

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ
ՆԱՄԱՆՍԱՐԱՆ

Վյաչեսլավ Ավագյան
Նովսեփ Պետրոսյան
Պարույր Էֆենդյան

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԳԵՈՂԵԶԻՎ

շինարարական
արտադրության
գեոդեզիական
ադաիությունը

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Վ. Ավագյան, Հ. Պետրոսյան, Պ. Էֆենդյան

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԳԵՈՂԵԶԻԱ

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄԸ

(մենագրություն)

ԵՐԵՎԱՆ
ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

2026

ՀՏԴ 528.48(075.8)

ԳՄԴ 26.117g73

Ա. 770

*Հրատարակության է երաշխավորել
ԵՊՀ գիտական խորհուրդը:*

Գիտական խմբագիր՝ տեխ. գիտ. դոկտոր Հ. Ս. Պետրոսյան
Գրախոսներ՝ տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Պ. Վ. Համբարձումյան
տեխ. գիտ. դոկտոր, դոցենտ Մ. Ռ. Վարդանյան
տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ Խ. Ա. Ղազեյան
տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ Ե. Հ. Հայրապետյան

Ավագյան Վ. Վ., Պետրոսյան Հ. Ս., Էֆենդյան Պ. Ս.

Ա. 770 Կիրառական գեոդեզիա. շինարարական արտադրության գեոդեզիական ապահովումը (մենագրություն) / Վ. Վ. Ավագյան (գլուխ 2, 5, 9), Հ. Ս. Պետրոսյան (գլուխ 1, 3, 4), Պ. Ս. Էֆենդյան (գլուխ 6, 7, 8).- Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2026, 588 էջ:

Մենագրությունում ներկայացված են տեղեկություններ Ազգային գեոդեզիական ցանցի (ԱԳՑ) հիմնակետերի, դրանց տեղադրման կարգի ու դիտարկման տևողության մասին: Մանրամասնորեն անդրադարձ է կատարված ՀՀ բարձունքային ցանցի ստեղծման, հավասարակշռման, ճշտության աստիճանի գնահատման հարցերին:

Ներկայացված են ինժեներական կառույցների հետազոտման, կառուցման ու շահագործման ընթացքում ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքների կատարման տեսական հիմունքները, տեխնիկական ու տեխնոլոգիական մեթոդները, ինչպես նաև նոր չափիչ գործիքների, արբանյակային գեոդեզիական ընդունիչների, էլեկտրոնային տախտմետրերի, թվային նիվելիրների, ինչպես նաև չափումների արդյունքների հաշվարկման ու մշակման ծրագրերի ներդրմանն առնչվող արդի պահանջները:

Մենագրությունը հասցեագրվում է բարձրագույն ու միջին մասնագիտական ուսումնական հաստատությունների «Կիրառական գեոդեզիա», «Քարտեզագրություն և կադաստրային գործ» մասնագիտությունների ուսանողներին, ինչպես նաև արդյունաբերության տարբեր ճյուղերում գեոդեզիական աշխատանքներ կատարողներին:

ՀՏԴ 528.48(075.8)

ԳՄԴ 26.117g73

ISBN 978-5-8084-2739-6

<https://doi.org/10.46991/YSUPH/9785808427396>

© ԵՊՀ հրատ., 2026

© Ավագյան Վ. Վ., Պետրոսյան Հ. Ս., Էֆենդյան Պ. Ս., 2026

ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՑ

«Գեոդեզիա» առարկան դասավանդվում է հանրապետության տարբեր ուսումնական հաստատություններում՝ Երևանի պետական, Հայաստանի ազգային ագրարային, Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարաններում, Երևանի, Գյումրու, Վանաձորի, Աբովյանի, Կապանի ագրարային և շինարարական, Երևանի հումանիտար տեխնիկական քոլեջներում ու Վ. Սարգսյանի անվան ռազմական համալսարանում:

Հայաստանի Հանրապետությունում հայերենով հրատարակված դասագրքերը հիմնականում ընդգրկում են ցածրագույն գեոդեզիան (տեղագրությունը), սակավ են կիրառական գեոդեզիային նվիրված դասագրքերն ու ուսումնական ձեռնարկները: Չնայած դրան՝ վերջիններս մեծ դեր են խաղացել Հայաստանում բարձրորակ մասնագետներ պատրաստելու գործում: Սակայն հրատարակություններից անցել են տարիներ, և աշխարհում գիտության ու տեխնիկայի արագ զարգացմանը զուգընթաց գեոդեզիայի ու քարտեզագրության բնագավառում ներգրավվել են ժամանակակից արբանյակային ու էլեկտրոնային տեխնոլոգիաներ, թվային գեոդեզիական գործիքներ ու սարքավորումներ, օդատիեզերական միջոցներ ու պատկերամուտներ (սկաներներ), թվային երկչափ ու եռաչափ հատակագծերի ու քարտեզների ծրագրային փաթեթների մշակումն աշխարհագրատեղեկատվական ու նավարկման (նավիգացիոն) տեխնոլոգիաների ներդրման հնարավորություններ:

Ելնելով վերոգրյալից՝ անհրաժեշտություն է առաջացել ուսումնական հաստատությունների ուսումնական ծրագրերը բարեփոխելու, ուսանողներին, գեոդեզիայի ու քարտեզագրության բնագավառի աշխատողներին ապահովելու նոր գրականությամբ:

Ընթերցողների ուշադրությանը ներկայացվող աշխատության մեջ առաջին անգամ հայերենով բավականին մեծ ծավալով ու բովանդակությամբ շարադրված են տեղեկություններ գեոդեզիայում գործածվող կոորդինատային համակարգերի, ՀՀ պետական, ազգային, բարձունքային ու հատուկ նշանակության գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի կոորդինատների հաշվարկման, ճշտության աստիճանի գնահատման վերաբերյալ: Արբանյակային ու էլեկտրոնային արդի տեխնոլոգիաներով ներկայացված է Համաշխարհային WGS-84 կոորդինատային համակարգում հանրապետության գեոդեզիական նոր ցանցը: Նշված տեղեկատվությունները ելային հիմք են շինարարական արտադրությունում գեոդեզիական նշահարման արտաքին ու ներքին ցանցերի ստեղծման համար:

Գրքում ներկայացված են ինժեներական կառույցների հետազննման, կառուցման ու շահագործման ընթացքում ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքների կատարման տեսական հիմունքները, տեխնիկական ու տեխնոլոգիական մեթոդները, ինչպես նաև նոր չափիչ գործիքների, արբանյակային գեոդեզիական ընդունիչների, էլեկտրոնային տախտմետրերի, թվային նիվելիրների, ինչպես նաև չափումների արդյունքների հաշվարկմանն ու մշակման ծրագրերի ներդրմանն առնչվող արդի պահանջները:

Գրքում անդրադարձ է կատարված շինհրապարակների, գծային ենթակառուցվածքների, հիմնային գեոդեզիական ցանցերի, շինարարական նշահարման ու կառույցների շահագործման ընթացքում դրանց հիմքերի ու առանձին կոնստրուկցիաների տեղաշարժերի հետազոտությունների որոշման համար ստեղծվող ցանցերին, դրանց ճշտության գնահատման մեթոդներին, գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի հիմնակետերի տեսակներին, գեոդեզիական գործիքների ընտրությանը, չափման եղանակներին ու դրանց մշակման համար անհրաժեշտ ծրագրային ապահովման միջոցներին, որոնք ՀՀ-ում համապատասխանում են Կադաստրի ու Քաղաքաշինության կոմիտեներում ներկայումս գործող օրենքներին, հրահանգներին ու իրավական այլ ակտերի պահանջներին:

Շնորհակալություն ենք հայտնում ԵՊՀ, ինչպես նաև աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի գիտական խորհուրդներին՝ գիրքը հրատարակման երաշխավորելու համար:

Հաշվի առնելով այն, որ առաջին անգամ նման ծավալի ու բազմազան թեմաների ընդգրկմամբ հայերեն գիրքը չի կարող գերծ լինել թերություններից ու բացթողումներից՝ հեղինակները շնորհակալությամբ կընդունեն բոլոր դիտողություններն ու առաջարկությունները:

ՆԵՐԱՄՈՒԹՅՈՒՆ

Ներկայումս գեոդեզիական արտադրության առանձնահատկությունը բնութագրվում է էլեկտրոնային արդի չափիչ գործիքների ներդրմամբ, մասնավորապես արբանյակային ընդունիչների ու էլեկտրոնային տախտմետրերի լայն տարածմամբ: Երկրաչափական նիվելիրացումն ավելի հաճախակի իրականացվում է թվային (էլեկտրոնային) նիվելիրներով, իսկ տեղագրական հանույթները կատարվում են ավտոմատացված օդանկարահանման (աերոֆոտոհանման) համալիր սարքերով ու սարքավորումներով: Դաշտային չափումների արտադրության արդյունքում ստացված ամբողջ տեղեկատվությունը մշակվում է համակարգչային հատուկ ծրագրերով, որոնք պարտադիր են էլեկտրոնային չափիչ գործիքների կիրառման համար:

Գեոդեզիական չափումների գործընթացի ժամանակակից տեխնիկայի ներդրումները հանգեցրին ինժեներագեոդեզիական խնդիրների լուծման տեխնոլոգիայի, գեոդեզիական կառույցների սխեմաների, հետևաբար գեոդեզիական չափումների արդյունքների մշակման տեխնոլոգիայի փոփոխությանը:

Գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգերի (GNSS) տեխնոլոգիաների ներդրումը հանգեցրել է գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի կառուցման խնդրի էական պարզեցմանը: Կետերի տարածական (կամ գեոդեզիական) կոորդինատները ներկայումս որոշվում են՝ համեմատելով դրանք հիմնային ցանցի ելային հիմնակետերի կոորդինատների հետ՝ որոշվող ու ելային հիմնակետերում մի խումբ արբանյակների պարզ դիտարկումներով: Այսպիսով՝ եռանկյունավորման եղանակով գեոդեզիական ցանցերի կառուցման տեսակները, բնականաբար, եռանկյունավորման ցանցերի հաշվարկների ու հավասարակշռման մշակույթը կորցրել են իրենց գործնական արժեքը:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի համատարած ներդրումը ինժեներական գեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում հանգեցրել է գծային չափումների զգալի պարզեցման, արագացման ու ծախսերի կրճատման: Ներկայումս հարաբերական սխալներով գծաչափումը նույնքան հեշտ է, որքան անկյունաչափումը: Բնականաբար, չափման տեխնիկայի նման փոփոխությունները հանգեցրին գեոդեզիական սխեմաներում նշանների տեսակների կառուցման հիմնարար փոփոխությունների: Գծային չափումների ժամանակակից մեթոդների արդյունավետությունը նպատակահարմար է դարձնում գծաանկյունային, ինչպես նաև զուտ գծային սխեմաների չափումը, որոնց իրականացումը պահանջում է չափումների արդյունքների մշակման ու հավասարակշռման մեթոդների վերանայում:

Ինժեներագեոդեզիական ցանցերը հիմնականում 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի ցանցերն են: ՀՀ ԿՀ 11-101-2006-ում 2-րդ կարգի ցանցերը բացառություն են որպես կառուցապատված տարածքներում գեոդեզիական հիմնավորում: Մեծ տարածքներում ինժեներագեոդեզիական ցանցերը հազվադեպ կարող են պահանջել 3-րդ կարգի ու նույնիսկ ավելի հազվադեպ՝ 2-րդ կարգի կառուցումներ: Դա նշանակում է, որ երկրաչափական պատկերների կողմերի երկարությունները երկրի մակերևույթին հազվադեպ գերազանցում են 5 կմ-ը: Այսպիսով՝ ինժեներագեոդեզիական սխեմաների մեծ մասը կունենա 5 կմ հեռավորության վրա գտնվող կողմերով պատկերներ, և դրանք պարզ գծանկյունային կառուցվածքներ են՝ պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կամ եռանկյունավորման կամ տրիլատերացիայի եղանակներով կառուցված եռանկյան ու երկրաչափական տարրական այլ պատկերների տեսքով:

Նման կառույցներում գծային ու անկյունային չափումների ճշտությունը որոշվում է նորմատիվ փաստաթղթերով կամ հաշվարկվում է՝ ելնելով դրա նշանակությունից: Ինչ վերաբերում է ինժեներագեոդեզիական կառուցվածքների մշակման ու հավասարակշռման հարցերին, ապա դրանք յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքում լուծվում են անհատական՝ ելնելով ցանցի նպատակից, դրա կառուցման տեխնոլոգիայից ու համապատասխան ծրագրային ապահովության առկայությունից:

Ամեն դեպքում անհրաժեշտ է ընտրել որոշման տնտեսապես առավել արդյունավետ ու պարզ մեթոդներ, որոնք չեն խեղաթյուրում չափման արդյունքները:

Առաջին հերթին անհրաժեշտ է հրաժարվել ինժեներագեոդեզիական կառուցվածքների հավասարակշռման «խիստ» ֆորմալ պահանջների դոգմատիկ պահպանումից: Մա արդարացված է, քանի որ, այս պահանջներին երբեք չեն հետևել արտադրության մեջ, որովհետև հաշվի չեն առնվել ելային տվյալների սխալների համակարգված հետևանքները, ինչպես նաև աշխատանքի պայմանների տարբեր պատճառներով չափումների անճշտությունը: Որոշ կառույցների սխեմաներ (օրինակ՝ փակ եռանկյան եղանակով պատկերները) ավելի հեշտ ու նպատակահարմար է ուղղակիորեն հավասարակշռել շինհրապարակում աշխատանքի ընթացքում՝ առանց բարդ հաշվարկների դիմելու:

Ակնառու է այն, որ օգտակար է ճշտության հաջորդական մոտարկումների մեթոդի իրականացումը, երբ հավասարեցման հաշվարկները կատարվում են երկու փուլով: Առաջին փուլում հավասարակշռվում են դիրեկցիոն անկյունները: Այդ նպատակների համար հաշվի են առնվում անկյունային պարամետրերը (անկյունները, դիրեկցիոն անկյունները, ուղղությունները,

բայց եթե անկյունները հավասարեցված չեն, ապա՝ հորիզոնները): Երկրորդ փուլում չափված արժեքներ են նախկինում հավասարակշռված դիրեկցիոն անկյունները: Այս մոտեցումը մեծապես պարզեցնում է հավասարակշռման հաշվարկները: Այն իրեն արդարացնում է 2-րդ ու 3-րդ դասերի եռանկյունավորման ցանցերը հավասարակշռելիս, առավել ևս թույլատրելի է ինժեներագետեզիական ցանցերում հաշվարկների հավասարակշռման համար:

Ժամանակակից ինժեներագետեզիական 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի ցանցերում առկա է համակարգերի, պատկերների ու կառուցումների լայն տեսականի: Այս հանգամանքը ստիպում է հրաժարվել հավասարեցման միասնական, համընդհանուր մեթոդի ընտրությունից: Տարբեր տեսակների համակարգերի ու թվերի համար պետք է ընտրել տարբեր, ամեն դեպքում՝ ամենառացիոնալ ու ճշգրիտ մեթոդները: Այս մոտեցումը հիմնավորված է եռանկյունաչափական լոկալ ցանցերում յուրաքանչյուր դեպքի համար խնդիրների լուծման պարզեցմամբ հաշվարկների համար: Այն արդարացված է նաև գետեզիական արտադրության մասնագետների պատրաստման գործընթացում հավասարակշռման հաշվարկների էությունը պարզաբանելու համար: Հասկանալի է, որ ավելի ռացիոնալ է կատարել գետեզիական բարդ ու ընդարձակ նշանների կառուցման հաշվարկներ՝ կիրառելով համընդհանուր ծրագրերի ու քայլաշարերի (ալգորիթմների) վրա հիմնված ժամանակակից ծրագրեր:

Նախնական մշակումն իրականացվում է հավասարակշռման հաշվարկների համար դաշտային տվյալները նախապատրաստելու ու չափումների արդյունքների որակը ստուգելու նպատակով: Հիմնային, նշահարման ու հանութային ցանցերի ստեղծման համար օգտակար նյութեր կարող են լինել արբանյակային որոշումների կամ գծաանկյունային կառուցվածքների տվյալների արդյունքները: Արբանյակային չափումների արդյունքները ընդունիչ սարքավորումներից տեղափոխվում են համակարգիչներ և մշակվում համապատասխան ծրագրային ապահովման միջոցով, այլ կերպ ասած՝ չափումների նախնական մշակում չի պահանջվում:

Գծաանկյունային կառուցումներ են ինժեներագետեզիական աշխատանքներ իրականացնելիս պոլիգոնոմետրիայի կամ գծաանկյունային ցանցերը, ինչպես նաև 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի տրիլատերացիան: Հետևաբար նման կառուցվածքներում չափումների արդյունքները պետք է նախնական մշակման ենթարկվեն, որը սխեմաներում ներառում է.

- գետեզիական կետերի կենտրոնների հորիզոնական ուղղությունների ու գծերի երկարությունների ռեդուկցիային առնչվող հաշվարկներ,

- գծերի երկարությունների բերում ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթին՝ հաշվելով գծերի ռեդուկցիան Գավուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա,
- պոլիգոնոմետրիական կամ գեոդեզիական այլ կառույցների հիմնակետերի աշխատանքային կոորդինատների հաշվարկ,
- գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի աշխատանքային բարձրությունների հաշվարկներ:

Նախնական մշակումն իրականացվում է տվյալ տարածաշրջանի համար ընդունված կոորդինատային ու բարձունքային համակարգերում և պարունակում է հետևյալ աշխատանքները.

- դաշտային նյութերի կրկնակի ստուգում ու այբբենական կարգով հիմնակետերի ցուցակի կազմում,
- կողմերի մոտավոր երկարությունների ու հիմնակետերի կոորդինատների հաշվարկ ու ցանցի աշխատանքային սխեմայի կազմում,
- չափված ուղղությունների ու հեռավորությունների քարտերի կազմում,
- վերազանցումների ու բարձրությունների հաշվարկման տեղեկագրերի կազմում,
- չափված ուղղությունների ու հեռավորությունների բերումը հիմնակետերի կենտրոններ,
- կողմերի ռեդուկցիան միջին մակարդակային մակերևույթին,
- վերազանցումների հաշվարկ ու բարձունքային նիշերի հավասարակշռում,
- չափված ուղղությունների ու հեռավորությունների բերումը Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա,
- ստուգողական հաշվարկներ ու նախնական մշակման նյութերի համակարգում:

Այստեղ պետք է նշել, որ լեռնային տարածաշրջաններում ուղղաձիգի մեծ շեղումների ու թեքման մեծ անկյունների առկայության դեպքում նախնական մշակումը լրացվում է՝ հարաբերական մակերևույթի վրա ուղղությունների ու հեռավորությունների բերման համար մտցնելով ուղղման գործակիցներ: Դա պահանջում է հետևյալ հաշվարկները.

- հիմնակետերում ընդունել ռեֆրակցիայի (լուսաբեկման) ուղղաձիգի ուղղումների միասնական գործակիցը,
- որոշված ռեֆրակցիայի գործակցով չափված վերազանցումների ուղղում,
- հիմնակետերում ուղղագծի շեղումների բաղադրիչների հաշվարկը:

Այստեղ ենթադրվում է, որ հայտնի են ելակետային գծի շեղումները: Բոլոր հաշվարկները պետք է կատարվեն կրկնակի, եթե այլ բանաձևերով հաշվարկների անկախ ստուգումներ չկան:

Հաշվողական աշխատանք կազմակերպելիս շատ կարևոր է ապահովել հաշվարկների արդյունքների պահանջվող ճշտությունը, մոտավոր բանաձևերի կիրառման հնարավորությունն ու նշանակալի թվային արժեքների անհրաժեշտ քանակի պահպանումը: Բոլոր դեպքերում կլորացման ու բանաձևերի անճշտությունների պատճառով հաշվարկներում ներկայացված սխալները չպետք է ազդեն վերջնական արդյունքների ճշտության վրա և պետք է լինեն դաշտային չափումների համապատասխան տարրերի ՄՔՄ-ից մեկ կարգով պակաս: Այլ կերպ ասած՝ հորիզոնական անկյունների ու գծերի երկարությունների հաշվարկները պետք է կատարվեն անկյունների ու գծերի չափման միավորի $0,1 \div 0,2$ սխալի կլորացմամբ: Այսպիսով՝ 4-րդ դասի պոլիգոնոմետրիայում անկյունները չափում են $\pm 3''$ ՄՔՄ-ով, անկյունների արժեքները պետք է հաշվարկվեն մինչև $0,1''$: 1-ին ու 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիայում անկյունների չափման սխալը համապատասխանաբար $5''$ ու $10''$ է, այսինքն՝ կարելի է սահմանափակվել ամբողջական վայրկյաններով: Այնուամենայնիվ, հաշվի առնելով, որ դիրեկցիոն անկյունները կոորդինատների ցանկերում տրվում են $0,1''$, իսկ կոորդինատների արժեքները՝ մինչև $0,001$ մ ճշտությամբ, հետևաբար դրանց միջև պետք է լինի խիստ համապատասխանություն, անկյունների արժեքները 1-ին ու 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիայում նույնպես պետք է հաշվարկվեն մինչև $0,1''$ ճշտությամբ:

Ինժեներագեոդեզիական կառույցներում գծերի երկարությունը չափվում է էլեկտրոնային տախտմետրերով $5-10$ մ սխալով: Հետևաբար դրանց արժեքները պետք է հաշվարկվեն $0,5-1$ մ ճշտությամբ:

Անկյունների ու գծերի ուղղումների հաշվարկը պետք է իրականացվի նշանի մեկ ավելի ցուցիչի պահպանմամբ՝ հիմնական մեծությունների հաշվարկների հետ համեմատմամբ, այսինքն՝ անկյունների ուղղումների հաշվարկները՝ մինչև $0,01''$, ու գծային ուղղումները՝ մինչև $0,1$ մ: Համապատասխան տարրերում փոփոխություններ մտցնելիս դրանք կլորացվում են համապատասխանաբար մինչև $0,1''$ ու 1 մ:

ԳԼՈՒԽ 1

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆ ՈՒ ԴՐԱՆՑ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ

1.1. Հայաստանի Հանրապետության պետական գեոդեզիական ցանց

Գեոդեզիան պատկանում է երկրի մասին գիտությունների թվին: Գեոդեզիան երկրագնդի ծանրաչափական դաշտի, Երկրի մակերևույթի ու տարածական օբյեկտների կոորդինատների ու բարձունքային նիշերի, ինչպես նաև ժամանակի ընթացքում նշված կոորդինատների ու բարձունքային նիշերի փոփոխությունները որոշելու գիտական, տեխնիկական, արդյունաբերական ու այլ գործունեությունների ընթացքում ծագող հարաբերությունների ոլորտ է [1]:

Գեոդեզիան հնագույն գիտություններից մեկն է: Հունարեն «գեոդեզիա» բառը թարգմանվում է «երկրաբաշխում»: Դա նշանակում է, որ գիտությունն առաջացել է մարդկանց գործնական պահանջները բավարարելու նպատակով՝ հողակտորների չափերի, դրանց դասավորության մասին գաղափար ստանալու համար: Միննույն ժամանակ գեոդեզիան կարելի է համարել երիտասարդ գիտություն, որովհետև այն իր զարգացման ընթացքում անընդհատ կատարելագործվում է՝ հենվելով մաթեմատիկայի, ֆիզիկայի, ռադիոտեխնիկայի, քվանտային էլեկտրոնիկայի, հաշվիչ տեխնիկայի և այլ գիտությունների նորագույն նվաճումների վրա:

Գեոդեզիան սերտորեն առնչվում է երկրի մասին մյուս գիտություններին՝ աշխարհագրությանը, գեոմորֆոլոգիային, գեոֆիզիկային ու առանձնապես աստղագիտությանը, որի օգնությամբ որոշվում են երկրագնդի մակերևույթի վրա գտնվող կետերի աշխարհագրական կոորդինատները:

Վերջին տասնամյակներում գեոդեզիան մասնակցում է Երկրի շուրջ արհեստական արբանյակների արձակմանն ու դրանց միջոցով գիտական ու գործնական տարբեր խնդիրների լուծմանը: Այսպիսով՝ գեոդեզիան զարգանում է մարդկության պատմության զարգացման հետ մեկտեղ, և ներկայումս այդ գիտությունը լայն իմաստով ընդգրկում է գիտատեխնիկական մի շարք ինքնուրույն ճյուղեր:

1. Բարձրագույն գեոդեզիայի հիմնական խնդիրներն են երկրի ձևի ու չափերի որոշումը, ինչպես նաև երկրագնդի մակերևույթի վրա բարձր ճշտության պետական գեոդեզիական ցանցերի ստեղծումը:

2. Քարտեզագրությունը զբաղվում է այն մեթոդների ու գործառնությունների ուսումնասիրությամբ, որոնք հնարավորություն են տալիս պատկերելու հարթության վրա մեծ տարածություններ զբաղեցնող մակերեսներ, այսինքն՝ ստանալու թեմատիկ քարտեզներ:

3. Տեղագրությունը (առաջացել է հին հուն.՝ τόπος – տեղ ու γράφω – գրություն) գիտական ճյուղ է, որն ուսումնասիրում է տեղանքի աշխարհագրական ու երկրաչափական տարրերը պատկերելու մեթոդները՝ վերգետնյա, օդային կամ երկրի հեռահար զոնդավորման հետազոտական աշխատանքների հիման վրա տեղագրական քարտեզներ ու հատակագծեր ստեղծելու մասին:

4. Երկրատեղեկատվական համակարգերում (ԵՏՀ) ներառվում են կադաստրային (իրավական) ու տեղագրական (ֆիզիկական) քարտեզների ու հատակագծերի համադրված, ինչպես նաև ստորգետնյա հաղորդակցուղիների տվյալները: ԵՏՀ-ն քարտեզագրական հիմք է, որն անհրաժեշտ է պետական կառավարման, տեղական ինքնակառավարման մարմիններին (ՏԻՄ) ու մասնավոր հատվածին՝ տնտեսության կառավարման բնագավառի խնդիրներն արդյունավետ լուծելու համար: ԵՏՀ բազային տվյալները ստեղծվում են ժամանակակից գեոդեզիական գործիք-սարքավորումների միջոցով՝ օգտագործելով ստեղծված տվյալների մշակման համար համապատասխան ծրագրային փաթեթներ:

5. Բնօժենքական գեոդեզիան վերջին տասնամյակների ընթացքում կազմավորվել է որպես ինքնուրույն գիտություն: Դա լայնորեն կիրառվում է երկրի տնտեսության բազմաթիվ ճյուղերում՝ լեռնային գործում օգտակար հանածոների հետազոտման ու արդյունահանման ժամանակ, գյուղատնտեսության ու անտառատնտեսության մեջ հողաբարելավման ու կադաստրային աշխատանքների ժամանակ: Բնօժենքական գեոդեզիան մեծ դեր է խաղում տարբեր տիպի կառուցվածքների՝ ավտոմոբիլային ճանապարհների ու երկաթուղային գծերի, կամուրջների, թունելների, ջրանցքների, ամբարտակների, օդանավակայանների, քաղաքացիական ու արդյունաբերական շենքերի, բարդ ու հատուկ նշանակություն ունեցող տարատեսակ օբյեկտների (արագացուցիչների, ռադիոդիտակների և այլն) նախագծման, կառուցման ու շահագործման ժամանակ:

Բացի վերը թվարկվածներից՝ գեոդեզիան մեծ նշանակություն ունի երկրի պաշտպանությանն ու անվտանգությանն առնչվող խնդիրների լուծման գործում [27]:

ՀՀ պետական գեոդեզիական պլանային ցանցի կառուցվածքը: ՀՀ պետական գեոդեզիական ցանցը (ՊԳՑ) ստեղծվել է 1932-1990-ական թթ. ընթաց-

քում նախկինում գործող հրահանգների պահանջներով՝ դառնալով ԽՍՀՄ գեոդեզիական ընդհանուր ցանցի մի մասը:

ԽՍՀՄ փլուզումից հետո՝ վերջին 10-14 տարիների ընթացքում, բնագավառը զարգացում չի ապրել տնտեսական ու կազմակերպչական-կառուցվածքային բնույթի փոփոխությունների հետևանքով:

Որպես ՊԳՑ ծառայում էր 2-րդ, 3-րդ ու 4-րդ դասերի գեոդեզիական հիմնակետերից կազմված համակարգը, որի կոորդինատները որոշված էին 1942 թ. կոորդինատային համակարգում՝ Կրասովսկու ռեֆերենց էլիպսոիդի վրա.

- պետական գեոդեզիական ցանցը ստեղծվել է 1936-1984 թթ. հին տեխնոլոգիաներով ու գործիքներով [49], վերջին 15 տարիների ընթացքում այն չի վերանայվել, որի հետևանքով ոչնչացել է կետերի մի մասը (մոտ 15 %),

- 1988 թ. երկրաչափի հետևանքով ձևախախտվել է Հայաստանի հյուսիսային մասի գեոդեզիական ցանցը,

- պետական գեոդեզիական ցանցի բարձր ճշտություն ունեցող կետերը տեղադրված են հիմնականում բարձր լեռնային տարածքներում, և դրանցից օգտվելը կապված է լուրջ դժվարությունների հետ. պահանջվում են տրանսպորտային զգալի ծախսեր ու աշխատաժամանակի վատնում:

Ելնելով վերը նշվածից՝ 2001 թ. ուսումնասիրվել են ՀՀ տարածքում նախկինում կատարված ՊԳՑ ստեղծման բոլոր նախագծերը, սխեմաները, հաշվետվություններն ու գոյություն ունեցող պետական գեոդեզիական ցանցի կետերի կոորդինատների ցանկերը: Ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ 1956-1984 թթ. ընթացքում ՀՀ տարածքում 1942 թ. կոորդինատային համակարգում ստեղծվել են եռանկյունավորման ու պոլիգոնոմետրիական եղանակներով հետևյալ պետական գեոդեզիական ցանցի կետերը՝ ըստ դասերի, որոնց արդյունքները տրված են Աղյուսակ 1.1-ում:

Աղյուսակ 1.1.

ՀՀ պետական գեոդեզիական ցանցի ստեղծման ցուցանիշները՝ ըստ 1954-1961 թթ.

պետական գեոդեզիական ցանցի ստեղծման դրույթների

Հ/հ	Պետական գեոդեզիական ցանց	Եռանկյունավորում			Ոչնչացված կետերը՝ արտահայտված %-ով
		Հետագու-ված կետերի քանակ	Պահպանված կետերի քանակ	Ոչնչացված կետերի քանակ	
1	1-ին դաս	180	170	10	5.5
2	3-րդ դաս	297	274	23	7.7
3	4-րդ դաս	416	361	55	13.2
4	3-4-րդ դասեր	460	316	144	31.3
Ընդամենը		1353	1121	232	17.1

Բացի ՊԳՑ-ից՝ հանրապետության տարածքում տարբեր նպատակներով՝ տեղագրագեոդեզիական, ինժեներահետազոտական, գեոդինամիկական պոլիգոնների ստեղծման, սողանքների ուսումնասիրման համար ստեղծվել են 1-ին, 2-րդ, 3-րդ ու 4-րդ դասերի հատուկ ցանցեր (Աղ. 1.2):

Այսպիսով՝ դաշտային հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ ՀՀ տարածքում ֆիզիկապես առկա ու ավանդական եղանակներով ստեղծված 2236 հիմնակետից պահպանվել է 1754-ը, ոչնչացվել՝ 482-ը, որը կազմում է ընդհանուր ցանցի 21.4 %-ը: Սակայն գեոդեզիական ցանցի ֆիզիկական առկայությունից բացի՝ անհրաժեշտ է ապահովել նաև դրա ճշտության աստիճանը: Բացի դրանից՝ գոյություն ունեցող գեոդեզիական ցանցի ստեղծման համար ժամանակին ֆինանսական մեծ ծախսեր են կատարվել, և ցանցն իր ճշտության աստիճանով բավարարել է տվյալ ժամանակի պահանջները [49]: Ներկայումս այն նույնպես տեղագրական տարբեր մանր մասշտաբների հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման համար կարող է լինել որպես հիմք, իսկ ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների համար՝ որպես ելակետ: Ելնելով վերը նշվածից՝ անհրաժեշտություն է առաջացել ցանցի ճշտության աստիճանը գնահատելու համար կատարելու դիտարկման աշխատանքներ՝ օգտագործելով ժամանակակից արբանյակային դիրքորոշման GPS ընդունիչներ [24]:

Աղյուսակ 1.2.

ՀՀ գեոդեզիական հատուկ ցանցի ստեղծման ցուցանիշները

Հ/հ	«Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՓԲԸ-ի կողմից ստեղծված ցանց	Հետազոտված կետերի քանակ	Պահպանված կետերի քանակ	Ոչնչացված կետերի քանակ	Ոչնչացված կետերը՝ արտահայտված %-ով
1	1-ին դասի հատուկ ցանց	78	63	15	19.2
2	2-րդ դասի հատուկ ցանց	90	83	7	7.8
3	3-րդ դասի հատուկ ցանց	75	60	15	20
4	4-րդ դասի հատուկ ցանց	497	287	210	42.3
5	4-րդ դասի պոլիգոնոմետրական ցանց	143	143	-	0
Ընդամենը		883	636	247	28.0

ՊԳՑ կետերի կոորդինատների ճշտության աստիճանի գնահատման համար ցանցի սխեմայից վերադիտարկման համար ընտրվել է 137 կետ: Վերադիտարկվող ՊԳՑ կետերի տեղադիրքն ընտրվել է այնպես, որ հավասարապես այն բաշխված լինի ցանցի տարբեր հատվածներում:

Նշված կետերի դիտարկման տվյալները հավասարակշռելուց հետո պարզվել է, որ կետերի միջև գծերի մինչև 7 սմ տարբերությամբ ստացված շեղման կետերի թիվը կազմել է 102, 8-ից մինչև 12 սմ՝ 31, 13-ից 25 սմ՝ 4: Դա նշանակում է, որ այդպիսի ճշտության աստիճանի գեոդեզիական ցանցը չի բավարարում ժամանակակից տեխնոլոգիաների կիրառման պահանջները [5]:

Հաշվի առնելով, որ ներկայում արբանյակային տեխնոլոգիաները գործնականում լայնածավալ կիրառվում են գեոդեզիայի, գեոդինամիկայի, կադաստրի, տեղագրության, հողաշինարարության, նավիգացիայի և այլ բնագավառներում, ինչպես նաև Հայաստանի Հանրապետության գեոդեզիայի ու քարտեզագրության բնագավառը միջազգային գեոդեզիական ու քարտեզագրական ստանդարտներին համապատասխանեցնելու ու համակերպական կոորդինատային (EUREF) համակարգի կենտրոնական բյուրոյին միանալու նպատակով 2002 թ. մարտի 11-ին ՀՀ Կառավարության թիվ 225 որոշմամբ պետության տարածքում 2002 թվականից ներդրվեց WGS-84 համաշխարհային կոորդինատային համակարգը [6]:

Նկատի ունենալով, որ ՊԳՑ հիմնակետերի կոորդինատներն ու պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզները, համաձայն [7]-ի, «Գաղտնի» նշագրով նյութեր են, որոշվեց դրանք թողնել ՀՀ պաշտպանության ու անվտանգության պետական կառավարման մարմինների օգտագործման ենթակայությանը, իսկ ՀՀ տնտեսության զարգացման նպատակներով ստեղծվող Ազգային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կոորդինատներն ու այդ համակարգում ստեղծվող քարտեզագրագեոդեզիական բոլոր տվյալներն ու նյութերը՝ համարել բաց օգտագործման համար:

1.2. Հայաստանի Հանրապետության ազգային գեոդեզիական ցանց

ՀՀ տարածքում WGS-84 համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում ազգային գեոդեզիական նոր ցանցը, ըստ դասերի, ստորաբաժանվեց.

- մշտական գործող միջազգային գեոդեզիական ցանց (ՄԳՑ) կամ (IGS),
- 0-ական դասի հիմնային գեոդեզիական ցանց,
- 1-ին դասի բարձր ճշտության գեոդեզիական ցանց,
- 2-րդ դասի գեոդեզիական ցանց,
- խտացման գեոդեզիական ցանց (ԽԳՑ):

Մշտական գործող միջազգային գեոդեզիական ցանցը ստեղծվել է հիմնականում Երկիր մոլորակի չափերի ու ձևի ուսումնասիրման, ինչպես նաև դրա ուղղաձիգ ու հորիզոնական տեղաշարժերի որոշման նպատակով:

0-ական դասի հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի GPS ընդունիչներով դիտարկման տևողությունը սահմանվել է ցանցի բոլոր հիմնակետերի միաժամանակ դիտարկման հինգ 24-ժամյա չափման ժամանակահատվածը: Ցանցի հիմնակետերի դիտարկման ընթացքում պարտադիր պայման են համարվել նաև դիտարկվող հիմնակետերի հարևանությամբ մինչև 5000 կմ գտնվող IGS գեոդեզիական ցանցի կայանների տվյալ ժամանակահատվածի GPS դիտարկման տվյալները, որոնք ելակետային հիմք են դիտարկվող կետերի կոորդինատների հավասարակշռման համար [8]:

1-ին դասի բարձր ճշտության գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի GPS ընդունիչներով դիտարկման տևողությունը սահմանվել է 39-ժամյա շրջանը: 1-ին դասի գեոդեզիական ցանցի կետերի դիտարկման համար ելակետեր են միաժամանակ դիտարկման IGS գեոդեզիական ցանցի ու 0-ական դասի գեոդեզիական ցանցի առնվազն երկու հիմնակետ:

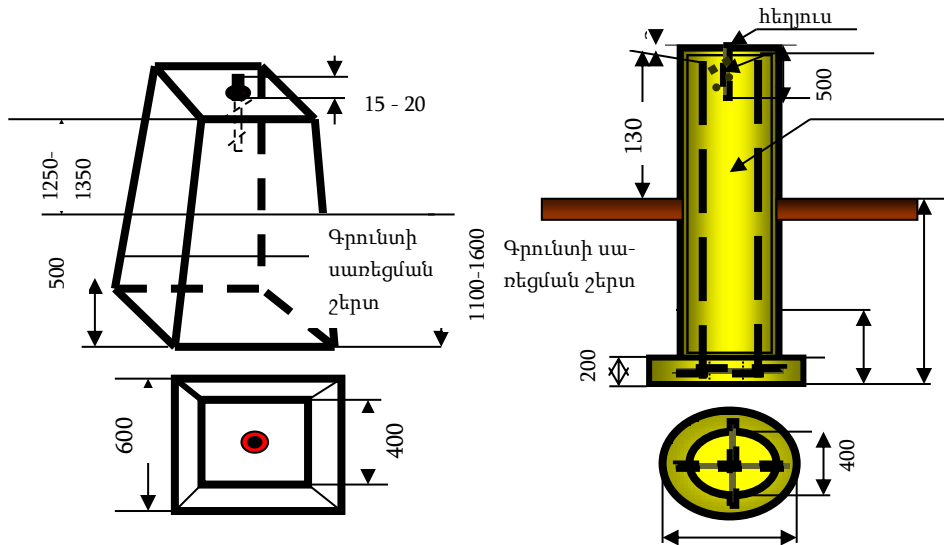
2-րդ դասի գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի GPS ընդունիչներով դիտարկման տևողությունը սահմանվել է 12-ժամյա շրջան: 2-րդ դասի գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի դիտարկման համար ելակետեր են դիտարկվող կետերի մոտակայքում գտնվող միաժամանակ դիտարկման IGS գեոդեզիական ցանցի, 0-ական ու 1-ին դասի գեոդեզիական ցանցի առնվազն երկու հիմնակետ:

Խտացման գեոդեզիական ցանցի կետերի GPS դիտարկման տևողությունը սահմանվել է 4-ժամյա շրջան: Խտացման գեոդեզիական ցանցի կետերի դիտարկման համար որպես ելակետեր են դիտարկվող կետերի մոտակայքում գտնվող միաժամանակ դիտարկման 0-ական, 1-ին ու 2-րդ դասի գեոդեզիական ցանցի առնվազն երկու հիմնակետ: Խտացման գեոդեզիական ցանցի կետերը հիմք են Պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզների ու հատակագծերի, կադաստրային քարտեզների ստեղծման, ինչպես նաև ՀՀ պետական, մարզային և համայնքային սահմանագծերի նկարագրման ու ամրացման համար [8]:

Հաշվի առնելով նոր տեխնոլոգիաներով գեոդեզիական ցանցերի կետերի ստեղծման սկզբունքները՝ WGS-84 համաշխարհային կոորդինատային համակարգում նոր ստեղծվող ԱԳՑ հիմնակետերը, ըստ սահմանված դասերի, կառուցել են Նկար 1.1-ում տրված կառուցվածքով [9]:

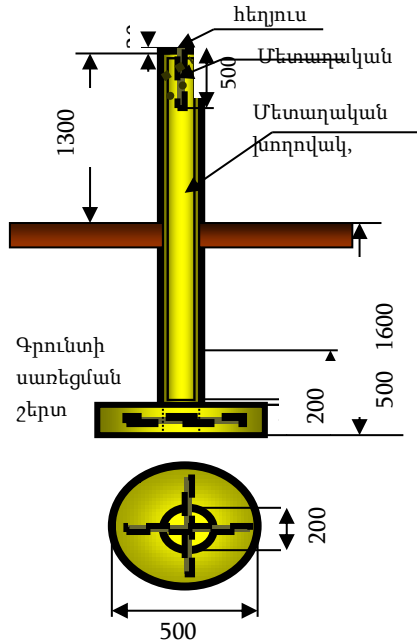
0-ական դասի գեոդեզիական ցանցի սխեմայի մշակման համար հիմք է ընդունվել հանրապետության տարածքում 1999 թ. ՀՀ Կառավարության

առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի կողմից ստեղծված 100-150 կմ երկարությամբ բազային գծերով 5 կետից կազմված 0-ական դասի ցանցը, որը տեղադրված է Երևան, Ամասիա, Նոյեմբերյան, Վարդենիս, Կապան բնակավայրերի տարածքներում:



Նկ. 1.1. ա) 0-ական դասի

Նկ. 1.1. բ) 1-ին դասի



Նկ. 1.1. գ) 2-րդ դասի կամ 1-ին դասի հիմնակետի

Նկ. 1.1. ՀՀ ԱԳՑ 0-ական, 1-ին ու 2-րդ դասերի հիմնակետերի կառուցվածքը

Օ-ական դասի ցանցի ստեղծման հիմնական նպատակն է հանրապետության ողջ տարածքում ունենալ գեոդեզիական ցանցի այնպիսի հիմնակետեր, որոնք հիմք կդառնան գեոդեզիական 1-ին ու 2-րդ դասերի գեոդեզիական ցանցի, ինչպես նաև հանութային խտացման ցանցերի ստեղծման համար:

Օ-ական դասի կետերի դիտարկման արդյունքները հավասարակշռվել են ՀՀ տարածքի մինչև 5000 կմ մոտակայքում գտնվող IGS կայանների (NSSP, TRAB, ZECK, GLSV, ANKR, NICO, DYR2, KIT3 և BAHR) միջև:

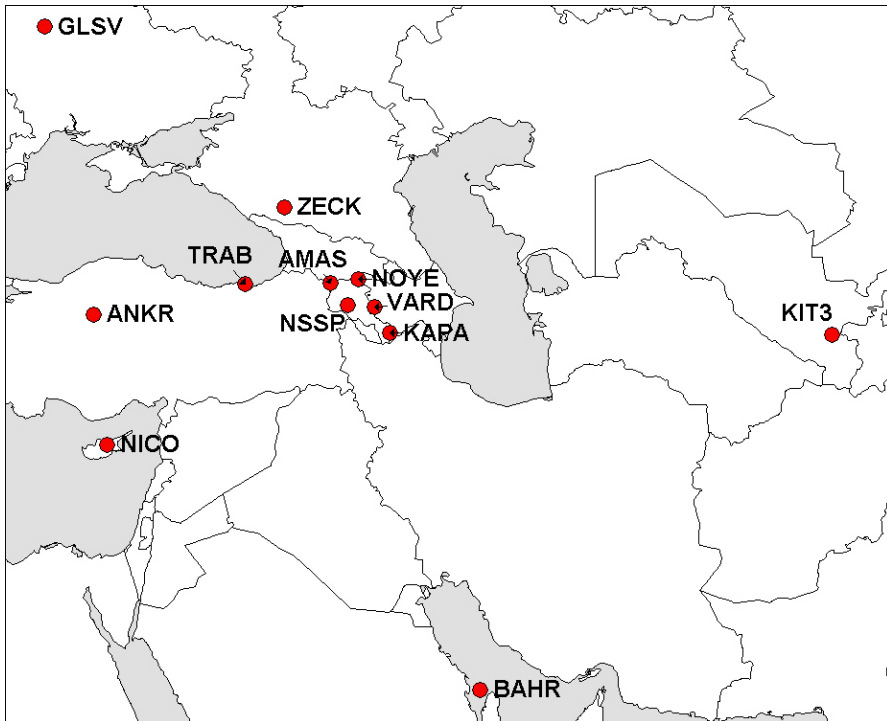
Օ-ական դասի հիմնակետերի դիտարկման տվյալները հաշվարկվել և դրանց կոորդինատները հավասարակշռվել են ամերիկյան «Bernese GPS» ծրագրային փաթեթով, իսկ 1-ին ու 2-րդ դասինը՝ շվեյցարական «Leica» ընկերության արտադրության «SKIPRO 3.0» ծրագրային փաթեթներով ներքոհիշյալ տարբերակներով:

ՀՀ Կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի ու շվեդական «SWEDESURVEY» ընկերության միջև կնքված «Հայաստանում կադաստրի համակարգի զարգացման պայմանագրի» շրջանակում նշված ընկերության մասնագետների կողմից ձեռք են բերվել հանրապետության տարածքին հնարավորինս մոտ գտնվող EUREF-ի համակարգում մշտական գործող ANKR, BAHR, GLSV, KIT3, NICO, TRAB ու ZECK կայանների դիտարկման տվյալներն ու կոորդինատները, որոնք համապատասխանում են Օ-ական դասի հիմնակետերի դիտարկման ժամանակահատվածին (Նկ. 1.2):

Ձեռք բերված EUREF-ի համապատասխան կայանների դիտարկման տվյալներով ու կոորդինատներով շվեդացի մասնագետների կողմից հաշվարկվել և հավասարակշռվել են ԱԳՑ Օ-ական դասի հիմնակետերի կոորդինատները: Դիտարկված տվյալների մշակումը կատարվել է «Bernese GPS» ծրագրի 4.2 տարբերակով:

Չափման շրջափուլերի հաշվարկման գործընթացը կատարվել է «Bernese ADDNEQ» ծրագրի 10-րդ ու 11-րդ բաժինների նորմալ հավասարումների միջոցով: Հաշվարկներում IGS ZECK կայանը օգտագործվել է որպես էլակետ IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի 2002.9 ժամանակաշրջանի (Էպոխայի) կոորդինատներով:

Նվազագույն հարկադրված լուծումների կոորդինատները համապատասխանում են ITRF կոորդինատներին: ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցի հավասարակշռմանն օգտագործված ITRF 2000 համակարգի IGS կայանների կոորդինատները հաշվարկված են 2002.9 ժամանակաշրջանում:

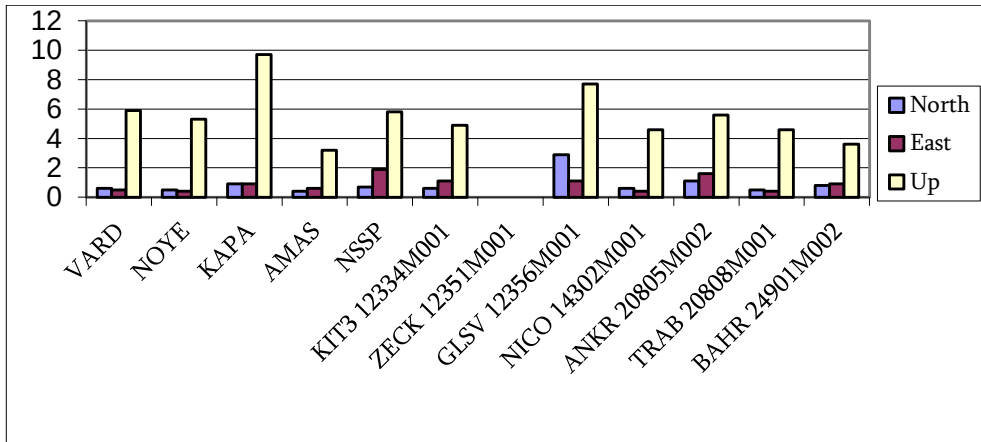


Նկ. 1. 2. GS կայանների ու Ց-ական դասի հիմնակետերի դիտարկման սխեմա

Հաշվարկվել են դիտարկված յուրաքանչյուր շրջափուլի միավորի միջին քառակուսային սխալներն ու ճշտված անորոշությունների տոկոսները: Այնուհետ կատարվել են վերլուծություններ ու համեմատություններ հաշվարկված միջին քառակուսային սխալի ու սահմանային սխալների արժեքների միջև: Յուրաքանչյուր շրջափուլի սահմանային ու հաշվարկված միջին քառակուսային սխալի տվյալները համեմատվել են միմյանց հետ, և հաշվարկվել են սահմանային ու հաշվարկված միջին քառակուսային սխալի տվյալների կոորդինատների միջև առաջացած տարբերությունները:

Յուրաքանչյուր շրջափուլի մնացորդները (օր) օրվա հավասարակշռման տվյալների ու բոլոր շրջափուլերի տվյալների միջինի տարբերությունն են: Նշենք, որ հաշվարկներում ZECK կայանը ընդունվել է որպես հարկադրված զրոյական ելակետ՝ IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի 2002.9 ժամանակաշրջանի կոորդինատներով:

Միջին քառակուսային սխալի արժեքները տրված են Նկար 1.3-ում:



Նկ. 1.3. Օրական կրկնության ՄՔՍ (RMS) գրաֆիկ՝ արտահայտված մմ-ով

2002.9 ժամանակահատվածի շրջափուլի հաշվարկված IGS կայանների կոորդինատային արժեքները՝ ըստ 3 ու 6 պարամետրերի, փոխակերպվել են ITRF 2000 համակարգի համապատասխան կայանների կոորդինատների հետ: Փոխակերպման տվյալների համեմատության արժեքները տրված են Աղյուսակ 1.3-ում: Շրջափուլերի կետերի կոորդինատների արդյունքները համեմատելով Միջազգային երկրային ռոտացիոն ծառայության IERS ITRF հաշվարկված ՄՔՍ արժեքների հետ՝ պարզվում է, որ TRAB ու ANKR կայանների արժեքները մեծ են սահմանային թույլատրելի արժեքից (3 պարամետրերի դեպքում՝ 16,3 մմ, 6 պարամետրերի դեպքում՝ 17,5 մմ):

Ստուգման նպատակով ՄՔՍ արժեքները համապատասխանեցվել են Եվրոպական մշտական գործող ցանցի (EPN) համապատասխան շաբաթվա (GPS 1194 շաբաթ) արժեքներին: Եվրոպական մշտական գործող ցանցի (EPN) մնացած վեց կայանների կոորդինատային արժեքների համապատասխանությունը թույլատրելի սահմանում է (Աղ. 1.4.), որը հաստատում է, որ ոչ մի արտառոց դեպք տեղի չի ունեցել մեր GPS կայանների դիտարկման ու հաշվարկման ընթացքում:

Հաշվի առնելով 2002.9 ժամանակահատվածում շրջափուլերի դիտարկման տվյալների հաշվարկման արդյունքում ստացված համակարգից Միջազգային երկրային ռոտացիոն ծառայության (IERS) ITRF համակարգին անցման հաշվարկված միջին քառակուսային սխալի արժեքների գերազանցումը՝ սահմանային թույլատրելի արժեքից TRAB ու ANKR կայանների համար՝ ստիպված ենք լինում հետագա հաշվարկներից հանել այդ կայանների տվյալները [11]:

Աղյուսակ 1.3.

2002.9. ժամանակահատվածում ստացված լոկալ կոորդինատային համակարգից IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգին անցման ՄՔՄ հաշվարկման տվյալները՝ ըստ 3 ու 6 պարամետրերի

Station Կայան	3 պարամետրեր ՄՔՄ =16.3 մմ			6 պարամետրեր ՄՔՄ =17.5 մմ		
	N(մմ)	E(մմ)	U(մմ)	N(մմ)	E(մմ)	U(մմ)
NSSP	1	3,3	-19	0,8	3,1	-18,7
KIT3 12334M001	3,7	5,8	-6,9	2,1	4,5	-2,5
ZECK 12351M001	-0,5	-1	-9,2	-0,5	-0,8	-9,2
GLSV 12356M001	2,6	-3,2	3,5	3,8	-2,3	2,3
NICO 14302M001	-2,4	0,9	5,7	-1,9	0,1	3,6
ANKR 20805M002	-3	14,4	-31,9	-2,3	14	-33,7
TRAB 20808M001	1,4	-13,4	59	1,6	-13,6	58,5
BAHR 24901M002	-3,3	-3,6	0,1	-3,7	-4,9	1
RMS / COMPONENT	2,6	8,1	26,8	2,5	7,9	26,8

Հանելով TRAB ու ANKR կայանների տվյալները՝ Աղյուսակ 1.5-ից երևում է, որ մնացած IGS կայանների արժեքները գտնվում են թույլատրելի սահմանում:

Աղյուսակ 1.5-ի տվյալների արժեքները համեմատելիս տեսնում ենք, որ ելակետերի ռոտացիաների դեպքում արժեքների զգալի փոփոխություն տեղի չի ունենա: Սա նշանակում է, որ մեզ մոտ առկա չէ ոչ մի կողմնորոշման անկյունային սխալ:

ՄՔՄ-ով հաշվարկված ցանցի հիմնակետերի կոորդինատների փոխակերպումը 3 պարամետրով, IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածի կոորդինատների ու սահմանային սխալով հաշվարկված ցանցի հիմնակետերի կոորդինատների փոխակերպումը 3 պարամետրով, IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածի կոորդինատների տվյալների տարբերությունները տրված են Աղյուսակ 1.6-ում [77]:

Աղյուսակ 1.4.

2002.9. ժամանակահատվածում ստացված լոկալ կոորդինատային համակարգից Եվրոպական մշտական գործող ցանցի GPS 1194 շաբաթվա հաշվարկված արժեքների համակարգին անցման ՄՔՄ հաշվարկման տվյալները՝ ըստ 3 պարամետրի:
 $ՄՔՄ (RMS) = 2,7$ մմ

Station Կայան	N(մմ)	E(մմ)		U(մմ)
ANKR 20805M002	0,1	-0,2		-1,3
GLSV 12356M001	-1,8	0,6		6
ZECK 12351M001	-1	0,4		-1,3
NICO 14302M001	1,3	-0,2		-5,9
TRAB 20808M001	-0,1	-0,4		2
RMS / COMPONENT	1,2	0,4		4,4

NSSP կայանի տարբերություններն ամենամեծն են, քանի որ տվյալները վերցված են ոչ թե հաշվարկներից, այլ հայտնի ITRF կոորդինատներ են:

Բացի վերջնական լուծումից՝ հիմնված 10^0 հատույթի կտրվածքի ծանրության ուժի արագացման վրա, կախված բարձրության ու կոշտ Niell քարտեզագրման ֆունկցիայից՝ ստուգողական հաշվարկներ են կատարվել նաև 15^0 ու 25^0 հատույթի տվյալներով: Հաշվարկները կատարվել են «Bernese GPS» ծրագրի 4.2 տարբերակի 5.1 բաժնի պահանջներով:

Աղյուսակ 1.5.

2002.9 ժամանակահատվածից անցումը, IERS ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի հաշվարկման տվյալները հանված են TRAB ու ANKR IGS կայաններից:

Station Կայան	3 պարամետր ՄՔՄ = 5.8 մմ			6 պարամետր ՄՔՄ = 5,9 մմ		
	N(մմ)	E(մմ)	U(մմ)	N(մմ)	E(մմ)	U(մմ)
NSSP	0,7	3,6	-14,3	0,3	3,1	-14,3
KIT3 12334M001	3,5	4,6	-2,3	3,1	2,8	5,4
ZECK 12351M001	-1,1	-0,5	-4,4	-1,3	-0,7	-4,4
GLSV 12356M001	1,6	-2	8	2,7	-1,4	7,1
NICO 14302M001	-2,2	2	10,4	-2,2	0,7	5,2
ANKR 20805M002	-3,2	15,5	-27,2	-2,8	14,6	-31,1
TRAB 20808M001	1	-12,8	63,8	0,9	-13,3	62,4
BAHR 24901M002	-2,5	-3,8	4,9	-3	-4,2	3,4
RMS / COMPONENT	2,4	3,4	9,2	2,5	2,8	8,3

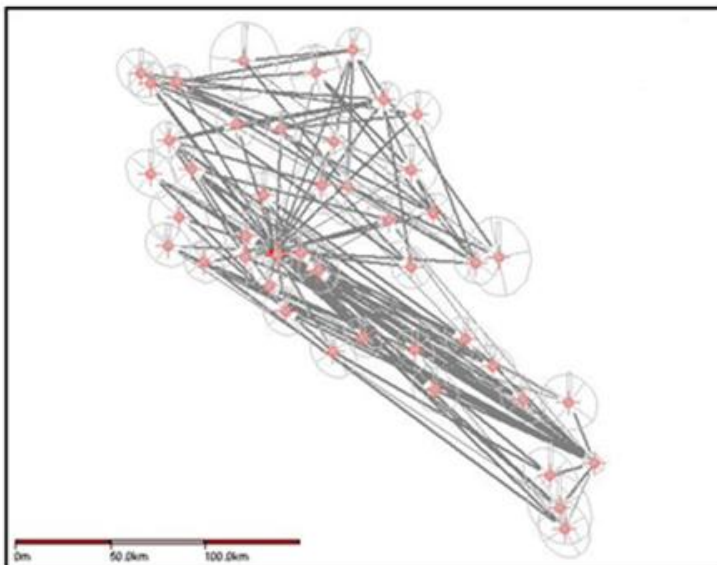
Սահմանային ու միջին քառակուսային սխալներով հաշվարկված տվյալների արդյունքների տարբերությունը՝ արտահայտված մմ-ով

Stn Կայան	dN	dE	dU
NSSP	0	-2	14
AMAS	0	-1	4
KAPA	0	-1	4
NOYE	0	-1	4
VARD	0	-1	4

Հարկադրված ITRF 2000 կոորդինատային համակարգի հաշվարկը՝ հիմնված հորիզոնի նկատմամբ 10^0 անկյան հատույթի վրա, ծանրության ուժի արագացումից կախված բարձրության որոշմամբ, առաջին տրոպոսֆերային պարամետրերը՝ հաշվարկված մեկ կայանի համար «Niell» քարտեզագրական գործառնության միջոցով (GPSEST), վերջնական հավասարակշռման տվյալներ են:

Վերջնական պլանային կոորդինատները հնարավոր է, որ լինեն 1 սմ ճշտության մակարդակի վրա (95 %) շրջափուլերի դիտարկումների հաշվարկներում: Ուղղաձիգ ճշտությունը հաշվարկված է 2-3 սմ (95%) [11]:

ՀՀ ազգային գեոդեզիական 1-ին դասի ցանցը 0-ական դասի ցանցի խտացումն է, որը դիտարկվել է 2002 թ. նոյեմբերի 26-ից դեկտեմբերի 1-ն ընկած ժամանակահատվածում (Նկ. 1.4):



Նկ. 1.4. ՀՀ ԱԳՑ 0-ական և 1-ին դասերի ցանցի սխեման

Դիտարկումների արդյունքների մշակումն ու հավասարակշռումն իրականացվել են «LEICA SKI-PRO» ծրագրային փաթեթով: Դիտարկման ընթացքը բաժանվել է 28 փուլի: Յուրաքանչյուր փուլում օգտագործվել են 5-6 GPS ընդունիչ, դիտարկման տևողությունը՝ 18 ժամ, որոշ կետեր: 1-ին դասի ցանցի հիմնակետերի դիտարկման տվյալների մշակումը կատարվել է՝ օգտագործելով որպես էլակետեր ITRF 2000 համակարգում գտնվող 0-ական դասի 5 հիմնակետերի կոորդինատները 2002.9 ժամանակահատվածում: Հավասարակշռման արդյունքների հուսալիության ու հիմնակետերի կոորդինատներն ստուգելու համար ցանցը հավասարեցվել ու հավասարակշռվել է նմանատիպ «TRIMBLE TOTAL CONTROL 2.73» ծրագրային փաթեթով: Համեմատությունը «LEICA SKIPRO 3.0» ու «TRIMBLE TOTAL CONTROL 2.73»-ի միջև ևս իրականացվել է 3 ու 6 պարամետրի փոխակերպմամբ:

Ցանցի հավասարակշռման արդյունավետությունը գնահատելու համար գոյություն ունի 3 կարևոր պարամետր՝ կշռի միավորի ստանդարտ շեղում, սահմանային թույլատրելի արժեք կամ ստանդարտ շեղում: Պարամետրերի նկարագրությունը հետևյալն է.

