда тузиш имконияти пайдо бўлади (2.25-расм).

Девор юзасидаги нуқталар фазовий координаталарини керакли аниқликда топиш учун қуйидаги шартларга амал қилиш керак:

- таҳлил қилиш керак бўлган девор юзасини чекка $1 - i$ нуқталардан асбоблар туркуми ўрнатилган нуқтагача бўлган масофа бир хил бўлиши керак, шунда $S - j$ чизиқ девор $1 j i$ чизигига перпендикуляр бўлади;
- асбоб ўрнатилган нуқтадан девор юзасигача бўлган масофа қуйидаги шартни бажариши керак

$$L \geq \frac{b}{2 \operatorname{tg} \beta_{\text{чек}}}, \quad L \geq \frac{(H-l)}{\operatorname{tg} \beta_{\text{чек}}}$$

бу ерда b – таҳлил қилинаётган девор юзасининг узунлиги;

H – таҳлил қилинаётган девор юзасининг баландлиги;

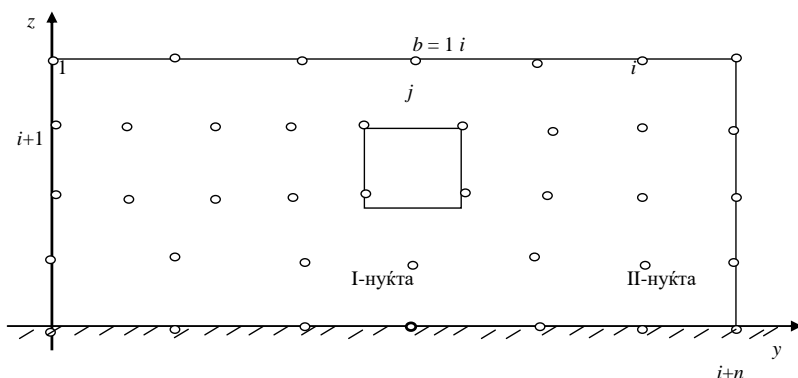
$\beta_{\text{чек}}$ – чекланган максимал горизонтал бурчак, $\beta_{\text{чек}} = 35^\circ$, таҳлил натижалари асосида аниқланган.

Агар суратга олиш вақтида юқорида кўрсатилган L_1 ва L_2 масофалар кичик бўлиб қолса, унда девор юзасига параллел створ чизиқ яратилиб бир неча S_1, S_2, \dots, S_n нуқталардан туриб съёмка қилиш амалга оширилади (2.26-расм).

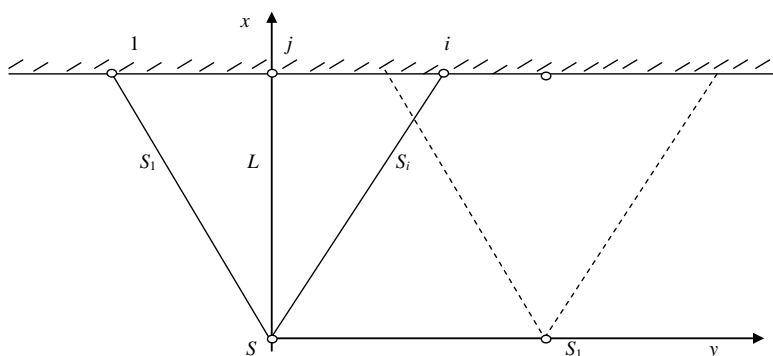
Девор юзасидаги нуқталарнинг x_i, y_i ва z_i координаталари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} x_i &= x_s + (S + \Delta l) \cos v \cdot \cos \alpha \\ y_i &= y_s + (S + \Delta l) \cos v \cdot \sin \alpha \\ z_i &= z_s + (S + \Delta l) \sin v + \Delta h \end{aligned} \right\} \quad (2.5.1)$$

бу ерда $\Delta l = b \cdot \operatorname{tg} v$ ва $\Delta h = \frac{b}{\cos v}$, $b = 87$ см;



2.25-расм. Тарихий ёдгорлик фазовий координаталарини аниқлаш



2.26-расм. Тарихий ёдгорликни съёмка қилиш схемаси.

