

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ  
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА – ҚУРИЛИШ  
ИНСТИТУТИ**

**Қўлёзма ҳуқуқида  
УДК 528.54**

**ХАМДАМОВ МАЪРУФЖОН САЙФУЛЛО ЎҒЛИНИНГ**

**“Тезюрар темир йўл қурилишидаги геодезик ишлар  
аниқлигини тадқиқ этиш”**

**5A311502 - Геодезия ва картография (амалий геодезия)**

**Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган диссертация**

Диссертация иши “Геодезия, картография ва  
кадастр” кафедрасида кўриб чиқилди ва  
химояга рухсат берилди.

Кафедра мудири: \_\_\_\_\_ *т.ф.н., доцент,*  
*Д.О. Журакулов.*

Илмий раҳбар:

\_\_\_\_\_ А.А.Мирзаев

Илмий маслаҳатчи:  
*т.ф.н., доцент*

\_\_\_\_\_ Ғ.А.Артиков

**САМАРҚАНД – 2017й.**

## МУНДАРИЖА

<b>КИРИШ</b> .....	4
<b>I боб. Тез юрар темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқни яратишда қўлланиладиган усуллар</b> .....	12
<b>1.1</b> Темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқ тўғрисида умумий тушунча .....	12
<b>1.2</b> Хорижий давлатларда планли ва баландлик геодезик тармоқни яратиш усуллари .....	13
<b>1.3</b> Ўзбекистон Республикасида тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоғини барпо этишнинг асосий усуллари .....	15
<b>II боб. Тез юрар темир йўл қурилишидаги геодезик ишлар</b> .....	18
<b>2.1</b> Тез юрар темир йўллари лойиҳалаш тўғрисида умумий маълумотлар .....	18
<b>2.2</b> Тез юрар темир йўл трассасини жойга кўчириш усуллари ва унинг аниқлиги .....	30
<b>2.3</b> Тез юрар темир йўлларида баландлик тўртини яратиш усулининг аниқлиги .....	33
<b>2.4</b> Замонавий геодезик асбоблар ёрдамида полигонометрия тўртини барпо қилиш усули ва унинг аниқлиги .....	36
<b>III боб Тез юрар темир йўл қурилишида бажариладиган геодезик ишлар аниқлигини тадқиқ қилиш</b> .....	42
<b>3.1</b> Тез юрар темир йўл қурилишида GPS асбоблари ёрдамида геодезик тармоқни яратиш аниқлигини таҳлил қилиш .....	42
<b>3.2</b> GPS приёмниклари билан яратилган геодезик тармоқни “LGO” дастури билан тенглаштириш модуллари .....	48
<b>3.3</b> Яратилган геодезик тармоқда турли усуллар билан ўлчанган масофаларни аниқлигини таққослаш .....	57
<b>3.3.1</b> Масофа ўлчашнинг импульсли усули .....	58

<b>3.3.2</b>	Масофа ўлчашнинг фазали усули .....	60
<b>3.3.3</b>	Сунъий йўлдошли тизимида масофа ўлчаш (векторлар) принципи .....	61
<b>3.4</b>	Ўлчанган миқдорларни эллипсоиддан текисликка редукциялаш.....	67
<b>3.5</b>	Тармоқнинг тенглаштирилган элементларини ҳисоблаш аниқлигини баҳолаш .....	71
<b>3.6</b>	Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик ишларни аниқлигини тадқиқ қилиш .....	78
	<b>Иловалар</b> .....	85
	<b>Хулоса</b> .....	93
	<b>Адабиётлар рўйхати</b> .....	96

## КИРИШ

**Мавзунинг долзарблиги.** Республикамиз мустақилликка эришгандан кейин иқтисодий, сиёсий, ижтимоий, маданий ва бошқа йўналишлардаги муаммоларни ҳал қилиш йўлида дадил қадам қўйилмоқда. Шу жумладан темир йўл ва автомобил йўлларни қуриш ва қайта таъмирлаш асосан геодезик усуллар билан юқори аниқликда ўлчаш ва қайта ишлаш ишларини амалга оширишда топогеодезик ишларнинг муҳим ўрин эгаллаши кўриниб турибди. Ўзбекистон Республикаси биринчи президенти Ислон Абдуғаниевич Каримовнинг “2011 - 2015” йилларда Ўзбекистон Республикасида саноатни ривожлантиришнинг устивор йўналишлари тўғрисидаги, ҳамда “2011 - 2015” йилларда саноат инфраструктурани, транспорт ва коммуникация қурилишини ривожлантиришни жадаллаштириш тўғрисидаги қарорлари темир йўллар инфратузилмасини замон талабларида мослаштиришга замин яратди.

Жаҳон тажрибаси шуни кўрсатадики сунъий йўлдошлар усуллари геодезик тармоғини яратиш, ҳар томонлама энг самарали усуллардан ҳисобланади. Бироқ, сунъий йўлдошлар усули фойдаланиш имконияти яратилганлиги сабабли ан-анавий геодезик усуллардан бутунлай воз кечиш керак эмас, балки уларнинг комбинациялашган усулларини такомиллаштириб янги усулларни яратиш керак. Айнан давлат геодезик тармоқ пунктларига таянган ҳолда чизиқли иншоатларни геодезик боғланишини таъминлаш керак. Шунинг учун икки усулнинг биргалакда қўлланиши натижасидаги муаммоларни ечимини топиш зарур бўлади.

Диссертация ишининг асосий мақсади чизиқли иншоатларни геодезик тармоқлари аниқлигини яхшилаш, ан-анавий усулларга асосланган ва сунъий йўлдош ўлчов натижаларини оқилона бирлаштириш бу тармоқларни яратиш усулларини такомиллаштириш ҳисобланади.

Бу мақсадга эришиш учун қуйидаги муаммони ҳал қилиш керак.

1. Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоқни яратиш билан боғлиқ шарт – шароитларини ва лойиҳа хусусиятларини кўриб чиқиш.
2. Сунъий йўлдош ускуналарини таснифлаш: унинг дастурий таъминоти, фаолият тамоиллари, техник ва аниқлик имкониятлари, айниқса бу асбобларнинг ушбу муассасаларда фойдаланиши мумкинлиги.
3. 1 ва 2 – бўлимларга асосланиб тез юрар темир йўл қурилишида сунъий йўлдошлар тизими ёрдамида геодезик тармоқни яратишнинг усулини ва талаб қилинган аниқликни аниқлашдан иборатдир.
4. Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоқни яратишдаги мавжуд муаммоларни аниқлаш, кўриб чиқиш, усул камчилиги афзалликлари ва соҳадаги усулларни ишлаб чиқиш.
5. Тез юрар темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқнинг кетма – кетлигини ишлаб чиқиш ва у яратилаётган тармоқда синф табақаларини иложи борича камайтириш. Ушбу технология юқори синфдан қўйи синфга ўтишдаги аниқликни энг кам йўқотишларини таъминлаши керак. Шунингдек юқори технологияликни ва иқтисодий самарадорликни таъминлаш керак.

GPS ва ГЛОНАСС системалари ёрдамида вужудга келган дифференциал коррекцияли ва юқори аниқликдаги навигацион майдоннинг ташкил бўлиши темир йўлда лойиҳалаш, муҳандислик қидирув ишлари, қурилиш ва темир йўл эксплуатация давридаги харажатларини камайтиришга олиб келади.

Ўзбекистон темир йўлларга инновацион сунъий йўлдошли технологияларни биринчи вазифалардан бу янги интеллектуал тизимни яратиш ҳаракат ҳавфсизлигида геодезик ечимларни қўллаш ва реал режимда динамик назоратни ташкил қилиш ҳисобланади.

Хозирга вақтда соҳа мутахасисларининг мақсадлари қўйидагига йўналтирилган:

- сунъий йўлдошли ва рақамли радиоканалларни қўллаш ёрдамида ҳаракат хавфсизлигини комплексли ва кўп босқичли тизимни яратиш;

- темир йўлдаги таъмирталаб ишларини оптимал технологик жараёнини ташкил этиш;

- темир йўл эксплуатация даврида сальбий таъсир кўрсатадиган табиий ва техноген хавфли жараёнларни сунъий йўлдош тизимлари ёрдамида назорат ва бартараф қилиш;

- сунъий йўлдошли тизим ёрдамида муҳандислик – геодезик қидирув ишларини лойиҳалашда, темир йўл қурилиши ва эксплуатация жараёнида, юқори аниқликдаги координаталарни олишда ва картографик съёмкаларни кам ҳаражат билан бажариш ва меҳнат унимдорлигини ошириш;

- замонавий компьютер техникасидан фойдаланишга асосланган ахборот технологияларини яратиш ва амалда қўллаш бўйича жаҳон тажрибаси ва уларнинг турли хил автоматлаштирилган тизимларга асосланиш;

- автоматлашган лойиҳалаш тизимлари меҳнат унимдорлигини, лойиҳавий ечимларини сифатини ва илмий асосланишини кескин ошириш;

Техник – экономик тадқиқотлар шуни кўрсатадики инновацион сунъий йўлдошли технологияларнинг чиқим ҳаражатлари 3 йил давомида ўзини оқлайди.

Масаланинг замонавий ҳолатининг таҳлили шуни кўрсатадики, ҳозирги вақтда темир йўлда сунъий йўлдошли тизимни яратиш ва юритиш учун уларнинг масштаблари, мазмуни, аниқлигига қўйиладиган талаблар ва бошқа таснифлари Ўзбекистон шароитида тўлиқ ўрганилмаган. Шу сабабли, геодезик – қидирув ишларининг самарадорлигини оширишда замонавий асбоблар, сунъий йўлдошли тизимлар ва дастурларни қўллаш

ва таркибига маълум ўзгартиришлар киритиб бориш, такомиллаштириш унинг илмий асосини ишлаб чиқиш назарий ва амалий жиҳатдан долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Хулоса қисмда диссертация ишидан келиб чиқувчи асосий хулоса ва таклифлар келтирилган унда ишлаб чиқилган усулларни жорий этиш самарадорлиги амалда кўрсатилган.

**Тадқиқотнинг объекти ва предмети.** Диссертация ишининг объекти тезюрар темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқ яратиш аниқлигини тадқиқ этиш ҳисобланади. Темир йўл қурилишида бажарилган геодезик ишлари ва уларни аниқлигини тадқиқ қилиш эса диссертация ишининг предмети ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари.** Диссертация ишининг мақсади темир йўл қурилишида бажариладиган геодезик ишларини бажариш технологиясини такомиллаштириш, Илм-техника тараққиёти ривожланишининг ҳозирги босқичида, инженерлик объектларини қуриш ва лойиҳа-қидирув ишларининг услублари ва технологияларида фундаментал ўзгаришлар содир бўлаётганлиги табиийки инженерлик - геодезик ишларнинг услублари ва таркибини ўзгаришига ҳамда қўлланиладиган геодезик асбоб - ускуналар фарқининг сифатини янгилашда ўз аксии топади. Ҳозирги даврда инженерлик объектларини лойиҳалаш, қуриш ва фойдаланишда бажариладиган инженерлик - геодезик ишларда замонавий асбоб ва ускуналар: аэрофотосъёмка ускуналари, электрон тахеометрлар, GPS тизимлари, свето, радио ва лазердальномерлар, Компьютер дастурлари ва графотузилмалар (графо-построитель), AVTOSAD (AVTODESK) ва бошқалар кенг қўлланилмоқда. Бу эса, ўз навбатида инженерлик геодезик ишлар унумдорлигини оширади. Диссертацияни бажаришда қўйидаги инженерлик - геодезик ишларни бажариш услубларини ўргатади:

- муҳандислик иншоотларни қидирув, лойиҳалаш ва қурилиш ишларидаги геодезик ишлар;
- темир йўлларда қидирув, лойиҳалаш ва қурилишидаги геодезик ишлар;
- кўприклардан ўтиш учун бажариладиган геодезик ишлар;
- ер ости қурилишларидаги геодезик ишлар;
- прецизион (ўта муҳим) иншоотларни қуриш ва фойдаланишда юқори аниқликдаги ипженерлик геодезик ишлар;
- гидромелиоратив иншоотларни лойиҳалашда, қуришда ва фойдаланишдаги геодезик ишлар;
- темир йўл чўкишини ва силжишини аниқлаш учун геодезик кузатишларни бажариш ва ҳ.к.

Мақсадни амалга ошириш учун диссертация ишида қўйидаги вазифалар белгилаб олинган ва ечилган.

- маҳаллий ва хориж тажрибаларини таҳлил қилиш ва ушбу муаммонинг ҳолатини очиқ бериш;
- тез юрар темир йўл қурилишида GPS асбоблари ёрдамида геодезик тармоқни яратиш
- замонавий асбоблар ёрдамида полигонометрия тўрини барпо қилиш;
- Яратилган геодезик тармоқда ўлчанган масофалар аниқлигини таққослаш.(ўлчанган масофалар ёрдамида)
- бажарилган геодезик ишлари ва уларни аниқлигини тадқиқ қилиш

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги.** GPS системасини қуллаган ҳолда тез йураётган темир йўл қурилишидаги геодезик таянч шахобчалари қуйи тармоғининг планли ва баландлик координаталар аниқлигини 10 мм аниқликда таъминловчи дифференциал усул яратилди.



**Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари.** Юқори аниқликдаги геодезик ишларни ташкил этиш. Геодезик ишларни замонавий технологияларга асосланган ҳолда ўлчаш ишларини аниқлигини, компьютер технологияларидаги махсус дастурлар ёрдамида ҳисоблаш ишларини юқори аниқликга эга бўлган натижаларга эришиш, технологияларни такомиллаштириб меҳнат унумдорлигини ошириш, такомиллаштирилган рақамли картографик маҳсулотлар билан таъминлаш тадқиқотнинг асосий масалалари ҳисобланади.

**Тадқиқот мавзуси бўйича адабиётлар таҳлили.** Ушбу мавзу бўйича хорижда ва Ўзбекистонда кўплаб ишлар олиб борилган. Темир йўл ва чизикли иншоотлар, муҳандислик коммуникацияларни лойиҳалаш, жойга кўчириш ва назорат қилиш ишларини такомиллаштиришда ва муаммоларининг назарий ва амалий асосларини ривожланишига МДХ давлатлари олимларидан В. А. Коугия, В. В. Грузинов, О. Н. Малковский, В. Н. Ганшин, С. М. Лебедев, В. Д. Петров, И. В. Турбин, А. В. Гавриленков, И. И. Кантор, М. М. Левчук, Г. С. Бронштейн, В. Д. Власов, Н. С. Зайцевалар ҳисса қўшишган. Ўзбекистонда бу соҳада Қ. Н. Норхўжаев, Т. Қўзибоев, Х. Т. Садиқов ва Н. Нишонбоевлар темир йўл ва чизикли иншоотлар қурилишида бажариладиган геодезик қидирув ишларининг шаклланиши учун илмий изланишлар олиб борганлар. Никоноров В. Б. ушбу мавзу бўйича номзодлик диссертациясини ҳимоя қилган.

**Тадқиқотда қўлланилган услубларнинг тавсифи.** Ушбу тадқиқот ишини бажаришда назарий тадқиқотлар учун амалий таҳлил, танлама кузатиш, мантиқий мушоҳода, амалий тадқиқотлар учун замонавий асбоб ва дастурларда таҳлил қилиш услубларидан фойдаланилди.

**Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти.** Диссертациянинг асосий мазмуни, хулосалари ва муаллиф томонидан ўтказилган амалий таҳлиллардан тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоқни яратиш услубиятини такомиллаштиришда,

“Ўзгергеодезикадастр” давлат кўмитаси ва барча геодезик кидирув ишларини бажарадиган тизимларининг меъёрий-техник хужжатларни ишлаб чиқишда шу билан бирга юқори аниқликдаги ўлчаш натижаларини олиш учун албатта замонавий асбоблар, замонавий дастурлар ва технологияларни қўллаш мақсадга мувофиқлиги давр талабидир.

Шу билан биргаликда мазкур ишнинг далилий маълумотлари, ундаги илмий-услубий ёндашувлар “Геодезия, картография ва кадастр” таълим йўналишида таҳсил олаётган бакалаврлар ва магистратура мутахассисликлари учун ўқув жараёни фаолиятида ҳам аҳамиятлидир.

**Диссертация таркиби.** Диссертация кириш, учта боб, хулоса ва таклифлардан иборат.

Биринчи бобда темир йўл қурилишида геодезик тармоқни яратиш бўйича маҳаллий ва хориж тажрибаларини таҳлил қилиш йўли билан ушбу муаммонинг замонавий ҳолатини очиқ берилди. Геодезик тармоқнинг асосий таснифлари, таркиби, статусига аниқлик, маълумотлилиқ, яратиш ва юритиш технологияси талабларини қўшган ҳолда ишлаб чиқиш зарурияти асосланди.

Иккинчи бобда тез юрар темир йўл қурилишида геодезик кидирув ишлари ёритилган. Бу асосида темир йўлларни лойиҳалаш, геодезик тармоқ белгилари, темир йўл трассасини жойга кўчириш, баландлик тўрини яратиш, тармоқ аниқлигини тақрибий баҳолаш, электрон тахеометр ёрдамида топографик съёмкани яратиш ва тез юрар темир йўл деформациясини кузатиш зарурияти илмий асосланди ва тавсия этилди.

Учинчи бобда тез юрар темир йўл қурилишида бажарилган геодезик ишлар ва уларнинг аниқлиги тадқиқ қилинди. Шу жумладан GPS асбоблари ёрдамида геодезик тармоқни яратиш замонавий юқори аниқликдаги электрон тахеометр ёрдамида полигонометрия тўрини барпо қилиш, ўлчаш натижаларини ҳисоблашда компьютер технологияларини ва дастурларини қўллаш (LGO дастури) орқали. Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик ишларни аниқлигини тадқиқ қилиш натижалари ёритилди.

**I БОБ. Тез юрар темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқни  
яратишда қўлланиладиган усуллар.**

**1.1 Темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқ тўғрисида  
умумий тушунча.**

Республикаимиз мустақилликка эришгандан бошлаб, барча соҳалар каби геодезия, картография ва кадастр соҳаларини ривожланишига ҳам катта эътибор берилди. Геодезик, картографик ва кадастр масалаларини аъло даражада ечиш учун УзГЕОДЕЗКАДАСТР бош бошқармаси ва ҳукуматимиз томонидан ҳозирда олиб борилаётган илмий ва амалий ишларни янада такомиллаштириш мақсадида соҳага доир янги геодезик техник ва технологияни жалб қилиш асосий вазифалардан бирига айланди. Мамлакатимиз ҳудудида давлат геодезик таянч тармоғини Ер сунъий йўлдоши тизими технологияси бўйича амалга ошириш масалаларига ва ишлаб чиқариш корхоналари учун янги замонавий электрон теодолит, тахеометр ва нивелирлар харид қилиш бўйича кўп маблағлар ажратилди ва уларни қўллашга аҳамият берилмоқда[1].

Геодезик таянч шаҳобчаларини барпо қилишнинг бир неча хил усули бор. +Астрономик усул, геодезик усул, радиогеодезик усул, космик геодезик усул шулар жумласидандир. Ҳозирги вақтда асосан геодезик усул қўлланилмоқда. Геодезик усулнинг ўзи триангулятция, полигонометрия ва трилатерация деган турларга бўлинади.

Масалан геодезик усулда таянч шаҳобчалари ҳосил қилиш учун аввало бирор бошланғич пункт ёки бир неча пунктнинг координаталари астрономик усулда аниқлаб олинади. Таянч шаҳобчаларининг бошқа пунктлари координаталари геодезик ўлчаш натижаларига асосланиб ҳисоблаб чиқарилади. Бошланғич пунктдан кейин бирин-кетин келадиган пунктлар фикран чизиқ билан туташтирилса шаҳобча ҳосил бўлади. Қатор учбурчакдан иборат шаҳобча триангуляция шаҳобчаси, кўпбурчаклардан иборат шаҳобча эса полигонометрия шаҳобчаси деб аталади.

Кейинги йилларда замонавий технологияларга асосланган GPS, ГЛОНАСС ва GALILEO сунъий йўлдош тизимларини, геоинформацион тизимларни, рақамли ва лазерли-электрон ўлчаш ва ҳисоблаш техникаларини, шунингдек лазерли сканерлаш технологияларини ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш ҳозирги замон талабидир[4].

Геодезик таянч шаҳобчаларини барпо қилишда жойнинг шароитига қараб, иқтисодий жиҳатдан энг яхши самара берадиган усул танланади.

## **1.2 Хорижий давлатларда планли ва баландлик геодезик тармоқни яратиш усуллари.**

Ҳозирги даврда хорижий давлатларда геодезик тармоқларни яратиш усулларининг асосийларидан бири Сунъий йўлдош геодезик тармоқларини ривожлантириш усули ҳисобланади. Бу системалар космик ва ер усти механик воситалар комплексидан, ер сфероиди сиртидаги объект ўрнини аниқлаш учун дастур таъминоти ва технологиясидан иборат. Сунъий йўлдош навигация системалари планли баландлик асосини ривожлантириш учун қўлланиб келинмоқда. Шундай қилиб, GPS ёрдамида координаталарни аниқлаш геодезиянинг фундаментал мақсадини амалга оширишда ер сиртини ҳоҳлаган жойидаги нуқта мутлоқ ўрнини бир хил аниқликда топишни таъминлайди. Ан-анавий геодезик ва топографик усулларни қўллаб эса нуқта ўрнини бошланғич пунктларга нисбатан бу пунктларгача бўлган масофаларга боғлиқ бўлган аниқликда топамиз. Шунинг учун GPS оддий усулларга нисбатан катта афзалликка эга. Бошқа томондан геодезия фани – бу GPS учун асос ва аксинча, GPS геодезия учун асосий асбобга айланди[5].

## WGS-84 координаталар системаси.

XX асрнинг 80 йилларида курукликлар, денгиз ва океанлар юзада туриб ер сунъий йўлдошларини кузатиш натижалари ишлаб чиқилиб умум ер эллипсоиди параметрлари - катта ярим ўқ ва сиқилиш коэффициенти қийматлари қайта аниқланди. Бу иш биринчи маротаба АҚШда бажарилиб умум ер эллипсоидининг янги параметрлари аниқланди ва унга WGS-84 системаси номи берилди. WGS-84-бутун жахон геодезик координаталар ситемаси 1984 йил қабул килинган, у бутун ер шар системасини ифодалайди. WGS-84 доплер таянч системасининг NSWC 9Z-2 асосланган ҳолда АҚШ нинг ХМКлари ТРАНЗИТ сунъий йўлдошларнинг радионавигацион системаси доплер ўлчовлари натижасидан фойдаланилган.

**WGS-84** системасининг бошлангич ўқи қўйидагича аниқланган:

- Координаталар боши – ер шари массасининг маркази;
- Z –ўқи бутунжахон шартли (СЮ) томон йуналтирилган, қайсиқим бутунжаҳон вақт бюроси сингари (ВН);
- X – ўқи бошлангич меридиан ва экватор текислиги кесишган нолинчи меридиандан олинган.
- Y - ўқи ер марказидан бошланиб ўнг томонлама ортогонал координатлар системасини тўлдиради, у экватор текислигида X ўқидан шарқда  $90^\circ$  бурчак остида жойлашган.

WGS-84 –нинг асосий параметри ер эллипсоидининг шаклини, бурчак тезлигини ва эллипсоидаги ер оғирлигини аниқлайди.

Ёрдамчи параметрлар батавсил равишда ернинг тортишиш моделини, унинг тартиби ва даражасини аниқлайди у  $n = m = 180$  га тенг. Мазкур модел WGS-84 системасидаги геоиддаги баландликни (отметкани) ҳисоблашда фойдаланилади.

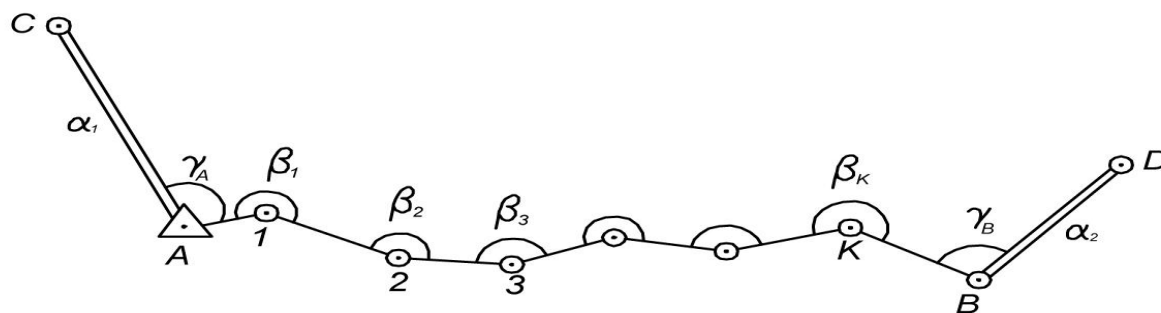
WGS-84 системасининг бошлангич координаталари ўқи бешта GPS назорат станциялари координаталарига нисбатан аниқланади. (Колорадо-Спрингс, Гавайи, Асансьон, Диего Гарсия ва Кваджалейн).

1 апрел 2002 йилдан бошлаб Япония давлатида геодезик системаларини стандарлаштириш қонунига асосан ушбу система тўлиқ қабул қилинди ва ҳозирга даврда тўлиқ қўлланилмоқда[5].

### **1.3 Ўзбекистон Республикасида тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоқни барпо этишнинг асосий усуллари.**

Ўзбекистон Республикасида темир йўл қурилишида давлат геодезик тармоқларини барпо этишнинг асосий усуллари триангуляция ва полигонометрия ҳисобланар эди. Замонавий геодезик асбобларнинг ривожланиши натижасида сунъий йўлдошли тизимдан ҳам фойдаланилмоқда. Ҳар бир конкрет ҳолатда у ёки бу усулни танлаш тўғрисида барпо этиш талаб этилган аниқлик ва иқтисодий самарадорлиги билан аниқланади.