- *կշռի միավորի ստանդարտ շեղում:* Դիտարկման կետերի մագնիտոդալ չափումը հավասարակշռված ցանցում գնահատվում է որպես կարգավորված դիտարկման շեղում: Եթե կշիռն իրական է, ապա այս արժեքը մոտ կլինի 1-ին,
- *արժեքները,* որոնց բացահայտման համար կատարվում են դիտարկման ճշտումներ «Total Control Close Network» ծրագրում: Եթե որևէ տարբերություն կա դիտարկված քանակի ու հաշվարկված արժեքի միջև, ապա արդյունքները ցանցում տալիս են բացարձակ թվային բացասական գնահատականներ: Արժեքները ճշգրիտ չափման կարևորագույն գործոններից են,
- *նորմատիվային արժեքները, որոնք* բաժանվում են համապատասխան ստանդարտ շեղումների: Թույլատրելի նորմատիվային արժեքները կարող են ցույց տալ թույլատրելի շեղումներ:

Բազային գծերը՝ բարձր արժեքներով, մասնավորապես, եթե մեծ են 10 մ/հորիզոնական բաղադրիչով կամ 20-25 մ/ բարձրությամբ, ուրեմն թույլատրելի սահմանից դուրս են: Թույլատրելի սահմանից դուրս խոտանված բազային գծերը հանվել են: Մնացած բազային գծերն ունեն 4,8 մ/ից ցածր արժեքներ. հյուսիսում՝ 9,7 մ, արևելյան բաղադրիչում՝ 24,8 մ/ բարձրությամբ: Կշռի միավորի ստանդարտ շեղումը տատանվում է 0.178-ի ու 0.776-ի (միջինը՝ 0.420):

Այսպիսով՝ 1-ին դասի ցանցի ընդհանուր հավասարակշռման բազային գծերն ունեն 9,2 մմ-ից ցածր արժեքներ հյուսիսային բաղադրիչում, 11,8 մմ՝ արևելյան ու 35,8 մմ՝ բարձրությամբ: Կշռի միավորի ստանդարտ շեղումը 0.728 է: Ցանցի հավասարակշռման արդյունքն ողջ ցանցի համար տրված է [12]-ում:

Հիմնակետերի կոորդինատներն ստացվել են ITRF 2000 համակարգի 2002.9 ու ETRS 89 համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածում: Վերջնական հորիզոնական կոորդինատները կարող էին գտնվել 1-2 սմ մակարդակի վրա (95 %) դիտարկման ժամանակահատվածում: Եթե ալեհավաքի բարձրությունները ճիշտ են չափված, ապա ուղղաձիգ բաղադրիչի ճշտությունը գնահատվում է մինչև 2-4 մմ (95 %)՝ բացառությամբ Գորիսի, Մեղրու ու Մխիթանի, որոնց ճշտությունը գնահատվում է մինչև 3-5 մմ (95 %) [12]:

ԱԳՑ 1-ին դասի հիմնակետերի կոորդինատների մի հատված ITRF 2000 համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածում տրված է Աղյուսակ 1.7-ում:

Ազգային գեոդեզիական 1-ին դասի ցանցի հիմնակետերի կոորդինատները ITRF 2000 համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածում

Կետի անվանում	X	Y	Z	Լայնություն	Երկայնություն	Գեոդեզիական բարձրություն
Ամասիա	3484623.185	3331342.009	4165484.776	41 01 09.714972	43 42 42.185241	2192,154
Ապարան	3410609.395	3587102.070	4010241.112	39 12 09.657375	46 26 41.202039	1868,148
Արմավիր	3400873.713	3399050.832	4177960.805	41 10 41.999771	44 59 04.705838	922,748
Արփա	3478646.697	3418805.821	4097987.216	40 13 35.237167	44 30 10.533942	2069,328
Արտաշատ	3407717.488	3496826.793	4093065.796	40 09 43.821973	45 44 21.883604	842,110
Արթիկ	3469805.438	3400958.358	4121161.060	40 29 42.436360	44 25 33.234972	1902,342
Աշոցք	3507947.162	3393882.372	4093331.908	40 10 25.115363	44 03 11.424043	2080,301
Աշտարակ	3485476.618	3325470.511	4169246.878	41 03 54.820406	43 39 15.217253	1090,736
Բերդ	3489952.184	3436641.041	4072998.624	39 56 06.161523	44 33 32.495859	1147,126
Ճամբարակ	3490192.140	3367875.043	4131089.138	40 36 44.977019	43 58 41.552851	1844,575
Դիլիջան	3474293.361	3341217.882	4166028.155	41 01 36.208133	43 52 53.111986	1341,559
Ջերմուկ	3486121.919	3403885.307	4103849.538	40 17 47.111997	44 18 58.215438	2019,343
Ջորադրյուր	3392774.076	3438995.097	4152286.701	40 52 12.824850	45 23 15.483980	1623,649
Եղեգնաձոր	3408829.463	3450565.981	4130699.767	40 36 29.959469	45 20 55.018572	1243,540
Երասխ	3430634.532	3414422.175	4141814.278	40 44 38.948806	44 51 51.467548	906,103
Գողթ	3430144.790	3511233.152	4062089.767	39 47 53.573453	45 40 09.451644	1622,071
Գորիս	3470561.584	3428334.413	4097553.487	40 13 05.067289	44 38 57.497917	1763,329
Գյումրի	3451035.755	3494420.265	4057700.299	39 45 09.374207	45 21 28.408005	1542,985
Հրազդան	3481822.775	3463964.167	4056986.915	39 44 48.392358	44 51 09.664948	1777,642
Իջևան	3467968.027	3439501.590	4090430.115	40 08 02.923801	44 45 49.965018	872,496
Իսահակյան	3406121.277	3564363.197	4035721.135	39 29 30.426538	46 18 01.759737	1814,815
Կապան	3491391.979	3351863.966	4142449.258	40 45 00.489228	43 49 55.023329	731,536
Կոմիտաս	3446182.974	3420502.784	4124641.773	40 32 13.334111	44 47 08.609736	1235,143

Եթե ալեհավաքի բարձրությունները ճիշտ են չափված, ապա ուղղաձիգ բաղադրիչի ճշգրտությունը գնահատվում է մինչև 2-4 սմ (95 %)՝ բացառությամբ Գորիսի, Մեղրու ու Սիսիանի, որոնց ճշգրտությունը գնահատվում է մինչև 3-5 սմ (95 %) [12]:

Լայնությունը, երկայնությունն ու էլիպսոիդալ բարձրությունները հաշվարկված են՝ օգտագործելով GRS 1980 էլիպսոիդը:

Օրինակ՝ $X = -1775821.2466$, $Y = 3881800.9549$, $Z = 4724155.4626$:

Օրինակ՝ $\varphi = 48^{\circ} 5' 26'' 173249$, $\lambda = 114^{\circ} 34' 58'' 228695$, $h = 730,9989$:

2-րդ դասի ցանցի հիմնակետերը դիտարկվել են GPS արբանյակային երկհաճախականի դիրքորոշման GPS ընդունիչներով 12 ժամ տևողությամբ: 2-րդ դասի հիմնակետերի դիտարկման աշխատանքների համար ելակետային են դարձել ինչպես IGS կայանները, 0-ական ու 1-ին դասի հիմնակետերը, այնպես էլ նույն 2-րդ դասի նախորդ փուլում դիտարկված կետերը՝ հետագայում շրջայական հաշվարկի ու 0-ական կամ 1-ին դասի կետերի միջև հավասարակշռման համար:

Կայանների դիտարկման ճշտությունը՝ կախված դիտարկման տևողությունից, կազմում է 100 կմ համար 2 մմ-ից մինչև 2-3 սմ, որն էլ ամբողջությամբ բավարարում է [8] հրահանգով նախատեսված 2-րդ դասի կետերի դիտարկման պահանջները: Տվյալների նախնական մշակումը կատարվել է «SKIPRO 3.0» ծրագրային փաթեթով [13]:

Վերլուծելով ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցի հաշվարկման ու հավասարակշռման աշխատանքներում ստացված տվյալները՝ արդյունքում ունենք հետևյալ ցուցանիշները.

- 0-ական դասի ցանցը կապակցված է հանրապետության տարածքի մոտակայքում գտնվող IGS մշտական գործող կայաններին,

- 0-ական դասի ցանցի դիտարկված շրջափուլերի հաշվարկման գործընթացը կատարվել է «Bernese ADDNEQ» ծրագրի նորմալ հավասարումների միջոցով, իսկ 1-ին դասի ցանցի հաշվարկը կատարվել է «SKIPRO» ծրագրային փաթեթով: Հաշվարկները կատարվել են հորիզոնի նկատմամբ 10° , 15° ու 25° հատույթներով: Ստացված տվյալների ստուգման համար կրկնակի հաշվարկները 0-ական ու 1-ին դասի ցանցերում կատարվել է «TRIMBLE TOTAL CONTROL» ծրագրային փաթեթի միջոցով: Երկու ծրագրերով ստացված տվյալներն ապահովել են միլիմետրային ճշտություն՝ համապատասխանելով EUREF մշտական ցանցի (EPN) հավասարակշռման ստանդարտ պայմանի պահանջներին,

- ՀՀ ԱԳՑ 0-ական դասի ցանցի ստեղծման վերջնական կոորդինատները փոխակերպվել են ITRF 2000 ու ETRS 89 համակարգերի 2002.9 ժամանա-

կահաստվածում: Բարձրությունները հաշվարկվել են համաշխարհային էլիպսոիդից: Վերջնական պլանային կոորդինատները գնահատվում են 1 սմ ճշտության մակարդակի վրա (95 %) սեսիաների դիտարկումների հաշվարկներում, իսկ ուղղաձիգ ճշտությունը հաշվարկված է 2-3 սմ (95 %) վստահելի միջակայքում,

- 1-ին դասի ցանցի 41 հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկվել են NSSP հիմնակետին կապակցված ITRF 2000 համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածում ու ETRS 89 համակարգում 3D ցանցի հավասարակշռմամբ՝ պահելով 0-ական դասի ցանցի 5 կետերին ամրագրված կոորդինատները ETRS 89 համակարգի 2002.9 ժամանակահատվածում: Վերջնական պլանային կոորդինատները գտնվում են մինչև 1-2 սմ մակարդակի վրա (95 %) դիտարկման ժամանակահատվածում, ուղղաձիգ բաղադրիչի ճշտությունը գնահատվում է մինչև 2-4 սմ (95 %) վստահելի միջակայքում,

- 2-րդ դասի ցանցի կետերի կոորդինատները հաշվարկվել են NSSP IGS մշտական գործող կայանի ու «Կոմիտաս» հիմնակետի նկատմամբ: Արդյունքում ստացված վերջնական պլանային կոորդինատները դիտարկման ժամանակահատվածում գտնվում են 2-3 սմ մակարդակի վրա (95 %), ուղղաձիգ բաղադրիչի ճշտությունը գնահատվում է մինչև 3-5 սմ (95 %) վստահելի միջակայքում:

ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցի 1115 կետերը հանրապետության տարածքը ծածկում են միջինը մեկ կետ՝ յուրաքանչյուր 27 *քառ. կմ*-ի համար:

2004 թ. հունիսի 1-ին Բրատիսլավայում (Սլովակիա) կայացած վեհաժողովում ՀՀ տարածքի WGS-84 կոորդինատային համակարգում 0-ական դասի հավասարակշռված 5 հիմնակետերն ընդգրկվել են համաեվրոպական EUREF համակարգում որպես B կարգի հիմնակետեր:

Ելնելով վերը թվարկված ՀՀ ԱԳՑ ցուցանիշներից՝ վստահորեն կարող ենք ասել, որ հանրապետությունում ունենք միջազգային չափանիշների պահանջներին համապատասխան գեոդեզիական ցանց, որը՝ որպես ելակետային հիմք, կարող է ծառայել երկրի պաշտպանական, տնտեսական ու գիտական գործունեությունների զարգացման գործընթացում:

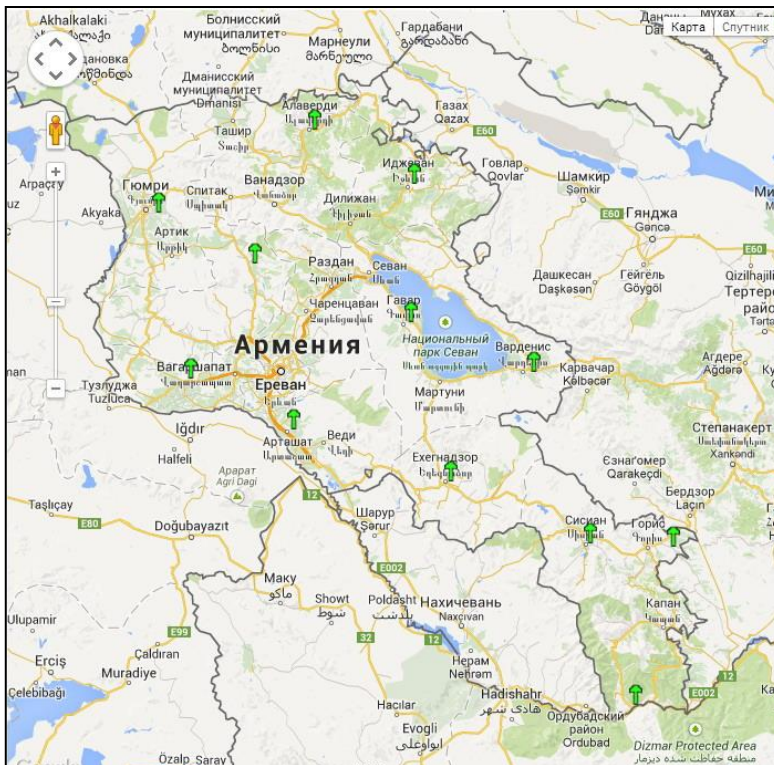
1.3. Հայաստանի Հանրապետության ռեֆերենց կայանների գեոդեզիական ցանց

ՀՀ ԱԳՑ-ն ժամանակակից պահանջներին համապատասխանեցնելու համար 2013 թ. Հայաստանի Հանրապետությունում Նորվեգիայի «Հողային պաշարների կայուն կառավարման գործիքներ» դրամաշնորհային ծրագրով

ստեղծվել է Հայաստանում մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանց (ՄԳՌԿՑ), որն ապահովում է բարձր ճշտությամբ գեոդեզիական չափազրման տվյալների ստացման հնարավորությունները:

ՄԳՌԿՑ-ն բաղկացած է 12 (Ախուրյան, Ալավերդի, Ապարան, Արմավիր, Արտաշատ, Գավառ, Իջևան, Խնձորեսկ, Մեղրի, Միսիան, Վարդենիս, Եղեգնաձոր) կայաններից (Նկ. 1.5), որոնք տեղաբախշված և կապակցված են հանրապետության ողջ տարածքում մեկը մյուսից մոտ 70 կմ հեռավորության վրա [14]:

12 ռեֆերենց կայան միաժամանակ դիտարկվել է 20 օր՝ 2013 թ. սեպտեմբերի 22-ից հոկտեմբերի 11-ը (24-ժամյա տևողությամբ): ՄԳՌԿՑ-ն կապակցվել է ՀՀ տարածքի մոտակայքում 2000 կմ շառավղով առկա Միջազգային գեոդեզիական ցանցի (ITRF2008/ IGS08) 11 կայանին (BUCU 11401M001, DYNG 12602M006, GLSV 12356M001, KIT3 12334M001, KTVL 12337M003, MDVJ 12309M005, MIKL 12335M001, NICO 14302M001, POLV 12336M001, SOLA 20101M001, TEHN 20404M002): ՄԳՌԿՑ-ն ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցին կապակցելու համար դիտարկումների գործընթացում ներգրավվել է ԱԳՑ 8 հիմնակետ, որից՝ 0-ական դասի՝ 4 ու 1-ին դասի՝ 4 [14] (Նկ. 1.6):

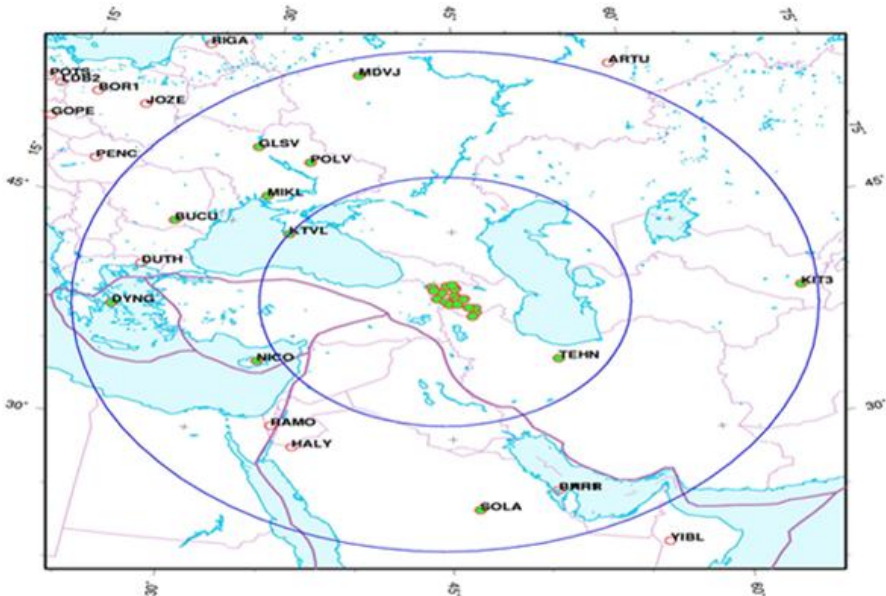


Նկ. 1.5. ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների տեղաբաշխման սխեման

ՄԳՌԿՑ հավասարակշռման աշխատանքներն իրականացվել են Ֆրանսիայի ազգային աշխարհագրական ինստիտուտի (IGN) կողմից՝ կիրառելով «Bernese GNSS v5.0» ծրագրային փաթեթը: Նշված կազմակերպության կողմից ՄԳՌԿՑ-ն անվանել են ՀՀ տեղադիրքի որոշման համակարգ (Armenian Positioning System – ARMPOS):

IGN-ն ընդգրկված է ITRF-ի համար օգտագործվող տարածական գեոդեզիական տեխնոլոգիաներից յուրաքանչյուրում՝ գլխավորապես GNSS-ում (GPS, Glonass, հետագայում Galileo...) ու DORIS-ում, որոշ չափով՝ VLBI և SLR/LLR-ում:

Կոորդինատները հաշվարկվել են ստանդարտ միջազգային ռեֆերենց համակարգի շրջանակում (ITRF2008 / IGS08). ռեֆերենց կայաններում դիտարկված շրջափուլերի համատեղ հավասարակշռման արդյունքում ստացված ՄՔՍ արժեքները տրված են Աղյուսակ 1.8-ում:



Նկ. 1.6. ՄԳՌԿՑ-ն ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցին կապակցման սխեման

Յուրաքանչյուր շրջափուլում ուղղված լուծումների միջև պլանային կոորդինատների տարբերությունները միլիմետրեր են, և դրանց փոփոխություններն ընդհանուր առմամբ 1սմ-ից փոքր են (նվազագույն ու առավելագույն արժեքների տարբերությունը): Ուղղաձիգ բաղադրիչում կրկնէլիությունը սս-ից էլ փոքր է, և դրա փոփոխությունը չի գերազանցում 25 մմ-ը: Դա նշանակում է, որ բոլոր շրջափուլերի դիտարկումների տվյալները համապատասխանում են իրար, չեն առաջացրել որևէ խոչընդոտ, իսկ մշակման գոր-

ծընթացները ճիշտ են:

Աղյուսակ 1.8.

Ռեֆերենց կայաններում դիտարկված շրջափուլերի համատեղ հավասարակշռման արդյունքում ստացված ՄՔՄ արժեքները

Հ/հ	Կայանի, հիմնակետի անվանում	Դաս	Արևելյան E ՄՔՄ	Հյուսիսային N ՄՔՄ	Ուղղաձիգ U ՄՔՄ
1	BUCU 11401M001	IGS	0,9	1,0	2,1
2	DYNG 12602M006	IGS	1,0	0,9	2,1
3	GLSV 12356M001	IGS	0,9	1,1	2,1
4	KIT3 12334M001	IGS	1,3	0,9	2,0
5	KTVL 12337M003	IGS	0,9	1,0	2,2
6	MDVJ 12309M005	IGS	0,9	1,2	2,1
7	MIKL 12335M001	IGS	0,9	1,0	2,2
8	NICO 14302M001	IGS	0,9	0,9	2,2
9	POLV 12336M001	IGS	0,9	1,1	2,2
10	SOLA 20101M001	IGS	0,9	1,1	2,1
11	TEHN 20404M002	IGS	1,0	0,9	2,1
12	Ախուրյան AKHU	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
13	Ալավերդի ALVD	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
14	Ամասիա AMAS	0-ական	1,0	1,0	2,7
15	Ապարան APAR	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
16	Արմավիր ARMV	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
17	Արտաշատ ARTA	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
18	Գավառ GVAR	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
19	Գյումրի GYUM	1-ին	1,0	1,0	2,7
20	Իջևան IJEV	1-ին	1,0	1,0	2,8
21	Իջևան IJVN	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
22	Կապան KAPA	0-ական	1,0	1,0	2,8
23	Խնձորեսկ KHND	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
24	Մարտունի MART	1-ին	1,0	1,0	2,7
25	Մեղրի MGHR	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
26	Նոյեմբերյան NOEM	0-ական	1,0	1,0	2,7
27	Սիսիան SSAN	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
28	Վարդենիս VARD	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2
29	Վարդենիս VRDS	0-ական	1,0	1,0	2,7
30	Երասխ YERA	1-ին	1,0	1,0	2,7
31	Եղեգնաձոր YGGD	ՄԳՌԿ	0,9	0,9	2,2

2013.751 ժամանակահատվածում հաշվարկված էլակետային «IGS» կայանների կոորդինատները համեմատվել են IGS08 կոորդինատային համակարգում ստացված տվյալների հետ, որոնց արդյունքները տրված են Աղյուսակ 1.9-ում: Հավասարակշռման ու հաշվարկման արդյունքում ստացված ՀՀ ՄԳՌԿՑ 12 կայանի ու ԱԳՑ 8 հիմնակետի կոորդինատները IGS08 համակարգի 2013.751 ժամանակահատվածում տրված են Աղյուսակ 1.10-ում:

Աղյուսակ 1.9.

2013.751 ժամանակահատվածից IGS08 կոորդինատային համակարգին անցման հաշվարկը

Հ/հ	Կայանի անվանումը	Դաս	Տարբերությունները, մմ		
			Արևելյան E	Հյուսիսային N	Ուղղաձիգ U
1	BUCU 11401M001	IGS	-3,6	1,1	-3,1
2	GLSV 12356M001	IGS	2,5	2,1	-3,6
3	KIT3 12334M001	IGS	1,9	5,6	3,2
4	MIKL 12335M001	IGS	4,4	-3,5	-6,9
5	NICO 14302M001	IGS	0,0	1,4	4,5
6	POLV 12336M001	IGS	-5,4	2,5	12,6
7	SOLA 20101M001	IGS	1,4	-1,0	2,6
8	TEHN 20404M002	IGS	-1,5	-7,2	-9,4
ՄՔՍ /RMS / COMPONENT			3,3	3,9	7,1

Այնուհետև այդ կոորդինատները Հելմերտի եղանակով փոխակերպվել են ՀՀ ԱԳՑ կոորդինատային համակարգ (ARMREF02)՝ օգտագործելով այդ համակարգում 8 հիմնակետերի կոորդինատները: ARMREF02-ը Հայաստանի Հանրապետության պաշտոնական ազգային գեոդեզիական ռեֆերենց համակարգն է, որը համապատասխանում է Երկրի ռոտացիոն միջազգային ծառայության (ITRS) ITRF2000 համակարգի IGS ցանցի կետերի կոորդինատներին 2002.9. ժամանակահատվածում:

Փոխակերպումը ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատները IGS08 համակարգի 2013.751 ժամանակահատվածից ԱԳՑ (2002.9) ժամանակահատված հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով՝

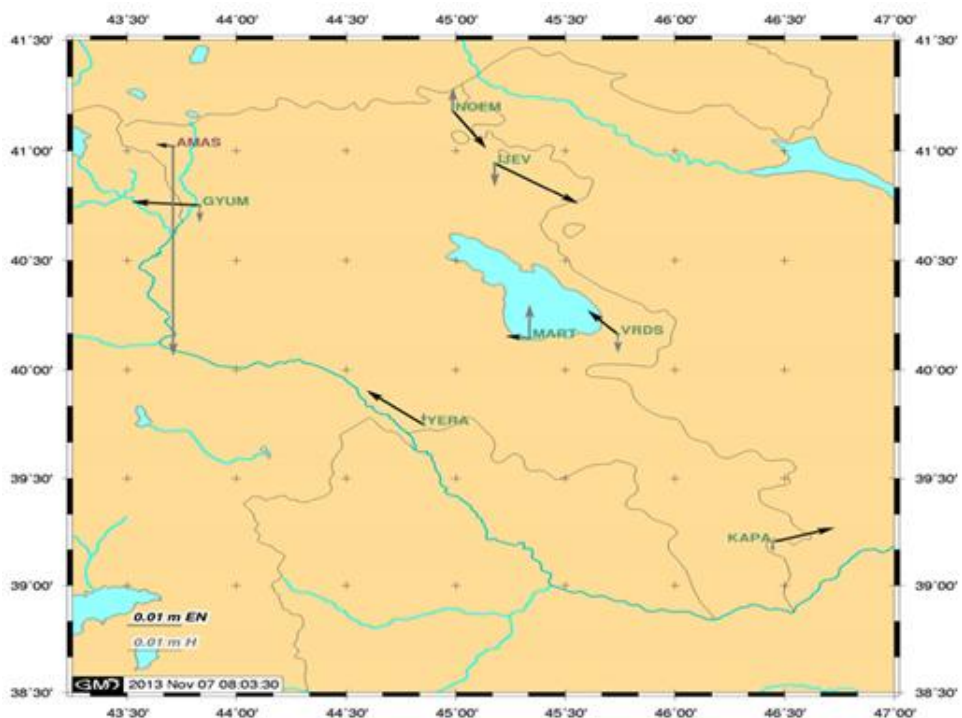
$$\begin{pmatrix} X_E \\ Y_E \\ Z_E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 + D & -R_3 & +R_2 \\ +R_3 & 1 + D & -R_1 \\ -R_2 & +R_1 & 1 + D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_I \\ Y_I \\ Z_I \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատները IGS08 համակարգի 2013.751 ժամանակահատվածում

Հ/հ	Կայանի անվանումը	Դաս	X (մ)	Y (մ)	Z (մ)	Լայնություն N (°)	Երկայնություն E (°)	Բարձրություն U(մ)
01	Ախուրյան	ՄԳՌԿ	3486864,576	3353312,3590	4145122,6704	40°46'53,96351	043°52'53,258658	1576,1488
02	Ալավերդի	ՄԳՌԿ	3424858,2465	3384023,035	4170794,3187	41°05'30,184841	044°39'22,973538	1048,5944
03	Ամասիա	0-ական	3484622,8710	3331342,1314	4165484,8921	41°01'09,72086	043°42'42,198332	2192,1222
04	Ապարան	ՄԳՌԿ	3468968,2531	3392121,9292	4129171,6645	40°35'22,55766	044°21'29,867218"	1922,9160
05	Արմավիր	ՄԳՌԿ	3509670,234	3393944,336	4091788,1745	40°09'20,077161	044°02'22,688676	906,4403
06	Արտաշատ	ՄԳՌԿ	3489231,0785	3434911,4015	4075100,5939	39°57'34,35671	044°33'01,892365	867,5050
07	Գավառ	ՄԳՌԿ	3434422,6536	3449991,0070	4110373,9943	40°21'58,311506	045°07'46,444651	2043,2148
08	Գյումրի	1-ին	3491391,6897	3351864,1067	4142449,4038	40°45'00,49510	043°49'55,03628	1542,9957
09	Իջևան	1-ին	3401445,5165	3422734,3688	4158161,6123	40°56'32,48584	045°10'43,465856	872,4918
10	Իջևան	ՄԳՌԿ	3406090,316	3423480,6091	4153586,8768	40°53'19,67450	045°08'45,215593	751,0397
11	Կապան	0-ական	3410609,0282	3587102,2085	4010241,2784	39°12'09,66460	046°26'41,217097"	731,5225
12	Խնձորենկ	ՄԳՌԿ	3396827,038	3570913,5725	4037424,0580	39°30'47,511046	046°25'52,381405	1556,0064
13	Մարտունի	1-ին	3432955,023	3473638,968	4091622,5173	40°08'44,50325	045°20'15,00838	1950,4916
14	Մեղրի	ՄԳՌԿ	3437584,7895	3590325,078	3984380,9617	38°54'10,47287	046°14'42,127378"	710,4267
15	Նոյեմբերյան	0-ական	3400873,4115	3399050,9711	4177960,9547	41°10'42,00585	044°59'04,719193	927,8466
16	Սիսիան	ՄԳՌԿ	3421611,9716	3546182,1546	4038385,684	39°31'26,25308	046°01'27,208206	1618,3812
17	Վարդենիս	ՄԳՌԿ	3406685,449	3495946,899	4094602,997	40°10'50,126757	045°44'27,166449	1979,1270
18	Վարդենիս	0-ական	3407717,1557	3496826,9155	4093065,956	40°09'43,82897	045°44'21,897260	2019,4028
19	Երասխ	1-ին	3481822,4547	3463964,309	4056987,079	39°44'48,39908	044°51'09,678689	906,1102
20	Եղեգնաձոր	ՄԳՌԿ	3452123,5963	3492320,9740	4058630,288	39°45'47,65902	045°19'53,934466	1278,0812

«Ամասիա» հիմնակետի բարձունքային բաղադրիչում տարբերությունը կազմել է 5 սմ, որը թույլատրելի սահմանային սխալից մեծ արժեք է, դրա համար հաշվարկներից հանվել է (Նկ. 1.7):

Հարկ է նշել, որ [15]-ում տրված տվյալների համաձայն՝ ՀՀ տարածքի երկրակեղևի ժամանակակից ուղղաձիգ շարժերի ուսումնասիրման ու վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ 1910-2006 թթ. ՀՀ տարածքում իրականացված 1-ին ու 2-րդ դասի հենանիշների բարձունքային նիշերի տարբերություններով ստեղծված մինչև 1988 թ. Սպիտակի երկրաշարժը ու դրանից հետո՝ 1989-2006 թթ. ընկած ժամանակահատվածն ընդգրկող ՀՀ տարածքի երկրակեղևի ժամանակակից ուղղաձիգ շարժերի քարտեզներով Ախուրյանից մինչև հայ-վրացական ու հայ-թուրքական սահմաններ ընկած տարածաշրջանում ամեն տարի տեղի է ունենում երկրակեղևի 6-12 մմ/տարի նստվածք: Այդ տվյալների համաձայն՝ կարող ենք հետևություն անել, որ GPS դիտարկման ու դրանց հաշվարկման տվյալները ճիշտ են և մոտավորապես համապատասխանում են 2002-2013 թթ. տվյալ տարածաշրջանում երկրակեղևի նստվածքների (ուղղաձիգ շարժերի) տվյալներին:



Նկ. 1.7. ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատները ԱԳՑ (2002.9) համակարգում

ՀՀ ԱԳՑ կոորդինատային համակարգում ՄԳՌԿՑ 12 կայանի (Ախուրյան, Ալավերդի Ապարան Արմավիր Արտաշատ, Գավառ, Իջևան, Խնձորեսկ, Մեղրի, Սիսիան, Վարդենիս, Եղեգնաձոր) ու ԱԳՑ «Կապան», «Նոյեմբերյան», «Վարդենիս», «Երասխ», «Ամասիա», «Գյումրի», «Իջևան» ու «Մարտունի» հիմնակետերի վերջնական կոորդինատները տրված են Աղյուսակ 1.11-ում, որոնց արժեքները ցույց են տալիս հորիզոնական բաղադրիչի համար մոտավորապես 1 սմ-ի տարբերություն, իսկ ուղղաձիգ բաղադրիչի համար՝ 1 սմ-ից փոքր: Այնուհետև համեմատվել են IGS08-ի նկատմամբ հաշվարկված 2013.751 ժամանակահատվածի կոորդինատները ԱԳՑ 2002.9 համակարգերում ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատների հետ, որոնց տարբերության տվյալները տրված են Աղյուսակ 1.12-ում:

Համաձայն հաշվարկների արդյունքում ստացված հավաստի տվյալների՝ կարող ենք ասել, որ ՀՀ ՄԳՌԿՑ-ն հնարավորություն է ընձեռում.

- ՀՀ տարածքում ստեղծելու միասնական կոորդինատային ծածկույթ,
- ցանցից օգտվողների համար խնայելու մարդկային ներուժն ու սարքավորումների պաշարները,
- լուծելու ոչ միայն տեղագրագեոդեզիական ու նավիգացիոն, այլ նաև տարածքների վարչական կառավարման խնդիրներ,
- իրականացնելու ռեֆերենց ցանցի կառավարում՝ մեկ համակարգչով մեկ օպերատորի օգնությամբ,
- օգտագործողներին տրամադրելու տնտեսապես շահավետ պայմաններով կոորդինատային տեղեկատվություն:

ՀՀ մշտական զործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատները ԱԳՑ (2002.9) համակարգում

Հ/հ	Կայանի անվանում	Դաս	X, մ	Y, մ	Z, մ	Լայնություն N, օ''	Երկայնություն E, օ''	Բարձրություն U, մ
01	Ախուրյան	ՄԳՌԿ	3486864,876	3353312,2066	4145122,5205	40°46'53,95763	043°52'53,245255	1576,1320
02	Ալավերդի	ՄԳՌԿ	3424858,5476	3384022,8991	4170794,1669	41°05'30,17853	044°39'22,960376	1048,5849
03	Ամասիա	0-ական	3484623,1600	3331341,9800	4165484,7437	41°01'09,714991	043°42'42,185105"	2192,1035
04	Ապարան	ՄԳՌԿ	3468968,5581	3392121,7816	4129171,5121	40°35'22,551443	044°21'29,853667	1922,9041
05	Արմավիր	ՄԳՌԿ	3509670,5415	3393944,1747	4091788,0218	40°09'20,07108	044°02'22,674801	906,4256
06	Արտաշատ	ՄԳՌԿ	3489231,3960	3434911,2472	4075100,4386	39°57'34,35046	044°33'01,878350	867,4957
07	Գավառ	ՄԳՌԿ	3434422,9731	3449990,868	4110373,8382	40°21'58,30497	045°07'46,43092	2043,2109
08	Գյումրի	1-ին	3491391,9845	3351863,9530	4142449,2540	40°45'00,48924	043°49'55,022783	1542,9784
09	Իջևան	1-ին	3401445,8273	3422734,2408	4158161,4581	40°56'32,47932	045°10'43,452577	872,4876
10	Իջևան	ՄԳՌԿ	3406090,630	3423480,4797	4153586,7225	40°53'19,66803	045°08'45,202273	751,0352
11	Կապան	0-ական	3410609,3845	3587102,0752	4010241,1132	39°12'09,65749	046°26'41,202508	731,5335
12	Խնձորեսկ	ՄԳՌԿ	3396827,3861	3570913,4437	4037423,8940	39°30'47,50388	046°25'52,367036	1556,0169
13	Մարտունի	1-ին	3432955,3462	3473638,8278	4091622,3596	40°08'44,49659	045°20'14,994422	1950,490
14	Մեղրի	ՄԳՌԿ	3437585,1477	3590324,9375	3984380,796	38°54'10,46572	046°14'42,112587"	710,4361
15	Նոյեմբերյան	0-ական	3400873,7158	3399050,844	4177960,8020	41°10'41,999488	044°59'04,706107	927,8403
16	Սիսիան	ՄԳՌԿ	3421612,3171	3546182,0188	4038385,522	39°31'26,24609	046°01'27,193852"	1618,3875
17	Վարդենիս	ՄԳՌԿ	3406685,7818	3495946,769	4094602,838	40°10'50,119944	045°44'27,152584"	1979,1295
18	Վարդենիս	0-ական	3407717,4870	3496826,785	4093065,797	40°09'43,82216	045°44'21,883378	2019,4052
19	Երասխ	1-ին	3481822,7799	3463964,1570	4056986,922	44°51'09,664517	39°44'48,392611"	906,1044
20	Եղեգնաձոր	ՄԳՌԿ	3452123,9281	3492320,830	4058630,1296	39°45'47,65235	045°19'53,92029"	1278,0800

Աղյուսակ 1.12.

2013.751 ժամանակահատվածում IGS08 ու ԱԳՑ 2002.9 համակարգերում ՀՀ մշտական գործող ռեֆերենց կայանների կոորդինատների տարբերության տվյալները

Հ/հ	Կայանի անվանում	Դաս	X, մ IGS08	Y, մ IGS08	Բարձրություն U, մ	X, մ 2002.9	Y, մ 2002.9	Բարձրություն U, մ	Տարբերություն		
									$\Delta X, \text{մ}$	$\Delta Y, \text{մ}$	$\Delta U, \text{մ}$
01	Ախուրյան	ՄԳՌԿ	4,5796	2,3590	1576,1488	4,8746	2,2066	1576,1320	-0,2950	0,1524	0,0068
02	Այվերդի	ՄԳՌԿ	8,2465	3,0335	1048,5944	8,5476	2,8991	1048,5849	-0,3011	0,1344	0,0095
03	Ամասիա	0-ական	2,8710	2,1314	2192,1222	3,1600	1,9800	2192,1035	-0,2890	0,1514	0,0187
04	Ապարան	ՄԳՌԿ	8,2531	1,9292	1922,9160	8,5581	1,7816	1922,9041	-0,3050	0,1476	0,0119
05	Արմավիր	ՄԳՌԿ	0,2344	4,3346	906,4403	0,5415	4,1747	906,4256	-0,3071	0,1599	0,0147
06	Արտաշատ	ՄԳՌԿ	1,0785	1,4015	867,5050	1,3960	1,2472	867,4957	-0,3175	0,1543	0,0093
07	Գավառ	ՄԳՌԿ	2,6536	1,0070	2043,2148	2,9731	0,8689	2043,2109	-0,3195	0,1381	0,0039
08	Գյումրի	1-ին	1,6897	4,1067	1542,9957	1,9845	3,9530	1542,9784	-0,2948	0,1537	0,0173
09	Իջևան	1-ին	5,5165	4,3688	872,4918	5,8273	4,2408	872,4876	-0,3108	0,1280	0,0042
10	Իջևան	ՄԳՌԿ	0,3186	0,6091	751,0397	0,6298	0,4797	751,0352	-0,3112	0,1294	0,0045
11	Կապան	0-ական	9,0282	2,2085	731,5225	9,3845	2,0752	731,5335	-0,3563	0,1333	-0,0110
12	Խնձորենկ	ՄԳՌԿ	7,0348	3,5725	1556,0064	7,3861	3,4437	1556,0169	-0,3513	0,1288	0,0105
13	Մարտունի	1-ին	5,0203	8,9658	1950,4916	5,3462	8,8278	1950,4900	-0,3259	0,1380	0,0016
14	Մեղրի	ՄԳՌԿ	4,7895	5,0788	710,4267	5,1477	4,9375	710,4361	-0,3582	0,1413	-0,0094
15	Նոյեմբերյան	0-ական	3,4115	0,9711	927,8466	3,7158	0,8436	927,8403	-0,3043	0,1275	0,0063
16	Սիսիան	ՄԳՌԿ	1,9716	2,1546	1618,3812	2,3171	2,0188	1618,3875	-0,3455	0,1358	0,0063
17	Վարդենիս	ՄԳՌԿ	5,4498	6,8993	1979,1270	5,7808	6,7688	1979,1295	-0,3310	0,1305	0,0025
18	Վարդենիս	0-ական	7,1557	6,9155	2019,4028	7,4870	6,7846	2019,4052	-0,3313	0,1309	-0,0024
19	Երասխ	1-ին	2,4547	4,3095	906,1102	2,7799	4,1570	906,1044	-0,3252	0,1525	0,0058
20	Եղեգնաձոր	ՄԳՌԿ	3,5963	0,9740	1278,0812	3,9281	0,8299	1278,0800	-0,3318	0,1441	0,0012

ՄԳՌԿՑ աշխատանքային գործունեության ավտոմատացված տեխնոլոգիան ստեղծված է այնպես, որ միանգամից փոխվում են արբանյակային եղանակով ստեղծված գեոդեզիական ցանցերի դասակարգման հիերարխիան ու հանութագրական աշխատանքների կատարման առանձնահատկությունները: Ներկայացնենք նոր տեխնոլոգիայի արդյունավետության վերաբերյալ որոշ հիմնավորումներ:

Ինչպես նշվեց վերևում, ռեֆերենց ցանցի կայանների կոորդինատներն որոշվում են ցանցի մոտակայքում գտնվող մշտական գործող միջազգային IGS կայանների հետ միաժամանակ դիտարկված տվյալներով, որպես ելակետեր՝ դրանց կոորդինատներով, որով ապահովվում է կայանի ակնհավաքի տեղակայման կետի պլանային դիրքը 1 սմ, բարձունքայինը՝ 2...3 սմ ճշտությամբ եռաչափ կոորդինատներով, իսկ ռեֆերենց ցանցում ռովեր ընդունիչները ստանում են բոլոր հասանելի ռեֆերենց կայաններից մշակված լավագույն դիրքորոշման տվյալներ՝ ապահովելով դիտարկվող կետի կոորդինատները չորս վայրկյանում (պլանում՝ 1...4 սմ, բարձունքայինով՝ 2...8 սմ ճշտություններով): Դա նշանակում է, որ եթե օգտագործողն ապահովված է ռովեր կայանով, ապա նշված ճշտության աստիճանը բավարարող ցանկացած տեղագրագեոդեզիական աշխատանք կատարելու համար անհրաժեշտություն չի առաջանում ստեղծելու պլանաբարձունքային հիմք. դրանց՝ գեոդեզիական ցանցին կապակցման համար պետք է ձեռք բերել ելակետեր, և այդ աշխատանքները կարող են կատարել մեկ միասնական կոորդինատային համակարգում, այդ դեպքում անհրաժեշտ քանակությամբ դիտարկված նշակետերը կունենան միևնույն ճշտությամբ որոշված կոորդինատներ, իսկ դրանց գրասենյակային մշակման արդյունքում կստանանք տեղագրագեոդեզիական բարձրորակ արտադրանք:

Վերլուծելով իրական ժամանակում աշխատող ՄԳՌԿՑ հնարավորությունները՝ կարող ենք նշել, որ եթե ավանդական եղանակով եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական ու տրիլատերացիոն գեոդեզիական ցանցերը դասակարգվում էին հիմնային, 1-ին, 2-րդ, 3-րդ, 4-րդ դասերի ու 1-ին, 2-րդ կարգի խտացման ցանցերի, իսկ արբանյակային եղանակով՝ ՀՀ ԱԳՑ-ում մշտական գործող (IGS), 0-ական, 1-ին, 2-րդ դասերի ու խտացման ցանցերի (հիերարխիայով), ապա այս դեպքում կունենանք մշտական գործող IGS ու ռեֆերենց կայանների ցանց: Բացի դրանից՝ ռեֆերենց կայանների ցանցն արդիական վիճակում պահելու համար կարիք չի լինի լրացուցիչ դաշտային դիտարկումներ կատարելու, քանի որ հաշվարկների համար համացանցային կապով կարող ենք օգտվել IGS դիտարկման տվյալներից և հենց ռեֆերենց կայանների դիտարկման տվյալներով անհրաժեշտության դեպքում յուրա-

քանչյուր տարի կատարել ցանցի հավասարակշռման աշխատանքներ: Ռեֆերենց կայաններից կազմված ցանցի առավելությունն այն է, որ հեռարձակված ուղղումները հավասարակշռված են ոչ թե մեկ կայանի, այլ ցանցի բոլոր կայանների տվյալների հիման վրա, ինչն իրական ժամանակում ապահովում է ավելի բարձր ճշտություն:

Այսպիսով՝ ՄԳՌԿՑ-ն հնարավորություն է տալիս ցանցից օգտվողների համար խնայելու մարդկային ու սարքավորումների պաշարները, լուծելու տեղագրագեոդեզիական ու նավարկման խնդիրներ, օգտագործողներին տնտեսապես շահավետ պայմաններով տրամադրելու կոորդինատային տեղեկատվություն: Բացի դրանից՝ ՄԳՌԿՑ կայանները կարող են հիմք հանդիսանալ հանրապետության տարածքում երկրակեղևի ձևախախտումներն ու սողանքային հատվածների շարժերը որոշելու գործընթացում:

1.4. Հայաստանի Հանրապետության պետական բարձունքային գեոդեզիական ցանց

ՀՀ պետական գեոդեզիական բարձունքային ցանցը եղել է ԽՍՀՄ պետական գեոդեզիական բարձունքային ցանցի անբաժանելի մասը:

Ռուսաստանում առաջին գեոդինամիկական պոլիգոնը հիմնվել է Կովկասում, որի հիմնական նպատակն էր ուսումնասիրել Սև ու Կասպից ծովերի մակարդակային փոփոխությունները, Ապշերոնի թերակղզում տեխնածին երևույթներից առաջացած երկրակեղևի ուղղաձիգ շարժումներն ու երկրաշարժերի կանխագուշակման համար ամբողջ տարածաշրջանի երկրակեղևի ժամանակակից ուղղաձիգ շարժումները: Այդ աշխատանքներն իրականացվել են 1910-1912 թթ. Տոպոգրաֆիական զինվորական կորպուսի կողմից: Հայաստանում, որը Կովկասյան տարածաշրջանի մի մաս է, նշված կազմակերպության կողմից 1910-1911 թթ. իրականացվել է առաջին նիվելիրային մայրուղային ընթացքը, որն անցնում էր Թբիլիսի-Կիրովական (Վանաձոր)-Սպիտակ-Լենինական (Գյումրի)՝ հատելով Սպիտակի երկրաշարժի էպիկենտրոնը: Դրան զուգահեռ անցկացվել է երկրորդ նիվելիրային մայրուղային ընթացքը՝ Ադստաֆա-Սևան-Մխչյան: Երրորդ նիվելիրային ընթացքն անցկացվել է Ախալցխա-Ախալքալաք-Լենինական (Գյումրի)-Մխչյան: Նույն նիվելիրային ընթացքների հենանիշներով ու դրոշմանիշներով 1938-1940 թթ. կատարվել է կրկնակի նիվելիրացում: Այդ ընթացքներում լրացուցիչ տեղադրվել են գրունտային ու ժայռային հենանիշներ [16]: Այդ գլխավոր ընթացքին զուգահեռ կատարվել է Ադստաֆա-Սևան-Մխչյան հատվածի նիվելիրացումը: 1953 թ. այդ ընթացքի ուղեգծով կատարվել է 2-րդ դասի, իսկ

1974 թ.՝ կրկնակի նիվելիրացում: Հաջորդ՝ Ախալցխա-Ախալքալաք-Լենինական (Գյումրի)-Մխչյան նիվելիրային ընթացքի ուղեգիծը կատարվել է մի քանի տարբեր գուգակցություններով: Ախալցխա-Լենինական (Գյումրի) հատվածն իրականացվել է 1952 թ. II դասի ծրագրով, կրկնակի չափագրումը՝ 1970 թ., ընթացքի ուղեգծի երկրորդ մասը՝ Լենինական (Գյումրի) Մխչյան հատվածը, սկզբում չափագրվել է 1956-1957 թթ., այնուհետև՝ 1972 թ.:

1991 թ. սեպտեմբերի 21-ին՝ ՀՀ անկախության հռչակումից հետո, գեոդեզիայի ու քարտեզագրության բնագավառը հանրապետության տնտեսության զարգացման ու պաշտպանության ամրապնդման համար, պետական կառավարման ու տեղական ինքնակառավարման մարմիններին քարտեզագեոդեզիական նյութերով ապահովելու նպատակով ՀՀ գեոդեզիայի ու քարտեզագրության ծառայության առջև խնդիր դրվեց ուսումնասիրելու ու գույքագրելու ՀՀ պետական գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերը, քարտեզագրական ֆոնդում առկա պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզներն ու հատակագծերը, մշակելու ու հաստատելու հանրապետության օրենսդրական դաշտի պահանջներին համապատասխան նորմատիվ իրավական ու տեխնիկական փաստաթղթեր: Այդ նպատակով 2001 թ. «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՓԲԸ-ի կողմից իրականացվեցին ՀՀ տարածքում գոյություն ունեցող պետական գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի ուսումնասիրման ու հետազոտման աշխատանքները, որոնց արդյունքների վերլուծությունից բացահայտվել է, որ պլանային ցանցի կետերից պահպանվել է 78 %-ը, որոնք հիմնականում տեղակայված են բարձունքների վրա, որոնցից օգտվելը մեծ դժվարություններ էր առաջացնում, իսկ բարձունքային ցանցի հենանիշներից ու դրոշմանիշներից՝ 55.5 %-ը: Ելնելով հետազոտման արդյունքներից՝ անհրաժեշտություն է դարձել լուծելու պետական գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի վերակառուցման խնդիրը՝ օգտագործելով ժամանակակից արբանյակային ու տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ:

Վերլուծելով պետական գեոդեզիական բարձունքային ցանցի ուսումնասիրությունների ու հետազոտությունների արդյունքները՝ պարզվում է, որ ՀՀ տարածքում I դասի նիվելիրացման ցանցը հինգ բաց ընթացք է, որը շարունակվել է Վրաստանի ու Ադրբեջանի տարածքներով, դրանք են՝

1. Մասիս-Արմավիր-Քարակերտ-Մարալիկ-Գյումրի-Բավրա՝ շարունակելով դեպի Վրաստան: Այդ գործերում պահպանվել է 38 հենանիշ,

2. Մասիս-Երևան-Հրազդան-Սևան-Դիլիջան-Իջևան-Կրիվոյ-Մոստ-Աղստևի ջրամբար՝ շարունակելով դեպի Ղազախ: Այդ գործում պահպանվել է 48 հենանիշ,

3. Մասիս-Արտաշատ-Արարատ-Երասխ, որտեղից մի գիծ շարունակվել է դեպի Նախիջևան, իսկ մյուսը՝ դեպի Եղեգնաձոր-Վայք-Շաքի, որից հետո II դասի նիվելիրացման գծով շարունակվել է դեպի Գորիս-Կապան-Քաջարան-Մեղրի: Այդ գծում պահպանվել է 60 հենանիշ,

4. Գյումրի-Սպիտակ-Վանաձոր-Ձորագետ-Ալավերդի-Այրում՝ շարունակելով դեպի Վրաստան: Այդ գծում պահպանվել է 32 հենանիշ,

5. Սևան-Ճամբարակ-Վարդենիս-Ջերմուկ-Վայք, որտեղ պահպանվել է 16 հենանիշ:

Նկատի ունենալով, որ I դասի նիվելիրացման այդ հինգ գծերը նախկին ԽՍՀՄ I դասի նիվելիրացման պոլիգոնների մի մասն են եղել, ու դրանց հավասարակշռումը կատարվել է համատեղ, ինչը, ելնելով տարածաշրջանի աշխարհաքաղաքական իրավիճակից, համարյա հնարավոր չէր, այդ իսկ պատճառով I դասի նիվելիրացման ընթացքները նախագծվել են փակ ընթացքների (պոլիգոնների) տեսքով, որը հնարավորություն է տվել ՀՀ տարածքում գեոդեզիական բարձունքային ցանցը հաշվարկելու ու հավասարակշռելու որպես անկախ ինքնուրույն ցանց [17]:

Բարձունքային ցանցի սխեման մշակելու համար հաշվի են առնվել հետևյալ նախադրյալները.

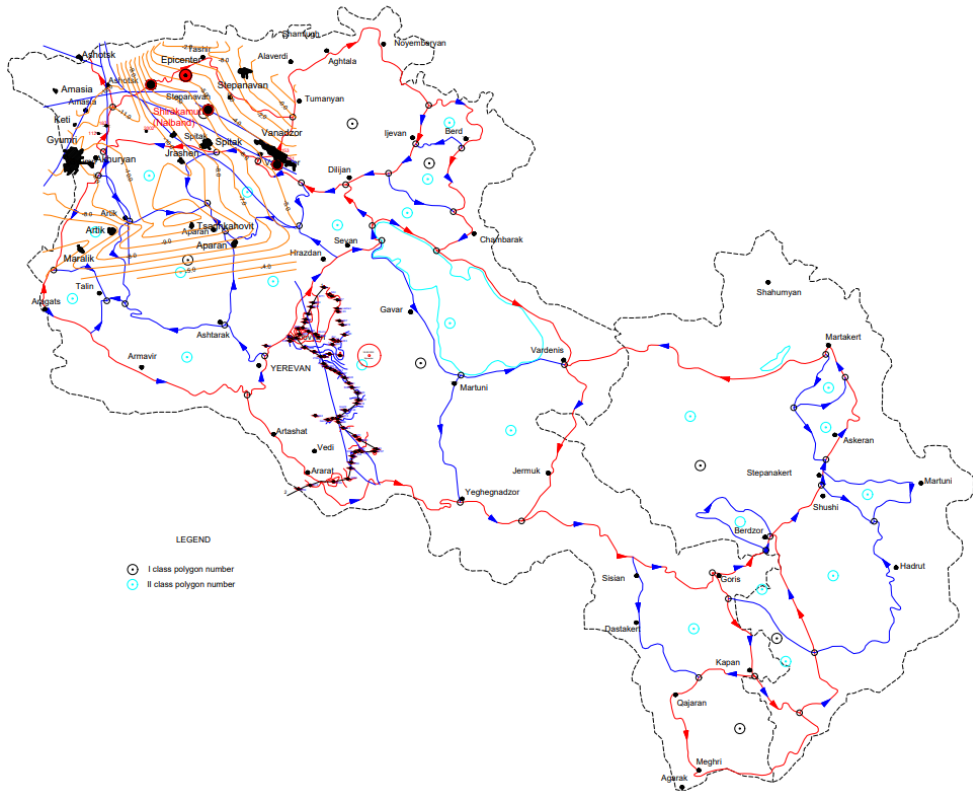
- հաշվի առնելով 2001 թ. բարձունքային ցանցի ուսումնասիրման ու հետազոտման արդյունքները՝ կազմվել է փաստացի պահպանված հենանիշներով ու դրոշմանիշներով սխեման,

- 1:200 000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների վրա ուսումնասիրվել են ՀՀ ու ԼՂՀ երկաթուղային ու ճանապարհային ցանցերը, որոնց զուգահեռ անցկացվել են I դասի նիվելիրային ընթացքների մայրուղային ուղեգծերը, որից հետո՝ II դասի նիվելիրային ընթացքների մայրուղային ուղեգծերը՝ որպես I դասի նիվելիրային ցանցի խտացում,

- ՀՀ ու ԼՂՀ տարածքների փոքր լինելու պատճառով առաջնորդվել են [18] հրահանգի Գեոդինամիկական ու տեխնածին պոլիգոններում նիվելիրացման առանձնահատկությունների բաժնում տրված պահանջների սկզբունքով՝ պահպանելով նիվելիրացման չափագրման ու դրանց ճշտության նկատմամբ բոլոր պահանջները,

- նորմալ բարձրությունների համակարգին անցնելու համար ուղղումների հաշվարկման համար նախատեսվել է ծանրության ուժի արագացումը չափել I ու II դասերի նիվելիրացման բոլոր հենանիշների ու դրոշմանիշների վրա:

Ելնելով վերը նշված հիմնավորումներից ու սկզբունքներից՝ մշակվել է ՀՀ բարձունքային ցանցի I դասի նիվելիրային սխեմա՝ ութ պոլիգոնների տեսքով (Նկ. 1.18):



Նկ. 1.18. ՀՀ բարձունքային I ու II դասերի նիվելիրացման սխեման

Պետական բարձունքային ցանցի I ու II դասերի նիվելիրային ընթացքներում ընդգրկվել է ԱԳՑ 0-ական, I ու II դասերի ցանցի 42 հիմնակետ, որոնցով կապ է ստեղծվել 1977 թ. Բալթյան ու համաշխարհային բարձունքային երկրակենտրոն համակարգերի, այսինքն՝ նորմալ ու գեոդեզիական բարձրությունների միջև:

ՀՀ բարձունքային ցանցի I ու II դասերի նիվելիրացման աշխատանքներն իրականացվել են շվեյցարական «Լեյկա» ընկերության «NA-3003» մակնիշի թվային նիվելիրներով՝ օգտագործելով ինվարային ստվարագծված չափաձողեր:

Ներկայացնենք «Leica NA-3003» տիպի էլեկտրոնային նիվելիրի տեխնիկական հնարավորություններն ու առանձնահատկությունները, ինչպես նաև

առավելություններն ավանդական օպտիկամեխանիկական նիվելիրների նկատմամբ:

«Leica NA-3003» տիպի նիվելիրն ունի բարձր ճշտություն: Այն, ի տարբերություն օպտիկամեխանիկական նիվելիրների, չափումն իրականացնում է էլեկտրոնային եղանակով, ինչի շնորհիվ չափողը կարող է խնայել ժամանակ, աշխատել ավելի արագ ու առանց դժվարությունների: Այս գործիքի առավելությունը նրա հեշտ գործածության մեջ է, հաշվեցույցների ընթերցման ու գրանցման սխալների բացակայությունը, չափման ընթացքում բարձրության ավտոմատ հաշվարկումը, տվյալների գրանցումը:

Նկար 1.19-ում տրված են «NA-3003» տիպի թվային նիվելիրի արտաքին տեսքն ու գործիքի տեխնիկական տվյալները:

«NA 3003» թվային նիվելիրը հնարավորություն է տալիս մշակելու նիվելիրացման տվյալները «Լեյկա» հաշվարկման ծրագրով ու ձեռքով մուտքագրված նիվելիրացման տվյալներով:

Տվյալների մշակման քայլերը ցույց է տալիս ստանդարտ վահանակը՝

- դաշտային տվյալների ներմուծում կամ մուտքագրում,
- դաշտային տվյալների խմբագրում,
- նիվելիրացման գծերի կառուցում,
- նիվելիրացման գծերի սկզբնակետի ու վերջնակետի որոշում,
- նիվելիրացման գծի հաշվարկում:

Տվյալները ձևակերպվում են ընթացքների նախագծերում, նախագիծը բաղկացած է կետերի տվյալների բազայից, որը կարող է պարունակել մեկ կամ մի քանի նիվելիրացման գծեր՝ կառուցված մեկ կամ մի քանի դաշտային տվյալների ֆայլերից:

- Նիվելիրացման գծերի հաշվարկման դեպքում պահանջվում են սկզբնական կամ վերջնական բարձրությունները կամ երկուսը միաժամանակ: Այնուհետև նիվելիրացման գծերը մշակվում են համակարգչի օգնությամբ, որն աշխատանքների կատարումն արագացնում է 2-2.5 անգամ:



Նկ. 1.19. «Լեյկա» ընկերության
«NA-3003» տիպի թվային նիվելիր

NA-3003 թվային նիվելիրն օգտագործվում է տեխնիկական բոլոր համաչափումների, օրինակ՝ գծային ու տարածքային համաչափման կամ եզրագծերի գրանցման համար: Ցածրից միջին ճշտության համար օգտագործում են ստանդարտ չափաձողերը, բարձր ճշտության համար՝ ինվարային չափաձողերը: Գործիքում ներդրված ծրագրերը՝ վերազանցումների որոշման, հեռավորության չափման, հավասարակշռման, անընդհատ չափումների և այլ ֆունկցիաներ, գործիքը դարձնում են չափումների արդյունավետ միջոց:

Դաշտային աշխատանքներն ավարտելուց հետո կատարվել են նիվելիրացման I ու II դասերի նիվելիրացման պոլիգոնների ու ընթացքների մշակման, հավասարեցման ու հավասարակշռման աշխատանքները:

ՀՀ տարածքում վերակառուցված բարձունքային ցանցի նախնական հավասարակշռման ժամանակ որպես սկզբնական բարձունքային նիշ ընտրվել է Գյումրիի տարածաշրջանում տեղադրված 417 հիմնային հենանիշը, իսկ որպես ստուգիչ կետ՝ Վանաձորի տարածաշրջանում ամրացված 418 դրոշմանիշը: Ուսումնասիրությունների արդյունքում 417 հիմնային հենանիշի ու 418 դրոշմանիշի ընտրությունը պայմանավորված է նաև այն հանգամանքով, որ դրանք ժամանակի ընթացքում բարձունքային առումով չեն ենթարկվել խախտումների՝ պահպանելով ինչպես արտաքին ձևավորումը, այնպես էլ ներքին տեղադրված կոնստրուկցիաները:

Կատարված աշխատանքների ծավալներն են՝ I դասի նիվելիրացում՝ 1584,72 կմ, II դասի նիվելիրացում՝ 940,57 կմ, այդ թվում՝ ԱԳՑ 0-ական դասի հիմնակետերը կապող ընթացքներ՝ 101,79 կմ:

I դասի նիվելիրացումը կատարվել է ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով՝ երկու գծով (նիվելիրի հորիզոնի փոփոխմամբ՝ առաջին գիծ, որը համապատասխանում է մինչև նիվելիրի հորիզոնի փոփոխման ընթացքին, երկրորդ գիծ, որը համապատասխանում է նիվելիրի հորիզոնի փոփոխման ընթացքին):

Պետական բարձունքային I դասի ցանցը հավասարակշռվել է առանձին, II դասը՝ առանձին, այնուհետև՝ I ու II դասերը համատեղ:

I դասի կատարված նիվելիրացման աշխատանքները տասնհինգ հանգուցային կետերից կազմված ու քսաներեք ընթացքներից բաղկացած ցանց են, որի արդյունքում ստացվել է ութ փակ պոլիգոն ու մեկ կախված ընթացք: Հավասարակշռումը կատարվել է շվեդական «Local X. Positionin Sistem+» ծրագրով: Հավասարակշռման արդյունքում ստացվել են յուրաքանչյուր սեկցիայի համար անկապքն ու թույլատրելի արժեքը: Ընթացքներում թույլատրելի անկապքը հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$f_{\text{թույլ}} = \pm 3 \text{ մմ} \sqrt{L}, \quad (1.2)$$

որում L -ը ընթացքի երկարությունն է կմ-ով:

I դասի նիվելիրային ընթացքների կայաններում բոլոր վերազանցումները, որոնք ստացվել են առաջին ու երկրորդ գծերից ուղիղ ու հակադարձ ընթացքներում, իրար հետ համեմատվել են, և դրանց միջև ($d1, d2, d3, d4, d5$) թույլատրելի անկապքը հաշվարկվել է 1 կմ ընթացքում կայանների միջին թիվը 15-ից փոքրի համար $\pm 2\text{մմ}\sqrt{L}$, իսկ կայանների միջին թիվը՝ 15-ից մեծի համար $\pm 3\text{մմ}\sqrt{L}$, որում L -ը սեկցիայի երկարությունն է կմ-ով: Իսկ կայաններում ուղիղ ու հակադարձ ընթացքների միջին վերազանցումների ($d6$) թույլատրելի անկապքները հաշվարկվել են համապատասխանաբար՝ $\pm 3\text{մմ}\sqrt{L}$ ու $\pm 4\text{մմ}\sqrt{L}$ արտահայտություններով: 1 կմ ընթացքի համար միջին քառակուսային պատահական սխալները հաշվարկված են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\eta_1^2 = \frac{1}{4n} \left[\frac{d_5^2}{r} \right], \quad \eta_2^2 = \frac{1}{4n} \left[\frac{d_6^2}{r} \right], \quad (1.3)$$

որոնցում n -ը սեկցիաների թիվն է ընթացքում, d_5 -ը՝ I ու II նիվելիրային գծերի միջին վերազանցումների միջև եղած տարբերությունը, d_6 -ը՝ ուղիղ ու հակադարձ ընթացքների միջին վերազանցումների միջև եղած տարբերությունը:

1 կմ ընթացքի համար միջին քառակուսային սխտեմատիկ սխալները հաշվարկված են հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma^2 = \frac{1}{4[L]} \left[\frac{s^2}{L} \right], \quad (1.4)$$

որում L -ը այդ ընթացքի երկարությունն է, S -ի արժեքները վերցված են որպես ուղիղ գծի օրդինատների տարբերություն սիմետրիկ անցկացված գրաֆիկի վրա համասեռ կուտակման տարբերությունների կորի համապատասխան հատվածում:

II դասի նիվելիրացումը կատարվել է ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով:

II դասի նիվելիրացման ցանցը ստեղծվել է I դասի նիվելիրային ցանցի ներսում, քսաներեք փակ պոլիգոն է ու քսանութ ընթացքներից բաղկացած համակարգ:

II դասի նիվելիրային ցանցի հավասարակշռման համար ելակետեր են I դասի նիվելիրային ցանցի հենանիշներն ու դրոշմանիշները: Հավասարակշռման արդյունքում ստացվել են յուրաքանչյուր սեկցիայի համար անկապքն ու թույլատրելի արժեքը: Ընթացքներում թույլատրելի անկապքը հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$f_{\text{թույլ}} = \pm 5 \text{ մմ } \sqrt{L}, \quad (1.5)$$

որում L -ը ընթացքի երկարությունն է կմ-ով:

II դասի նիվելիրացման ժամանակ կայաններում բոլոր վերազանցումները, որոնք ստացվել են ուղիղ ու հակադարձ ընթացքներից, իրար հետ համեմատվել են, և այդ ընթացքների միջին վերազանցումների (d) թույլատրելի անկապքները հաշվարկվել են հետևյալ բանաձևերով՝

- $\pm 3 \text{ մմ } \sqrt{L}$, երբ կայանների միջին թիվը 1 կմ ընթացքում փոքր է 15-ից,
 - $\pm 4 \text{ մմ } \sqrt{L}$, եթե կայանների միջին թիվը 1 կմ ընթացքում մեծ է 15-ից,
- որում L -ը սեկցիայի երկարությունն է կմ-ով:

1 կմ ընթացքի համար միջին քառակուսային պատահական սխալները հաշվարկվել են հետևյալ բանաձևով՝

$$\eta^2 = \frac{1}{4n} \left[\frac{d^2}{r} \right], \quad (1.6)$$

որում n -ը սեկցիայի թիվն է ընթացքում, d -ն՝ ուղիղ ու հակադարձ ընթացքների միջին վերազանցումների միջև եղած տարբերությունը, r -ը սեկցիաների երկարությունն է կմ-ով:

1 կմ ընթացքի համար միջին քառակուսային սիստեմատիկ սխալները հաշվարկված են հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma^2 = \frac{1}{4[L]} \left[\frac{s^2}{L} \right], \quad (1.7)$$

որում L -ը այդ ընթացքի երկարությունն է, s -ի արժեքները վերցված են որպես ուղիղ գծի օրդինատների տարբերություն սիմետրիկ անցկացված գրաֆիկի վրա համասեռ կուտակման տարբերությունների կորի համապատասխան հատվածում:

Առանձին-առանձին հավասարակշռումից հետո կատարվել է I ու II դասերի նիվելիրային ցանցի հավասարակշռումը համատեղ, շվեդական «Local X. Positioning Sistem+» ծրագրով՝ I դասի ճշտությամբ՝ $f_{\text{թույլ}} = \pm 3 \text{ մմ}$ բանաձևով, որում L -ը ընթացքի երկարությունն է կմ-ով:

Հավասարակշռման արդյունքում ստացվել են յուրաքանչյուր սեկցիայի համար անկապքն ու դրա թույլատրելի արժեքը:

Համեմատելով առանձին ու համատեղ հավասարակշռման արդյունքում ստացված հենանիշների ու դրոշմանիշների բարձրությունները՝ պարզվում է, որ մի քանի հենանիշների ու դրոշմանիշների համար տարբերությունը կազմում է մինչև 1 մմ:

I ու II դասերի նիվելիրային ցանցի հավասարակշռման ժամանակ բարձրությունների տարբերություններում ուղղումներ են մտցվել՝ նորմալ բար-

ձուներային համակարգին անցնելու համար: Դրա համար օգտագործվել են ՀՀ գիտությունների ազգային ակադեմիայի երկրաֆիզիկայի ու ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի կողմից I դասի բարձունքային ցանցի հենանիշների վրա կատարված ծանրաչափական չափումների տվյալները: Իսկ այն հենանիշները, որոնց վրա ծանրաչափական աշխատանքներ չեն կատարվել, դրանց համար (g) ստացվել է միջարկումների (ինտերպոլյացիայի) միջոցով ծանրաչափական քարտեզներից:

Կատարված ծանրաչափական աշխատանքների արդյունքում կետերի միջև ծանրության ուժի արագացման հարաբերական արժեքների չափման ճշտությունը կազմել է $\pm 0,017 - \pm 0,029$ մկալ, իսկ բացարձակ արժեքների հաշվարկման ճշտությունը՝ $\pm 0,050 - \pm 0,069$ մկալ, որը մեծ է տեխնիկական առաջադրանքով պահանջվող ճշտությունից 1,4-2 անգամ և նմանատիպ ծանրաչափական աշխատանքների համար բարձր ցուցանիշ է:

Ծանրաչափական հարաբերական դիտարկումների մեթոդով որոշվել է կետերի ծանրաչափական կապը, այսինքն՝ չափվել է կետերի միջև ծանրության ուժի արագացման տարբերությունը:

Ծանրության ուժի արագացման հարաբերական արժեքների չափման համար օգտագործվել է ԴԿԿ-ԿԵ ու ԴԿԿ-ԿԸ մակնիշի երկու ծանրաչափ, որոնց չափման միջին քառակուսային սխալը չի գերազանցում $\pm 0,03...0,04$ մկալ/ը:

Մթնոլորտային ճնշման փոփոխության ազդեցությունը հաշվառվել է.

$$\delta g_p = 0.406(\Delta P) \text{ մկգալ} \quad (1.8)$$

բանաձևով, որում δg_p -ն ծանրության ուժի արագացման փոփոխությունն է մկգալ-ով, ΔP -ն՝ մթնոլորտային ճնշման փոփոխությունը միլիբարով:

Ծանրության ուժի արագացման առավելագույն փոփոխությունը՝ δg_p , կազմել է 0,8 մկգալ, որը փոքր մեծություն է և այս դիտարկումների ընթացքում հաշվի չի առնվել:

Հարաբերական արժեքների չափման միջին քառակուսային սխալը գնահատվել է երկու ծանրաչափներով չափված արժեքների ներքին համաչափեղիությամբ և հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\overline{\Delta g} - \Delta g_i)^2}{n-1}}, \quad (1.9)$$

որում $\overline{\Delta g}$ -ն չափված հարաբերական արժեքների միջին թվաբանականն է, Δg_i -ն՝ չափված արժեքը, n-ը՝ արժեքների քանակը:

Գնահատման արդյունքում կետերի միջև ծանրության ուժի արագացման հարաբերական արժեքների չափման ճշտությունները կազմել են $\pm 0,017 \dots \pm 0,029$ մգալ:

Չափման վերջնական ճշտությունը գնահատվել է միջին քառակուսային սխալների միջին քառակուսային արժեքով՝

$$\sigma_3 = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \quad (1.10)$$

որում σ_1 -ը ՕՀԿ ծանրության ուժի բացարձակ արժեքների չափման ճշտությունն է, σ_2 -ը՝ ծանրության ուժի հարաբերական արժեքների չափման ճշտությունը, σ_3 -ը՝ հենանիշների ծանրության ուժի բացարձակ արժեքների չափման ճշտությունը:

Քանի որ մեր կողմից չեն իրականացվել նման մեծ ծավալի I ու II դասերի ՊԲՑ ստեղծման ու հավասարակշռման աշխատանքներ, ուստի արդյունքները ստուգման նպատակով 2007 թ. երկրորդ անգամ հավասարակշռվել են ՌԴ գեոդեզիայի ու քարտեզագրության դաշնային գործակալության Մոսկվայի աերոգեոդեզիական ձեռնարկության կողմից 1996 թ. մշակված «Ֆորտրան 77» ծրագրային փաթեթով՝ մեր կողմից կազմված տվյալների բազայի հիման վրա: Ծրագրի հիմքում ընկած է նիվելիրային ցանցերի խիստ (ճշգրիտ) հավասարակշռման քայլաշարը (ալգորիթմը):

I ու II դասերի պետական բարձունքային ցանցը հավասարակշռվել է 3 տարբերակով՝

1. որպես ազատ ցանց՝ հենված երկու ելակետերի վրա,
2. համատեղ,
3. նվազագույն քառակուսիների մեթոդով, պարամետրական եղանակով՝ հաշվի առնելով վերազանցումների կշիռները:

Հաշվասարակշռված երեք տարբերակից ընդունվել է երրորդը, որում միջին քառակուսային սխալը տրված է I դասի համար $M = 1,7$ մմ, II դասի համար՝ $M = 2,2$ մմ, և հավասարակշռումից ստացվել են համապատասխանաբար $M = 1,7$ մմ, $M = 2,2$ մմ:

Ստացված 1-2 սմ միջակայքում ընկած հանգուցային կետերի բարձրությունների միջին քառակուսային սխալը ելակետերի նկատմամբ բնութագրում է կատարված նիվելիրացման բարձր ճշտությունը [19, 20]:

Համեմատելով 3-րդ տարբերակով հավասարակշռման արդյունքում ստացված հենանիշների ու դրոշմանիշների բարձրությունները շվեդական «Local X. Positioning Sistem» ծրագրով ստացված հենանիշների ու դրոշմանիշների բարձրությունների հետ՝ պարզվում է, որ չորս հենանիշների վրա ամենամեծ տարբերությունը կազմում է 4,2 մմ:

Ամփոփելով երկու ծրագրերով հավասարակշռված տվյալների համեմատման արդյունքների վերլուծությունը՝ պարզվում է, որ ՀՀ պետական գեոդեզիական գլխավոր բարձունքային ցանցն իր խտությամբ ու ճշտությամբ համապատասխանում է միջազգային գեոդեզիական ու քարտեզագրական չափանիշներին: Նման ցանցով հնարավոր է լուծել պաշտպանական, գիտական ու տնտեսական ցանկացած խնդիր:

1.5. Հայաստանի Հանրապետության տարածքի քվադրգեոիդի ձևաչափը

Ընդհանրապես գեոդեզիական պլանային ցանցերի դիտարկման ու կոորդինատների հաշվարկման գործընթացը բավականին ավտոմատացվել է արբանյակային ու տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ներդրմամբ, իսկ բարձունքային ցանցերի ստեղծման գործընթացի ավտոմատացումն անմիջական չափումների եղանակով բավականին աշխատատար ու ծախսատար է: Քանի որ ներկայումս արբանյակային տեխնոլոգիաները գեոդեզիայի բնագավառում ներդնելու շնորհիվ հնարավորություն է ստեղծվել անմիջական դիտարկումներով ավտոմատացված համակարգում ստանալու գեոդեզիական բարձրություն, ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում կապ ստեղծելու գեոդեզիական ու նորմալ բարձրությունների միջև: Նշված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտություն է առաջացել հանրապետության տարածքի համար գեոդեզիական ու նորմալ բարձրությունների կապով, այսինքն՝ որոշակի հիմնակետերում ունենալով գեոդեզիական ու նորմալ բարձունքային նիշեր՝ դրանց տարբերություններով ստեղծել մակերևույթների տարբերության մոդել, որով հնարավորություն կստեղծվի ավտոմատ համակարգում հանրապետության տարածքի ցանկացած կետում GPS ռովեր կայաններով դիտարկված կետերում ստանալու նաև գեոդեզիական նորմալ բարձրություն՝ ուղղում տալով ստացված գեոդեզիական բարձրությանը: Նման եղանակի կիրառությունը գեոդեզիայում անվանում են տարածքի քվադրգեոիդի ձևաչափ (մոդել):

Գեոիդի ձևի ուսումնասիրություններում ավելի բարձր ճշտության աստիճան ապահովելու համար կիրառվում են [21] աշխատությունում ներկայացված ծանրաչափական ուղղումները: Գլոբալ գեոիդների օրինակներ են egm96, EGM08:

Ուսումնասիրվել է գեոիդի (քվադրգեոիդի) ստեղծման համաշխարհային փորձը: Ներկայացվել են աստղագեոդեզիական, ծանրաչափական, գլոբալ ու լոկալ մեթոդները: Տրվել են նշված մեթոդներից յուրաքանչյուրի առավելություններն ու թերությունները: Պարզվել է, որ հանրապետության տարածքում բացակայում են աստղագեոդեզիական ու ծանրաչափական չափումների բա-

վարար տվյալներ, այդ իսկ պատճառով աստղագեոդեզիական ու ծանրաչափական մեթոդների կիրառումը նպատակահարմար չէ ՀՀ տարածքի քվադիգեոիդի մոդելի մշակման համար:

Հաշվի առնելով ՀՀ ԱԳՑ հիմնակետերի ու ՊԳԲՑ հենանիշների խիտ տեղաբաշխվածությունն ու հանրապետության տարածքի աշխարհագրական դիրքի առանձնահատկությունները՝ նպատակահարմար է գտնվել կիրառել քվադիգեոիդի տեղային կամ լոկալ եղանակը, որն առավել արդյունավետ է ՀՀ տարածքի քվադիգեոիդի մոդելի մշակման համար:

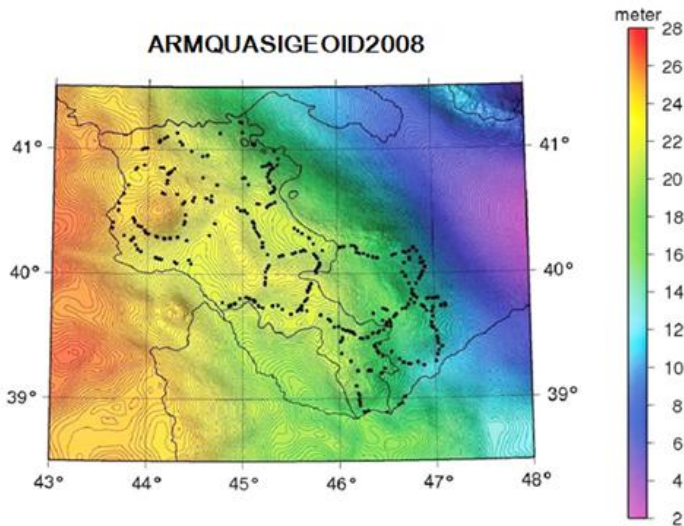
2008 թ. «Գեոդեզիայի ու քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ-ում կազմվել է ՀՀ տարածքի քվադիգեոիդի մոդելի ստեղծման տեխնիկական նախագիծ: ՀՀ ԱԳՑ ու ՊԳՑ հիմնակետերի կոորդինատների ցանկից դուրս է բերվել 185 հիմնակետ, որոնց գեոդեզիական ու նորմալ բարձունքային նիշերն որոշված են GPS դիտարկումներով ու I, II դասերի նիվելիրացման տվյալներով: ՀՀ ՊԳԲՑ կատալոգից ընտրվել է 333 հիմնային, գրունտային ու ժայռային հենանիշ, որոնք իրենց տեղակայման դիրքով ապահովում են [18] հրահանգով նախատեսված GPS դիտարկումների համար անհրաժեշտ պահանջները: Այնուհետ ցանկերից (կատալոգներից) դուրս բերված կետերով կազմվել է GPS դիտարկումների սխեման՝ որպես ելակետեր ընդունելով ԱԳՑ կատալոգներից դուրս բերված համատեղ գեոդեզիական և նորմալ բարձունքային նիշեր ունեցող հիմնակետերը: Դիտարկումներն իրականացվել են GPS ընդունիչներով 12-ժամյա շրջափուլերով [8]: Դիտարկված տվյալները փոխակերպել են RINEX միջազգային ձևաչափով՝ ֆայլերի հետագա մշակման ու հաշվարկման համար, այնուհետ չափագրման տվյալների հետ մուտքագրել են համակարգիչ: Հաշվարկների արդյունքում ունենալով 185 հիմնակետի ու 333 հենանիշի գեոդեզիական ու նորմալ բարձունքային նիշերը՝ (1.11) բանաձևով հաշվարկվել են քվադիգեոիդի բարձրությունները՝

$$\zeta = H - H^y, \quad (1.11)$$

որում H -ը գեոդեզիական բարձրությունն է, H^y -ն՝ նորմալ բարձրությունը:

Ունենալով 185 հիմնակետի ու 333 հենանիշի պլանային կոորդինատների ու քվադիգեոիդի ζ բարձրությունների թվային արժեքների տվյալները՝ դրանցով կազմվել է քվադիգեոիդի ստեղծման հատակագիծը (Նկ. 1.20), որի հիման վրա գծային միջարկումների (ինտերպոլյացիոն) մեթոդով ու «Leica Geo ofis» ծրագրային փաթեթով 185 հիմնակետի ու 320 հենանիշի տվյալներով հաշվարկվել է ՀՀ քվադիգեոիդի մոդելը, որից մեկ հատված տրված է Նկար 1.21-ում: Հաշվարկներում չընդգրկված 13 հենանիշի տվյալներով ստուգվել է հաշվարկված քվադիգեոիդի մոդելի ճշտության աստիճանը, որն ապահովել է 2-8 սմ ճշտություն:

մասնագետները համաեվրոպական քվադրիգեոիդի հաշվարկման ծրագրով գերմանական ծանրաչափական արբանյակից ստացված ծանրաչափական տվյալներով հաշվարկել են մեր տարածաշրջանի քվադրիգեոիդի մոդելը: Այնուհետև մեր կողմից տրամադրած 320 հենանիշի նորմալ բարձրություններով ստուգվել է իրենց կողմից հաշվարկված քվադրիգեոիդի մոդելի ճշտության աստիճանը: Ստուգման արդյունքում ստացել են մեր կողմից հաշվարկված ճշտության աստիճանի նույն ցուցանիշները (Նկ. 1.22):



Քվադրիգեոիդի նոր մոդելը Հայաստանի Հանրապետության համար. համակարգչային լուծումը՝ Յունաս Անգրենի հայ փորձագետների մասնակցությամբ: EGM-2008 ենթարկվել է տեղայնացման 320 GPS/բարձունքային հենանիշների ծանրաչափական հավասարակշռմամբ:

Մոտավոր ճշտություն՝

- ստանդարտ GPS հավասարակշռված միջինացված սխալը 5 սմ-ի մոտ,
- ստանդարտ ճշտությունն այլ տեղամասերում 10-20 սմ:

Նկ. 1.22. Համաշխարհային արբանյակային կոորդինատային համակարգում դիտարկման տվյալներով ստեղծված ՀՀ տարածքի քվադրիգեոիդի ծանրաչափական մոդել

ՀՀ տարածքի հաշվարկված քվադրիգեոիդի մոդելի ճշտության աստիճանը բավարարում է [18] հրահանգի պահանջներով հանրապետությունում III, IV դասերի ու տեխնիկական նիվելիրացման աշխատանքների կատարման ճշտությունը:

2015 թ. կատարվել են պետական բարձունքային ցանցի ուսումնասիրություններ. հետազոտվել է 936 հենանիշ, որից 468-ում վերականգնվել է դրանց արտաքին տեսքը, ոչնչացվել է 84 հենանիշ:

ՀՀ տարածքի քվադրգեոիդի մոդելի տվյալների արդիականացման համար 2015 թ. կազմվել է տեխնիկական նախագիծ, որում վերլուծվել են առկա տվյալները, նույն կետեր ունեցող հատվածներում նախագծվել են նիվելիրային նոր ընթացքներ: Այդ աշխատանքներն իրականացվել են 2015-2017 թթ.:

Համաձայն տեխնիկական նախագծի՝ տեղանքում տեղադրվել են նախատեսված հիմնակետերը, կատարվել են նիվելիրացման ու GPS ընդունիչներով դիտարկման աշխատանքները, որից հետո հաշվարկվել են հիմնակետերի կոորդինատները, գեոդեզիական ու նորմալ բարձրությունները, և (1.11) բանաձևով հաշվել են քվադրգեոիդի բարձրությունները:

2018 թ. քվադրգեոիդի մոդելի ստեղծման նախնական բազայից անճշտությունների համման արդյունքում նվազեցվել և հասցվել է 946-ի, որից նոր դիտարկված է 631, Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնից՝ 28, Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնից՝ 20, քաղաքային ցանցերից՝ 30, 2008 թ. ստեղծված քվադրգեոիդի ձևաչափից՝ 208, ԱԳՑ ու ՊԲՑ-ներից՝ 33 հիմնակետ:

Ստացված տվյալները մուտքագրվել են «Leica Geo Office v 8.3» ծրագրային փաթեթ:

Կետերի նորմալ ու գեոդեզիական բարձրությունների տարբերություններով մոտարկման եղանակով ստեղծվել է ՀՀ ողջ տարածքի քվադրգեոիդի մոդելի մակետը: Նախ ծրագրում ստեղծվել է նոր նախագիծ, որում մուտքագրվել են հիմնակետերի անունները, գեոդեզիական ու նորմալ բարձրությունները, կոորդինատները: Նշվել են այն հիմնակետերը, որոնց տվյալները հայտնի են բարձր ճշտությամբ (cantrol points): Այնուհետև տրվել է քվադրգեոիդի բարձրությունները հաշվելու ու մակերևույթ ստանալու հրահանգ:

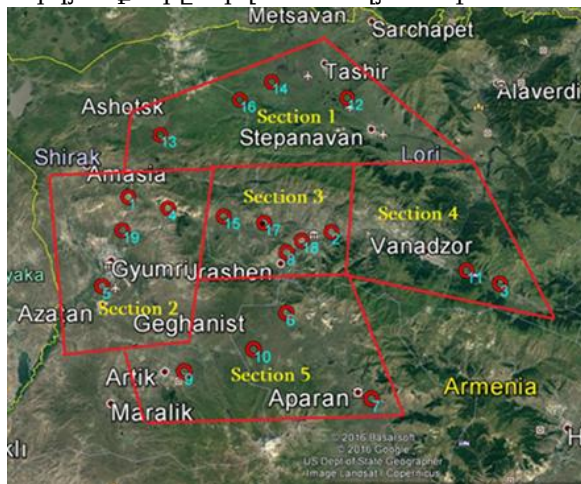
Գործողությունների ավարտից հետո ստացվել է քվադրգեոիդի մոդելը, որը սահմանափակված է այն կետերով, որոնք չափվել են դրա եզրերում: Այդ տարածքից դուրս քվադրգեոիդի մոդելի բարձրություններ ստանալու համար կատարվել է հարթեցում ու մոդելի տարածում մինչև անհրաժեշտ հատվածը: Նմանատիպ տարածման ժամանակ, քանի որ տարածումն իրականացվում է հայտնի կետից դեպի անհայտ հատվածները, հաշվի է առնվել, որ հայտնի կետից հեռանալիս ճշտությունը նվազում է: Կախված ռելիեֆից ու ելակետի ճշտության աստիճանից՝ տարածումն իրականացվել են 5-15 կմ-ից ոչ ավել հեռավորության վրա:

Քվադրգեոիդի մոդելի ստացումից հետո ստուգման համար ելակետային տվյալներով կատարվել է մոդելի ստեղծում մեկ այլ «Trimble Grid Factory v1.41» ծրագրային փաթեթի միջոցով: Այս ծրագրային փաթեթում մուտքագրվել են այն նույն տվյալները, որոնք անհրաժեշտ են եղել նախորդ մեթոդով քվադրգեոիդի մոդելի հաշվարկի համար, սակայն ի տարբերություն նախոր-

դի՝ այստեղ կետերի տվյալները մուտքագրվել են մատրիցի տեսքով: Քվադրատիկ մոդելն ստանալուց հետո կատարվել են տարածքի սահմանների ու դրանից դուրս այլ կարգավորումներ:

Երկու ծրագրային փաթեթով քվադրատիկ մոդելների ստեղծումից հետո կատարվել է դրանց համադրումը՝ ստուգելու, թե որքան են կազմում այդ երկու մոդելների տարբերություններն ու դրանց անհամապատասխանությունը: Համեմատության արդյունքում պարզվել է, որ ծրագրային տարբեր փաթեթներով ստեղծված մոդելների տարբերությունը չի գերազանցում 0,001 մ-ը:

ՀՀ տարածքի քվադրատիկ մոդելի ճշտության աստիճանի գնահատման աշխատանքները կատարելու համար Հայաստանի Հանրապետության տարածքի հյուսիսային ու հյուսիսարևմտյան հատվածներում (Շիրակի ու Լոռու մարզերի ողջ տարածքը, Արագածոտնի մարզի հյուսիսային մասը) ընտրվել է 19 հիմնակետ (Նկ. 1.23): Դրանք ընտրվել են այնպես, որ կապակցման համար դրանք լինեն ԱԳՑ ու ՊԲՑ հիմնակետերի ու հենանիշների մոտակայքում: Գնահատվող տարածքի մակերեսը կազմում է 6500 կմ²: Ընտրված 19 հիմնակետում որոշվել են նորմալ ու գեոդեզիական բարձրությունները: Այնուհետև ստացված տվյալները տեղադրվել են 2008 թ. ստեղծված ու 2018 թ. արդիական ՀՀ տարածքի քվադրատիկ մոդելների վրա: Տվյալների համեմատության արդյունքում որոշվել է քվադրատիկ մոդելների ճշտության աստիճանը՝ ըստ ընտրված համապատասխան հատվածների: Չափումներից ստացված, 2008 թ. ստեղծված ու 2018 թ. արդիական մոդելների համեմատական տվյալների արդյունքները տրված են Աղյուսակ 1.13-ում:



Նկ.1.23. ՀՀ քվադրատիկ տարածքի ընտրված հինգ հատվածների բաժանման ու դրանցում ստուգողական չափումներ կատարված հիմնակետերի տեղաբաշխման սխեմա

Չափագրման տվյալների և 2008 թ. ու 2018 թ. քվադրգեոիդի մոդելների հետ համադրման արդյունքում ստացված տվյալները

Կետի համար	Նորմալ բարձրություն համադրված 2008 թ. ստեղծված քվադրգեոիդի մոդելի հետ (մ)		ξ (մ)	Նորմալ բարձրությունը ստացված 2018 թ. ստեղծված քվադրգեոիդի ձևաչափի հետ (մ)		ξ (մ)
	Չափագրված նորմալ	Գեոդեզիականից փոխակերպված		Չափագրված նորմալ	Գեոդեզիականից փոխակերպված	
1	1892.870	1892.831	0.035	1892.866	1892.831	0.035
2	1522.450	1522.389	0.056	1522.445	1522.389	0.056
3	1833.980	1833.934	0.043	1833.977	1833.934	0.043
4	1807.750	1807.649	0.097	1807.746	1807.689	0.057
5	1518.920	1518.847	0.077	1518.924	1518.877	0.047
6	2068.540	2068.375	0.163	2068.538	2068.485	0.053
7	1912.410	1912.266	0.141	1912.407	1912.366	0.041
8	1640.840	1640.68	0.163	1640.843	1640.79	0.053
9	1954.510	1954.44	0.067	1954.507	1954.38	0.050
10	2079.320	2079.143	0.176	2079.319	2079.274	0.045
11	1623.600	1623.631	-0.031	1623.600	1623.631	-0.031
12	1479.750	1479.718	0.027	1479.745	1479.718	0.027
13	2039.330	2039.287	0.045	2039.332	2039.287	0.045
14	1629.390	1629.361	0.032	1629.393	1629.361	0.032
15	1750.320	1750.336	-0.02	1750.321	1750.336	-0.015
16	2280.630	2280.509	0.12	2280.629	2280.509	0.12
17	1643.910	1643.809	0.105	1643.914	1643.859	0.055
18	1586.190	1585.996	0.195	1586.191	1586.142	0.049
19	1614.780	1614.685	0.093	1614.778	1614.722	0.056

ՀՀ տարածքի քվադրգեոիդի մոդելի ճշտության աստիճանը գործնականում գնահատելու համար ընտրված տարածքը բաժանվել է 5 հատվածի (Նկ. 1.23):

2018 թ. ՀՀ տարածքի քվադրգեոիդի մոդելի կիրառման դեպքում համադրման արդյունքում ստացված տվյալների համաձայն՝ Ստեփանավանի հատվածում քվադրգեոիդի մոդելի ճշտությունը չի գերազանցում 5 սմ-ը, Գյումրիի հատվածում՝ 6 սմ-ը, Սպիտակի հատվածում՝ 5,5 սմ-ը, Վանաձորի հատվածում՝ 5 սմ-ը ու Ապարան-Արթիկ հատվածում՝ 5 սմ-ը:

Աղյուսակ 1.13-ից երևում է, որ երկու եղանակով ստացված արդյունքների տարբերությունը կազմում է 2008 թ. քվադրգեոիդի մոդելի կիրառման դեպքում 5...15 սմ, իսկ 2018 թ. քվադրգեոիդի մոդելի կիրառման դեպքում չի գերազանցում 6 սմ-ը:

Այսպիսով՝ Հայաստանի Հանրապետության տարածքի արդիականացված քվադրգեոիդի մոդելն ունի բարձր ճշտություն, որը, ըստ [18] հրահանգի, բավարարում է III, IV դասերի ու տեխնիկական նիվելիրացման աշխատանքների կատարման պահանջները: Դա նշանակում է, որ քարտեզագեոդեզիական գործունեության մեջ բարձունքային նիշերի որոշման նման ճշտություն պահանջող աշխատանքներում երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացման փոխարեն գեոդեզիական կետերի բարձունքային նիշերը կորոշվեն GPS ընդունիչ կայանների դիտարկումների միջոցով:

1.6. ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզների՝ CK-42 կոորդինատային համակարգից WGS-84 համակարգ անցման աշխատանքների վերլուծությունը

ՀՀ Կառավարության որոշմամբ ՀՀ գեոդեզիայի բնագավառը միջազգային գեոդեզիական ու քարտեզագրական ստանդարտներին համապատասխանեցնելու նպատակով ՀՀ տարածքում 2002-2004 թթ. ստեղծվել է *WGS-84* համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում Ազգային գեոդեզիական ցանցը, իսկ 2007 թ. ավարտվել են ՀՀ պետական բարձունքային ցանցի I ու II դասերի նիվելիրացման հավասարակշռման ու ցանկերի (կատալոգների) կազմման աշխատանքները [6]:

ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները ստեղծվել են 2003-2007 թթ. ընթացքում *CK-42* կոորդինատային համակարգում: Կադաստրային քարտեզագրման աշխատանքները հանրապետության ողջ տարածքում ավարտվել են 2004 թ. (բնակավայրերը՝ 1:500, բնակավայրից դուրս

գյուղատնտեսական նշանակության սեփականաշնորհված հողատարածքները՝ 1:2000 ու համայնքների վարչական տարածքները՝ 1:10000 մասշտաբով):

Ներկայումս նոր տեխնոլոգիաների հիմնական գաղափարն ու գործողության իմաստը պայմանավորված են նրանով, թե որտեղ եւ գտնվում, ինչպես հասնել նպատակային կետին, ինչ ճանապարհով, որ լինի ամենանպատակահարմարը: Ժամանակակից սարքերը հնարավորություն են տալիս նաև վերականգնելու ու վերարտադրելու մի քանի օր առաջ անցած ուղին, իմանալու՝ որտեղ ու ինչքան ժամանակ է կանգ առել օգտագործողը, օգտվելու արբանյակային համացանցի ծառայություններից, բջջային ցանցի ծածկույթի բացակայության դեպքում՝ կապի այլ ծառայություններից: Նման խնդիրների ու վերլուծությունների հիմքում առաջին հերթին պետք է ունենալ էլեկտրոնային քարտեզ, երկրորդը՝ սարքավորումներ, որոնք կարող են ցույց տալ գտնվելու վայրն ու անցած ճանապարհը: Ներկայումս տարբեր երկրների կողմից տարբեր խնդիրներ լուծելու համար արտադրվում են անհրաժեշտ ճշտության մեծաքանակ արբանյակային դիրքորոշման *GPS* ընդունիչներ, որոնք աշխատում են ստատիկ ու կինեմատիկ ռեժիմներով:

Վերլուծելով ՀՀ տարածքում ստեղծված գեոդեզիական ցանցերի, տեղագրական ու կադաստրային քարտեզագրական նյութերի առկայությունը՝ աշխարհում արտադրվող արբանյակային դիրքորոշման *GPS* կայանների լայն հնարավորությունները և դրանք իրար հետ անմիջական կապ ստեղծելու նպատակահարմարությունը՝ 2009 թ. հանրապետությունում գերակա խնդիր հանդիսացավ ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական ու կադաստրային քարտեզները տեղափոխել *CK-42*-ից միասնական մեկ *WGS-84* կոորդինատային համակարգ:

Տեղափոխման համար ուսումնասիրվել են այլ երկրներում կետերի տեղադրիչի որոշման համար օգտագործված գեոդեզիական ցանցերի տարբեր համակարգեր, որոնք էլ իրենց հերթին կառուցվում են տվյալ երկրի համար հաշվարկված ռեֆերենց էլիպսոիդի հիման վրա: Յուրաքանչյուր ռեֆերենց համակարգ ունի իր սկզբնակետն ու կողմնորոշման ուղղությունը: Այսպիսի կողմնորոշման դեպքում սկզբնակետի ծանրաչափական առանցքը համատեղվում է ռեֆերենց էլիպսոիդի նկատմամբ անցկացված նորմալի հետ, իսկ սկզբնակետով անցնող միջօրեականի հարթությունը, ըստ աստղային ազիմուտի, դարձվում է զուգահեռ Երկրի պտտման առանցքի նկատմամբ:

Ռեֆերենց էլիպսոիդների չափերի ու ձևերի տարբերությունները, ինչպես նաև սկզբնակետերում ուղղագծերի շեղումների անտեսումները հանգեցնում են Երկրի ծանրության կենտրոնի նկատմամբ կոորդինատային համակարգերի սկզբնակետերի կամ այլ կերպ ասած՝ ռեֆերենց էլիպսոիդների

կենտրոնների տեղաշարժերի՝ չխախտելով Երկրի պտտման ու ռեֆերենց էլիպսոիդների փոքր կիսաառանցքների միջև եղած զուգահեռությունը: Ահա այս պատճառով էլ տարբեր սկզբնականների համար առաջանում են կոորդինատների գեոդեզիական տարբեր համակարգեր:

1984 թ. հաշվարկված *WGS-84* էլիպսոիդն իր պարամետրերով տարբերվում է ՀՀ պետական գեոդեզիական ցանցի համար ընդունված *CK-42* կոորդինատային համակարգի համար բազային հանդիսացող Կրասովսկու ռեֆերենց էլիպսոիդից և ունի իր հաշվարկային մակերևույթը:

Արբանյակային գեոդեզիայի զարգացման սկզբնական շրջանում համակարգերի միջև անցումները ճշգրտորեն որոշված չէին, և մի համակարգից անցումը մյուսին կատարվում էր կոորդինատային համակարգերի առանցքների գծային տեղաշարժի հաշվարկից (dX, dY, dZ) Մոլոդենսկու եղանակով.

$$\begin{cases} \Delta\phi = (-dX \sin\phi \cos\lambda - dY \sin\phi \sin\lambda + dZ \cos\phi + (a\Delta f + f\Delta a) \sin^2\phi) \\ \Delta\lambda = (-dX \sin\lambda + dY \cos\lambda) \\ \Delta h = dX \cos\phi \cos\lambda + dY \cos\phi \sin\lambda + dZ \sin\phi + (a\Delta f + f\Delta a) \sin^2\phi + \Delta a \end{cases}, \quad (1.12)$$

որում dX, dY, dZ -ը առանցքների գծային տեղաշարժն է, a -ն՝ էլիպսոիդի մեծ կիսաառանցքը, f -ը՝ էլիպսոիդի սեղմվածությունը: Այս եղանակն անհրաժեշտ ճշտություն չէր կարող ապահովել, քանի որ առանցքները միմյանց նկատմամբ զուգահեռ չեն: Անցման բարձր ճշտություն է ապահովում Հելմերտի եղանակը, որում կիրառվում է գծային ու անկյունային 7 հիմնական գործակից: Եթե կոորդինատները տրված են տարածքային էլիպսոիդալ կոորդինատների տեսքով (ϕ, λ, h), ապա Հելմերտի եղանակով անցումն իրականացվում է երեք փուլով:

Փուլ 1. (ϕ, λ, h)՝ տարածական էլիպսոիդալ կոորդինատներից անցում X, Y, Z ուղղանկյուն կոորդինատների (ϕ, λ, h) տարր $\rightarrow (X, Y, Z)$ տարր.

$$\begin{aligned} X &= (v + h) \cos\phi \cos\lambda, \\ Y &= (v + h) \cos\phi \sin\lambda, \\ Z &= (v(1 - e^2) + h) \sin\phi, \end{aligned} \quad (1.13)$$

որում v -ն Երկրի կորության շառավիղն է և հաշվարկվում է.

$$v = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2\phi)^{\frac{1}{2}}}, \quad (1.14)$$

a -ն մեծ կիսաառանցքն է, e -ն՝ էլիպսոիդի արտակենտրոնությունը, որը հավասար է՝

$$e^2 = f(2 - f), \quad (1.15)$$

որում f -ը էլիպսոիդի սեղմվածությունն է:

Փուլ 2. Տարածական ուղղանկյուն կոորդինատներից *WGS-84* ուղղանկյուն կոորդինատների անցումն իրականացվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_{\text{WGS-84}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_{\text{տար.}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu + \varepsilon_z - \varepsilon_y \\ -\varepsilon_y \mu + \varepsilon_x \\ +\varepsilon_y - \varepsilon_x \mu \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z_{\text{տար.}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}; \quad (1.16)$$

անկյունային պտույտ

մասշտաբային գործակից

առանցքների

գծային տեղաշարժ

Փուլ 3. Իրականացվում է հակառակ անցում՝ *WGS-84* ուղղանկյուն կոորդինատներից տարածական էլիպսոիդալ *WGS-84* կոորդինատների: Հարկ է նշել, որ հակառակ անցումն իրականացվում է միայն բազմակրկնության մոտեցման եղանակով.

$$\begin{aligned} (\phi, \lambda, h)_{\text{WGS-84}} &\leftarrow (X, Y, Z)_{\text{WGS-84}}, \\ \phi &= \arctg \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \left(1 - e^2 \frac{v}{v+h}\right)^{-1}, \end{aligned} \quad (1.17)$$

$$\lambda = \arctg \frac{Y}{X}, \quad (1.18)$$

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos \phi} - v, \quad (1.19)$$

որում ϕ -ն աշխարհագրական լայնությունն է, λ -ն՝ աշխարհագրական երկայնությունը, h -ը՝ բացարձակ բարձրությունը (էլիպսոիդի նկատմամբ նորմալով), a -ն՝ էլիպսոիդի հասարակածային շառավիղը ($a=6\,378,137$ կմ), e -ն՝ էլիպսոիդի արտակենտրոնությունը ($e^2 = 0,00669437999$), b -ն՝ էլիպսոիդի բևեռային շառավիղը:

X, Y, Z ուղղանկյուն կոորդինատներից անցումը ϕ, λ, h տարածական էլիպսոիդալ կոորդինատների հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևերով՝

$$w = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad (1.20)$$

$$I = \frac{e^2}{2}, m = \left(\frac{w}{a}\right)^2, n = \left[(1 - e^2) \frac{Z}{b}\right]^2, \quad (1.21)$$

$$i = -\left(\frac{2I^2 + m + n}{2}\right), k = I^2(I^2 - m - n), \quad (1.22)$$

$$q = \frac{(m+n+4I^2)^3}{216} + mnI^2, \quad (1.23)$$

$$D = \sqrt{(2q - mnI^2)mnI^2}, \quad (1.24)$$

$$\beta = \frac{i}{3} - \sqrt[3]{q + D} - \sqrt[3]{q - D}, \quad (1.25)$$

$$t = \sqrt{\sqrt{\beta^2 - k} - \frac{(\beta+i)}{2}} - \sin(m - n) \sqrt{\frac{(\beta-i)}{2}}, \quad (1.26)$$

$$w_1 = \frac{w}{(t+I)}, Z_1 = \frac{(1-e^2)Z}{(t-I)}, \quad (1.27)$$

$$\varphi = \arctg \left[\frac{Z_1}{((1-e^2)w_1)} \right], \quad (1.28)$$

$$\lambda = 2\arctg \left[\frac{(w-x)}{y} \right], \quad (1.29)$$

$$h = \sin(t - 1 + I) \sqrt{(w - w_1)^2 + (z - z_1)^2}: \quad (1.30)$$

Եվրոպական մի շարք զարգացած երկրների (Շվեդիա, Շվեյցարիա, Մեծ Բրիտանիա, Գերմանիա, Հունաստան և այլ երկրներ) փորձի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ տեղագրական քարտեզները ստեղծվում են երկրի տնտեսական ու պաշտպանական նպատակների համար: Պաշտպանական նշանակության քարտեզները գաղտնի են, և չի թույլատրվում դրանք օգտագործել տնտեսության ճյուղերում, իսկ տնտեսական նշանակության քարտեզները հրատարակվում են բաց ու ենթակա են ազատ վաճառքի: Բացի դրանից՝ թվային (էլեկտրոնային) քարտեզների ու *GPS* կայանների համադրման միջոցով լայն տարածում է ստացել նավարկման (նավիգացիոն) համակարգերի կիրառումը տրանսպորտի, պաշտպանության, անվտանգության, արտակարգ իրավիճակների, բնապահպանության, քաղաքաշինության, էներգետիկ, զբոսաշրջության և այլ ոլորտներում:

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում վերոնշյալ խնդիրները լուծելու, քաղաքացիական կազմակերպություններին *WGS-84* համակարգում գեոդեզիական կետերի կոորդինատներ, տեղագրական տարբեր մասշտաբների քարտեզներ, հատակագծեր և այլ տվյալներ տրամադրելու նպատակահարմարությունից ելնելով՝ անհրաժեշտություն առաջացավ ՀՀ տարածքի քարտեզագրական նյութերի ամբողջ պետական մասշտաբային շարքի անցումը նշված համակարգ:

Տվյալ խնդիրը լուծելու համար *WGS-84* համակարգում ստացված կոորդինատները նպատակահարմար է հաշվարկել Գաուս-Կրյուգերի հավասարանկյուն գլանային ընդլայնական պրոյեկցիայի վրա ու Կրասովսկու Երկրային էլիպսոիդի տվյալներով, քանի որ այս դեպքում հանրապետությունում ստեղծված գեոդեզիական ու քարտեզագրական առկա նյութերում կատարվելիք հաշվարկային փոփոխությունները հասցվում են նվազագույնի:

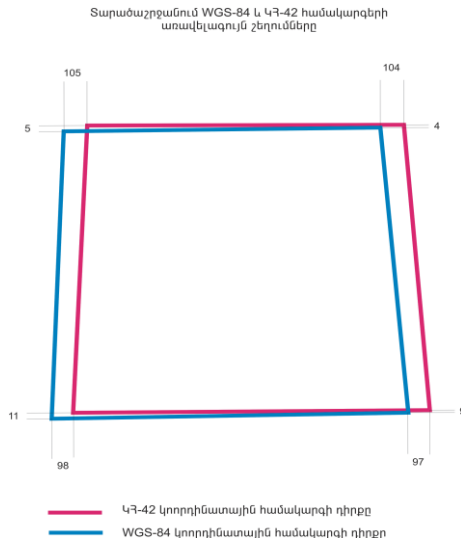
Կոորդինատային անցումային պարամետրերի արժեքներով որոշվում են *WGS-84* համաշխարհային կոորդինատային համակարգի էլիպսոիդի ու *CK-42* Կրասովսկու էլիպսոիդի մակերևույթների միջև եղած տարբերությունները:

Ելնելով վերը նշվածից՝ 2007 թ. «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ-ի կողմից մշակվել են երկու՝ «Հայաստանի Հանրապետության տարածքում ԿՀ-42 գեոդեզիական կոորդինատային համակարգից *WGS-84* համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգ անցնելու կարգն» [22] ու «Տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի թերթերի անվանակարգը սահմանելու կարգը» [23], որոնց պահանջներով էլ իրակա-

նացվել են այդ աշխատանքները: Ըստ մշակված կարգի, քանի որ վերահաշվարկման տարածքը հյուսիսից հարավ ու արևելքից արևմուտք ձգված է ոչ ավելի 400 կմ-ից, և 45° առանցքային միջօրեականն անցնում է նշված տարածքի գրեթե կենտրոնով, ապա եզրերում ճշգրտող գործակիցների տարբերությունները 1:10000 մասշտաբի բազային տեղագրական քարտեզների պլանային հիմքի վրա գործնականորեն մոտ են 0-ին:

«Տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի թերթերի անվանակարգը սահմանելու կարգով» կատարվել են *CK-42* կոորդինատային համակարգից *WGS-84* համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգին անցումը ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի 1:10000-1:1000000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների սեղանների, ինչպես նաև 1:2000, 1:5000 մասշտաբի հատակագծերի անկյունների ու գեոդեզիական ցանցի կետերի կոորդինատների վերահաշվարկը, *WGS-84* համակարգում քարտեզների ու հատակագծերի տեղեկամատյանների, *WGS-84* համակարգում քարտեզների ու հատակագծերի կազմման, ձևավորման, խմբագրման ու սրբագրման աշխատանքները: Նախնական մոտեցմամբ իրականացվել է փորձնական անցում 1 թերթ 1:100000 մասշտաբի քարտեզի անվանաթերթի գագաթների *CK-42* կոորդինատային համակարգից *WGS-84* համակարգ՝ հակադարձ իտերացիոն գործընթացով: Սկզբում X ու Y հարթ ուղղանկյուն կոորդինատներից ստացել են B ու L գեոդեզիական կոորդինատները, այնուհետև, օգտվելով Հելմերտի բանաձևերից, հաշվարկել են *WGS-84* համակարգում աշխարհագրական երկրակենտրոն φ ու λ կոորդինատները:

Անցումային փոխակերպման աշխատանքների արդյունքում ստացված գեոդեզիական անկյունային կոորդինատների տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նշված համակարգերում դրանց տարբերությունների փոփոխությունը, կախված տվյալ կետի աշխարհագրական լայնությունից ու երկայնությունից, կատարվում է հյուսիսարևելյան ուղղությամբ (վերև-աջ): Ըստ կատարված հաշվարկների՝ համակարգերի միջև աշխարհագրական լայնության (B) տարբերությունը հարավ-արևմուտքում կազմում է 0,42512" (առավելազույնը), հյուսիս-արևելքում՝ 0,05293" (նվազագույնը): Աշխարհագրական երկայնության (L) տարբերությունը հյուսիս-արևմուտքում կազմում է 4,48796" (առավելազույնը), հարավ-արևելքում՝ 4,04494" (նվազագույնը): 1:100000 մասշտաբի սեղանի գագաթների կոորդինատների վերահաշվարկումների արդյունքում *WGS-84* համակարգում ստացված նոր հարթ ուղղանկյուն կոորդինատները՝ արտահայտված *CK-42* համակարգից գծային միավորներով, տարբերվում են ըստ dx -ի՝ 10,855 ու 3,898 մ, ըստ dy -ի՝ 104,540 ու 97,197 մ (Նկ. 1.24):



Նկ. 1.24. 1:100000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզի անվանաթերթի շրջանակները DX ու DY արժեքների փոփոխությունները 1:100000 մասշտաբի քարտեզի անվանաթերթի գազաթների միջև ընկած տիրույթներում X -ով կազմում են 0,032 մ, Y -ով՝ 0,002 մ:

Երկու համակարգերի հարթ ուղղանկյուն կոորդինատների միջև անկյունային ուղղությունների տարբերությունների միջին քառակուսային սխալի արժեքը 0,000003515 աստիճան է, մասշտաբային գործակիցը հավասար է 1,000018850:

Նկար 1.24-ում տրված են 1:100000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզի անվանաթերթի շրջանակների շեղումների չափերը, $CK-42$ համակարգից անցումն $WGS-84$ կոորդինատային համակարգին:

Կոորդինատների վերահաշվարկման ընթացքում օգտագործվող անկյունային, գծային ու մասշտաբային անցումային գործակիցները միջինացնելու, ստացված կոորդինատների արժեքների տարբերություններն առավելագույնս փոքրացնելու նպատակով տարածաշրջանի գրեթե կենտրոնում՝ Երևանում, որպես ելակետային ընդունվել է (0-ական շեղումով) ազգային գեոդեզիական 1-ին դասի ցանցի «Կոմիտաս» հիմնակետը [25]: Տարածաշրջանում գտնվող յուրաքանչյուր գեոդեզիական այլ հիմնակետի վերահաշվարկման ընթացքում, կախված հիմնակետի գտնվելու աշխարհագրական լայնությունից ու երկայնությունից, լրացուցիչ օգտագործել են ելակետային հանդիսացող «Կոմիտաս» գեոդեզիական հիմնակետի անցումային գործակիցները:

Նշված խնդիրների լուծումն իրականացնելու համար կատարվել են ներքոհիշյալ աշխատանքները.

1. մշակվել է *CK-42* կոորդինատային համակարգից *WGS-84* համաշխարհային կոորդինատային համակարգին անցման ծրագրային փաթեթ: Անցումային հիմնական ու լրացուցիչ պարամետրերով Հելմերտի բանաձևով իտերացիոն (մոտեցման) եղանակով *CK-42* համակարգում կազմվել է հիմնական կետերի կոորդինատների վերահաշվարկման համակարգչային ծրագրային փաթեթը, որը ներառել է հետևյալ համալիր աշխատանքները.

- Հելմերտի բանաձևի ու անցումային մոդուլների ալգորիթմի մշակում «*SkiPro*» ծրագրային փաթեթով,

- իտերացիոն ցիկլի ստեղծում «Կոմիտաս» հիմնական կետի հենքի վրա,
- մուտքագրման ու արտածման (կատալոգի տեսքով) տվյալների բազայի կազմում,

- ընդհանուր ինտերֆեյսի ստեղծում:

2. Ծրագրային փաթեթի օգնությամբ կատարվել է անցումային վերահաշվարկ.

- *CK-42* համակարգի ՀՀ *ՄԳՑ* ու *ՊԳՑ* կատալոգների գեոդեզիական բոլոր կետերի կոորդինատների [24],

- ՀՀ տարածքի տեղագրական քարտեզների մասշտաբային շարքի (1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000 և 1:1000000) բոլոր անվանակարգային թերթերի գագաթների կոորդինատների,

- նախկինում կազմված քաղաքների ու գյուղական համայնքների 1:2000 մասշտաբի տեղագրական հատակագծերի անվանակարգային թերթերի գագաթների կոորդինատների,

- ՀՀ տարածքում հանութագրված տարբեր օբյեկտների 1:5000 մասշտաբի տեղագրական հատակագծերի անվանակարգային թերթերի գագաթների կոորդինատների:

3. Վերահաշվարկված կոորդինատներով տեղագրական քարտեզների ու հատակագծերի նոր անվանակարգային թերթերի համար կատարվել են տեղեկամատյանների տպագրություն ու *WGS-84* համակարգում տվյալների լրացում.

- քարտեզների ու հատակագծերի անվանակարգային թերթերի վերահաշվարկված կոորդինատային ցանցերի ու գեոդեզիական հիմնական կետերի տեղադրում,

- *WGS-84* համակարգում տեղագրական քարտեզների կցակարում ու համակցում,

- *WGS-84* համակարգում տեղագրական քարտեզների անվանակարգային թերթերի արտաշրջանակային ձևավորում, որը ներառում է.

- անվանակարգային համարը (ավելացնել 84 թիվը),

- պայմանական նշանները,
- անկյունային շեղումների գրաֆիկը,
- հարակից անվանակարգային թերթերի սխեման:

ՀՀ Կառավարության 19.09.2002 թ. որոշմամբ [17] 2007-2009 թթ. «PCI» ծրագրային փաթեթով *CK-42* համակարգից բազային 1:10000 մասշտաբի տեղագրական 1345 անվանահամարի թերթ տեղափոխվել է *WGS-84* տոպոկենտրոն ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգ՝ միաժամանակ դրանք թարմացնելով օդատիեզերանկարներից ստացված օրթոֆոտոհատակագծերով: Այնուհետ բազային 1:10000 մասշտաբից ընդհանրացման եղանակով ստեղծվել են պետական մասշտաբային շարքի 1:25000, 1:50000, 1:100000 և 1:200000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները: *CK-42* համակարգից *WGS-84* համակարգ են տեղափոխվել նաև հանրապետությունում նախկինում կատարված 1:2000 մասշտաբի տեղագրական հատակագծերը՝ համաձայն [23]-ի պահանջների:

ՀՀ Կառավարության 27.02.2014թ. որոշմամբ [25], որի հիմնական նպատակն էր ապահովել գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում տեղագրական քարտեզների ու հատակագծերի բաց հրատարակման ընթացակարգը [26], «*ArcGIS*» ծրագրով *WGS-84* համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում մեկ միասնական քարտեզագրական հիմքի ներդրմամբ 2014-2016 թթ. ՀՀ մարզերի, համայնքների վարչական տարածքների համար իրականացնել տեղագրական, կադաստրային ու համայնքների վարչական սահմանների նկարագրման քարտեզների ու հատակագծերի համադրում՝ հիմք ընդունելով հանրապետությունում բազային հանդիսացող 1:10000 մասշտաբի տեղագրական օրթոֆոտոհատակագծերը, քարտեզներն ու ՀՀ բնակավայրերի 1:2000 մասշտաբի տեղագրական հատակագծերը:

Ծրագրի իրականացման շրջանակում «*ArcGIS*» ծրագրում մուտքագրվել են *CK-42* համակարգից *WGS-84* համակարգին անցման համար «*Microstation*» ծրագրով վերը նշված փոխակերպված պարամետրերը, որով միասնական մեկ կոորդինատային համակարգում ապահովվել է 2014-2016 թթ. գեոդեզիայի ու քարտեզագրության բնագավառի զարգացման ծրագրով նախատեսված աշխատանքների ծավալը: Ներկայումս այդ նյութերը կադաստրի համակարգում որպես բազային քարտեզագրագեոդեզիական հիմք են դառնում:

Ամփոփելով վերը նշվածը՝ կարող ենք ասել, որ 2007-2016 թթ. իրականացված քարտեզագրագեոդեզիական աշխատանքներում *CK-42* կոորդինատային համակարգում որպես ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի բազային տեղագրական քարտեզ է ընդունվել 1:10000 մասշտաբի տեղագրական քար-

տեղը: Մասշտաբային շաբթի 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները ստեղծվել են 1:10000 մասշտաբի բազային հիմքի միջոցով ընդհանրացման եղանակով: Հելմերտի եղանակով *CK-42* համակարգից անցում է կատարվել *WGS-84* ուղղանկյուն տոպոկենտրոն կոորդինատային համակարգ 1:100000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների անվանաթերթերի հիման վրա, արդյունքում ստացել են գծային ու անկյունային 7 հիմնական գործակից՝ $DX = 0,032$ մ, $DY = 0,002$ մ, հարթ ուղղանկյուն կոորդինատների միջև ω_x , ω_y , ω_z անկյունային ուղղությունների տարբերությունների միջին քառակուսային սխալի արժեքը 0,000003515 աստիճան է, մասշտաբային գործակիցը՝ $m = 1,000018850$: 2007-2009 թթ. «PCI» ծրագրային փաթեթով *CK-42* համակարգից բազային 1:10000 մասշտաբի տեղագրական 1345 անվանահամարի թերթ տեղափոխվել է *WGS-84* տոպոկենտրոն ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգ՝ միաժամանակ դրանք թարմացնելով օդատիեզերանկարներից ստացված օրթոֆոտոհատակագծերով: Այնուհետ բազային 1:10000 մասշտաբից ընդհանրացման եղանակով ստեղծվել են պետական մասշտաբային շաբթի 1:25000, 1:50000, 1:100000 ու 1:200000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները:

ԳԼՈՒԽ 2

ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ՀԵՏԱԶՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳԵՂՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՀԻՄՔԸ

2.1. «Կիրառական գեոդեզիա» առարկան ու խնդիրները

«Կիրառական գեոդեզիա» առարկան տեղագրագեոդեզիական մեթոդների ուսումնասիրություններով ապահովում է երկրում տնտեսական տարբեր խնդիրների դիտարկումը, որոնք ի հայտ են գալիս շինարարական արտադրությունում, հանքարդյունաբերության հետախուզման ու արդյունահանման գործում, բնական ռեսուրսների ու կառուցվածքների կայունությունն երկրի մակերևույթին, տարածությունում ու ժամանակին:

Ավելի նեղ իմաստով կիրառական գեոդեզիան ուսումնասիրում է տեղագրագեոդեզիական հետազննությունների մեթոդները, կառույցների նախագծերի՝ տեղանք տեղափոխման եղանակները, այդ պատճառով կիրառական գեոդեզիան երբեմն անվանում են ինժեներական գեոդեզիա՝ դրանով իսկ ընդգծելով դրա սերտ կապը ճարտարագիտության ու շինարարական արտադրության հետ:

Շինարարական օբյեկտների, շենքերի ու շինությունների կառուցման գործընթացը պայմանականորեն կարելի է բաժանել մի քանի փուլերի, որոնք սերտորեն կապված են միմյանց հետ.

- շինարարության տեխնիկատնտեսական հիմնավորում հետազոտություն,
- ինժեներական կառույցի նախագծում,
- շինարարություն,
- կառուցված օբյեկտի շահագործում:

Նշված փուլերը սերտորեն առնչվում են ինժեներագեոդեզիական խնդիրների լուծումներին:

Տեղագրական ու գեոդեզիական հետազննությունների փուլում գեոդեզիստները կառուցում են պլանային ու բարձունքային հիմնային ցանցեր, որոնց հիման վրա կազմվում են տեղագրական խոշոր մասշտաբի հատակագծեր, ուղեգծվում են գծային կառուցվածքները, կապակցվում են երկրաբանական աշխատանքները, հիդրոլոգիական հորիզոնների հատվածները և այլն:

Ինժեներական ու գեոդեզիական հետազոտությունների արդյունքում տեղագրական հատակագծերի հիման վրա կազմվում են պահանջվող մասշտաբներով պրոֆիլներ:

Ինժեներական կառույցները նախագծվում են տեղագրական խոշոր մասշտաբի հատակագծերի վրա: Կառույցների նախագծման գործընթացում գեոդեզիստները լուծում են հորիզոնական ու ուղղաձիգ պլանավորման խնդիրներ, մշակվում են գեոդեզիական աշխատանքների արտադրության նախագծեր, որոնցում հիմնավորվում են կառուցի կառուցման համար կիրառման գեոդեզիական գործիքներն ու դրանցով չափման եղանակները:

Ինժեներական կառույցների նախագծերը բնության մեջ տեղափոխելը կոչվում է կառույցների նշահարում: Շինարարության գործընթացում գեոդեզիստները լուծում են շենքերի պլանային ցանցերի ստեղծման աշխատանքները, դրանց հիման վրա տեղանք տեղափոխում պլանային առանցքները ու կոնստրուկցիաների տարրերը՝ ապահովելով շենքի կամ կառույցի երկրաչափական պարամետրերի համապատասխանությունը նախագծային չափերին, ստուգում դրանց տեղադրման աշխատանքների որակը:

Կառույցների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների գեոդեզիական ապահովումն իրականացվում է պլանային ու բարձունքային ցանցերով, որոնք ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքների առավել ճշգրիտ տեսակ, և դրանք կառուցվում են հատուկ մշակված եղանակներով ու գործիքներով:

Կառույցների շինարարության ժամանակ, ինչպես նաև դրանց շահագործման ընթացքում առաջանում են տեղանքում շենքերի ու շինությունների հիմքերի ձևախախտումների դիտարկման խնդիրներ: Այդ դիտարկումներն իրականացվում են գեոդեզիական բարձր ճշտության գործիքներով ու գիտականորեն հիմնավորված ծրագրերի վրա հիմնված մեթոդներով:

Այսպիսով՝ հեշտ է տեսնել, թե ինժեներական ու գեոդեզիական արտադրությունը որքանով է կապված շինարարության գործընթացի բոլոր հիմնական փուլերի հետ:

Գեոդեզիայի միջոցով լուծվող առաջադրանքների թվարկված շրջանակը ներառում է «Կիրառական գեոդեզիա» առարկայի գործնական խնդիրները:

Կիրառական գեոդեզիայի հիմնական գիտատեխնիկական խնդիրներից պետք է համարել գեոդեզիական կառուցվող ցանցերի գիտականորեն հիմնավորված սխեմաների ու ծրագրերի մշակումը, որոնք ապահովում են չափումների անհրաժեշտ ու բավարար ճշտություն ինժեներական կառույցների կառուցման ժամանակ: Բացի դրանից՝ կիրառական գեոդեզիայի գիտատեխնիկական առաջադրանքները ներառում են գիտության ու տեխնիկայի վերջին նվաճումների վրա հիմնված ժամանակակից հետազոտությունների, եղանակների ու գործիքների մշակում՝ ինժեներական կառուցվածքների դասավորության ու պլանավորման համար:

«Կիրառական գեոդեզիա» դասընթացը հիմնված է տեղագրության, գեոդեզիայի, բարձրագույն գեոդեզիայի, արբանյակային գեոդեզիայի, գեոդեզիական չափումների արդյունքների մաթեմատիկական մշակման տեսական ու գործնական դրույթների վրա: Կիրառական գեոդեզիայի բնագավառում ժամանակակից ինժեներ-գեոդեզիստը բարձր կարգի մասնագետ է, որը խորապես տիրապետում է գեոդեզիայի տեսական ու պրակտիկ խնդիրներին՝ ունենալով բավարար գիտելիքներ ինժեներական կառույցների նախագծման ու կառուցման բնագավառում: Անհատական համակարգչի, «ArcGIS»-ի, «Panarama»-ի, «AutoCAD»-ի ու «CREDO»-ի նման հատուկ ծրագրերի իմացությունը բացարձակապես անհրաժեշտ գործիք է կիրառական գեոդեզիայի գործնական խնդիրների լուծման համար, և առանց արբանյակային գեոդեզիայի բնագավառի տեսական հիմքերի ու գործնական հմտությունների իմացության ներկայումս անհնար է արդյունավետ լուծել գեոդեզիական հետազոտությունների ու հետազոտությունների խնդիրները, պլանային ու բարձունքային ցանցերի կառուցման, երկրակեղևի տեղաշարժերի ուսումնասիրման հարցերը և այլն:

Ինժեներագեոդեզիական աշխատանքներում պահպանվում է «ընդհանուրից մասնակի» սկզբունքը: Այլ կերպ ասած՝ համապարփակ գեոդեզիական ընդհանուր հիմնակետերից դրանք անցնում են գեոդեզիական չափումների ավելի մանրամասն, առանձնահատուկ սխեմաների: Մակայն չափումների ճշտության պահանջներն այստեղ գեոդեզիական ընդհանուր պահանջների համեմատ ավելանում են հակառակ ուղղությամբ, այսինքն՝ փուլից փուլ ավելանում են: Այսպիսով՝ տեխնոլոգիական որոշ գծերի համար սարքավորումներ տեղադրելիս գծային չափումների ճշտության պահանջները կարող են հասնել միլիմետրի տասներորդական ու հարյուրերորդական, տեղադրված տարրերի ուղղահայացության ու դրանց կողաթեքման պահանջները նույնպես կարող են դուրս գալ սովորական հասկացություններից:

Ժամանակակից պայմաններում կտրուկ աճում է կիրառական գեոդեզիայի դերը գիտահետազոտական և շինարարական արտադրությունում: Գերբարձր շենքերի կառուցումը (150 մետր և ավելի բարձրությամբ), ծավալով խոշոր մեքենաների, ռադիոաստղադիտակների, գիտական հետազոտությունները բարձր արագությամբ աերոդինամիկայի ոլորտում բերում են բարձր ճշգրիտ գեոդեզիական գործիքների օգտագործման անհրաժեշտությանը, նորագույն առաջընթացների էլեկտրոնիկայի ու լազերային տեխնոլոգիաների ներդրմանը:

Կիրառական գեոդեզիայում գործածվում են գերժամանակակից սարքերը (էլեկտրոնային տախոմետրեր, թվային նիվելիրներ ու արբանյակային GPS

ընդունիչ կայաններ), գեոդեզիական չափումների ու կոնստրուկցիաների մեթոդները, չափումների արդյունքների մաթեմատիկական մշակման մեթոդները, «ArcGIS», «Panarama», «CREDO», «AutoCAD», «Pythagoras», «GeoniCS» և այլ ծրագրեր:

2.2. Շինարարության համար գեոդեզիական աշխատանքների կազմը

Գեոդեզիական աշխատանքները կարևոր տեղ են զբաղեցնում շինարարական արտադրության խնդիրների լուծման գործում, դրանք նախորդում են շինմոնտաժային աշխատանքներին՝ ուղեկցելով շինարարական գործընթացներին: Անգամ շինարարության նախագծմանը նախորդում է գեոդեզիստների կողմից կատարված տեղագրական խոշորամասշտաբ հատակագծերի ստեղծում: Դրանք, այսպես կոչված, ինժեներագեոդեզիական հետազննություններն են:

Ինժեներական ու գեոդեզիական հետազննությունները ներառում են գեոդեզիական, տեղագրական, օդանկարահանման, ստերեոֆոտոգրամետրական, ուղեգծման ինժեներական ու հիդրոգրաֆիական աշխատանքները, ձևախախտումների գեոդեզիական ստատիկ դիտարկումները, կադաստրային և այլ հատուկ աշխատանքներ ու հետազոտություններ, ինչպես նաև գեոդեզիական աշխատանքներ շենքերի ու կառույցների շինարարության, շահագործման ու լուծարման ժամանակ:

Ինժեներագեոդեզիական հետազոտությունների գործընթացում կատարվում են.