Нуқталарнинг X , Y , Z фазовий координаталарининг m_x , m_y ва m_z ўрта квадратик хатоларини ҳисоблаш учун (2.5.1) формулани дифференциаллаб, ўрта квадратик хатоларга ўтсак қуйидаги формуларни оламиз

$$m_x^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \cos^2 \alpha + \frac{m_v^2}{\rho^2} \left[S^2 \cos^2 \alpha \left(\sin^2 v + \frac{b^2}{S^2} \cos^2 v \right) \right] +$$

$$+ \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \left[S^2 \sin^2 \alpha \left(\cos^2 v + \frac{b^2}{S^2} \sin^2 v \right) \right];$$

$$m_y^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \sin^2 \alpha + \frac{m_v^2}{\rho^2} \left[S^2 \sin^2 \alpha \left(\sin^2 v + \frac{b^2}{S^2} \cos^2 v \right) \right] +$$

$$+ \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \left[S^2 \cos^2 \alpha \left(\cos^2 v + \frac{b^2}{S^2} \sin^2 v \right) \right];$$

$$m_z^2 = m_s^2 \sin^2 v + \frac{m_v^2 \cdot b^2}{\rho^2} \left[\frac{S^2}{b^2} \cos^2 v + \operatorname{tg}^2 v + \sin^2 v + \frac{\operatorname{tg}^2 v}{\cos^2 v} \right].$$

Агар $\frac{b^2 \cdot \cos^2 v}{S^2}$, $\frac{m_v^2 \cdot b^2}{\rho^2} (\operatorname{tg}^2 v + \sin^2 v)$, $\frac{b^2 \cdot \sin^2 v}{S^2}$

қийматларининг кичиклигини ҳисобга олиб, бу ҳадларни ташлаб юборамиз. Шундан сўнг қуйидаги тенгламалар ҳосил бўлади

$$m_x^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \cos^2 \alpha + \frac{S^2 \cdot m_\beta^2}{\rho^2} (\cos^2 \alpha \cdot \sin^2 v + \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 v);$$

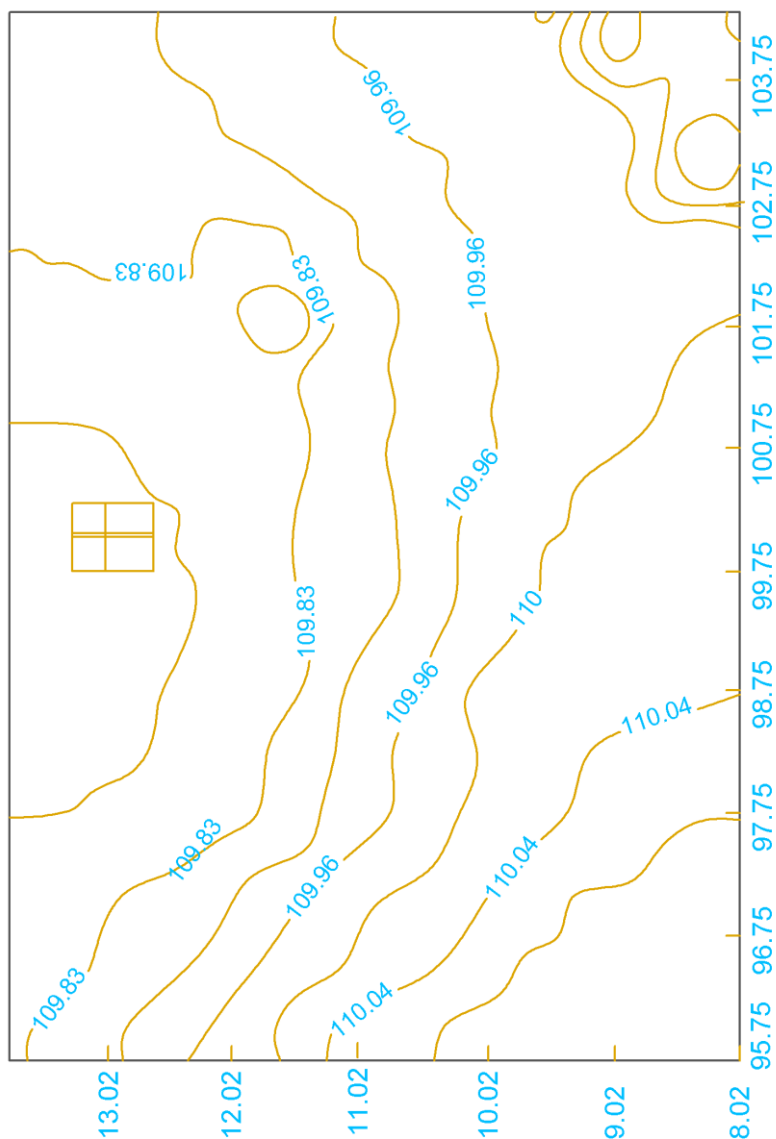
$$m_y^2 = m_s^2 \cos^2 v \cdot \sin^2 \alpha + \frac{S^2 \cdot m_\beta^2}{\rho^2} (\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 v + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 v);$$

$$m_z^2 = m_s^2 \sin^2 v + \frac{S^2 \cdot m_v^2}{\rho^2} \cos^2 v.$$

Ўлчаш аниқликларини қийматларини аниқ мисолда кўрадиган бўлсак, агар $B = 10$ м, $b = 10$ м, $L = 10$ м ; $m_\nu = m_\alpha = m_\beta = 3''$ деб олсак, унда девор юзасидаги энг ноқулай жойлашган 3 та нуқта учун ўрта квадратик хатоларни ҳисоблаймиз.