**Полигонометрия усули.** Бу усул анчадан буён маълум, аммо уни давлат геодезик тармоқларини барпо этишда қўллаш инвар симлар ёрдамида чизикли ўлчашларни бажарилиши мураккаблиги туфайли яқингача фойдаланмай келинди. Тахминан 20 аснинг 60 чи йилларидан бошлаб, геодезик ишлаб чиқаришга аниқ свето-радиодальномерларнинг жорий қилиниши полигонометрия усулини ривожлантирди ва геодезик тармоқларни барпо этишда кенг қўлланила бошланди.



1.3.1-расм. Полигонометрия йўли.

Бу усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат. Жойда чўзилган якка йўл (1.3.1-шакл) ёки кесишувчи йўллар системаси шаклидаги яхлит тармоқни ташкил этувчи геодезик пунктлар маҳкамланади. Йўлнинг қўшни пунктлари орасида  $S_i$  томонлар узунлиги, пунктларда эса бурилиш бурчаклари ўлчанади. Баъзан юқори синф аниқликдаги геодезик тармоқларнинг координаталари маълум пунктлари орасида полигонометрик йўллар ўтказилади[5].

Полигонометрия усулида ҳам ўзига яраша камчиликлар мавжуд, улар қуйидагилардан иборат:

- полигонометрия тармоғи, айниқса якка йўллари, триангуляция қатори ёки тармоғига қараганда геометрик жиҳатдан анча паст ҳисобланади,
- полигонометрияда пунктлар орасида геометрик боғлиқликлар сони триангуляцияга қараганда анча кам (иккала ҳолатда ҳам пунктлар сони бир хил бўлишига қарамасдан);
- ортиқча ўлчашлар сони (шартли тенгламалар сони) триангуляцияга қараганда полигонометрияда анча кам, шу сабабли тенг шароитларда полигонометрия тармоғи триангуляцияга қараганда аниқлиги анча кичик бўлишига олиб келади;

Таянаётган пунктларига нисбатан паст бўлган синфдаги геодезик тармоқларни барпо этишда айниқса свето ва радиодальномерлардан фойдаланилганда полигонометрия усулининг оперативлиги кучлидир.

**Чизикли-бурчакли геодезик тармоқлар.** Чизикли-бурчакли тармоқ деганда триангуляция ёки трилатерациянинг шундай кўриниши тушуниладики, унда бир вақтда учбурчакларнинг бурчаклари ва томонлари ўлчанади. Чизикли-бурчакли тармоқлар, геодезик тармоқларни максимал юқори аниқликда барпо этиш талаб этилган ҳолларда қурилади, чунки уни барпо этишга кетадиган ҳаражатлар, меҳнат, маблағ ва вақт, худди шундай триангуляция ёки трилатерация тармоқларига қараганда

бир қанча кўп бўлади. Чизиқли-бурчакли тармоқни барпо этишда бурчак ва чизиқли ўлчашни биргаликда қўллашдан энг юқори самара олиш учун, радиан ўлчов бирлигида ифодаланган  $m_N / \rho$  йўналишни ўлчаш ўрта квадратик хатоси томон узунлигини ўлчаш нисбий  $m_s / s$  ўрта квадратик хатосига тенг бўлиши лозим, яъни ўлчаш қуйидаги тенгликка риоя этиши зарур

$$m_N / \rho = m_s / s$$

Иккала ҳолатда ҳам хатолик шартли тенгламаларнинг озод ҳадлари бўйича (боғланмасликлари) ҳисобланади. Бу тенглик бажарилмаган ҳолда чизиқли-бурчакли тармоқ худди шундай триангуляция ёки трилатерацияга караганда аниқлиги бўйича сезирарли ютуқни бермайди[6].

#### **Геодезик тармоқларни барпо этишнинг Суъний йўлдошли усули.**

Ернинг суъний йўлдошларини кузатишни қайта ишлаш билан нуқталар координаталарини аниқлашнинг геометрик ва динамик усуллари. Биринчи ҳолатда Ернинг суъний йўлдошлари координаталарни аниқлашда пассив визир нишонлардек фойдаланилади, масалан, бошланғич ва аниқланувчи пунктдан Ернинг суъний йўлдошигача бўлган масофани синхрон ўлчашда фойдаланилади. Иккинчи ҳолатда Ернинг суъний йўлдоши координаталарни олиб юривчи ҳисобланади. Америка навигацион системаси “Transit” ер юзасидаги нуқталарнинг X,Y,Z тўғри бурчакли геоцентрик координаталарини, Ернинг суъний йўлдоши ҳафта ичида 40-50 маротаба учиб ўтишида 3-5 м хатолик билан автоном равишда аниқлаш имконини беради.

Ҳозирги вақтда такомиллашган ва ўта аниқ навигацион системалар яратилди: Глонасс Россияда ва “Navstar” (GPS) АҚШ да. Уларнинг ҳар бири 24 та Ернинг суъний йўлдошларидан ташкил топган ва хоҳлаган вақтда ва Ер шарининг хоҳлаган қисмида нуқталарнинг геоцентрик координаталарининг юқори аниқлик билан аниқлаш мумкин[6].



## **II БОБ. Тез юрар темир йўл қуришдаги геодезик ишлар.**

### **2.1 Тез юрар темир йўллари лойиҳалаш тўхрисида умумий маълумотлар.**

Тез юрар темир йўл объектларини лойиҳалашда, қуришда ва улардан фойдаланишда аввало табиатни асраш ва муҳофаза қилиш масаласи кўйилиши керак. Темир йўл қурилиши изланиш ишлари ва уларни лойиҳалашдан бошланади. Изланишларнинг вазифаси янги йўллари қуриш ва ишга топшириш шароитларини ўрганиш, лойиҳалаш учун керакли материалларни йиғиб тайёрлашдан иборат. Лойиҳалашнинг асосий вазифаси янги темир йўлнинг рационал лойиҳасини тузиш бўлиб, бу темир йўл келажакда ташиш талабларини тўлиқ қондириши керак.

Темир йўл лойиҳасида талабий ўтказиш ва ташиш қобилияти, поездлар ҳаракат хавфсизлиги, капитал маблағлардан самарали фойдаланиш, қурилмаларнинг кейинги ривожланиш имкониятлари, қурилишда янги техник воситалар ва прогрессив технологияларни қўллаш кўзда тутилиши керак. Янги линияларнинг лойиҳаси саноат, аҳоли яшайдиган пунктлар, транспортнинг бошқа турлари эҳтиёжлари ва атроф - муҳитни сақлаш талабларини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилиши керак. Темир йўл транспортида лойиҳа ишларини Республика темир йўл ва транспорт қурилиши бошқармаларининг махсус институтлари бажаради.

Янги йўл линияларини қуришда уларнинг иқтисодий мақсадга ва ҳалқ хўжалиги эҳтиёжларига мувофиқлигини аниқлаш учун унинг лойиҳасини ишлаб чиқишдан олдин техник-иқтисодий асос (ТИА) тузилади ва унда мавжуд алоқа йўлларига тавсиф берилади, ҳар хил вариантлар учун қурилиш қийматлари ва фойдаланиш кўрсаткичлари ҳисобланади. Улар асосида темир йўл линияларининг мақбул йўналишлари ва мавжуд темир йўл тармоқларига боғланиш пунктлари танланади, бундан ташқари қурилиш муддатлари ва шароитлари, қурилиш базасининг ривожланиши ҳақида фикрлар билдирилади.

Темир йўл линиялари ва уларнинг алоҳида қурилмалари одатда 2 босқичда лойиҳаланади.

**Биринчи босқичда** лойиҳа, **иккинчи босқичда** эса-ишчи ҳужжатлари тузилади. Техник жиҳатдан мураккаб бўлмаган объектларда лойиҳалаш бир босқичда бажарилади, яъни ишчи лойиҳаси тузилади. Лойиҳада **ТИА** асосида белгиланган йўналиш бўйича линиянинг асосий параметрларини танлашнинг ташишларнинг таннари ва самарадорлик кўрсаткичларига, қурилиш нархи ва навбатига мослиги аниқланади.

Лойиҳанинг танлаб олинган варианты асосида унинг ишчи ҳужжатлари ишлаб чиқилади. Унинг таркибига қурилиш ва монтаж ишлари учун иш чизмалари ҳамда сметалар, иш ҳажми ведомостлари ва керакли материаллар ҳисоблари киритилади.

Темир йўл лойиҳаси бу -иқтисодий ва техник қисмлардан иборат бўлган комплекс ҳужжат. Иқтисодий қисмда кутилаётган ташиш ҳажмлари ва тавсифи ҳисобий йиллар (одатда 2, 5 ва 10-чи йиллар) учун поездлар массаси, ҳаракат нотекислиги коэффициентлари аниқланади. Бу маълумотлар линиялар қурилишининг иқтисодий самарадорлигини ва мувофиқлигини асослаш учун керак бўлади. Лойиҳанинг техник қисмида трассалар йўналиши ва уларнинг асосий параметрларини асослаш учун барча лойиҳа-смета материаллари ва ҳисоблари, ер полотноси, сунъий иншоотлар ва йўлнинг устки қисми лойиҳалари, ажратиш пунктларининг жойлашуви ва станциялар, локомотив ва вагон хўжаликлари қурилмалари, сув таъминоти ва канализация, сигналлаштириш ва алоқа, электр таъминоти ва бинолар лойиҳалари берилади. Техник қисмга темир йўл қурилишини ташкил этиш лойиҳаси ҳам киради. Шундай қилиб темир йўл лойиҳаси ягона комплексга боғланган айрим иншоотлар лойиҳаларидан иборат бўлади. Ҳар бир иншоотга ишлаб чиқилган лойиҳалар қўлланиш тартибига қараб намунавий, қайта фойдаланиладиган, индивидуал ва тажрибавий бўлиши мумкин.

**Намунавий лойиҳалар** оммавий қўлланиладиган объектлар учун ишлаб чиқилади (разездлар, қувиб ўтиш пунктлари ва оралиқ станциялар учун йўловчи бинолари ва бошқалар). **қайта қўлланиладиган лойиҳалар** илгари бошқа объектлар учун ишлаб чиқилган лойиҳалар бўлиб, ушбу объектлар учун қўллаш мақсадга мувофиқ бўлиб, янги лойиҳа ўрнида фойдаланилади. Намунавий ва қайта қўлланиладиган лойиҳалар берилган объект шароитларини ҳисобга олган ҳолда таҳлил қилиб тўлдирилади.

**Индивидуал лойиҳалар** ноёб иншоотлар (масалан, катта шаҳарлардаги вокзаллар) ёки ўзига хос маҳаллий шароитлар бўлганда ишлаб чиқилади.

**Тажрибавий лойиҳалар** илк бора қурилиш амалиётида қўлланиладиган техникавий ёки технологик ечимларнинг қурилиш ва фойдаланиш давридаги самарадорлигини текшириб ўрганиш учун ишлаб чиқилади.

Темир йўллар лойиҳаларига қўйилган талабларни бажариш учун қурилиш ва реконструкция шароитларини, ҳамда темир йўллардан келажакда фойдаланиш хусусиятларини чуқур ўрганиш талаб этилади. Шунинг учун лойиҳа ишларини бажариш олдидан чуқур иқтисодий ва техникавий муҳандислик изланишларини олиб бориш керак бўлади. Бу изланишлар жараёнида мумкин бўлган вариантларни баҳолаш, лойиҳалаш, қуриш ва келажакда фойдаланиш бўйича техник жиҳатдан тўғри ва иқтисодий самарадор ечимларни таъминловчи зарурий маълумотлар тўпланadi. Лойиҳалаш босқичга қараб изланишлар ТИА тузиш учун **муаммоли** ва конкрет объектларни лойиҳалаш учун **титулли** турларга бўлинади.

Янги темир йўл линияларини лойиҳалашдаги иқтисодий изланишларнинг асосий вазифалари: лойиҳалаштирилаётган йўналишнинг ўрни ва вазифасини асослаш, унинг мавжуд темир йўл тармоқларидаги аҳамиятини ва бошқа транспорт турлари билан ўзаро ҳамкорлиги, унинг

қурилиш самарадорлигини белгилаш, йўналишларнинг вариантларини ва лойиҳаланаётган линияларнинг охириги манзилларини, аҳоли ва корхоналарнинг транспортга бўлган эҳтиёжларини аниқлаш; лойиҳалаштирилаётган йўналишларда йўловчилар ва юк ташиш хажмларини аниқлаш;

- лойиҳалаштирилаётган линияда ишнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш ва уларнинг мавжуд темир йўл тармоқлари ишларига таъсирини аниқлаш;

мавжуд темир йўлларнинг реконструкциясини лойиҳалашда иқтисодий изланишларга қуйидагилар киради:

- реконструкция муносабати билан йўлнинг аҳамияти ва вазифасининг ўзгаришини аниқлаш;
- реконструкция қилинаётган йўлда ташиш миқдорларини ҳисоблаш ва унинг мавжуд темир йўл тармоқларига ва бошқа транспорт турларининг ишига таъсирини аниқлаш;
- реконструкция муносабати билан темир йўл ишининг иқтисодий кўрсаткичларини белгилаш.

Иқтисодий изланишлар қоидага кўра иқтисодий текширувлар ва лойиҳалаштирилаётган ҳудудларда ҳалқ хўжалиги барча тармоқларининг ривожланиш келажакларини ўрганишни ўз ичига олади. Бундан ташқари аҳоли ҳудудлари, аҳоли зичлиги ҳам ҳисобга олинади.

**Техникавий изланишларга** лойиҳалаштирилаётган трасса учун жойни аниқлаш, ҳамда темир йўл объектларини лойиҳалаш учун керакли техник маълумотлар йиғиш киради.

**Муаммоли техник** изланишлар қийин участкаларни жойида ўрганиб картографик материаллар бўйича бажарилади.

**Титул техник изланишлар** геодезик, мухандислик-геологик, гидрогеологик ишлар ва мавжуд иншоотларни тадқиқ қилишдан иборат.

Бу ишларни бажаришни тайёрлов, дала ва камерал даврларга бўлиш мумкин. **Тайёрлов даврида** трасса ўтадиган ҳудуд ҳақидаги маълумотлар ўрганилади, трасса варианлари карта бўйича белгиланиб, бу вариантлар дала даврида ўрганилади. **Дала изланишларини** қидирувчи партиялар олиб борадилар, улар трассани жойларда бўлиш, ҳамда геодезик ишларни, геологик-муҳандислик ва гидрологик текширув ишларни олиб борадилар. **Камерал даврда** дала изланиш натижалари қайта ишланади. Геодезик ишларнинг муҳимларидан бири трасса йўналишини топографик суратга (режага) олиш бўлиб, у ҳар 100-200 метрда бажарилади. Суратга олишда жой нуқталарининг горизонтал текисликдаги ҳолати ва баландлиги аниқланади. Суратга олишда ҳар хил геодезик асбоблардан фойдаланилади.

Замонавий узоқни ёруғлик билан ўлчаш ва электрон тахеометрлар геодезик ўлчовларни автоматик режимда юқори аниқлик билан бажарилишини таъминлайди.

Геодезик, муҳандислик – геологик ва гидрологик ишларда, аэро услублар кенг қўлланилади. Темир йўл ишларида улардан асосийлари аэровизуал текширувлар, рекогносцировка, аэрофотосуратга олиш, аэрогеологик суратга олиш, аэрогидрометрик ишлардан иборат. Аэротадқиқот ишларини қўллаш айниқса қийин шароитли ноҳияларда қўл келади. Улар ишлар муддатини 2-3 баробар қисқартиришга имкон беради. Темир йўл трассасини лойиҳалашнинг услублари жойнинг топографик шароитларига, ҳамда етакчи қиялик ва жой қияликларининг ўзаро нисбатига боғлиқ бўлади[7].

## **Муҳандислик иншоотларни лойihalаш ва қуришдаги геодезик ишларининг вазифалари ва таркиби.**

Иншоотларини қуришдаги лойиха ишларини ишлаб чиқишда муҳандислик қидирув ишларидаги барча геодезик ишлар қабул қилинган қурилиш меъёрий ва қоидалари бўйича олиб борилади.

Муҳандислик қидирув ишларини ҳажми ва таркиби, тасвир масштаби ва ўлчаш аниқлиги қидирув дастури бўйича белгиланиб, лойихадаги жойнинг шароити, лойihalаш босқичларига лойihalанадиган иншоотни характерига мосланади. Қурилиш объектларининг лойihalашдаги геодезик қидирув ишларининг асосий вазифаси лойиха бўлимларини топографик геодезик маълумотлари билан тўлиқ таъминлашдан иборат. Тўпланган бу маълумотлар лойихани сифатини ишлаб чиқишда ва баҳолашда асосий омил ҳисобланади.

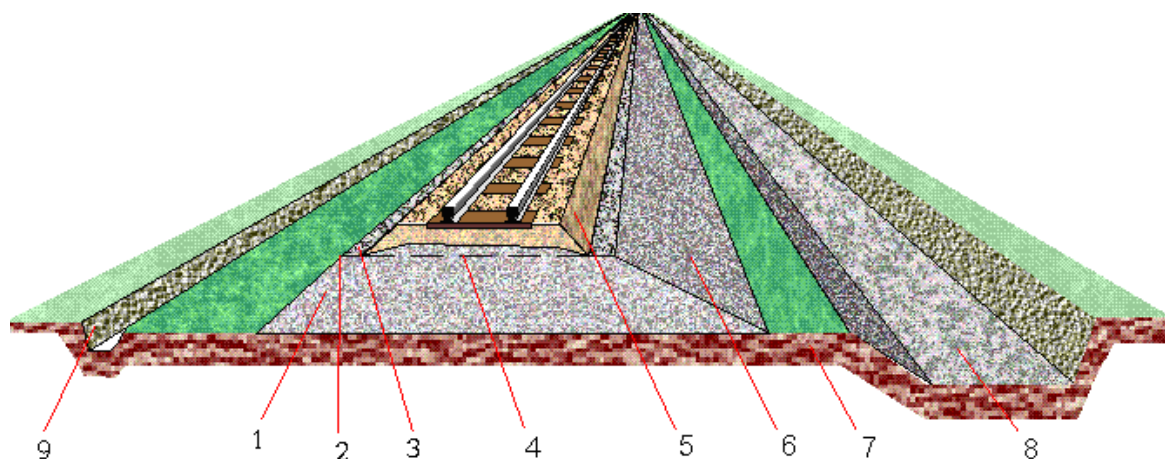
Иншоотларни лойihalаш мақсадида бажариладиган муҳандислик — қидирув ишлари махсус қидирув, қидирув — лойihalаш ва лойihalаш томонидан олиб борилади. Муҳандислик — геодезик қидирув ишлар таркиби қуйидагилардан иборат

- қурилишдаги ҳудуднинг бўйига ўтган йиллардаги топографик — геодезик маълумотларни тўплаш ва уларни таҳлили;
- тасвир олиш планли — баландлик геодезик турларини ташкил қилиш;
- 1: 10000 — 1:500 масштабли топографик тасвир олиш;
- аввалги йиллар олинган топографик планларни янгилаш;
- чизиқли иншоотларни трассалаш ва трасса элементларни жойда бириктириш;
- муҳандислик - геологик қазилмалар, геодезик ва бошқа нуқталарни боғлаш;
- гидрометрологик ишлар билан боғлиқ геодезик ишларни бажариш;

- хавфли геологик жараёнлар билан боғлиқ геодезик ишлар;
- муҳандислик — геодезик материалларни таҳлил қилиш ва кўпайтиришдир;

Муҳандислик иншоотларни қуришдаги геодезик ишлар мажмуаси ҳам қурилишда қабул қилинган меъёрий ҳужжатлар бўйича олиб борилади. Қурилишдаги геодезик ишларни таркиби ҳажми ва аниқлиги лойиҳа ҳужжатларидаги иншоотни геометрик кўрсаткичларига мос келишини таъминлаши керак.

Геодезик ишлар қурилишдаги технологик жараёнига ажралмас қисми бўлиб, мазкур қурилиш учун қабул қилинган махсус ишларни муддатларида бажарилади.



2.1.1-расм. Тўкма шаклдаги ер полотносининг наъмунавий кўндаланг кесим кўриниши:

1-ер полотносининг грунт тўкмаси; 2 – қош чизиқ (бровка); 3 – йўл чети (обочина); 4 – қум қатлами; 5 – балласт қатлами; 6 – ёнбағир (откос); 7 – берма; 8 – резерв (захира ўймаси); 9 – сув қочирувчи ариқча

Муҳандислик иншоотларни қуришдаги геодезик ишлар таркиби қуйидагилардан ташкил топган:

- қурилиш объектлари учун геодезик режалаш турларини ташкил қилиш;

- ички майдонларни, чизикли иншоотлар ва улар элементларини, вақтинчалик қурилма, иншоотларни режалаш;
- лойиҳа ишларида кўрсатилган, ички режалаш турларини тузиш ва батавсил режалаш ишлари;
- қурилиш машиналари ва механизмларни геодезик бошқарув;
- қурилиш монтаж ишларини назорат қилиш ва ижроя тасвир тушириш;
- қурилишларни деформцияли геодезик кўрсатув ва бошқалардан иборат;

Муҳандислик — геодезик қидирув қуриладиган иншоотларни лойиҳалашда керак бўладиган топографик—геодезик материаллар ва маълумотлар ҳамда бошқа турдаги (иқтисодий, гидрометрология, муҳандислик геологик ва ҳ.о) муҳандислик қидирувларни бажарилишини таъминлаши керак.

Қидирув ишларини бажариш учун тузиладиган техник топширик буюртмачи томонида тайёрланиб, қидирувни ташкил қилиш ва бажариш қидирув дастури ва ҳисобот ҳужжатлари тузиш учун барча маълумотлар келтирилади.

Муҳандислик - геодезик қидирув ишларининг таркиби ва ҳажми нафақат лойиҳаланаётган ҳудудни иқлимий шароитлари ва иншоотни катта кичиклиги, лойиҳа босқичларига ҳам кўпроқ, боғлиқ бўлади техник иқтисодий ҳисоблар- ва ишчи ҳужжатлар.

Юқорида қайд қилинган муҳандислик- геодезик қидирув ишларини таркиби барча лойиҳа босқичлари учун бир тарафдан бир ҳил бўлиши билан бирга, айрим ҳолларда фарқ, қилиши ҳам мумкин. Чунончи: лойиҳалашни бошланғич босқичларида муҳандислик — геодезик ишлар катта майдонларда олиб борилади. Бу эса ўз навбатида аерокосмик



усулларни қўллаш, майда масштаби топографик планларни тузишга олиб келади:

Ҳар бир кейинги лойиҳалаш босқичида олдинги босқичдан бажарилган қидирув материалларидан фойдаланиб, топографик тасвир масштаби йириклашади ва ер усти усуллар билан тўпланадиган топографо -геодезик маълумотлар ҳажми ҳам ошиб боради; Ишчи ҳужжатлар лойиҳалаш босқичида қидирув ишлари асосан ер усти геодезик усуллар билан бажарилиб лойиҳаланадиган иншоотни асосий ўқлари ва элементларни жойида белгиланиб мустаҳкамланади.

Чизиқли иншоотларни қидирувда, дала қидирув шпларида қўйидаги ишлар бажарилади:

- Трассалаш ишлари бажарилади ва трасса жойида белгиланиб маҳкамланади;
- Трасса плани — баландлик координаталари бўйича давлат геодезик турларига боғланади;
- Трасса бўйлаб, трасса йўналиши тасмасини топографик тасвирга олинади.

Ҳозирги кунда юқорида қайд қилинган анъанавий лойиҳалашда янги технологияга ва автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимига ўтиш муносабати билан, қурилишда муҳандислик — геодезик ва бошқа тур қидирув ишларини технологиясини ўзгартиришни тақазо қилди. Ҳусусан, чизиқли иншоотларда мазкур тизимда лойиҳалашда қидирув ишларини хусусиятлари қўйидагиларни ўз ичига олади. Булар, трассани рақобатдош вариантларини ўтказиш учун кенг майдондаги қидирув ишлари, малумотларни ҳажмини кўпайиши ва ҳозирги замон техник воситалардан кенг фойдаланиш, дала ва камерал ишларни, кейинги ҳисобига кўпайиши ва замонавий топографик маълумотлар жойнинг математик ва ҳамда сонли моделлардан фойдаланишлардан иборатдир[5].

## Темир йўллар лойиҳалаш ва қуришда геодезик таъминлаш

Темир йўллар учта даражага бўлинади.

I даражали йўлларга мамлакат ичкараси ва хорижий давлатлар билан транспорт алоқаларини таъминловчи темирйўллар киритилади. Улар орқали катта ҳажмда юк ва йўловчи пассажирлар ( 10 ва ундан кўп жуфт) поездлари қатнови юқори тезликда (150 км/соат) ҳаракатланади.

II даражали йўлларда йўлларда туманлараро юк ва йўловчи ташишни таъминловчи темирйўллар қарашли бўлиб, ҳаракат тезлиги 120-100 км/соатни ташкил этади.

III даражали йўллар маҳаллий аҳамиятга эга бўлган темирйўл ҳисобланиб, катта бўлмаган юк ташиш қобилиятига эга.

**Йўлларни лойиҳалашнинг техникавий шартлари.** Йўл трассасига қўйилган асосий талаб – бу берилган тезликда бир текисда хавфсиз ҳаракатни таъминлашдан иборатдир. Шу сабабли темир йўлларда максимал нишаблик ва энг кичик қайрилма радиусларига қатъиян риоя қилинади[6].

Катта бўлмаган радиусли қайрилмаларда чекли йўл қўярли нишаблик кичрайтирилади. Темирйўлларда бу кичрайтириш қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta i = (12,2\varphi^{\circ}) / k,$$

Бу ерда  $\varphi^{\circ}$  ва  $k$  – бурилиш бурчаги ва қайрилма узунлиги.