- գեոդեզիական խտացման ցանցերի, ներառյալ հատուկ նշանակության գեոդեզիական ցանցերի կառուցում,
- տեղագրական ու ինժեներատեղագրական հատակագծերի թարմացում,
- ինժեներական ու տեղագրական հատակագծերի, պրոֆիլների ու տեղագրական և գեոդեզիական այլ նյութերի ու տվյալների ստեղծում, որոնք հիմք են շինարարության նախագծային նախապատրաստումը (քաղաքաշինական փաստաթղթեր, շինարարության մեջ ներդրումների տեխնիկատնտեսական հիմնավորումներ, նախագծեր ու աշխատանքային փաստաթղթեր),
- բնակավայրերի ու կազմակերպությունների, պետական կադաստրների երկրատեղեկատվական համակարգերի (ԵՏՀ) ստեղծում ու սպասարկում,
- հատուկ նշանակության թեմատիկ քարտեզների, հատակագծերի ու ատլասների ստեղծում ու թարմացում (գրաֆիկական, թվային, նկարահանման և այլ ձևերով);

- տեղագրական հիմքի ստեղծում ու գեոդեզիական տվյալների ստացում՝ ինժեներական հետազոտություններ կատարելու համար, այդ թվում՝ գետտեխնիկական հսկողության, շենքերի ու շինությունների հիմքերի գրունտների հետազոտման, տարածքների ինժեներական պաշտպանության ու տեղային (լոկալ) մշտադիտարկման միջոցառումների մշակման, օգտագործման, շինարարության գործընթացում նախագծային հսկողության համար:

Շինարարության գործընթացում ժամանակակից բարդ կառույցների կառուցման ժամանակ պահանջվում են բազմատեսակ գեոդեզիական տվյալներ, որոնք ստեղծվում են կիրառական գեոդեզիայի եղանակներով ու տեխնիկայով: Շինհրապարակներում կատարված գեոդեզիական աշխատանքները հաճախ ընդհանուր առմամբ կոչվում են գեոդեզիական պլանային աշխատանքներ: Դրանք ապահովում են կառուցված շենքերի ու շինությունների երկրաչափական պարամետրերի համապատասխանությունը նախագծին՝ համաձայն շինարարական կանոնների ու կանոնակարգերի պահանջների:

Շինարարությունում գեոդեզիական աշխատանքների մեծ դերն ու ծավալը պայմանավորված են շինարարական արտադրության զարգացման արդի միտումներով մոնոլիտ բնակարանաշինության տեխնոլոգիայի հիման վրա:

Եթե հավաքովի (պանելային, շրջանակային և այլն) բնակարանաշինության մեջ կառույցների միավորումը հեշտացրել է գեոդեզիայի խնդիրը, քանի որ կառուցվում են մի քանի շատ նմանատիպ կառույցներ քաղաքացիական շենքեր, ապա մոնոլիտ շինարարության մեջ գրեթե յուրաքանչյուր օբյեկտ կառուցվում է հատուկ (անհատական) նախագծերով, ճարտարապետական ձևերի ու լուծումների լայն տեսականիով: Մոնոլիտ բնակարանաշինության մեջ օգտագործվում են միջառանցքային մի շարք չափեր՝ կառույցների ոչ ստանդարտ հատվածներ, բազմահարկ ստորգետնյա կառույցների խորքային հիմքեր, հատակների ու ճակատային հատվածների բարդ ձևեր:

Մեծ փոփոխությունների են ենթարկվել նաև այնպիսի երկրաչափական բարդ բնակարանային շինարարության գեոդեզիական ապահովության մեթոդները: Էլեկտրոնային տախտմետրերի լայնածավալ ներդրումն ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում ինքնին հիմնովին փոխել է նշահարման տեխնոլոգիան, փոխվել են այնպիսի կայացած հիմնարար հասկացություններ, ինչպիսիք են շենքերի արտաքին նշահարման ցանցը, ներքին նշահարման ցանցը, մոնտաժային հորիզոնների մանրամասն նշահարման աշխատանքները և այլն:

Ընդհանուր առմամբ, կառուցվածքների նախագծման ու կառուցման համար կիրառական գեոդեզիայում ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքները կարելի է բաժանել հետևյալ բաղադրիչների՝

- շինհրապարակների ու ուղեգծերի տեղագրական ու գեոդեզիական հետազննություններ,

- ինժեներագեոդեզիական նախագծում,
- գեոդեզիական նշահարման աշխատանքներ,
- կառույցների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների գեոդեզիական ուղղում (выберка),

- կառուցվածքների ու դրանց հիմքերի ձևախախտումների դիտարկում:

Տեղագրագեոդեզիական հետազննությունները գեոդեզիական աշխատանքների ամենատարածված տեսակն է, որը կազմում է շինարարական նախագծի մի մասը: Տեղագրական ու գեոդեզիական հետազննությունները բաղկացած են տվյալ տարածքում պլանային ու բարձունքային հիմնային ու հանութային ցանցերի կառուցումից, տարածքի տեղագրական հանութագրումից, գծային կառույցների ուղեգծումից, երկրաբանական աշխատանքների, երկրաֆիզիկական հետախուզական կետերի գեոդեզիական կապակցումից և այլն:

Ինժեներագեոդեզիական նախագծումը բաղկացած է գեոդեզիական ցանցերի նախագծերի մշակումից և պլանային ու բարձունքային ցանցերի գնահատումից, գծային կառույցների ուղեգծերի պլանային ու բարձունքային նախագծումից, կոնկրետ շինհրապարակների համար գեոդեզիական աշխատանքների գործընթացի նախագծերի մշակումից, նախագծերը տեղանք տեղափոխելու, ինչպես նաև հորիզոնական ու ուղղաձիգ պլանավորման խնդիրների լուծման և այլնի համար գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային հիմքի ստեղծումից:

Կառուցվածքների նախագծերը տեղանք տեղափոխելու հիմնական եղանակը գեոդեզիական նշահարման աշխատանքն է: Կառույցների նշահարման աշխատանքների կազմում ներառվում են շինհրապարակում նշահարման հիմքի, շենքերի արտաքին ու ներքին նշահարման ցանցերի ստեղծումը, շինարարության ընթացքում հիմնական ու մանրամասն նշահարման աշխատանքները, կատարողական գծագրերի պատրաստումը և այլն:

Շենքերի կառուցվածքների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների գեոդեզիական նշահարմում իրականացվում է հատակագծով, բարձրությամբ ու ուղղահայաց ուղղությամբ ու ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների առավել ճշգրիտ տեսակ է և իրականացվում է հատուկ մշակված եղանակներով ու գործիքներով:

Շենքերի ու շինությունների ձևախախտումների դիտարկումները կատարվում են եզակի ու բարձրահարկ շենքերի համար և՛ դրանց կառուցման ընթացքում, և՛ ավարտից հետո: Դիտարկումները ներառում են հիմքերի ու հիմնատակերի նստվածքների չափումներ, պլանային տեղաշարժերի ու կողաթեքումների որոշում: Դրանք իրականացվում են բարձր ճշտության գեոդեզիական եղանակներով ու գործիքներով:

Շինարարությունում գեոդեզիական աշխատանքներն իրականացվում են շինարարության նորմատիվ-տեխնիկական փաստաթղթերի պահանջներով: Նման փաստաթղթեր են՝ շինարարական կանոնները (ՇԿ), շինարարական նորմերը և կանոնները (ՄՆԻՊ), պետական ստանդարտներ (ՊՕՍ), տեխնիկական պայմաններ (ՏՊ) և այլ հրահանգներ ու ձեռնարկներ: Այդ փաստաթղթերում նշվում են գեոդեզիական աշխատանքների կատարման մեթոդներն ու եղանակները, շինարարության փուլերի, կառուցվածքների տեսակների ու դրանց առանձնահատկությունների համար ճշտությունը:

Շինհրապարակում գեոդեզիական աշխատանքների արտադրության կազմը, բովանդակությունն ու տեխնիկական պահանջները որոշվում են «ՄՆԻՊ 3.01.03-84-ով՝ Շինարարության գեոդեզիական աշխատանքներն» ու դրա թարմացված հրատարակությամբ՝ «ՀՀՇՆ 13.01-2022», որոնք կախված են կառույցի բնույթից ու չափերից, բարձրությունից ու դիզայնի առանձնահատկություններից: Միաժամանակ տարբեր է նաև չափումների ու կոնստրուկցիաների ճշտությունը:

Առանձին կառույցի կառուցման ժամանակ ստեղծվում են շենքի, այսպես կոչված, արտաքին ու ներքին նշահարման ցանցերը:

Եթե կազմակերպությունները ու շենքերի խմբերը զբաղեցնում են զգալի տարածքներ, օրինակ՝ ավելի քան 100 հազար մ² կամ ավելի քան 1 կմ², ապա դրանց համար կառուցվում են հատուկ նշահարման ցանցեր, որոնք շինարարության գեոդեզիական հիմնային հիմքն են: Նման հիմքի կետերից տեղանք են տեղափոխվում շենքերի ու շինությունների գլխավոր ու հիմնական առանցքները, մայրուղային և գծային այլ կառույցները, ինչպես նաև շենքի մասերի մանրամասն նշահարումն ու տեխնոլոգիական սարքավորումների տեղադրումը:

Շինարարությունում գեոդեզիական աշխատանքների կազմը ներառում է շենքերի (շինությունների) երկրաչափական պարամետրերի ճշտության հսկողություն ու կատարողական գծագրերի պատրաստում. առանց դրանց առկայության կառույցը չի կարող հանձնվել շահագործման: Աշխատանքի այս կամ այլ տեսակի արտադրության ճշտության պահանջները կարգավորվում են այնպիսի ստանդարտներով, ինչպիսիք են՝ ԳՕՍՍ 18321-73 ու ԳՕՍՍ 26433.2-94:

Շինարարական գեոդեզիական աշխատանքների անբաժանելի մասն են նաև բնակավայրերում գեոդեզիական դիտարկումները ինչպես կառուցվող կառույցների հիմքերի, այնպես էլ շրջակա կառուցապատված շենքերի ձևախախտումները: Կառույցների ձևախախտումների գեոդեզիական չափումների ճշտության մեթոդներն ու պահանջները սահմանվում են ԳՕՍՏ 24846-19. «Գրունտներ. Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակերի ձևախախտումների չափման մեթոդներ» ստանդարտով:

Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարական արտադրության տեխնոլոգիական գործընթացի անբաժանելի մասն են և իրականացվում են տվյալ շինհրապարակի համար նախատեսված միասնական ժամանակացույցով՝ պայմանավորված ընդհանուր շինարարության, մոնտաժային և այլ աշխատանքների իրականացման ժամկետներով:

Ընդհանրացնելով շինհրապարակի համալիր գեոդեզիական աշխատանքները՝ կարելի է դրանք բաժանել հետևյալ փուլերի՝

- շինհրապարակում գեոդեզիական նշահարման հիմնային ցանցի կառուցում,

- կառույցների հիմնական և (կամ) գլխավոր առանցքների դուրսբերում,
- զրոյական ցիկլի գեոդեզիական նշահարման աշխատանքներ շենքի ստորգետնյա հատվածի կառուցման համար (փոստրակ, ցցայունների (սվայների) դաշտ, հիմք, տեխնիկական ստորգետնյա ավտոտնակներ ու ստորգետնյա այլ շինություններ և դրանց ծածկերը),

- ստորգետնյա կոմունիկացիաների ուղեգծերի պլանային ու բարձունքային դիրքի տեղադրում,

- գեոդեզիական աշխատանքներ շենքի վերգետնյա մասի կառուցման ժամանակ (շենքի ներքին նշահարման ցանցի կառուցում սկզբնական հորիզոնում, բարձրացող մոնտաժային հորիզոններ տեղափոխվող առանցքների ու բարձրությունների, մոնտաժային հատվածի առանցքների, մոնտաժային հորիզոնների կոնստրուկցիաների տեղերի մանրամասն նշահարում, կոնստրուկցիաների տեղադրման ստուգումներ),

- ուղղաձիգ հարթեցման նախագծի տեղափոխումը տեղանք (ճանապարհներ, հարթակներ, գրունտների կտրվածներ ու լիցքեր և այլն):

Վերը նշված գրեթե բոլոր աշխատանքներին ուղեկցվում են կատարողական հանույթի ու պահանջվող փաստաթղթերի պատշաճ կատարմանը:

Շինհրապարակում շինմոնտաժային աշխատանքների նշահարման գեոդեզիական ապահովումը՝ նշահարման ցանցերի կառուցումը, նշահարման աշխատանքներն ու կատարողական հանույթները կատարվում են գեոդեզիական խմբերի կողմից: Նրանք կարող են լինել շինարարական կազմակեր-

պույթյան մշտական աշխատողներ, որոնք կատարում են աշխատանքները, բայց կարող են ներգրավվել նաև այլ կազմակերպություններ ու արտոնագրված մասնագետներ:

Գեոդեզիական խմբի հիմնական խնդիրն է ապահովել կառուցվող կառույցների ու կոնստրուկցիաների երկրաչափական պարամետրերի ու տեղադիրքերի համապատասխանությունը նախագծային տվյալներին:

Նախագծային աշխատանքների արտադրության համար անհրաժեշտ գեոդեզիական խմբերի քանակի հաշվարկն իրականացվում է՝ ելնելով աշխատանքի ծավալից, կառուցվող օբյեկտի բարդությունից ու նախատեսված գեոդեզիական աշխատանքի բնույթից:

Գեոդեզիական աշխատանքների գործունեությամբ զբաղվող ինժեներատեխնիկական անձնակազմը պարտավոր է կիրառել չափումների մեթոդներն ու եղանակները, որոնք սահմանված են շինարարական նորմերով ու կանոններով, ստանդարտներով ու տեխնիկական պայմաններով, ինչպես նաև օգտագործել ստուգված, կարգաբերված ու հավաստագրված գործիքներ, որոնք ապահովում են պահանջվող ճշտությունն ու չափումների հուսալիությունը:

Շինհրապարակի գեոդեզիական սպասարկումն ապահովվում է ստուգաչափված ժամանակակից սարքերով, գործիքներով, հարմարանքներով, անհրաժեշտության դեպքում՝ տրանսպորտային միջոցներով: Գեոդեզիական խմբի կողմից կատարվող համալիր աշխատանքներից, անկախ հաստիքի պատկանելությունից, ներառում է.

- պատվիրատուից շինարարական օբյեկտի նախագծային փաստաթղթերի ընդունում (գլխավոր հատակագծեր, շենքերի գլխավոր հատակագծեր, աշխատանքային ու նշահարման գծագրեր), գեոդեզիական հիմնային ցանցի հիմնակետեր, հենանիշներ, շինարարական ցանցի կետեր, կարմիր գծեր և այլն,

- գծագրերում առանցքների ու կոնստրուկցիաների երկրաչափական չափերի ու կապերի ստուգում, գեոդեզիական անճշտությունների հայտնաբերում ու ուղղում,

- հիմնային ցանցի խտացում և ոչնչացված կետերի վերականգնում,

- մանրամասն նշահարման աշխատանքների կատարում (կառույցների առանցքների տեղափոխում ու ամրացում, նախագծային բարձունքային նիշերի տեղափոխում և ամրացում, առանցքների ու նիշերի տեղափոխում ավելի բարձր մոնտաժային հորիզոններ, կառույցների տարրերի պլանային ու բարձունքային նիշերի նշահարում),

- մոնտաժված կառույցների պլանային ու բարձունքային դիրքերի գործիքային ստուգումներ, դրանց կատարողական հանութագրում,

- կառույցի գեոդեզիական փաստաթղթերի պատրաստում՝ օբյեկտը շահագործման հանձնելուց հետո ընդունող հանձնաժողովին ներկայացնելու համար,

- տարածքի ուղղաձիգ պլանավորման աշխատանքների կատարում՝ գեոդեզիական չափումներով կատարված հողային աշխատանքների ծավալը որոշելու համար:

2.3. Շինարարության ու հետազննությունների համար գեոդեզիական հիմք

Շինարարական արտադրության ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների համար հիմք են ծառայում հետևյալ գեոդեզիական ցանցերը՝

- ազգային, պետական ու խտացման գեոդեզիական ցանցեր,
- մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցեր,
- հիմնային գեոդեզիական ցանցեր (ներառյալ հատուկ նշանակության գեոդեզիական ցանցերը),

- I, II, III, IV դասերի նիվելիրացման հենանիշներ ու դրոշմանիշներ,
- Գեոդեզիական հիմնային նշահարման ցանցեր, շինարարության գեոդեզիական նշահարման ցանցեր, ջրային ռեժիմի դիտարկումների գեոդեզիական ցանցեր (ջրաչափական կետեր),

- պետական, մարզային, համայնքային սահմանային հիմնային գեոդեզիական ցանցեր (ծրագրում դրանց օգտագործման հնարավորությունը հիմնավորելիս):

Ինժեներական հետազննությունների պլանային ու բարձունքային գեոդեզիական ցանցերը չեն մտնում պետական գեոդեզիական ցանցերի և ստեղծվում են գեոդեզիական, տեղագրական, օդանկարահանում կատարելու համար անհրաժեշտ խտությամբ ու ճշտությամբ գեոդեզիական հիմնակետերի ու կետերի կոորդինատներն ու բարձունքային նիշերը ստանալու և այլ աշխատանքների ցանկերում, որոնց մաս են կազմում ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների, օբյեկտի շինարարության ու վերակառուցման գեոդեզիական ապահովման համար:

Գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերը, որոնք ամրացված են մշտական նշաններով, իսկ որոշ ցուցումների դեպքերում դրանք երկարաժամկետ պահպանելու համար սահմանված կարգով հաշվառվում և պահպանության են հանձնվում կառուցապատողին կամ տեխնիկական պատվիրատուին, ինչպես նաև ճարտարապետության ու քաղաքաշինության կառավարման տեղական մարմիններին: Հեռավոր ու ոչ կառուցապատ տարածքներում մշտա-

կան նշաններով ամրացված հիմնակետերը ենթակա են հաշվառման, և պահպանության մշտադիտարկման համար դրանք հանձնվում են կառուցապատողին կամ տեխնիկական պատվիրատուին:

Գեոդեզիական ու հանութային ցանցերի չափագրված տվյալների հավասարակշռումը կատարվում է նվազագույն քառակուսիների եղանակով՝ չափման արդյունքների ճշտության գնահատմամբ:

Գեոդեզիական հիմնային ցանց ստեղծելու ճշտության գնահատումը պետք է կատարվի.

- պլանային հիմնային ցանցերի համար՝ հարակից կետերի փոխադարձ դիրքի ՄՔՄ-ով,

- պլանային հիմնային ու հանութային ցանցերի համար, եթե դա նախատեսված է առաջադրանքով, նախագծված շենքերի (կառույցների) համար որոշակի վայրերում ոչ հարակից կետերի փոխադարձ դիրքի ՄՔՄ ընտրությամբ,

- բարձունքային հիմնային ու հանութային ցանցերի համար՝ ըստ նշված ցանցերի կետերի բարձրությունների ՄՔՄ-ն՝ համեմատած ավելի բարձր դասերի (կարգերի) կետերի հետ և անկապքը պոլիգոններում ու ընթացքներում:

Ստեղծված պլանային գեոդեզիական հիմնային ցանցերի պոլիգոնների ու ընթացքների անկապքը ծառայում է նախնական ճշտության գնահատման համար:

Գեոդեզիական հիմնային ու հանութային ցանցերի կետերի կոորդինատներն ու բարձունքային նիշերը ներկայացվում են տեխնիկական հաշվետվությունում՝ համաձայն տեխնիկական առաջադրանքով սահմանված կոորդինատային ու բարձունքային համակարգերի:

Շինարարության ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների ընթացքում կարող են ստեղծվել հատուկ նշանակության գեոդեզիական ցանցեր, որոնց կառուցման պահանջները պետք է սահմանվեն ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների ծրագրում՝ հանձնարարականին համապատասխան:

Շինարարության համար գեոդեզիական հիմնավորման ցանցը ստեղծվում է կառուցապատողի կամ տեխնիկական պատվիրատուի կողմից՝ համաձայն ՀՀՇՆ 13.01-2022-ի պահանջների:

Կապիտալ շինարարության օբյեկտների շինարարության, վերակառուցման համար նախագծային փաստաթղթերի պատրաստումն իրականացվում է տեղագրական 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000, 1: 500, 1: 200 մասշտաբների հանությոներով:

Կատարվող տեղագրական հանույթների մասշտաբներն ու ռելիեֆի անկման բարձրությունը սահմանվում են առաջադրանքում:

Աղյուսակ 1.1-ում ներկայացված են տեղագրական հանույթների մասշտաբի ընտրության կարգավորող պահանջները՝ ըստ ՀՀՇՆ 13.01-2022-ի Հավելված Բ-ի պահանջների:

Գեոդեզիական հիմնային մոտակա հիմնակետերի (կետերի) նկատմամբ պարզ, հեշտությամբ ճանաչելի ուրվագծերով (սահմաններով) օբյեկտների պլանային դիրքն ու տեղանքի ուրվագծերը որոշելիս միջին սխալանքը չպետք է գերազանցի հատակագծի մասշտաբի 0,5 մմ-ը ոչ կառուցապատված տարածքներում, բաց ու լեռնային ու անտառային տարածքների համար՝ 0,7 մմ:

Կետերի, ներքին ջրային ջրավազանների ու ջրհավաքների վրա ինժեներական ու հիդրոգրաֆիական աշխատանքների ժամանակ չափվող կետերի պլանային դիրքի որոշման միջին սխալանքը խտացման ու հանությամբ մոտակա կետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցի հատակագծի մասշտաբի 1,5 մմ-ը:

Կապիտալ շենքերի (շինությունների) համակարգված կետերի ու անկյունների հատակագծի հարաբերական դիրքի առավելագույն սխալները, որոնք գտնվում են միմյանցից մինչև 50 մ հեռավորության վրա, չպետք է գերազանցեն հատակագծի մասշտաբի 0,4 մմ-ը:

Ստորգետնյա ու վերգետնյա մեծաքանակ հաղորդակցություններ ու կառույցներ ունեցող արդյունաբերական ձեռնարկությունները հետազոտելիս առաջադրանքում պետք է սահմանվեն կառուցվածքների կետերի դիրքի հարաբերական սխալներին ներկայացվող պահանջները:

Ստորգետնյա կոմունիկացիաների ու կառույցների բնորոշ կետերի դիրքը որոշելու համար օգտագործվում են ստորգետնյա կոմունիկացիաների որոնման փնտրիչ սարքեր ու գեոռադարներ: Կետերի դիրքի որոշման փաստացի ճշտությունը պետք է որոշվի գեոդեզիական չափումներով:

Աղյուսակ 2.1.

Տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների մասշտաբները, որոնք օգտագործվում են քաղաքաշինական գործունեության ինժեներական հետազոտություններ կատարելիս

Օբյեկտ	Մասշտաբ
ՀՀ տարածքային պլանավորման սխեմա	1:500 000 - 1:100 000
Համայնքային տարածքների պլանավորման սխեմա	1:50 000 - 1:10 000
Քաղաքների գլխավոր հատակագիծ	1:10 000 - 1:5 000
Բնակչության գլխավոր հատակագիծ	1:10 000 - 1:2 000
Տարածքների պլանավորման նախագիծ	1:5 000 - 1:2 000-

Տարածքների հողաշինարարական նախագիծ	1:5 000 - 1:500
Միավոր հողամասի քաղաքաշինական հատակագիծ	1:2 000 - 1:500
Արդյունաբերական ու ոչ արդյունաբերական նպատակներով նախագծվող կապիտալ շինարարության օբյեկտների տեղակայումը ոչ կառուցապատ տարածքներում	1:1 000 - 1:500
Արդյունաբերական ու ոչ արդյունաբերական նպատակներով նախագծվող կապիտալ շինարարության օբյեկտների տեղակայումը կառուցապատ տարածքներում	1:500 - 1:200
Նախագծվող գծային կոմունիկացիայի ուղեգծի շերտը ոչ կառուցապատ տարածքում	1:5 000- 1:500
Նախագծվող գծային կոմունիկացիայի ուղեգծի շերտը կառուցապատ տարածքում	1:200-1:2 000
Նախագծվող տեղամաս ու գծային օբյեկտներ՝ կապված գծային օբյեկտների ենթակառուցվածքի հետ՝ խողովակաշարային տրանսպորտ, կապի ու էլեկտրահաղորդման գծեր, ոչ կառուցապատված տարածքում (փակագծերում՝ նույնը կառուցապատված տարածքի համար)	1:2 000 - 1:1 000 (1:1 000 - 1:200)
Կամուրջներ, տրանսպորտային հանգույցներ, երկաթուղային կայարաններ	1:2 000 - 1:500
Գոյություն ունեցող 1-2-րդ կարգի երկաթուղիներ ու ավտոմոբիլային մայրուղիներ	1:500
3-րդ ու ցածր կարգի գոյություն ունեցող ավտոճանապարհներ	1:2 000 - 1:1 000
Նախագծվող գծային օբյեկտների անցումը ջրային տեղամասերով	1:500 - 1:2 000
Երկրաբանական վտանգավոր երևակայումների հատվածներ	1:500 - 1:2 000
Շենքերի ու շինությունների կառուցում ու շահագործում	1:500 - 1:2 000
Շենքերի ու շինությունների պահպանում	1:500 - 1:2 000
Շենքերի ու շինությունների քանդում (ապամոնտաժում)	1:500 - 1:2 000
Շենքերի ու շինությունների շահագործման հսկողություն	1:500 - 1:2 000
Շենքերի ու կառույցների նստվածքների, ձևախախտումների մշտադիտարկում	1:200-1:1 000

Օսնոթագրություններ 1. Ստեղծված ինժեներատեղագրական հատակագծերի սահմաններն ու մասշտաբները սահմանվում են հանձնարարականում և անհրաժեշտության դեպքում ճշտվում ինժեներական հետազննության ծրագրում՝ մշակողի (տեխնիկական պատվիրատուի) հետ համաձայնեցնելով:

2. Ինժեներատեղագրական հատակագծերի համար ռելիեֆի անկման կտրվածքի քարձրությունը վերցվում է Գեոդեզիական հետազննություններ նորմի Հավելված Դ-ի պահանջներով:

3. Թույլատրվում է տեղագրական հանույթի մասշտաբը խոշորացնել կամ փոքրացնել՝ կախված նախագծվող օբյեկտի բնույթից, ինչպես նաև շինարարական տարածքի բնական ու տեխնածին պայմաններից:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունների ու կառույցների կետերի պլանային դիրքի միջին սխալները մոտակա կապիտալ շենքերի (կառույցների) ու հանութային հիմքի կետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցեն հատակագծի մասշտաբի 0,7 մմ-ը:

Վերը նշված ինժեներատեղագրական հատակագծերի ճշտությունը պետք է գնահատվի օբյեկտների ու ուրվագծերի պլանային դիրքերի, ստորգետնյա հաղորդակցությունների կետերի, ինչպես նաև ռելիեֆի թվային մոդելի կամ հորիզոնականներով հաշվարկված (թղթե կրիչի վրա ստեղծված գրաֆիկական հատակագծերի համար) դաշտային ստուգման տվյալների կետերի բարձրությունների անհամապատասխանությունների արդյունքում ստացված միջին սխալների արժեքներով:

Ստուգողական չափումների հարմարության համար հանույթի որակը գնահատելիս օգտագործվում են միջին սխալները, որոնք հաշվարկվում են որպես ստուգողական չափումների ընթացքում ստացված սխալի մոդուլների միջին թվաբանականը: Միջին սխալներից ՄՔՄ-ին անցնելու համար կիրառվում է 1,25 գործակից: Սահմանային սխալը կազմում է վստահության հավանականության 0,95 %՝ ապահովելով կրկնակի միջին քառակուսային սխալը կամ 2,5 անգամ միջին քառակուսային սխալը:

Գեոդեզիական պլանաբարձունքային հիմքի հիմնակետերի ու կետերի տեղադրումը դիրքի խտությունը, դրանց ճշտության որոշման մեծությունը պետք է համապատասխանեն խոշոր մասշտաբի տեղագրական հատակագծերի ստեղծման հրահանգի պահանջներին: Բացի դրանից՝ հետազննությունների համար կառուցված գեոդեզիական հիմքը պետք է համապատասխանի ինժեներատեղագրական հատակագծերի թարմացման պահանջներին, ներառյալ կազմակերպությունների, կառույցների ու բնակավայրերի ու քաղաքացիական օբյեկտների աշխատանքային նախագծերի ու փաստաթղթերի մշակման, նախագծերը տեղանք տեղափոխելու, ինժեներագեոդեզիական հատուկ աշխատանքների, բնական ու տեխնածին վտանգավոր գործընթացների ստատիկ դիտարկումների, ինչպես նաև օբյեկտների կառուցման, շահագործման ու լուծարման ապահովման պահանջներին:

Հիմքի ստեղծման սկզբունքը մնում է նույնը՝ ընդհանուրից մասնակի: Այսինքն՝ գեոդեզիական պլանային կամ բարձունքային ցանցերի ստեղծումն իրականացվում է հաջորդաբար՝ նախ բարձր ու ավելի ճշգրիտ պատկերներ կառուցելով, ապա՝ դրանք խտացնելով ավելի փոքր ճշտության ցանցերով:

Առանձին հանութագրման հիմքով հանութագրվող տարածքի չափը չպետք է գերազանցի.

1: 5000 մասշտաբի համար՝ 20 կմ²,

1:2000 և ավելի խոշոր մասշտաբի համար՝ 10 կմ²:

Չի թույլատրվում քաղաքներում միայն հանութային հիմքով կատարել հանութագրում:

Առանձին հանութային ցանցերի դիրեկցիոն անկյունների կողմնորոշումը թույլատրվում է կատարել 1՝ ՄՔՄ-ով:

Գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի (կետերի) կոորդինատներն ու բարձրությունները հաշվարկվում են Հայաստանի Հանրապետությունում ընդունված ԱԳՑ ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգում Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայի հարթության վրա, վեց աստիճանային գոտով ու 1977 թ. Բալթյան բարձունքային համակարգում:

Գեոդեզիական ցանցերի խտությունը պայմանավորվում է հանույթի մասշտաբով, ռելիեֆի անկման կտրվածքով, ինչպես նաև գեոդեզիական, մարկշեդերական, հողերի պլանավորման, հողաշինարարության և այլ աշխատանքների իրականացման անհրաժեշտությամբ, ինչպես հետախուզական, այնպես էլ շինարարության նպատակով կառույցների, կոմունիկացիաների հետագա շահագործման ընթացքում և այլն (դրանց մասին նշվում են նախագծերում):

Գեոդեզիական հիմքի խտացումը, որպես կանոն, կատարվում է ընդհանուրից մասնակի, ամենաբարձր դասից (կարգից) մինչև ամենացածրը: Պետք է ձգտել նվազեցնել գեոդեզիական կառուցումների բազմաստիճանությունն ու տեղանքում զարգացնել միևնույն դասի ցանցեր՝ հիմնված ժամանակակից հեռաչափական ու անկյունաչափական, արբանյակային գեոդեզիական սարքերի ու հաշվողական ծրագրերի կիրառման վրա: Ցանցի պահանջվող խտությունը միադաս (միակարգ) նշանների կոնստրուկցիաների դեպքում կրճատվում է ցանցի կողմերի երկարությունները:

Խոշոր մասշտաբի հանույթների համար գեոդեզիական հիմք ստեղծելիս, որպես կանոն, ելակետեր կարող են ծառայել միայն բարձր ճշտության դասերի (կարգերի) գեոդեզիական հիմնակետերը (կետերը):

Տեղագրական հանույթների գեոդեզիական ու բարձունքային հիմք ստեղծելու համար պետական և ազգային գեոդեզիական ու բարձունքային ցանցի կետերի միջին խտությունը, որպես կանոն, պետք է ապահովվի.

- 1:5000 մասշտաբով հանութագրման ենթակա տարածքներում մինչև մեկ եռանկյունաչափական կամ պոլիգոնոմետրիական կամ արբանյակային հիմնակետ 20-30 կմ² ու մեկ նիվելիրացման հենանիշ 10-15 կմ²-ի համար,

- 1:2000 ու ավելի խոշոր մասշտաբով հանութագրման ենթակա տարածքներում մինչև մեկ եռանկյունաչափական կամ պոլիգոնոմետրիական կամ արբանյակային որոշմամբ հիմնակետ 5-15 կմ²-ի, մեկ նիվելիրացման հենանիշ՝ 5-7 կմ²-ի վրա:

Քաղաքային կառուցապատ ու դրանց հեռանկարային զարգացման տարածքներում պետական ու ազգային գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի խտությունը պետք է լինի առնվազն 1 հիմնակետ՝ 5 կմ² վրա:

Գեոդեզիական հիմքի խտությունը քաղաքներում, այլ բնակավայրերում և արդյունաբերական տեղամասերում պետք է ապահովվի՝ կառուցապատված տարածքներում 1 կմ²-ի վրա առնվազն արբանյակային կամ պոլիգոնոմետրիական 4 կետ, ոչ կառուցապատված տարածքներում՝ 1 կետ 1 կմ² վրա:

Քաղաքներում ու արդյունաբերական օբյեկտներում ինժեներական հետազննությունների ու շինարարությունն ապահովելու համար գեոդեզիական ցանցերի խտությունը կարող է ավելացվել մինչև 8 կետ 1 կմ²-ի վրա:

Գեոդեզիական հիմքի խտությունը բնակավայրերից դուրս 1:5000 մասշտաբի հանութագրվող տարածքների համար պետք է հասցնել առնվազն 1 կետ 7-10 կմ²-ի վրա, իսկ 1:2000 մասշտաբի հանութների համար՝ մինչև 1 կետ 2 կմ²-ի վրա:

Գեոդեզիական նշահարման ցանցերի խտության զարգացումը պետք է ապահովեն ուղիղ նշահարման աշխատանքները:

Տեղագրական հանութագրման գեոդեզիական հիմքի կառուցված գեոդեզիական նշանները ակտով պահպանության են հանձնվում՝ համաձայն գործող «Գեոդեզիական նշանների պահպանության կարգի» պահանջների [57]:

Տեղագրական հատակագծերը, կախված դրանց նպատակից, օգտագործողներին տրամադրվում են թվային (էլեկտրոնային) բնօրինակներից թղթային տեսքով կամ կրիչներով (USB, CD, DVD և այլն) էլեկտրոնային ձևաչափով:

2.4. Ինժեներագեոդեզիական հիմնային ցանց

Ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների արտադրությունում պլանաբարձունքային հիմքը սովորաբար կառուցվում է երկու փուլով՝ հիմնային ու խտացման ցանցեր (հանութային ցանցեր):

Տեղագրագեոդեզիական ցանցը պետք է նախագծվի՝ հաշվի առնելով դրա հետագա օգտագործումը օբյեկտի կառուցման ու շահագործման ընթացքում գեոդեզիական ապահովման համար:

Ինժեներագեոդեզիական հետազոտությունների կատարման ժամանակ հիմնային գեոդեզիական ցանցի կետերի խտությունը սահմանվում է հետազոտական ծրագրում՝ հիմնվելով.

- 1 կմ²-ի վրա առնվազն չորս հիմնակետ կառուցապատված տարածքներում,

- մեկ հիմնակետ 1 կմ²-ի վրա ոչ կառուցապատված տարածքներում:

Կախված շինարարական օբյեկտի տարածքից (մակերեսից) ու տեսակից՝ ստեղծվող հիմնային գեոդեզիական ցանցը կարող է բաղկացած լինել հետևյալ հիմնակետերից՝

- Ազգային գեոդեզիական ցանց (ԱԳՑ),
- մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանց (ՄԳՌԿՑ),
- արբանյակային գեոդեզիական խտացման ցանցեր (ԱԳԽՑ),
- եռանկյունավորման ու պոլիգոնոմետրիական IV դասի, I ու II կարգերի խտացման ցանցերի կամ դրանց ճշտությանը համապատասխան արբանյակային եղանակներով որոշված կետերի,
- նիվելիրացման II, III ու IV դասերի հենանիշներ:

Հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի պլանային դիրքը ՊԳՑ, ԱԳՑ հիմնակետերի նկատմամբ պետք է որոշվի արբանյակային GPS ընդունիչներով, պոլիգոնոմետրիական, եռանկյունավորման եղանակներով կամ գծաանկյունային ցանցերի կառուցման միջոցով:

Գեոդեզիական ցանցի ստեղծման (զարգացման) համար որպես ելակետեր պետք է հանդիսանան ավելի բարձր ճշտության դասերով (կարգերով) կետեր:

Հավասարակշռման արդյունքում գեոդեզիական պլանային հիմնային ցանցի ստեղծման ճշտության գնահատումը պետք է իրականացվի ըստ հարակից կետերի դիրքի հարաբերական ՄՔՄ-ի ու (լրացուցիչ) ելակետերի նկատմամբ ցանցի կետերի դիրքի ՄՔՄ-ի: Պլանային հիմնային գեոդեզիական ցանց կառուցելիս պետք է պահպանվեն ցանցում չափումների ճշտության հիմնական պահանջները՝ ըստ տրված ՀՀՇՆ 13.01-2022 Գ.1 հավելվածի (Աղ. 2.3):

Հիմնային արբանյակային գեոդեզիական ցանցը (ՀԱԳՑ) պետք է բաղկացած լինի առնվազն երեք որոշվող կետերից: ՀԱԳՑ կետերի տարածական դիրքը պետք է որոշվի արբանյակային եղանակներով՝ որպես ելային ընտրված գեոդեզիական բարձր ճշտության հիմնակետերի նկատմամբ:

Արբանյակային գեոդեզիական խտացման ցանցը պետք է մշակվի միատարր տարածական գեոդեզիական նշանների կառուցման համակարգի տեսքով՝ հիմնված ավելի բարձր ճշտության ԱԳՑ և (կամ) ՊԳՑ հիմնակետերի վրա:

Չափումների ճշտության հիմնական պահանջները պլանային գեոդեզիական հիմնային ցանցերում, որոնք ստեղծվել են գետնին ամրացված (եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական ու տրեւատիրացիոն) եղանակներով տրված են ՀՀՇՆ 13.01-2022 Գ.1 հավելվածի (Աղ. 2.3): Հարկ է նշել, որ ժամանակակից ինժեներական պրակտիկան գործնականում բացառում է եռանկյունավորման ու տրեւատիրացիոն եղանակներով ստեղծված գեոդեզիական կառույցների օգտագործումը (չնայած այն հանգամանքին, որ դրանք գործող նորմատիվ փաստաթղթերով թույլ է տրվում գործածել այդ կոնստրուկցիայի նշանները): Ներկայումս պլանային հիմնային ցանցերը կառուցված են հիմնականում արբանյակային տեխնոլոգիաներով:

Աղյուսակ 2.3.

Ավանդական մեթոդներով ստեղծվող գեոդեզիական պլանային հիմնային ցանցերի չափումների ճշտության հիմնական պահանջները¹

Պլանային գեոդեզիական հիմնային ցանց (դաս և կարգեր)	Անկյունների չափման անկապքի ՄՔՍ, ոչ ավել /վրկ/	Անկյունների չափման սահմանային սխալը (ընթացքների, պոլիգոնների անկապքը), /վրկ/	Գծային չափումների սահմանային սխալը պոլիգոններում, ընթացքներում	Հարաբերական ՄՔՍ, ոչ ավել		
				Եռանկյունավորման ցանցի բազիսային կողմերի	Եռանկյունավորման ցանցի ամենաթույլ կողմի	Եռանկյունավորման ցանցի ներսի միջանկյալ կողմերի չափումը
4-րդ դաս	2	$5\sqrt{n}$	1/25000	1/200000	1/70000	1/100000
1-ին կարգ	5	$10\sqrt{n}$	1/10000	1/50000	1/20000	1/50000
2-րդ կարգ	10	$20\sqrt{n}$	1/5000	1/20000	1/10000	1/20000

Գեոդեզիական հիմնային ցանցի հիմնակետերի կենտրոնների բարձունքային կապակցումն իրականացվում է II, III, IV դասերի կամ տեխնիկական (եռանկյունաչափական) նիվելիրացման եղանակներով, ինչպես նաև արբանյակային GPS ընդունիչներով՝ կախված տեղադրված կենտրոնների տեսակներից:

Եռանկյունման ցանցի բազիսային (ելային) կողմերի երկարությունների գծային չափումների եղանակները, ինչպես նաև պոլիգոնոմետրիական գծերի երկարությունների չափման եղանակները լուսահեռաչափներով ու էլեկտրոնային տախտմետրերով պետք է հիմնվեն այդ սարքերի արտադրող ընկերությունների (ձեռնարկությունների) կողմից տրված սարքավորումների չափումների ճշտության տեխնիկական պահանջներից:

¹ Մանրագրություն. բացառության կարգով թույլատրվում են ստեղծել 2 կարգի պոլիգոնոմետրիական, եռանկյունավորման ու տրեւատիրացիոն ցանցեր, եթե անհրաժեշտ է ստեղծել գեոդեզիական հիմնային հիմք կառուցապատված տարածքների առանձին հատվածներում:

Ցանկալի է համատեղել պլանային գեոդեզիական ցանցի կենտրոնները և նիվելիրացման ընթացքների հիմնակետերը:

Հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի տեղադրումը տեղանքում ու դրանց արտաքին ձևավորումը պետք է կատարվեն ՀՀ կադաստրի կոմիտեում գործող նորմատիվ փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան:

Աղյուսակ 2.4.

Նիվելիրացման ցանցերում չափման ճշտության բնութագրերը

Ցուցանիշներ	Նիվելիրացման ընթացքների և ցանցերի (պոլիգոնների) չափման ճշտությունը (մմ)			
	II դաս	III դաս	IV դաս	Տեխնիկական
Թույլատրելի անկապը նիվելիրային պոլիգոններում ու ընթացքներում, f , մմ	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$	$50\sqrt{L}$ $10\sqrt{n}^*$
Կայանում վերագանցման չափման ՄՔՍ, ոչ ավել, մմ	0,30	0,65	3,0	8,0
Ելակետերի նկատմամբ նիվելիրացման ցանցի ամենաթույլ կետերի նիշերի որոշման ՄՔՍ, մմ	10	20	30	50

*Ծանոթագրություն. L-ը զծի երկարությունն է կմ-ով, n-ը 1 կմ զծում կայանների թիվն է: * Երբ 1 կմ ընթացքի կայանների թիվը 25-ից ավել է:*

Ինժեներական հետազննությունների տարածքում բարձունքային հիմնային գեոդեզիական ցանցերը ստեղծվում են երկրաչափական նիվելիրացման եղանակներով՝ II, III ու IV դասերի նիվելիրացման ընթացքների տեսքով՝ կախված շինարարական օբյեկտի տարածքից (երկարությունից) ու տեսակից (Աղ. 1.4):

Բարձունքային գեոդեզիական ցանցի զարգացման համար ելակետեր են պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշները, նիվելիրացման ցանցերի այն հենանիշների նիշերը, որոնց ավելի բարձր ճշտությամբ պետք է որոշվեն, ապա դրանց պահանջները տրվում են տեխնիկական առաջադրանքով:

Թույլատրվում է (եթե հիմնավորված է աշխատանքային ծրագրում) IV դասի նիվելիրացման ցանցի ընթացքները կապակցել IV դասի պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշներին:

II, III ու IV դասերի ու տեխնիկական նիվելիրացման ցանցերում չափման ճշտության հիմնական բնութագրերը տրված են ՀՀՇՆ 13.01-2022 Գ.1 հավելվածի Աղյուսակ 1.4-ում: ԱԳՑ 0-ական, 1-ին դասերի հիմնակետերի ու ՄԳՌԿՑ կայանների նորմալ բարձունքային նիշերը անհրաժեշտ է որոշել ոչ պակաս, քան III դասի նիվելիրացման ծրագրով: Ավելի ցածր դասի նիվելի-

րացման եղանակով նիշերի որոշումը կատարվում է ոչ բնակելի տարածքներում, որոնք հիմնավորվում են աշխատանքային ծրագրում:

III ու IV դասերի ու տեխնիկական նիվելիրացման բարձունքային գեոդեզիական ցանցերը ստեղծվում են արբանյակային GPS ընդունիչների կիրառմամբ: Այդ դեպքում դիտարկումները կատարվում են երկհաճախականի ընդունիչներով՝ աշխատանքային ծրագրում հիմնավորված հատուկ դիտարկման եղանակի կիրառմամբ: Մշակման աշխատանքներում պետք է օգտագործվեն ժամանակակից գլոբալ ու տարածաշրջանային գեոիդի մոդելներ: Թույլատրելի անհամապատասխանություններն ու վերջնական արդյունքների ճշտությունը պետք է համապատասխանեն ՀՀՇՆ 13.01-2022 Գ.1 հավելվածի Դ3 աղյուսակի պահանջներին: Արբանյակային եղանակներով ստեղծվող բարձունքային հիմնային ցանցը պետք է կապակցվի նիվելիրացման առնվազն թվով չորս ելակետի:

Պոլիգոնոմետրիական, եռանկյունավորման ու տրեւատիրացիայի պլանային հիմնակետերի բարձրությունները, որոնք ներառված չեն II, III ու IV դասերի նիվելիրացման ցանցերում, որոշվում են տեխնիկական (երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական կամ արբանյակային՝ ճշտությանը համապատասխանող) նիվելիրացման կամ արբանյակային ընդունիչների միջոցով: Աշխատանքային ծրագրով հիմնավորված բացառիկ դեպքերում թույլատրվում է տեղադրել փակ ընթացքներ, որոնք երկու ծայրերով հենվում են միևնույն ելակետի վրա:

Պոլիգոնոմետրիական առանձին ընթացքը պետք է հիմնված լինի երկու ելակետերի ու երկու դիրեկցիոն անկյունների ուղղության վրա: Պոլիգոնոմետրիական կախված ընթացքների կառուցումը չի թույլատրվում:

Գետնից հարակից կետերի տեսանելիության բացակայության դեպքում թույլատրվում է.

- պոլիգոնոմետրիական 1-ին ու 2-րդ կարգի ընթացքները անցկացնել՝ հիմնվելով երկու ելակետերի վրա՝ առանց դրանցից մեկի ելակետային դիրեկցիոն անկյան,

- 1-ին ու 2-րդ կարգերի պոլիգոնոմետրիական փակ ընթացքի անցկացում, որը հիմնված է մեկ ելակետի ու մեկ ելային ուղղության վրա այն պայմանով, որ դիրեկցիոն անկյունը փոխանցվում կամ չափվում է ընթացքի ամենաթույլ կետերից (ընթացքի մեջ տեղից) 15"-ից ոչ ավելի ճշտությամբ:

Նիվելիրացման ցանցերը պետք է ստեղծվեն առանձին ընթացքների տեսքով, բաց ու փակ ընթացքները կամ որպես ինքնուրույն ցանցերը պետք է կապակցվեն առնվազն երկու ելային բարձր դասի նիվելիրացման հենանիշների հետ:

Թույլատրվում է 4-րդ կարգի գեոդեզիական խտացման ցանցի նիվելիրացման գծերը կապել IV դասի պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշներին:

Գեոդեզիական հիմնային ցանցի ստեղծման (զարգացման) ընթացքում դաշտային չափումների արդյունքների մշակումը պետք է կատարվի ժամանակակից համակարգչային տեխնիկայի կիրառմամբ: Հավասարակշռումը կատարվում է այնպիսի մեթոդներով, որոնք ապահովում են ստացված արդյունքների հավաստիությունը և բացառում են տվյալների մշակման ժամանակ պատահական սխալների առկայությունը: 4-րդ դասի պլանային հիմնային գեոդեզիական ցանցի ու IV դասի նիվելիրացման ցանցի հավասարակշռումը պետք է իրականացվի նվազագույն քառակուսիների մեթոդով:

Գեոդեզիական 1-ին ու 2-րդ կարգերի խտացման ցանցերը թույլատրվում է հավասարակշռել պարզեցված մեթոդներով: Այդ դեպքում անկյունների արժեքների հավասարակշռման արդյունքները պետք է կլորացվեն մինչև վայրկյանի ամբողջական մասով, իսկ գծերի երկարությունների ու կոորդինատների արժեքները՝ մինչև 1 մմ:

Գեոդեզիական հիմնային ցանցեր ստեղծելիս (զարգացնելիս) չափումների արդյունքների ավտոմատացված մշակման ծրագրերը պետք է լինեն հավաստագրված ու հնարավորություն ունենան տպագրելու:

- նախնական տեղեկատվությունը,
- չափումների մշակման արդյունքները,
- չափումների ճշտության գնահատումը:

Ինժեներագեոդեզիական աշխատանքներում էլեկտրոնային տախտմետրերի համատարած ներդրման շնորհիվ հանութային հիմքի ստեղծման այնպիսի մեթոդներ, ինչպիսիք են թեոդոլիտային ընթացքներն ու միկրոեռանկյունավորումը շատ հազվադեպ են օգտագործվում:

Թեոդոլիտային ընթացքները նույն ցածր ճշտության պոլիգոնոմետրիա են:

Թեոդոլիտային ընթացքը բազմանկյուն է, որի գագաթները ամրացված են տեղանքում, հորիզոնական անկյունները չափվում են 30" ճշտության թեոդոլիտով, իսկ ընթացքի կողմերը չափվում են պոդպատե ժապավեններով, չափերիզներով կամ օպտիկական հեռաչափներով՝ առնվազն 1/2000 ճշտությամբ: Հասկանալի է, որ էլեկտրոնային տախտմետր օգտագործելիս դժվար չէ ստանալ նշված ճշտության պարամետրերը: Ընթացքների կողմերն ու դրանց միջև եղած անկյունները չափվում են տախտմետրով շատ ավելի ճշգրիտ, քան համապատասխանաբար 1/2000 ու 30":

Ավելին, քանի որ պոլիգոմետրիկան ընթացքները էլեկտրոնային տախտմետրով կառուցելիս կողմերի երկարությունների չափերը սահմանափակված չեն և տախտմետրիկան հանութային ժամանակ գործիքից առավելագույն հեռավորությունները մինչև տեղանքի ուրվագիծը նշակետը 1:500 մասշտաբի համար թույլատրվում է մինչև 300 մ, հետևապես կարիք չկա ստեղծելու հանութային ցանցեր: Այլ կերպ ասած՝ էլեկտրոնային տախտմետրերով հանութագրելիս հանութային ցանցի անհրաժեշտ խտացումը կարելի է կատարել պոլիգոմետրիկական 1-ին ու 2-րդ կարգերով, ինչպես նաև բևեռային ու հատումների եղանակներով:

Արբանյակային սարքավորումներն ու արբանյակային տեխնոլոգիաները ներկայումս ավելի ու ավելի ակտիվորեն ներդրվում են գեոդեզիական պրակտիկայում: Չնայած GPS ու GLONASS սարքավորումների համեմատաբար բարձր արժեքին՝ արբանյակային եղանակներն օգտագործվում են կիրառական գեոդեզիայի բազմաթիվ խնդիրների լուծման համար, ներառյալ հիմնային ցանցերի կառուցումը: Գործող արբանյակային նավիգացիոն GPS ու GLONASS համակարգերը ապահովում են բարձր դիրքորոշման ճշտություն:

Արբանյակային տեխնոլոգիաները համակարգչայնացման հետ համատեղ դարձել են գեոդեզիական չափումների ավանդական տեսակների իրական այլընտրանք: Մեր օրերում կիրառական գեոդեզիայի բարդ խնդիրների լուծման համար օգտագործվում է ոչ թե առանձին գործիքների հավաքածու, այլ կիրառվում են սարքավորումների ինտեգրված համակարգեր, որոնք ապահովում են չափումների բարձր ճշտություն ու արագություն:

Գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգերի ժամանակակից սարքավորումները (GNSS) ապահովում են տարածական կոորդինատների հարաբերական որոշում մոտ 3 մմ + 0,5 քրմ պլանում ու 6 մմ + 0,5 քրմ բարձունքայինում՝ անկախ օրվա ժամից: «քրմ» պարամետրը ցույց է տալիս, որ տարածական կոորդինատների որոշման ճշտությունը կախված է արբանյակային ընդունիչի ու բազային կայանի միջև հեռավորությունից և 1 մմ է բազային գծի երկարության յուրաքանչյուր կիլոմետրի համար: Օրինակ՝ 5 կմ երկարությամբ բազային գծի ՄՔՄ-ն (RMSE) կլինի 5,5 մմ պլանում ու 8,5 մմ բարձունքային բաղադրիչում (բարենպաստ պայմաններում): Պետք է նշել, որ արբանյակային որոշման իրական ճշտությունը կախված է բազային գծի երկարությունից ու արբանյակային չափումների կատարման պայմաններից (իոնոսֆերայի վիճակ, տրոպոսֆերայի, տեսանելի արբանյակների երկրաչափություն ու բազմաճառագայթման առկայություն):

Վերադառնալով Աղյուսակ 2.3-ին ու 2.4-ին ու որոշելով արբանյակային տեխնոլոգիաների դերը պլանային ու բարձունքային հիմնային ցանցերի կա-

ռուցման համակարգում՝ կտեսնենք, որ արբանյակային եղանակներն իրենց բնութագրերով զգալիորեն գերազանցում են գեոդեզիական չափումների ավանդական եղանակները, հետևաբար կարող է օգտագործվել հիմնային ու հանութային ցանցերի կառուցման բոլոր փուլերում:

Գործող ու վերակառուցվող արդյունաբերական կառույցների 50 կմ²-ից ավելի տարածքների դեպքում ինժեներական ու գեոդեզիական հետազննությունների ժամանակ գեոդեզիական հիմնային ցանցերի կառուցվածքների քանակն (դասերը, կարգերը) ու հիմնակետերի ճշտությունը որոշվում են նախնական հաշվարկով և պետք է բավարարեն նախագծային ու աշխատանքային փաստաթղթերի մշակման պահանջները ձեռնարկությունների (կառույցների) գլխավոր հատակագծերի ու հետագա գեոդեզիական նշահարման աշխատանքների իրականացման համար:

Էլեկտրոնային տախտմետրերով բարձունքային հանութային գեոդեզիական ցանց ստեղծելիս կարող է օգտագործվել եռանկյունաչափական նիվելիրացում:

Պատասխանատվության 1-ին մակարդակի տեխնիկապես բարդ ու եզակի շենքերի ու շինությունների կառուցման համար ինժեներական հետազննությունների, ինչպես նաև բնական ու տեխնածին վտանգավոր տարածքներում ստացիոնար գեոդեզիական դիտարկումների ժամանակ գեոդեզիական հիմքը պետք է ստեղծի հատուկ նշանակության գեոդեզիական հիմնակետերի (կետերի) տեսքով ցանցեր:

Հիմնային ու հանութային գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի (կետերի) խտությունը պետք է լինի առնվազն 4, 12, 16 հիմնակետ (կետ) ոչ կառուցապատված տարածքում 1 կմ²-ի վրա համապատասխանաբար 1: 5000, 1: 2000 և 1: 1000 մասշտաբներով հանությոների համար:

1:500 մասշտաբով հանությի համար հիմնակետերի (կետերի) խտությունը պետք է սահմանվի հետազննության ծրագրով:

Գծային կառույցների ինժեներական ու գեոդեզիական հետազննությունների համար որպես գեոդեզիական հիմք են ծառայում ուղեգծի երկայնքով անցկացված մայրուղային ընթացքների տեսքով նախատեսված պլանային ու բարձունքային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերը (կետերը), որոնց պլանային ու բարձունքային ընթացքները հիմնականում պետք է կապակցված լինեն ազգային, պետական կամ հիմնային գեոդեզիական ցանցին ոչ ավել 30 կմ (մայրուղային ջրանցքների հետազոտման ժամանակ՝ 8 կմ):

Փոքր քաղաքների ու այլ բնակավայրերի տարածքների, ինչպես նաև արդյունաբերական (ագրոարդյունաբերական) ու հանքարդյունաբերական ձեռնարկությունների տարածքների գծային կառույցների համար ստեղծվող գեո-

դեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի կապակցումը ԱԳՑ, ՊԳՑ հիմնակետերին պարտադիր է:

Գետերի, ծովերի, լճերի ու ջրամբարների ափամերձ գոտու հատակագծերի ստեղծման գեոդեզիական հիմքը պետք է ստեղծվի կոորդինատային ու բարձունքային միասնական համակարգում՝ առափնյա հարակից ցամաքի հիմնակետերով:

Ինժեներագեոդեզիական հետազոտություններ կատարելու համար պետք է դրանց նախագծերը համաձայնեցվեն, իսկ դրանք իրականացնելու համար՝ թույլտվություն ստանալ Հայաստանի Հանրապետության կադաստրի կոմիտեի կողմից:

2.5. Գեոդեզիական հիմնային պլանային ցանցերի կառուցման եղանակները

Եռանկյունավորման, տրիլատերացիայի ու պոլիգոնոմետրիական հայտնի եղանակները, ինչպես նաև այդ եղանակների համակցությունը պատկանում են պլանային ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցման ավանդական եղանակներին, որոնցից տրիլատերացիան ներկայումս կորցրել է նշանակությունը, իսկ պոլիգոնոմետրիան, ընդհակառակը, էլեկտրոնային տախտոմետրերի համատարած ներդրման հետ կապված, առավել պահանջված է, և արբանյակային որոշումների հետ միասին ներկայումս հիմք են ինժեներագեոդեզիական խտացման ցանցերի կառուցման եղանակների ու սխեմաների մշակման համար:

Պլանային ու բարձունքային դիրքի որոշման ճշտությունը, գեոդեզիական հիմնակետերի (կետերի) զարգացման խտությունն ու պայմանները պետք է համապատասխանեն խոշոր մասշտաբի տեղագրական հանույթների, ներառյալ ձեռնարկությունների, կառույցների, քաղաքացիական օբյեկտների նախագծային ու աշխատանքային փաստաթղթերի մշակման պահանջները: Բացի դրանից՝ ցանցերի ճշտությունը պետք է բավարար լինի՝ տեղանք նախագծեր տեղափոխելու, հատուկ ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքներ կատարելու, բնական ու տեխնածին վտանգավոր գործընթացների դիտարկման, օբյեկտների կառուցումն ու շահագործումն ապահովելու համար:

Ավանդական եղանակներով գեոդեզիական հիմքի կառուցման տեխնիկական պահանջները տրված են ՀՀՇՆ 13.01-2022-ում:

Ինժեներական նպատակներով հիմնականում մշակվում են 4-րդ դասի, երբեմն 1-ին ու 2-րդ կարգերի ցանցեր, իսկ խոշոր քաղաքների տարածքնե-

րում կարելի է կառուցել 2-րդ ու 3-րդ դասերի ցանցեր՝ մեծ երկարության կողմերով ու ավելի ճիշտ չափումներով: Ցանցի դասը որոշվում է կախված հետազոտվող տարածքի մակերեսից: Այսպիսով, եթե տեղանքի տարածքը կազմում է 25-50 կմ² ու 10-25 կմ², ապա պլանային գեոդեզիական հիմնային ցանցը ստեղծվում է 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի կետերի նշաններով: Բարձունքային հիմնային ցանցերը մեծ տարածքների դեպքում ստեղծվում են III ու IV դասերի նիվելիրացմամբ, ավելի փոքր տարածքների համար՝ IV դասի նիվելիրացմամբ:

Եթե հետազոտության տեղամասի տարածքը գտնվում է 5-10 կմ² միջակայքում, ապա պլանային հիմքը ստեղծվում է 1-ին կարգի նշաններով, իսկ երբեմն էլ՝ ներթափանցանքային հանութագրման նպատակով 2-րդ կարգով, բարձունքային հիմքը՝ նիվելիրացման 4-րդ դասով: 1 կմ²-ից փոքր տարածքների համար հիմնային ցանցեր չեն նախատեսվում. նման դեպքերում ստեղծվում են հանութային ցանցեր, որոնք կառուցվում են թեոդոլիտային ընթացքներով կամ եռանկյունավորման եղանակով թեոդոլիտային ընթացքների փոխարեն: Հանութային ցանցերի բարձունքային նիշերը որոշվում են տեխնիկական նիվելիրացմամբ՝ անկախ հանութագրվող տարածքի չափից:

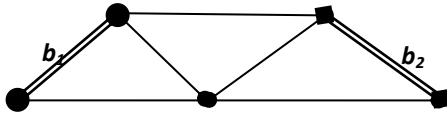
Աղյուսակ 2.3-ում ներկայացված են եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական ու գծային անկյունային հատումների եղանակներով ինժեներագեոդեզիական հիմքի կառուցման դասերի ու կարգերի հիմնային ցանցերի ստեղծման ճշտության բնութագրերը:

Հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կենտրոնների բարձունքային հիմքը պետք է ստեղծվի III ու IV դասերի կամ տեխնիկական նիվելիրացմամբ, որոնց դեպքում կայանում բարձրությունները որոշելու սահմանային սխալները համապատասխանաբար հավասար են 2.6, 5.0 և 10.0 մմ:

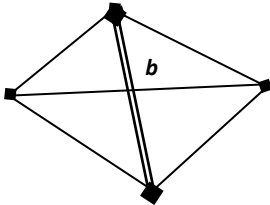
Եռանկյունավորում

Եռանկյունավորումը ենթադրում է վերգետնյա մակերևույթին կառուցված եռանկյուններից կազմված պատկերներ, որոնց զագաթներում չափվում են բոլոր անկյուններն ու կողմերից մեկը, կամ ստուգման համար՝ երկու կողմերը: Եռանկյունների զագաթները ամրացվում են ստորգետնյա կենտրոններով ու վերգետնյա կառուցված նշաններով՝ եռանկյուն բուրգերով ու սիգնալներով: Նման եռանկյունիներում, ըստ եռանկյունաչափության բանաձևերի, հեշտությամբ հաշվարկվում են չչափված մեծությունները, ինչը թույլ է տալիս հաշվարկել եռանկյունների զագաթների կոորդինատները:

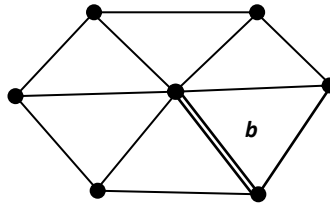
Ամենապարզ եռանկյունաձև կոնստրուկցիաների որոշ բնորոշ սխեմաներ ներկայացված են Նկար 2.1-ում: Նկարներում չափված կողմերը, որոնք կոչվում են բազիսներ, նշանակվում են *b* տառով: Որպես ելակողմ կարող են օգտագործվել ավելի բարձր դասի ցանցերի կողմերը (Նկ. 2.1, բ, գ):



ա) Եռանկյունների շղթա



բ) Գեոդեզիական քառանկյուն



գ) Կենտրոնական համակարգ

Նկ. 2.1. Եռանկյունավորման ցանցերի տիպային սխեմաներ

Եռանկյունավորման ցանցերը հիմք են տեղագրական հանույթների, նշահարման աշխատանքներ կատարելու, ինչպես նաև շենքերի ու շինությունների հիմքերի ու դրանց կոնստրուկցիաների ձևախախտումների դիտարկման համար: Կախված գեոդեզիական ցանցի նպատակից՝ հետազոտության կամ շինարարական օբյեկտի չափից ու տեսքից, եռանկյունաձև կոնստրուկցիաների տիպը, կողմերի չափերն ու եռանկյունավորման ցանցերում չափումների ճշտությունը կարող են զգալիորեն տարբերվել:

Եռանկյունավորման կոնստրուկցիաների ընտրության առանձնահատկությունը գծային չափումների նվազագույն ծավալն է եղել, որը տնտեսապես նշանակալից դեր էր կատարում եռանկյունավորման համար այն ժամանակ, երբ հեռավորությունների չափման էլեկտրոնային մեթոդները դեռ հայտնի չէին:

Աղյուսակ 2.5-ում ներկայացված են եռանկյունավորման եղանակով 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի հիմնային ու զարգացման ցանցերի ստեղծման որոշ պահանջներ [17, 22]: Եռանկյունավորման եղանակով հատուկ նշանակության ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցման ցուցանիշներն ու պահանջներն ավիի խիստ են (օրինակ՝ թունելային, հիդրոտեխնիկական կամ կամուրջային եռանկյունավորման ցանցեր):

Գործող նորմատիվ փաստաթղթերի համաձայն՝ եռանկյունավորման դասի հիմնական ցուցանիշներն են չափվող անկյունների $m\beta$ ՄՔՄ-ները, ամենաթույլ կողմերի $m\alpha/a$ միջին հարաբերական ելային կողմերի $m\alpha/b$ (բազիսների) սխալները:

Նշահարման ցանցերի համար հատկանշական բնութագրերն են հարակից հիմնակետերի նկատմամբ կամ հիմնակետերի փոխադարձ դիրքի սխալները, որոնք կազմում են միևնույն ելային կողմից նշահարման աշխատանքների կատարման համար: Նշահարման ցանցերի այս առանձնահատկությունը պայմանավորված է նրանով, որ նույն կառույցին պատկանող հիմնակետերը նշահարվում են այդ կետերից: Որոշ կառույցների կետերի փոխադարձ դիրքի նկատմամբ պահանջները կարող են բավականին խիստ լինել:

Աղյուսակ 2.5.