Нуқталар	m_x	m_y	m_z
I – нуқта	5,0	0,145	0,14
II – нуқта	4,33	2,50	0,16
i – нуқта	3,75	2,18	2,51

Жадвалдаги натижалардан кўришиб турибдики, ўлчаш аниқлиги жуда юқори. Ўлчаш натижалари асосида тузилган девор юзасининг фронтал кўриниши 2.27–расмда кўрсатилган. Бундан ташқари ўлчаш натижалари асосида кундаланг ва буйлама қирқимлар, планлар, фронтал планлар, ҳар қандай элементларнинг ўлчамларини чизиш мумкин (2.28, 2.29, 2.30, 2.31-расмлар).



Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Аскарлов Б.А., Абдурашидов К.С., Нишанбаев Н.М. и др. Комплексное исследование конструкции памятника архитектуры «Оксарой» в г. Шахрисабзе в целях обеспечения его долговечности. // Архитектура ва қурилиш муаммолари: Сб. науч. тр. ТАКИ.– Ташкент, 2002. С. 3-8.
2. Аскарлов Б.А., Абдурашидов К.С., Нишанбаев Н.М. Ёдгорликларни асраш - савоб иш. // Газета «Халқ сўзи». 28 июня 2002 г. № 135 (2963). С. 2.
3. Баран П.И., Нишанбаев Н.М., Давлатов Ш.Д. Съёмка недоступных вертикальных кривых. // Инженерная геодезия: Межресп. науч. сб.– Киев, 1975. Вып.17. С.98-106.
4. Булатов М.С. Геометрическая гармонизация в архитектуре Средней Азии IX-XV вв. - М.: Наука. 1988.–362 с.
5. Бурханов М.С., Исаков Э.Х. Применение геодезических методов при изучении состояния памятников архитектуры в целях реставрации.// Ўзбекистон архитектура ёдгорликларини асраш муаммолари: Тез. докл. Респ. научно-практ. конф. 24-25 октября 2003.– Ташкент, 2003. С. 39-40.
6. Исаков Э.Х., Бурханов М.С., Абдуллаев Т.М. Причины повреждения памятников архитектуры города Самарқанда. // Проблемы опустынивания в аридных зонах. Тез. докл. межд. науч. конф. 16-18 октября 2000. – Самарқанд, 2000. С. 42.
7. Исаков Э.Х., Бурханов М.С. Вопросы диагностики повреждений памятников архитектуры и пути их предотвращения. // Ж. Геодезия, картография ва кадастр. 2001. №2(5). С. 3-5.
8. Исаков Э.Х., Бурханов М.С. Кадастр хизматиға мўлжалланган WILD (Лейка) фирмасининг замонавий электрон геодезик асбоблари. // Служба кадастра и проблемы развития рынка недвижимости: Тез. докл. межд. научно-практ. семин. 19-20 апреля 2002. – Самарқанд, 2002. С. 19-20.
9. Исаков Э.Х. Исследование и применение приборов фирмы WILD для съёмки памятников архитектуры. // Геодезия и аэрофотосъёмка: Изв. вузов. – М., 1992. № 5. С. 176-190.
10. Исаков Э.Х., Косимов Т.К., Бурханов М.С. Тарихий ёдгорликларни таъмирлаш мақсадида деворларнинг фронтал планини геодезик усулда яратиш. // Хоразм тарихий-тарихий ёдгорликлари: ҳолати, таъмирлаш ва фойдаланиш: Тез. докл. Респ. научно-практ. сем. 10 октября 2003. – Хива, 2003. С. 39-43.
11. Исаков Э.Х. Применение приборов фирмы WILD для составление чертежей памятников архитектуры с целью реставрации. // Геодезия и аэрофотосъёмка: Изв. вузов. – М., 1993. №1. С.58-63.
12. Нишанбаев Н.М. Амалий геодезия. Макбул усулларда ечиладиган геодезик масалалар. Ташкент: Ўқитувчи. 1992. -99 с.
13. Нишанбаев Н.М. Амалий геодезия. Меъморчилик ёдгорликларини таъмирлашга оид геодезик ишлар. Ташкент: Ўқитувчи. 1992. – 110 с.
14. Скогорева Р.Н. Современные методы обмеров памятников архитектуры. - М.: МАРХИ, 1990. –133 с.
15. Технический отчет по выполненным геодезическим и стерефотограмметрическим работам по созданию планов поверхностей памятника культуры мавзолея Кусам ибн Аббас в г. Самарқанде - М., МИИГАИК, 1991.
16. Исаков Э.Х. Разработка геодезических методов съёмки памятников архитектуры с целью реставрации. Диссерт. на соискании учен. степени к.т.н. -М., МГУГКиА, 1993.