Агарда  $k = R\varphi_{rad} = R\varphi^{\circ} / \rho^{\circ}$ , бу ерда  $R$  – қайрилма радиуси,  $\rho^{\circ}$  - радиан градусда ( $57,3^{\circ}$ ) эканлигини ҳисобга олсак, у ҳолда

$$\Delta i = (12,2\rho^{\circ}) / R = 700 / R. (1.1)$$

Масалан,  $i_r = 200 / 00$  ва  $R = 700$  м бўлса,  $i = i_r - \Delta i = 20 - (700 / 700) = 19^{\circ} / 00$ .

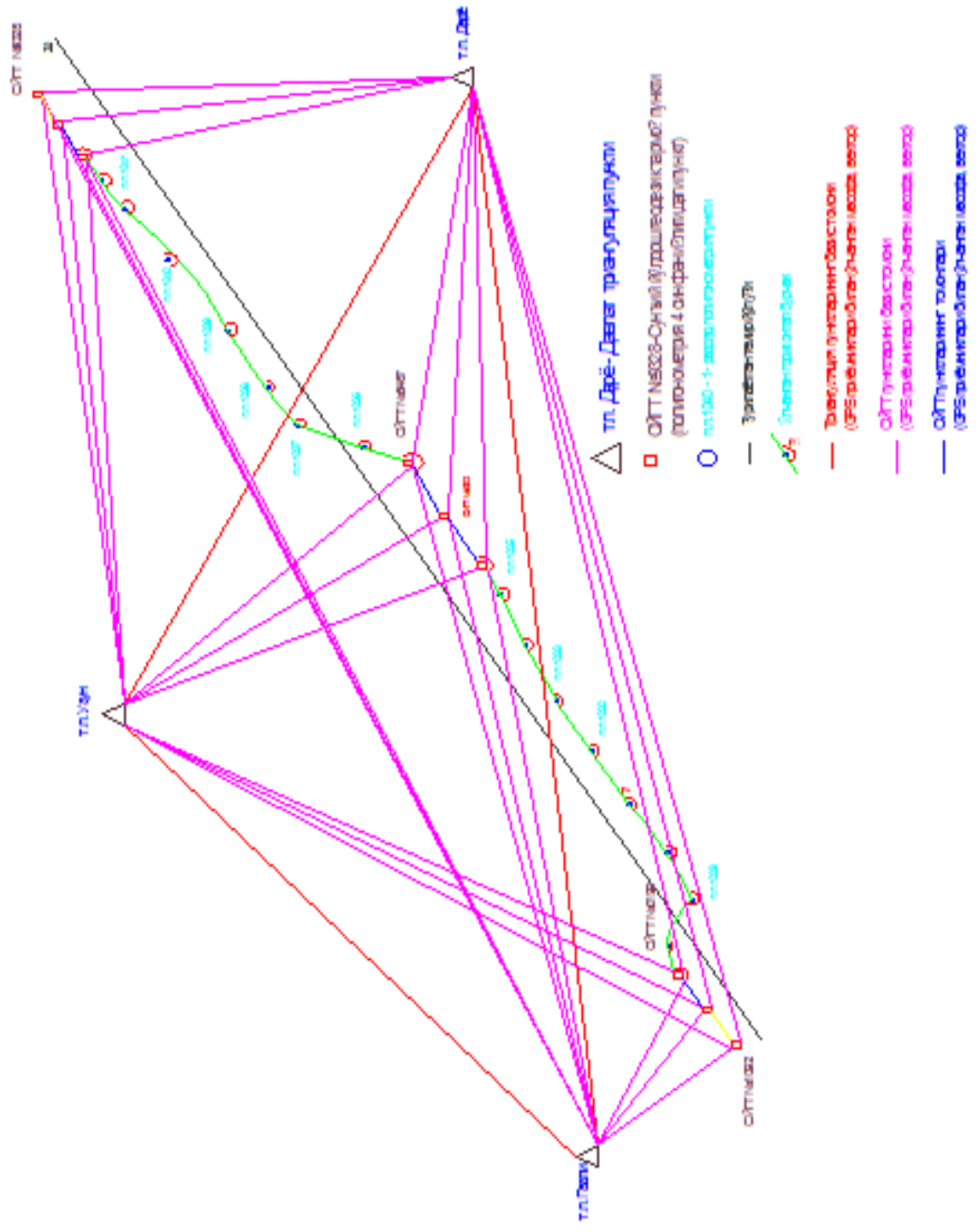
1 жадвал.

Параметрлари	Йўл даражалари				
	I	II	III	IV	V
Темирйўллар					
Риоя қилинадиган нишабликлар, ‰	15	15	20	-	-
Горизонтал қайрилмалар радиуси, м:					
энг катта тавсия этилгани	4000	4000	4000	-	-
энг кичик тавсия этилгани	1200	800	600	-	-
Вертикал қайрилмалар радиуси, м:					
тавсия этилган	10000	10000	5000	-	-



Расм 2.1.2. Геодезик қидирув ва қурилиш этапи структурасининг схемаси

Тез юрар темир йўл қурилишида амалга оширилган геофизик тармоқ



## **2.2 Тез юрар темир йўл трассасини жойга кўчириш усуллари ва унинг аниқлиги.**

Режалаш турлари планли ва баландлик бўйича барпо қилиниб, улар иншоотни ҳажмига, шаклига, режалаш аниқлиги боғлиқ бўлади.

Планли таянч тўрлар асоси қилиб давлат тўрлари, зичланган тўрлар, қурилиш учун янги тузилган турлар қабул қилиниши мумкин. Мазкур тўрлар уч бурчак, полигон тескари йўллари каби шаклда бўлиб иншоотларни кўриш талабига жавоб бериши керак. Иншоотни барча асосий ўқлари ва асосий нуқталари таянч турларга боғланган бўлиши шарт. Бу нуқталар ва ўқлар бош иншоотларни режалашдаги геометрик асос ҳисобланади ва лойиҳа ўлчамлари акси шу асос жойланишига кўра берилади.

Баландлик бўйича режалаш турлари қатор ўрнатилган реперлардан иборат боғлиқ, давлат марка ёки реперларига боғланган бўлади.

Режалаш ишларида қўйидаги усуллар қўлланилади:

- тўғри бурчакли координаталар усули;
- кутбий усул;
- чизикни ва бурчакни туташтириш усуллари;

Режалаш ва лойиҳани жойига кўчириш геодезик тасвир олиш ишларини тескари тартиб бажарилади. Ишлаб чиқаришда режалар элементларини, яъни лойиҳа нуқталарини, лойиҳаси горизонтал йўналиши бурчаги, узунлиги ва нуқта баландлигини ҳамда чизик ва нотекис жойга кўчириш ишларидан иборат бўлади. Қўйида режалаш усуллари ва уларни бажариш тартибини келтирамиз.

**1. Лойиҳа нуқтасини жойига кўчириш.** Бу жараён нуқтани ҳолатини планда ва баландлик бўйича аниқлаш ишларидан ташкил топган бўлади.

а) Лойиҳа ҳолатини планда кўрсатишда тўғри бурчакли координаталар тизимида таянч чизикдаги бошланғич нуқтадан абсисса

(X) ўқи бўйича пўлат тасма билан ўлчаб қўйилади, сўнгра бу нуқтада ёки эккер билан перпендикуляр ўтказиб ордината (У) бўйича пўлат тасма билан лойиҳа нуқта ўрни аниқланади. Қутбий усулда лойиҳада кўрсатилган нуқтага теодолит ўрнатилиб, таянч чизик бўйлаб «ноллар» туташтириш усулида лимб бириктирилиб, сўнгра олдида бўшатилиб теодолит микроскопида берилган бурчак микдори қўйилади ва шу йўналишда масофа ўлчаниб лойиҳа нуқтани жойланиши аниқланади.

б) Нуқтанинг лойиҳа баландлигини жойига кўчиришда нуқта билан ўлчанаётган репер оралигига нивелир ўрнатилади. Репер устидаги рейкадан санок олинади ва асбоб сатҳ баландлиги ( $H_{C6}$ ) ҳисобланади:

$$H_{C6} = H_{RP} + a$$

Бу ерда —  $H_{RP}$  репер баландлиги;  $a$  — рейкадан олинган санок.

Сўнгра, асбобни сатҳ баландлигидан нуқтани лойиҳа баландлиги ( $N_1$ ) айрилиб, нуқтага қаралади ва рейка саноғи ( $v$ ) аниқланади;

$$V = H_{RP} - N_L$$

Нуқта устига ўрнатилган қозикқа рейка ўрнатилиб, рейка саноғи ҳисобланган  $v$  саноғига тўғри келгунгача қозик кўтарилади ёки ерга киритилади.

## 2. Лойиҳа чизиғини жойга кўчириш.

а) Лойиҳа йўналишини жойига кўчиришда теодолитдан ва режалаштирилган таянч нуқтадан фойдаланилади. Лойиҳа материаллари боғйиҳа таянч чизикқа нисбатан лойиҳа бурчак  $\beta_1$  ҳисобланади.

$$\beta_1 = \alpha_{\text{лойиҳа}} - \alpha_{\text{таянч}}$$

Бу ерда  $\alpha_{\text{лойиҳа}}$  — лойиҳа чизик йўналишини дирекцион бурчаги;

$\alpha_T$  — таянч чизик йўналишини дирекцион бурчаги;

Нуқтадаги теодолитни визирлаш ўқини таянч чизикқа қаратилиб, лимбдан (а) санок олинади ва лойиҳа бурчаги ҳисобланади;

$$v_1 = a - \beta_1$$

Ҳисоблаб топилган ( $v_1$ ) бурчаги лимбга қўйилиб, шу йўналиш белгиланади.

Мазкур йўналиш икки марта теодолитни доира чап ва ўнг ҳолатларида ўрнатилиб, ўртачаси лойиҳа йўналиш деб қабул қилинади.

б) Лойиҳа масофасини жойига кўчиришда лойиҳа йўналиши бўйича жойни қиялигини ( $\beta_1$ ) ҳисобга олган ҳолда бажарилади.

Бунда, аввало лойиҳанинг горизонтал узунлиги  $d_1$ , қия лойиҳа узунлиги  $D_1$  айлантрилади. Ҳисобланган миқдорни берилган йўналиш бўйича икки марта ўлчаб қуйилади.

**Берилган қияликдаги чизиқни жойига кўчириш.** Бу режалаш ишини икки хил усулда бажарилиши мумкин. Горизонтал визирлаш нурига эга бўлган асбобда (нивелир) лойиҳа чизиги йўналишда бошланғич нуқтадан бошлаб,  $D_A$  узунлигида қатор қозиклар лойиҳа баландлиги бўйича ўрнатилади. Бунда оралик нуқталар баландлиги дастлабки нуқтага кўра орттирмаларни ҳисоблаб аниқланади.

$L$  – чизиқнинг нисбий хатолиги қўйидагигидек аниқланади

$$f_{\text{отн}} = \frac{[\bar{\Delta}]}{\bar{l}} < \frac{1}{2000}.$$

Қия визир тўрига эга бўлган (теодолит) асбобларда энг четки нуқтага лойиҳа баландлигида қозик қоқилади. Оралик нуқталар эса кўриш трубази лойиҳа чизигига параллел ўрнатилиб аниқланади.

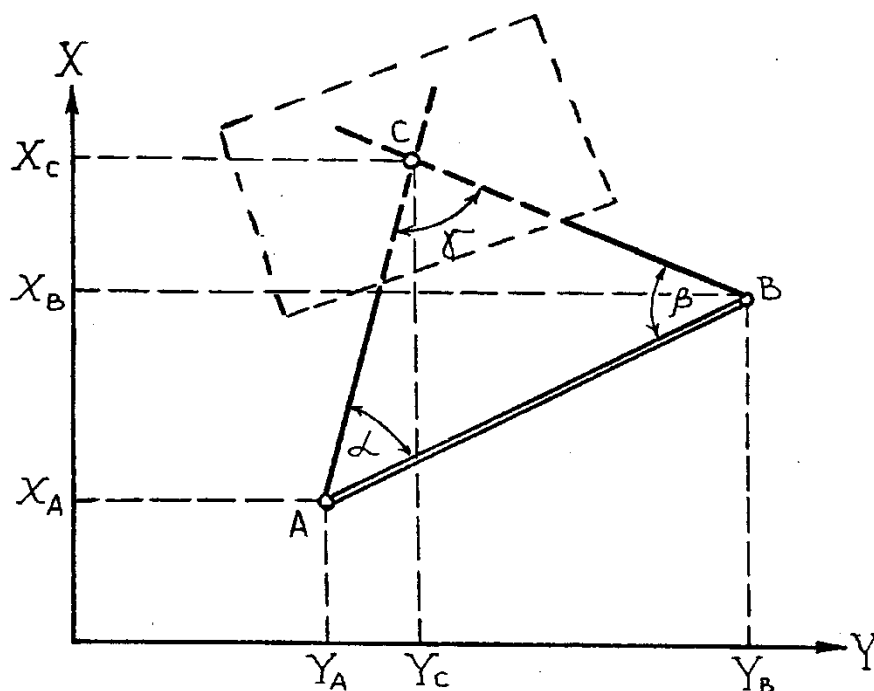
Нуқта ўрнининг ўртача квадратик хатолиги қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$m_{X,Y,Z} = \sqrt{m_X^2 + m_Y^2 + m_Z^2},$$

**Лойиҳаланаётган жойдан текислигини иккинчисига кўчириш.**

Лойиҳаланаётган бирор ABCD текислигини жойига кўчиришда аввал нуқталар лойиҳа баландликлари юқорида баён қилинганидек жойида белгиланади. (2.2.1 расм) Бунда. А нуқта ёнига нивелир шундай

ўрнатиладики, бунда АВ йўналиши бўйича икки кутаргич винт ва туртинчи Д йўналишда учинчи винт параллел қилиб қўйилади. Асбоб баландлиги (i) ўлчаниб, рейкасини В нуктага қўйилади рейкада i саногі туғриланади. Шунда визир ўқи АВ чизиби бўйлаб йўналади. Худди шундай рейка Д нуктага қўйилиб, санок i туғриланади. Керакли нукталар ҳам шу каби бажарилади[5].



Расм 2.2.1 Координаталар ёрдамида масофани аниқлаш.

### **2.3 Тез юрар темир йўлларида баландлик тўрини яратиш усулининг аниқлиги.**

Тез юрар темир йўл қурилишида барқарор асосни таъминлаш учун ўрта квадратик хатолиги 3—5 мм дан ошмаган катта ҳажмдаги баландликни ўлчаш ишларини бажариш талаб этилади. Бу даражадаги юқори аниқликни таъминлаш имконияти бўлган ўлчаш усулини аниқлаш учун **жиддий** илмий — тадқиқот ишларини бажариш талаб, этилади. Асосий эътибор юқори аниқликдаги нивелирларни танлаш ва тадқиқот этишга, махсус шкала ва визир нишонларни ишлаб чиқишга, асбоб



баландлигини етарли аниқликда, микрометрли нивелир таглигини ўзгартиришни таъминловчи, ҳамда қисқа нурлар ёрдамида нивелирлаш усулини такомиллаштиришга қаратилади. Қисқа нурлар ёрдамида юқори аниқликда геометрик нивелирлаш усули ишлаб чиқилган ва қурилишда ҳамда кўпгина иншоотларнинг конструкцияларини ва фундаментлар чўкишини ўлчашда асосий усул сифатида қўлланилмоқда. Хозирги вақтда бу усул кенг тарқалган, унинг афзаллиги шундан иборат:

- юқори аниқликда ўлчашлиги;
- мураккаб бўлмаган ва арзон асбоблар талаб этилишида;
- қийин шароитларда қурилиш майдонларида ўлчаш ишларни бажариш мумкинлиги, улар ёрдамида кенг хароратли диапазонда монтаж ёки бетон ва ер ишларини бажарилиши ва хоказо.

Юқори аниқликда нивелирлаш ёрдамида 10—15 метр ораликда жойлашган иккита нуқта баландлигининг фарқини  $0,03+0,05$  мм ўрта квадратик хатоликда аниқлаш мумкин. Бир — биридан бир неча юз метр узоқликда жойлашган иккита нуқта баландлигининг фарқини ўрта квадратик хатолиги эса  $0,1+0,2$  мм аниқликда таъминланади.

Геометрик нивелирлаш усулининг асосий камчилиги ахборотни масофадан узатиш ёки ўлчаш жараёнини автоматлаштиришнинг мураккаблигидадир. Шунинг учун айрим иншоотлардан фойдаланиш даврида, яъни зарядланган заррачаларни тезлатгичларини, атом реакторларини ва бошқа юқори радиацияга эга бўлган иншоотларда ёки юқори частотали кудратли кучланиш манбаларда ўлчашларни фақат профилактик тўхташлар пайтида ечиш мумкин. Шунинг учун цикллар орасида катта интервалли вақт ўтади, ўлчаш лахзасини танлаш мураккаблашади ва максимал деформация кутилаётган даврга тўғри келмаслиги мумкин.

Тадқиқотлар кўрсатадики, ясси параллель пластинкага эга бўлган

НА-1, Н-1, Н-0,5,  $N_t -0.07$ ,  $N_i-0.04$  , Dini-11, Dini-21T, NA-3003 турдаги нивелирлар юқори аниқликни таъминлайди.

Бу эса  $i$  бурчак қийматини 2 марта камайтиради ва нивелирлаш аниқлигини оширади. Нивелирнинг асосий шартини назорат этиш частотаси асосан, нивелирнинг тури, ташқи мухитнинг ўзгармаслиги, майдондаги силкинишлар миқдори ва ҳар бир конкрет ҳолат учун экспериментал равишда аниқланади.

Юқори аниқликда нивелирлаш ишлари тажрибаси кўрсатадики, ноёб нивелир тағлиғни қўллаш нивелирлаш аниқлигини ва ишлаб чиқариш унумдорлигини сезиларни оширишга имкон беради. Иш пайтида тағлик нивелир штативининг бош қисмига ўрнатилади. Ноёб нивелир тағлиғи платформага ўрнатилади ва сиқувчи планка ёрдамида маҳкамланади. Платформа нивелир билан 100 мм баландликда равон силжиши мумкин. Бунда нивелир қиялиги  $\pm 10$  дан ошмайди. Ноёб нивелир тағлиғини қўллаб нивелирни ўрнатиш станциядаги иш вақтининг 10% ни ташкил этади.

Ноёб нивелир тағлиғи юқори аниқликдаги нивелир билан комплектда бўлса, станциядаги назорат услубини ўзгартириши мумкин. Маълумки, юқори аниқликда нивелирлашда станциядаги назорат ишлари, рейканинг асосий ва қўшимча саноклар бўйича ҳисобланилган нисбий баландликлар фарқини таққослашдан иборатдир. Аммо икки шкалани рейкада қўшимча шкала штрихи асосий шкала штрихига нисбатан 2,5 мм га силжиган бўлади, асосий шкаладан олинган санок қўшимча шкаладан олинган санокдан+98 санок барабани микрометрининг 50 бўлагига фарқ қилади ва назорат ўлчовига маълум даражада боғлиқ бўлади. Бу асосан қўшимча шкала бўйича санок бевосита асосий шкала бўйича олинган санокдан кейин олинганда намоён бўлади[7].

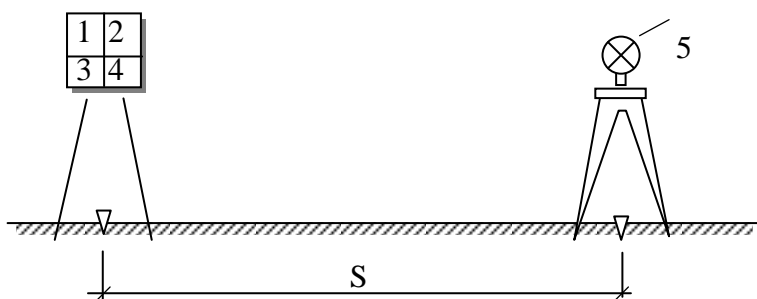
## 2.4 Замоновий асбоблари ёрдамида полигонометрия тўрини барпо қилиш усули ва унинг аниқлиги.

Полигонометрия тўри жойда синиқ чизиқлардан иборат бўлиб, томон узунликлари ва ўнг ёки чап томон горизонтал бурчаклари ўлчанади. Полигонометрия кўриниши бўйича 2 хил: очиқ ва ёпиқ полигонлардан иборатдир.

Полигонометрияда бурчаклар оптик ва электрон теодолитлар, электрон тахеометрлар билан, масофалар ҳар хил асбоб ва ускуналар билан ўлчанади.

Ҳозирги вақтда масофаларни ўлчашда юқори аниқликдаги светодиодномерлар (электрон тахеометрларга ўрнатилган светодиодномер блоки).

Светодиодномер ёрдамида масофа ўлчаш ёруғлик нури тезлигига асосланган бўлиб, бошланғич нуқтага светодиодномер, охири нуқтага нур қайтаргич ўрнатилиб, нурнинг бориб қайтишига сарф бўлган вақт ўлчанади.



бу ерда 1 – вақт ўлчагич, 2 – нур узатгич, 3 – клавиатура, 4 – нур қабул қилгич ускуна, 5 – нур қайтаргич ускуна.

Масофа S қуйидаги формула билан аниқланади[5].

$$S = \frac{v \cdot t}{2}$$

### **Йўлнинг чизиқли хатолиги.**

Полигонометрия йўли чўзиқ кўринишда бўлсин. Бундай йўл учун қуйидагини ёзиш мумкин.

$$L = s_1 + s_2 + \dots + s_n = [s], \quad (2.4.1)$$

бу ерда  $L$  –  $T_6$  ва  $T_0$  пунктлар орасидаги масофа.

Ўрта квадратик хатоликга ўтиб

$$m_L^2 = m_{s_1}^2 + m_{s_2}^2 + \dots + m_{s_n}^2 = [m_s^2] \quad (2.4.2)$$

ҳосил қиламиз.

Ҳар хил кўринишдаги полигонометрия йўли координата орттирмаларидаги  $f_x$  ва  $f_y$  хатоликлар аниқ формулалар билан топилади.

$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum_1^n \Delta x - (x_0 - x_\delta) \\ f_y &= \sum_1^n \Delta y - (y_0 - y_\delta) \end{aligned} \right\} \quad (2.4.3)$$

Абсолют чизиқли  $f_s$  хатолик йўл периметрида қуйидагига тенг.

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (2.4.4)$$

Чўзиқ кўринишдаги полигонометрия йўлида  $f_s$  хатоликни бошқача ёзиш мумкин:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{t^2 + u^2} \quad (1.7.5)$$

бу ерда  $t$  – бўйлама компонент – бўйлама хатолик,

$u$  – кўндаланг компонент – кўндаланг хатолик

$$dL = \sum_1^n ds$$

чизиқ ўлчаш катталиги.  $t = dL$  бўйлама хатолик қийматидан иборат, ўрта квадратик қиймат (2.4.2) асосан қуйидагига тенг[6].

$$m_t^2 = [m_s^2]$$

## **Полигонометрия тўрида қўлланиладиган ўлчаш асбоблари**

Масофа ўлчаш аниқлиги нисбий хатоси 1:200000 ни ташкил этади. Шунинг учун масофа ўлчаш учун электрон тахеометр асбобларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Полигонометрия тўри бир ёки бир нечта йўллар орқали юқори синф полигонометрия ёки триангуляция тўрига таянади. Бурчак ва масофаларни ўлчаш учун электрон тахеометрлар ТС-02, TS -11 (Швейцария) ларни қўллаш мумкин.

Таъкидлаш зарурки, давлат геодезик тармоғини ривожлантириш, модернизациялаш ва аниқлигини ошириш бўйича ишлар, асосан 1 синф тармоқлари амалиётда тўхтовсиз давом этади. Буни шу билан боғлиқлиги, биринчидан мамлакатнинг қатор районларида геодезик пунктлар зичлиги етарли эмас ҳамда ҳар йили турли сабабларга кўра 3 % га яқини йўқолади; уларни систематик равишда тиклаш керак. Иккинчидан вақт ўтган сари тармоқ аста-секин “эскиради”, унда ўзининг биринчи аниқлигини йўқотади (масалан, ер қобиғининг замонавий ҳаракати туфайли), аммо унинг аниқлигига бўлган талаб аксинча, вақт ўтган сари тўхтовсиз ошади. Шунинг учун биз нафақат йўқолаётган пунктларни систематик равишда тиклашга, балким жойларда тармоқни ривожлантириш ва сақлаш тўғрисида доимо ўйлашимиз лозим, уни кейинчалик такомиллаштириш ва аниқлигини ошириш ишларини тўхтовсиз олиб бориш керак.

Геодезик тармоқларни такомиллаштиришни яқин масалаларидан бири сунъий йўлдош ёрдамида ундаги пунктларнинг ҳолатини, зарурий юқори аниқлик билан аниқлашдан иборат.