Եռանկյունավորման եղանակով հիմնային ցանցերի կառուցման որոշ բնութագրեր

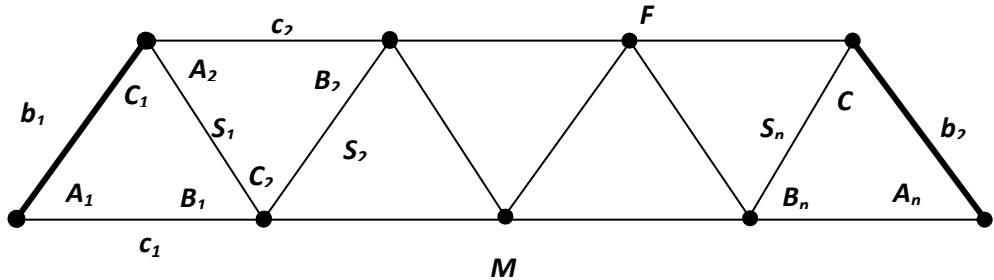
Ցուցանիշներ	4-րդ դաս	1-ին կարգ	2-րդ կարգ
Եռանկյան կողմի երկարությունը, կմ	2-5	0,5-5	0,25-3
Չափվող բազիսային կողմերի քանակը	2	2	2
Միջին քառակուսային հարաբերական սխալը՝ ոչ ավել, բազիսային կողմերը, ամենաթույլ տեղի կողմերը	1:200000 1:70000	1:50000 1:20000	1:20000 1:10000
Եռանկյունավորման շղթայի եռանկյուններում անկյան ամենափոքր մեծությունը, աստիճան	30	30	30
Եռանկյան սահմանային անկապքը, վրկ	8	20	40
Անկյունների չափման ՄՔՄ-ն եռանկյունների անկապքում, ոչ ավելի, վրկ	2	5	10
Բազիսային կողմերի երկարությունը, ոչ ավել, կմ	2	1	1
Եռանկյունների քանակը ելային (բազիսային) կողմերի միջև	20	10	10

Եռանկյունավորման 4-րդ դասի ցանցը նախագծվում է քարտեզների վրա՝ հիմք ընդունելով շինարարական նորմերը կարգավորող փաստաթղթերի պահանջները: Ցանցը պետք է լինի լոկալ, թեև դրա առանձին կետերը կարելի է կապակցել քարտեզի վրա ԱԳՑ, ՊԳՑ հիմնակետերի հետ՝ համարելով դրանք ավելի բարձր դասի հիմնակետեր:

Քարտեզի վրա ցանց նախագծելիս պետք է առաջնորդվել նրանով, որ ցանցի անկյունների դիտարկումներն իրականացվեն եռոտանուց 6-8 մ բարձրությամբ բուրգերի վրա: Կետերի միջև տեսադաշտի դիտման պայմանները որոշվում են տեղանքի պրոֆիլներով:

Ցանցի սխեմայի կամ ձևի ընտրությունը նախագծողին է և կախված է տեղանքի համապատասխան պայմաններից: Քաղաքների, բնակավայրերի ու շինհրապարակների համար ցանցերը կարելի ստեղծել կենտրոնական կամ եռանկյունների շղթայի տեսքով, որոնք ծածկում են ողջ տարածքը:

Եռանկյունավորման ցանցում պետք է լինի առնվազն երկու սկզբնական ելակողմ: Եթե տեղանքում առկա է կոշտ ելակողմ (առկա հիմնակետերի միջև), ապա նախագծում պետք է նախատեսվի ևս մեկ բազիսային կողմի չափում: Այս պահանջների բավարարումն ապահովում է ցանցի մասշտաբի ստուգում: Պարզության համար ցանցի տեսքը (փոքր մասշտաբով) ցույց է տրվում առանձին թղթի վրա (օրինակ՝ Նկ. 2.2): Ցանցերի կառուցման բնորոշ սխեմաների նախագծի նախնական գնահատման համար կարելի է կիրառել մոտավոր բանաձևեր: Գնահատումն այս դեպքում կրճատվում է կանխատեսվող ցանցի թույլ կողմի կետերի փոխադարձ դիրքի ՄՔՄ որոշումը: Թույլ կողմը երկու հիմքերից ամենահեռու կողմն է: Եթե տարբեր կողմերով եռանկյունների թիվը հավասար է, ապա ամենափոքր երկարությամբ կողմը կլինի ամենաթույլը:



Նկ. 2.2. Եռանկյունների շղթայի սխեմա

Նկար 2.2-ում ցույց է տրված եռանկյունների մի շարք (եռանկյունների շղթա), որոնք հիմնված են երկու b_1 ու b_2 ելակողմերի վրա: Երկու կից եռանկյունների համար S_1 , S_2 , ... կողմերը ընդհանուր են և կոչվում են կապող, իսկ դրանց դիմացի A , B անկյունները՝ կապող անկյուններ:

Կողմերը օգտագործվում են եռանկյունների զագաթների կոորդինատները հաջորդաբար հաշվարկելիս, և դրանցով անցնող ուղիղը կոչվում է ընթացքի գիծ:

Այսպիսով՝ S_1 կողմը որոշվում է հետևյալ հարաբերությունից՝

$$S_1 = \frac{b_1 \sin A_1}{\sin B_1} \quad (2.1)$$

S_2 կողմի համար կլինի՝

$$S_2 = \frac{b_1 \sin A_1 \cdot \sin A_2}{\sin B_1 \cdot \sin B_2} \quad (2.2)$$

Նույն հաջորդականությամբ լուծելով եռանկյունները՝ կգտնենք ընթացքի գծի բոլոր S կողմերը: C_1 , C_2 , ... կողմերը կոչվում են միջանկյալ, իսկ հակադիր C_1 , C_2 , ... անկյունները՝ միջանկյալ:

Շղթայի կապող կողմերի ՄՔՄ-ն, հիմնվելով բազիսային երկու ելակողմերի վրա, կարող ենք որոշվել հայտնի մոտավոր բանաձևերով: Այս բանաձևերը հիմնված են կողմերի կշիռների գնահատման համար: Կշիռները որոշվում են գնահատվող կողմի ՄՔՄ-ով: Միայն հաշվարկվում է երկու անգամ՝ սկզբնական ու վերջնական բազիսներից:

Եթե բազիսային b_1 ստացված $MF = S$ կողմի ՄՔՄ-ն նշանակենք ms_1 , իսկ բազիսի b_2 կողմը՝ ms_2 -ով, ապա S կողմի համապատասխան կշիռները կլինեն.

$$p_1 = \mu^2/m_{S1}^2, p_2 = \mu^2/ms_2^2:$$

Կողմերի երկարությունների միջին արժեքի կշիռը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$p = p_1 + p_2 = \mu^2 \frac{m_{S1}^2 + m_{S2}^2}{m_{S1}^2 m_{S2}^2}, \quad (2.3)$$

իսկ որոշվող S կողմի ՄՔՄ-ն կլինի՝

$$m_S^2 = \mu^2/p = \frac{m_{S1}^2 \cdot m_{S2}^2}{m_{S1}^2 + m_{S2}^2}: \quad (2.4)$$

Միջին քառակուսային m_s սխալը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_s^2 = m_b^2 + \frac{2}{3} \cdot S^2 \cdot \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum (ctg^2 A_i + ctg^2 B_i + ctg A_i ctg B_i): \quad (2.5)$$

Այս բանաձևը բերված է այն դեպքերի համար, երբ $m_{A_i} = m_{B_i} = m_\beta$, և եռանկյունների կողմերը մոտավորապես հավասար են՝ $S_1 \approx S_2 \approx \dots \approx S \approx b_1 \approx b_2$. կենտրոնական համակարգի կամ գեոդեզիական քառանկյան տեսքի ցանցերի համար S^2 -ուց առաջ դրվում է 0,5 գործակից:

$\sum(ctg^2 A_i + ctg^2 B_i + ctg A_i ctg B_i)$ արժեքը կախված չէ չափման ճշտությունից, այլ միայն A_i ու B_i անկյունների արժեքներից, այսինքն՝ եռանկյունների ձևից այն կոչվում է երկրաչափական կապի սխալ կամ եռանկյունների փոխադարձ կշիռ և նշվում ΣR -ով: R արժեքները աղյուսակավորվում և ընտրվում են ըստ A ու B կապող անկյունների: Այս նպատակների համար, ըստ քարտեզի գծապատկերի, անկյունները չափվում են փոխադրիչով: Կողմերի երկարությունները նույնպես չափվում են քարտեզից: Եթե հաշվարկները կատարվում են ուղղությունների երկայնքով չափումների համար, ապա՝ $m_\beta = m_H \cdot \sqrt{2}$:

Ելակողմի m_b -ի սխալը գրեթե միշտ շատ ավելի քիչ է, քան զարգացվող ցանցի չափման սխալները, առնվազն երկու անգամ՝ $m_b/b \leq ms/2S$: Հետևաբար (2.5) բանաձևում բաց թողնելով m_b ՝ մենք կարող ենք գտնել ms ՝ սահմանելով m_β և հակառակը:

Նմանատիպ հիմնավորումներից (2.4) բանաձևը կարելի է գրել եռանկյունները կապող կողմերի ուղղության անկյունների համար.

$$m_{\alpha}^2 = \frac{m_{\alpha_1}^2 \cdot m_{\alpha_2}^2}{m_{\alpha_1}^2 + m_{\alpha_2}^2}, \quad (2.6)$$

որում $m^2_{\alpha i} = 2/3 \cdot m^2_{\beta} \cdot k$, իսկ k -ն՝ եռանկյունների թիվն է բազիսից մինչև տվյալ գնահատվող կողմը:

S կողմի վերջնակետի կողմնային սխալը որոշվում է $m_{\alpha} = (m_{\alpha} / \rho) \cdot L$ բանաձևով, որում $L = S_1 + S_2 + \dots + S_k \approx k \cdot S_{\text{միջ.}}$ շղթայի անկյունագիծն է:

M ու F հիմնակետերի փոխադարձ դիրքի սխալը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝ $m^2 = m_{(s)}^2 + m_{(\alpha)}^2$, որում բանաձևի առաջին անդամը արտացոլում է կողմի երկարության սխալը, իսկ երկրորդը՝ դրա դիրեկցիոն անկյան սխալը, կամ այլ կերպ՝ $m^2 = m_s^2 + (m_{\alpha} / \rho)^2 \cdot L^2$: Դրա բացատրությունը տրված է Նկար 2.3-ում:

Ելնելով անկյունային ու գծային չափումների սխալների հավասար ազդեցության սկզբունքից՝ կարելի է գրել $m_s = (m_{\alpha} / \rho) \cdot L$, ինչը թույլ կտա հաշվարկել M ու F կետերի դիրքի հարաբերական սխալը՝ հաշվարկված m_s արժեքից: Այսպիսով՝ $m^2 = 2m_s^2$: m -ի ստացված արժեքը համեմատվում է թույլատրելի արժեքի հետ: Եթե որոշված m_{β} -ի արժեքը բավարար է, ապա այդ արժեքով որոշվում են ցանցի դասն ու բազիսի չափման ճշտությունը: Հակառակ դեպքում հիմք է ընդունվում m_{β} -ի մեկ այլ արժեք. ընդունվում է ցանցի ավելի բարձր դաս, և հաշվարկները կրկնվում են:

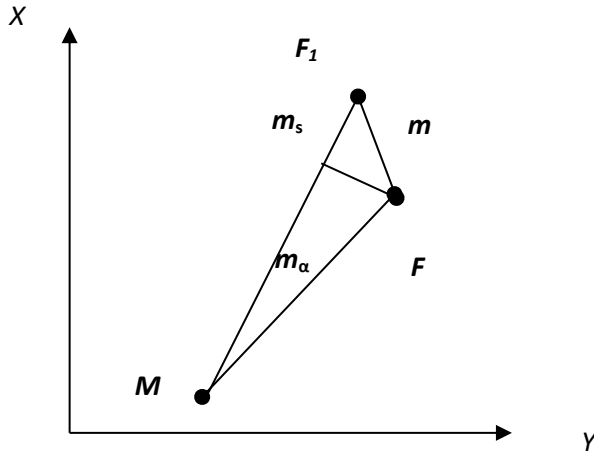
Համակարգչի վրա ցանցի նախագիծը գնահատելու համար, որն ունի համապատասխան հավասարակշռման (գնահատման) ծրագիր՝ պարամետրական եղանակով գնահատելու համար, անհրաժեշտ է քարտեզից որոշել բոլոր կետերի մոտավոր կոորդինատները: Նախագիծը պարամետրական եղանակով գնահատելու բոլոր ծրագրերում, որպես կանոն, պետք է մուտքագրվեն հետևյալ տվյալները.

- ելակետերի քանակն ու դրանց կոորդինատները,
- չափվող անկյան միջին քառակուսի սխալը,
- որոշվող կետերի մոտավոր կոորդինատները:

Սովորաբար նախագծերը գնահատելիս որպես ելակետ վերցվում է կետերից մեկը, իսկ կոորդինատները որոշվում են ըստ քարտեզի կիլոմետրային ցանցի:

Գնահատման արդյունքում ստացվում են բոլոր կետերի կոորդինատների ու դրանց $U\Phi U$ -ների որոշման ֆունկցիայի հակադարձ կշիռները m_x ու m_y ցանցի կոորդինատների առանցքների երկայնքով: Հիմնակետի պլանային դիրքի M $U\Phi U$ -ն կարելի է մոտավորապես հաշվարկել հետևյալ բանաձևով՝

$$M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}: \quad (2.7)$$



Նկ. 2.3. Չափվող զծային ու անկյունային սխալների համատեղ ազդեցությունը

Այս սխալի առավելագույն արժեքը, որը համապատասխանում է ամենաթույլ հիմնակետին, ընդունվում է 2,5 սմ թույլատրելի արժեքի հետ, այնուհետև եզրակացություն է արվում, և համապատասխան որոշում է կայացվում: Պետք է նկատի ունենալ, որ շատ ծրագրեր ներառում են նաև ցանցի ամենաթույլ սահմանված տեղում հիմնակետերի հարաբերական դիրքի որոշման գնահատման արժեքը: Այս արժեքը նույնպես կարելի է համեմատել թույլատրելիի հետ՝ կայացնելով համապատասխան որոշում:

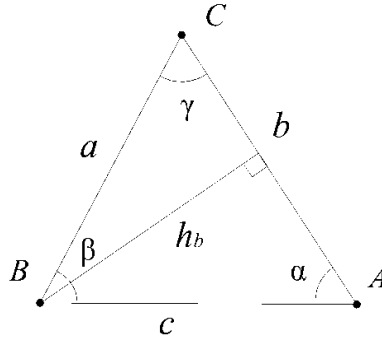
Եռանկյունավորման եղանակի հիմնական առավելություններն են արդյունավետությունն ու այն օգտագործելու հնարավորությունը ֆիզիկական ու աշխարհագրական տարբեր պայմաններում: Եղանակը թույլ է տալիս անմիջապես դաշտում ստուգել չափված արժեքները՝ բարձր ճշտությամբ որոշելով հարակից ցանցի հիմնակետերի հարաբերական դիրքերը:

Եռանկյունավորման ցանցերի նախագծումը կատարվում է 1: 10000 և 1: 25000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների վրա՝ ելնելով ցանցի նպատակից, տարածքի ձևից ու մակերեսից, ռելիեֆից և կառուցապատված տարածքից, ԱԳՑ, ՊԳՑ հիմնակետերի առկայությունից և այլ պարամետրերից:

Տրեկատիրացիայի եղանակ: Տրեկատերացիայի եղանակը, ինչպես և եռանկյունավորմանը, նախատեսում է տեղանքում գեոդեզիական ցանցերի կառուցում եռանկյունաձև պատկերներից՝ եռանկյունների շղթաների, գեոդեզիական քառանկյունների ու կենտրոնական համակարգերի տեսքով, որոնցում չափվում են ոչ թե անկյունները, այլ կողմերի երկարությունները: Տրեկատերացիայի ցանցերը ստեղծվում են ինժեներագեոդեզիական ու հատուկ մի

շարք խնդիրներ լուծելու համար և կառուցվում են ազատ ցանցերի տեսքով՝ բաղկացած առանձին բնորոշ պատկերներից ու դրանց համակցություններից կամ կոշտ եռանկյունների ցանցերից:

Տրիլատերացիայի ցանցի հիմնական պատկերը եռանկյունն է՝ a , b , c չափված կողմերով (տե՛ս Նկ. 2.4):



Նկ. 2.4. Տրիլատերացիայի եռանկյուն

Կողերի երկարությունները չափվում են էլեկտրոնային տախտմետրերով ու լուսաեռաչափներով, իսկ շենքերի կառուցման ընթացքում կողմերը՝ որպես ստեղծվող նշահարման հիմնային ցանցեր, չափվում են 30 ու 50 մետր ստուգաչափված չափերիզներով, ինչը շատ հարմար է բետոնե մակերևույթի վրա:

4-րդ դասի տրիլատերացիայի ցանցի նախագծման համար անհրաժեշտ կարգավորիչ պահանջները նույնպես վերցվում են ՀՀՇՆ 13.01-2022-ից: Այն ամենը, ինչ ասվել է կապված եռանկյունավորման հետ, վերաբերում է նաև տրիլատերացիայի ցանցին՝ հաշվի առնելով դրա կառուցման առանձնահատկությունները: Աղյուսակ 2.6-ում տրված են ինժեներագեոդեզիական տրիլատերացիայի եղանակով ցանցերի կառուցման հիմնական պահանջները [22]:

Տրիլատերացիայի ցանցի եռանկյան α անկյունը (Նկ. 2.4) կարող ենք հաշվել եռանկյունաչափական $tg \frac{\alpha}{2}$ կամ $\cos \alpha$ ֆունկցիաներով հետևյալ բանաձևերով՝

$$tg \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{bc}{p(p-a)}} - 1, \quad (2.8)$$

$$\cos \alpha = \frac{2p(p-a)}{bc} - 1, \quad (2.9)$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}: \quad (2.10)$$

Երկար ձգված օբյեկտների համար տրիլատերացիայի ցանցերը ստեղծվում են եռանկյունների շղթայով կամ քառանկյունների տեսքով:

Տրիլատերացիայի ցանցի ստեղծման հիմնական պահանջները

Ցուցանիշներ	4-րդ դաս	1 կարգ	2 կարգ
Եռանկյան կողմերի երկարությունը, կմ	1-5	0,5-5	0,25-3
Կողմի չափման հարաբերական սխալ	1/100000	1/50000	1/20000
Եռանկյան անկյան ամենափոքր արժեքը, աստիճան	20	20	20
Ելակողմերի միջև եղած եռանկյունների քանակը, ոչ ավելին	10	10	10
Էլեկտրաօպտիկական հեռաչափներով կողմերի երկարությունը չափելու նվազների քանակը	3	2	1

Տրիլատերացիայի ցանցի նախագծի գնահատումը կարող են կատարել ինչպես համակարգչով, համապատասխան ծրագրի առկայությամբ, այնպես էլ տիպային պատկերների ճշտության գնահատման համար մոտավոր բանաձևերի միջոցով: Բոլոր դեպքերում անհրաժեշտ է նշել ցանցի կողմի չափման բացարձակ սխալը: 4-րդ դասի ցանցերի համար կողմի չափման հարաբերական սխալը պետք է լինի ոչ ավելի, քան 1:100000: Հետևաբար տարբեր կողմերի երկարությունների բացարձակ սխալը տարբեր կլինի: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է նախօրոք որոշել առաջարկվող լուսահեռաչափ կամ էլեկտրոնային տախոմետր, որոնցով կապահովվի նախագծված գծերի նվազագույն երկարությունների չափման նշված ճշտությունը:

Տրիլատերացիայի ցանցի նախագծման ճշտության նախնական գնահատման համար բանաձևերը տրված են [43]-ում: Նշանակենք m_s -ը՝ տրիլատերացիայի ցանցի եռանկյունների կողմերի չափման ՄՔՄ-ն, k -ն՝ ելակողմից մինչև գնահատվող կապակցման կողմը եղած եռանկյունների թիվը, β -ն՝ շարքի կապակցման անկյան միջին արժեքը, M -ը՝ k -րդ եռանկյունը կապող կողմի երկու կետերի փոխադարձ դիրքի սխալը, m_c -ն՝ k -րդ եռանկյան կետերի երկայնական տեղաշարժի ՄՔՄ-ն, m_u -ն՝ k -րդ եռանկյան կետերի լայնակի տեղաշարժի ՄՔՄ-ն: Այդ դեպքում՝

$$M \approx 3\sqrt{k} \cdot ctg\beta \cdot m_s, \quad m_t \approx \sqrt{k} \cdot m_s, \quad m_u \approx Mk = 3\sqrt{k^3} \cdot ctg\beta \cdot m_s: \quad (2.11)$$

Նախագծային հիմնավորումների նախնական գնահատման համար նման բանաձևերի օգտագործմամբ հաշվարկները բավականին արդյունավետ են իրենց պարզությամբ ու արագագործությամբ:

Հաշվարկված անկյան ՄՔՄ-ն կարող ենք հաշվել հետևյալ բանաձևով՝

$$m_a^2 = \rho^2 (A^2 m_a^2 + B^2 m_b^2 + C^2 m_c^2), \quad (2.12)$$

որում m_a , m_b ու m_c - կողմերի չափման ՄՔՄ-ն է:

$$A = \frac{1}{h_a}, \quad B = A\sqrt{1 - \left(\frac{h_a}{b}\right)^2}, \quad C = A\sqrt{1 - \left(\frac{h_a}{c}\right)^2}, \quad (2.13)$$

որում h_a -ն եռանկյան բարձրությունն է՝ իջեցված գագաթից b կողմին (Նկ. 2.14):

Գծային երկարաձգված օբյեկտների համար տրիլատերացիայի ցանցը ստեղծվում է եռանկյունների շղթայի տեսքով: Չափված կողմերով եռանկյունների շղթայի ձգվածության թերություններից մեկը՝ շարքի վերջնակետերի կողային տեղաշարժի լայնակի կտրվածքը, զգալիորեն գերազանցում է երկայնակի տեղաշարժի նկատմամբ:

Տրիլատերացիայի հավասարակողմ եռանկյունների շարքի սպասվող ճշտությունը գնահատելիս կիրառվում են հետևյալ բանաձևերը.

ա) երկայնական կտրվածքի համար՝

$$m_t = m_s \sqrt{\frac{N}{2}} \quad (\text{երբ } N\text{-ը գույգ է}), \quad (2.14)$$

$$m_t = m_s \sqrt{\frac{N-1}{2}} \quad (\text{երբ } N\text{-ը կենտ է}), \quad (2.15)$$

որում m_s -ը չափվող գծի ՄՔՄ-ն է, N -ը՝ շղթայի պատկերներ թիվն է,

բ) լայնակի տեղաշարժի համար՝

$$m_u = m_s \sqrt{0,111k^3 + 0,25k^2 + 1,3k}, \quad (2.16)$$

որում k -ն կապող կողմերի հերթական համարն է,

գ) կապող կողմերի դիրեկցիոն անկյունների համար՝

$$m_{ak} = \frac{m_{sp}}{S} \sqrt{1,33k + 0,67}, \quad (2.17)$$

որում S -ը եռանկյան կողմերի երկարությունն է:

Տրիլատերացիայի ցանցերի թերությունը պայմանավորված է նրանով, որ յուրաքանչյուր եռանկյան համար չափումների որակի դաշտային ստուգումները բացակայում են: Իրոք, եռանկյան հաշվարկված անկյունների գումարը միշտ հավասար կլինի 180° -ի կողմերի չափման ցանկացած սխալի դեպքում, նույնիսկ կոպիտ սխալներով: Այս առումով գործնականում ցանցերի եռանկյունների մեծ թվերի փոխարեն կառուցում են գեոդեզիական քառանկյուններ:

$$\begin{aligned} m_t &= m_s \sqrt{0,9N}, \\ m_u &= m_s \sqrt{0,67N^3 - 0,13N^2 + 0,98N + 1,4}, \\ m_{ak} &= \frac{m_s \rho}{S} \sqrt{2N}: \end{aligned} \quad (2.18)$$

Յուրաքանչյուր գեոդեզիական քառանկյունում չափվում են երկու անկյունագիծ ու բոլոր չորս կողմերը: Հասկանալի է, որ այդ չափումներից մեկը ավելորդ է, և կարելի է հաշվարկել մյուս կողմերի չափումներով: Սա կարող է

ծառայել որպես գծի երկարության չափումների որակի դաշտային ստուգում: Բացի դրանից՝ գեոդեզիական քառանկյունն ավելի կոշտ պատկեր է, և նման թվերից կազմված շարքն ավելի ճշգրիտ է: Գեոդեզիական քառանկյունների շարքի ճշտության գնահատումը, որը բաղկացած է քառակուսիներից ու պատկերների պայմանների հավասարակշռումից, կարող ենք հաշվել հետևյալ բանաձևերով՝

Տրիլատերացիայի ցանցերն առավել լայնորեն կիրառվում են ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում բարձրահարկ շենքերի, ծխնելույզների, ատոմային ու ջերմային էլեկտրակայանների կառուցման, ինչպես նաև տեխնոլոգիական բարդ սարքավորումների տեղադրման գործընթացում: Նման ցանցերում կողային երկարության չափումների բարձր ճշտությունը (մինչև տասներորդական միլիմետր) ապահովվում է բարձր ճշտության լուսաեռաչափներով, էլեկտրոնային տախոմետրերի, ինվարային լարերի ու որոշ դեպքերում նաև հատուկ նշահարման ձողերի (жезлы специальной конструкции) օգտագործմամբ: Կարճ կողմերով տրիլատերացիայի ցանցերը կոչվում են միկրոտրալերացիայի ցանցեր:

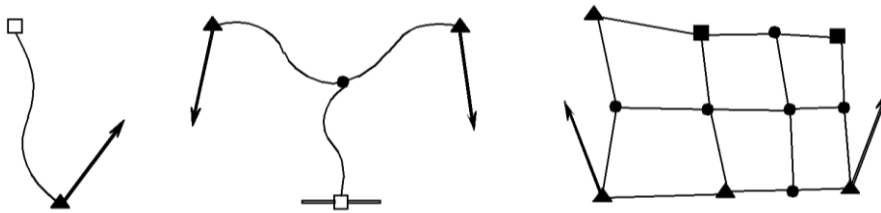
Պոլիգոնոմետրիական եղանակ: Պոլիգոնոմետրիան տեղանքում կառուցված փակ կամ բաց բազմանկյուն է, որում չափվում են բոլոր կողմերի երկարություններն ու գագաթների հորիզոնական անկյունները: Նման բազմանկյան գագաթները տեղանքում ամրացվում են ստորգետնյա հատուկ նշաններով:

Ինժեներագեոդեզիական պոլիգոնոմետրիական ցանցերը ներկայումս հիմնական պլանային հիմքի ստեղծման ամենատարածված միջոցներն են, ինչը պայմանավորված է գեոդեզիական արտադրությունում էլեկտրոնային տախոմետրերի ու օպտիկական լուսահեռաչափների լայն կիրառությամբ:

Պոլիգոնոմետրիական բաց ձգված ու բեկված ընթացքները հիմնվում են ելակետերի կողմերի ու նրանց հայտնի դիրեկցիոն անկյունների վրա:

Կախված օբյեկտի տարածքից ու ձևից, ելային հիմնակետերի առկայությունից՝ պոլիգոնոմետրիան նախագծվում է առանձին ընթացքների, հանգուցային կետերով ընթացքների համակարգի կամ փակ բազմանկյունների տեսքով: Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի ընթացքների օրինակներ են ներկայացված Նկար 2.5-ում:

Ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում ամենամեծ կիրառությունն են գտել պոլիգոնոմետրիական 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի ցանցերը:



Նկ. 2.5. Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների օրինակելի սխեմաներ

Նման ընթացքների հիմնական բնութագրերը ներկայացված են Աղյուսակ 2.7-ում:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների վերաբերյալ ավելի մանրամասն բնութագրեր տրված են [22, 64]-ում:

Պոլիգոնոմետրիական եղանակով հանգուցային կետերով կամ առանձին ընթացքներով կառուցված ցանցերը մեծ կիրառության ունեն հետազոտական տարբեր աշխատանքների կատարման ու կառույցների նշահարման համար:

Աղյուսակ 2.7.

Պոլիգոնոմետրիական եղանակով հիմնային ցանցերի ստեղծման որոշ բնութագրեր²

Ցուցանիշներ	4-րդ դաս	1-ին կարգ	2-րդ կարգ
Էլեկտրոնային տախոմետրերով չափելիս առանձին ընթացքների գծերի սահմանային երկարությունը, կմ (n-ը կողմերի թիվն է)	8, երբ $n=30$ 12, երբ $n=15$ 20, երբ $n=6$	10, երբ $n=50$ 15, երբ $n=25$ 25, երբ $n=10$	6, երբ $n=30$ 10, ..., $n=10$ 14, ..., $n=6$
Կողմերի սահմանային երկարությունը	սահմանված չէ		
Ընթացքի անկյունների չափման միջին քառակուսային սխալը ոչ ավել, վրկ	3	5	10
Ընթացքների կամ պոլիգոնների անկյունային անկապքը, ոչ ավելի, վրկ	$5\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$
Ընթացքի սահմանային հարաբերական սխալը	1:25000	1:10000	1:5000
ՅՏԶԿՊ թեոդոլիտով կամ դրան հավասարագործ ճշտության գործիքով անկյունների չափման նվազների թիվը	6	3	2
Առանձին ընթացքներով ցանցերի պարագիծը, կմ	ոչ ավելի 30	ոչ ավելի 15	ոչ ավելի 9

Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի նախագծում պետք է նախատեսվեն նվազագույն քանակի կարգեր՝ սահմանափակվելով, որպես կանոն, 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի ցանցերով:

² Ծանոթագրություն. Աղյուսակ 2.7-ի 1 կարգի մինչև 1 կմ երկարությամբ ու 2-րդ կարգի մինչև 0,5 կմ երկարությամբ պոլիգոնոմետրիական ընթացքների դեպքում թույլատրվում է 10 սմ բացարձակ գծային անկապք:

Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի ելային տվյալները դիտարկվում են որպես ավելի բարձր դասի կառուցված հիմնակետեր: Կախված ելային տվյալների ընտրությունից՝ ցանցը կարող է լինել ազատ կամ կապակցված:

Պոլիգոնոմետրիական եղանակով ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցմանը, նախագծերի գնահատմանը, դաշտային չափումներին առնչվող ու այլ հարցերն ավելի մանրամասն դիտարկված են [35, 49, 50, 67] աղբյուրներում:

Պոլիգոնոմետրիական առանձին ընթացքը պետք է հենված լինի 2 ելակետի վրա: Ելակետերում անհրաժեշտ է չափել միջանկյալ անկյունները:

Բացառիկ դեպքերում ելային հիմնակետերի միջև գետնից տեսանելիության բացակայության դեպքում թույլատրվում է 2 ելային հիմնակետերի հիման վրա կառուցել պոլիգոնոմետրիական ընթացք՝ առանց դրանցից մեկի վրա անկյունների չափման: Այդ դեպքում անկյունային չափումները ստուգելու համար օգտագործվում են պետական գեոդեզիական ցանցի հարակից հիմնակետերի ուղղությամբ դիրեկցիոն անկյունների չափում՝ 5-7 վրկ ճշտությամբ, կամ չափումները կատարել գիրոթեոդոլիտով՝ 10-15 վրկ ճշտությամբ:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքի բոլոր տեղադրված հիմնակետերին պետք է տրվեն բարձունքային նիշեր IV դասի կամ տեխնիկական նիվելիրացման միջոցով:

Լեռնային տարածաշրջաններում 2 ու 5 մ ռելիեֆի անկման կտրվածքով հանութագրման համար թույլատրվում է եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ որոշել պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կետերի բարձրությունները:

Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերում անկյունների չափումն իրականացվում է առանձին անկյան չափման եղանակով կամ շրջանային նվագների եղանակով, որպես կանոն, երեք եռոտանիների համակարգով՝ T1, T2, T5 օպտիկական թեոդոլիտներով կամ դրանց հավասարագոր այլ գործիքներով ու 1 մմ կենտրոնացման ճշտությամբ:

Շրջանային նվագների եղանակը կիրառվում է այն դեպքում, երբ մի հիմնակետում դիտարկվող ուղղությունների թիվը երկուսից ավել է:

Մեկ անկյան եղանակով չափելու դեպքում ալիդադան պտտում են միայն ժամսլաքի ուղղությամբ կամ միայն հակառակ ուղղությամբ:

Նվագների եղանակով անկյունները չափելիս առաջին կիսանվագի դեպքում ալիդադան պտտում են ժամսլաքի ուղղությամբ, իսկ երկրորդում՝ հակառակ ուղղությամբ:

Թեոդոլիտը դիտարկվող կետերի կենտրոնների վրա տեղադրվում է օպտիկական կամ լազերային կենտրոնադիրներով ու 1 մմ ճշտությամբ:

Սիգնալների սեղանիկից կամ գեոդեզիական նշանների (բուրգերի) նշա-

կետերին դիտարկելիս կենտրոնաբերման տարրերը պետք է որոշվեն գրաֆիկորեն երկու անգամ (դիտարկումներից առաջ ու հետո):

Խորհուրդ է տրվում միաժամանակ կատարելու անկյունային ու գծային չափումներ: Այդ դեպքում չափիչ նյութերի դաշտային մշակումն ու ստուգողական հաշվարկները, որպես կանոն, պետք է իրականացվեն կատարողի կողմից:

Պոլիգոնոմետրիական 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգի ցանցերի գծերը չափվում են էլեկտրոնային տախտմետրերով, օպտիկական լուսահեռաչափներով:

Գործիքներն ու սարքավորումները, որոնք տեղադրվում են գծի ծայրերին ամրացված կետերին, չափման ընթացքում պետք է տեղադրվեն կենտրոնների վրա 1 մմ ճշտությամբ:

Գծերի երկարությունը չափվում է էլեկտրոնային տախտմետրերի ու լուսահեռաչափներով՝ ըստ հեռաչափ արտադրող կազմակերպության կողմից ստույգ օգտագործվող գործիքի համար տրված ձեռնարկի մեթոդների ու նվազների քանակի: Բոլոր գործիքներն ու սարքավորումները պետք է լինեն հավաստագրված:

Էլեկտրոնային տախտմետրերով ու լուսահեռաչափներով գծերը չափելիս օդի ջերմաստիճանը որոշվում է 1°C ճշտությամբ պարսաստիկ ջերմաչափով, ճնշումը՝ սնդիկի սյան 5 մմ ճշտությամբ բարոմետրով:

Տարին առնվազն երեք անգամ դաշտում լուսահեռաչափի կամ էլեկտրոնային տախտմետրի գործիքի մշտական հաստատունի ուղղումը որոշվում է 400-600 մ երկարության բազիսի վրա, որը չափված է ինվարային լարերով ու 2 մմ-ից ոչ ավելի սխալով:

Հաջորդականով չափվող գծերի երկարությունների հաշվարկները պետք է կատարվեն մինչև կետից տեղափոխվելը:

Գծաանկյունային ցանցեր: Գծաանկյունային ցանցերը կառուցվում են որպես երկրաչափական պատկերներ, որոնք տեղանքում կառուցված են հարակից եռանկյուններից, քառանկյուններից ու կենտրոնական համակարգերից, որոնցում չափվում են բոլոր կողմերը, անկյունները կամ անկյունների մի մասը, բոլոր կողմերը կամ կողմերի շարքն ու բոլոր անկյունները: Բնականաբար, պատկերների գազաթները տեղանքում ամրացված են ստորգետնյա կենտրոններով և կահավորվում են արտաքին նշաններով:

Ինժեներագեոդեզիական նշահարման ցանցեր կառուցելիս կարևոր է ոչ միայն բարձր պահանջներ ներկայացնել կետերի պլանային դիրքի ճշտությանը, այլև ցանցում սխալների հավասարաչափ բաշխմանը: Այս դեպքում վերը նկարագրված մեթոդներով կառուցված ցանցերի գծերն ունեն որոշակի

թերություններ: Այսպիսով՝ եռանկյունավորման հիմնական թերությունը կողմերի երկարությունների որոշման ճշտության կտրուկ անկումն է հիմքի ու որոշված կողմի միջև հեռավորության աճով, հատկապես եռանկյունների կտրուկ ոչ միակողմանի ձևով, որը հաճախ հանդիպում է ինժեներագետոզիական ցանցերում: Տրիլատերացիայի հիմնական թերությունն այն է, որ եթե եռանկյունների ձևը զգալիորեն տարբերվում է հավասարակողմից, ապա չափված կողմերից հաշվարկված անկյուններն ունեն զգալի անհավասարաճշտություն:

Գծաանկյունային ցանցերը զուրկ են այդ թերություններից և տեղանքում ամենաճշգրիտ գեոդեզիական կառուցվածքներն են, որոնք ներառում են ինչպես եռանկյունավորման, այնպես էլ տրիլատերացիայի առավելությունները: Գծաանկյունային ցանցը 1,3-1,5 անգամ ավելի ճշգրիտ է, քան եռանկյունավորմանն ու տրիլատերացիան: Նման ցանցում դրա տարրերի ճշտությունը գործնականում կախված չէ եռանկյունների ձևից. երկայնական ու լայնակի տեղաշարժերի միջև կախվածությունը զգալիորեն կրճատվում է՝ ապահովվելով անկյունային ու գծային չափումների շատ խիստ հսկողություն:

Ինժեներագետոզիական պլանային ցանցերի տեսակն ու կոնֆիգուրացիան կախված են քաղաքի կամ գյուղի տարածքի, շինհրապարակի կամ շինարարական օբյեկտի ձևից ու չափերից:

Գծաանկյունային ցանցի համար երկրաչափական պարամետրերը, կառուցման սխեման, անկյունների չափման ճշտության պահանջները նման են 4-րդ դասի եռանկյունավորման ցանցին: Կողմերի երկարությունների չափման ճշտության պահանջները կարող են ընդունվել որպես եռակողմ: Ինչպես նաև եռակողմանիության դեպքում գծաանկյունային ցանցի նախագծումը կարելի է գնահատել երկու եղանակով՝ համակարգչով՝ գործածելով ինժեներագետոզիական չափումների մշակման գոյություն ունեցող ծրագրերը կամ կիրառելով մոտավոր բանաձևեր:

Գծաանկյունային ցանցերի ճշտությունը գնահատվում է երկու մեթոդներից մեկով՝ կախված դրանց կոնստրուցիայից:

1. Ցանցը կառուցվում է այնպես, որ հետաքրքրող տարրը հնարավոր լինի գնահատել անկյունային ու գծային չափումներից առանձին: Ակնհայտ է, որ դրա համար կան նախնական տվյալներ՝ կոորդինատներ, դիրեկցիոն անկյուններ, բազիսային կողմեր ու այլն: Դիտարկման դեպքում գծաանկյունային ցանցի ճշտության հաշվարկը զգալիորեն պարզեցված է այն պատճառով, որ գծաանկյունային տարրի կշիռը հավասար է այն անկյունային ու գծային ցանցի տարրերի կշիռների գումարին, այսինքն՝

$$P_{\beta-s} = P_s + P_\beta; \quad P_s = \frac{1}{m_s^2}; \quad P_\beta = \frac{1}{m_\beta^2},$$

հետևաբար՝

$$m_{\beta-s}^2 = \frac{m_s^2 \cdot m_\beta^2}{m_s^2 + m_\beta^2}. \quad (2.19)$$

2. Ցանցի եղած տարրերը կարող են գնահատվել՝ հիմնվելով համատեղ անկյունային և գծային չափումների վրա: Այս դեպքում գծաանկյունային ցանցի ճշտության գնահատումը կատարվում է ըստ հավասարեցված արժեքների ֆունկցիայի միջին քառակուսային սխալի ընդհանուր բանաձևերի:

Գծաանկյունային ցանցի ճշտությունը գնահատելու կարևոր կետերից մեկը անկյունային ու գծային չափումների սխալների ճիշտ հարաբերակցությունն է: Անկյունային ու գծային չափումների սխալների օպտիմալ հարաբերակցությունը պետք է նպաստի գեոդեզիական ցանցի ցանկացած կողմի ծայրակետի լայնակի ու երկայնակի բացարձակ արժեքով տեղաշարժերի հավասարությանը, այսինքն՝ $|m_s| = |m_\beta|$: Սա կկայանա այն դեպքում, երբ՝

$$\frac{m_\beta}{\rho} = \frac{m_s}{s}: \quad (2.20)$$

Այս բանաձևում ρ -ն վայրկյաններով ռադիանային թիվն է: Այս հավասարությունն այս կամ այն ուղղությամբ կարող է խախտվել մինչև 3 անգամ:

Անհրաժեշտության դեպքում չափման կշիռները դուրս բերելիս վերցնում ենք՝

$$P_\beta = 1; \quad P_s = \frac{m_\beta^2}{m_s^2}. \quad (2.21)$$

Ցանցի նախագծի գնահատման հուսալիությունը կախված է m_β/m_s ճիշտ հարաբերակցությունից:

Հավասարակողմ եռանկյուններից կազմված նախագծված գծաանկյունային ցանցը գնահատելու համար կարող ենք կիրառել ճշգրտումից հետո միացնող կողմի միջին քառակուսային սխալի բանաձևը: Նույն նշումով այն դեպքի համար, երբ չափված են բոլոր կողմերն ու բոլոր անկյունները, մենք ունենք [44].

$$m_{shw2.}^2 = m_s^2 \left\{ 1 - \frac{2m_s^2}{3m_s^2 + \frac{s^2}{\rho^2} m_\beta^2} \right\}. \quad (2.22)$$

Այս բանաձևը գործում է նաև այն դեպքում, երբ չափվում են բոլոր անկյուններն ու միայն կապող կողմերը:

Երբ ցանցում չափված են բոլոր անկյուններն ու բոլոր կողմերը, հավասարակողմ եռանկյան անկյան միջին քառակուսային սխալը ճշտելուց հետո կարող ենք հաշվել.

$$m_{\beta\text{h}\omega_2}^2 = m_\beta^2 \left\{ 1 - \frac{m_s^2 + \frac{S^2}{\rho^2} m_\beta^2}{3m_s^2 + \frac{S^2}{\rho^2} m_\beta^2} \right\}. \quad (2.23)$$

Այս բանաձևում m_β -ն չափված անկյան միջին քառակուսային սխալն է:

Պետք է նշել, որ գծաանկյունային կոնստրուկցիաների համար ճշտված անկյունային ու գծային սխալները կախված չեն շղթայի եռանկյունների քանակից:

2.6. Հիմնային ցանցերի կառուցումն արբանյակային եղանակներով

Այս բաժնում հիմք են ընդունվել հետևյալ նորմատիվ ակտերն ու գրական աղբյուրները՝ [33, 39, 45, 46, 59]:

Արբանյակային եղանակները համեմատաբար նոր սերնդի չափման համակարգեր են: Արբանյակային տեխնոլոգիաների վրա հիմնված օժանդակ ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցման ու զարգացման եղանակը ներկայումս ամենապահանջված և տարածված եղանակն է:

Տեղագրական ու գեոդեզիական արտադրության անցումն արբանյակային կոորդինատների որոշման ինքնավար եղանակներին ապահովում է երկրի մակերևույթի վրա կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների առավել ռացիոնալ ու արդյունավետ գործնական որոշում այն ճշտությամբ, որն անհրաժեշտ է գիտական ու արտադրական տեխնիկական հնարավոր ամենալայն շրջանակի խնդիրները լուծելու համար:

1:10000 մասշտաբով հանույթների կատարման դեպքում արբանյակային տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել հանութային հիմքի ստեղծման համար (պլանաբարձունքային ճանաչման կետերի կապակցում): 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 և 1: 500 (այսուհետ՝ խոշորամասշտաբ հանույթներ) մասշտաբներով հանույթի ժամանակ այս տեխնոլոգիան կարող է կիրառվել ինչպես հանութային հիմքի զարգացման, այնպես էլ իրադրության ու ռելիեֆի անկման 5.0; 2.5; 2.0; 1.0; 0,5 մ կտրվածքներով հանութագրման համար:

Ավանդական ու արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ ստեղծված քաղաքների գեոդեզիական ցանցերի պարբերական վերակառուցման անհրաժեշտությունը ծագում է հետևյալ պատճառներով.

- քաղաքներում գեոդեզիական աշխատանքները տարբեր ժամանակներում կատարվել են տարբեր կազմակերպությունների կողմից՝ տարբեր որակով և տարբեր գործող տեխնիկական փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան,

- քաղաքային գեոդեզիական ցանցի մեծ թվով կետեր հաճախակի ոչնչացվում են տնտեսական գործունեության արդյունքում,

- քաղաքի տարածքում կարող է լինել պետական գեոդեզիական 1-ին ու 2-րդ դասերի ցանցի հիմնակետեր, որոնց միջև հեռավորությունը կազմում է 20-30 կմ, իսկ դրանց դիրքի հարաբերական սխալը 1:300000 կարգի է, ինչը 3-5 անգամ ցածր է, քան արբանյակային եղանակներով նմանատիպ ցանցերի կառուցման ճշտությունը,

- քաղաքների տարբեր կազմակերպություններում ժամանակակից գերճշգրիտ գեոդեզիական գործիքների (արբանյակային ընդունիչներ, օպտիկական հեռաչափներ ու էլեկտրոնային տախտմետրեր) առկայությունը հանգեցնում է կատարված չափումների ճշտության ու քաղաքում գոյություն ունեցող գեոդեզիական հիմնային ցանցերի ճշտության անհամապատասխանության:

Արբանյակային եղանակներով հիմնային գեոդեզիական ցանցերի ստեղծման կառուցվածքային սխեման ներառում է հետևյալ փուլերը.

- մեկ կամ մի քանի ելային հիմնակետերի (ԵՀ) ստեղծում՝
- հիմնային ցանցի (ՀՑ) հիմնակետերի ստեղծում ու արբանյակային դիտարկումներ,

- արբանյակային ցանցի խտացում, արբանյակային դիտարկումներ քաղաքային (տարածաշրջանային) գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերում, այդ թվում՝ նախկինում ստեղծված գեոդեզիական ցանցի առկա հիմնակետերում՝ ավանդական ցանցի հետ կոորդինատային կապ ստեղծելու համար,

- դիտարկումների արդյունքների մշակում նախկինում կատարված պլանային ու բարձունքային ցանցերի հետ համատեղ:

Տարածաշրջանային կամ քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցը նախատեսված է հետևյալ գործնական խնդիրներ ապահովելու համար.

- տեղագրական հանույթներ ու բոլոր մասշտաբների քաղաքային հատակագծերի թարմացում,

- հողաշինարարություն, սահմանագծում, հողերի գույքագրում,
- տեղագրագեոդեզիական հետազոտություններ քաղաքային տարածքում,

- շինարարական օբյեկտների ինժեներագեոդեզիական ապահովում,
- քաղաքի լոկալ գեոդինամիկական բնական ու տեխնածին երևույթների գեոդեզիական ուսումնասիրություն,

- ցամաքային ու մասամբ օդային, ջրային նավիգացիա:

Մինչև 20 կմ² տարածք ունեցող բնակավայրերի համար հնարավոր է միավորել ելակետերն ու հիմնային ցանցի կետերը: Այդ դեպքում դիտարկումները կատարվում են ըստ ԱԳՑ 2-րդ դասի ցանցի ծրագրի: Արբանյա-

կային քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի ցանկացած հիմնակետի դիրքի հարաբերական սխալների միջին արժեքները չպետք է գերազանցեն 30 մմ-ը:

Քաղաքային եռանկյունավորման ցանցի հիմնակետերը պետք է փոխարինվեն արբանյակային ցանցի հիմնակետերով: Դրանց ոչնչացման դեպքում արբանյակային ցանցի հիմնակետերը զուգակցվում են պոլիգոնոմետրիական մոտակա ընթացքի հիմնակետերի հետ: Այսպիսով՝ նախկինում ստեղծված քաղաքային եռանկյունավորման ցանցը լրացվում է արբանյակային գեոդեզիական ցանցով՝ կորցնելով իր նշանակությունը: Միաժամանակ բացառվում է անցած տարիների քաղաքային եռանկյունավորման ցանցերի վերահավասարակշռումը, քանի որ արբանյակային ցանցի, այդ թվում՝ քաղաքային եռանկյունավորման հին ցանցի հիմնակետերը համակցված են, և դրանք ելային հիմնակետեր են վերահավասարակշռման համար:

Ստեղծված (վերակառուցված) քաղաքային (տարածաշրջանային) գեոդեզիական ցանցի կետերի խտությունը պետք է համապատասխանի հետևյալ պահանջներին.

- ՀՅ խտությունը քաղաքային տարածքի 40-100 կմ²-ի վրա ունենա մեկ հիմնակետ, բայց ամեն դեպքում պետք է լինի առնվազն երեք կետ,

- ՔԱԳՑ խտությունը ունենա 1 հիմնակետ 5-40 կմ² քաղաքային տարածքի վրա:

Աղյուսակ 2.8-ում ներկայացված են որոշ բնութագրեր, որոնց պետք է համապատասխանեն կառուցվող արբանյակային ցանցերը:

Աղյուսակ 2.8.

Տարածաշրջանային (քաղաքային) արբանյակային գեոդեզիական ցանցի որոշ բնութագրեր

Ցանցի տեսակը	Կոորդինատների որոշման ճշտությունը, (մմ)	Գծերի որոշման հարաբերական սխալը, ոչ կոպիտ	Կետերի դիրքի հարաբերական միջին սխալների արժեքները (մմ)
Ելային հիմնակետ (ԵՀ)	10-20	1:1000000	-
Հիմնային ցանց (ՀՅ)	10-20	1:500000	15
Քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանց (ՔԱԳՑ)	10-20	1:150000	20

Քաղաքային ու տարածաշրջանային արբանյակային գեոդեզիական հիմնային ցանցերի կառուցման ընդունված սխեմայում հնարավոր է զարգացման լրացուցիչ փուլ՝ խտացման արբանյակային գեոդեզիական ցանցի տեսքով (ԽԱԳՑ), որի խտությունը պետք է համապատասխանի քաղաքի ու տարածաշրջանային գեոդեզիական հետազննության ընթացիկ կարիքներին:

Քաղաքային գեոդեզիական հիմնավորման ցանցի ընդհանուր խտությունը պետք է ենթադրի.

- խիտ բնակեցված տարածքում առնվազն 16 հիմնակետ 1 կմ²-ի համար,
- ոչ խիտ կառուցապատված տարածքում առնվազն 4 հիմնակետ 1 կմ²-ի համար,
- ոչ կառուցապատված տարածքում առնվազն 1 հիմնակետ 1 կմ²-ի համար:

Արբանյակային ցանցերի նախագծման ու կառուցման վերաբերյալ տվյալներ ավելի մանրամասն տրված են 4-րդ գլխում:

2.7. Պլանաբարձունքային հանութային գեոդեզիական ցանց

Հանութային գեոդեզիական ցանցը ստեղծվում է պլանային ու բարձունքային հիմքը խտացնելու միջոցով ու այն խտությամբ, որն ապահովում է ինժեներատեղագրական հատակագծերի ստեղծմանը՝ 1: 5000-1: 200 մասշտաբներով տեղագրական հանութային կատարելու համար:

Հանութային գեոդեզիական (պլանաբարձունքային) ցանցը ստեղծվում (զարգացվում) է արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ, թեոդոլիտային ընթացքների ստեղծմամբ, եռանկյունավորման զարգացմամբ, գծանկյունային ցանցերի, ուղիղ, հակադարձ ու դրանց համակցված հատումներով, տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքներով, ինչպես նաև արբանյակային բարձունքային որոշումներով:

Հավասարակշռված հանութային հիմնավորման ցանցի կետերի դիրքի ՄՔՄ-ն հիմնային ցանցի ելային հիմնակետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցի ՀՀ ԿՀ 11-101-2026-ի աղյուսակում տրված արժեքները (Աղ. 2.9):

Որպես ելակետ, որտեղից զարգացվում է արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ պլանային հանութային հիմքը, պետք է օգտագործվեն առնվազն չորս ելային հիմնակետ՝ կոորդինատներով ու նիշերով:

Հանութային հիմքի կառուցման եղանակները, որոնք կատարվում են արբանյակային որոշումներով տարբեր մասշտաբների հանութային ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրությունների համար, տրված են [45]-ում:

Հանութային հիմք ստեղծելիս թույլատրվում է օգտագործել մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցը՝ կիրառելով դիֆերենցիալ չափումներ իրական ժամանակում տարածական կոորդինատները որոշելու համար:

Բազային (ռեֆերենց) կայանների ցանցում թույլատրվում է կիրառել վիրտուալ բազային կայանի տեխնոլոգիա:

Հանութային ցանցի հիմնակետերի սահմանային թույլատրելի սխալների արժեքները³

Տեղագրական հատակագծերի մասշտաբները ինժեներական ու տեղագրական հատակագծերի ստեղծման համար	Հանութային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի (կետերի) կոորդինատների որոշման ՄՔՄ-ն հիմնային գեոդեզիական ցանցի կետերի նկատմամբ, ոչ ավելին (մ)	
	Կառուցապատ, բաց ոչ կառուցապատ տարածքներ	Ոչ կառուցապատ, բուսականությամբ փակ տարածքներ
1:5000	0,50	0,75
1:2000	0,25	0,35
1:1000	0,10	0,15
1:500	0,08	0,10
1:200	0,05	—

Բարձունքային հիմնային ցանց կառուցելիս ինժեներական հետազննությունների տարածքում պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշների ու դրոշմանշանների բացակայության դեպքում տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքները պետք է կապակցվեն նիվելիրացման նշաններին՝ տեխնիկական առաջադրանքի պահանջներին համապատասխան, բայց ոչ պակաս, քան երկու հենանիշ:

Բարձունքային հանութային ցանց կառուցելիս թույլատրվում է արբանյակային որոշումների օգտագործումը: Այդ դեպքում դիտարկումները պետք է իրականացվեն երկհաճախականի ընդունիչներով, հետմշակման համար օգտագործվեն գլոբալ կամ տարածաշրջանային գեոիդի ժամանակակից մոդելներ: Թույլատրելի անկապքներն ու վերջնական արդյունքների ճշտության պահանջները պետք է համապատասխանեն [45]-ի տեխնիկական պահանջներին:

Գեոդեզիական հանութային ցանցերը կառուցվում են գեոդեզիական հիմնային ցանցի զարգացմամբ կամ մինչև 1 կմ² տարածքների վրա որպես անկախ գեոդեզիական ցանց:

³ Ծանոթություններ. 1) Առավելագույն թույլատրելի սխալները չպետք է գերազանցեն ՄՔՄ կրկնակի արժեքները: Տեխնիկական հսկողության ընթացքում անկապքները, ըստ թեղորլիտային ընթացքներով հանութային գեոդեզիական ցանցի, մշակման ընթացքում ռեդուկցիայի չհավասարեցված չափումները չպետք է գերազանցի առավելագույն թույլատրելի սխալների կրկնապատիկը:

2) Հանութային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի (կետերի) բարձունքային նիշերը որոշելու համար հիմնային բարձունքային ցանցի մոտակա հենանիշների (դրոշմանիշների) կետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցի հարթ տեղանքում 0,05 մ և լեռնային ու նախալեռնային տարածաշրջաններում տեղագրական հանությի ռելիեֆի անկման կտրվածքի մեծության 1/5-ը:

Եթե տեղագրական հանույթը պետք է արվի արբանյակային մեթոդներով, ապա հանութային գեոդեզիական ցանց չի ստեղծվում:

Հանութային գեոդեզիական պլանաբարձունքային ցանցի հիմնակետերը (կետերը) ստեղծվում են թեոդոլիտային ընթացքների կառուցմամբ (2 կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացքներով) կամ եռանկյունավորման, տրիլատերացիայի, գծաանկյունային ցանցերի զարգացմամբ՝ օգտագործելով արբանյակային գեոդեզիական սարքավորումներ՝ GPS ընդունիչներ, ուղիղ, հակադարձ ու համակցված հատումներ ու դրանց համակցությունը՝ տեխնիկական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացման ընթացքներով:

Հանութային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի (կետերի) բարձրությունները որոշելիս միջին սխալները հիմնային բարձունքային ցանցի մոտակա հենանիշների (դրոշմանիշների) նկատմամբ չպետք է գերազանցեն հարթ տեղանքում ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրության 1/10-ը, իսկ լեռնային ու նախալեռնային տարածքներում՝ ռելիեֆի կտրվածքի անկման բարձրության 1/6-ը՝ ընդունված ինժեներական տեղագրական հաստակագծերի համար:

Հանութային գեոդեզիական ցանցի կետերը պետք է ամրացվեն, որպես կանոն, ժամանակավոր նշաններով (մետաղական ցցեր, խողովակներ, փայտե ձողեր ու ցցեր և այլն):

Կառուցապատված տարածքում որպես մշտական հանութային հիմնավորման կետեր կարող են հանդիսանալ կապիտալ շենքերի (շինությունների) անկյունների ելուստները, ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների դիտահորերի կենտրոնները, էլեկտրահաղորդման գծերի հենարաններն ամրացված պտուտակներ, սահմանային նշաններ ու հստակ նշվող այլ տեղեր: Մշտական հանութային հիմնավորման կետերի համար պետք է կազմվեն առանձին կատալոգներ:

Կառուցապատված տարածքում հանութային գեոդեզիական ցանցի կետերի առնվազն մեկ հինգերորդը պետք է ամրացվի «5 Գր» ու «6 Գր» տիպերի մշտական նշաններով [56]:

Գեոդեզիական հանութային ցանցի կետերի միջև թեոդոլիտային ընթացքները տեղադրվում են առանձին ընթացքների ու հանգուցային կետերի տեսքով:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի միջոցով բևեռային եղանակով հանութային գեոդեզիական ցանցի մշակման դեպքում բևեռային ուղղությունների կողմերի երկարությունները կարող են երկարացվել մինչև 1000 մ: Հորիզոնական անկյունների չափման միջին քառակուսային սխալը չպետք է գերազանցի 15"-ը:

Թեոդոլիտային առանձին ընթացքները պետք է հիմնվեն երկու ելակետերի ու երկու ելային դիրեկցիոն անկյունների վրա:

Հանութային ցանց ստեղծելիս թույլատրվում է.

- թեոդոլիտային ընթացքի (2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիա) կառուցում, որը հենված լինի երկու ելակետի վրա՝ առանց դրանցից մեկի վրա անկյունային չափման: Այդ դեպքում անկյունային չափումները ստուգելու համար դիրեկցիոն անկյունները պետք է չափվեն գեոդեզիական հիմնային ցանցերի կետերի կամ այլ չափումներից ստացված հարակից կողմերի դիրեկցիոն անկյունների հետ (15"-ից ոչ ավելի միջին քառակուսային սխալով),

- կոորդինատային կապակցումը (առանց հարակից անկյունների չափման) հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերին պայմանով, որ անկյունային չափումները կատարվում են երկու նվագով:

Էլեկտրոնային տախոմետրերի օգտագործմամբ պլանաբարձունքային հանութային ցանցի մշակումը չափումների արդյունքների գրանցմամբ ու կուտակմամբ (հորիզոնական հեռավորություններ, ուղղության անկյուններ, հիմնակետերի ու կետերի կոորդինատներ և բարձրություններ) կարող է իրականացվել տեղագրական հանությունների ստեղծման հետ միաժամանակ:

Թեոդոլիտային ընթացքի կողմերը չափելու համար լուսահեռաչափներ ու էլեկտրոնային տախոմետրեր օգտագործելիս ընթացքի կողմերի սահմանափակող երկարությունները սահմանված չեն, և ընթացքի կողմերի թիվը չպետք է գերազանցի.