Геодезик тармоқларни такомиллаштиришнинг кейинги босқичида мамлакат ҳудудида ўта аниқ фундаментал геодезик тармоқ барпо этиш зарур, бунда учбурчак томонларининг узунлиги 2000-3000 км га тенг бўлади, унда пунктлар орасидаги масофалар анча узоқлигида ҳам,

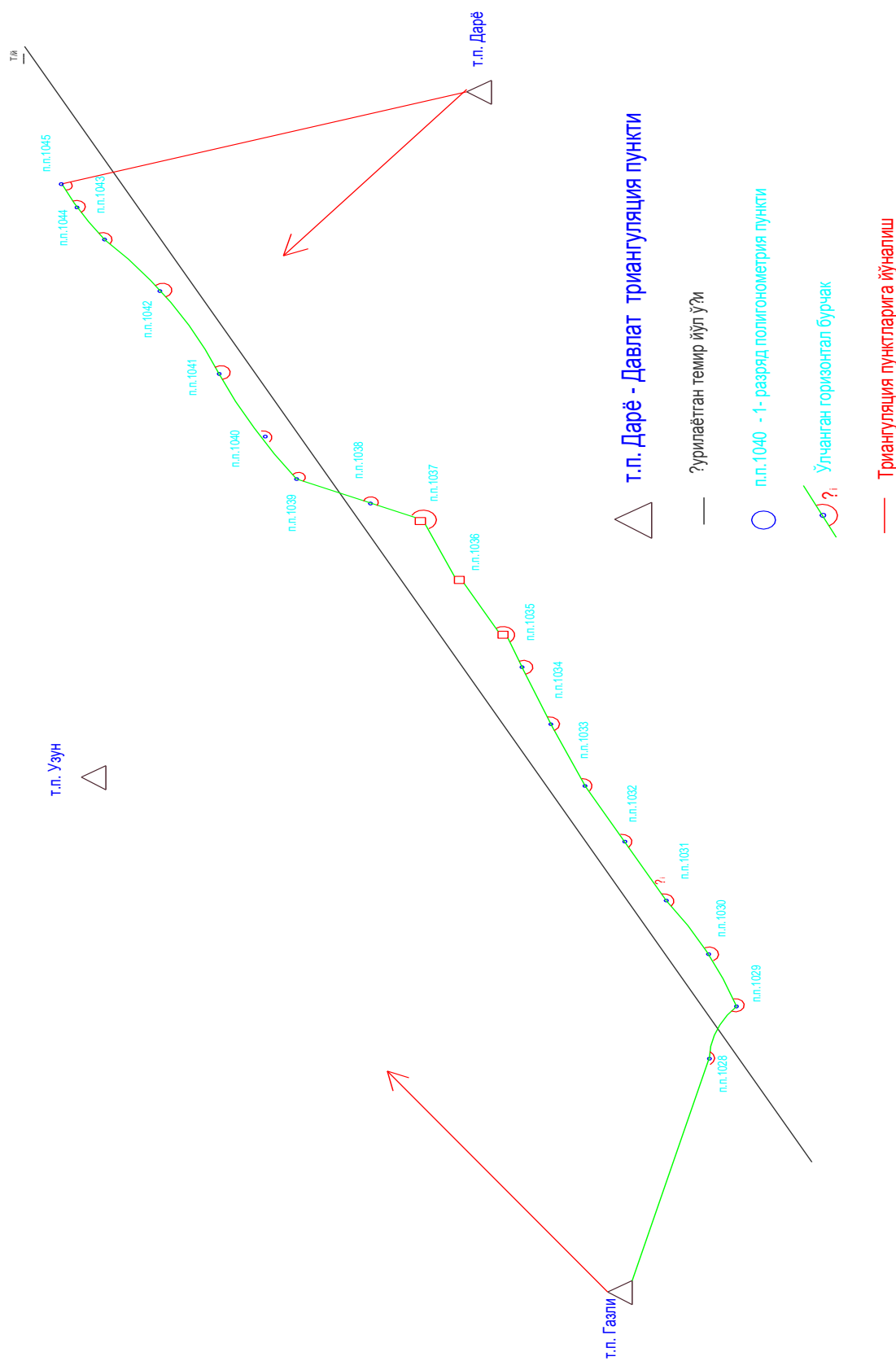
сантиметр ёки юқориқоқ аниқлик билан аниқлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Фундаментал геодезик тармоқнинг ҳар бир пункти стационар ёки обсерватория бўлиши керак, унда аниқ дастур бўйича даврий равишда турли кўринишдаги ўта аниқ комплекс ўлчашлар бажариб бориш керак, булар қаторида пунктларни геоцентриқ координаталарини аниқлаш бўйича сунъий йўлдошларни кузатиш; кенглик, узоклик ва азимутларни аниқлаш бўйича астрономик; оғирлик кучи тезланишини аниқлаш бўйича гравиметрик, шовунни астрономо-геодезик оғиши орттирмасини аниқлаш бўйича гравинирционал ўлчашлар.

Геоцентриқ координаталар системасида учбурчак томонларининг узунлиги ва йўналиши ҳамда Ер айланиши параметрларини (кутбнинг координаталари, суткалик айланиш бурчак тезлигининг вариацияси, процессия ва нутация элементлари) узун базисли радиоинтерферометрия усулдан фойдаланиб аниқлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу усул турли шаклдаги ҳодисалар туфайли юзага келувчи ер юзасидаги квазидаврий тебранишларни ҳисобга олиш ва аниқлашга имкон беради. Фундаментал геодезик тармоқ атрофида пунктлар баланлигини ўзгаришига олиб келувчи ер ости сувлари сатхининг ўзгарувини систематик равишда кузатиш олиб бориш лозим. Фундаментал геодезик тармоқлар барча пунктларини аниқ вақт интервали оралиғида такрорлаб туриладиган, юқори аниқликдаги нивелирлаш йўллари билан ўзаро боғлаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Вақт ўтиши билан Ер айланиш ўқининг ҳолати ҳам ўзгаради, демак пунктларнинг лаҳзали координаталари ҳам ўзгаради. Пунктларни ҳолати ва баландлиги Ер қобиғини кўтарилиш диформацияси туфайли ўзгариб туради. Демак, янги тўрт ўлчамли фазовий  $XYZt$  прецизион давлат геодезик тармоғига ўтиш керак бўлади, бу эса ундаги ўлчашларни математик қайта ишлашни юқори аниқлик даражасида бажаришни талаб этади, бу ерда  $t$ - вақт.

Фундаментал геодезик тармоқни барпо этишнинг конкрет чизмаси ва дастурини ишлаб чиқиш, боқичма-босқич жорий қилиш, ҳамда яхлит геодезик тармоқ аниқлигини ошириш ва такомиллаштириш билан боғлиқ масалалар геодезия фани ва техникасининг ўта муҳим ва биринчи навбатдаги масалалардан бири ҳисобланади[5].

# Ананавий усулда яратилган геодезик тармок.





### **III БОБ. Тез юрар темир йўл қурилишида бажариладиган геодезик**

#### **ишлар аниқлигини тадқиқ қилиш.**

#### **3.1 Тез юрар темир йўл қурилишида GPS асбоблари ёрдамида геодезик тармоқни яратиш аниқлигини таҳлил қилиш.**

Охирги йилларда ернинг сунъий йўлдошларини кузатиш натижалари бўйича пунктлар координатасини аниқлашда аниқликни ошириш ишларида анча ютуқларга эришилди. Шу туфайли ер сунъий йўлдошларини кузатиш билан давлат геодезик тармоқларини юқори аниқлик билан барпо этиш кенг қўлланилмоқда.

Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик тармоқни яратишда GPS приёмникларни қўлланишининг икки босқичга бўлинади:

1 –босқич лойиҳалаш ва рекогносцировка, ишларни планлаштириш GPS приёмниклари билан ўлчов ишларини бажариш (дала ишлари), дала ишларини бажаришда GPS приёмникни ишлаб чиқарувчининг йўриқномасига амал қилиш.

2 – босқич ўлчанган ишларни қайта ишлаш ва аниқликни баҳолаш (сифатини баҳолаш ва дала ишларини аниқлиги, WGS – 84 координаталар системасида олинган натижаларни трансформациялаш, яъни амалдаги геодезик тармоқ координатасига ўгириш).

Бунинг учун сунъий йўлдошли тизим ёрдамида 1 – чи синф сунъий йўлдошли геодезик тармоқ пунктларида ўлчаш ва пунктларни боғлаш ишлари бажарилди. 1 – чи синф сунъий йўлдошли геодезик тармоқнинг барча пунктлари узлуксиз ишловчи РГП ва СГС-0 пунктлари билан боғланади. Бу пунктлар геодезик координаталарни (WGS-84 координаталар системаси) аниқлашда асосий таянч пунктлари бўлиб хизмат қилди.

GPS ўлчов ишлари статика усулида икки частотали GPS приёмниклари Leica (Швейцария) фирмасида ишлаб чиқарилган Leica –

1200 (GS-10) маркали, Choke Ring автоматик равишда 12 мустақил каналда радиотўлқин билан ишловчи антенналардан фойдаланилди.

Барча GPS приёмниклар метрологик аттестациядан ўтказилган ва сунъий йўлдошли геодезик тизимнинг барча синф турларини ўлчашга яроқли ҳисобланади.

1 – чи синф сунъий йўлдошли геодезик тармоқнинг планли ҳолатини аниқлашда GPS приёмникларига қўйидаги параметрлар ўрнатилди:

- сигнал қабул қилинаётган сунъий йўлдошлар сони 4 дан кам бўлмаслиги керак
- информация йиғиш ва қабул қилиш интервали - 20 сек. бўлиши керак
- сунъий йўлдошнинг горизонтда баландлиги -  $15^{\circ}$ ;
- GPS ўлчов ишлари ҳар бир пунктларда  $n > 4$ , PDOP < 4 оралиғида бажарилди ва унинг давомийлиги 6 соатдан икки сеансни, сеанслар оралиғидаги танаффус камида 2 соатни ташкил этади.

GPS приёмниклар антенналари 1 мм аниқликда марказлаштирилди (махсус оптик центрир ва рулетка, приёмник комплектига кирувчи).

1 – чи синф сунъий йўлдошли геодезик тармоқнинг планли боғлаш учун асос сифатида давлат геодезик тармогининг триангуляция пунктлари орқали амалга оширилди. СГС-1 пунктларида антенна ChokeRing ёки AT-504 мажбурий марказлаштирувчи мослама ёрдамида ўрнатилди. 1 – чи синф сунъий йўлдошли геодезик тармоқнинг планли боғлашда GPS ўлчов ишлари 6 соатдан 2 сессияда ва сессиялар орасидаги танаффус камида 2 соатни ташкил этди, GPS ўлчов ишлари сунъий йўлдошлар сони камида 5 тани ташкил этди. Сунъий йўлдошлардан информация йиғиш ва қабул қилиш интервали - 20

секунд, сунъий йўлдошнинг горизонтда баландлиги -  $15^{\circ}$  ни ташкил этди.

Пунктларидаги GPS ўлчов ишлари барча сессиялар бўйича «LGO» программасида WGS - 84 координаталар системасида қайта ишланди ва тенглаштирилди.

Дала ишларидаги GPS ўлчов ишлари натижалар олдиндан «LGO» программаси орқали текширилади ва назорат векторлари солиштирилиб, дала ишларининг сифатига баҳо берилади.

Бажарилган улчов ишларининг натижалари «CD», «DVD» дискларида бошланғич маълумотлар кўринишида (сырие данные) ва «Rinex» форматида икки нусхада тушунтириш хати ва ҳар бир пунктларнинг барча маълумотлари билан биргаликда сақланади. Маълумотларга қўйидагилар киритилади:

- 1) Приемник типи ва серия рақами;
- 2) Антенна типи ва серия рақами;
- 3) Кузатув журнали;
- 4) Антенна калибровкаси ҳақида маълумот.

Икки сессия натижалар бўйича назорат векторлари «статика» усулида белгиланган хатоликлар солиштирилган.

Ер сиртидаги пунктлар ўрнини (координаталари) GPS системаси ёрдамида автоном ва дифференциал тартиб (режим) да аниқланади. Автоном тартиб навигация ва ҳарбий приёмниклар ўрнини аниқлашни асосий усули ҳисобланади. Бунда объект ўрни навигация йўлдошлари ва битта GPS приёмнигидан фойдаланиш асосида аниқланади.

Дифференциал тартиб (DGPS) объект координаталарини юқори аниқликда топишга қаратилган. У энг камида иккита приёмникдан фойдаланишга асосланган, улардан бири координаталари маълум пунктда ўрнатилади ва асос (база) станцияси ҳисобланади, иккинчиси –

ҳаракатдаги станция бўлиб, аниқланадиган нуқталар бўйича ўтади. Координаталари аниқ асос станция тузатмаларни ҳисоблаб йўлдош ўлчашларини тузатиш (коррекциялаш) учун эфирга комбинациялашган хабарларни узатади. Бу хабарлар ҳаракатдаги приёмник (станция) томонидан қабул қилиниб, у орқали асос станциядан узатилган тузатма ҳисобга олинади. Иш бажарувчи жойни навбатдаги нуқтасига ўтиб GPS приёмник тугмачасини босиши билан ушбу нуқтанинг аниқ координаталари бир дақиқада топилади. Юқори аниқликни таъминлаш асосида координаталари маълум пунктлардан фойдаланиш ётади. Бу эса йўлдошдан келаётган дальномер сигналларида келиб чиқадиган хатоликлар йиғиндисини ҳисоблаш имконини беради.

Асос (база) станцияси жойлашган пункт ҳисоблашни янги бош нуқтаси бўлиб, ундан маълум чегараланган ҳудудда жойлашган ҳар қандай GPS приёмникка тузатиш (коррекциялаш) радио сигналларини узатиш мумкин. Бу эса ягона тузатиш сигнали системадаги хатоликларни, уларни келиб чиқиши манбаларидан қатъий назар, тўғрилайди.

Биринчи вариантда приёмникларга телеметрик каналлар бўйича хатоликлар тўғрисида хабар узатилади, бу хабарни приёмник ўз ўрни ҳақидаги маълумот билан компютерида ишлаб чиқиб нуқта координаталари аниқлигини оширади. Иккинчи вариантда асос станция “сохта йўлдош” вазифасини бажаради, яъни у сунъий йўлдошга ўхшаш сохта эхтимолий кодлар сигнали ва маълумотлар узатади.

**Статика** узун чизикларни ўлчашда, геодезик тармоқларни ривожлантиришда, тектоник платформалар ҳаракатини ўрганиш ва бошқаларда қўлланади. Статика энг юқори аниқликда ўлчаш учун қўлланилиб, станцияда кузатишлар вақти бир соатни ташкил қилади. Геодезик тармоқларни ривожлантиришда векторлар энг аниқ топилиши (ўлчаниши) керак бўлади. Бунда тармоқлар қатъий боғланган векторлардан

ривожлантирилади ва пунктларнинг аниқ координаталари тармоқни катъий тенглашдан топилади.

**Илдам статика** зичлаш тармоқлари ва съёмка тармоқларини ривожлантиришда қўлланади. Бу усул кузатиш натижаларини компьютерда ишлаб чиқиб координаталарни сантиметр аниқлик даражасида аниқлашни таъминлайди.

Асос (база) чизиғини ҳаммаси бўлиб 8 дақиқада ( 8 – 30 дақиқа) аниқлаш учун бу усул элтиш фазасини ўлчашдан фойдаланади. Керакли ўлчаш вақти қўлланадиган приёмник типига асос (база) чизиғининг узунлигига, кўринадиган сунъий йўлдошлар сонига ва улар геометриясига боғлиқ.

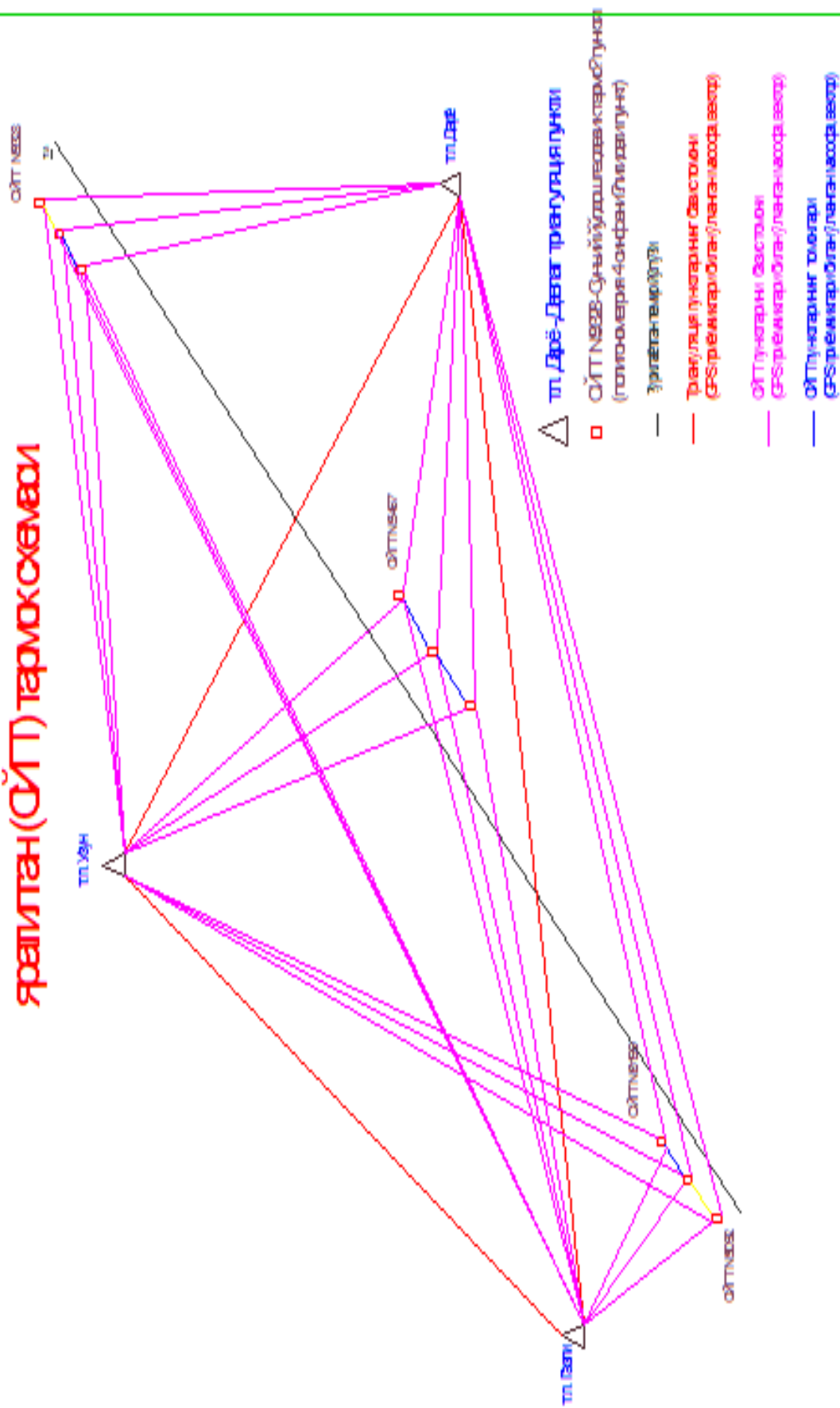
**Кинематика** топографик съёмкаларда ва катта миқдордаги нуқталар координаталарини қисқа вақт ичида аниқлашда қўлланади. Бунда сунъий йўлдошлардан келаётган сигналлар йўлини дарахтлар, баланд иморатлар ва бошқалар тўсадиган бўлса вақт сарфи ошади, аниқлик эса пасаяди. Асос чизиғининг узунлиги 50 км билан чегараланади ва 1 сантиметр аниқликни таъминлайди.

**РТК кинематика** усулида реал вақт давомида ўлчаш учун асос станцияси қабул қилган сунъий йўлдош маълумотларини ҳаракатдаги приёмникка узатиш учун радиомодемдан фойдаланади. Бу усул нуқталар координаталарини далада реал вақтда билиш имконини беради.

Ҳар бир сунъий йўлдош иккита уникал кодларни узатади. Биринчи ва нисбатан оддий кодга  $C/A$  (қўпол) коди дейилади. Иккинчи код  $P$  (аниқ) код дейилади. Бу кодлар иккита элтувчи тўлқинларни  $L1$  ва  $L2$  модуллаштиради.  $L1$   $C/A$  ва  $P$  – кодни,  $L2$  эса фақат  $P$  кодни элтади.

Геодезик GPS приёмниклар фазани элтувчи цикл чегарасида ўлчайди.  $L1$  ва  $L2$  тўлқинлар узунлиги маълум, шунинг учун йўлдошларгача узокликлар фаза домерини йўлдош билан антенна орасидаги тўлқинлар сонига кўпайтириб масофа аниқланади[5].

## Тезкор тармир йўл курилшида сунъий йўлдр шивимида яралиган (СЙТ) тармоқ схемаси



### **3.2 GPS приёмниклари билан яратилган геодезик тармоқни**

#### **“LGO” дастури билан тенглаштириш модуллари.**

GPS приёмниклари ёрдамида бажарилган ўлчов ишларини қайта ишлашнинг умумий принциплари.

Геодезияда GPS приёмниклари ёрдамида бажарилган ўлчов ишларини қайта ишлаш программасининг процесси икки асосий қисмдан иборат:

- Приёмникда маълумотни қайта ишлаш ва тўғрилаш;
- Камерал усулда маълумотларни қайта ишлаш ва

тенглаштириш (дала партиясида ёки ҳисоблаш марказида махсус программалар орқали).

Қайта ишлаш кўп вариантли бўлиб, у асосан қўйилган масалани ечими ва унинг аниқлик даражасига боғлиқ. Амалда қайта ишлаш, тенглаштириш ҳисоблашларнинг энг кўп қўлланиладиган усуллари мавжуд:

- Алоҳида векторларни аниқлаш (базис чизиқлар) ҳисоблаш, тенглаштириш ва уларни бир тармоққа улаш;
- Станцияларда бир хил вақтда олинган натижаларни сеанслар бўйича ҳисоблаш
- Қайта ишланган маълумотларни сеанслар бўйича ҳисоблаш ва тенглаштириш;

Хар бир асбоб ускуна ишлаб чиқарувчи фирма GPS приёмник комплексига ўлчанган натижаларни қайта ишловчи, ҳисобловчи ва тенглаштирувчи ўзининг махсус программани ишлаб чиқади. Бунинг оқибатида универсал форматни яратишга эҳтиёж туғилди, қайсиқим приёмникнинг модели ва марказига боғлиқ бўлмаслиги керак. Бундай формат яратилди ва шартли равишда RINEX\* деб номланди. Йирик

геодезик тармоқларни GPS ёрдамида ўлчанган ишларни ҳисоблаш ва тенглаштириш ҳамма программалар ҳам максимал аниқликдаги натижани олиш имконини бермайди. Бу муаммони ечиш ва ҳал қилиш учун универсал «профессионал программа» яратилишига эҳтиёж сезилди ва натижада олинган маълумотларни босқичма - босқич қайта ишлаш, тузатмалар киритиш программалари ишлаб чиқарилди.

Қайта ишлаш учун GPS-приёмниклардан олинган асосий информация "сырые" хоммаки материаллар қўлланилди ( бир сеанс натижаси бўйича).

Хоммаки материаллар йиғилгандан сўнг ишлатилаётган программа ёрдамида керакли бўлган форматга ( мисол учун RINEX ) ўтказилди ва йўл қўйилиши мумкин бўлган қўпол ва систематик хатолар текширилади.

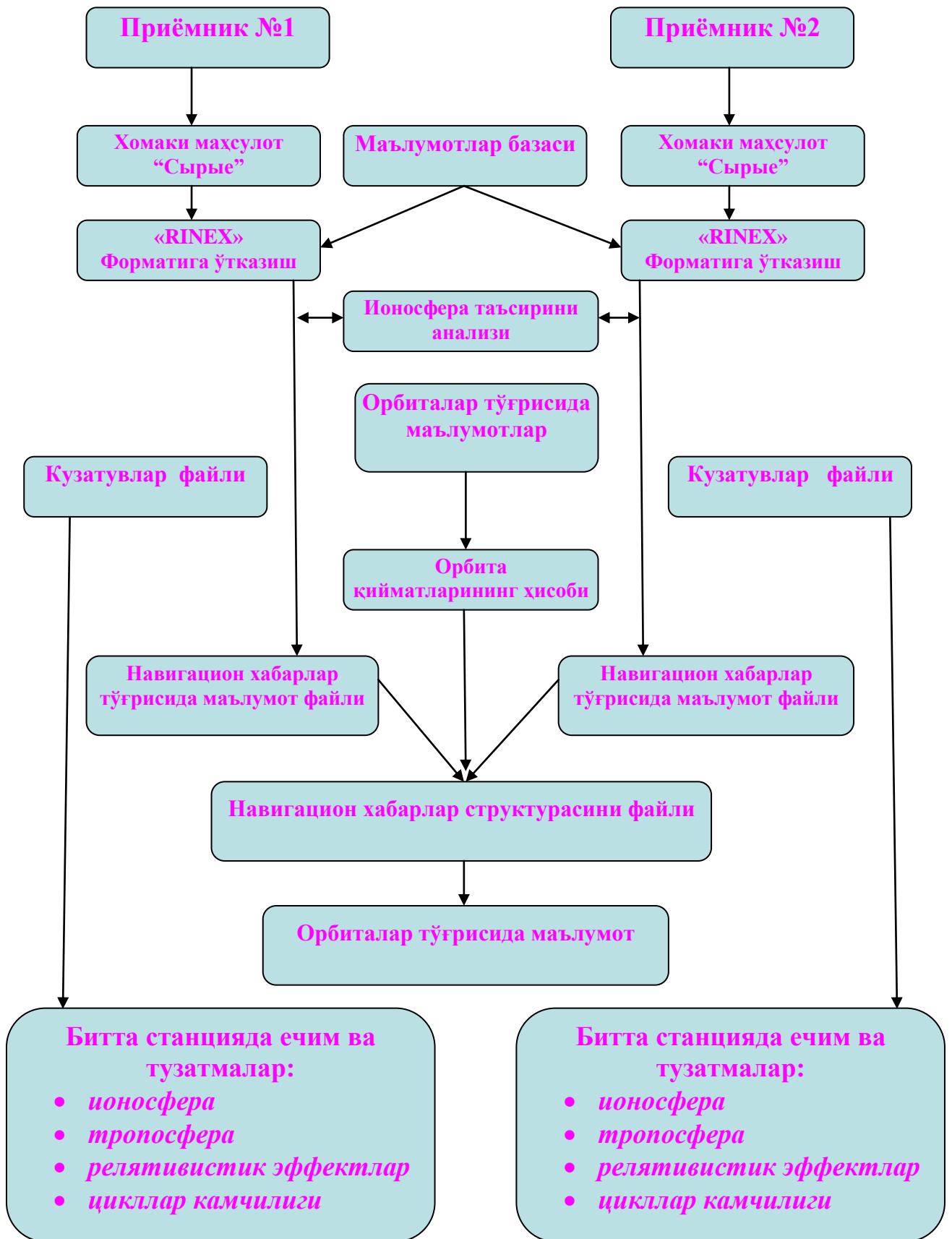
Тайёргарлик ишлари бажарилгандан сўнг алоҳида ҳар бир станция учун ечим ечилади. Бунинг натижасида олинган маълумотларга ҳар бир манбалар учун тузатмалар киритилади (ионосфера, ропосфера ва хаказо).

Қайта ишлаш программасининг кейинги асосий этапида станциялардан олинган алоҳида маълумотлар биргаликда ишлов берилади. Бунда олдинги циклларда йўл қўйилган камчилик ва хатоликлар тузатилади ва кейинги босқичга йўналтирилади.

Махсус программаларнинг асосий вазифалари бу пунктнинг координаталар қийматини аниқлаш, вектор узунлиги ва бошқа истемолчининг талаби, қизиқишига қараб геодезик маълумотларни юқори аниқликда аниқлашдир. Бундай қайта ишлашлар бир ва бир неча сеанс кузатувлар учун мўлжалланган бўлиши керак.

Тенглаштиришнинг охириги этапи олинган натижани керакли маҳаллий координаталар системасига ўтказиш мумкин.





Расм. 3.2.1. LGO дастурининг тенглаштириш схемаси

## **“Leica Geo Offiss” программаси ёрдамида олинган натижаларни тенглаштириш ва ҳисоблаш.**

“LGO” Leica System- 300,500,1200 ва GNSS системаси томонидан бажарилган ўлчов ишларини қайта ишлаш ва тенглаштириш програмаси ҳисобланади. «LGO» программаси базис томонлари (векторлар) сон жиҳатдан кўп бўлган ҳолларда, турли усул ва режимларда (статика, тезлаштирилган статика, псевдокинематика, Stop&Go ва кинематика) ўлчанган натижаларни қайта ишлаш, тенглаштириш ва барча пунктларнинг фойдаланиш имкониятини яратади.

Статика ва тезлаштирилган статика усулида икки частотали приёмник ёрдамида ўлчанган ўлчов ишлари натижасида вектор узунлиги 10 км гача бўлганда сантиметр аниқликдаги натижани қисқа вақт ичида олиш мумкин.

“LGO” программаси ҳаттоки псевдокинематик усулда ҳам маълумотларни қайта ишлаш ва тенглаштириш мумкин. Бир соат ва ундан ортиқ вақт мобайнида такрорланган съёмка натижасида пунктлар координатасини қисқа вақт ичида аниқлаш мумкин.

“LGO” программаси маълумотлар базасини қўллаб, автоматик равишда барча хилдаги маълумотларни бошқариш мумкин. Истеъмолчи ўзининг шахсий маълумотлар базасини яратишга ва структурасини лойиҳа тузиш орқали киритиши мумкин. Бир лойиҳанинг ўзига ҳар қанча маълумотларни киритиши мумкин (компьютер хотира базасини ҳисобга олган ҳолда).

“LGO” программаси дифференциал кодли ва фазали ўлчовларни биргаликда қайта ишлаш ва тенглаштириш учун энг яхши ечим. Ўртача аниқликдани натижани олиш учун дифференциал кодли ўлчовлардан фойдаланиш етарли бўлади.

“LGO” программаси LeicaSystem -500, 1200 приёмнигидан маълумотларни тўғридан – тўғри ва RINEX форматида қабул қилиб олади. Маълумотлар керакли лойихага ўтказилгандан сўнг натижалар маълумотлар базасида сакланади.

Ер шарининг барча нуктасида «LGO» программаси дала ишларини режалаштириш буйича барча маълумотларни олиш мумкин. Само сфераси тасвиринида сунъий йўлдошларнинг харакатланиш траекториясини, сунъий йўлдошларнинг «кузатув ойнаси», уларнинг азимути ва оғиш бурчагини, параметрларини график ва жадвал шаклида кўриш мумкин.

“LGO” программасида ишлаш вақтида биринчи панел бу – асосий меню хисобланади бунда барча ўрнатилган программа блокларинг рўйхати ўрнатилган (ёрдамчи бўлимлар билан). Бу панелда “LGO” программа таъминотининг версияси ёрдамчи маълумотлар ва унинг лицензион рақами кўрсатилган.

Бўлимларнинг тўлик рўйхати қўйида кўрсатилган.

- Configuration (конфигурация);
- Preparation (тайёргарлик ишлари);
- Project (лоийҳаларни бошқариш);
- Import (қайта ишлаш, редактирлаш, хомаки маълумотлар ("сырых") саклаш ва ёзиш);
- Data Processing (маълумотларни хисоблаш);
- View/Edit (ўрганиш/редактирлаш);
- Adjustment (тенглаштириш);
- Datum/Map (координаталарни бир системадан бошқа системага ўтказиш);
- Utilities (хизмат кўрсатиш программаси);

**Configuration** “LGO” программасини истемолчи талабларига кўра ўлчов бирликлари, маҳалий вақтни ва нашр сарлавҳасини ўзгартириши мумкин.

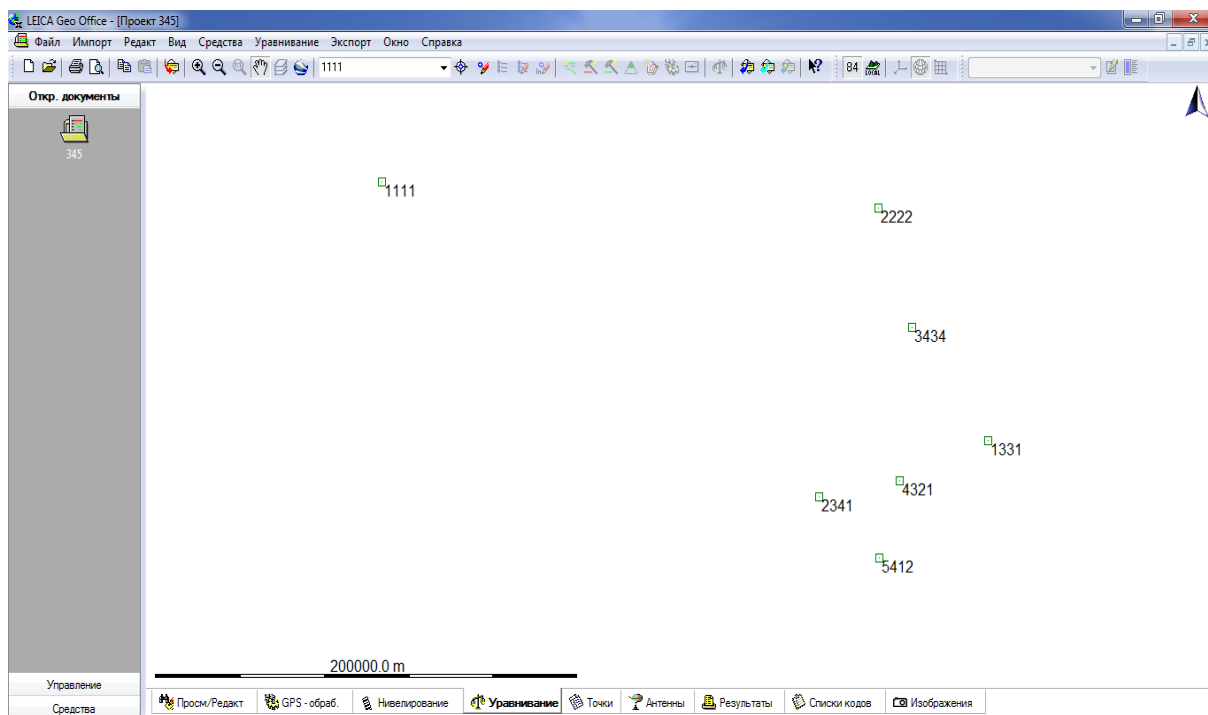
**Preparation** жойда ишларни планлатириш контроллерни программалаштириш ишларини амалга оширади. Мазкур меню лойиҳаланган кунга жойлашувига қараб сунъий йўлдошларнинг жойлашувини график ва жадвал кўринишида маълумот олиш мумкин:

- Мумкин бўлган сунъий йўлдошларнинг рақами;
- Мумкин бўлган сунъий йўлдошларнинг сони;
- Хар бир сунъий йўлдошнинг азимути ва оғиш бурчаги ҳақида;
- Хар бир сунъий йўлдошнинг GDOP ва PDOP кўрсаткичи (GPS ўлчов ишлари вақтида сунъий йўлдошларнинг геометрик жойлашуви);
- Сунъий йўлдошларнинг ҳаракатланиш траекторияси.

**Project** бўлими лойиҳалар билан ишлашни ўз ичига қамраб олади. У керакли лойиҳаларни лойиҳалардан ичидан танлаб олиш, янги лойиҳаларни тузиш, уларни йуқотиш, кўчириш ёки олдинги лойиҳаларга ўтказиши мумкин. Ҳар бир лойиҳа учун унинг нашр сарлавҳасини яратиш ва ишлаш учуш ўзининг вақт доираси маҳалий вақт системасини тузиш имкониятини беради.

**Import** кўйидаги функцияларни бажаради:

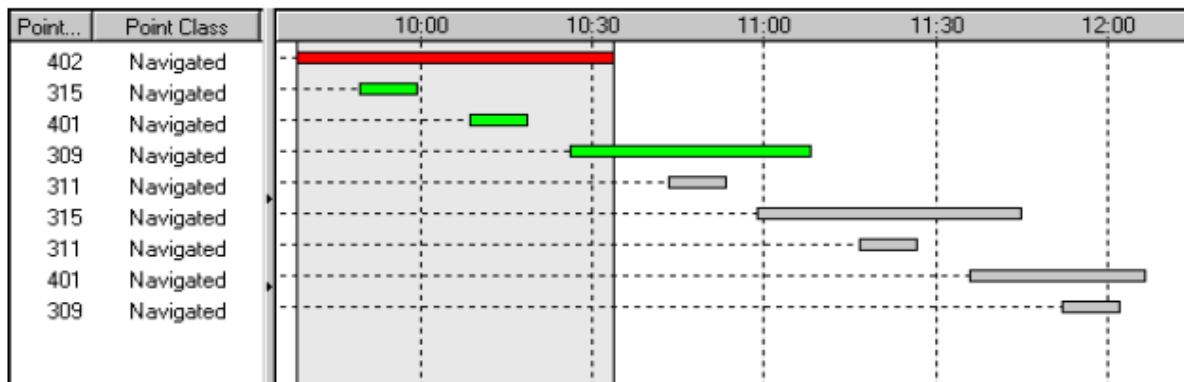
- Хотира карточкасидан маълумотларни кўчириш ( контроллердан, ҳисоблаш ускунасидан);
- Далада оператор киритган маълумотларни корректирлаш, маълумотларни саралаш, маълумотларни керакли лойиҳаларга тақсимлаш ва уларни маълумотлар базасида саклаш;
- Резерв нусхасини тузиш;
- RINEX форматига ўтказиш.



## Import - модули

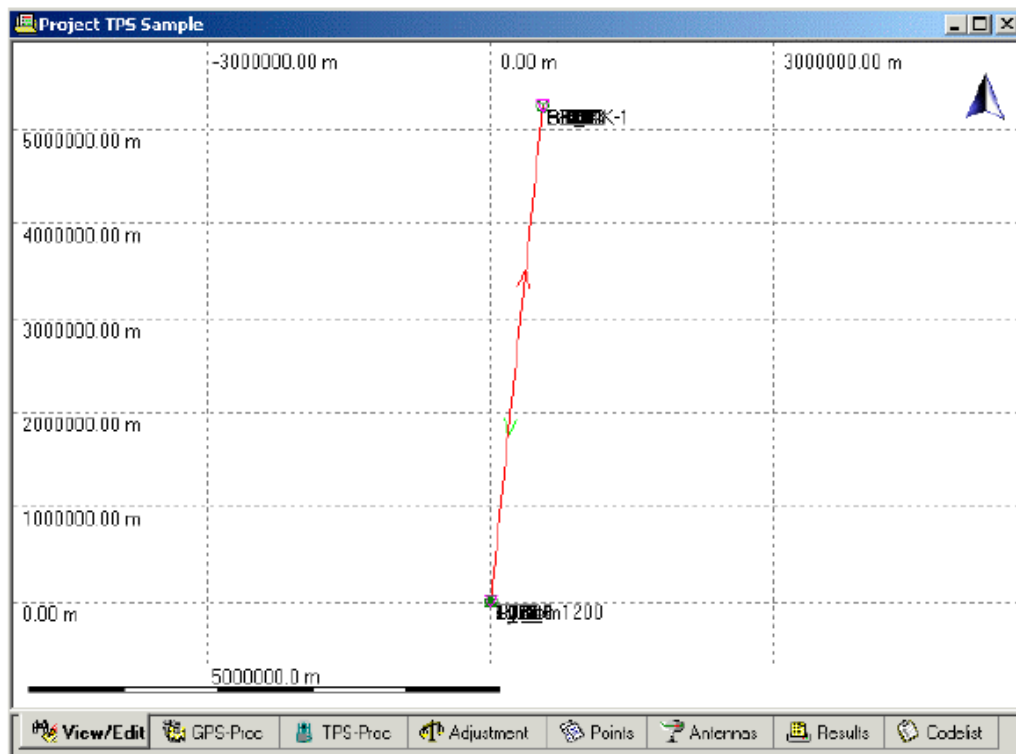
**DataProcessing** - модули GPS ўлчов ишларини факт бўйича қайта ишлаш ва ҳисоблаш, унинг натижасида WGS84 координаталар системасини аниқлик кўрсаткичи билан тузиш. Қайта ишлаш пакетлар билан қадамма - қадам олиб борилади. Қайта ишлашдан олдин маълумотлар керакли лойиҳадан олиниши зарур. “LGO” программасининг ягона чекланиши бу компьютер диск хотирасининг ҳажми камлиги бўлиши мумкин. “LGO” программаси қўйидаги бажарилган усулларни қайта ишлаши мумкин:

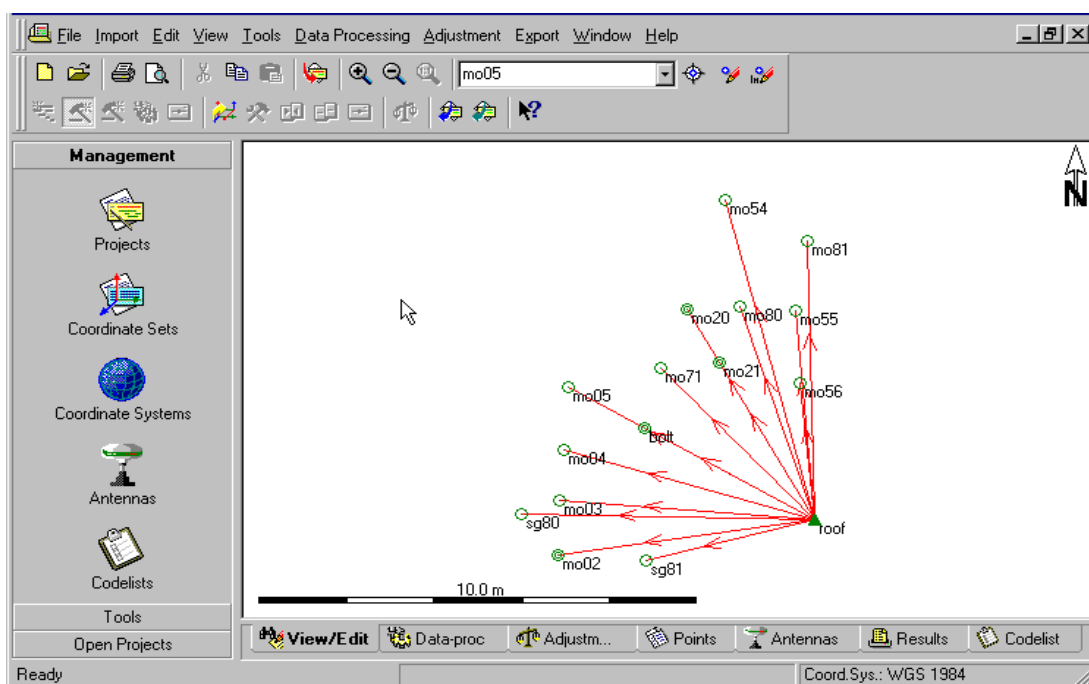
- статик;
- тезлаштирилган статика;
- псевдокинематик;
- Stop&Go кинематика;
- кинематик;
- бир пунктни (координатасини) аниқлаш.



### DataProcessing - модули

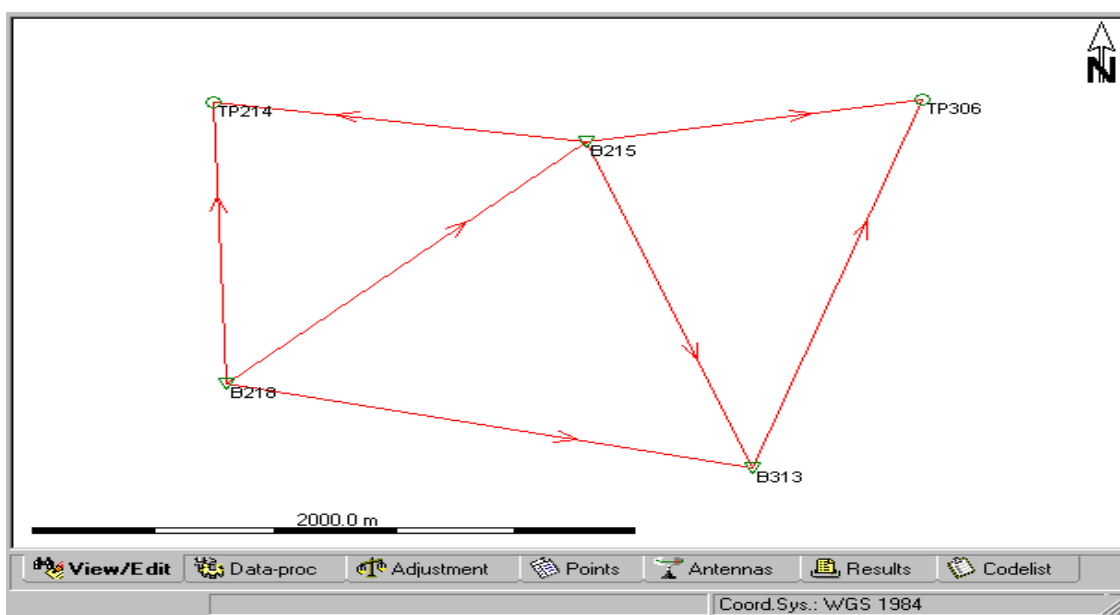
**View/Edit.** – модули танланган лойиҳани график ва рақамли усулда кўриб чиқиш редактирлаш имкониятини беради. Пунктларга тегишли маълумотларни (пунктни идентификациялаш, ходисалар, антенна, координаталар ва ҳаказо.) ҳоҳлаган вақтда ўзгартириш ва редакторлаш мумкин, керакли филтрлар ёрдамида экранда фақат пунктни кўриш мумкин.





### View/Edit. – модули

**Adjustment** - модули ўлчанган векторларни битта турлар системасига келтириш ва «квадратларнинг кичик томони» усули билан тенглаштириш ва боғлаш ҳисобларини бажаради. Ҳар бир асос пунктдан алоҳида ёки барча асос пунктларни қўллаб тенглаштириш имконияти мавжуд. Натижада пунктларнинг координаталари тенглаштирилган ҳолатда бўлади.



### Adjustment -модули

### **3.3 Яратилган геодезик тармоқда турли усуллар билан ўлчанган масофалар аниқлигини таққослаш.**

Ушбу диплом мавзусининг асл негизида геодезик тармоқ аниқлигининг таҳлилини бевосита ўлчанган масофалар ёрдамида бажариш, яъни ананавий усулга айланиб улгурган светодальномерлар билан ўлчанган масофа ва ҳозирги замонда кенг қўлланилаётган сунъий йўлдошли тизим GPS приёмникларини қўлланилиши ёритилган.

Геодезик тармоқларда ўлчанган масофаларни баҳолаш ва назарий ва амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга. Аниқликни баҳолаш туфайли кўйидаги техник ва иқтисодий аҳамиятига эга бўлган масалаларни ечиш имконияти туғилади:

- турли кўринишдаги геодезик тармоқларда пунктлар координатларини ва масофаларни узатишда таъсир этувчи ўлчаш хатоликларининг қонуниятларини ўрганиш;
- компьютер дастурлари ёрдамида моделлаштириш орқали аниқликни баҳолаш асосида, Ернинг сунъий йўлдошларини кузатиш орқали аниқланувчи пунктлар, азимутлар ва унда жойлашган базис томонларини турли ўлчашлар билан тармоқни барпо этишнинг энг рационал вариантини аниқлаш;
- тармоқни барпо этишда ўлчаш усуллари орқали энг яқин жойлашган тармоқ элементининг талаб қилинган аниқликда аниқлашга эришилганлигини текшириш.

Светодальномерларда масофа ўлчашда ўлчанган  $S$  масофани  $m_s$  ўрта квадратик хатоси одатда қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$m_s = (a_0 + a_1 s), \quad (3.3.1)$$

бу ерда  $a_0$  ва  $a_1$  - эмперик коэффициентлар. Улар асбобнинг паспортида кўрсатилади, эталон полигонда турли узунликдаги ўлчанган масофаларни қайта ишлашдан аниқланади. Аммо амалиётни кўрсатишича масофа



Ўлчашнинг хақиқий аниқлиги (3.3.1) формула бўйича олинадиган миқдордан каттароқдир. Агар томонни ўрта узунлиги учун  $m_s$ -маълум бўлса, унда томонни бошқа  $S_i$  узунлиги учун  $m_{s(i)}$  хатоликни қуйидаги формула бўйича топиш мумкин

$$m_{s(i)} = \frac{S_i}{S} m_s. \quad (3.3.2)$$

Светодальнономерлар 5 – 30 км масофани 1:10 000 - 1: 400 000 аниқликда ўлчаш мумкин. Светодальнономерлар билан масофанинг тўғри ўлчанганлигини текшириш мақсадида ҳар бир масофа икки марта йўналтирилиб уч марта ўлчанади.

Геодезик светодальнономерлар масофа ўлчаш усуллариға боғлиқ ҳолда импульсли, фазали ва комбинациялашган бўлади. Барча ҳолатларда «элитувчи» частота сифатида лазер манбаидан нурланувчи электромагнит частотасидан фойдаланилади. Светодальнономер билан  $D$ -масофа ўлчаш хатолигининг умумий кўринишини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$m_D = a + b \cdot D \cdot 10^{-6}, \quad (3.3.3)$$

бу ерда  $a$  – ўлчанаётган масофа катталиғига боғлиқ бўлмаган, хатоликлар йиғиндисига тенг бўлган, доимий ташкил этувчи;

$b$  – ўлчанаётган масофа катталиғига боғлиқ бўлган, хатоликлар таъсирини ҳисобға олинувчи коэффициент;

$D$  – ўлчанаётган масофа, мм.

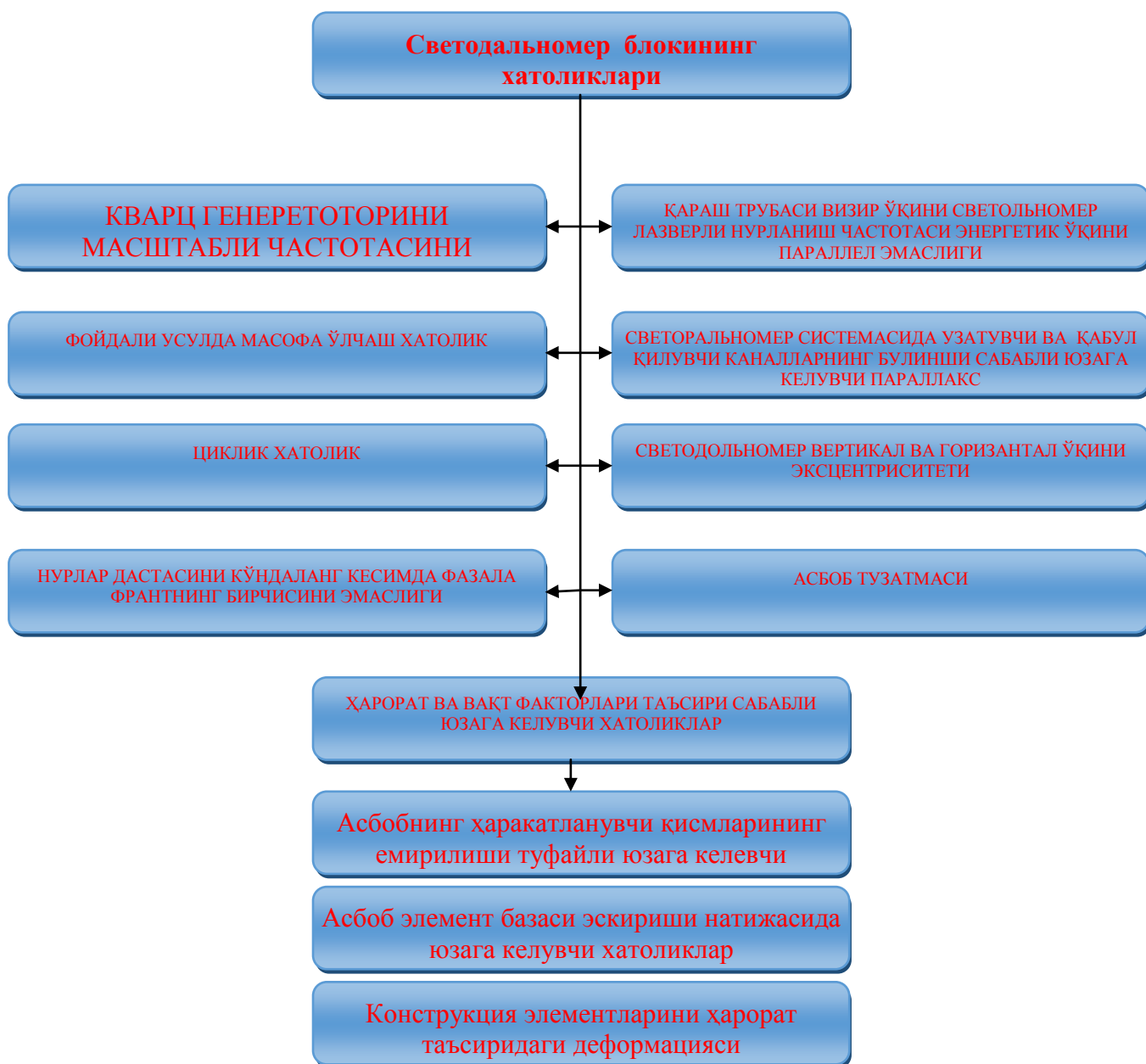
### **3.3.1. Масофа ўлчашнинг импульсли усули.**

Импульс усулида, импульсни светодальнономердан қайтаргичгача ва орқага  $t$  вақтда ўтишини бевосита ўлчаш билан масофани аниқлаш (ўлчаш) кўзда тутилади.