- 1:5000 ու 1:2000 մասշտաբների դեպքում՝ բաց տարածքում՝ 50-ը, իսկ փակ տարածքում՝ 100-ը,

- 1:1000 մասշտաբի դեպքում՝ համապատասխանաբար 40 ու 80 կողմ՝ ըստ տեղանքի բնութագրերի, իսկ 1: 500 մասշտաբի դեպքում՝ 20 կողմ:

1:200 մասշտաբ հանությունների համար հանութային հիմնավորման ցանցի ընթացքի գծերի երկարություններն ու դրանց սահմանային հարաբերական սխալի անկապքները սահմանվում են հանութագրման ծրագրում:

Գծերի երկարությունը չափվում է էլեկտրոնային տախոմետրերով կամ լուսահեռաչափներով՝ արտադրողի կողմից գործիքի շահագործման ձեռնարկում նշված եղանակներով:

Թեոդոլիտային ընթացքներում անկյունների չափումը պետք է իրականացվի թեոդոլիտներով (3T5KP, T15MKP ու 4TZOP տիպի կամ հավասարագոր ճշտության) մեկ նվագով՝ կիսանվագների միջև լիմբի տեղափոխմամբ (երկկողմանի հաշվեցույց ունեցող թեոդոլիտների համար՝ մոտ 90° արժեքով): Կիսանվագների միջև անկյունային արժեքների տարբերությունը չպետք է գերազանցի 45"-ը:

Թեոդոլիտային ընթացքներում ու պոլիգոններում անկյունային անկապքները չպետք է գերազանցեն $1'\sqrt{n}$ արժեքը, որտեղ n -ն ընթացքի (պոլիգոնի) անկյունների թիվն է:

Գեոդեզիական ցանցերը կարող են զարգացվել թեոդոլիտային ընթացքների փոխարեն ու եռանկյունավորման (տրիլատերացիայի) եղանակներով, ինչպես նաև գեոդեզիական ուղիղ ու հետադարձ հատումներով: Չի թույլատրվում մեկ ելակողմի վրա հիմնված գեոդեզիական ցանցերի ու եռանկյունների շղթաների ստեղծումը:

Եռանկյունավորման բազիսները (եւային կողմերը) պետք է չափվեն 1/5000-ը չգերազանցող հարաբերական սխալով:

Գծային հատումները պետք է կատարվեն գեոդեզիական հիմնային ցանցի առնվազն երեք կետերից, որպեսզի որոշվող կետում հարակից ուղղությունների անկյունները լինեն ոչ պակաս, քան 30° ու ոչ ավելի, քան 150° :

Հակադարձ հատումները պետք է կատարվեն գեոդեզիական հիմնային ցանցի առնվազն չորս հիմնակետից պայմանով, որ որոշվող կետը չգտնվի երեք ելակետերով անցնող շրջանագծի մոտ:

Համակցված հատումները պետք է կառուցվեն ուղիղ ու հակադարձ հատումների համադրությամբ՝ օգտագործելով առնվազն երեք ելակետ:

Հանութային գեոդեզիական ցանց ստեղծելիս կարելի է կիրառել երկու ելակետից երկու կետի որոշման մեթոդը (Հանսենի խնդիր) և երեք ու ավելի ելակետերից գծային հատումներ:

Տեխնիկական (եռանկյունաչափական) նիվելիրացմամբ պետք է որոշվեն հանութային ցանցի կետերի բարձրությունները, ինչպես նաև եռանկյունավորման ու պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի բարձրությունները, որոնց բարձունքային նիշերը որոշված չեն III-IV-րդ դասերի նիվելիրացմամբ:

Տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքները, որպես կանոն, պետք է կապակցվեն II-IV-րդ դասերի նիվելիրացման հենանիշներին (որոշմանիշներին) առանձին ընթացքների կամ փակ ընթացքների (պոլիգոնների) տեսքով:

Թույլատրվում է փակ տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքների հիմնվելը մեկ եւային հենանիշի վրա (եթե ընթացքները չափագրված են ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով):

Բարձունքային հանութային ցանց կառուցելիս ինժեներական հետազննությունների վայրում պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշների ու դրոշմանշանների բացակայության դեպքում տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքները պետք է ամրացվեն նիվելիրացման նշաններով՝ յուրաքանչյուր տեղամասում առնվազն երկու ու մեկը մյուսից առնվազն 3 կմ մեկ հեռավորության վրա:

Տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքների թույլատրելի երկարությունները, կախված տեղագրական հանույթի ռելիեֆի անկման կտրվածի բարձրությունից, պետք է բավարարեն Աղյուսակ 2.10-ի տվյալները:

Աղյուսակ 2.10.

Տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքների սահմանային երկարությունները

Տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքներ	Ընթացքի սահմանային երկարությունը, կմ, ռելիեֆի անկման կտրվածքի դեպքում, մ		
	0,25	0,5	1 ու ավել
Երկու ելային հենանիշների (դրոշմանիշների) միջև	2	8	16
Ելային հիմնակետի ու հանգուցային կետի միջև	1,5	6	12
Երկու հանգուցային կետերի միջև	1	4	8

Կայանում չափաձողի երկու կողմերով վերցված վերազանցումների արժեքների տարբերությունը չպետք է գերազանցի 5 մմ-ը:

Գործիքից մինչև չափաձողերի տեղադրման կետերը եղած հեռավորությունը պետք է լինի հնարավորինս հավասար՝ չգերազանցելով 150 մ-ը:

Տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքի կամ պոլիգոնի անկապքը չպետք է գերազանցի $50\sqrt{L}$ մմ-ը, որտեղ L -ը ընթացքի երկարությունն է (կմ-ով):

Եթե 1 կմ ընթացքում կայանների թիվը 25-ից ավել է, ապա նիվելիրացման ընթացքի կամ պոլիգոնի անկապքը չպետք է գերազանցի $10\sqrt{n}$ մմ-ը, որտեղ n -ը ընթացքի կայանների թիվն է:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացումը պետք է կիրառվի հանութային - գեոդեզիական ցանցի կետերի բարձրությունները որոշելու համար տեղագրական հանույթների ռելիեֆի անկման կտրվածքի 2 ու 5 մ-ի դեպքում, իսկ լեռնային ու բլրոտ տեղանքում՝ - 1 մ-ից հետո:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման համար որպես ելակետ պետք է օգտագործվեն այն հիմնակետերը, որոնց բարձրությունները որոշված են երկրաչափական նիվելիրացման եղանակով: Լեռնային տարածաշրջաններում թույլատրվում է օգտագործել որպես ելակետեր պետական կամ ազգային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերը, որոնց բարձրությունները որոշված են եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման ընթացքների երկարությունը տեղագրական հանութներում չպետք է գերազանցի 2, 6 ու 12 կմ-ը՝ համապատասխանաբար ռելիեֆի անկման կտրվածքի 1, 2 ու 5 մ բարձրության համար:

Հանրութային ցանցի կետերի եռանկյունաչափական նիվելիրացումը պետք է իրականացվի ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով՝ թեոդոլիտի

միջին ցանցաթելով ուղղաձիգ անկյունների մեկ նվազի չափամաբ, ուղղաձիգ շրջանի երկու դիրքերում: Կայանում «գրոյի տեղի» տարբերությունը չպետք է գերազանցի 1'-ն: Գործիքի ու դիտարկվող կետի բարձրությունները պետք է չափվեն 1 սմ ճշտությամբ:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման ժամանակ միևնույն գծի ուղիղ ու հակադարձ բարձրությունների միջև անկապքը չպետք է լինի ավելի, քան $f_h = 0,04$ S, մ, որում S-ը գծի երկարությունն է՝ արտահայտված հարյուրավոր մետրերով:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման ընթացքում ու փակ պոլիգոններում թույլատրելի անկապքները չպետք է գերազանցեն $f_{h\text{թույլ}} = 0,04 \frac{L}{\sqrt{n}}$ սմ-ը, որում L-ը ընթացքի երկարությունն է (մետրերով), իսկ n-ը՝ ընթացքի կամ պոլիգոնի գծերի քանակն է:

Հիմնական նշաններով տեղադրված գեոդեզիական հիմնակետերը (գրունտային ու պատի հենանիշներ, դրոշմանիշներ և այլն), ինչպես նաև հանության ցանցերի երկարաժամկետ պահպանվող կետերը, ենթակա են սահմանված կարգով հանձնել պահպանության պատվիրատուին կամ տեղական ճարտարապետության ու քաղաքաշինության մարմիններին:

Հանության հիմքը, ինչպես նշվեց վերևում, ստեղծվում է պլանային ու բարձունքային հիմքի խտացմամբ, որն ապահովում են տեղանքի իրադրությունն ու ռելիեֆը՝ այս կամ այն եղանակով հանութագրելու:

Եթե նախատեսվում է օբյեկտի իրադրությունն ու ռելիեֆը հանութագրել արբանյակային տեխնոլոգիաներով, ապա խտացման գեոդեզիական ցանցերի ստեղծում, հանության հիմնավորում ու դրա խտացում չի պահանջվում, քանի որ արբանյակային եղանակների կիրառման դեպքում գծերի երկարությունների ու ճշտության առումով սահմանափակումներ չկան, և լիովին ապահովում են հանության աշխատանքների կատարումը՝ օգտագործելով համապատասխան խտությամբ գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի հիմնակետերը: Այդ դեպքում նշված ցանցերի հիմնակետերում չպետք է լինեն գործոններ, որոնք նվազեցնեն արբանյակային որոշումների ճշտությունը:

Հանության հիմքի զարգացման համար որպես ելակետեր են գեոդեզիական հիմքի այն բոլոր հիմնակետերը, որոնք գտնվում են օբյեկտի ներսում ու դրա մոտակայքում: Պլանային հայտնի կոորդինատներով ելային հիմնակետերի թիվը պետք է լինի առնվազն 4, իսկ հայտնի բարձրություններով՝ առնվազն 5 հիմնակետ, որ հանության հիմքի կետերի կոորդինատները կապակցված լինեն պետական ու ազգային գեոդեզիական ցանցի պլանային ու բարձունքային համակարգերին:

Հանութային հիմնավորումը զարգացվում է պետական գեոդեզիական ցանցերի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի խտացման գեոդեզիական ցանցերի ու տեխնիկական նիվելիրացման կետերից:

Հանութային հիմքի կետերի խտությունն ու տեղակայման տեղերը սահմանվում են տեխնիկական նախագծում՝ կախված իրավիճակի ու ռելիեֆի հանութագրման ընտրված եղանակից:

Ստերետեղագրական եղանակով հանույթի հանութային հիմնավորման կետերի գտնվելու տեղերը որոշվում են ընտրված հանութագրման տեխնոլոգիայով, նկարահանման բարձրությամբ ու օդանկարների մասշտաբով:

Հանութային հիմքի կետերի, ներառյալ պլանային ճանաչման կետերի դիրքի առավելագույն սխալները ՊԳՑ հիմնակետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցեն քարտեզի կամ հատակագծի մասշտաբի 0,2 մմ-ը՝ բաց տարածքում ու կառուցապատ տարածքում, փակ ծառերի ու թփերի բուսածածկույթով տարածքների խոշոր մասշտաբի հանույթների դեպքում՝ - 0,3 մմ-ը [22, 46, 64]:

Նկարահանման հիմնավորման կետերը տեղանքում տեղադրվում են երկարաժամկետ նշաններով, որ յուրաքանչյուր նկարահանման անվանաթերթի (պլանշետի) վրա լինի առնվազն երեք կետ 1:5000 մասշտաբի նկարահանման ու երկու կետ 1:2000 մասշտաբի նկարահանման համար: 1:1000 ու 1:500 մասշտաբներով հանույթների դեպքում հիմնավորման կետերի տեղադրման խտությունը որոշվում է տեխնիկական նախագծով:

Բնակավայրերի ու արդյունաբերական վայրերի տարածքում հանութային հիմնավորման բոլոր կետերը (այդ թվում՝ պլանաբարձունքային ճանաչման կետերը) տեղադրվում են երկարաժամկետ պահպանման նշաններով: Երկարաժամկետ ու ժամանակավոր ամրացման նշանների տեսակները տրված են Նկար 2.9-2.10-ում:

Հանութային հիմնավորման նախագիծը պետք է կազմվի [45, 46] հրահանգի պահանջներով՝ կախված հանույթի մասշտաբից ու դրա կատարման եղանակից: Միաժամանակ գեոդեզիական ցանցերի նախագծման համար պետք է հաշվի առնել նաև այլ կազմակերպությունների կողմից ներկայացված հատուկ պահանջները: Նախագծին նախորդում են հետևյալ աշխատանքները.

- հանութագրվող օբյեկտում նախկինում կատարված գեոդեզիական բոլոր աշխատանքների վերաբերյալ տեղեկատվության ու նյութերի հավաքագրում ու վերլուծություն,
- աշխատանքների կատարման տարածքում առկա ամենախոշոր մասշտաբի քարտեզների ու գրական աղբյուրների ուսումնասիրություն,
- աշխատանքի տարածքում կատարված հատուկ հետազոտական նյու-

թերի ուսումնասիրություն, ներառյալ նախկինում կատարված աշխատանքների գեոդեզիական նշանների հետազոտում ու գործիքային ընտրություն,

- գեոդեզիական ցանցերի զարգացման ամենահարմար տարբերակի ընտրություն՝ հաշվի առնելով տարածքների զարգացման հեռանկարները:

Հանությային հիմքի նախագծման գրաֆիկական մասը, որպես կանոն, կատարվում է 1:50 000 մասշտաբի քարտեզների վրա 1:10 000 մասշտաբի հանությոներ նախագծելիս ու 1:10 000 և 1:25 000 մասշտաբների քարտեզների վրա այլ մասշտաբների հանությոներ նախագծելիս:

Արբանյակային սարքավորումների օգտագործմամբ հանությային հիմք ստեղծելիս պետք է պահպանվեն հետևյալ հատուկ պահանջները.

- պետք է որոշվեն աշխատանքի համար օգտագործվող արբանյակային սարքավորումների տեսակն ու դրա շահագործման բնութագրերը,

- տվյալ հանությի մասշտաբի ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրությանը համապատասխան՝ անհրաժեշտ է ընտրել արբանյակային որոշման եղանակն ու հանությային ցանցի զարգացման եղանակը (Աղ. 2.11):

Աղյուսակ 2.11.

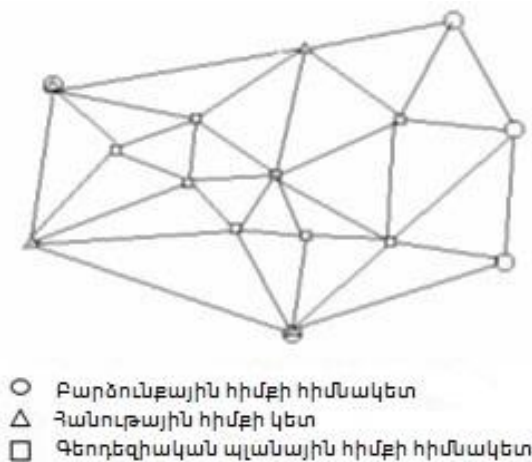
Հանությային հիմքի զարգացման եղանակների կիրառման առաջարկություններ

Հանությի մասշտաբը, ռելիեֆի անկման կտրվածքը	Պլանային հիմք		Պլանաբարձունքային կամ բարձունքային հիմք	
	Հանությային հիմքի զարգացման եղանակը, արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ	Արբանյակային որոշումների մեթոդ	Հանությային հիմքի զարգացման եղանակը արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ	Արբանյակային որոշումների մեթոդ
1:10 000, 1:5 000; 1 մ	Ճառագայթային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա	ցանցային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա
1:2 000, 1:1 000, 1:500; 1 մ և ավելի	ցանցային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա	ցանցային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա
1:5000; 0,5 մ	Ճառագայթային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա	ցանցային	ստատիկ
1:2 000, 1:1 000, 1:500; 0,5 մ	ցանցային	արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիա	ցանցային	ստատիկ

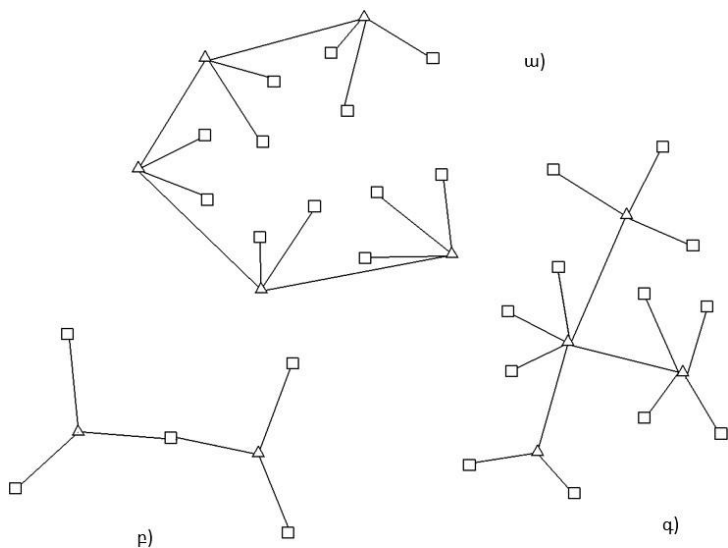
Աշխատանքային օբյեկտի տեղագրագեոդեզիական ուսումնասիրության նյութերի հիման վրա հանությային հիմքի զարգացման համար պետք է ընտրել գեոդեզիական հիմքի հիմնակետեր: Գեոդեզիական հիմքը, որն օգտագործվում է հանությային հիմքի զարգացման ու արբանյակային որոշումների միջոցով իրավիճակի ու ռելիեֆի հանությագրման համար, պետք է համապատասխանի ռադիոազդանշանների անարգել ու աղմուկով անցման պահանջներին,

- անհրաժեշտ է կազմել հանությային հիմքի հիմնավորման նախագիծ՝ համաձայն ռադիոազդանշանների անարգել ու աղմուկով անցման գործող նորմատիվ փաստաթղթերի հրահանգների ու [45, 46] պահանջներին համապատասխան,

- պատրաստել աշխատանքային ծրագիր արբանյակային տեխնոլոգիայի օգտագործմամբ հանությային հիմքի զարգացման դաշտային աշխատանքի համար՝ համաձայն ընդհանուր առաջարկությունների [45] ու ցանցի կառուցման եղանակի ընտրության հիմնավորմամբ: Արբանյակային տեխնոլոգիայի կիրառմամբ հանությային հիմքի զարգացման համար, կախված նախատեսվող հանույթի մասշտաբից ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրությունից, պետք է օգտագործվի երկու եղանակներից մեկը՝ ցանցային (Նկ. 2.6) կամ կախված կետերի որոշման եղանակը (Նկ. 2.7), այլ կերպ ասած՝ ճառագայթային:



Նկ. 2.6. Ցանցային եղանակով հանությային հիմքի կառուցման սխեմա



□ Պլանաբարձրության հիմնային կետ

△ Հանության կետ

Նկ. 2.7. Հառագայթային եղանակով հանության հիմքի կառուցման սխեմա

Ռելիեֆի կտրվածքի անկման տվյալ բարձրությամբ պահանջվող մասշտաբով կոնկրետ օբյեկտի հանության հիմք նախագծելիս անհրաժեշտ է ընտրել արբանյակային որոշման եղանակը՝ ստատիկ, արագ ստատիկ կամ ռեօկուպացիայի եղանակ:

Հանության հիմքի զարգացման եղանակի ու արբանյակային որոշման եղանակի ընտրության վերաբերյալ հրահանգները, կախված հանության մասշտաբից ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրությունից, բերված են Աղյուսակ 2.11-ում:

Կախված կետերի որոշմամբ հանության հիմքի զարգացման եղանակը (Հառագայթային եղանակով) խորհուրդ է տրվում կիրառելու համեմատաբար փոքր մասշտաբների հանության գեոդեզիական հիմքի ստեղծման ժամանակ՝ ռելիեֆի անկման կտրվածքի 1 մ, 2 մ ու ավելի բարձրության դեպքում, այսինքն՝ այն դեպքերում, երբ բարձր ճշտության նյութեր չեն պահանջվում:

Հանության հիմքի զարգացման եղանակով ցանց կառուցելու համար խորհուրդ է տրվում այն ստեղծելու այնպիսի ճշտությամբ, որ բավարարի ամենախոշոր մասշտաբների հանություններ կատարելու պահանջները՝ ներառելով ռելիեֆի կտրվածքի անկման բարձրության բոլոր արժեքները (0,5 մ-ից մինչև 5 մ):

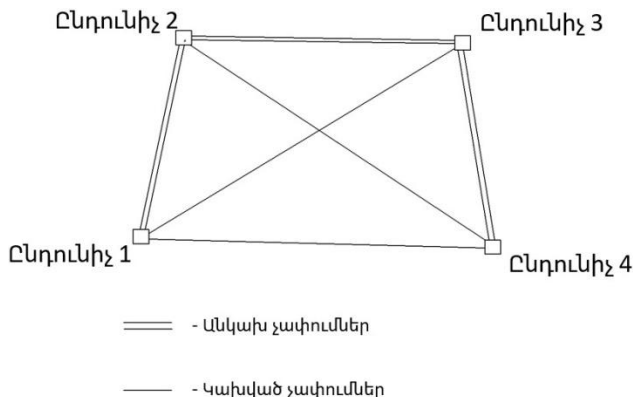
Արբանյակային որոշման արագ ստատիկ եղանակը հանութային հիմքի զարգացման աշխատանքների արտադրությունում հիմնականն է: Այն թույլ է տալիս բավարար ճշտությամբ ու բարձր արդյունավետությամբ որոշել հիմնակետերի պլանային կոորդինատներն ու դրանց բարձունքային նիշերը ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրության մասշտաբային շարքի տեղագրական հատակագծերի ստեղծման մեծ մասի համար:

Ռեօկուպացիայի եղանակը փոխարինում է արագ ստատիկ եղանակին այն դեպքերում, երբ աշխատանքային պայմանների համաձայն՝ ձեռնտու է երկու կարճաժամկետ առանձնացված արբանյակային դիտարկումների ընդունման ժամանակ մեկ երկարաժամկետ ընդունման փոխարեն:

Աշխատանքի համեմատաբար ոչ բարձր արդյունավետության պատճառով արբանյակային որոշման ստատիկ եղանակը կարող է կիրառվել այն դեպքերում, երբ ռելիեֆի անկման կտրվածքի 0,5 մ բարձրության համար հանութային հիմքի ստեղծումը տեխնիկապես ու տնտեսապես նպատակահարմար է իրականացնել արբանյակային որոշումներով, քան նիվելիրացման եղանակով:

Հանութային հիմքի զարգացման ցանց կառուցելու նախագիծը պետք է կազմվի այնպես, որ օբյեկտում դաշտային աշխատանքների դիտարկման ծրագրային եղանակով որոշվեն ցանցի բոլոր միմյանցից անկախ գծերը, ներառյալ ելային հիմնակետերի գծերը:

Այդ դեպքում անհրաժեշտ է նախագծել այնպես, որ յուրաքանչյուր հիմքի ելային կողմից որոշվի գծերի նոր որոշվող առնվազն 3 հիմնակետ (Նկ. 2.8):



Նկ. 2.8. 4 հիմնակետերի դիտարկված շրջափուլով 3 անկախ որոշման գծերի սխեմա

Արբանյակների դիտարկումների համար 2 ընդունիչ օգտագործելու դեպքում նշված ուղեցույցի կիրառումը դժվարություններ չի առաջացնում: Այնուամենայնիվ, եթե օբյեկտում նախատեսվում է օգտագործել 2-ից ավելի ըն-

դունիչ, և աշխատանքը նախատեսում է 3 ու ավելի հիմնակետերի դիտարկման շրջափուլեր, ապա դաշտային աշխատանքների ծրագիր կազմելիս անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր շրջափուլի համար նշել առանձին որոշվող գծեր. դրանց միացումից առաջացած գծերը չպետք է իրար հատեն և չպետք է պարփակվեն:

Որպես օրինակ Նկար 2.8-ում ցույց է տրված 4 հիմնակետում դիտարկված շրջափուլով որոշված 3 անկախ գծերի սխեմա: Ինչպես երևում է Նկար 2.8-ից, 1-2-րդ, 2-3-րդ, 3-4-րդ իրար միացված գծերը իրար չեն հատվում և չեն պարփակվում: 1-3-րդ, 1-4-րդ, 2-4-րդ գծերն առանձին- առանձին հաշվելու համար անհրաժեշտ է այդ հիմնակետերում կատարել ևս մեկ շրջափուլ դիտարկումներ: Ինչպես տեսնում եք նկարում, այդ դեպքում այդ գծերի միացմամբ իրենք իրար չեն հատվում և չեն պարփակվում:

Կախված հիմնակետերի որոշման եղանակով հանութային հիմքի զարգացումը պլանավորելիս անհրաժեշտ է նախագծել ու հանութային հիմքի յուրաքանչյուր կետից գծերը որոշել մինչև գեոդեզիական հիմքի մոտակա հիմնակետը, ինչպես նաև գեոդեզիական հարակից հիմնակետերի միջև (ինչպես ցույց է տրված Նկ. 2.7 ա-ում): Նպատակահարմարության դեպքում անհրաժեշտ է նախագծել ու հանութային հիմքի կետերից գծերը որոշել մինչև գեոդեզիական հիմքի մի քանի մոտակա հիմնակետեր (Նկ. 2.7 բ, գ)՝ արդյունքում ստանալով հատումներ: Ընդ որում՝ բոլոր դեպքերում գեոդեզիական կառուցվածքը պետք է ներառի գեոդեզիական հիմքի անհրաժեշտ քանակի հիմնակետեր:

Նախագծվող արբանյակային դիտարկումների տվյալների մշակման ու հաշվարկման համար նախատեսվում է IBM-ի հետ համատեղելի համակարգիչների ու արբանյակային սարքավորումների համալիրում ներառված մասնագիտացված ծրագրային փաթեթների օգտագործումը:

Տեղանքում հանութային հիմքի հիմնակետերի հետազննումն ու ամրացումը կատարվում են ըստ [45] հրահանգի 6-րդ բաժնի ցուցումների: Հետազննության գործընթացում միաժամանակ հաշվի են առնում արբանյակային տեխնոլոգիաների առանձնահատկությունները, ինչպես նաև լուծում են դրանց համար որոշակի խնդիրներ:

Հետազոտվում են գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերը, և ճշտվում դրանց փաստացի պիտանիությունն արբանյակային դիտարկումների համար: Աշխատանքի արտադրության համար ոչ պիտանի հիմնակետերը պետք է խոտանվեն: Արբանյակային որոշումների համար ոչ պիտանի հիմնակետերի փոխարեն ընտրվում են նոր հիմնակետեր:

Հետազննության գործընթացում անհրաժեշտ է վարել գրանցամատյան,

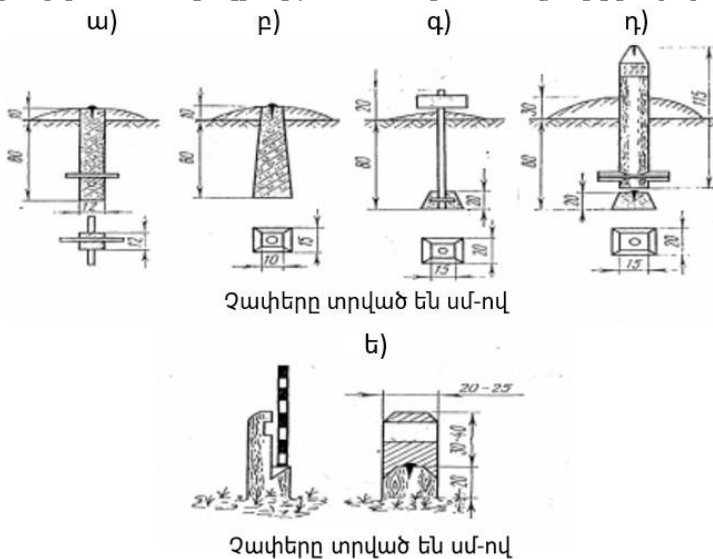
որում յուրաքանչյուր հիմնակետի համար պետք է գրանցվեն հորիզոնի նկատմամբ 15° -ից ավելի խոչընդոտներ: Այդ դեպքերում հորիզոնից վերև գտնվող խոչընդոտների բարձրությունը պետք է որոշվի՝ հաշվի առնելով արբանյակային ընդունիչի ալեհավաքի հավանական բարձրությունը:

Հանութային հիմքի հիմնակետերն ու կետերը տեղանքում պետք է ամրացվեն երկարատև պահպանվող ու ժամանակավոր նշաններով՝ հանութագրման ընթացքում կետերի անվտանգ պահպանության համար (Նկ. 2.9, Նկ. 2.10):

Որպես երկարաժամկետ ամրացման նշաններ օգտագործվում են՝

- բետոնե սյուներ ու մոնոլիտներ (Նկ. 2.9 ա), բ) 12×12 կամ 15×15 սմ հատվածով), որոնց վերին ծայրի մեջ ամրացված է պողպատե մեխ, իսկ ստորին մասում կարող են տեղադրվել ավելի լավ գետնին ամրացած երկու մետաղական ցցաձողեր,

- պողպատե խողովակ, ռելսի կտոր կամ անկյունային պողպատե պրոֆիլ (Նկ. 2.9 գ) կամ փայտե սյուն (Նկ. 2.9 դ)՝ ներքևի մասում երկաթբետոնե խարսխով և վերևում մակագրության համար մետաղյա թիթեղով,



Նկ. 2.9. Երկարատև պահպանման նշանների տեսակներ

- կարող է լինել փշատերև ծառի թարմ կտրված կոճղ (Նկ. 2.9 ղ) (օգտագործվում է անտառապատ տարածքներում)՝ վերին մասում առնվազն 20 սմ տրամագծով, մշակված սյան ձևով, այն ունենա կտրվածքով մակագրություն ու հարթակ, որի մեջ խփված է պողպատյա մեխը,

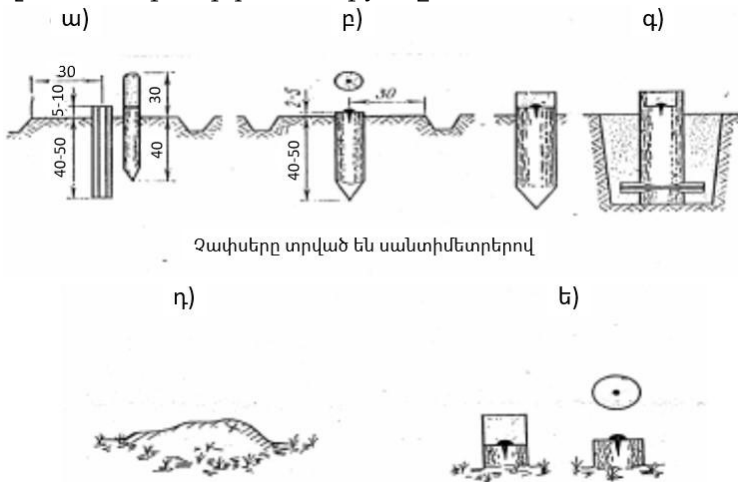
- դրոշմանիշ, ցցաձող, հեղյուս, կոշտ մակերեսով հողի կամ ժայռերի

մեջ բետոնի շաղախով ամրացված տարբեր կոնստրուկցիաներ,

- 80 սմ խորության վրա դրված բետոնե սյուներ ու նշանների մոնոլիտներ (Նկ. 2.9 ա- դ):

Երկարատև նշանների կողքը (1,5 մ քառակուսաձև կողմերով, 0,3 մ խորությամբ, ստորին մասում՝ 0,2 մ լայնությամբ) փորվում են ակոսներ:

Բոլոր դեպքերում երկարաժամկետ պահպանվող նշանները տեղանքում տեղադրվում են քառանկյան տեսքի փոսորակով, որոնք ապահովում են դրանց պահպանությունը, տեխնիկական անվտանգությունն ու տեղագրական հանույթների, շինարարական հետազննությունների հարմարավետությունը նաև կառուցված օբյեկտի հետագա շահագործման ընթացքում: Չի թույլատրվում մշտական նշաններ դնել վարելահողերի ու ճահիճների վրա, ճանապարհների երթևեկելի հատվածներին, գետերի հունների ու ջրամբարների ափերի քայքայված եզրերի մոտ և այլ տեղերում, որտեղ նշանի պահպանությունը կարող է խախտվել, և որտեղ հիմնակետն ինքնին կարող է խանգարել տնտեսական գործունեությունը:



Չափսերը տրված են սանտիմետրերով

Նկ. 2.10. Հանութային հիմքի ժամանակավոր ամրացման հիմնակետերի ամրացման տեսակները

Հանութային հիմքի կետերը ժամանակավոր նշաններով ամրացնելիս անհրաժեշտ է պահպանել հետևյալ պայմանները. ժամանակավոր նշաններ կարող են լինել մետաղական խողովակները (մետաղյա անկյունակներ) 0,4-0,6 մ-ի չափսով գրունտում խփված, կողքին տեղադրված պահապան նշան (Նկ. 2.10 ա), 5-8 սմ տրամագծով փայտե ցցեր ու փայտե ձողեր (Նկ. 2.10 բ, գ), կամ քարի վրա ներկված խաչեր (Նկ. 2.10 դ), ծառերի կոճղեր (Նկ. 2.10 ե): Ժամանակավոր նշանների շուրջը փորվում են 0,8 մ տրամագծով ակոսներ:

Ժամանակավոր նշանի կենտրոնը մականշվում է ggի (սյան) վերին կտրվածքի մեջ խփված մեխով կամ մետաղի վրա անցքերով: Անտառապատ տարածքներում տեղադիրքը հեշտ գտնելու համար անհրաժեշտության դեպքում ծառերի վրա նշում են ներկով:

Հանությային հիմնավորման յուրաքանչյուր նշանին տրվում է հերթական համար, որպեսզի օբյեկտում նույն համարով նշաններ չկրկնվեն:

Եթե հանությային հիմքում ներառված են նախկինում տեղադրված գեոդեզիական հիմքի կառույցներ, ապա չի թույլատրվում փոփոխել դրանց համարները:

Երկարաժամկետ պահպանության հիմնակետերի ցուցանակների վրա յուղաներկով, իսկ ժամանակավոր կետերի ցուցանակների վրա մատիտով գրում են աշխատանքն իրականացնող կազմակերպության կրճատ անվանումը, նշանակված հիմնակետի (կետի) համարն ու նշանի տեղադրման տարեթիվը:

Արբանյակային սարքավորումների օգտագործմամբ հանությային հիմքի կառուցման համար նախապատրաստական աշխատանքները ներառում են հետևյալ գործողությունները.

- աշխատանքները կատարելու համար սարքավորումների նախապատրաստումն իրականացվում է սարքի շահագործման փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան,

- ստուգվում է սարքավորումների ու կատարողների պատրաստակամությունը՝ նախագծով նախատեսված դաշտային աշխատանքների աշխատանքային ծրագրին համապատասխան աշխատանքներ իրականացնելու համար,

- իրականացվում են արբանյակային համաստեղությունների (ալմանախների) կանխատեսման աշխատանքներ:

Հանությային հիմքի զարգացման ընթացքում սարքավորումների պատրաստման գործառնական փաստաթղթերի պահանջների կատարումը պետք է իրականացվի սարքավորման շահագործման հրահանգներին համապատասխան (կամ սարքավորումների հավաքածուում դրանց փոխարինող փաստաթղթերով):

Արբանյակների որոշման նախապատրաստման փուլերից մեկը արբանյակային համաստեղության կանխատեսումն է: Դրա նպատակն է որոշել ամսաթվերը, ժամերն ու ժամանակային ընդմիջումները, որոնցում արբանյակային համաստեղության կազմաձևման պարամետրերը օպտիմալ են արբանյակային որոշման համար:

Արբանյակային համաստեղության կանխատեսման նախնական տվյալներն են աշխատանքային օբյեկտի կոորդինատներն ու արբանյակների մա-

սին էֆեմերիդների տեղեկատվությունը: Այն դեպքում, երբ գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի, հանութային հիմքի կամ տեղագրական հանույթների կատարման տարածքում կան առարկաներ կամ կառույցներ, որոնք խոչընդոտում են արբանյակներից ռադիոազդանշանների անցումը, ապա կանխատեսումների ժամանակ բարձրությունների ու ազիմուտների արժեքները, խոչընդոտի սահմանները նույնպես պետք է օգտագործվեն որպես նախնական տեղեկատվություն:

Աշխատանքային օբյեկտում որպես ելային կոորդինատներ վերցվում են 1° ճշտությամբ որոշված աշխարհագրական կոորդինատները:

Էֆիմերիդների տեղեկատվությունը թղթապանակային (ֆայլի) ձևաչափով, որը օպերատիվ փաստաթղթերում կոչվում է ալմանախ, ստացվում է կա՛մ հատուկ արբանյակային որոշումներից, կա՛մ օգտագործվում է նախկինում կատարված արբանյակային որոշման գործընթացում ստեղծված էֆեմերիդային տեղեկատվությունը: Ամեն դեպքում ալմանախը ստանալու արբանյակային որոշումները պետք է կատարվեն կանխատեսման ամսաթվից ոչ ավելի, քան 30 օրվա ընթացքում: Եթե արբանյակային որոշումները հատուկ են իրականացվում՝ ալմանախը ստանալու համար, ապա դրանք կատարվում են 1 ընդունիչով ու 5 բուպեի ընթացքում՝ առաջնորդվելով գործառական փաստաթղթերով:

Աշխատանքային օբյեկտի կամ դրա մի մասի համար, որտեղ արբանյակներով հաղորդվող ռադիոազդանշանների անցման համար խոչընդոտներ չկան, հետազոտվող օբյեկտի բոլոր հիմնակետերի ու հատվածների համար անմիջապես կանխատեսում է կատարվում:

Աշխատանքի վայրում խոչընդոտների առկայության դեպքում կանխատեսումը պետք է կատարվի՝ հաշվի առնելով այս հանգամանքը: Այն պետք է իրականացվի յուրաքանչյուր հիմնակետի համար առանձին, եթե նախապատրաստվում է հանութային հիմքի զարգացման աշխատանքների մշակումը, կամ հանութագրման յուրաքանչյուր տարածքի համար առանձին, որի շրջանակում կարող են լինել ռադիոազդանշանների անցման պայմանները: Այս դեպքում օգտագործվում են օբյեկտների բարձրությունն ու ազիմուտը, որոնք խոչընդոտում են արբանյակներից ռադիոազդանշանների անցումը:

Արբանյակային համաստեղության կանխատեսումը կատարվում է համակարգիչներով՝ կիրառելով արբանյակային սարքավորումների հավաքածուում ներառված ծրագրային փաթեթը, ինչպես նկարագրված է կցված գործառական փաստաթղթերում:

Գեոդեզիական հիմնակետի, հանութային հիմքի կամ հանութագրման տարածքի յուրաքանչյուր կետի համար կանխատեսելիս դիտարկման հա-

մար մատչելի արբանյակների քանակի ու նախատեսված աշխատանքի յուրաքանչյուր ամսաթվի համար PDOP (GDOP) արժեքների գրաֆիկը ստացվում է օրվա ժամերի գործառնություններով: Այդ տեղեկատվությունը ցուցադրվում է համակարգչում կամ կարող է տպագրվել ինչպես գրաֆիկական, այնպես էլ աղյուսակների տեսքով: Բացի դրանից՝ երկնային ուղեծրում արբանյակների ակնհայտ դիրքերի գծապատկերը կարող է պատկերվել որոշակի ժամանակային ընդմիջմամբ:

Ըստ ստացված գծապատկերների ու աղյուսակների՝ որոշվում են այն ժամանակաշրջանները, որոնք օպտիմալ են արբանյակների դիտարկման համար գեոդեզիական հիմնակետի, հանութային հիմքի կամ հանութագրման տարածքներում, որոնք օգտագործվելու են դիտարկումների պլանավորման համար:

Գրանցման միջակայքի արժեքը ընտրելիս անհրաժեշտ է առաջնորդվել օգտագործվող տեսակի ընդունիչի տեխանձնագրային փաստաթղթերով՝ հաշվի առնելով արբանյակային որոշումների կիրառման եղանակը: Գրանցման միջակայքի արժեքը պետք է նույնը լինի շրջափուլում օգտագործվող բոլոր ընդունիչների համար:

Ալեհավաքի բարձրությունը պետք է որոշվի յուրաքանչյուր կետում ու նշակետում: Այդ դեպքում պետք է առաջնորդվել ընդունիչի հավաքածուի օգտագործման փաստաթղթերով: Մխալներից խուսափելու համար խորհուրդ է տրվում չափել մետրային չափով ու դույմերով:

Արբանյակային սարքավորումների հետ աշխատելիս պետք է պահպանել հետևյալ կանոնները.

- դիտել էկրանի վրա նշված ստացված տվյալների հիշողության ազատ ծավալի արժեքն ու ժամանակին միջոցներ ձեռնարկել կուտակված տեղեկատվությունը համակարգիչ մուտքագրելու համար,
- արբանյակներից ստացված տվյալների կորստից խուսափելու համար յուրաքանչյուր աշխատանքային օրվա վերջում ստացված տվյալները պատճենել ճկուն սկավառակի վրա (PC-card),
- դաշտային մատյանում (կամ դրա էլեկտրոնային համարժեքում) միշտ գրանցել աշխատանքի գործընթացը՝ ընդունման սկիզբն ու ավարտը, նախաձեռնությունը, կապի կորստի ժամանակը և այլն,
- խուսափել ընդունիչի ալեհավաքի մակերևույթին ձյան ծածկույթի ու սառցակալման ձևավորումից,
- պաշտպանել ալեհավաքը կայծակի հարվածներից,
- մեխանիկական վնասվածքներից կամ օդերևութաբանական գործոնների ազդեցությունից խուսափելու համար աշխատանքային օրվա վերջում

արբանյակային սարքավորումների համալիրը փաթեթավորել առաքման տուփերում:

Դաշտային աշխատանքների կատարման համար անհրաժեշտ ապարատների ու սարքավորումների հավաքածուի կազմը կախված է արբանյակային որոշման եղանակից, աշխատանքի կատարման մեթոդներից ու տեխնիկայից և այլ հանգամանքներից:

Արբանյակային որոշումներ կատարելու ընդհանուր ցուցումներ

Դիտարկումների իրականացման ընթացքում անհրաժեշտ պայման է միաժամանակ անընդմեջ դիտարկել առնվազն 4 արբանյակ, ինչպես բազային, այնպես էլ շարժական կայաններում. ստատիկ եղանակների, հատկապես կինեմատիկ եղանակի կիրառման ժամանակ խորհուրդ է տրվում դիտարկել առնվազն 5 արբանյակ: Արբանյակների կազմը կարող է փոխվել ընդունման ընթացքում:

Արբանյակային որոշման եղանակներից որևէ մեկը կիրառելիս անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր հիմնակետում տվյալներ ստանալու համար կատարել հետևյալ գործողությունները՝ ղեկավարվելով օգտագործվող ընդունիչի տեսակի շահագործման փաստաթղթերով՝

- հանել սարքավորումները, տեղադրել ընդունիչը հիմնակետին՝ որոշելով ալեհավաքի բարձրությունը,

- պատրաստել ընդունիչը աշխատանքային վիճակի, ինչպես նշված է շահագործման փաստաթղթերում,

- միացնել արբանյակների դիտարկման տվյալների գրանցման ռեժիմը,
- ստեղծաշարի միջոցով մուտքագրել հիշողության սարքում հիմնակետի համարը կամ անվանումը, ալեհավաքի բարձրության չափն ու օժանդակ տեղեկատվություններ՝ դիտարկման սկզբի ու ավարտի ժամանակը, կապի կորուստը և այլն,

- համաձայն դիտարկման եղանակի՝ արբանյակային դիտարկումների ընդունումն իրականացնել դաշտային աշխատանքների ծրագրում տրված ժամանակահատվածում,

- անջատել տվյալների գրանցման ռեժիմն ու հավաքել սարքավորումները:

Օբյեկտում աշխատանքների ավարտից հետո պետք է կատարվի արբանյակային դիտարկումների տվյալների մշակման հաշվարկ:

Տվյալների մշակման հաշվարկներն իրականացվում են հետևյալ փուլերով.

- 1) նախնական մշակում՝ դիտարկված արբանյակների նկատմամբ փուլային կեղծ տիրույթների անորոշությունների լուծում, գլոբալ նավիգացիոն

արբանյակային համակարգի կոորդինատային համակարգում որոշված հիմնակետերի կոորդինատների ստացում ու ճշտության գնահատում,

2) կոորդինատների փոխակերպումն ընդունված կոորդինատային համակարգի,

3) գեոդեզիական հիմնակետերի հավասարակշռում ու ճշտության գնահատում:

Դիտարկված տվյալների մշակման ու հաշվարկման համար պետք է օգտագործվեն ծրագրային փաթեթներ, որոնք նախատեսված են դաշտային աշխատանքների իրականացման ժամանակ օգտագործվող արբանյակային սարքավորումների համար: Նման ամենատարածված ծրագրային փաթեթների օրինակներն են՝ BL-L1 (Land Surgeror L1), SKI (WILD GPS Sys-tem200, Leica SR-9400, Leica SR-9500), GPSurvey (Trimble 4000SSE, Trimble 4000SSi), PRISM (Ashtech Z -12 , *Ashtech Z-Surveyor*):

Հաշվարկների իրականացման համար անհրաժեշտ է օգտագործել IBM-ի հետ համատեղելի համակարգիչներ, որոնց տեխնիկական բնութագրերը համապատասխանում են ծրագրային փաթեթին կից շահագործման փաստաթղթերում սահմանված պահանջներին:

Հաշվողական աշխատանք կատարելիս յուրաքանչյուր ծրագրային փաթեթին կցված շահագործման փաստաթղթերը պետք է օգտագործվեն որպես ուղեցույց:

Հաշվարկներն ավարտելուց հետո պետք է կազմվի հանության իմքի հիմնակետերի կոորդինատների ու բարձրությունների ցանկ (կատալոգ):

2.8. Հարաբերական մակերևույթն ինժեներագեոդեզիական աշխատանքներում

Գեոդեզիական չափումների արդյունքները մշակելիս կարևոր խնդիր է հարաբերական մակերևույթի, այսինքն՝ այն մակերևույթի ընտրությունը, որի վրա չափված ցանցի տարրերը պետք է նախագծվեն նախքան դրանք ճշտելը: Պետական գեոդեզիական ցանցերի համար նման մակերևույթը Կրասնովսկու ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթն է, իսկ ԱԳՑ-ի համար՝ միջազգային GRS-80 ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթը: Պրոյեկտման նպատակով գեոդեզիական ցանցերի չափված գծային տվյալներում մտցվում են ռեդուկցիայի ուղղումներ:

Քանի որ, ի վերջո, ստեղծված ցանցերն օգտագործվում են հանութագրման աշխատանքների կատարման ու դրանց հիման վրա շինարարական նախագծերի և դրանք տեղանք տեղափոխելու համար, շինարարության գոր-

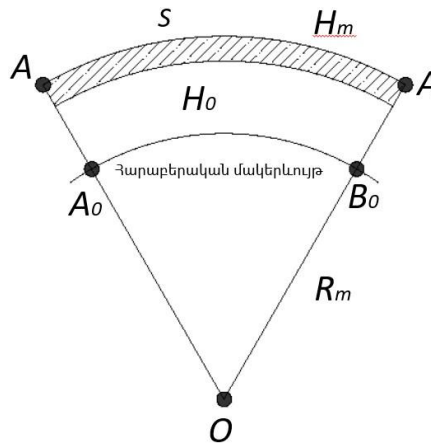
ծընթացի կարևոր հանգամանք է կառուցվածքների գծային չափերի, կառուցվող կառույցների բնական, նախագծային չափերի համապատասխանությունն առանց որևէ աղավաղման: Այս համապատասխանությանը հասնելու համար Կրասովսկու էլիպսոիդի մակերևույթի կամ այլ ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթի փոխարեն որպես հարաբերական մակերևույթ վերցվում է մեկ այլ մակերևույթ՝ նախագծվող կառույցների միջին բարձրությանը կամ դրան մոտ բարձրությանը հավասար:

AB բազիսային կողմի (Նկ. 2.11) ռեդուցիայի ուղղման արժեքը $\Delta_H = AB - A_0B_0$ հարաբերական մակերևույթի վրա հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\Delta_H = -\frac{S(H_m - H_0)}{R_m}, \quad (2.24)$$

որում S-ը ցանցի չափված կողմի երկարությունն է, H_m -ը՝ չափված կողմի միջին բարձունքային նիշը, H_0 -ն հարաբերական մակերևույթի բարձունքային նիշն է, R_m -ը՝ երկրային էլիպսոիդի կորության միջին շառավիղը (6370 կմ): (2.24)-ից կարող ենք գրել՝

$$\frac{\Delta_H}{S} = -\frac{(H_m - H_0)}{R_m}:$$



Նկ. 2.11. Հարաբերական մակերևույթի ընտրությունը

Այդ փոփոխությունը էական ազդեցություն չի ունենա ցանցի գծային չափերի վրա ու չի հանգեցնի դրա մասշտաբների աղավաղումները, եթե.

$$\frac{\Delta_H}{S} \leq \frac{1}{200000}:$$

Այդ դեպքում՝

$$H_0 = -R_m \frac{\Delta_H}{S} = \frac{6370000}{200000} = -31,85 \text{ մ}:$$

Այլ կերպ ասած, եթե տեղանքի ու հարաբերական մակերևույթի բարձունքային նիշերի միջև տարբերությունը մոտ 30 մ-ից պակաս է, ապա ուղ-

դումը կարելի է անտեսել: Շինհրապարակի միջին մակերևույթը վերցվում է որպես հարաբերական մակերևույթ, իսկ մետրոյի երթուղիներում՝ թունելի առանցքի կամ երկաթուղու գծերի միջին մակերևույթը և այլն (Երևանի մետրոպոլիտենի համար վերցված է 1000 մ):

Հարաբերական մակերևույթի իջեցման ուղղումը պետք է հաշվի առնել նաև այն դեպքերում, երբ պետական գեոդեզիական արբանյակային, եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական և այլ ցանցերի կողմերը օգտագործվում են որպես ինժեներական ցանցերի էլային կողմեր: Այստեղ անհրաժեշտ է հաշվի առնել այն փաստը, որ պետական գեոդեզիական ցանցերի կողմերը նախագծված են ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթի վրա, և դրանց երկարությունները հարաբերական մակերևույթի վրա ստանալու համար անհրաժեշտ է կատարել հակադարձ ռեդուկցիա:

Պետական գեոդեզիական ցանցի կողմերը էլիպսոիդի մակերևույթից նախագծված են Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա, այլ կերպ ասած՝ կողմերի երկարությունները ուղղումներ են ստանում դրական նշանով: Այդ ուղղումները մեծանում են օրդինատի արժեքի մեծացման հետ, հետևաբար ցանցի կողմերը մոտենում են վեց աստիճանային գոտու եզրերին:

Գաուսի պրոյեկցիայում երկու կետերի միջև ուղիղ գծում s_0 հեռավորությունը, պահպանելով ընդլայնման առաջին անդամը, հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$s_0 = s \left(1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \dots \right), \quad (2.25)$$

որում s -ը ռեֆերենց էլիպսոիդի կետերի միջև հեռավորությունն է, R_m -ը՝ կորության միջին շառավիղը, y_m -ը՝ գծերի ծայրերի օրդինատների միջին արժեքը:

$$y_m = \frac{y_1 + y_2}{2}: \quad (2.26)$$

Գաուսի պրոյեկցիային անցման համար գծի երկարության մոտավոր ուղղումը կարող ենք որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$\Delta_q = +s \frac{y_m^2}{2R_m^2}, \quad (2.27)$$

կամ՝

$$\frac{\Delta_q}{s} = + \frac{y_m^2}{2R_m^2}, \quad (2.28)$$

որը թույլ կտա հաշվարկել կողմերի թույլատրելի հեռավորությունն առանցքային միջօրեականից՝

$$y_m = \sqrt{\frac{2R_m^2 \Delta_q}{s}} = R_m \sqrt{\frac{2\Delta_q}{s}}: \quad (2.29)$$

Միջին լայնությունների երեք աստիճանային գոտու ծայրերի կետերի օր-

դինատը $y_m \approx 150$ կմ համար (2.28)-ից կստանանք՝

$$\frac{\Delta_q}{s} = \frac{150^2}{2(6370)^2} = \frac{1}{2760},$$

որը համապատասխանում է թեոդոլիտային ընթացքի ճշտությանը, սակայն դա չի բավարարում կիրառական գեոդեզիայի պահանջները:

Գաուսի պրոյեկցիայում Երկրի սֆերիկ մակերևույթից հարթության անցման ժամանակ ինժեներական ցանցերի գծերի երկարությունների հարաբերական ուղղումները $1/200000$ -ը չգերազանցելու համար (ինչպես նշվեց նախորդ հաշվարկներում) հեռավորությունը գոտու առանցքային միջօրեականից մինչև շինհրապարակ չպետք է անցնի՝

$$y_m = R_m \sqrt{\frac{2.1}{200000}} \approx 20 \text{ կմ:}$$

Եթե այդ հեռավորությունը 20 կմ-ից ավել է, ապա անհրաժեշտ է ընտրել պայմանական կոորդինատային համակարգի նոր առանցքային միջօրեական, որը հնարավորինս մոտ գտնվի կառուցապատման տարածքի կեսին:

Պայմանական կոորդինատային համակարգի սկիզբը դնելով տեղամասի կենտրոնում ու դա համատեղելով գեոդեզիական ցանցի որևէ հիմնակետի տեղակայման հետ՝ հնարավոր է, ըստ ընդունված պայմանների, ընդգրկել հիմնակետից արևմուտք ու արևելք ձգվող տարածքը մինչև 20 կմ: Համակարգում կոորդինատների բացասական արժեքներից խուսափելու համար պայմանական համակարգի այդ սկզբնական կոորդինատները նշանակվում են 1000, 10000 մ կամ ավելի ավելացված կոորդինատներով, որը տարածքի կոորդինատային համակարգի հարավարևմտյան անկյան սկզբնակետն է:

ԳԼՈՒԽ 3

ԲԱՐՁՈՒՆՔԱՅԻՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ ՈՒ ՄՇԱԿՈՒՄ

3.1. Բարձր ճշտության բարձունքային ինժեներագեոդեզիական ցանցեր

Գեոդեզիական բարձունքային հիմնային ցանցերը նախատեսվում են շինհրապարակներում ինժեներագեոդեզիական հետազոտական աշխատանքների, շենքերի ու շինությունների նշահարման, ձևախախտումների մշտադիտարկման նախագծային աշխատանքների իրականացման համար: Բարձունքային գեոդեզիական ցանցերը կառուցված են II, III ու IV դասերի նիվելիրային ցանցերի տեսքով, ինչպես նաև տեխնիկական նիվելիրացմամբ՝ կախված շինարարության տարածքի չափերից ու բնույթից: Բարձունքային գեոդեզիական հիմնային հիմքի կառուցման ճշտության պահանջները, կախված ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների տարածքի չափերից, բերված են Աղյուսակ 3.1-ում [18]:

Աղյուսակ 3.1.

Բարձունքային ցանցերին ներկայացվող պահանջները

<i>Հետազոտվող տարածքի մակերեսը, կմ²</i>	<i>Բարձունքային ցանցի դասը</i>	<i>Կայանում սահմանային սխալը, մմ</i>
25-50	III դաս	2,6
	IV դաս	5,0
	Տեխնիկական նիվելիրացում	10,0
10-25	IV դաս	5,0
	Տեխնիկական նիվելիրացում	10,0
5-10	IV դաս	5,0
	Տեխնիկական նիվելիրացում	10,0
Մինչև 1	Տեխնիկական նիվելիրացում	10,0

Հետազոտության կամ շինհրապարակի նիվելիրացման ցանցը ստեղծվում է առանձին ընթացքների, փակ ընթացքների (պոլիգոնների) կամ անկախ ցանցի տեսքով, որոնք պետք է կապակցված լինեն ավելի բարձր դասի առնվազն երկու ելային նիվելիրացման նշանների (հենանիշների, դրոշմանիշների) հետ: Թույլատրվում է IV դասի հիմնային գեոդեզիական ցանցի նիվելիրացման գծերը կապել IV դասի պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշներին:

Երկրաչափական նիվելիրացմամբ բարձունքային գեոդեզիական հիմնային ցանցի կառուցման տեխնիկական բնութագրերը, ըստ դասերի, տրված են Աղյուսակ 3.2-ում [18]:

Բարձունքային ցանցերի տեխնիկական բնութագրերը⁴

Ցուցանիշներ	II դաս	III դաս	IV դաս
Նիվելիրացման ընթացքներում նշանների (դրոշմանիշների, հենանիշների) միջև եղած հեռավորությունը, կմ, կառուցապատված տարածքներում ոչ ավելի, ոչ չկառուցված տարածքներում ոչ ավելի	2 3	0,3 2,0	0,3 2,0
Հանգուցային կետերի միջև ընթացքների երկարությունը, կմ, ոչ ավելի	10	5	-
Դիտման ճառագայթի երկարությունը, մ, ոչ ավելի	75	100	150
Կայարանում նիվելիրից մինչև չափաձողեր հեռավորությունների անհավասարություն, մ, ոչ ավելի	1(3)	2(4)	5(7)
Հենանիշների ու դրոշմանիշների միջև ընկած հատվածում երկարությունների անհավասարության կուտակում, մ, ոչ ավելի	2(5)	5(7)	10(12)
Դիտման ճառագայթի բարձրությունը հողի մակերևույթից վերև, մ, ոչ պակաս	0,5	0,3	0,2
Կայանում բարձրությունների տարբերությունը (հիմնական ու լրացուցիչ սանդղակներ, չափաձողերի կարմիր ու սև կողմերը), մմ, ոչ ավելի, քան	0,7	3	5
Պոլիգոնների ու ընթացքի գծերի կայանների ո քանակը 1 կմ ընթացքի համար սահմանային անկապքները ոչ ավելի, քան 15, 15-ից ավել	$5\sqrt{L}$ $6\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$ $2,6\sqrt{Ln}$	$20\sqrt{L}$ $5\sqrt{n}$
Պատահական միջին քառակուսային սխալ մմ/կմ	2,0	5,0	10,0
1 կմ կրկնակի ընթացքի վերազանցումների չափման գործիքային միջին քառակուսի սխալ, մմ, ոչ ավելի, քան	1,5	3,0	6,0

Շինարարության համար հիմնային բարձունքային գեոդեզիական ցանցի ելակետեր են պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշները:

Նիվելիրային II դաս

II դասի նիվելիրացումն իրականացվում է I դասի դրոշմանիշների ու գրունտային հենանիշների միջև՝ ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով: Ա-

⁴ Նշումներ. L-ը ընթացքի երկարությունն է կմ-ով, n-ը՝ ընթացքի կայանների թիվը: Ծանոթություն. փակագծերում տրված են թույլատրելի սխալները գծերին դիտման ճառագայթի կոնպենսատորով նիվելիրների համար:

ռանձին դեպքերում II դասի նիվելիրացման ընթացքները կարող են կապակցվել II դասի բարձունքային ելային նշաններին:

Յուրաքանչյուր հատվածի (սեկցիայի) համար ուղիղ ու հակադարձ ընթացքներն իրականացվում են օրվա տարբեր ժամերին և ջերմաստիճանի տարբեր պայմաններում, և հատկապես դրանք պետք է լինեն միմյանցից անկախ: Հակադարձ ընթացքը սկսվում է գործիքի այլ հորիզոնով, մեկ այլ չափաձող տեղադրվում է հենանիշի վրա, և ամբողջ հակադարձ ընթացքն անցնում է չափաձողերի տեղադրման նոր տեղերով:

Դիտարկումները կատարվում են նիվելիրի դիտախոդովակից չափաձողերի ընթեռնելիության հստակ տեսանելիության ու հանգիստ պատկերների դեպքում: Սովորաբար դրանք արևածագից հետո առավոտյան ժամերն են մինչև ժամը 8-9-ն ու երեկոյան ժամերը՝ ցերեկը ժամը 16-ից հետո ու մայրամուտից կես ժամ առաջ: Ամպամած եղանակին ընդմիջումը կարող է զգալիորեն կրճատվել, նույնը վերաբերում է աշնանային դիտարկման շրջանին:

Ճառագայթի տեսանելիության նորմալ երկարությունը համարվում է 65 մ, իսկ լավ տեսանելիության դեպքում այն կարող է ավելացվել մինչև 75 մ:

Մեծ թեքությամբ գծերի նիվելիրացման դեպքում ճառագայթի տեսադաշտի երկարությունը չպետք է պակաս լինի 10 մ-ից:

Դիտվող ճառագայթի բարձրությունը գետնից պետք է լինի առնվազն 0,3-0,5 մ, իսկ նիվելիրից մինչև չափաձողեր՝ 30 մ-ից պակաս հեռավորության վրա, կարող է թույլատրվել 0,3 մ:

Նիվելիրից մինչև չափաձողեր հեռավորությունները չափվում են 50-մետրանոց պողպատե չափերիզներով: Հեռավորությունների անհավասարությունը թույլատրվում է մինչև 1 մ, և այդ անհավասարությունների կուտակումը նշանների ու հենանիշների միջև ընկած հատվածներում չպետք է լինի 2 մ-ից ավելի:

Եթե օգտագործվում են կոմպենստորով նիվելիրներ, ապա տրված թույլատրելիությունը համապատասխանաբար աճում է մինչև 3 ու 5 մ:

Չափման գործընթացում նշված հեռավորությունների կատարումն ապահովելու համար հաշվարկվում են չափաձողերի հետևի ու առջևի հեռավորությունների տարբերությունները, և հայտնաբերելով տարբերությունների կուտակումը՝ դրանք կրճատվում են՝ փոխելով հեռավորությունները:

Աշխատանքի ընթացքում նիվելիրը պետք է հովանոցով պաշտպանված լինի արևի ուղիղ ճառագայթներից:

Կայաններում եռոտանու տեղադրումը կատարվում է այնպես, որ դրա երկու ոտքերը գտնվեն նիվելիրացման գծի ուղղությամբ, իսկ երրորդ ոտքը՝ հերթափոխելով աջ ու ձախ: Այն տեղերում, որտեղ տեղադրվում են նիվելիրի

եռոտանու ոտքերն ու բաշմակները, բուսածածկը հանվում է 5–10 սմ խորության վրա:

Եռոտանու կայունությանը հատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել ասֆալտի ու բետոնե մակերեսների վրա:

Հիմնային նշանների միջև եղած հատվածի նիվելիրացումը պետք է պլանավորվի առանց աշխատանքի ընդհատումների: Եթե պետք է ընդմիջում անել քաղաքի ոչ կառուցապատված հատվածում, ապա դիտարկումներն ավարտում են երեք ժամանակավոր կետերում՝ 20 սմ երկարությամբ պողպատյա մեխեր՝ զամված մայթի քարերի միջև, փայտե ցցեր՝ 8-10 սմ հաստությամբ ու 0,5 մ երկարությամբ, խրված ամուր հողի մեջ և այլն:

Բոլոր կոմբինացիաներում բոլոր երեք կետերի նիվելիրացումն իրականացվում է ընդմիջումից առաջ ու հետո մեկ կայանից:

Գրունտային հիմնային հենանիշները հաճախ ծածկում են հողի թմբերով, որոնք կապակցելիս պետք է զգուշորեն բացել կափարիչը, ծածկույթը հեռացնել հենանիշից, մաքրել ու տեղադրել չափաձողը:

Հենանիշների վրա չափաձողերի դիրքը պետք է ուրվագծվի մատյանում՝ նշելով դրանց վրա թելերի պրոյեկցիան:

Պատի նշաններին կապակցելիս նիվելիրը տեղադրվում է պատին ուղղահայաց՝ դրոշմանիշից կամ հենանիշից 20-30 մ հեռավորության վրա: Նույն հեռավորությունը պահպանվում է բաշմակի նկատմամբ, լինի դա ընթացքի վերջին, թե առաջին կայանը:

Դրոշմանիշին կապակցելու համար օգտագործվում են հատուկ կախովի չափաձողեր՝ հիմնական չափաձողերին նման բաժանումներով: Դիտարկման մատյանում ուրվագծվում են կախովի կամ չափաձողի դիրքը դրոշմանիշի վրա ու ցանցաթելերի պրոյեկցիան:

Բաշմակի ու դրոշմանիշի կամ հենանիշի միջև վերազանցումների դիտարկումները կատարվում են երկու անգամ՝ փոխելով գործիքի հորիզոնը: Միաժամանակ նշանների ու դրանց մոտ գտնվող պատի հենանիշների միջև վերազանցումները որոշվում են երկու անգամ:

Հենանիշների վրա չափաձողերի դիրքը պետք է ուրվագծվի մատյանում՝ նշելով դրանց վրա ցանցաթելերի դիրքը: Հիմնային ու դրան ուղեկցվող գրունտային հենանիշների միջև բոլոր վերազանցումները որոշվում են երկու անգամ ինչպես ուղիղ, այնպես էլ հակադարձ ընթացքներում:

2-րդ դասի նիվելիրացման ժամանակ պետք է օգտագործվեն բարձր ճշտության նիվելիրներ: Դրանք հայտնի H-05, H1, H2, Ni003 նիվելիրներն են՝ կոնտակտային հարթաչափով ու օպտիկական միկրոմետրով, ինչպես նաև HC2, Ni1, Ni002, Ni007 և այլ մեղմացուցիչով (կոմպենսատորով) նիվելիրները:

Այս գործիքների հետ միասին օգտագործվում են երեք մետրանոց շտրիխա-գծված կամ ինվարային երկսանդղակ չափաձողեր: Նիվելիրացումն իրակա-նացվում է մեջտեղից հավասարակողմ եղանակով և բնութագրվում է 1 կմ եր-կարությամբ ընթացքի հավասարակշռված վերազանցման միջին քառակու-սային պատահական սխալը 0,8 մմ-ից ոչ ավելի, իսկ կայանում վերազանցու-մը՝ 0,3 մմ-ից ոչ ավելի:

Կենտ կայանների դիտարկումները սկսվում են հետևի չափաձողով (Հ), այնուհետև կատարում են հաշվեցույցներ առջևի չափաձողով (Ա) և ավար-տում են հետևի չափաձողի հաշվեցույցներով: Ջույգ կայաններում հաշվե-ցույցները կատարվում են հետևյալ հաջորդականությամբ՝ առջևի, հետևի, հետևի ու առջևի:

Պոլիգոնների վերազանցումների գումարի անկապքները չպետք է գերա-զանցեն Ադյուսակ 3.2-ում տրված թույլատրելի արժեքները (ՀՀՇՆ 13.01-2022):

Բարձր ճշգրտության էլեկտրոնային թվային նիվելիրները չափման ճշտության առումով ունեն նմանատիպ ցուցանիշներ, ինչ օպտիկական նի-վելիրները: Ներկայումս աշխարհում ամենատարածված թվային նիվելիր-ներն են «Leica LS15 (0.2)», «Sokkia SDL 30M», «SDL 50», «Trimble Dini 0.3» ու «Dini 0.7» սարքերը:

Թվային նիվելիրները օգտագործում են լիցքավորվող սարքեր՝ ըստ RAB կողի, որը հատուկ կիրառվում է ֆիբերպլաստե (կամ ինվար) չափաձողերի վրա, սակայն կարող են օգտագործվել նաև այլումինե չափաձողեր: Չափում-ների տվյալները ցուցադրվում են էկրանին և կարող են պահվել սարքի հիշո-ղության մեջ: Էլեկտրոնային նիվելիրների օգտագործումը լիովին վերացնում է դիտողի անձնական սխալները, և նման սարքերի հետ աշխատելը բավա-կանին հարմարավետ է:

2-րդ դասի թվային նիվելիրներով նիվելիրացման դեպքում աշխատանքը կայանում զգալիորեն կպարզեցվի, եթե օգտագործվեն երկկողմանի շտրիխ կողի չափաձողեր: Այս դեպքում իրականացվում է զույգ ու կենտ կայանների վերը նշված ծրագիրը: Կայանում չափաձողի յուրաքանչյուր կողմում հաշ-վարկվում է երկու բարձրություն, որն ապահովում է չափումների ստուգումը:

Միայն միակողմանի շտրիխ կողերի չափաձողերի առկայության դեպ-քում հնարավոր է չափման մեկ այլ տարբերակ՝ առանց գործիքի հորիզոնը փոխելու: Այս դեպքում չափումները կատարվում են երկու զույգ ցցաձողերի կամ բաշմակների վրա, այսինքն՝ երկու զուգահեռ ընթացքներով: Այլ կերպ ասած՝ կայանում չորս անընդմեջ հաշվեցույցներ է վերցվում ժամսլաքի ուղ-ղությամբ՝ սկսած հետևի չափաձողից զույգ կայարանում, ժամսլաքի հակա-ռակ ուղղությամբ՝ կենտ կայարանում՝ սկսած առջևի չափաձողից: Սա կայա-նում ամենահուսալի չափման ծրագիրն է:

III ու IV դասեր նիվելիրացում: III դասի նիվելիրացման ընթացքները տարածվում են II դասի դրոշմանիշների, գրունտային ու պատային հենանիշների միջև, իսկ III դասի անկախ ցանցերի դեպքում՝ հենանիշների ու դրոշմանիշների միջև, որոնք որոշված են դասի նիվելիրացման ուղիղ ու հակադարձ գծերով:

Նիվելիրացման եղանակը կախված է օգտագործվող նիվելիրներից ու չափաձողերից: Օպտիկական միկրոմետրով ու շտրիխային չափաձողերով նիվելիրներ օգտագործելու դեպքում կիրառվում է սուպերմոդիայի մեթոդը: Մնացած դեպքերում չափաձողերի վրա հաշվեցույցները վերցվում են միջին ցանցաթելով:

III դասի նիվելիրացումն իրականացվում է H-3 տիպի նիվելիրներով կամ դրանց համարժեք ճշտության կոմպեսատրով նիվելիրների կիրառմամբ՝ ուղիղ ու հակադարձ ուղղությամբ, միանման զույգ ցցաձողով: III դասի նիվելիրացման տնտեսական ու տեխնիկական լավագույն ցուցանիշները ստացվում են թվային նիվելիրների միջոցով:

III դասի նիվելիրացման ճշտությունը բնութագրվում է 1 կմ երկարությամբ ընթացքի հավասարակշռված անկապքի միջին քառակուսային պատահական սխալով, որը պետք է լինի ոչ ավելի 1,6 մմ-ից, իսկ կայանում վերազանցումը՝ 0,65 մմ է [56]:

Դիտման ճառագայթի նորմալ երկարությունը 75 մ է, նիվելիրից մինչև չափաձողեր հեռավորությունների անհավասարությունը կայաններում չպետք է գերազանցի 2 մ-ը, իսկ սեկցիաներում կուտակումը չպետք է գերազանցի 5 մ-ը: Դիտման ճառագայթի բարձրությունը հողի ծածկույթից չպետք է լինի 0,3 մ-ից պակաս:

Յուրաքանչյուր կայանում, ըստ չափաձողերի հիմնական ու լրացուցիչ սանդղակների (կամ սև և կարմիր սանդղակների) դիտարկումների, հաշվարկվում են հիմ. ու հլրաց. (կամ հսև և հկար.) վերազանցումները, դրանց տարբերությունը չպետք է գերազանցի 2 մմ-ը:

Պոլիգոնների անկապքների հանրագումարը չպետք է գերազանցի Ադյուսակ 3.2-ում տրված սահմանային թույլատրելիության արժեքը:

IV դասի նիվելիրացումը կարող է իրականացվել տեխնիկական ու ճշգրիտ նիվելիրներով զույգ երկկողմանի շտրիխավորված չափաձողերով ընթացքի երկայնքով մեկ ուղղությամբ:

1 կմ երկարությամբ հավասարակշռված ընթացքի պատահական ՄՔՄ-ն չպետք է գերազանցի 6 մմ-ը, իսկ կայանում հաշվեցույցների տարբերությունը՝ 3 մմ-ը:

Դիտման ճառագայթի նորմալ երկարությունը 100 մ է, կայանում թևերի անհավասարությունը չպետք է գերազանցի 5 մ-ը, իսկ սեկցիայում կուտա-

կումը չպետք է գերազանցի 10 մ-ը, դիտման ճառագայթի բարձրությունը գետնի ծածկույթից ցածր չպետք է լինի 0,2 մ:

Յուրաքանչյուր կայանում հաշվարկվում են չափաձողերի սև ու կարմիր կողմի վերազանցումները: Վերազանցումների տարբերությունը չպետք է լինի 5 մմ-ից ավել:

IV դասի ընթացքների ու պոլիգոնների անկապքների գումարների տարբերությունները չպետք է գերազանցեն Աղյուսակ 3.2-ում տրված սահմանային թույլատրելի արժեքները:

Նիվելիրային նշաններ: Նախատեսվող հիմնային գեոդեզիական ցանցի կետերի կենտրոնները պետք է ներառվեն IV դասի նիվելիրացման, տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքներում կամ որոշվեն արբանյակային գեոդեզիական ընդունիչներով: Ցանկալի է համատեղել պլանային գեոդեզիական ցանցի կենտրոններն ու նիվելիրացման գծերի հենանիշները:

Նիվելիրացման նշանները պետք է տեղադրվեն նշանը տեղադրելուց առնվազն երկու տարի առաջ կառուցված կապիտալ շենքերի ու շինությունների պատերին: Գրունտային հենանիշները դրվում են միայն աշխատանքային տարածքի մոտ կապիտալ շենքերի բացակայության դեպքում:

I ու II դասերի նիվելիրացման ցանցերը երկրում կազմում են բարձունքային միասնական համակարգ, որի սկիզբնակետն է Կրոնշտադտի ֆուտշտոկի (ջրաչափի) զրոյական նիշը: Բացի դրանից՝ I դասի նիվելիրացումը հիմք է երկրակեղևի ուղղաձիգ տեղաշարժերի, երկրի ֆիզիկական մակերևույթի և այլնի գիտական խնդիրների լուծման համար:

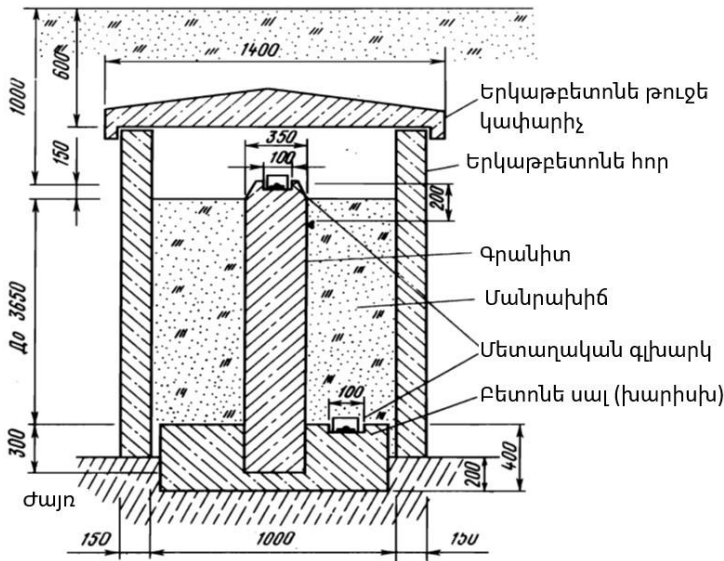
III ու IV դասի նիվելիրացման ցանցերը ծառայում են որպես տեղագրական հատակագծերի ստեղծման բարձունքային հիմք, ինչպես նաև նախատեսվում են մի շարք ինժեներական խնդիրների լուծման համար: Պետական նիվելիրացման ցանցի հիմնակետերը տեղանքում ամրացվում են մշտական նշաններով (հիմնային ու դարային հենանիշներ, պատային ու գրունտային հենանիշներ, ինչպես նաև պատային դրոշմանիշներ):

Ժայռային հիմնային ու դարային հենանիշները տեղադրվում են երկրի մակերևույթից դուրս եկող միաձույլ ապարներում կամ մինչև 1,3 մ խորության վրա ամուր գրունտներում (Նկ. 3.1):

Այսպիսի կոնստրուկցիայի հիմնակետեր խորհուրդ է տրվում կառուցել նաև արբանյակային հիմնային ցանցերում: Կառույցը երկաթբետոնե մոնոլիտ է՝ պատրաստված հատած բուրգի տեսքով՝ ամրացված խարիսխով (բետոնե հիմքով):

Հիմնարար հենանիշներ տեղադրվում են I ու II դասերի նիվելիրացման գծերում 50-60 կմ հեռավորության վրա, ինչպես նաև հիմնականում ծովային

ջրաչափիչ կետերի մոտ գտնվող հանգուցային հիմնակետերում: Բոլոր դասերի նիվելիրացման գծերի վրա առնվազն յուրաքանչյուր 5 կմ մեկ գրունտներում տեղադրում են մշտական նշաններ: Դժվար հասանելի տարածքներում չափորոշիչների միջև հեռավորությունները կարող են ավելացվել մինչև 6-7 կմ:

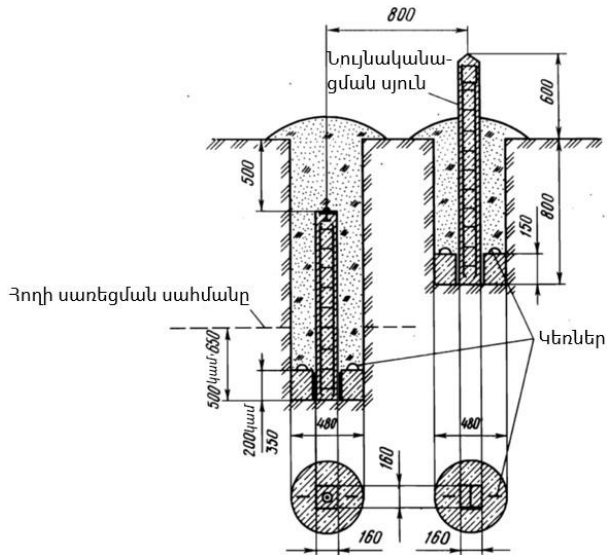


Նկ. 3.1. Դարային հենանիշ ժայռային գրունտում

Նշանների տեղադրման տեղամասերն ընտրվում են այնպես, որ դրանք լավագույնս հեշտ գտնվեն տեղանքում: Նշանները նշվում և տեղադրվում են այնպես, որ հարմար լինի դրանց վրա նիվելիրացման չափաձուղեր տեղադրել, ընտրվում են ցուցանակների հարմար մոտեցումներ:

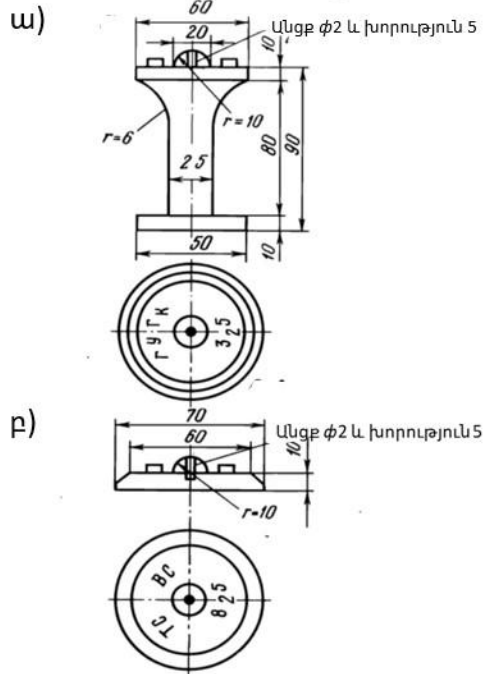
Գրունտների սեզոնային սառեցում ունեցող տարածքների հիմնային հենանիշը (Նկ. 3.2) բաղկացած է երկաթբետոնե քառանիստ սյունից՝ 16x16 սմ × 16 սմ հատվածով: Դա կարող է լինել 14-16 սմ տրամագծով երկաթբետոնե ազբոցեմենտե խողովակ՝ լցված բետոնով:

Տեղադրվում է հենարան կամ խողովակ և ամրացվում է խարիսխի վրա (նույնպես երկաթբետոն), որն էլ իր հերթին տեղադրվում է բնական խտության գրունտում: Գրունտի մակերևույթից հենանիշների տեղադրման խորությունը վերցվում է այնպես, որ խարիսխի հիմքը 50-65 սմ ցածր լինի տվյալ տարածաշրջանի համար հողի սառեցման ամենամեծ խորությունից, բայց գետնից ոչ պակաս, քան 1,3 մ, գումարած խարիսխի բարձրությունը: Խողովակի կամ հենարանի վերին եզրը պետք է գետնից 50 սմ ցածր լինի:



Նկ. 3.2. Գրունտային հենանիշ

Պիլոնի (կամ խողովակի) վերին մասին տեղադրվում է թեթևակի օքսիդացված մետաղյա դրոշմանիշ (Նկ. 3.3):



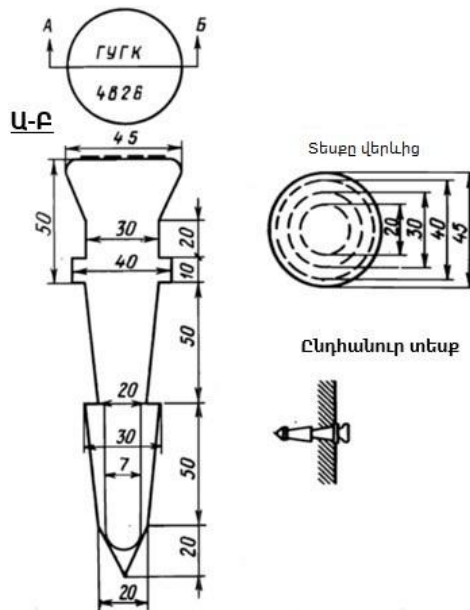
Պայմանական նշանակություններ.

ա - մակնիշը, ներկառուցված թետոնի մեջ, բ - մակնիշ, եռակցված մետաղյա խողովակին

Նկ. 3.3. Դրոշմանիշների տեսակներ

Հենանիշից մեկ մետր հեռավորության վրա տեղադրվում է ճանաչման նշան՝ խարիսխով երկաթբետոնե հենարանի տեսքով: Ճանաչման նշանի վրա ամրացվում է չուգունից կամ սիլումինից պատրաստված պահպանության թիթեղը, որի վրա գրվում է նշանի համարը: Հենանիշի վրա լցվում է փոքր հողաթումբ: Նիվելիրացման ժամանակ՝ նախապես հողի վերին շերտը հեռացնելուց հետո, չափաձողը դրվում է դրոշմանիշի գլխիկին:

Քաղաքներում ու բնակավայրերում՝ կապիտալ շենքերի ու շինությունների պատերին, տեղադրվում են նիվելիրացման նշաններ՝ պատային հենանիշներ՝ Նկար 3.4-ում տրված տեսքով:



Նկ. 3.4. Պատային հենանիշ

Հենանիշի պահպանման թիթեղի վրա գրվում են նշանը դնող կազմակերպության անվանումն ու նշանի համարը: Անվտանգության թիթեղը ամրացվում է շինության պատին հենանիշի կողքին կամ դրա վերևում: Նիվելիրացման ժամանակ չափաձողը տեղադրվում է նշանի գլխիկին, որն էլ հենանիշի բարձրությունն է:

Լեռնային տարածաշրջաններում պատերի հենանիշները կարող են տեղադրվել լավ երևացող ժայռերի ուղղահայաց մակերեսի՝ աշխատանքի համար հարմար բարձրության վրա:

Նախատեսվող հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կենտրոնները պետք է ներառվեն III, IV դասերի, տեխնիկական նիվելիրացման ըն-

թացքներում, կամ դրանց բարձունքային նիշերը որոշվեն արբանյակային ընդունիչներով: Ցանկալի է համատեղել պլանային գեոդեզիական ցանցի կենտրոններն ու նիվելիրացման գծերի հենանիշները: Նիվելիրացման նշանները պետք է դրվեն նշանը դնելուց առնվազն երկու տարի առաջ կառուցված կապիտալ շենքերի ու շինությունների պատերին: Բնակավայրերում կապիտալ շենքերի բացակայության դեպքում հիմնային հենանիշները տեղադրվում են միայն աշխատանքային տարածքի մոտ:

3.2. Բարձունքային ցանցերի նախագծերի գնահատում

Նախագծելիս նիվելիրացման ընթացքները սովորաբար տեղադրվում են մայրուղիների կամ գրունտային գյուղական ճանապարհների երկայնքով՝ խուսափելով թեք լանջերից, ճահիճներից ու տորֆային ճահիճներից:

Քաղաքային վայրերում նիվելիրացման ուղիներ են նախատեսվում փողոցների երկայնքով, որտեղ երթևեկությունն ու հետիոտները քիչ են:

Հիդրոտեկտրակայանների տարածքներում բարձունքային հիմքի նշանների ցանցը նախագծվում է այնպես, որ ելային հիմնակետերը փնջային հենանիշների տեսքով գտնվեն կայուն գրունտներում: Այդ հենանիշներն օգտագործվում են աշխատանքային հենանիշները վերահսկելիս, հիդրոտեկտրակայանների նստվածքներն ու ձևախախտումները դիտարկելիս, ինչպես նաև բարձունքային նիշերը կառուցվածքի ամրացված տարրերին փոխանցելու համար:

Բարձունքային հիմնավորման հիմնակետերը ամրացվում են նիվելիրացման նշաններով (գրունտային ու պատային հենանիշներ ու նշաններ), ինչպես նշվեց 3.1-ում: Նիվելիրային նշանները պետք է համապատասխանեն հետևյալ հիմնական պահանջներին.

- ապահովել նշանի աշխատանքային մասի կայունությունը նախատեսված ժամանակահատվածում,
- նշանի կոնստրուկցիան ունենա երկարաժամկետ պահպանություն,
- նշանի կոնստրուկցիան պետք է լինի պարզ ու հուսալի կառուցման համար:

Քաղաքների տարածքում նիվելիրային նշանները տեղադրվում են առնվազն երկու տարի առաջ կառուցված շենքերի ու շինությունների պատերին:

Դրոշմանիշները դրվում են 1,5-1,7 մ բարձրության վրա, իսկ հենանիշները՝ գետնից 0,3-0,6 մ բարձրության վրա:

Պատային նշաններ տեղադրելիս պետք է խուսափել երկաթուղային գծերի մոտ գտնվող շենքերից ու շինություններից, ինչպես նաև դրանց տարած-

քում գործող մեքենաներ ու այլ թրթուրավոր սարքավորումների առկայությունից: Խորհուրդ չի տրվում մեկ շենքի պատերին մեկից ավելի նշան տեղադրել:

Գրունտային նշանները տեղադրվում են միայն կապիտալ շենքերի ու շինությունների բացակայության դեպքում, դուրս եկած մայր ապարներում ու խոր ստորերկրյա ջրերով տեղերում:

Շինարարության պրակտիկայում շատ արդյունավետ են գեոդեզիական նշանները տեղադրել փնջերի տեսքով, որոնք բավականին հուսալի ու հեշտ են տեղադրման համար ու տնտեսապես արդյունավետ են:

Ինժեներական ու կարևորագույն խոշոր կառույցների նստվածքների դիտարկման համար տեղադրվում են հիմնային հենանիշներ:

Բարձունքային ցանցերի նախագծերը կազմվում են՝ առաջնորդվելով ընթացքների առավելագույն երկարությունների ու կետերի խտության վերաբերյալ ընթացիկ հրահանգների պահանջներով: Հետևաբար շատ դեպքերում տեղագրական խոշորամասշտաբ հանույթների ու քաղաքացիական-բնակարանային և արդյունաբերական-գործարանային շինարարության համար նշահարման բարձունքային գեոդեզիական հիմք կառուցելիս անհրաժեշտություն չի լինում գնահատելու բարձունքային ցանցերի նախագծերի ճշտության մեծությունը:

Պրակտիկան ցույց է տվել, որ IV դասի նիվելիրացումը՝ որպես բարձունքային հիմք կամ ավելի բարձր դասի նիվելիրացման ցանց, լիովին բավարարում է ռելիեֆի հատույթի անկման ցանկացած բարձրության համար տեղագրական ամենախոշոր մասշտաբների հանույթների ճշտության պահանջները:

Եթե ենթադրենք բարձունքային գեոդեզիական հիմնավորումը բարձրահարկ շինարարության ժամանակ նշահարման, ճշգրիտ տեխնոլոգիական սարքավորումների տեղադրման կամ խոշոր ու եզակի ինժեներական կառույցների նստվածքները դիտարկելու նպատակով, ապա այդ դեպքերում նիվելիրացումը կատարվում է ընդհանուր պարտադիր ցուցումներ՝ չափումների արդյունքների ավելի բարձր ճշտություն ապահովելու ուղղությամբ պահանջներից շեղումներով: Նման դեպքերում անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատելու նիվելիրացման ցանցերի նախագծերի որակը: Գեոդեզիական պրակտիկայի որոշ դեպքերում բավական է հաշվարկել ցանցի հանգուցային կետերի որոշված բարձրությունների ՄՔՄ-ները կամ նիվելիրացման ընթացքի ամենաթույլ կետի սխալը: Այնուամենայնիվ, երբեմն ուշագրավ է նաև հանգույցների միջև ընկած հատվածներում գտնվող կետերի նշանների որոշման ակնկալվող ճշտությունը:

Տեղական (լոկալ) սահմանափակ տարածքներում, որպես կանոն, նախագծվում են նույն դասի հատուկ բարձունքային հիմնավորման ցանցեր:

I ու II դասերի նիվելիրացման ցանցերը գործնականում չեն օգտագործվում շինհրապարակներում նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու համար, դրանք ունեն հատուկ նպատակ և ստեղծվում են բարձր ճշտության աշխատանքների կատարման համար, ինչպիսիք են մետրոնների, մեծ կամուրջների ու ջրատարների կառուցումը, ինչպես նաև ինժեներական կառույցների ձևախախտումների մշտադիտարկման համար:

II-IV դասերի ինժեներագեոդեզիական նիվելիրացման բնորոշ հատկանիշը ընթացքների երկարության ու հենանիշների միջև եղած հեռավորությունների կրճատումն է: Միաժամանակ պահպանվում է յուրաքանչյուր դասի համար պետական նիվելիրացման եղանակը (տե՛ս [18]):

Ինժեներական ու գեոդեզիական պրակտիկայում, բացի II-IV դասերի նիվելիրացումից, լայնորեն կիրառվում է նաև **տեխնիկական նիվելիրացումը**:

Տեխնիկական նիվելիրացման ցանցերը ստեղծվում են առանձին ընթացքների, պոլիգոնների, հանգուցային կետերով ընթացքների համակարգերի տեսքով: Նիվելրացման յուրաքանչյուր ընթացք իր ծայրերով հենվում է ավելի բարձր դասերի հենանիշներին կամ հանգուցային կետերին: Հաստուկ դեպքերում կարող են նախագծվել «կախված» ընթացքներ, որոնք չափազրվում են ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով:

Տեխնիկական նիվելիրացումը կատարվում է երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացման եղանակներով՝ համապատասխանաբար օգտագործելով տեխնիկական ճշտության նիվելիրները կամ էլեկտրոնային տախտմետրերը:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացումը էլեկտրոնային տախտմետրերով կարող է իրականացվել տարբեր սխեմաների համաձայն.

- միակողմանի նիվելիրացում, երբ գծի մի ծայրից չափվում է մեկ հեռավորություն ու թեքության մեկ անկյուն (զենիթային հեռավորություն),

- երկկողմանի, երբ նույն տարրերը միաժամանակ չափվում են գծի վերջնակետերում,

- նիվելիրացում մեջտեղից, երբ չափումների ժամանակ էլեկտրոնային տախտմետրը տեղադրվում է դիտարկվող կետերի մեջտեղում:

Կախված էլեկտրոնային տախտմետրի տեսակից ու նախնական պարամետրերից՝ չափվում են *v* թեքության անկյունները կամ *z* զենիթային հեռավորությունները:

Տեսական հաշվարկներն ու աշխատանքային փորձը ցույց են տվել, որ կարճ ճառագայթներով էլեկտրոնային տախտմետրերով եռանկյունաչափական նիվելիրացման ու աշխատանքի կատարման համապատասխան տեխնիկայի օգնությամբ հնարավոր է ստանալ III դասի նիվելիրացման ճշտության արդյունքներ:

Գեոդեզիական ցանցերի, մասնավորապես բարձունքային ցանցերի նախագծերի գնահատումը կարող է իրականացվել «Leica Geo Office v 8.3», «CREDO» ծրագրային փաթեթներով կամ կիրառելով մեկ այլ համակարգչային ծրագիր, որը նախատեսված է գեոդեզիական չափումների արդյունքները մշակելու համար: Նման գնահատման սկզբնական տվյալները կարող են լինել ընթացքների երկարությունը կամ նիվելիրացման կայանների քանակը հենանիշների ու հանգուցային կետերի միջև, նաև կայանում բարձրության չափման սխալը կամ նիվելիրացման 1 կմ ընթացքի միջին քառակուսային սխալը՝ կախված նիվելիրացման դասից:

Նախագծերի ճշտության գնահատումը նախագծման անբաժանելի մասն է, իսկ բարձունքային ցանցերի համար որոշ չափով նպաստում է այն փաստը, որ ինժեներական ու գեոդեզիական աշխատանքների համար բարձունքային ցանցերը տեղական ու համեմատաբար փոքր տարածքում նախագծվում են միևնույն դասով: Եթե նախագծված բարձունքային ցանցն ունի երկու ընթացք, ապա ճշտության գնահատումը կատարվում է յուրաքանչյուր ընթացքի համար առանձին:

Ճշտության գնահատումը կարող է իրականացվել տարբեր ձևերով՝ կախված նախագծի կոնկրետ պահանջներից: Ճշտության գնահատման գործընթացում հայտնաբերվում են հենանիշների դիրքի ակնկալվող ՄՔՄ-ները ամենաթույլ տեղում, հանգուցային կետերը կամ հենանիշները, որոնցից հետագայում հատուկ աշխատանք կկատարվի:

Ճշտության գնահատումը սկսվում է տեղանքում ցանցի տեղադրման ճշտամբ: Այնուհետև օգտագործելով նախագծված նիվելիրացման ցանցի տեխնիկական բնութագրերը՝ հաշվարկվում են սպասվող ՄՔՄ-ներն ու անկապքի կշիռները նախնական ու հանգուցային հենանիշների միջև, հանգուցային հենանիշների ու գնահատվող հենանիշների միջև առանձին ընթացքներում:

Սխալները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$m_h^2 = \eta^2 L + \sigma^2 L^2, \quad (3.1)$$

որում η -ն 1 կմ ընթացքի միջին քառակուսային պատահական հավասարակշռման սխալն է, σ -ը՝ միջին քառակուսային սիստեմատիկ սխալը 1 կմ ընթացքի համար, L -ն՝ ընթացքի երկարությունը կմ-ով:

Նիվելիրացման հրահանգներին համապատասխան՝ 1 կմ ընթացքի համար միջին քառակուսային պատահական սխալները (դ գործակցի արժեքները) նիվելիրացման դասերի համար համապատասխանաբար վերցվում են 0,8 մմ, 2,0 մմ, 5,0 մմ ու 10 մմ: Միջին քառակուսային սխալները 1 կմ ընթացքի համար տրված են I ու II դասերի համար համապատասխանաբար 0,08 մմ ու 0,20 մմ:

(3.1) Բանաձևը կիրառվում է ավելի բարձր դասերի նիվելիրացման ցանցերի ճշտությունը գնահատելու համար: III ու IV դասերի ցանցերի ճշտությունը գնահատելու համար բավարար է գործածել (3.1) բանաձևի առաջին անդամը: Քանի որ σ արժեքը η -ի նկատմամբ համեմատաբար փոքր է, ելնելով դրանից՝ III ու IV դասերի ցանցերի համար կարող ենք գրել՝

$$m_h = \eta\sqrt{L}: \quad (3.2)$$

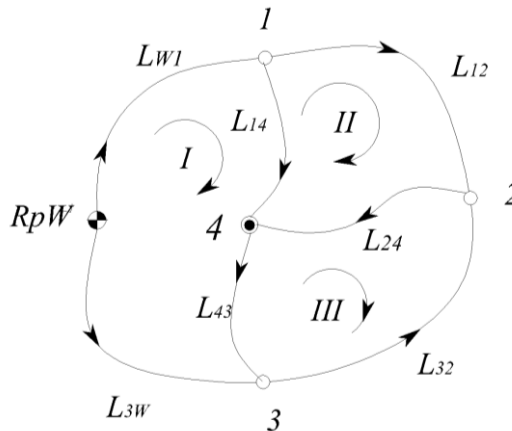
Բոլոր L ընթացքների վերազանցումների կշիռը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$P = \frac{c}{m_h^2}, \quad (3.3)$$

որում c -ն այն գործակիցն է, որը պետք է ընդունել այնպես, որ կշիռը մոտավորապես հավասար լինի մեկի:

Սահմանային թուլատրելի մեկ կիլոմետր ընթացքի սխալների համար վերցվում է 2 գործակիցը, իսկ պատասխանատու աշխատանքի համար՝ 2,5 անգամ ավելի, քան միջին քառակուսային սխալները:

Բարձունքային ինժեներագեոդեզիական ցանցերի նախագծերի ճշտության գնահատումն իրականացվում է նույն եղանակներով, ինչ պլանային ցանցերում, այն է՝ կորելատների, պարամետրական, հաջորդական մոտարկումներով կամ համարժեք փոխարինման:



Նկ. 3.5. Բարձունքային ցանցի նախագծի գնահատման սխեմա

Նկար 3.5-ում ցույց է տրված յոթ ընթացքներից բաղկացած նիվելիրացման ցանց՝ նախապես ընտրված հանգուցային կետերով ու հենանիշով: Համառոտ դիտարկենք նման ցանցի ճշտությունը հաջորդական մոտարկումների մեթոդով գնահատելու կարգը:

Առաջին փուլում, հաշվի առնելով նիվելիրացման դասը, յուրաքանչյուր ընթացքի համար վերազանցումների ՄՔՄ-ներն ու դրանց կշիռները հաշ-

վարկվում են՝ օգտագործելով (3.2) ու (3.3) բանաձևերը: Այնուհետ հաշվարկվում են հանգուցային կետերի կշիռներն ու դրանց ՄՔՄ-ները հետևյալ բանաձևերով՝

$$P_i = \sum P_{ik}; \quad m_i^2 = \frac{c}{P_i}; \quad (3.4)$$

Դրանից հետո ուղղակիորեն անցնում ենք մոտարկումներին: Յուրաքանչյուր հաջորդ մոտարկման ժամանակ հանգուցային կետերից եկող ընթացքներում հաշվի են առնվում նախորդ մոտարկմամբ ստացված այդ կետերի սխալները: Բոլոր մոտարկումներում սկզբնական հենանիշների սխալները վերցվում են զրոյին հավասար: Մոտարկումները կատարվում են այնքան ժամանակ, մինչև վերջին երկու մոտարկումներում նույն հանգուցային կետի համար ստացվեն ՄՔՄ-ների գրեթե նույն արժեքները: Այսպիսով՝ (3.2), (3.3) և (3.4) բանաձևերով հաշվարկներից հետո կարելի է գտնել բոլոր m_1 , m_2 , m_3 ու m_4 չորս հանգույցների միջին քառակուսային սխալները:

Ելային տվյալների սխալների ազդեցությունը հանգուցային կետերի սխալների վրա հաշվի առնելու համար հաշվարկվում են դրանց միջին արժեքը յուրաքանչյուր հանգուցային կետի ու ընդհանուր սխալի համար: Առաջին կետի համար ելային տվյալների սխալները կլինեն W , 4 ու 2 կետերի սխալները: W կետի սխալը՝ որպես ելային հենանիշ, ընդունվում է $m_w = 0$:

Այսպիսով՝ ելային տվյալների սխալների ազդեցությունն առաջին հանգուցային կետի սխալի վրա կարելի է գտնել հետևյալ բանաձևով՝

$$M_1^2 = \frac{m_w^2 + m_4^2 + m_2^2}{3},$$

և հաշվի առնելով բուն կետի սխալը՝ առաջին մոտարկումից ստանում ենք առաջին հանգուցային կետի ընդհանուր սխալը՝

$$M_{1\text{ընդ.}}^2 = M_1^2 + m_1^2: \quad (3.5)$$

Նման հաշվարկները, որոնք կազմում են առաջին մոտարկումը, կատարվում են յուրաքանչյուր հանգուցային կետի համար: Երկրորդ մոտարկման հաշվարկները կատարվում են՝ հաշվի առնելով հանգուցային կետի սխալների նոր արժեքները և շարունակվում են այնքան ժամանակ, մինչև դրանց արժեքները համընկնեն հաջորդ երկու մոտարկումներին:

3.3. Նիվելիրացման ցանցերի հավասարակշռում

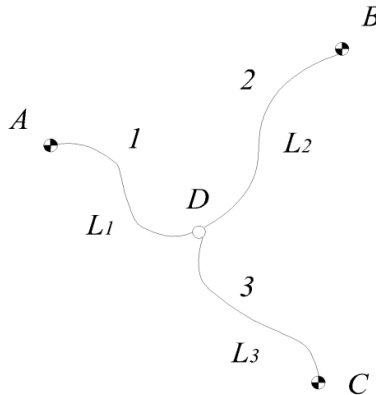
Դաշտային աշխատանքն ավարտելուց հետո կատարողը նյութեր է հավաքում նիվելիրի ու չափաձողերի ուսումնասիրության ու նիվելիրացման ընթացքների վերաբերյալ, համաձայն «I, II, III ու IV դասերի նիվելիրացման հրահանգի» պահանջների՝ կազմվում են ընթացքների սխեմաները, անկապ-

ների վերաբերյալ տվյալներն ու կատարված աշխատանքի վերաբերյալ հաշվետվությունը:

Խոշոր քաղաքներում նիվելիրացման աշխատանքների համար հիմք կարող է ծառայել II դասի նիվելիրացման ցանցը, որը կապակցված է պետական - նիվելիրացման ցանցի հետ և հաջորդաբար խտացվում է ցածր դասերի ցանցերով ու անցումներով: Նման ցանցերի կարգավորումն իրականացվում է առանձին՝ նիվելիրացման դասերով՝ ըստ նվազագույն քառակուսիների մեթոդի:

Հավասարակշռման հաշվարկները կատարվում են համակարգչային ծրագրերով, որոնց ընտրությունը կախված է դրանց առկայությունից, նախասիրություններից ու տվյալ կազմակերպության անձնակազմի պատրաստվածության մակարդակից: Այնուամենայնիվ, ինչ-ինչ պատճառներով համապատասխան ծրագրային փաթեթի բացակայության դեպքում, ինչպես նաև ինքնագիտական նպատակներով, պարզ ցանցերը կարող են հավասարակշռել պարզ հանգույցների, էկվիվալենտ փոխարկման կամ հաջորդական մոտարկումների մեթոդներով: Նշված մեթոդները հանգեցնում են նույն արդյունքների, հետևաբար դրանցից մեկի օգտագործումը պայմանավորված է կա՛մ ցանցի ձևով, կա՛մ հաշվողի նախասիրություններով: Որպես օրինակ դիտարկենք III դասի պարզ մեկ հանգույցով ցանցի ճշտության մեխանիզմը:

Նկար 3.6-ում ցույց է տրված ընթացքների սխեմա, որոնք հատվում են D կետում և հենվում են հայտնի բարձրություններով բարձր A, B ու C դասի կետերին:



Նկ. 3.6. Մեկ հանգույցով նիվելիրացման ցանցի սխեմա

D կետի նշանը (H_D) կարելի է հաշվարկել երեք անգամ՝ հիմնվելով 1-ին, 2-րդ ու 3-րդ ընթացքների երկայնքով նիվելիրացման արդյունքների հիման վրա: Այդ նշանները նշանակենք համապատասխանաբար որպես H_1, H_2 , ու H_3 :

Եթե ընթացքների երկարությունները համապատասխանաբար հավասար են L_1 , L_2 ու L_3 , ապա ստացված նշանների կշիռները համապատասխանաբար կլինեն $p_1 = \frac{1}{L_1}$; $p_2 = \frac{1}{L_2}$:

Համաձայն ընդհանուր միջին թվաբանականի բանաձևի՝ մենք ստանում ենք՝

$$H_D = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}. \quad (3.6)$$

Այս բանաձևով հաշվարկները բավականին հոգնեցուցիչ են, քանի որ պետք է կատարել մեծ թվերի բազմապատկում, ուստի այս բանաձևը որոշակիորեն փոխակերպենք հետևյալ ձևով՝

$$H_1 = H_0 + \Delta_1, H_2 = H_0 + \Delta_2, H_3 = H_0 + \Delta_3, \quad (3.7)$$

որում H_0 -ն մոտ է H_D -ին ու դրա մոտավոր արժեքին: Այս արժեքը փոխարինելով (3.6)-ով՝ որոշ փոխակերպումներից հետո ստանում ենք՝

$$H_D = H_0 + \frac{\Delta_1 p_1 + \Delta_2 p_2 + \Delta_3 p_3}{p_1 + p_2 + p_3} = H_0 + \frac{[p\Delta]}{[p]}: \quad (3.8)$$

Կշռի միավորի միջին քառակուսի սխալը μ -ն հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{k-m}}, \quad (3.9)$$

որում k -ն ընթացքների թիվն է, m -ը՝ հանգույցների թիվը, v -ն՝ հանգույցի կետի հաշվարկված մոտավոր բարձրության ու դրա ճշտված արժեքի տարբերությունը, հակառակ դեպքում՝ մնացորդային շեղումները, այսինքն՝

$$v_1 = H_D - H_1, v_2 = H_D - H_2, v_3 = H_D - H_3: \quad (3.10)$$

Հանգուցային կետի բարձրության ճշտված M_D ՄՔՍ արժեքը կլինի՝

$$M_D = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}: \quad (3.11)$$

Հավասարակշռումը սկսվում է վերազանցումների տեղեկագրի կազմմամբ՝ ըստ ընթացքների (Աղ. 3.3):

Իմանալով ելային հենանիշների բարձրություններն ու ընթացքների երկայնքով վերազանցումը՝ հաշվարկեք հանգուցային կետի բարձրությունը՝ H_D .

Աղյուսակ 3.3.

Վերազանցումների տեղեկագիր

Ընթացք	Ընթացքի երկար., կմ	Կայանների թիվը	Վերազանցումների գումարը [h]	Ելային հենանիշի բարձրությունը
$RpA - RpD$	3,7	42	+2,841	134,741 մ
$RpB - RpD$	2,2	20	- 2,247	139,834 մ
$RpC - RpD$	1,7	12	+6,070	131,520 մ

$$H_1 = R_pA + [h]_1 = 134,741 + 2,841 = 137,582 \text{ մ},$$

$$H_2 = R_pB + [h]_2 = 139,834 - 2,247 = 137,587 \text{ մ},$$

$$H_3 = R_pC + [h]_3 = 131,520 + 6,070 = 137,590 \text{ մ}:$$

Ընդունենք k -ի արժեքը հավասար է ամենաերկար ընթացքի կայանների թվին, այսինքն՝ $k = 42$, ապա նիվելիրացման ընթացքների կշիռները կլինեն.

$$p_1 = 42/42 = 1.0,$$

$$p_2 = 42/20 = 2.1,$$

$$p_3 = 42/12 = 3.5:$$

Մոտավոր արժեք ընդունելով $H_0 = 137,582$ մ հանգուցային կետի բարձրությունը, օգտագործելով (3,8) բանաձևը՝ գտնում ենք դրա միջին կշռի արժեքը.

$$H_D = 137,582 + (0 \times 1,0 + 5 \times 2,1 + 8 \times 3,5)/6,6 = 137,52 + 38,5:6,6 = 137,5878 \text{ մ}:$$

ԳԼՈՒԽ 4

ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՐԲԱՆՅԱԿԱՑԻՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄ

4.1. Կոորդինատային համակարգեր արբանյակային գեոդեզիայում⁵

Գեոդեզիայում ուղղակիորեն չափվող մեծությունները գծերի կամ հեռավորությունների երկարությունն են, անկյունային մեծությունները՝ ուղղաձիգ անկյուններն (գենիթային հեռավորությունները) ու ուղղությունների միջև հորիզոնական անկյունները: Բացի դրանից՝ գեոդեզիայում չափվում են ժամանակն ու ձգողական ուժի արագացումը:

Գեոդեզիական չափումների վերջնական արդյունքն Երկրի մակերևույթի հիմնակետերի հաշվարկված կոորդինատներն են, այլ կերպ ասած՝ կետերի գտնվելու տեղը (տեղադիրքը): Հետևաբար գեոդեզիական չափումները ծառայում են որպես Երկրի ֆիզիկական մակերևույթի մաթեմատիկական նկարագրության աղբյուր միասնական կոորդինատային համակարգում:

Գեոդեզիական չափումների արդյունքները՝ որպես ելային տվյալներ գեոդեզիական խնդիրների լուծման համար, արտահայտված են երկրաչափական պատկերների տեսքով Էլիպսոիդիային հարաբերական մակերևույթին, որն ամենալավն է համապատասխանում Երկրի ձևին: Երկրի Էլիպսոիդի պարամետրերը բազմիցս որոշվել են տարբեր երկրների գիտնականների կողմից՝ աստղագիտական-գեոդեզիական, ծանրաչափական ու ավելի ուշ արբանյակային չափումների տվյալների հիման վրա: Տարբեր երկրներ օգտագործում են տարբեր Էլիպսոիդներ:

Գեոդեզիական տվյալներ են կոորդինատները, հեռավորությունները, ազիմուտներն ու դիրեկցիոն անկյունները, հորիզոնական անկյուններն ու հորիզոնական ուղղությունները, ձգողական ուժի անոմալիաները, գծերի շեղումները, Էլիպսոիդից վերն գտնվող քվադրանտների բարձրությունները: Գեոդեզիական բոլոր տվյալները կապված են տիեզերքում ու Երկրի մակերևույթի կոնկրետ կետերի դիրքերի հետ: Հետազոտության բոլոր տվյալները սահմանվում են (չափվում կամ հաշվարկվում են) կոորդինատային կոնկրետ համակարգում: Գեոդեզիայում օգտագործում են գեոդեզիական, երկրակենտրոն (համերկրային) ու ռեֆերենց կոորդինատային համակարգեր:

Այս առումով կիրառական գեոդեզիայում լայնորեն տարածված են X, Y, Z տարածական ուղղանկյուն կոորդինատային մաթեմատիկական համա-

⁵ Սույն բաժինի շարադրման հիմք են ընդունվել [33, 39, 40, 59] նորմատիվ տեխնիկական ակտերն ու աղբյուրները:

կարգերը (աբսցիսների, օրդինատների առանցքներ ու համապատասխան ուղղաձիգի (ապլիկատ)), գեոդեզիական կոորդինատները B, L, H՝ լայնություն, երկայնություն ու բարձրություն (նորմալ կամ գեոդեզիական): Բացի դրանից՝ օգտագործվում են x, y հարթ ուղղանկյուն կոորդինատներ:

Գեոդեզիական համերկրային (երկրակենտրոն) կոորդինատային համակարգերը հիմնավորված են հետևյալ դրույթներով.

- տարածական ուղղանկյուն կոորդինատների մաթեմատիկական համակարգի սկզբնակետը գտնվում է Երկրի զանգվածի կենտրոնում,
- Z առանցքը զուգահեռ է ընդունված Միջազգային պայմանական ուղղությանը,
- XOZ հարթությունը զուգահեռ է սկզբնական աստղագիտական միջօրեականի հարթությանը:

Գեոդեզիական ռեֆերենց կոորդինատային համակարգերը հիմնված են վերջին երկու դրույթներով: Դրանցում տարածական ուղղանկյուն կոորդինատների մաթեմատիկական համակարգի սկզբնակետը չի համընկնում Երկրի զանգվածի կենտրոնին:

Համերկրային (երկրակենտրոն) կոորդինատային համակարգերը ներառում են.

- Համաշխարհային գեոդեզիական համակարգ (WGS-84)-Համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգ-ԱՄՆ-ում մշակված գեոդեզիական պարամետրերի համակարգ,
- Պետական երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգ «Երկրի պարամետրեր 1990» (PZ-90) - Ռուսաստանի Դաշնությունում մշակված գեոդեզիական պարամետրերի համակարգ,
- Երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգ «Երկրի պարամետրերը 1990 թ. վերանայված տարբերակ «(PZ-90.02)-Ռուսաստանի Դաշնությունում մշակված գեոդեզիական պարամետրերի համակարգ:

Ռեֆերենց համակարգերն են.

- 1942 թ. ԽՍՀՄ-ում մշակված պետական գեոդեզիական կոորդինատային համակարգը (СК-42),
- 1995 թ. Ռուսաստանի Դաշնությունում մշակված պետական գեոդեզիական կոորդինատային համակարգը (СК-95),
- այլ պետությունների ազգային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգեր, որոնք ունեն իրենց անունները, օրինակ՝ ՀՀ-ում ԱԳՑ-ն ARMREF 02 համակարգը:

Գեոդեզիական կոորդինատային համակարգերում էլիպսոիդները կողմնորոշվում են տարածական ուղղանկյուն կոորդինատների մաթեմատիկական համակարգի նկատմամբ հետևյալ կերպ.

- Էլիպսոիդի կենտրոնը համընկնում է տարածական ուղղանկյուն կոորդինատների մաթեմատիկական համակարգի սկզբնակետին,
- Էլիպսոիդի փոքր առանցքը համընկնում է Z առանցքին,
- սկզբնական (գրոյական) գեոդեզիական միջօրեականի հարթությունը համընկնում է XOZ հարթությանը:

Նույն Էլիպսոիդի գեոդեզիական տվյալները տարբեր կոորդինատային համակարգերում արտահայտվում են տարբեր մեծություններով, օրինակ՝ CK-42 ու CK-95 կոորդինատային համակարգերում Կրասովսկու Էլիպսոիդի վերնում գտնվող քվադրգեոիդի բարձրությունները տարբեր են:

Ռուսաստանի Դաշնությունում գեոդեզիական աշխատանքների համար օգտագործվում է Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիան՝ Կրասովսկու Էլիպսոիդի տարրերով: CK-42 ու CK-95 կոորդինատային համակարգերում Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայի գեոդեզիական տվյալները տարբեր են: Բացի Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայից՝ օգտագործվում է նույն պրոյեկցիան տեղական կոորդինատային համակարգերում:

Հայաստանի Հանրապետության գեոդեզիական կոորդինատային համակարգերի ստեղծման բնութագրերի մասին տվյալները տրված են սույն աշխատության Գլուխ 1-ում:

Այսպիսով՝ արբանյակային չափումների ժամանակ օգտագործվում են երկու կոորդինատային համակարգեր, որոնցից մեկը կոշտ կապված է Երկրի հետ (երկրային կամ գեոդեզիական կոորդինատային համակարգն է), իսկ մյուսը՝ շրջակա տարածությունների հետ (աստղային): Արբանյակների շարժումը ուղեծրերում նկարագրվում է մեխանիկայի օրենքներով, իսկ արբանյակի ուղեծրի պարամետրերը՝ էֆեմերիդները, որոշվում են երկնային կոորդինատներով, որոնք ավելի խիստ են համապատասխանում իներցիոն հաշվարկային համակարգին: Հետևաբար արբանյակների երկնային կոորդինատների ու երկրի մակերևույթի կետերի գեոդեզիական կոորդինատների միջև կապը պետք է հայտնի լինի բավականաչափ բարձր ճշտությամբ: Բացի դրանից՝ նաև կարևոր է, որ արբանյակային պարամետրերը հիմնականում երկրային բնույթ ունեն, մինչդեռ վերգետնյա գեոդեզիական ցանցերը կարող են կապված լինել ինչպես ամբողջ երկրագնդի, այնպես էլ առանձին պետության կամ աննշան տարածաշրջանի հետ: Հետևաբար գլոբալ արբանյակային ցանցի ու տեղական գեոդեզիական ցանցերի միջև ճիշտ հաստատված հարաբերություններն ունեն բացառիկ նշանակություն:

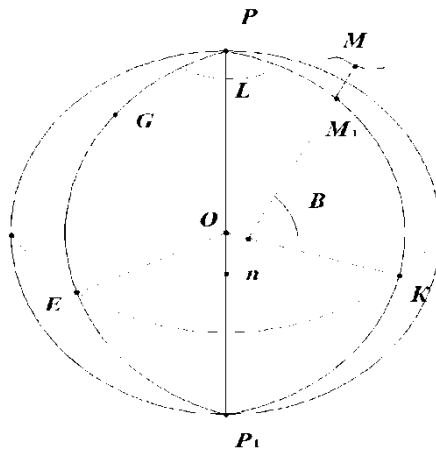
Էլիպսոիդային (գեոդեզիական) կոորդինատներ: Դիտարկենք որևէ M կետ երկրային մոտակա տարածության մեջ, որը գտնվում է ընդհանուր երկրային Էլիպսոիդի մակերևույթից դուրս: Այս կետից ուղղահայաց իջեց-

ներք էլիպսոիդի մակերևույթին և երկարացնենք այն մինչև հասարակածային հարթության հետ հատումը (Նկ. 4.1):

Էլիպսոիդի մակերևույթի վրա M կետի պրոյեկցիան M_1 կետն է: Այդ MM_1 հատվածը M կետի գեոդեզիական բարձրությունն է: Էլիպսոիդի վրա M_1 կետի դիրքը որոշվում է այդ կոորդինատային համակարգում երկու L ու B անկյուններով: B անկյունը, որով նշված ուղղահայացը հատում է հասարակածային հարթությունը, գեոդեզիական լայնությունն է: Այն վերաբերում է նաև M կետին, և՛ M_1 կետին: Գեոդեզիական երկայնությունը L -ն PGEՊ երկնիստ անկյունն է հիմնական միջօրեականի ու տվյալ կետով անցնող միջօրեականի հարթության միջև, այսինքն՝ PM_1KP_1 :

Գրինվիչի աստղադիտարանի վրայով անցնող միջօրեականն ամեն տեղ ընդունված է որպես երկայնությունների հաշվարկման սկզբնական միջօրեական:

Հյուսիսային կիսագնդում գտնվող կետերի լայնությունները կոչվում են հյուսիսային, հարավային կիսագնդի կետերի լայնությունները՝ հարավային: Հիմնական միջօրեականից արևելք գտնվող կետերն ունեն երկայնություններ, որոնք կոչվում են արևելյան, իսկ կետերը, որոնք գտնվում են հիմնական միջօրեականից արևմուտք, ունեն երկայնություններ և կոչվում են արևմտյան:



Նկ. 4.1. Գեոդեզիական կամ էլիպսոիդային կոորդինատներ

Կիսագնդերում կոորդինատների ուղղությունների փոփոխությունից խուսափելու համար, վերը նշվածների հետ մեկտեղ, օգտագործվում են լայնությունների փոփոխվող թվային կոորդինատներ՝ դեպի հարավային բևեռ՝ մինչև -90° , մինչև հյուսիսային բևեռ՝ $+90^\circ$: Երկայնությունները այս դեպքում տատանվում են 0° -ից մինչև 360° . արևելյան կիսագնդում՝ 0° -ից մինչև 180° , իսկ արևմտյան կիսագնդում՝ 180° -ից մինչև 360° : Այս դեպքում բացատրու-

թյունների կարիք չկա, թե որ կիսագնդերում է գտնվում ուսումնասիրվող կետը:

Ի տարբերություն գեոդեզիական կոորդինատների՝ աստղագիտական - կոորդինատները վերաբերում են մակարդակային մակերևութին և որոշվում են ըստ աստղագիտական լայնության ու երկայնության: Մակարդակային մակերևութը, իր հերթին, որոշվում է ուղղաձիգի գծով մակարդակային որպես նորմալ մակերևութ:

Աստղագիտական լայնությունը φ -ն տվյալ կետի ուղղաձիգ գծի ու հասարակածային հարթության հետ կազմված անկյունն է:

Աստղագիտական երկայնությունը λ -ն երկնիստ անկյուն է, որն առաջանում է սկզբնական ու վերջված կետի աստղագիտական միջօրեականների հարթություններից, մինչդեռ աստղագիտական միջօրեականի հարթությունը ընկալվում է որպես տվյալ կետի ուղղաձիգ գծի ու երկրի առանցքին զուգահեռ գծի միջև հարթություն:

Գեոդեզիական կոորդինատային համակարգն ունի մի շարք կարևոր առավելություններ.

ա) այն միատեսակ է էլիպսոիդի ամբողջ մակերևութի համար, հետևաբար միավորում է գեոդեզիական, հանութային ու քարտեզագրական նյութերն ընդհանուր կոորդինատային համակարգում ամբողջ երկրի մակերևութի համար,

բ) չի պահանջում որևէ լրացուցիչ ու օժանդակ կառուցվածք: Այս համակարգում կոորդինատային գծերը (միջօրեականներ ու զուգահեռներ) ուղղակիորեն կապված են էլիպսոիդի մակերևութին, և դրանց օգտագործումը քարտեզներ կազմելու, քարտեզագրական ու հանութային նյութեր կազմելու համար միավորված է մեկ ամբողջականության մեջ, նույնիսկ եթե այդ հանութագրման տարածքները տարբեր զանգվածներ են,

գ) որոշում է նորմալի դիրքն ընդունված ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևութի նկատմամբ, ինչը շատ կարևոր ու հարմար է երկրի ձևն ուսումնասիրելիս, ուղղաձիգի գծերի շեղումները որոշելիս, գիտական ու գործնական բնույթի այլ հետազոտություններ կատարելիս:

Գեոդեզիական աշխատանքում անպայմանորեն հաշվի են առնվում գեոդեզիական ու աստղաբաշխական կոորդինատների միջև եղած տարբերությունները՝ պայմանավորված ռեֆերենց էլիպսոիդի ընտրության, կողմնորոշման ու ուղղաձիգի գծերի շեղումների ազդեցությամբ:

Աստղագիտագեոդեզիական ուղղաձիգ գծերի շեղումը (երկրաչափական որոշումներով) ուղղաձիգ գծերի ու նորմալի ուղղությունների միջև կազմված անկյունն է ռեֆերենց էլիպսոիդի նկատմամբ:

Աստղագեոդեզիական ξ միջօրեականի հարթության ու η առաջին ուղղաձիգի հարթության շեղումով է որոշվում գեոդեզիական B, L ու աստղագիտական φ, λ կոորդինատների համեմատությունը.

$$\begin{aligned}\xi &= \varphi - B, \\ \eta &= (\lambda - L) \cos B:\end{aligned}$$

Գեոդեզիական A_g -ի ու տվյալ կետում որոշակի ուղղության $\alpha_{աստղ.}$ աստղագիտական ազիմուտների տարբերությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$A_q = \alpha_{աստղ.} - (\lambda - B) \sin \varphi + \frac{\eta \cos A_q - \xi \sin A_q}{\operatorname{tg} z},$$

որում z -ը տվյալ կետում զենիթային հեռավորության ուղղությունն է:

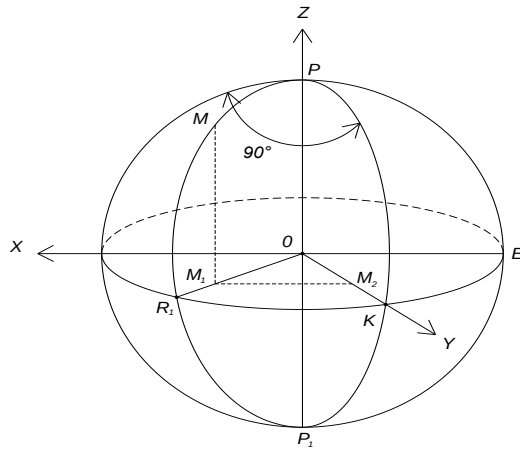
Ամբողջական ուղղաձիգի գծերի շեղումը (ֆիզիկական որոշմամբ)՝ u -ն, անկյուն է՝ կազմված իրական ու նորմալ գրավիտացիոն դաշտերի ուժի գծերի շոշափողների միջև, այսինքն՝ որոշվող կետում g իրական ծանրության ուժի ուղղության ու γ նորմալ ձգողական ուժի ուղղության միջև եղած անկյունն է:

Ուղղանկյուն տարածական կոորդինատներ X, Y, Z

Միջօրեականային հարթության վրա ξ ուղղաձիգի գծի շեղման բաղադրիչը (ֆիզիկական որոշմամբ) նորմալ դաշտի ուժի գծի շոշափողի ու իրական ծանրության դաշտի ուժի գծի պրոյեկցիայի միջև ընկած անկյունն է:

Որպես կոորդինատային սկզբնակետ վերցված է էլիպսոիդի O կենտրոնը: Որպես XOY հիմնական հարթություն ղիտարկվում է Երկրի հասարակածային հարթությունը: Որպես հիմնական OX կոորդինատային առանցք ընդունված է զրոյական միջօրեականի ու հասարակածային հարթության հատման կետը: OY առանցքը հատում է հասարակածը K կետում 90° երկայնությամբ: OZ առանցքը համընկնում է էլիպսոիդի պտտման առանցքին: Այս առանցքը պարտադիր չէ, որ համընկնի Երկրի պտտման առանցքին (Նկ. 4.2):

Այսպիսով՝ M կետի դիրքը տարածության մեջ որոշվում է կոորդինատներով՝ $X = M_1M_2, Y = OM_2, Z = MM_1$: Տարբերվում են իրարից իներցիոն ու Գրինվիչի կամ պտտվող տարածական ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգերը: Իներցիոն համակարգում OX առանցքն ուղղված է դեպի γ զարնանային հավասարագործին, իսկ OZ առանցքը համընկնում է Երկրի պտտման առանցքին կամ զուգահեռ է նրան և ուղղված է դեպի Երկրի հյուսիսային բևեռ: Այս կոորդինատային համակարգն օգտագործվում է նավարկման (նավիգացիոն) արբանյակների շարժերը գրանցելու համար:



Նկ. 4.2. Տարածական ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգ

Գրինվիչի համակարգում OX առանցքն ուղղված է Գրինվիչի միջօրեականի հատումը հասարակածին, իսկ XOZ հարթությունը տեղակայված է Գրինվիչի միջօրեականի հարթությանը: OZ առանցքը համընկնում է Երկրի պտտման առանցքին և ուղղված է Միջազգային պայմանական սկզբին: OY առանցքը լրացնում է համակարգը դեպի աջ: Քանի որ Երկիրը պտտվում է, ապա այս կոորդինատային համակարգը նույնպես պտտվում է:

Անցումն իներցիոն կոորդինատային համակարգից Գրինվիչի համակարգին իրականացվում է՝ իներցիոն համակարգը Z առանցքի շուրջ անկյան տակ պտտելով, որը թվայնորեն հավասար է Գրինվիչի իրական աստղային S ժամանակին:

Մ3 համակարգը ներառում է գեոդեզիական հիմնարար կառուցվածքներ, ընդհանուր երկրային էլիպսոիդի պարամետրեր ու Մ3 կոորդինատային համակարգ, որոնք ամրագրված են տիեզերական գեոդեզիական ցանցի հիմնականների կոորդինատներով: Բացի դրանից՝ Մ3 համակարգը ներառում է Երկրի գրավիտացիոն դաշտի մոդելի բնութագրերն ու փոխակերպման տարրերը Մ3 համակարգի ու Ռուսաստանի ազգային ռեֆերենց կոորդինատային համակարգերի միջև:

Մ3-90-02 ու Մ3-90 կոորդինատային համակարգերի միջև փոխակերպման տարրերի թվային արժեքներն ու կոորդինատային համակարգերը փոխակերպելիս դրանց օգտագործման կարգը տրված է ՀՍ ԳՕՍՍ Ռ 53611-2022-ում (լրացուցիչ մանրամասների համար տե՛ս [33, 39, 40]):

Մ3-90 ու Մ3-90-02 գեոդեզիական պարամետրերի համակարգերում համերկրային էլիպսոիդից վերցված են $a \text{ Մ3} = 6378136$ մ մեծ կիսաառանցք ու սեղմվածությունը՝ $\alpha \text{ Մ3} = 1 / 298,25784$:

Մ3 կոորդինատային համակարգի տեսական որոշումները հիմնված են հետևյալ դրույթների վրա.