Бу ҳолда масофа қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$D = \frac{c_0}{2n} \times t, \quad (3.3.4)$$

бу ерда  $c_0 = 299792458$  м/с – вакумда ёруғликни тарқалиш тезлиги;



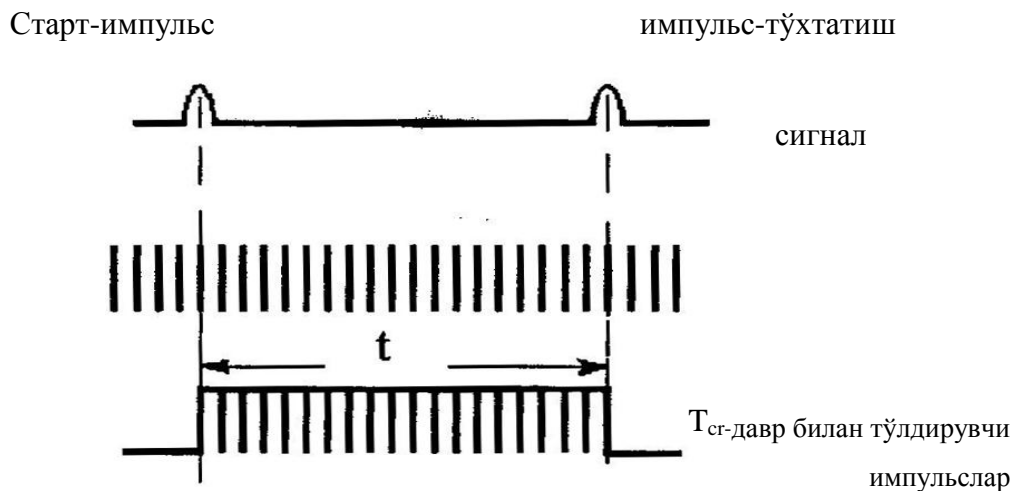
$n$  – ҳароратга, босимга, намликга боғлиқ ҳолда қулай шароитда 1:5000000 хатолик билан, ноқулай шароитда 1:500000 хатолик билан, аниқланувчи реал (ҳақиқий) муҳитнинг гуруҳли синдириш кўрсаткичи.

$\pm 5$  мм дан ошмайдиган хатоликда масофа ўлчаш аниқлигига эришиш учун вақт оралиғини ўлчаш хатолиги қуйидагидан катта бўлмаслиги керак,

$$m_e = \frac{2}{c} \times m_D = \frac{2 \cdot 0,005}{3 \cdot 10^8} = 0,033 \cdot 10^{-9} \text{ сек},$$

ва шу аниқликда электр трактлардаги йўлларидаги вақтинчалик ушланишларни барқарорлиги таъминлаш зарур.

Кичик вақт оралиғида электрон-рақамли ўлчагичлардан фойдаланилганда (3.3.1. расмга қаранг)  $t$  нинг қиймати,  $t=n \cdot T_{cr}=n/f_{cr}$ , формулага мувофиқ қайд қилувчи импульслар сони орқали аниқланилади, бу ерда  $T_{cr}$  ва  $f_{cr}$  ҳисоб импульсларни кузатиш даври ва частотаси.



3.3.1. расм. Кичик вақт оралиғида электрон-рақамли ўлчагичлар билан масофа ўлчашнинг импульсли усули.

Кичик вақт оралиғида электрон-рақамли ўлчагичлардан фойдаланиб, дала шароитида импульсли усул билан вақтни бевосита ўлчаш, энг қулай ҳолда қуйидаги аниқликни таъминлайди[10].

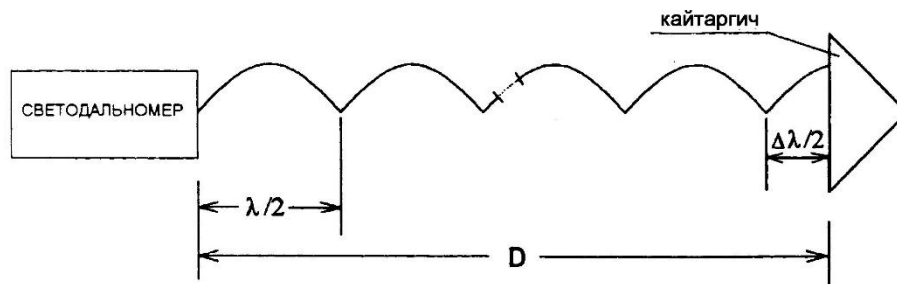
$$1 \cdot 10^{-8} \div 1 \cdot 10^{-9} \text{ сек.} \quad (m_D = 1,5 \div 0,15 \text{ м}).$$

### **3.3.2 Фаза усулида масофа ўлчаш**

Фазали ўлчаш усулини қўллаш асосида  $t$  ни талаб қилинган аниқлик аниқлаш сезиларли техник қийинчиликларни келтириб чиқармайди. Фазали светодальномерларда,  $t$ -қайтаргичга юборилган ва ундан қайтган фаза бўйича модуланган ёруғлик оқимини таққослаш йўли билан билвосита аниқланади. Ўлчаш бирлиги сифатида, нурланиш манбаининг модуляция тўлқин узунлиги хизмат қилади.

$$\lambda = \frac{c_0}{n \cdot f}, \quad (3.3.2.)$$

бу ерда  $n$  – муҳитнинг синдириш кўрсаткичи.



3.3.2– расм. Модуллаштирилган ёруғлик оқимининг  $\lambda/2$  ярим тўлқин узунлигида  $D$  масофани ўлчаш[5].

### **3.3.3.Сунъий йўлдошли тизимининг масофа ўлчаш (векторлар) принципи.**

Икки геодезик тармоқ пунктлари орасидаги вектор узунлик бу дифференциал усулда ва бир вақтнинг ўзида бажарилган Gps ўлчови натижасида олинган қийматлар. (расм.3.3.3 - 1)

#### **Ўлчаш ва маълумотни узатиш учун радиосигналлар**

Спутникнинг аппаратураси ва фойдаланувчининг қабул қилгичи радиодальномерни ташкил қилади. Масофа сўроқсиз услуги деб айтиладиган услубда ўлчанади: спутникдан узатадиган радио сигналларни қабул қилгич қабул қилади ва қабул қилгични ўзида ишлаб чиқилгани билан солиштирилади. Ушбу таққослаш натижасида радиотўлқинлар тарқалишининг вақти аниқланади. Кейин эса космик аппаратгача бўлган узоқлик аниқланади. GPS да тегишли спутник ва қабул қилгичи 10, 23 Мгц частотали асосий юқори турғунли электромагнитли тебранишлар генераторига эга. Улар орқали масофаларни фазовий усулда яна ҳам аниқроқ ўлчашга мўлжалланган электромагнит тебранишлар шаклланади. Шунда, масофаларни паст аниқликларда ўлчашда дала номерли кодлар номланадиган кодли усул қўллаш мумкин.

Фазоли ўлчашларни бажариш учун, ҳамда дальномерли кодларни вақтли нишонини, спутник координаталари тўғрисида маълумотларн ва навигацион ахборотида ўрин олган бошқа маълумотларни қабул қилгичга

Ўтказиш учун радио сигналлар генерирланади (ҳосил қилинади). Ушбу радиотўлқинларни барча спутниклардаги узатгичлар L1 ва L2 деб белгиланадиган икки частотада чиқарадилар. Қуйида, кейинчалик кўрсатадиганидек, иккита частота ноносфера орқали радио тўлқинларни ўтишида содир бўладиган ўринли вақтни секинлатишини ўлчашлардан чиқариб ташлаш учун керак бўлади.

ГЛОНАСС да эса асосий частота 5,11 МГц га тенг. L1 ва L2 частоталарни қийматлари ҳар бир спутникда ўзиники бўлиб, улар нисбати 9/7 га тенг. Тўлқинлар узунлиги 18,7 см ва 24,1 см га яқин.

Дальномер кодлар чинлар деб номланадиган қатъий маълум кетмакетлигида алмашиши билан нурли ва нурсиз даражали посилка (код) ларни тақозо қилади. Уларни шартли равишда сон билан 0 ва 1 символда (белгида) белгиланади. Шунингдек, код – бу даврий равишда такрорланадиган 0 ва 0 комбинацияси. Ушбу сигналларнинг қонуният асосида алмашиши тасодифий жараён деб қабул қилинади. Шунинг учун уларни мавҳум шовқинли, мавҳум тасодифий кодлар ёки мавҳум тасодифий кетма-кетликлар (МТК) деб аталади. Кодлар икки турда генерирланади. GPS да улар C/A ва P кодлар деб номланади.

C/A кодлар қўпол (Coarse Aquisition) осонлик билан аниқланадиган (Clear Access), осонлик билан топиладиган (Clear Aquisition) ёки стандартли (S-Standard) кўринишида аниқлаши мумкин.

### **Масофаларни кодли метод орқали аниқлаш**

Аввал стандарт аниқлик кодлар, масалан C/A кодларни кўриб чиқамиз. Код билан сигнал спутникдан қабул қилгичгача масофани босиб ўтади. Тушунишни соддалаш учун ҳисоблаймизки, тарқалиш вақти бўйича коднинг ҳар бир симболи 300 м га мувофиқ, коднинг ҳаммаси эса – 300 км. Унда умумий масофани 300 км ли N кесмалардан, 300 м кесмалар ва 300 м дан кичик ф қолдиқдан иборат бўлади.

N қиймат - спутникдан ердаги станциядан сигналнинг тарқалишини милисекунд ли бутун қиймати бўлиб, у тахминан 70-80 бирликка тенг.

N қийматни қайд этиш мумкин эмас, ва у ўз навбатида кодли ўлчашлар нобирқийматлигини белгилайди. Уни бошқа усулларда аниқлаш лозим, масалан хатолиги 100 км тахминий масофа бўйича.

m ва  $\phi$  қийматлар ўлчанади. Бунинг учун қабул қилгичда айнан спутникдаги кодлар генерирланади, ва корреляция усулида маҳаллий код қабул қилгани билан “бирлаштиралади”. Айтайлик, ҳам спутник ва кам қабул қилгичда кодлар қатъий синхронли генерирланади. Унда, ўтадиган сигнал қабул қилгичдаги сигналга нисбатан вақтнинг тарқалишига пропорционал кечиктиради. Устма-уст кодлар мос келмайди (сигналларнинг корреляцияси кучсиз). Шунинг учун кетма кетликда маҳаллий сигнал шундай ўлчанадиган вақтда “кечиктириладики”, иккала сигналлар “мос келсин” (сигналларнинг корреляцияси кучли). Замонавий асбоблар сигналлар мос келишини давранинг 0,01 қисмидан аниқроқ қайд қилиш имконига эга. Шунинг учун, агар хатоларнинг бошқа манбааларни бўлмаган ҳолда, масофаларни фуқаролик кодлар орқали бир неча метр аниқликда ўлчаш мумкин эди[8].

### **Масофаларни фазовий методида аниқлаш**

Масофани фазоли методида ўлчаши тебранишнинг синусоидал фазоси вақтга нисбатан пропорционал ўзгаришига асосланган. Шу боис, қабул қилгичда спутникдан қабул қилган сигналнинг фазоси қабул қилгичда ишлаб чиқарилган сигналнинг фазосидан улар орасидаги ораликга пропорционал қийматига фарқ қилади.

Фазоли метод орқали энг аниқ ўлчамлар бажарилади. Фазоли ўлчашларнинг мўлжалдаги инструментал хатолиги тўлқин узунлигининг 0,01 га яқин қийматни ташкил қилади. Узатадиган тўлқин узунлиги 19 см ни ташкил этганда ушбу хатолик 2 мм дан кўп бўлмайди.

Масофани фазоли методик ўлчашда мураккаб ечиладиган муаммо бўлмиш нобир қийматликни ечиши содир бўлади. Тўлқиннинг йўлида спутникдан қабул қилгичгача тўлқинни битта узунлигидан тўғри келадиган масофани ўзгаришига бир цикл (давр) га унинг фазосини ўзгариши мос келади. Шу боис спутникдан ердаги станциясигача бўлган масофа қуйидагига тенг бўлади:

$$R = (N + \hat{O})\lambda,$$

бунда,  $\Phi$ -хисса,  $N$ -  $R$  масофага ётқазадиган  $\lambda$  тўлқиннинг бутун сони. Фақат  $\Phi$  қийматни ўлчаш мумкин.  $N$  сонлар ўлчанмайди, у номаълум. Бу шуни билдирадики, тўлқин узунлиги 19 см бўлган ҳолда масофа қандай бўлмасин фақат ушбу ораликнинг чегарасида қайд этилади. Спутниклар учиш баландликларини инобатга олиб, ҳисоблаш мумкинки  $N < 100\ 000\ 000$ . Қанчалик аниқ – ноъмалум. Масала бир қийматлик ечимига эга эмас ва унинг ечиши учун қўшимча ҳаракатлар лозим.

Аслида масала яна ҳам мураккаброқ. Спутниклар ҳаракатланишлари туфайли ҳам қабул қилинадиган сигналларнинг частотаси ўзгаради (Доплер эффекти) ва спутникдан қабул қилгичгача бўлган масофа ҳам ўзгаради. Яна ҳам спутниклардаги ва қабул қилгичдаги тебраниш генераторлари, уларнинг вақтинчали шкалаларининг силжиши туфайли синхронли ишламайди. Бу эса узоқликларни эмас, балким мавҳум узоқликларни ўзлашга олиб келади[6].

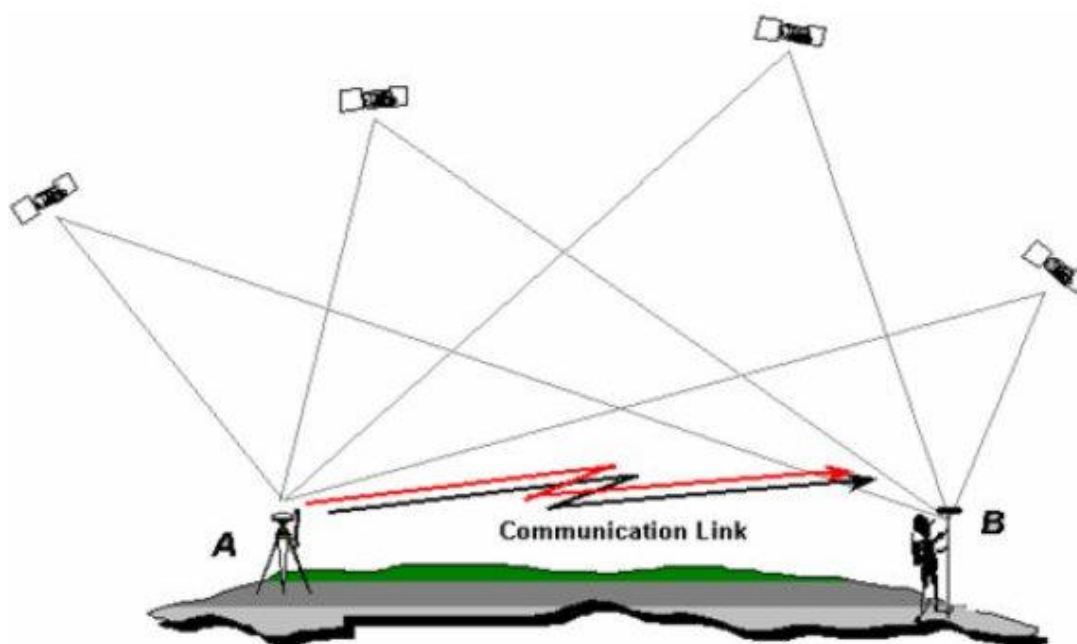
### **Комбинациялаштирилган (аралашма) тўлқинлар орқали масофани аниқлаш.**

L1 ва L2 икки частоталарни қўллаш фазоли ўлчашлардаги нодир қийматликни ечишида ва ҳам фазоли ва ҳам кодли ўлчашлар натижаларига ташқи омилларнинг таъсирини бартараф этишда қўшимча имкониятлар яратади. Ушбу имкониятлар ўлчашларни ишлаб чиқиш давомида амалга

оширилади. L1 ва L2 частоталарни комбинациялашиб қуйидагиларни ҳосил қилади:

- асосий частоталарнинг қатъий мутаносиблигидан ионасферали-озод тўлқинни (ionosphere-free, тўлқин узунлиги 5,4 см);
- частоталар фарқидан тўлқинлар фарқини (wide-lane, тўлқин узунлиги 86,2 см);
- L1 ва L2 частоталар йиғиндисидан тўлқинлар йиғиндисини (narrow-lane узунлиги 10,7 см).

Ўлчашлар бошланғич ва комбинацияланган тўлқинларда ишлаб чиқилади ва улардан мақбул натижа ажратилади[8].



Расм. 3.3.3-1. Икки пункт орасидаги масофа (вектор) дифференциал усулда аниқлаш.



## Масофаларни аниқлашда омилларни таъсири.

### Ионосферанинг таъсири

Ионосфера ер сиртидан тахминан 50 дан 100 кмгача баландликда тарқатилган. Ионосферада озод электронлар мавжуд. Радиотўлқинлар таъсири остида зарядланган заррачалар мажбурий тебранишли ҳаракатларга дуч келадилар. Шунда, тўлқиннинг йўли ва тезлиги ўзгаради. Ушбу ўзгаришларнинг характери фазали ва кодли ўлчашларда геометрик узоқликлар қиймати бўйича бир хил бузилади, лекин фақат қарама-қарши ишораларга. Ушбу хатолар, ионосферадаги кечиктириш деб номланади ва у частота тебранишининг квадратига тесқари пропорционал бўлиб радионур йўлида электронлар концентрацияси тўпланишидан боғлиқ бўлади. Ўз навбатида, электронлар тўпланиши спутникнинг кўтарилиш бурчаги, қабулқилгичнинг географик ўрни, суткалар, йўллар муддати, ва қуёшнинг фаоллиги орқали аниқланади.

Ионосферали кечиктиришларни частоталардан боғланиши улар ўлчашининг икки частотада бажарилмасликка имкон беради. Буни мисолда кўриб чиқамиз. Фараз қиламизки, P1 ва P2 мавҳум узоқликлар L1 ва L2 частоталарда аниқланган бўлиб, R геометрик узоқлик билан қуйидаги формулалар билан боғлиқ.

$$P_1 = R + A / f_{L2}^2 \quad .$$

L1 ва L2 частоталар бир хил манбаадан ҳосил бўлган ва қатъий мутаносибликда турадилар: ГЛОНАСС да 9/7 GPS да эса 154/120 умумий ҳолат учун қуйидагини ёзиш мумкин:

$$a / f_{L1} = b / f_{L2}.$$

Ушбу учта тенгламаларни ечиб ионосферали четланиш (хатоликлар) лардан озод натижани ҳосил қилиш мумкин:

$$R = (a^2 P_1 - b^2 P_2) / (a^2 - b^2).$$

Юқори аниқ геодезик приёмникларда амалда чизикларни ўлчаш

аниқлиги қўйидаги даражада  $3 \text{ мм} + 1 \times 10^{-6} \cdot D$  ни ташкил қилади, бу ерда  $D$  – асос (база) чизигининг узунлиги (5-10 км). Ўлчаш ишларининг сеанс давомийлиги вектор узунлигига, бир вақтнинг ўзида кузатилаётган сунъий йулдошлар сони, приёмниклар типига ва талаб қилинаётган аниқликга боғлиқ. Узун масофаларни аниқ ўлчашда икки частотали приёмниклардан фойдаланилганда бир частотали приёмникларга нисбатан аниқроқ натижага эришилади, бу ионосферада радиотўлқиннинг тўсқинлиги ҳисобидан бўлади.

Сунъий йулдош ва приёмник орасидаги масофада ионосферанинг максимал хатолиги қуйидаги жадвалда келтирилган.

Жадвал № 5

частота	Хатолик, м		
	Биринчи даражада $f^2$	Иккинчи даражада $f^3$	Учинчи даражада $F^4$
$L_1$	32,5	0,036	0,002
$L_2$	53,5	0,076	0,007
$L_1+L_2$	0,0	0,026	0,006

### **3.4 Ўлчанган миқдорларни эллипсоиддан текисликка редукциялаш.**

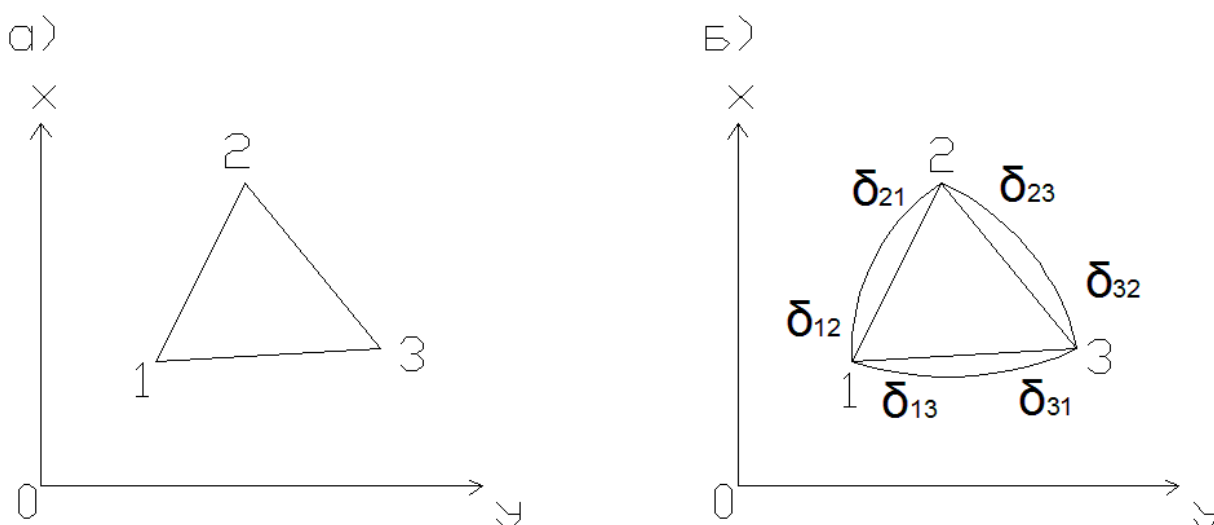
**Масофаларни редукциялаш.** Эллипсоид сиртидаги тармоқ томон узунлиги  $S$  бўлсин. Ушбу томони Гаус-Крюгер проекциясида горизонтал текисликдаги узунлиги  $s$ , агарда  $S \leq 30$  км бўлса, етарли аниқликда қўйидаги формулани қавс ичидаги бўйича ҳисобланиши мумкин

$$s = S + \Delta S = S + f' s \left( y_m^2 + \frac{\Delta y^2}{12} \right), \quad (3.4.1)$$

бу ерда  $f' = \frac{1}{2R_m^2}$ ;  $y_m = \frac{(y_1+y_2)}{2}$ ;  $\Delta y = y_2 - y_1$ . Агарда  $30 \leq S \leq 60$  км бўлса янада аниқроқ ҳисоблаш формуласи ишлатилади; агарда  $S \leq 10$  км бўлса юқоридаги (3.5.1) формула иккинчи ҳадисиз ишлатилади.

**Гаусс – Кругер текислигидаги проекцияда геодезик чизик эгрилигини тасвирлаш хатоси учун йўналишларга тузатмалар.**

Гаусс – Кругер проекциясида учбурчаклар томонлари текисликда эллипсоид сиртига ўхшаш эгри чизиклар билан тасвирланади (3.5.1 - шакл). Текисликдаги томонлари эгри чизиклардан иборат учбурчакларни ечиш анча мураккаб. Шунинг учун ҳисобга олиб бундай учбурчаклар учлари тўғри чизиклар билан туташтирилиб аналитик геометрия формулалари билан фойдаланиб ечилади. Бунда эгри чизиклар орасидаги бурчаклардан улар учларини туташтирувчи ватарлар орасидаги бурчакларга ўтиш керак бўлди.



3.4.1 – шакл. Эллипсоиддаги (а) ва Гаусс – Кругер проекцияси текислигидаги (б) учбурчак

Бунинг учун ҳар бир ўлчанган йўналиш  $N_{ik}$  га Гаусс – Кругер проекциясида геодезик чизикни текисликда тасвирлаш хатоси учун тузатма  $\delta_{ik}$  билан тузатилади. 2-4 синф триангуляциясида тўғри ва тескари йўналишларга тузатмалар қўйидаги формулалар билан ҳисобланади

$$\delta_{12} = \frac{1}{3} f(x_1 - x_2)(2y_1 + y_2);$$

$$\delta_{21} = -\frac{1}{3} f(x_1 - x_2)(2y_2 + y_1). \quad (3.5.2)$$

бу ерда  $f = \frac{\rho}{2R^2}$ ;  $x, y$  – пунктларнинг тақрибий координаталари (км).

Ординаталар  $y_1$  ва  $y_2$  проекцияни ўқ меридианидан бошлаб ҳисобланади[6].

### Геодезик азимутлардан дирекцион бурчакларга ўтиш.

Текисликдаги 1 ва 2 нуқталарни туташтирувчи  $S_{12}$  ватарни дирекцион бурчаги  $\alpha_{12}$  эллипс сиртидаги ушбу нуқталар орасидаги геодезик чизикни берилган  $A_{12}$  азимутидан фойдаланиб қўйидагича ҳисобланади

$$\alpha_{12} = A_{12} - \gamma_1 + \delta_{12}, \quad (3.4.2)$$

бу ерда  $\gamma_1$  – текисликдаги 1 нуқтада меридианлар яқинлашиш бурчаги;  $\delta_{12}$  – геодезик эгри чизикни текисликда тасвирлаш учун тузатма

$\gamma$  – қийматини 0.01" аниқликда қўйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин

$$\gamma = l \sin B + \frac{l^3}{3\rho^2} \sin B \cos^2 B (1 + 3\eta^2), \quad (3.4.2)$$

бу ерда  $l$  – Гаусс – Крюгер проекциясидаги зона ўқ меридиани узоқлиги

$L_0$  билан 1 нуқта геодезик узоқлиги  $L_1$  фарқи;  $B$  – 1 нуқтанинг геодезик кенглиги;  $\eta^2 = e'^2 \cos^2 B$ ;  $e'$  – эллипсоиднинг иккинчи эксцентриситети (Красовский эллипсоиди учун  $e'^2 = 0.006738525415$ ).

$\gamma$  – қийматини 0.01" аниқликда қўйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин

$$\gamma = l \sin B + \frac{l^3}{3\rho^2} \sin B \cos^2 B, \quad (3.4.3)$$

0.01" аниқликгача эса қўйидаги формуладан топилади

$$\gamma = l \sin B.$$

Шуни айтиш керакки  $\gamma$  олдидаги ишора узоқликлар айирмасининг ишорасига  $l = L - L_0$  тўғри келади.

### Дастлабки ҳисоблашларни якуний босқичи.

Юқорида айтилгандек дастлабки ҳисоблашларни якуний мақсади геодезик тармоқни тенглаш учун бошланғич геодезик ўлчаш натижаларини тайёрлашдир. Дастлаб масштабда геодезик тармоқ чизмаси

чизилиб унда боўланғич пунктлар ва ҳамма ўлчанган йўналишлар, азимутлар, томонлар узунлиги ва бошқалар кўрсатилади. Ҳамда референц – эллипсоид сиртига ва Гаусс – Крюгер проекциясида текисликка редукцияланган ва пунктлар марказига келтирилган йўналишлар, томонлар узунлиги, Лаплас азимутлари жадваллари тузилади. Дастлабки ҳисоблашларда босқичида қўйидагилар аниқланган бўлиши керак: пунктларнинг геодезик ва нормал баландликлари, редукциялаш тузатмаларини ҳисоблаш учун керакли шовун чизиғи оғишини ташкил қилувчилари  $\xi$  ва  $\eta$ .

Дастлабки ҳисоблашларни асосий вазифаларидан бири тармоқда бажарилган геодезик ўлчашлар натижалари техник талабларни қаноатлантиришини текширишдан иборат. Бунинг учун тармоқда ҳосил бўладиган боғлиқ бўлмаган ва боғлиқ шартли тенгламалар озод ҳадлари ҳисобланади ва улар қийматлари белгиланган чекли қийматлардан ошмаслиги керак. Кейин ўлчанган қийматларни ўрта квадратик хатоси, ҳамма шартлаи тенгламалар озод ҳадлари қийматларидан фойдаланиб, аниқланади ва улар белгиланган чекли қийматлар билан солиштирилади[6].

Дастлабки ҳисоблашларнинг якуний мақсади қабул қилинган референц эллипсоид юзасига ва Гаусс – Крюгер проекцияси юзасига редукцияланган ва пунктлар марказига келтирилган геодезик тармоқда барча ўлчанган миқдорларнинг маълумотлар жадвалини тузишдан иборат. Бундан ташқари муҳим масалалардан бири ўлчаш натижаларини таҳлил қилиш ва барча мустақил, ҳамда мустақил бўлмаган шартли тенгламаларнинг озод ҳадлари бўйича уларни назорат қилиш ҳисобланади. Уларга қўйилган талаблардан топилган четлашишларни тенглаштириш ҳисобларини бошлашдан олдин тузатиш ткерак бўлади.

Дастлабки ҳисоблар геодезик тармоқнинг ишчи схемасини тузиш, дала журналларидаги ҳисоблашларни текшириш, станцияда ўлчанган ва

тенглаштирилган миқдорлар масштабни тузиш, учбурчакларни дастлабки ечиш ва уларнинг сферик ортиқчасини ҳисоблаш, асбобни марказлаштириш тузатмасини ҳисоблаш ва визир нишонни редуциялаш, тармоқда ўлчанган миқдорларнинг пунктлар марказига келтирилган маълумотлар жадвалини тузиш кўзда тутилади. Ҳамда бошланғич пунктлар координаталари ва баландлик жадвалини, Лаплас ва бошқа пунктларда шовун чизиғини оғиши жадвали, Лаплас азимутлари ва томон узунлиги жадвали, нормал ва геодезик баландликлар жадваллари тузилади.

Ер юзасидан эллипсоид юзасига ўлчанган йўналишлар, азимутлар ва томонлар узунлигини редуциялаш унга нормаллар бўйича бажарилади. Ўлчанган йўналиш ва азимутларга тузатмалар киритилади: шовун чизиғининг оғиши учун, рефепенц – эллипсоиддан кузатиладиган нишонлар баландлиги учун, эллипсоид нормал кесимидан геодезик чизиқга ўтиш учун (фақат 1 синф триангуляциясида). Ўлчанган томонларни лойиҳалашда референц – эллипсоиддан уларнинг баландлиги учун тузатма ҳисобланади.

Бурчакли ва чизиқли элементларни референц – юзасидан Гаусс – Крюгер проекцияси юзасига редуциялашда йўналиш ва азимутларга геодезик чизиқни текисликда тасвирлашда эгрилик учун, ўлчанган томонлар масштабни бузилиши учун тузатма ҳисобланади.

### **3.5 Тармоқнинг тенглаштирилган элементларини ҳисоблаш. Аниқлигини баҳолаш**

Тез юрар темир йўл геодезик тармоғида барча ўлчанган миқдорлар учун тузатмалар тенгламаси тузилган: горизонтал йўналишлар, дирекцион бурчаклар, томонлар узунлиги ва ҳар бир  $i$  - тенглама вазни  $p_i$  – ўлчанган миқдорлар маълум. Айтайлик  $A$  - тузатмалар тенгламалари коэффициентларининг тўғри бурчакли матрицаси, пунктларда ўлчанган бурчаклар йиғинди тенгламалари билан бирга;  $X$  аниқланувчи пунктларнинг тақрибий координаталарига  $\xi_i$  ва  $\eta_i$  тузатмаларнинг вектор

устуни;  $l$ –тузатмалар тенгламалари, озод ҳадлари  $l_i$ - вектолр устуни;  $P$ – тузатмалар тенгламалари  $P_i$  – вазнлар диогонал матрицаси. Бу белгилардан фойдаланиб, барча тузатмалар тенгламаларини матрица шаклида ёзамиз

$$AX + l = V \quad (3.5.1)$$

(3.5.1) тузатма тенгламасидан, уларнинг вазнларини ҳисобга олиб нормал тенгламалар системасига ўтамиз

$$NX + L = 0 \quad (3.6.2)$$

бу ерда  $N = A^T P A$ , (3.6.3)

$$L = A^T P l. \quad (3.5.4)$$

$N$ – нормал тенгламаларкоэффициентларининг симметрик матрицаси;  $A^T$  – Атранспортирланган матрицаси;  $P$ – тузатмалар тенгламалари вазнларининг диогонал матрицаси;  $l$ – нормал тенгламалар озод ҳадларининг вектор устуни.

(3.6.2) тенглама чап томони ҳар бир қўшилувчисини нормал тенгламалар коэффициентлари матрицасини  $N$ га тескари  $N^{-1}$ матрицага қўпайтириб координаталарини изланаётган тузатмалари  $X$  ни топамиз

$$X = -N^{-1}L = QL \quad (3.5.5)$$

бу ерда  $Q$  – вазн коэффициентларининг матрицаси:

$$N^{-1} = Q = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & \dots & Q_{1m} \\ Q_{21} & Q_{22} & \dots & Q_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{m1} & Q_{m2} & \dots & Q_{mn} \end{bmatrix}, \quad (3.5.6)$$

Бунда  $m$  – аниқланувчи пунктларининг иккиланган сонига тенг бўлган, координаталр топилган,  $\xi_i, \eta_i$  тузатмалар сони.

Нормал тенгламалар системасини ечиб  $\xi_i$  ва  $\eta_i$  (дм да) тузатмаларини топиб, аниқланаётган пунктни тенглаштирилган координата қийматларини ҳисоблаймиз.

$$\begin{aligned} x_i &= x'_i + \delta x_i = x'_i + 0.10\xi_i; \\ y_i &= y_i + \delta y_i = y_i + 0.10\eta_i. \end{aligned} \quad (3.5.7)$$

(3.5.7) формула бўйича ҳисобланилган пунктларнинг координаталари назоратсиз аниқланган. Ўлчанган миқдорларни тенглаштирилган қийматларини олиш ва назорат қилиш қўйидаги тарзда бажарилади. Нормал тенглама системасини ечишдан топилган тузатмалар  $\xi_i$  ва  $\eta_i$  тегишли тузатмалар тенгламалари тенгламалар йиғиндисига тенг йиғинди тенгламаси  $n\delta z_0 - [a]\xi_1 - [b]\eta_2 + [a]\xi_1 + [b]\eta_2 + \dots + [l] + [v] = 0$ , ўлчанган миқдорлар тузатмалар тенгламаси (йўналишлар шартли тенгламаси)  $v_{ik} = -\delta z_0 - a_{ik}\xi_1 - b_{ik}\eta_2 + a_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k + l_{ik}$ , дирекцион бурчаклар тузатмалар тенгламаси

$$v_{ik} = -a_{ik}\xi_i - b_{ik}\eta_i + a_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k + l_{ik},$$

$v_{ik} = c_{ik}\xi_1 - b_{ik}\eta_1 + c_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k + l_{ik}$  қўйилади ва тузатмалар қийматлари  $\delta z_0, v_{N(ik)}, v_{a(ik)}, v_{s(ik)}$  топилади. Ўлчанган миқдорларга тузатмалар киритилиб, уларнинг тенглаштирилган қийматлари олинади.

$$\begin{aligned} N_{ik} &= N'_{ik} + v_{N(ik)}; \\ a_{ik} &= a'_{ik} + v_{a(ik)}; \\ S_{ik} &= S'_{ik} + v_{s(ik)}. \end{aligned} \quad (3.5.8)$$

Йўналишлар, дерикцион бурчаклар ва томонлар узунлигининг тенглаштирилган қийматларидан фойдаланиб, учбурчакларни якуний ечиш бажарилади, координаталар орттирмалари ҳисобланади ва иккичи марта ҳар бир 1.2.3 учбурчакда иккита томонлари бўйича икки маротаба пунктларнинг тенглаштирилган координаталари топилади.

$$\begin{aligned} x_3 &= x_1 + x_{13} \cos \alpha_{13} = x_2 + S_{23} \cos \alpha_{23}; \\ y_3 &= y_1 + y_{13} \cos \alpha_{13} = y_2 + S_{23} \cos \alpha_{23}. \end{aligned} \quad (3.5.9)$$

Полигонометрияда (3.5.9) яъни формулаларини биридан координаталар икки мартали назоратсиз ҳисобланади. Тенглаштириш ҳисобларининг тўғрилигини якуний назорати, ҳар бир пункт учун (3.5.7) ва (3.5.9) формулалар бўйича ҳисобланган координаталарини тенг чиқиши ҳисобланади (яҳлитланиш аниқлиги чегарасида)[6].



## Тармоқни тенглаштирилган элементларининг аниқлигини

### баҳолаш.

Вазн бирлигининг ўрта квадратик хатосини қўйидаги формула билан топилади

$$\mu = \sqrt{\frac{[pv^2]}{r}} \quad (3.5.10)$$

бу ерда  $v$  – рвазн билан ўлчанган миқдорларга тенглаштирилгандан топилган тузатма;  $r$ - тармоқдаги ортиқча ўлчашлар сони, тармоқда барча ўлчашлар сони  $k$  билан тенглаштиришдан аниқланувчи номаълум миқдорлар сони  $k_0$  фарқларидан аниқланади, яъни

$$r = k - k_0 \quad (3.5.10)$$

$k$  сони тенглаштиришдан тузатмалар топиладиган пунктлар ўлчанган барча йўналишлар, ер предметлари азимутлари ва ўлчанган томонлар йиғиндисига тенг.

$k_0$  сонига триангуляция ва полигонометрия пунктларидаги ориентирлаш бурчакларига тузатмалар  $\delta z_0$  ҳамда аниқланувчи пунктлар координаталарига топилган  $\delta x$  ва  $\delta y$  тузатмалар сони аниқланувчи пунктларнинг иккиланган сонига тенг.

Тенглаштирилган элементларнинг ҳоҳлаган  $F$  функциясининг дирекцион бурчаги, томон узунлиги, абсцисса ва ординаталар ўрта квадратик хатоси қўйидаги формула билан топилади

$$m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{P_F}}. \quad (3.5.11)$$

Аниқланувчи  $F$  функциянинг тескари вазни  $\frac{1}{P_F}$  турлича ҳисобланиши мумкин: Гаусс схемаси бўйича нормал тенгламалар системасини ечиш жараёнида ёки нормал тенгламалар коэффициентларининг тескари матрицасига тескари бўлган матрица элементлари бўйича ҳисобланади. Дастлаб бу функция тескари вазнини ҳисоблашнинг биринчи усулини кўриб чиқамиз.

Параметрик усулда тенглаштиришда нормал тенгламалар системасидаги номаълумларнинг охириги ва охиридан битта олдингиси вазни ҳисобланади. Шунинг учун қандайдир  $k$  пункти координаталарининг  $P_{x_k}$  ва  $P_{y_k}$  вазини аниқлаш учун, бу пункт координаталарини номаълум тузатмалар  $\xi_k$  ва  $\eta_k$  нормал тенгламалар системасида охиридан битта олдинги ва охириги ўринга жойлаштирилади. Гаусс схемаси бўйича нормал тенгламаларни ечишда охириги номаълум  $\eta_k$  вазни  $P_{y_k}$  ўзгартирилган охириги нормал тенгламадаги коэффицентига тенг. Охиридан битта олдинги  $\xi_k$  номаълумнинг  $P_{x_k}$  вазни қўйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$P_{X_k} = P_{y_k} \frac{A}{C + \frac{B^2}{A}}$$

бу ерда  $C$  ва  $A$ – охириги ва охиридан битта олдинги ўзгартирилган нормал тенгламаларнинг квадратик коэффицентлари;  $B$ – охиридан битта олдинги ўзгартирилган тенгламада номаълум  $\eta_k$  олдидаги коэффиценти.

Пунктлар координаталари функцияси ҳисобланувчи, тенглаштирилган тармоқ ҳохланган элементининг ўрта квадратик хатосини топиш учун, масалан, ҳохланган пунктлар ( $n$ ма -  $n$  жойлашган  $n$ ки  $n$ ма -  $n$  жойлашмаган) орасидаги томон узунлиги ва дирекцион бурчагини, бу элементни шу пунктлар координаталари орқали ифодалаш лозим, сўнгра вазн функцияси тузилади. Узунлиги қўйидагича ифодаланадиган ихтиёрий томон  $S_{ik}$  баҳолаш учун вазн функциясини оламиз

$$S_{ik} = \sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2}.$$

Бу ифодани аниқланувчи пунктларнинг координаталари бўйича дифференциалланиб ва дифференциаллардан якуний микдорларга ўтиб, ушбу функциянинг орттимасини топамиз.

$$f_s = \Delta S_{ik} = - \frac{x_k - x_i}{S_{ik}} \delta x_i - \frac{y_k - y_i}{S_{ik}} \delta y_i + \frac{x_k - x_i}{S_{ik}} \delta x_k + \frac{y_k - y_i}{S_{ik}} \delta y_k,$$

уни шу томон учун тузатмалар тенгламалари

$v_{ik} = c_{ik}\xi_1 - b_{ik}\eta_1 + c_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k + l_{ik}$  кўринишида ёзамиз, лекин ундаги озод хадсиз, яъни вазн функциясини тузамиз

$$f_s = \Delta s_{ik} = -c_{ik}\xi_1 - d_{ik}\eta_1 + c_{ik}\xi_k + d_{ik}\eta_k, \quad (3.5.12)$$

бу ерда  $\xi$  ва  $\eta$ – координаталарга топилган тузатмалар, дм;  $c$  ва  $d$ коэффициентлар тақрибий координатлар бўйича  $\xi = 10\delta x$ ;  $\eta = 10\delta y$ дан фойдаланиб ҳисобланади.

Шу томон дирекцион бурчаги  $\alpha$  учун вазн функцияси  $f_a$ ,

$v_{ik} = -a_{ik}\xi_i - b_{ik}\eta_i + a_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k + l_{ik}$  тузатмалар тенгламалари кўринишига эга бўлади, фақат озод хадларсиз, яъни

$$f_a = \Delta a_{ik} = -a_{ik}\xi_i - b_{ik}\eta_i + a_{ik}\xi_k + b_{ik}\eta_k, \quad (3.5.13)$$

бу ерда  $a_{ik}$ ,  $b_{ik}$  коэффициентлар, кўйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$a_{ik} = -20.6265 \frac{\sin \alpha_{ik}^0}{s_{ik}}; \quad b_{ik} = 20.6265 \frac{\cos \alpha_{ik}^0}{s_{ik}}, \quad (3.5.13a)$$

Нормал тенгламаларни умумий системасида Лозод хадлар графасидан кейин  $\xi_i, \eta_i$  ва  $\xi_k, \eta_k$  тузатмалар олдидаги, квадратик коэффициентли тенгламаларда  $f_s$  ва  $f_a$  функциялар коэффициентларини кўшимча графаси келтирилади. Тескари вазнлар  $1/P_i$  ва  $1/P_a$  нормал тенгламаларини ечиш билан бир вақтда ҳисобланади. Иккинчи ҳолда, нормал тенгламалар системаси, тескари матрицани  $Q = N^{-1}$  ҳисоблаш билан ечилганда, тенглаштирилган абсциссалар  $x$  ва ординаталар тескари вазн тескари матрицанинг  $Q$  диаганал элементларига тенг, яъни

$$\frac{1}{P_{x(1)}} = Q_{ii}; \quad \frac{1}{P_{y(1)}} = Q_{i+1,i+1} \quad (3.5.14)$$

(3.5.14) ифодани (3.5.11) формулага кўйиб, кўйидагини ҳосил қиламиз.

$$m_{x(1)} = \mu \sqrt{Q_{ii}}; \quad m_{y(1)} = \mu \sqrt{Q_{i+1,i+1}} \quad (3.5.15)$$

Ёнма – ён жойлашган ёки ёнма – ён жойлашмаган  $i$  ва  $k$  пунктларини бирлаштирувчи хоҳлаган томоннинг узунлиги  $s_{ik}$  ёки дирекцион бурчагининг  $\alpha_{ik}$  тескари вазни қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$\frac{1}{P_{x(1)}} = f^T Q_{i-k} f, \quad (3.5.16)$$

бу ерда  $f^T$  – қўйидаги кўринишга эга бўлган томон дирекцион бурчаги  $\alpha_{ik}$  ва узунлиги  $s_{ik}$  вазли функциялари коэффициентларининг транспортланган вектор – қаторлари

$$\begin{aligned} f_{a(i-k)}^T &= (-a_{ik} - b_{ik} a_{ik} b_{ik}); \\ f_{a(i-k)}^T &= (-c_{ik} - d_{ik} c_{ik} d_{ik}). \end{aligned} \quad (3.5.17)$$

$a_{ik} b_{ik}$  коэффициентлар (3.5.13а) формула билан,  $c_{ik}$ ,  $d_{ik}$  коэффициентлар эса  $c_{ik} = \frac{x_k^0 - x_i^0}{s_{ik}^0} = \cos \alpha_{ik}^0$ ;  $d_{ik} = \frac{y_k^0 - y_i^0}{s_{ik}^0} = \sin \alpha_{ik}^0$  формула билан ҳисобланади, иккала ҳолатда ҳам пунктларнинг тақрибий координаталаридан фойдаланилади.

$Q_{i-k}$  матрица, тармоқнинг баҳоланувчи томон (диоганали)  $S_{ik}$  боланғич ва охириги  $x_i, y_i, x_k, y_k$  координаталарига мувофиқ келувчи вазли коэффициентлар матрицаси  $Q$  учун умумий бўлган элементлардан шакланади ва у қўйидагича кўринишга эга

$$Q_{i-k} = \begin{bmatrix} Q_{x_i x_i} & Q_{x_i y_i} & Q_{x_i x_k} & Q_{x_i y_k} \\ Q_{y_i x_i} & Q_{y_i y_i} & Q_{y_i x_k} & Q_{y_i y_k} \\ Q_{x_k x_i} & Q_{x_k y_i} & Q_{x_k x_k} & Q_{x_k y_k} \\ Q_{y_k x_i} & Q_{y_k y_i} & Q_{y_k x_k} & Q_{y_k y_k} \end{bmatrix} \quad (3.5.18)$$

(3.5.16) формула орқали  $1/P_F$  тескари вазни ҳисоблаб (3.5.11) формулага қўйиб баҳоланувчи элементнинг ўрта квадратик хатосини топамиз

$$m_{s,a} = \mu \sqrt{f_{s,a}^T Q_{i=k} f_{s,a}}$$

бу ерда  $f_{s,a}$  – тегишлича (3.5.12) ва (3.5.13) вазн функцияси коэффициентларининг вектор устуни [6].

Тенглаштириш ҳисобларини якуний босқичида пунктлар координаталарининг каталоги тузилади, унда томонлар узунлиги ва дирекцион бурчаклар, каталогда ёзилган координаталардан фойдаланиб тескари геодезик масала ечиш йўли билан ҳисобланади.

### **3.6 Тез юрар темир йўл қурилишида геодезик ишларни аниқлигини тадқиқ қилиш.**

Геодезик тармоқлар аниқлигини баҳолаш назарий ва амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга. Бу жараён геодезик тармоқларни лойиҳалаштиришда яъни лойиҳани оптимал вариантини танлашда, ҳамда барпо этиб тенглаштириш пайтида амалга оширилади.

Якуний босқичда бажаралидиган тенглаштириш ҳисоблари, жойда барпо этилган тармоқ ва унинг элементларини аниқлиги тўғрисида энг ишончли маълумотлар беради. Бу маълумотлар геодезик тармоқлардан тўғри фойдаланиб илмий ва халқ хўжалиги масалаларини геодезик усуллар билан ечишда пунктлар координаталари баландликлари, томонлар азимутлари ва масофаларини талаб этилган аниқликда жуда зарурдир.

Геодезик тармоқлар аниқлигини, уларнинг лойиҳалаштириш босқичида баҳолаш жуда муҳим аҳамиятга эга эканлигини айтиб ўтиш лозимдир. Аниқликни баҳолаш туфайли қўйидаги техник ва иқтисодий аҳамиятга эга бўлган масалаларни ечиш имконияти туғилади:

- турли кўринишдаги геодезик тармоқларда пунктлар координаталарини, томонлар азимутларини ва масофаларни узатишда таъсир этувчи ўлчаш хатоликларининг қонуниятларини ўрганиш;
- лойиҳалаштирилаётган тармоқда томонлар узунликлари ва горизонтал бурчакларни ўлчашни талаб этилган аниқлигини ҳисоблаш ва ушбу маълумотлар асосида ўлчаш усулини ва асбобларини танлаш;
- компьютерда моделлаштириш орқали аниқликни баҳолаш асосида, Ернинг сунъий йўлдошларини кузатиш орқали аниқланувчи пунктлар, азимутлар ва унда жойлашган базис томонларини турли

Ўлчашлар билан тармоқни барпо этишнинг энг рационал варианини аниқлаш.

Компьютер дастурлари пайдо бўлишигача геодезик тармоқлар аниқлигини априор баҳолаш тақрибий ифодалар орқали бажарилган, у ўз навбатида барча геометрик ва тармоқдаги ўлчанган миқдорлар орасида коррелацион боғланишларни ҳисобга олмаган, ҳамда тармоқ тўғри шаклдаги геометрик шакллардан ташкил топган деб, фараз қилинган. Шундай камчиликларга эга бўлишига карамай, давлат геодезик тармоқлари аниқлигини априор баҳолаш учун олдин қўлланилган тақрибий формулалар геодезик тармоқларни лойиҳалаш билан боғлиқ бўлган назарий масалаларни ечишда жуда муҳим рол ўйнаган.

Ҳозирги вақтда, геодезик тармоқлар аниқлигини априор баҳолашда, тармоқнинг барча тенглаштирилган элементлари орасидаги геометрик ва коррелацион боғланишларни ҳисобга олган ҳолда энг кичик квадратлар усулида компьютерда бажарилади.

Ҳоҳланган тенглаштирилган элементнинг ўрта квадратик хатосини  $m$  умумий ҳолда иккита қўшилувчилар кўринишида ёзиш мумкин

$$m^2 = m_{\text{бош}}^2 + m_F^2,$$

бу ерда  $m_{\text{бош}}^2$  – бошланғич маълумотлар хатоларининг таъсирини ифодаловчи ўрта квадратик хатолик;

$m_F^2$ - тенглаштирилган миқдор  $F$ – функциясининг ўрта квадратик хатоси, у ушбу ифода ёрдамида топилади

$$m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{p_F}} \quad (3.6.1)$$

бу ерда  $\mu$ – вазн бирлигининг ўрта квадратик хатоси;

$\frac{1}{p_F}$  –  $F$  функциянинг тескари вази.

(3.6.1) формула геодезик тармоқларни лойиҳалашда ва якуний тенглаштиришда пайдо бўладиган барча геометрик шартлар бўйича

ҳисоблашларда қўлланилади. Фақат вазн бирлигининг хатосини аниқлаш усулларида бўлади. Ҳар иккала ҳолатларда ҳам тескари вазн  $1/P_F$  бир хил ҳисобланади ва бир хил қийматларга эга бўла олади. Тармоқни тенглаштиришда вазн бирлигининг хатоси қўйидаги формула билан топилади

$$M = \sqrt{\frac{\sum \rho v^2}{r}} \quad (3.6.2)$$

бу ерда  $v$  тармоқни тенглаштиришдан  $P$  вазнлари билан бевосита ўлчанган миқдорларга (йўналиш, масофа, азимутлар ва х.к) топилган тузатма;  $r$  – тармоқдаги ортиқча ўлчашлар сони. Геодезик тармоқларни лойиҳалаш босқичида вазн бирлигининг хатоси  $\mu$  олдиндан берилади унинг миқдори худди шундай тармоқларни барпо этиш тажрибасидан маълум деб фараз қилинади.

Вазн бирлигининг хатоси  $\mu$  берилганда лойиҳаланаётган геодезик тармоқни ҳар қандай элементларининг аниқлигини баҳолаш масаласи бу элементларнинг тескари вазнларини  $1/P_F$  ҳисоблашга олиб келади. Тармоқ ҳар қандай элементининг тескари вазни тенглаштирилган миқдорлар функцияси  $F$  каби ҳисоблаш учун қўйидагилар зарур: ўлчаниши керак бўлган барча миқдорлар (йўналиш, азимутлар, томонлар узунлиги, базис томонлари ва х.к.) учун тузатмалар тенгламасини тузиш; карталар бўйича аниқланадиган пунктлар тақрибий координаталари бўйича тузатмалар тенгламаларининг коэффицентларини ҳисоблаш; ўлчанадиган ҳар бир миқдор вазнини ўрнатиш; ўлчанадиган миқдорлар вазнларини ҳисобга олиб, тузатмалар тенгламалари коэффицентларининг  $A$  матричасини тузиш, сўнгра маълум қоидага мувофиқ нормал тенгламалар коэффицентларининг  $N$  матричасига ўтиш; тескари матрицани  $Q=N^{-1}$  топиш, яъни вазнли коэффицентлар матричасини ва ундан фойдаланиб  $\frac{1}{P_{xi}} = Q_{ii}$  ва  $\frac{1}{P_{yi}} = Q_{i+1,i+1}$  ёки  $\frac{1}{P_F} = f^T Q_{i-k} f$ , формула орқали тармоқни

хар бир баҳоланувчи элементи тескари вазни  $1/P_F$  ни ҳисоблаш, сўнгра баҳоланувчи элементнинг ўрта квадратик хатосини (3.6.1) бўйича ҳисоблаш мумкин[6].

### **Дальномер блоклари ёрдамида ўлчанган масофалар, тузатмалар ва ўлчаш натижалари.**

Тез юрар темир йўл қурилишида замонавий геодезик асбоблар яъни электрон тахеометр ва Сунъий йўлдошли навигацион тизим GPS приёмниклари қўлланилганлиги сабабли тенглаштиришда умумий ўлчанган масофалардан фойдаландик. Юқорида (3.3) бўлимда электрон тахеометрларнинг светодалномер блоки ва GPS приёмникларининг масофа ўлчаш принципи ва уларга таъсир кўрсатадиган омилларни келтириб ўтдик.

Ушбу келтирилган омилардан келиб чиқган ҳолда ўлчанган масофалар Гаусс – Крюгер проекция текислигига проекцияланиши натижасида масофага тузатмалар қўлланилади ва уни қўйидагича ифодалаш мумкин

$$d = D_0 + \delta_v + \delta_k + \delta_h + \delta_c + \delta_r + \delta_H + \delta_L$$

ёки

$$d = D_0 + \delta_k + \delta_h + \delta_c + \delta_r + \delta_H + \delta_L$$

бу ерда  $D_0$  – Дальномер кўрсаткичи бўйича ҳисобланган масофа

$\delta_v$  – электромагнит тўлқиннинг ҳавода тебраниши тарқалиши

$\delta_k$  - дальномер доимий тузатмаси

$\delta_h$  - ўлчанган масофани горизонтал текисликка ўтказишдаги тузатма

$\delta_c, \delta_r$ - светодалномер ва қабул қилувчи қурилманинг нуқтага марказлаштиришдаги тузатма

$\delta_H$  – ўлчанган масофани референц эллипсоид сиртига ўтказишдаги тузатма



$\delta_L$  – ўлчанган масофани Гаусс – Крюгер проекция текислигига ўтказишдаги тузатма[6].

Баъзи тузатмаларни ҳисоблаганда ўлчанган масофага яқин тузатилган тузатма қабул қилиш керак. Шунинг учун қўйидаги кўрсаткичларни қабул қиламиз.

$$D_I = D_0 + \delta_v + \delta_k = D_v + \delta_k,$$

$$D_{II} = D_I + \delta_h + \delta_c + \delta_r,$$

$$D_{III} = D_{II} + \delta_H,$$

$$d = D_{III} + \delta_L.$$

Ёруғликнинг ҳавода синиши  $n_L$  қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$(n_G - 1) \cdot 10^7 = 2876,04 + \frac{16,288}{\lambda^2} + \frac{0,136}{\lambda^4},$$

$$n_L = 1 + \frac{n_G - 1}{1 + \alpha t} \frac{p}{760} - \frac{55e}{1 + \alpha t} \cdot 10^{-9},$$

Радиотўлқинларнинг ҳавода синиши  $n_R$  қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$\begin{aligned} (n_R - 1) \cdot 10^6 &= \frac{103.49}{T} (p - e) + \frac{86.26}{T} \left( 1 + \frac{5748}{T} \right) e \\ &= \frac{130.49}{T} P + \left( -\frac{17.23}{T} + \frac{495.822}{T^2} \right) e. \end{aligned}$$

Ҳавонинг абсолют намлиги  $e$  қўйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$e = E' + \frac{P}{a} (t_c - t_{ил})(1 + \frac{t_{пл}}{872.8})$$

Агар ёруғликнинг бўшлиқда тарқалиш тезлиги  $c$ , ҳавонинг синиш индекси  $n$ , бўлса электромагнит тўлқинларнинг ҳавода тезлиги қўйидагича бўлади

$$v = \frac{c}{n}.$$

Метрологик тузатмаларни ҳисоблашда қўйидаги мунособатлар фойдали бўлиши мумкин

$$v_0 = \frac{c}{n_0}$$

Асос чизик яъни, вектор узунлигини ўлчаш аниқлиги турли хил факторларга таъсир этиши сабабли, сунъий йўлдошларнинг геометрик жойлашуви, алоқадаги сунъий йўлдошларнинг сони, кузатув давомийлиги, ионосфера ва томосфера, эфемерид хатосининг аниқлигига, ва албатта тармоқни тенглаш муаммосини ечиш сифатига боғлиқ бўлади.

Шундай қилиб, ҳисоблашлар учун қабул қилинган ер эллипсоиди сиртига нисбатан нуктанинг учта координаталарини – кенлиги, узоклиги ва баландлигини аниқлашда хатоликларга йўл қўймаслик учун тўртта йўлдошларгача масофаларни ўлчашга тўғри келади. Юқорида кўриб ўтилган принцилда ҳар бир йўлдошгача масофани аниқлаш унинг координаталарини маълум бўлишини тақозо этади. Бу мақсадда йўлдошлар ўзини жуда баланд орбитасига аниқ чиқарилади. Орбита параметрлари приемникка туширилади ва бу қизиқтирган вақт учун ҳар бир йўлдош ўрнини аниқлаш имконони беради.

24 соат давомида йўлдошлар кузатиш назорат пунктлари устидан икки мартаба учиб ўтади. Бу эса уларнинг ўрни ва тезлигини аниқ назорат қилиш имконини беради. Кузатиш станцияларида аниқланган орбитанинг ўзгариши орқали “эфемерид” хатосини ҳисоблаш имкони туғилади. Ҳисобланган хатолар асосида йўлдош орбитасига тузатмалар аниқланади. Тузатмаларни киритиш билан аниқланган орбита параметрлари йўлдошга узатилади.

GPS ўлчашлар аниқлигига нурни ионосфера ва тропосфералардан ўтиш хатосига қўшимча приёмник хатоси, атрофдаги предметлардан нурни қайтарилиши хатоси ва бошқалар таъсир этади. Бундан ташқари, “геометрик омил”, яъни йўлдошларга қараб йўналишлар орасидаги бурчаклар қиймати ҳам таъсир этади. Бу бурчаклар қанчалик каттароқ бўлса кестирмалар шунча яхши, демак ўлчашлар ҳам аниқ бўлади.

Юқори аниқ геодезик приёмникларда амалда чизикларни ўлчаш аниқлиги қуйидаги даража  $2\text{ мм} + 1 \times 10^{-6} \cdot D$  ни ташкил қилади, бу ерда  $D$  - асос (база) чизигининг узунлиги (5 – 10 км).

Юқорида келтирган GPS ўлчов натижаларини тенглаштирувчи “Leica Geo Offiss” дастурининг алгоритми ёрдамида асос чизикни ўлчаш ва тенглаштириш ёрдамида хатоликлар ва тузатмалар эътиборга олиниб юқори аниқликдаги натижага эришилади.

Тез юрар темир йўл қурилишида яратилган геодезик тармоқни яратишда қўлланилган замонавий геодезик асбоблар эталон базисда метрологиядан ўтказилди. Уларнинг натижалари иловалар бўлимида келтирилган.

## ИЛОВАЛАР

### Leica FlexLine TS02plus тахеометринг техник тавсифлари

№ т/р	Техник тавсифнинг номланиши	Техник тавсифнинг қиймати
<b>Бурчак ўлчаш</b>		
1	Аниқлик	3'' (1 mgon) / 5'' (1.5 mgon) / 7'' (2 mgon)
2	Компенсатор	Тўрт ўқли компенсатор ( on, Off)
<b>Нур қайтаргичгача ўлчанган масофа</b>		
1	Айланма призма диапазони (LeicaGPR1)	3500м
2	Аниқлик TC/power нур қайтаргич (R500)	Стандарт тартиб: 1,5 мм+2,0 ppm, Тез ўлчаш тартиби: 3.0мм +2.0 ppm, Назорат қилиш тартиби 3.0мм+2.0ppm
3	Аниқлик ultra (R1000)	Одатий тартиб: 1,0 мм+1,5ppm, Тез ўлчаш тартиб: 3.0мм +1.5ppm, Назорат қилиш тартиби: 3.0мм+1.5ppm
4	Ўлчаш вақти	2,4 сек.
<b>Қайтаргичсиз масофани ўлчаш</b>		
1	FlexPoint R30/R500/R1000	30м/ >500 м / 1000м
2	Аниқлик	2 мм +2ppm
3	Лазер доғини ўлчами	30м га: тахминан 7мм x 10 мм, 50м га: тахминан 8 мм x 20мм
<b>Сақлаш / маълумот бериш</b>		
1	Ички хотирани кенгайиши	Максимум таянч нуқта 24000, Ўлчаш максимуми 13500

2	Алмашадиган хотира картаси USB	1Гбайт, алоқа тезлиги 1000 нукта/сек.
3	Интерфейсы	Узвий (тезлик 1200 до 115200) USB тип А ва mini B, шнурсиз Bluetooth
4	Маълумот формати	GSI / DXF / LandXML / ASCII
<b>Клавиатура и дисплей</b>		
1	Клавиатура ва дисплей	Доимий рақамли клавиатура, графикли, 160x288 пиксел, ёриткич, 5 ёруғлик босқичи.
2	Жойлашуви	Дисплей I, Дисплей II
<b>Лазерли шовун</b>		
1	Тури	Лазерли нукта, 5та ёруғлик босқичи
2	Марказлаштириш аниқлиги	1,5 м асбоб баландлигида 1,5 мм

**Икки частотали Leica GS-10 маркали GPS приёмнигининг техник тавсифлари.**

<b>№ т/р</b>	<b>Техник тавсифнинг номланиши</b>	<b>Техник тавсифнинг қиймати</b>
1	Радио тўлқин частоталар сони	2 (L1 ва L2)
2	Параллел каналлар сони	14
3	Дифференциал коррекциялашдаги аниқлик	L1 частотада фазали ўлчаш: 10 мм ÷ 2ppm Кодли ўлчашда: ≤ 0.4 м
4	Статикада усулда ўлчанганда ўртача квадратик хатолик	Планда 3 мм + 0.5 ppm Баландлик 6 мм+0.5 ppm
5	Тезлаштирилган статикада усулда ўлчанганда ўртача квадратик хатолик	Планда 5 мм + 0.5 ppm Баландлик 10 мм+0.5 ppm
6	Кинематик усулда ўлчанганда ўртача квадратик хатолик	Планда 10 мм + 0.5 ppm Баландлик 20 мм+0.5 ppm

Тез юрар темир йўл қурилишида яратилган геодезик тармоқда GPS  
ва электрон тахеометр билан ўлчанган масофаларнинг солиштирма  
ведомости.

№ п/п	Пунктлар орасидаги ўлчанган масофа	GPS приёмниги билан ўлчанган масофа S,м	Электрон тахеометр билан ўлчанган масофа S,м	Масофалар фарқи
1	1092 – 9328	1400.334	1400.337	- 0,003
2	9328 – 0199	1792.524	1792.518	0,006
3	9329 - 9330	1111.254	1111.258	- 0,004
4	9330 - 9331	1309.753	1309.746	0,009
5	9332 - 9333	1445,610	1445,616	- 0,006
6	9333 - 9334	1482,001	1481,992	0,009

SOKKIA Электрон тахеометри билан эталон базисда 2 циклда ўлчанган  
масофалар қиймати.

№ п/п	Участка номи	1-чи цикл S,м Куз 2016й.	2-чи цикл S,м Баҳор -2017й.	Масофалар фарқи	$v^2$
1	I-II	288,021	288,007	0.014	0.000196
2	II-III	489,941	489,930	0.011	0.000121
3	III - IV	994,205	994,199	0.006	0.000036
4	IV-V	1498,304	1498,314	0.010	0.000100
5	V-VI	2116,181	2116,189	-0.008	0.000064

LEICA TS-02 Электрон тахеометри билан эталон базисда 2 циклда  
ўлчанган масофалар қиймати.

№ п/п	Участка номи	1-чи цикл S,м Куз 2016й.	2-чи цикл S,м Баҳор -2017й.	Масофалар фарқи	$v^2$
1	I-II	288,013	287,998	0.015	0.000225
2	II-III	489,931	489,919	0.012	0.000144
3	III - IV	994,196	994,186	0.010	0.000100
4	IV-V	1498,291	1498,277	0.014	0.000196
5	V-VI	2116,164	2116,171	-0.007	0.000049

LEICA TS-02 ва SOKKIA электрон тахеометри ўлчанган масофаларнинг  
солиштирма каталоги.

№ п/п	Участка номи	SOKKIA 2 – циклда ўлчанган киймат ўртачаси	LEICA TS-02 2 – циклда ўлчанган киймат ўртачаси	Ўлчанган масофалар фарқи
1	I-II	288,014	288,005	0.009
2	II-III	489,935	489,925	0.010
3	III - IV	994,202	994,191	0.011
4	IV-V	1498,306	1498,282	0.024
5	V-VI	2116,182	2116,163	0.019

GPS приёмниги билан яратилган геодезик таянч нукталарининг  
2 сеанс бўйича аниқланган координаталари (координаталар шартли).

№№ пп	Пункт номи	Координаталар, метрда		Ер сатхи баландлиги, (отметка), м.
		X	Y	
1	Тр.п. Газли	784055.354	630602.046	345.7
2	Тр.п. Узун	797254.555	628946.357	337.5
3	Тр.п. Дарё	788951.253	651479.125	391.8
4	СЙГТ 1092	771568.248	639598.341	336.8
5	СЙГТ 9328	772134.379	640879.134	323.9
6	СЙГТ 0199	773451.787	642094.691	331.2
7	СЙГТ 9329	777701.421	650861.788	333.4
8	СЙГТ 9330	777971.951	652939.630	326.2
9	СЙГТ 9331	778415.901	653171.812	373.8
10	СЙГТ 9332	782986,764	659145,012	369,4
11	СЙГТ 9333	783012,587	660590,391	371,5
12	СЙГТ 9334	783992,908	661701,831	373,4

Электрон тахеометр билан яратилган полигонометрия нукталарининг  
 координаталари (координаталар шартли).

№№ пп	Пункт номи	Координаталар, метрда		Ер сатхи баландлиги, (отметка), м.
		Х	У	
13	п.п.№1028	772978.011	642757.384	329.1
14	п.п.№1029	772478.608	642294.901	327.4
15	п.п.№1030	772846.127	642714.633	371.9
16	п.п.№1031	773181.581	642998.801	382.9
17	п.п.№1032	773802.367	643418.058	377.3
18	п.п.№1033	771224.761	643746.518	371.1
19	п.п.№1034	774471.107	644098.473	376.2



GPS приёмниги билан яратилган геодезик таянч нукталарининг 2 сеанс бўйича аниқланган координаталар фарқи (координаталар шартли).

№№ пп	Пункт номи	Координатлар, метрда 1 сеанс		Координатлар, метрда 2 сеанс		2 сеанс бўйича аниқланган координаталар фарқи, мм	
		Х	У	Х	У	Х	У
1	Тр.п. Газли	784055.358	630602.041	784055.350	630602.051	0,008	-0,010
2	Тр.п. Узун	797254.550	628946.359	797254.560	628946.355	-0,010	0,004
3	Тр.п. Дарё	788951.258	651479.129	788951.248	651479.121	0,010	0,008
4	СЙГТ 1092	771568.246	639598.345	771568.250	639598.337	-0,004	0,008
5	СЙГТ 9328	772134.382	640879.136	772134.376	640879.132	0,006	0,004
6	СЙГТ 0199	773451.783	642094.689	773451.791	642094.693	-0,008	-0,004
7	СЙГТ 9329	777701.425	650861.792	777701.417	650861.784	0,008	0,008
8	СЙГТ 9330	777971.952	652939.628	777971.950	652939.632	0,002	-0,004

9	СЙГТ 9331	778415.906	653171.809	778415.896	653171.815	0,010	-0,006
10	СЙГТ 9332	782986,767	659145,016	782986,761	659145,008	0,006	0,008
11	СЙГТ 9333	783012,586	660590,396	783012,588	660590,386	-0,002	0,010
12	СЙГТ 9334	783992,905	661701,826	783992,911	661701,836	-0,006	-0,010
13	п.п.№1028	772978.018	642757.379	772978.004	642757.389	0,014	-0,010
14	п.п.№1029	772478.612	642294.897	772478.604	642294.905	0,008	-0,008
15	п.п.№1030	772846.131	642714.638	772846.123	642714.628	0,008	0,010
16	п.п.№1031	773181.577	642998.795	773181.585	642998.807	-0,009	-0,012
17	п.п.№1032	773802.361	643418.061	773802.373	643418.055	-0,012	0,006
18	п.п.№1033	771224.768	643746.515	771224.754	643746.521	0,014	-0,006
19	п.п.№1034	774471.113	644098.470	774471.101	644098.476	0,012	0,006

**Leica FlexLine TS02plus тахеометри ва икки частотали Leica GS-10 маркали GPS риёмниги.**



Image courtesy of Leica Geosystems

## Хулоса ва таклифлар

Кейини йилларда юқори аниқликдаги геодезик асбоб-ускуналар, яъни электрон тахеометрлар, электрон теодолитлар ва GPS сунъий йўлдошли қабул қилгич (приёмник)лар, ҳамда нивелирларнинг янги турлари – электрон рақамли нивелирлар ишлаб чиқилди ва улар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилмоқда, иш фаолиятни олиб боришда ташқи муҳитнинг таъсири даражаси ва унинг метеорологик элементларни инобатга олган ҳолда ишни олиб борилса мақсадга мувофиқ саналади.

Замонавий асбоблар (GPS, электрон тахеометрлар) геодезик таянч шахобчаларни ҳосил қилишда ва ҳисоблаш ишларини олиб боришни анча енгиллаштиради, аниқликлар ошади.

Ернинг навигацион сунъий йўлдошлари, GPS навигатор қурилмалари асосий афзаллиги ва ушбу тизимлардан фойдаланиб, нуқталарнинг координаталарини аниқлаш, глобаллик, тезкорлик, оптимал аниқлик ва натижанинг мукамаллиги, ҳамда бир қанча топогеодезик ишларни ҳам бажариш имконини беради.

Яна бир муҳим томони шундаки, анъанавий геодезик ўлчашларни GPS системасининг ўзи амалга оширади.

GPS асбоби нуқталарнинг координаталарини Ер юзасининг ҳохлаган жойида, ҳохлаган вақтда ва турли об-ҳаво шароитида аниқланиши мумкин. Координаталарни топиш аниқлиги -1мм дан 10 м гача бўлиб, GPS асбобининг типига, аниқлигига ва ўлчаш методикасига боғлиқдир. GPS традицион асбоблар ва услублардан қуйидаги кўрсаткичлари бўйича фарқ қилади.

Нуқталар орасида кўриниш бўлиши шарт эмас, ҳамда ушбу асбоб билан хохлаган вақтда, турли жойларда ва ноқулай об-ҳаво шароитларида ҳам ишлаш имконини беради.

Нуқтанинг координаталарини аниқлашда юқори аниқликка эришилади ва координаталарни аниқлашда иш қисқа вақтда юқори тезликда

бажарилади, ҳамда нуқталарнинг планли ва баландликли координаталари биргаликда аниқланади.

Юқорида қайд қилинганимиздай тез юрар темир йўл қурилишидаги геодезик тармоқни яратишда электрон тахеометр ва GPS приёмнигини қўллаш орқали юқори аниқликдаги натижага эришиш мумкинлигини кўрсатди.

Диссертацияда сунъий йўлдош технологияси ёрдамида бажарилган геодезик тармоқнинг дала ишларини математик қайта ишланган натижалари шуни кўрсатадики, ўлчаш ишлари талаб қилинган аниқликни беради. Хусусан ўзаро ўрнини белгилашдаги рухсат этилган хатолик, 10 км масофага 40 мм ни ташкил этади. Аслида ўлчанган хатолик 10 мм ни ташкил қилди. Ушбу маълумотларга таяниб келажакда иноботга олиш керак деган хулосага келдик:

1. Ишлаб чиқилган ва тақдим этилган технология GPS ўлчовларини мавжуд геодезик тармоқни ичида яратилишини таъминлаш, шу билан биргаликда тармоқнинг аниқлигини 3 – 4 баравар оширади ва геодезик таъминланганликни вужудга келади.
2. Локал тармоқни сунъий йўлдошлар тизими билан яратишнинг афзалликларини таҳлил қилинди ва вақтни 3 баравар камайишига эришилди.
3. GPS приёмниклари ва ер усти усулларини (полигонометрия, теодолит йўли ва ҳаказо) комбинациялашган усуллари такомиллаштириш, нафақат қурилиш ҳудудида балки планли тармоқ аниқлигини ошириш балки сунъий йўлдош технологиясини фойдаланиш бўйича чекловни бартараф этиш, яъни шаҳардаги тўсқинликлар ва коинотда сферасида юзага келадиган хатоликларни олдини олиш стратегиясини ишлаб чиқиш.

4. Чизикли транспорт курилишида глобал сунъий йўлдошлар тизимини қўллашнинг ягона усулининг технологиясини ишлаб чиқиш, услубий қўлланма ва йўриқномани тадбиқ этиш.

Ўзбекистон Республикасидаги “Боштранслойтиха” лойихалаш институти темир йўллардаги муҳандислик ишларини бажариб келади. Ушбу усулни биринчилардан бўлиб “Боштранслойтиха” ва Самарқанд “Аэрогеодезия” Давлат унитар корхонаси билан биргаликда амалга оширишди.

Диссертация иши олдига қўйилган мақсад геодезик тармоқни замонавий геодезик асбобларни кенг қўллаб янги усулларини яратиш ва унинг юқори аниқликдаги натижаларига эришишдир. Биз ишонамизки ўз тадқиқотларимиз келажакда кенг қўлланилади деб хулоса қилдик.

## Адабиётлар

1. Каримов И.А. Ўзбекистон ХХІ аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари.-Т.: Ўзбекистон, 1997, 267 б.
2. Каримов И.А. Ўзбекистон буюк келажак сари.-Т.: Ўзбекистон, 1996. б.102.
3. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси (асосий қонуни). Т. Ўзбекистон, 1999
4. Ўзбекистон Республикасининг «Геодезия ва картография тўғрисида» ги қонуни. № 417-1999
5. Авчиев Ш.К. Тошпулатов С.А «Инженерлик геодезияси» ТАҚИ. 2000.
6. Жураев Д. “Геодезик ўлчаш натижаларини математик ҳисоблаш назарияси” Тошкент.2000.
7. Даниленко Т.С “Геодезический работы при создании комплексов инженерных объектов. М., Недра, 1991
8. Бойков В.И., Алексеев Б. Н. О точности одной модификации дифференциального усула определения координат пунктов по наблюдениям навигационных спутников. Геодезия и картография. № 11, 1993.
9. Муравьев А.Б. Гойдишев Б.И “Инженерная геодезия” М.. Недра 1982
- 10.Даниленко Т.С “Геодезический работы при создании комплексов инженерных объектов. М., Недра, 1991
- 11.Инструкция по топографической семке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М6 Недра, 1982

### **Интернет сайтлари:**

1. [mailto: site@tikhvin. org](mailto:site@tikhvin.org)
2. [www.gov.uz/Ergeodezkadastr](http://www.gov.uz/Ergeodezkadastr) - Ўзбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри Давлат кумитаси
3. <mailto:apex@apex-realty.ru>
4. Modeling Land-Use and Land-Cover Changes
5. ZIYO.net Internet sayti.
6. <http://www.gisa.ru>
7. <http://gis-lab.info>
8. <http://www.geospatialworld.net>
9. <http://www.gisig.it/best-gis/Guides/main.htm>