- կոորդինատային համակարգի սկզբնակետը գտնվում է Երկրի զանգվածի կենտրոնում,
- Z առանցքն ուղղված է Միջազգային պայմանական սկզբին,
- X առանցքը գտնվում է Ժամանակի միջազգային բյուրոյի կողմից հաստատված առաջին աստղագիտական միջօրեականի հարթությունում,
- Y առանցքը լրացնում է ճիշտ աջակողմյան կոորդինատային համակարգին:

Մ3 համակարգում կետերի դիրքերը ստանում են տարածական ուղղանկյան կամ գեոդեզիական կոորդինատների ձև: Գեոդեզիական կոորդինատները վերաբերում են ընդհանուր երկրային էլիպսոիդին, որի չափն ու ձևը որոշվում են մեծ կիսաառանցքի ու սեղմվածության արժեքներով: Ընդհանուր երկրային էլիպսոիդի կենտրոնը համընկնում է Մ3 կոորդինատային համակարգի սկզբնակետին, էլիպսոիդի պտտման առանցքը՝ Z առանցքին, իսկ սկզբնական միջօրեականի հարթությունը՝ XOZ հարթությանը:

Գեոդեզիական համակարգի պարամետրեր «Համաշխարհային գեոդեզիական համակարգ» (WGS): WGS համակարգի պարամետրերի առաջին տարբերակը ներկայացվել է 1987 թ. հունվարի 1-ին, ենթարկվել է մի քանի փոփոխության, իսկ վերջինը՝ չորրորդը, ներկայացվել է 2002 թ. հունվարի 20-ին:

WGS գեոդեզիական համակարգի հաշվանքային մակերևույթը համերկրային էլիպսոիդն է՝ $a\text{WGS} = 6378137$ մ մեծ կիսաառանցքով ու $\alpha\text{WGS} = 1 / 298.257223563$ սեղմվածության պարամետրերով: Էլիպսոիդի կենտրոնը համընկնում է WGS կոորդինատային համակարգի սկզբնակետին, էլիպսոիդի պտտման առանցքը՝ Z առանցքին, իսկ հիմնական միջօրեականի հարթությունը՝ XOZ հարթությանը:

WGS համակարգում կետերի դիրքերը կարելի է որոշել ուղղանկյուն տարածական կամ գեոդեզիական կոորդինատների տեսքով:

WGS համակարգը ներառում է հետևյալ պարամետրերը՝ հիմնարար գեոդեզիական հաստատունները, WGS կոորդինատային համակարգը՝ ամրագրված տիեզերական գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կոորդինատներով, Երկրի ծանրաչափական (գրավիտացիոն) դաշտի մոդելի բնութագրերը: Բացի դրանից՝ WGS համակարգի պարամետրերը ներառում են համերկ-

րային էլիպսոիդի պարամետրերն ու փոխակերպման տարրերը WGS երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգի ու տարբեր ազգային կոորդինատային համակարգերի միջև:

Մ3-90 ու WGS կոորդինատային համակարգերի միջև փոխակերպման տարրերի թվային արժեքները, ինչպես նաև կոորդինատային համակարգերը փոխակերպելիս փոխակերպման տարրերի օգտագործման կարգը տրված է ԳՕՍՏ Ռ 51794-2008-ում: WGS կոորդինատային համակարգի տեսական սահմանումը հիմնված է Մ3-90 համակարգի դիրքերի վրա:

Գեոդեզիական ռեֆերենց հաշվանքում (Reference Systems) սահմանում են պարամետրեր, որոնք որոշում են Երկրի ձևը, չափը, գրավիտացիոն դաշտը՝ ամրագրելով Գրինվիչի երկրակենտրոն ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգը:

Երկրի ամենակարևոր պարամետրերից fM_e -ը գրավիտացիոն հաստատունի արտադրյալի զանգվածն է, W_e -ն՝ պտտման անկյունային արագությունը, a -ն՝ հասարակածային մեծ կիսաառանցքը, e -ն՝ սեղմվածությունը, c -ն՝ լույսի արագությունը վակուումում:

Աղյուսակ 4.1.

Երկրի ֆիզիկական պարամետրերը	
Պարամետր	Արժեքներ
fM_e	$398\,600,44\,10^9\,մ^3/վրկ^2$
W_e	$729\,2115\,10^{-11}\,ռադ/վրկ$
c	$299\,792\,458\,մ/վրկ$

Լույսի արագության ընդգրկումը պարամետրերի քանակում պայմանավորված է նրանով, որ ժամանակակից գծային չափումները հիմնված են էլեկտրամագնիսական ալիքների տարածման ժամանակի որոշման վրա, լույսի արագությունը սահմանում է գեոդեզիական կոնստրուկցիաների գծային մասշտաբը: Աղյուսակներ 4.1 ու 4.2-ում տրված են ֆիզիկական ու երկրաչափական որոշ պարամետրերի արժեքները:

Աղյուսակ 4.2.

Էլիպսոիդների երկրաչափական պարամետրերը		
Կոորդինատային համակարգեր	Կիսաառանցք a , մ	Սեղմվածությունը e
CK-42	6 378 245	1/298,3
Մ3-90	6 378 136	1/298,257 839 303
WGS-84	6 378 137	1/298,257 223 563
GRS-80	6 378 137	1/298,257 222 101

Ընդհանուր ընդունված (միջազգային) հաշվանքի համակարգերն են՝ IERS (Երկրի պտույտի միջազգային ծառայություն), դրա Եվրոպական ենթահամակարգը՝ ETRS (Եվրոպական ռեֆերենց համակարգ), GRS-80 համակարգը (գեոդեզիական ռեֆերենց համակարգ, 1980 թ.), որի պարամետրերը հիմք են դառնում Եվրոպայում, Ավստրալիայում ու Ամերիկայում մի շարք այլ համակարգերի համար:

Երկրի մակերևույթն ու բևեռները գեոդինամիկական գործընթացների մաս են. ամենօրյա պտույտի առանցքը շարժվում է Երկրի մարմնում և շարժվում է երկնային մարմինների նկատմամբ:

Հետևաբար Z առանցքը, ինչպես սահմանված է Երկրի պտույտի միջազգային ծառայության (IERS) առաջարկություններով, ուղղված է Պայմանական երկրային բևեռին (ՊԵԲ): ՊԵԲ կետը համապատասխանում է 1900-1905 թթ. միջին բևեռին, որն ուղղվել է նուտացիայով. X առանցքը գտնվում է Գրինվիչի միջօրեականի հարթությունում, այս դեպքում X ու Y առանցքները գտնվում են հասարակածային հարթության վրա՝ կազմելով աջակոդմյան կոորդինատային համակարգ:

Կոորդինատային համակարգի սկիզբը գտնվում է Երկրի զանգվածի կենտրոնում: Կոորդինատային համակարգերի անբաժանելի մասն են կազմում գեոդեզիական հիմնային ցանցերը (Reference Frame): Դրանք ամրագրում են կոորդինատային համակարգի դիրքն Երկրի մարմնում: Համերկրային կոորդինատային համակարգերի տարբերությունները պայմանավորված են հենց գեոդեզիական ցանցերի կառուցման ու մշակման առանձնահատկություններով: IERS-ը ստեղծել է ITRF (IERS Terrestrial Reference Frame) կայանների ցանց՝ օգտագործելով տիեզերական գեոդեզիայի նորագույն մեթոդները: Ցանցերը 10 սմ ճշտությամբ տեղակայված են Երկրի զանգվածի կենտրոնում, Z առանցքն ուղղված է պայմանական Երկրի բևեռին՝ աղեղի հարյուրերորդական վայրկյան ճշտությամբ, և X առանցքը տեղակայված է Գրինվիչի միջօրեականի հարթությունում՝ վայրկյանի հազարերորդական ճշտությամբ: Ժամանակի ընթացքում հիմնային ցանցերի հիմնակետերի երկրակենտրոն կոորդինատները փոփոխվում են, դրանք վերափոխվում են գեոդինամիկական շարունակական գործընթացների պատճառով: Այդ փոփոխությունները կարող են հասնել տարեկան 1-2 սմ-ի: Հետևաբար կոորդինատների ցանկերը (կատալոգները) թարմացվում են, և նշում են դրանց ժամանակաշրջանը, օրինակ՝ ITRF-89, ITRF-94, ITRF-00, ITRF-05, ITRF-08, ITRF-20 և այլ տվյալներ:

1987 թ. Միջազգային գեոդեզիայի ասոցիացիան ձևավորեց ենթահանձնաժողով՝ ստեղծելու Եվրոպական երկրային ռեֆերենց համակարգ (ETRS):

ETRS համակարգին են պատկանում EUREF (European Reference Frame) ցանցերը, որոնք միավորում են եվրոպական երկրների գեոդեզիական ցանցերը մեկ միասնական կոորդինատային համակարգում: Սկզբում այդ ցանցերը բաղկացած էին տիեզերական գեոդեզիայի ժամանակակից մեթոդներով որոշված 35 հիմնակետից: Մինչև 1989 թվականին EUREF-89 ցանցն արդեն պարունակում էր 93 հիմնակետ: Շարունակվում է EUREF գեոդեզիական ցանցերի զարգացումը:

Նախկինում ստեղծված GRS-80 համակարգը (Geodetic Reference System, 1980 թ.), որի պարամետրերը հիմք են ծառայել Եվրոպայում, Ավստրալիայում ու Ամերիկայում մի շարք կոորդինատային այլ համակարգերի համար, պատկանում է համերկրայինին: Ներկայումս աշխարհում արբանյակային դիրքորոշման համակարգերի լայն կիրառմամբ մեծ տարածում է գտել WGS-84 կոորդինատային համակարգը (World Geodetic System, 1984 թ.): Դրանով իրականացվում են ITRF տիպի կոորդինատներ: Այս համակարգի սկիզբը տեղակայված է Երկրի զանգվածի կենտրոնում մոտ 0,05 մ ճշտությամբ, որի ֆիզիկական պարամետրերը գործնականում համապատասխանում են GRS-80 համակարգի պարամետրերին:

Ռուսաստանում առանց արևմտյան երկրների հետ ինտեգրվելու ստեղծվել է **ПЗ-90** համակարգը (*Параметры Земли 1990 г.*): **ПЗ-90** համակարգն ամրագրված է Ռուսաստանի տիեզերական գեոդեզիական ցանցի երեք տասնյակ կառավարման հիմնակետերի կոորդինատներով, այդ թվում՝ 7 հիմնակետ տեղադրված է Անտարկտիդայում: Դրանց միջև մինչև 10000 կմ հեռավորության վրա գտնվող հիմնակետերի դիրքի հարաբերական սխալը չի գերազանցում 30 սմ-ը: Կոորդինատների սկզբնակետը հավասարեցված է Երկրի զանգվածի կենտրոնին մոտ 1 մ ճշտությամբ:

Միջազգայինից բացի՝ կան ազգային հաշվանքի համակարգեր, որոնք մեզ մոտ կոչվում են ռեֆերենց համակարգեր: Դրանց էլիպսոիդների կենտրոնները հաճախ չեն համընկնում Երկրի զանգվածի կենտրոնին: Դրանք սահմանում են քվադրերկրակենտրոն կոորդինատներ, օրինակ՝ 1942 թ. Կրասնովոդսկի ռեֆերենց էլիպսոիդի կոորդինատային համակարգում (СК-42) էլիպսոիդի կենտրոնը Երկրի զանգվածի կենտրոնից տեղաշարժված է ավելի քան 155 մ-ով:

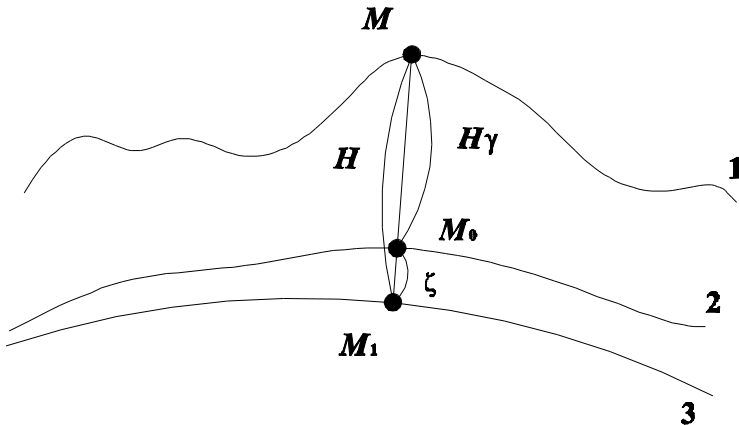
Տիեզերքում կետի դիրքը, որը որոշվում է նշված երկրակենտրոն համակարգերի կոորդինատներով, կարող է տարբերվել մինչև տասը մետր: Երկրակենտրոն ու քվադրերկրակենտրոն համակարգերի կոորդինատների տարբերությունները շատ ավելի մեծ են և կարող են գերազանցել հարյուր մետրը:

ՀՀ բարձունքային համակարգը ամրացված է պետական բարձունքային նիվելիրացման նշանների (հենանիշներ, դրոշմանիշներ) ցանցով: Երկրի մակերևույթի M կետի H գեոդեզիական բարձրությունը (Նկ. 4.3) որոշվում է էլիպսոիդից նորմալի երկայնքով ու MM_1 հեռավորությամբ: Բարձրության այս հասկացությունը կիրառվում է արբանյակային չափումների մեջ: Երկրի մակերևույթի հիմնակետերի գեոդեզիական բարձրությունները հնարավոր չէ ուղղակիորեն չափել: Հետևաբար այն ընդունված է երկու բաղադրիչ մասով, որոնցից յուրաքանչյուրը որոշվում է առանձին:

Երկրի ֆիզիկական մակերևույթի ցանկացած կետի գեոդեզիական բարձրությունը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$H_M^I = \xi_M + H_M^Y, \quad (4.1)$$

որում ξ_M -ը, այսպես կոչված, բարձրության անոմալիա է, H_M^Y -ն՝ տվյալ կետի նորմալ բարձրությունը:



Նկ. 4.3. Կետի գեոդեզիական բարձրությունն ու դրա բաղադրիչները

Հայաստանի Հանրապետությունում, ինչպես նաև նախկին Խորհրդային Միության այլ երկրներում, օգտագործվում են հենց քարտեզների վրա նշված նորմալ բարձրությունները՝ ի տարբերություն օրթոմետրիկ բարձրությունների:

Օրթոմետրիկ բարձրությունները չափվում են գեոիդի մակերևույթից: Բարձրությունների այս համակարգը կիրառվում է եվրոպական ու ամերիկյան երկրների մեծ մասում: Նորմալ բարձրության համակարգի առավելությունն այն է, որ նորմալ բարձրությունը խստորեն որոշվում է վերգետնյա չափումներով: Նորմալ H_M^Y բարձրությունները որոշվում են երկրաչափական նիվելիրացմամբ, իսկ բարձրության անոմալիաները՝ ծանրության ուժի արագացման չափումներով:

Ընդունված կոորդինատային համակարգում հիմնակետերի դիրքը սահմանվում է հետևյալ կոորդինատներով.

- տարածական ուղղանկյուն կոորդինատներ X, Y, Z (Z առանցքի ուղղությունը համընկնում է ռեֆերենց էլիպսոիդի պտտման առանցքին, X առանցքը գտնվում է հիմնական միջօրեականի հարթությունում, իսկ Y առանցքը լրացնում է համակարգը դեպի աջ, կոորդինատային համակարգի սկիզբը ռեֆերենց էլիպսոիդի կենտրոնն է),
- գեոդեզիական կոորդինատները՝ լայնություն - B , երկայնություն - L , բարձրություն - H ,
- հարթ ուղղանկյուն կոորդինատներ x ու y ՝ հաշվարկված Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայում:

Գեոդեզիական H բարձրությունը ձևավորվում է որպես նորմալ բարձրության ու հաշվանքի էլիպսոիդից վերև գտնվող քվադրիգեոիդի բարձրության գումարից:

Գեոդեզիական հիմնակետերի նորմալ բարձրությունները որոշվում են 1977 թ. Բալթյան բարձունքային համակարգում, որի սկիզբը Կրոնշտադտի ֆուտշտոկի զրոն է, իսկ քվադրիգեոիդի բարձրությունները հաշվարկված են Կրասովսկու էլիպսոիդից վերև:

Նորմալ բարձրությունների ճշտությունը, կախված դրանց որոշման եղանակից, բնութագրվում է հետևյալ միջին քառակուսային սխալներով.

- I ու II դասերի նիվելիրացման ցանցերի հավասարակշռումից հանրապետությունում միջինը 6-10 սմ,

- 0,2-0,3 մ աստղագիտագեոդեզիական որոշումներով ՊԳՑ ստեղծելիս:

Աստղագիտագրավիմետրական եղանակով քվադրիգեոիդի վերազանցումները որոշելիս ճշտությունը բնութագրվում է միջին քառակուսային հետևյալ սխալներով.

- 6-9 սմ՝ 10-20 կմ հեռավորությունների վրա,

- 0,3-0,5 մ՝ 1000 կմ հեռավորության վրա:

CK-95 կոորդինատային համակարգը տարբերվում է CK-42 կոորդինատային համակարգից.

- 1000 կմ-ից ավելի հեռավորությունների վրա կոորդինատների որոշման ճշտությունը՝ 10-15 անգամ, հարակից կետերի փոխադարձ դիրքի ճշտությունը՝ պետական գեոդեզիական ցանցում միջինը 2-3 անգամ,

- կոորդինատային համակարգի բաշխման ճշտությունը նույնն է Ռուսաստանի Դաշնության ողջ տարածքում ու ԽՍՀՄ-ի կազմում գտնվող երկրների համար, այդ թվում՝ Հայաստանի Հանրապետությունում,

- պետական գեոդեզիական ցանցի տարածաշրջանային ձևախախտումների բացակայությունը, որը 1942 թ. կոորդինատային համակարգում հասնում է մի քանի մետրի,
- գլոբալ արբանյակային նավարկման GLONASS ու GPS համակարգերի օգտագործման վրա հիմնված բարձր արդյունավետ գեոդեզիական ապահովման համակարգի ստեղծման հնարավորությունը:

Ներկայումս գեոդեզիական պրակտիկայում տարածված է փոխակերպման անալիտիկ մեթոդը՝ կիրառելով ուղղանկյուն կոորդինատների փոխակերպումը: Այս մեթոդի մաթեմատիկական մոդելը ենթադրում է, որ նույն հիմնակետն ունի տարբեր արժեքներ երկու տարածական ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգերում՝ պայմանավորված այն հանգամանքով, որ.

- կա տեղաշարժ այդ համակարգերի սկզբնակետերի միջև, որոնք նկարագրված են x, y, z պարամետրերով,
- այդ համակարգերի համանուն առանցքների միջև կան անկյուններ՝ հաշվի առնելով w_x, w_y, w_z պարամետրերը,
- գոյություն ունեն երկարության մասշտաբների տարբերություններ, որոնք հաշվի են առնվում մասշտաբի m գործակիցով:

Որևէ այլ պատճառներով ստացված լրացուցիչ տարբերությունները բավականաչափ փոքր են և չեն կարող դիտարկվել:

Նախկին ԽՍՀՄ-ում տարածքի համար մշակվել է 1963 թ. կոորդինատային համակարգը՝ առանձին բլոկների տեսքով: Յուրաքանչյուր բլոկ հարթ ուղղանկյուն կոորդինատների անկախ տեղական համակարգ է:

Բացի նշված տեղական համակարգերից՝ երկրի տարածքում մշակվել են մի քանի հազար տեղական կոորդինատային համակարգեր՝ իրենց սեփական բնավորություններով:

Գեոդեզիական ու տեղագրական աշխատանքների համար օգտագործվում է նաև հարթ ուղղանկյուն կոորդինատների համակարգ եռաստիճան Գաուսի պրոյեկցիայում: Նշված հարթ ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգը տեղական կոորդինատային համակարգ չէ:

Կոորդինատային համակարգերի փոխհարաբերությունները: Մեկ գեոդեզիական կոորդինատային համակարգից մյուսի գեոդեզիական տվյալները վերահաշվարկելու համար օգտագործվում են կապի հետևյալ պարամետրերը՝ $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ – գծային կապի պարամետրեր, $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – անկյունային պարամետրեր, m – մասշտաբի, ռադիաններով պարամետր:

Այսպիսով՝ եռաչափ փոխակերպում կատարելու համար անհրաժեշտ է բավարար ճշտությամբ իմանալ փոխակերպման յոթ պարամետր՝ երեք գծային տեղաշարժի, երեք անկյունային պտտման ու մեկ մասշտաբի գործակիցները:

Համակարգերի կապի համար որոշվում է 3 գծային պարամետր: Եթե սկզբի համակարգի տվյալները նշանակենք 1 ինդեքսով, վերահաշվարկվող համակարգը՝ 2 ինդեքսով, **տարածական ուղղանկյուն կոորդինատների տարբերությունները** հաշվարկվում են հետևյալ հարաբերություններով [19]՝

$$\begin{aligned}\Delta X_2 &= \Delta X_1 - \omega_y \Delta Z_1 + \omega_z \Delta Y_1 + m \Delta X_1, \\ \Delta Y_2 &= \Delta Y_1 + \omega_x \Delta Z_1 - \omega_z \Delta X_1 + m \Delta Y_1, \\ \Delta Z_2 &= \Delta Z_1 - \omega_x \Delta Y_1 + \omega_y \Delta X_1 + m \Delta Z_1:\end{aligned}\quad (4.2)$$

Տարբեր կոորդինատային համակարգերի կապերի համար ΔX , ΔY , ΔZ և ω_x , ω_y , ω_z փոխակերպման տարրերի արժեքները տրված են, օրինակ, ԳՕՍՏ Ռ 51794-2008-ում:

Եռաչափ փոխակերպումն օգտագործվում է խոշոր ցանցերում, որոնց չափերը գնահատվում են հազարավոր կիլոմետրեր: Ավելի փոքր չափերի ինժեներագեոդեզիական ցանցերում օգտագործվում են երկչափ փոխակերպումներ, որոնք գործնականում ամենատարածվածն են: Այդ դեպքում մասշտաբի գործակիցն ու անկյունային պարամետրերը չեն որոշվում: Միայն երկու պարամետրերի տեղաշարժը որոշելու համար երեք ելային հիմնակետերից որպես գլխավորը ընտրվում է մեկը: Նման հիմնակետը, որպես կանոն, պետք է գտնվի գեոդեզիական ցանցի կենտրոնին մոտ:

$$\begin{aligned}X_2 &= X_1 + \Delta X - \omega_y Z_1 + \omega_z Y_1 + m X_1, \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y + \omega_x Z_1 - \omega_z X_1 + m Y_1, \\ Z_2 &= Z_1 + \Delta Z - \omega_x Y_1 + \omega_y X_1 + m Z_1:\end{aligned}\quad (4.3)$$

Տարածական երկրակենտրոն X, Y, Z կոորդինատները կապված են ռեֆերենց էլիպսոիդի գեոդեզիական L ու B կոորդինատներով և գեոդեզիական H բարձրությամբ համերկրային էլիպսոիդի մակերևույթի նկատմամբ հետևյալ հարաբերություններով՝

$$\begin{aligned}X &= (N + H) \cos B \cdot \cos L, \\ Y &= (N + H) \cos B \cdot \sin L, \\ Z &= \left(\left(\frac{b}{a} \right)^2 N + H \right) \sin B, \\ N &= \frac{a^2}{\sqrt{(a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B)}}:\end{aligned}\quad (4.4)$$

Այս բանաձևերում N -ը էլիպսոիդի կորության շառավղի հատումն է առաջին ուղղահայացի հարթության վրա, a ու b -ն՝ էլիպսոիդի մեծ ու փոքր կիսաառանցքները: Հակադարձ փոխակերպումները կունենան հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{aligned}L &= \arctg \frac{Y}{X} B = \arctg \frac{Z + (e')^2 b \cdot \sin^3 \theta}{P - e' \cdot a \cdot \cos^3 \theta}, \\ H &= \frac{P}{\cos B} - N,\end{aligned}\quad (4.5)$$

որում՝

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}; (e')^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}; P = \sqrt{X^2 + Y^2}; \theta = \arctg \frac{Z \cdot a}{P \cdot b}.$$

Գործնականում իտերացիոն մեթոդը կիրառվում է նաև B -ի ու H -ի հաշվարկման համար:

B ու L կոորդինատները Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայում պետք է վերածվեն հարթ ուղղանկյուն x ու y կոորդինատների, որոնք օգտագործվում են որպես հարթ ուղղանկյուն գեոդեզիական կոորդինատները ՌԴ-ում ու ՀՀ-ում: Գեոդեզիական B ու L կոորդինատները, x ու y կոորդինատների փոխակերպման (հաշվարկման) բանաձևերը տրված են տարբեր ձեռնարկներում, այդ թվում՝ ԳՕՍՍ Ռ 51794-2008:

Գեոդեզիական տվյալների մշակման ու հաշվարկման ծրագրային փաթեթների մեծ մասում տրված են կոորդինատների փոխակերպումները: Այսպիսով՝ «CREDO TRANSCOR» ծրագրային փաթեթով կատարվում է անցում տարածական երկրակենտրոն WGS - 84 և ПЗ-90 համակարգերի միջև, իսկ դրանցից՝ դեպի գեոդեզիական B, L ու հարթ ուղղանկյուն x, y ПЗ-95, ПЗ-42 համակարգեր: Նույն գործառնությունները կատարում է GIS «Карты 2008»:

Ծրագրերի մեծ մասը կարող է նաև փոխակերպման պարամետրեր սահմանել ըստ հիմնային ցանցերի հիմնակետերի, եթե դրանց կոորդինատները հայտնի են տարբեր կոորդինատային համակարգերում:

Հարաբերական բարձրությունների վերաբերյալ պետք է ասել հետևյալը. H -ի արժեքները, որոնք հաշվարկվում են տարածական ուղղանկյուն կոորդինատներով (2.3) ու (2.4) բանաձևերով, ստանում են գեոդեզիական բարձրությունը՝ դիտարկվող էլիպսոիդի նկատմամբ Երկրի մակերևույթի կետի բարձրությունը, որոշված նորմալի ուղղությունն իր մակերևույթից: Ինչ վերաբերում է նիվելիրացման նյութերից ստացված ու գեոդեզիական ցանկերում ու տեղագրական քարտեզներում ներկայացված բարձրություններին, ապա դրանք քվադրատիկ մակերևույթից չափված նորմալ բարձրություններ են (Նկ. 2.3): Ընդհանուր առմամբ, որոշվել են Ռուսաստանի Դաշնության տարբեր տարածքների բարձրությունների անոմալիաների արժեքները: Այնուամենայնիվ, ընդհանուր երկրային էլիպսոիդին ու Կրասովսկու էլիպսոիդին դրանք կարող են չհամընկնել:

4.2. Արբանյակային ռադիոնավարկման համակարգեր

Ռադիոնավարկման (ռադիոնավիգացիոն) համակարգերի գործունեության հիմունքները

Գլոբալ արբանյակային դիրքորոշման համակարգերը մշակվել են ռազմական գերատեսչությունների կողմից ցամաքում, ջրային ու մերձերկրյա տարածության վրա տարբեր տեսակի զորքերի մեքենաների նավարկման ապահովության նպատակով: Արբանյակային համակարգերի զարգացումը, սարքավորումների կատարելագործումն ու կոորդինատների որոշումների ճշտության բարձրացումը հիմք հանդիսացան գեոդեզիական չափումների նոր մեթոդի՝ արբանյակային գեոդեզիայի ձևավորման համար (ավելի մանրամասն տե՛ս [33, 39, 59]):

Կետերի կոորդինատների, ինչպես նաև կոորդինատային աճերի որոշման արբանյակային մեթոդում որպես հայտնի կոորդինատներ օգտագործվում են արբանյակները: Արբանյակները մեր մոլորակի շուրջը պտտվում են որոշակի ուղեծրերով, և դրանց տարածական կոորդինատները կարող են հաշվարկվել հետաքրքրության կետի ցանկացած ժամանակահատվածում:

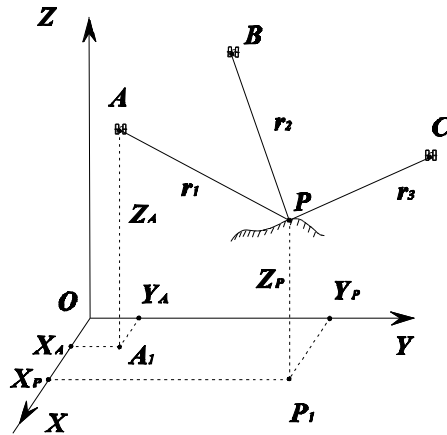
Ինչպես գիտեք, ներկայումս օգտագործվում են արբանյակային կոորդինատների երկու համակարգ՝ ռուսական GLONASS համակարգը (GLObal Navigation Satellite System) ու ամերիկյան NAVSTAR GPS (Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System), Galileo (եվրոպական) ու Beidou (չինական):

Նավագնացության արբանյակներով տեղանքում կետերի կոորդինատները որոշելու հիմք է տարածական գծային հատումների սկզբունքը, այլ կերպ ասած՝ տրիլատիրացիոն եղանակը (Նկ. 4.4): Արբանյակները կատարում են ճշգրիտ հիմնակետերի դեր:

Նկար 4.4-ում տրված են երեք՝ A, B, C արբանյակների տարածական X, Y, Z կոորդինատային համակարգում երկրի մակերևույթի P կետի նկատմամբ: Եթե չափվում են r_i հեռավորությունները P կետից մինչև արբանյակներ, ապա յուրաքանչյուր չափման համար կարելի է կազմել հետևյալ անհայտներով հավասարումը՝

$$r_i^2 = (X_i - X_P)^2 + (Y_i - Y_P)^2 + (Z_i - Z_P)^2, \quad (4.6)$$

որում X_i , Y_i , Z_i -ն արբանյակների տարածական կոորդինատներն են, r_i -ն՝ այդ արբանյակից չափված հեռավորությունը, X_P , Y_P , Z_P -ն՝ որոշվող P կետի տարածական կոորդինատները, (4.6) տեսքի հավասարումներում երեք անհայտով որոշվող P կետի կոորդինատներն են:



Նկ. 4.4. Տարածական տրիլատերացիա

Այլ կերպ ասած, եթե կազմված երեք հավասարումներում չափվում են P որոշվող կետից մինչև երեք արբանյակներ եղած հեռավորությունները, ապա համակարգով լուծվում են P կետի տարածական կոորդինատները: Չուտ տեխնիկական պատճառներով արբանյակային GPS ընդունիչի ժամացույցի ուղղումն որոշելու համար անհրաժեշտ է դիտարկումներ կատարել ևս մեկ արբանյակից, այսինքն՝ չափվող հեռավորությունների ընդհանուր թիվը պետք է լինի առնվազն չորս, հետևաբար հավասարումների քանակը պետք է լինի չորս: Փաստորեն՝ մերձերկրյա տարածքում ավելի շատ տեսանելի արբանյակների դեպքում (4.4) տեսքի հավասարումների թիվը հավասար կլինի դիտարկվող արբանյակների թվին, ինչը հնարավորություն է տալիս հավասարակշռման միջոցով գտնելու որոշվող կետերի ամենահավանական արժեքները:

Ինչպես տեսնում ենք, նկարագրված չափման սխեման ենթադրում է որոշակի թվով արբանյակների առկայություն մերձերկրյա տարածքում հայտնի ուղեծրերի վրա, և որոշվող կետում պետք է տեղադրվի, այսպես կոչված, GPS ընդունիչ: GPS ընդունիչների նպատակն է ընդունել արբանյակներից ազդանշանները, դրանք հավաքագրել ու վերլուծել: Բացի այս երկու տարրերից՝ արբանյակային որոշումների սխեմայում կա ևս մեկ տարր՝ նավարկման արբանյակների աշխատանքի ղեկավարման ու մշտադիտարկման համակարգը:

Այսպիսով՝ անկախ նրանից, թե որ նավարկման համակարգն է համարվում GLONASS, GPS կամ Galileo, այդ համակարգերից յուրաքանչյուրը սկզբունքորեն բաղկացած է երեք սեգմենտից՝ տիեզերական, վերգետնյա կառավարման և մշտադիտարկման ու օգտագործողների գեոդեզիական սեգմենտ:

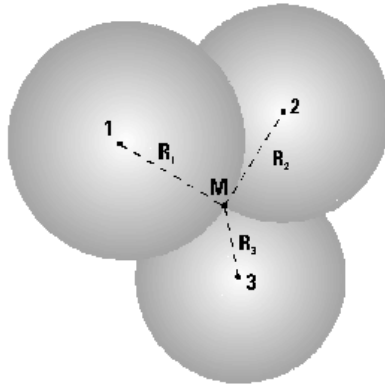
Տիեզերական սեգմենտը ներառում է արբանյակների հավաքածու կամ «համաստեղություն»: Արբանյակները պտտվում են երկրագնդի մակերևույթի շուրջը մոտ 20000 կմ հեռավորության ուղեծրերով: Երկրի ցանկացած կետում առնվազն 4 արբանյակի միաժամանակյա դիտարկումների հնարավորությունն ապահովելու համար անհրաժեշտ է՝ «համաստեղությունում» ներառված արբանյակների ընդհանուր թիվը լինի առնվազն 24:

Տեղադիրքի որոշման երկրաչափական էությունը: Արբանյակային դիրքորոշման համակարգերում տիեզերական ապարատները կատարում են գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի դերը: Չափումների յուրաքանչյուր պահին դրանց կոորդինատները պետք է հայտնի լինեն: Օբյեկտի կոորդինատները գտնում են արբանյակների ու գետնի վրա տեղադրված սարքավորումների հետ հատումների եղանակով: Չափված պարամետրերով որոշվում են դիրքի մակերեսը, որի հատման կետում գտնվում է որոշվող օբյեկտը: Առաջին սերնդի TRANSIT համակարգում, որը հիմնված էր Դոպլերի էֆեկտի վրա, չափվել են ընդունիչից մինչև ուղեծրում գտնվող երկու արբանյակի դիրքերի միջև եղած հեռավորությունները: Ժամանակակից համակարգերում տիեզերանավերի հեռավորություններն ու Երկրի արհեստական արբանյակների միջակայքերի փոփոխությունների արագությունը չափվում են օգտագործողի նկատմամբ:

Չափված արագությունները համապատասխանում են դիրքի կոնաձև մակերեսներին (կոններ), իսկ չափված միջակայքերը սֆերիկ են (սֆերային): Գեոդեզիական նպատակներով դրանք հիմնականում օգտագործում են հեռավորության այն միջակայքերը, որոնցից իրականացվում են տարածական գծային հատումներ (Նկ. 3.5): Եթե որոշվող M հիմնակետից չափենք R_1, R_2, R_3 հեռավորությունները մինչև երեք (1, 2, 3) հիմնակետերը, դրանք միացնենք R_1, R_2, R_3 սֆերաների շառավիղների կենտրոններին, ապա այդ սֆերաները կհատվեն M կետում, որն էլ կլինի դրա դիրքորոշման դիրքը:

Գնդերը հատվելու են ևս մեկ կետում՝ M' (Նկ. 4.5-ում տրված չէ), բայց M ու M' կետերը գտնվում են «123» հարթությունների հակառակ կողմերում, և դժվար չէ ճիշտ ընտրություն կատարելը: Սա է խնդրի երկրաչափական էությունը: Երբ հայտնի են արբանյակների կոորդինատները, հեշտ է լուծել խնդիրը՝ հաշվարկելով M հիմնակետի կոորդինատները: Փաստորեն՝ չափվում են աղավաղված հեռավորությունները: Դրանք կոչվում են կեղծ տիրույթներ: Հիմնակետի կոորդինատները կեղծ տիրույթներով ճիշտ հաշվարկելու համար անհրաժեշտ է դրանք չափել ոչ թե մինչև երկու կամ երեք, այլ, ինչպես հետագայում կտեսնենք, հայտնի կոորդինատներով արբանյակների ավելի մեծ քանակով: Բացի դրանից, ինչպես ընդունված է գեոդեզիայում,

միշտ պետք է լինեն չափված հավելյալ (լրացուցիչ) արժեքներ: Չափման ավելորդ արդյունքները բարելավում են որոշումների որակը՝ ապահովելով ստուգումներ և թույլ տալով մշակել նվազագույն քառակուսիների եղանակով:



M - գնդերի հատման կետ՝ 1, 2, 3 կենտրոններով ու R1, R2, R3 շառավիղներով
Նկ. 4.5. Տարածական գծային հատումներ

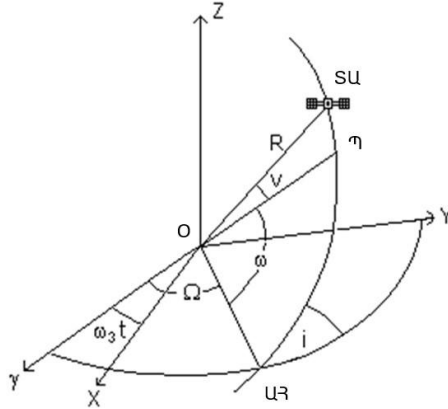
GPS արբանյակները տեղակայված են վեց գրեթե շրջանաձև ուղեծրերում: Ուղեծրային հարթությունները միմյանց նկատմամբ պտտվում են 60°-ով: Արբանյակների ուղեծրային շրջապտույտը մոտ 12 ժամ է: Արբանյակի ակտիվ կյանքը ուղեծրում մոտ 7 տարի է և կարող է երկարացվել մինչև 10 տարի ու ավել:

Ամբողջական GLONASS ուղեծրային համաստեղությունը ներառում է նաև 24 նավարկման արբանյակներ, բայց երեք ուղեծրային հարթություններում՝ 8-ական արբանյակներով: Արբանյակների ուղեծրային շրջապտույտը 11 ժամ, 15 րոպե, 44 վայրկյան է: Երկրի մակերևույթից բարձր շրջանաձև ուղեծրի անվանական բարձրությունը 19100 կմ է:

Արբանյակի դիրքը երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգում հաշվարկվում է Կեպլերի ուղեծրի տարրերով (Նկ. 4.6):

Արբանյակը, ուղեծրով շարժվելով հարավային կիսագնդից հյուսիս, հատում է հասարակածային հարթությունը մի կետում, որը կոչվում է արևածագային հանգույց: Շարժվելով էլիպսաձև ուղեծրով՝ այն անցնում է պերիգեյը՝ ուղեծրի կետը, որն ամենամոտն է Երկրի զանգվածի կենտրոնին: Ուղեծրային տարրերն են [33, 39] A-ն՝ էլիպտային ուղեծրի մեծ կիսաառանցքը, e-ն՝ ուղեծրի էքսցենտրիսիտետը (նկարում ցույց տրված չէ), Ω-ն՝ ուղեծրի արևածագային հանգույցի երկայնությունը (չափվում է հասարակածային հարթությունում՝ ուղղությունից մինչև զարնանային գիշերահավասար), ω-ն՝ պերիկենտրոնի արգումենտը (ուղեծրի հարթության անկյունը, որի զագաթը գտնվում Երկրի զանգվածի կենտրոնում, ուղղությունները դեպի պերիգեյի ու

արևածագային հանգույցի միջև), i -ն՝ ուղեծրի հարթության թեքությունն է դեպի հասարակածային հարթությունը: Կեպլերի ուղեծրի տարրերը փոխվում են ժամանակի ընթացքում և պետք է հայտնի լինեն դիրքորոշման պահին:



Նկ. 4.6. Կեպլերի ուղեծրի տարրերը տարածական ուղղանկյուն երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգ

O – Երկրի զանգվածի կենտրոն, SU – տիեզերական ապարատ, Ω – պերիգեյ, $ԱՅ$ – արևածագային հանգույց, γ – ուղղությունը դեպի զարնանային գիշերահավասարի կետ:

Արբանյակային բոլոր համակարգերը սնուցվում են արևային մարտկոցներով, որոնք նաև լիցքավորում են մարտկոցներ, որոնք ապահովում են արբանյակի աշխատանքը Երկրի ստվերում թռիչքի ժամանակ:

GPS արբանյակը կշռում է մոտ 1000 կգ: Այն հերմետիկորեն հավաքված գլան է՝ մոտ 1,3 մետր տրամագծով: Արբանյակի նորմալ վիճակի կողմնորոշման դեպքում նրա ստորին մասում (ուղղությունը դեպի Երկիր) տեղադրված են ալեհավաք-սնուցող սարք ու անկյունային ռեֆլեկտորներ, իսկ վերին մասում՝ վառելիքի բաքեր ու մագնիսաչափի ձող:

ԳԼՈՆԱՍՍ արբանյակի պատկերը ներկայացված է Նկար 4.7-ում:



Նկ. 4.7. ԳԼՈՆԱՍՍ արբանյակի տեսքը

Յուրաքանչյուր արբանյակ հագեցված է կվարցային հաճախականության ստանդարտով, երկու ցեզիումի ու երկու ռուբիդիումի հաճախականության ստանդարտներով, որոնք պահպանում են արբանյակային ժամացույցի կայունությունը $1 \cdot 10^{-12} \dots 1 \cdot 10^{-13}$ սահմաններում:

Ցեզիումի ու ռուբիդիումի հաճախականության ստանդարտները կորդինացնում և վերահսկում են հիմնական հաճախականությունը, մասնավորապես կվարցային հաճախականության ստանդարտը, որն առաջացնում է 10,23 ՄՀց հաճախականություն: Հիմնական հաճախականությունից ձևավորվում է L տիրույթի երկու կրող հաճախականություն (ՄՀց)՝

$$L_1 = 10,23 \times 154 = 1575,42 \text{ (ալիքի երկարությունը 19,05 սմ),}$$

$$L_2 = 10,23 \cdot 120 = 1227,60 \text{ (ալիքի երկարությունը 24,45 սմ):}$$

Այդ հաճախականությունները գնում են դեպի ալեհավաք և Երկիր են փոխանցում անհրաժեշտ նավարկում, համակարգի տեղեկատվությունն ու նավարկման ազդանշանները (կողերը): Տեղեկատվությունը տեղադրվում է կրիչի հաճախականությունների վրա՝ կիրառելով իմպուլսաֆազային մոդուլացիայի մեթոդը: GPS համակարգի բոլոր արբանյակները տեղեկատվությունը փոխանցում են նույն հաճախականությամբ, սակայն յուրաքանչյուր արբանյակ թողարկում է իր անձնական կողը, որով այն ճանաչվում է:

Վերգետնյա կառավարման ու մշտադիտարկման համալիրը բաղկացած է արբանյակներին հետևման կայանների ցանցից: Կայանները տարածված են ամբողջ աշխարհում մեծ հեռավորությունների վրա: Իրարից տարբերակվում են ստուգողական հետևման կայանները, գլխավոր ու արբանյակի բորտին տվյալների պահպանման կայանները: Այս կայանների հիմնական նպատակն է ստուգել արբանյակների աշխատանքը՝ հաշվարկելով դրանց ուղեծրային պարամետրերը:

Հետևման կայանները հագեցած են բարձր ճշտության սարքավորումներով ու գրանցում են ազդանշանները համակարգի բոլոր արբանյակներից, իսկ արդյունքները փոխանցում գլխավոր կայան, որտեղ դրանք մշակվում են: Դրանցով հաշվարկվում են ուղեծրերի պարամետրերը, արբանյակի բորտի ժամանակային սանդղակի ուղղումները, և ճշգրտվում են տրոպոսֆերայի ու իոնոսֆերայի մոդելի պարամետրերը: Հաշվարկված անհրաժեշտ ուղղումները փոխանցվում են արբանյակներին:

Կառավարման ու ստուգման համալիրն ապահովում է համակարգի անխափան աշխատանքը, պարբերաբար թարմացնում է բոլոր արբանյակների ռադիոնավարկման հաղորդագրությունների բովանդակությունը, ճշգրտվում են դրանց էֆեմերիդներն ու պարամետրերի սինխրոնիզացիան:

Արբանյակային էֆեմերիդն արբանյակի ուղեծրի ու ուղեծրում արբանյա-

կի դիրքի տվյալների հավաքածու է: Արբանյակային նավարկման հաղորդագրությունը պարունակում է, այսպես կոչված, ալմանախ՝ համակարգի բոլոր արբանյակների էֆեմերիդները, և յուրաքանչյուր արբանյակի ֆիզիկական ու գործառական վիճակի վերաբերյալ տվյալներ:

Մպատողների հատվածը ներառում է ապարատային ու ծրագրային ապահովման մի շարք, որն իրականացնում է Երկրի մակերևույթին արբանյակային ընդունիչների գտնվելու տեղի կոորդինատների որոշումը:

Բոլոր սարքավորումները, որոնք արբանյակներից ստանում են իրենց նպատակային նշանակության ռադիոնավարկման ազդանշաններ որոշված արժեքների ու ճշտության բնութագրերի համար, կարելի է բաժանել հետևյալ խմբերի՝ գեոդեզիական, նավարկման (նավիգացիոն), զբոսաշրջային (տուրիստական) և կենցաղային սարքավորումներ:

Գեոդեզիական ընդունիչները կարող են աշխատել մեկ համակարգում (օրինակ՝ GPS) կամ երկու համակարգում (GPS + GLONASS) ու այլ համակարգերում: Ընդունիչները կարող են չափել մեկ L_1 հաճախականությամբ կամ երկու L_1 ու L_2 հաճախականությամբ: Որոշումները կարող են կատարվել ստացված ազդանշանի ծածկագրից կամ փուլային տեղեկատվությունից: Ամենաբարձր ճշտությունն ապահովում են գեոդեզիական երկհաճախական ընդունիչները, որոնք միաժամանակ աշխատում են ֆազերով ու կողերով:

Նավարկման ընդունիչները կոորդինատների հետ միասին լրացուցիչ որոշում են շարժվող օբյեկտի նավարկման պարամետրերը, դրանց ճշտությունը ցածր է գեոդեզիականներից և գնահատվում է մի քանի մետրով: Ներքին ու զբոսաշրջային ընդունիչները ավելի փոքր ճշտություն են ապահովում:

Արբանյակից հեռավորությունների չափում: Քանի որ արբանյակային ռադիոնավարկման համակարգերի կառուցումը հիմնված է արբանյակների հեռավորությունների չափման սկզբունքի վրա, մենք կքննարկենք այս խնդրի լուծման հիմնական կողմերը:

Նավարկման արբանյակից հեռավորությունը չափելու մեթոդի հիմքում ընկած հիմնարար գաղափարը բավականին պարզ է. հեռավորությունը արագությունն է, անգամ՝ ժամանակ: Որպես արբանյակից դեպի ստացող, շարժվող առարկա օգտագործվում է էլեկտրամագնիսական ճառագայթում, մասնավորապես միկրոալիքային ռադիոալիքներ:

Էլեկտրամագնիսական ալիքը տարածվում է վակուումում $c=299792458$ մ/վ արագությամբ: Այդ արագության արժեքը միջազգային պայմանագրով ընդունված է որպես հիմնական ֆիզիկական հաստատուն: Այնուամենայնիվ, արբանյակից ստացվող ազդանշանը նույնպես տարածություն է անցնում վակուումում, իոնոսֆերայում, ստրատոսֆերայում ու տրոպոսֆերայում: Մթնո-

լորտում կամ իոնոսֆերայում էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման V արագությունը հաստատուն չէ. կախված է այն միջավայրի հատկություններից, որտեղ այն տարածվում է: V արագությունը կապված է վակուումում էլեկտրամագնիսական ալիքի արագությանը՝ $V = \frac{c}{n}$ հարաբերակցությամբ, որում n -ը միջավայրի բեկման ինդեքսն է: Բեկման ինդեքսն իր հերթին կախված է օդերևութաբանական պարամետրերից՝ ջերմաստիճանից, ճնշումից ու օդի խոնավությունից: Մթնոլորտի վերին շերտերում՝ իոնոսֆերայում, ռադիոալիքների բեկման ինդեքսը նույնպես կախված է լիցքավորված մասնիկների՝ իոնների ու էլեկտրոնների կոնցենտրացիայից: Այս ալիքի երկարությունից էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման արագության կամ բեկման ինդեքսի կախվածությունը կոչվում է դիսպերսիա: Տրոպոսֆերան լույսի ալիքների ցրող միջավայր է: Իոնոսֆերան ռադիոալիքների ցրող միջավայր է: Այսպիսով՝ «արբանյակ-ընդունիչ» հեռավորության վրա էլեկտրամագնիսական ազդանշանի տարածման արագությունն իմանալու համար անհրաժեշտ է իմանալ այն միջավայրի մոդելը, որով անցնում է այդ ազդանշանը:

Հեռավորությունը հաշվելու բանաձևում երկրորդ անհայտը, բացի էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման արագությունից, ժամանակն է: Քանի որ էլեկտրամագնիսական ճառագայթման արագությունը շատ բարձր է, ժամանակը պետք է հնարավորինս ճշգրիտ իմանալ: Այսպիսով, օրինակ, 0,001 վրկ ժամանակի չափման սխալը կհանգեցնի սխալի 300 կմ հաշվարկված հեռավորության վրա: Հետևաբար ազդանշանի կողմից «արբանյակ-ընդունիչ» հեռավորությունն անցնելու ժամանակը պետք է չափել $1 \cdot 10^{-10}$ վայրկյանից փոքր սխալներով: Այս ճշտությանը կարելի է հասնել բարձր ճշգրտության ատոմային ժամանակի սանդղակի ու արբանյակային համակարգի հատուկ ժամանակային ապահովման հիման վրա:

GLONASS ու GPS արբանյակային համակարգերը օգտագործում են UTC (Universal Time Coordinated), որը չափվում է ատոմային ժամացույցով և համակարգվում իրական աստղագիտական ժամանակի հետ: Ատոմային ժամանակի սանդղակը պահպանվում է ատոմային ժամացույցի միջոցով և միատեսակ է, մինչդեռ աստղագիտական իրական ժամանակը այնքան միատեսակ չէ, որքան ատոմային ժամանակը: Տարբերությունը մի քանի տարվա ընթացքում հասնում է մեկ վայրկյանի: Այնուհետև միատեսակ ընթացիկ ատոմային ժամանակը ուղղվում է ատոմային ժամացույցը՝ փոխելով 1 վայրկյանով: Ստացված ժամանակը կոչվում է կոորդինացված: Բացի դրանից՝ UTC-ն Համաշխարհային (Գրինվիչի) ժամանակ է:

ԳԼՈՆԱՍՍ-ի ժամանակային սանդղակի կայունությունն ապահովված է կենտրոնական սինխրոնիզատորով, որը հիմնված է ջրածնի ատոմային

գերձգրիտ հաճախականության ստանդարտի ու ռադիոտեխնիկայի չափման կայանների վրա: Հաճախականության օրական միջին արժեքների հարաբերական միջին քառակուսային սխալը չի գերազանցում $3 \cdot 10^{-14}$ -ը:

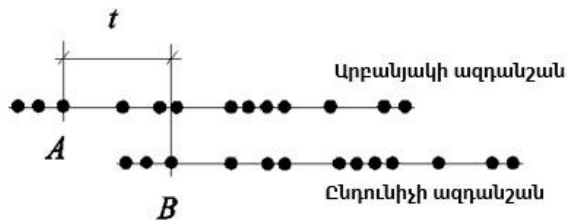
GPS-ի ժամանակի սանդղակը որոշվում է Գլխավոր հրամանատարության ու կառավարման կայանի ցեզիումի հաճախականության ստանդարտներով: Այս համակարգն ունի հատուկ՝ GPST ժամ, որը հաշվում է 01/06/1980-ի 0 ժամից:

Յուրաքանչյուր արբանյակի վրա տեղադրված ժամանակի սանդղակը ձևավորվում է ատոմային հաճախականության ստանդարտներով և օրական մի քանի անգամ ուղղվում է ուղեծրերի վերգետնյա կառավարման կայանների կողմից: Ներքին ժամացույցի ուղղումները պարունակվում են ռադիոնավարկման հաղորդագրության մեջ, որն արբանյակից գալիս է դեպի օգտագործող:

Նավարկման համակարգերում արբանյակից ստացված ազդանշանի անցման ժամանակը չափվում է երկու եղանակով՝ կողային ու ֆազային:

Ժամանակի չափումը կողային մեթոդով իրականացվում է արբանյակից եկող ազդանշանի ու ստացողի կողմից առաջացած ազդանշանի կողերի համեմատությամբ: Հասկանալի է, որ այս մեթոդի իրականացման համար աղբյուրի ու ստացողի ազդանշանները պետք է խստորեն համապատասխանեցվեն ժամանակին:

Կողի միևնույն հատվածների միջև t ուշացումը պատկերված է Նկար 4.8-ում, որը սխեմատիկորեն ցույց է տալիս ծածկագրի մոդուլյացիա ունեցող ազդանշանները: Արբանյակի ու ստացողի կողավորված ազդանշանի A ու B միանման կետերի ժամանակային շեղումը t ազդանշանի ժամանակային ուշացումն է:



Նկ. 4.8. Արբանյակի ու ընդունիչի ազդանշանների համեմատման սխեմա

Կողային մեթոդը բարձր ճշտություն չի ապահովում, հետևաբար գեոդեզիական ընդունիչներում ժամանակի չափումն իրականացվում է, այսպես կոչված, ֆազային մեթոդով, հետևաբար հեռավորությանը մինչև արբանյակ:

Եթե ընդունիչը ստեղծում է շրջանաձև հաճախականությամբ $\omega = 2\pi f$ հիմնային ազդանշան, որում f -ը հարմոնիկ տատանումների հաճախակա-

նությունն է, ապա ֆազի տատանումների ժամանակն ինչ-որ պահի կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$\varphi_1 = \omega t + \varphi_0, \quad (4.7)$$

որում φ_0 -ն սկզբնական ֆազն է: Արբանյակը ստեղծում է ճիշտ նույն ժամանակի ներդաշնակ տատանումներ: Այս ազդանշանների ընդունման ու համեմատման պահին տեղեկատու ազդանշանի փուլը կփոխվի՝ հավասարվելով՝

$$\varphi_2 = \omega(t + t_r) + \varphi_0: \quad (4.8)$$

Այս երկու արտահայտությունների միջև տարբերությունը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$\varphi_r = \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi f \cdot t_r: \quad (4.9)$$

Վերջին արտահայտությունից հեշտությամբ կարող եք գտնել ազդանշանի անցած ճանապարհի ժամանակը

$$t_r = \frac{\varphi_r}{2\pi f}: \quad (4.10)$$

Հետևաբար, ստացողից մինչև արբանյակ հեռավորությունը հավասար կլինի՝

$$r = \frac{V \cdot \varphi_r}{2\pi f}, \quad (4.11)$$

որում V -ն ալիքի արագությունն է հեռավորության վրա:

Այսպիսով՝ էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման հայտնի արագության դեպքում արբանյակից հեռավորությունը կարելի է հաշվարկել՝ չափելով ֆազային տեղաշարժը հիմնային ու աշխատանքային ազդանշանների միջև՝ տատանման հայտնի f հաճախականությամբ:

Արբանյակային չափումների ժամանակ արձակված $\lambda = \frac{V}{f}$ ալիքի երկարությունը կազմում է ընդամենը մոտ 20 սմ, ինչը արբանյակներին 20000 կմ հեռավորության դեպքում կհանգեցնի չափված հեռավորության վրա հսկայական թվով ալիքների երկարությունների (ֆազային ցիկլերի): Հետևաբար (4.11) բանաձևի ֆազը ներկայացված է մի փոքր այլ տեսքով՝

$$\varphi_r = 2\pi N + \varphi: \quad (4.12)$$

Այստեղ N -ը ֆազային ցիկլերի կամ ալիքների երկարությունների ամբողջ թիվն է, իսկ φ -ը՝ ֆազաչափը, որի արժեքը 2π -ից փոքր է, այսինքն՝ ոչ ամբողջական մասն է չափում ֆազաչափը:

Պահանջվող հեռավորության վերջնական բանաձևը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$r = \lambda \left(N + \frac{\varphi}{2\pi} \right): \quad (4.13)$$

Ֆազային մեթոդով հեռավորության վրա ալիքի երկարությունների N ամբողջ թիվն ուղղակիորեն հաշվարկելու միջոց չկա: Ուստի անուղղակիորեն լուծում են երկիմաստությունը (N -ի արժեքի փնտրում), օգտագործում են

չափման հատուկ ընդունում ու դրանց մաթեմատիկական մշակում: Մասնավորապես ազդանշանի ժամանակի ուշացումը չափելու կողային մեթոդը կիրառվում է արբանյակների հեռավորությունները նախապես հաշվարկելու համար: Այս մոտավոր հեռավորությունները կոչվում են «կողերի կեղծ տիրույթներ», որոնք օգտագործվում են նաև երկիմաստության լուծման ու փուլային չափումների մշակումներում: Օպերատորը ներգրավված չէ այս հաշվարկներում: Ծրագրային ապահովումն իրականացնում է ամբողջ հաշվարկների գործընթացը:

Ֆազային չափումների բարձր ճշտությունը պայմանավորված է կրիչի հաճախականությունների բարձր կայունությամբ, ինչպես նաև մոտ 1° ֆազային չափման փոքր սխալով: Ազդանշանի ալիքի երկարությունը (λ) համապատասխանում է ամբողջ տատանման ժամանակաշրջանին ($\varphi = 360^\circ$): Այնուհետև 1 փուլային սխալը կհանգեցնի L1 կրիչի չափված հեռավորության մոտ 0,5 մ սխալի, իսկ L2-ի համար՝ մոտ 0,7 մ:

Նույնիսկ այլ աղբյուրներից սխալների առկայության դեպքում ֆազային մեթոդով կոորդինատների որոշման ճշտությունը գնահատվում է մի քանի միլիմետր:

Ֆազային ռեժիմը բարձր ճշտության գեոդեզիական չափման ռեժիմ է: Չափումները ներառում են առնվազն երկու ընդունիչ: Այդ ռեժիմում ստացվում է այն կետերի կոորդինատների տարբերությունը, որտեղ տեղադրված են արբանյակային ընդունիչների ալեհավաքները՝ բազային վեկտորի կոորդինատները:

Այսպիսով՝ արբանյակների միջոցով երկրի մակերևույթի կետերի կոորդինատների որոշումը հիմնված է արբանյակներից մինչև ստացող հեռավորությունների (միջակայքերի) չափման վրա՝ ըստ էլեկտրամագնիսական ազդանշանի արագության ու տարածման ժամանակի արժեքների: Առնվազն չորս արբանյակներ պետք է ներգրավված լինեն չափման ու հաշվարկման գործընթացում: Չափումների պահին իմանալով արբանյակների տարածական կոորդինատներն իր էֆեմերիդով ու դրանցից յուրաքանչյուրի հեռավորությունը՝ լուծվում են տարածական գծային հատումներ, որոնցով որոշվում են ստացողի X_P , Y_P , Z_P դիրքի կոորդինատները: Տարածական կոորդինատներից հաշվարկվում են L_P և B_P գեոդեզիական կոորդինատներն ու H_P կետի բարձրությունը WGS կամ IGS-90 կոորդինատային համակարգում: Այդ կոորդինատները կարող են վերահաշվարկվել Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայի հարթության վրա գտնվող Կրասովսկու ռեֆերենց էլիպսոիդով, ինչպես նաև տեղական կոորդինատային համակարգերում:

Ինժեներագեոդեզիական հիմնային ցանցեր կառուցելիս կիրառվում են,

այսպես կոչված, դիֆերենցիալ չափման մեթոդներ: Նման մեթոդները թույլ են տալիս որոշել ոչ թե կոորդինատների բացարձակ արժեքները, այլ միայն դրանց տարբերությունները՝ դիտարկված կետերի միջև: Իմանալով մեկ կետի կոորդինատներն ու կոորդինատների տարբերությունը (բազային վեկտոր)՝ հաշվարկվում են բոլոր անհրաժեշտ հիմնակետերի կոորդինատները: Մեթոդի իրականացման համար պետք է ունենալ առնվազն երկու արբանյակային ընդունիչ: Արբանյակային ընդունիչներից մեկը կենտրոնադրվում է հայտնի կոորդինատներով մի հիմնակետի վրա, որը, այսպես կոչված, բազային կայանն է: Երկրորդ ընդունիչը տեղադրվում է այն հիմնակետերի վրա, որոնց կոորդինատները պետք է որոշվեն: Բազային կայանից ու շարժական ընդունիչներից արբանյակների նույն խմբերը դիտարկելուց հետո արդյունքները մշակվում են համակարգչային հատուկ ծրագրերով և հաշվարկվում են որոշվող հիմնակետերի կոորդինատները: Մեթոդը թույլ է տալիս ստանալ բազային կայանի նկատմամբ հիմնակետերի կոորդինատների արժեքները՝ 0,5 - 2,0 սմ սխալով:

Արբանյակային որոշումների սխալների հիմնական աղբյուրները: Արբանյակային նավարկման համակարգերի կառուցման գաղափարի հիմքում ընկած սկզբունքների հիման վրա կարելի է ենթադրել չափման սխալների ի հայտ գալը համակարգի առանձին օղակներում՝ փորձելով գնահատել դրանց ազդեցությունը որոշումների վերջնական արդյունքի վրա:

Սխալների աղբյուրները սովորաբար բաժանվում են գործիքային, որոնք առաջանում են օգտագործվող ընդունիչի անկատարությունից, արտաքին միջավայրի ազդեցությամբ առաջացած սխալների վրա, արբանյակային կոորդինատներ կամ էֆեմերիդների սխալներ, տարածական հատումների, գեոդեզիական որոշման ելակետերի ու մեթոդների սխալներ:

Արբանյակային որոշումների սխալների ամենակարևոր աղբյուրը իոնոսֆերային հապաղումներն են:

Երկրի գազային թաղանթը պայմանականորեն կարելի է բաժանել երեք շերտի: Ամենացածր շերտը՝ մոտ 10 կմ հաստությամբ, կոչվում է տրոպոսֆերա: Այն պարունակում է օդի ողջ զանգվածի մոտ 80 %-ը և գրեթե ամբողջ ջրային գոլորշին: Հաջորդ շերտը՝ ստրատոսֆերան, տարածվում է 50-55 կմ բարձրությունների վրա: Ստրատոսֆերայում օդը շատ լիցքաթափված է: Մթնոլորտը չունի հստակ սահմանված վերին սահման: Պայմանականորեն նման սահմանը գծվում է 3000 կմ բարձրության վրա. դա իոնոսֆերան է: Մթնոլորտային ազդեցությունների ընդհանուր սխալի տրոպոսֆերային բաղադրիչը կրճատվում է համապատասխան ուղղումներ մտցնելու միջոցով, որոնք հաշվարկվում են տրոպոսֆերային մոդելի հիման վրա: Տրոպոսֆե-

րային ուղղումը փոխանցվում է հետևող ու հսկիչ կայանների կողմից երկու ժամը մեկ: Տրոպոսֆերային պարամետրերի ոչ ճշգրիտ իմացության պատճառով առաջացած սխալը գնահատվում է 4 մմ:

Իոնոսֆերայի կառուցվածքը բավականին բարդ է և դժվար է հաշվի առնել: Բնութագրվում է իոնացված մասնիկների խտությամբ (էլեկտրոնների քանակը 1 մ³-ում): Այդ հատկանիշը հաստատուն չէ և փոփոխվում է մեծ տիրույթներում, նույնիսկ օրվա ընթացքում՝ պայմանավորված արևային ճառագայթման ինտենսիվությամբ, արևային ակտիվությամբ ու այլ գործոններով: Իոնոսֆերային վիճակը մշտապես վերահսկվում է, և արբանյակից նավիգացիոն հաղորդագրություններ ստանալիս հաշվի են առնվում դրա ընդհանրացված բնութագրերը: Լույսի արագության տատանումները հաշվի առնելով ու կախված միջավայրի հատկություններից՝ ըստ մթնոլորտի (իոնոսֆերայի) կառուցված մոդելների՝ միշտ չէ, որ դրանք հանգեցնում են գոհացուցիչ արդյունքների:

Մթնոլորտային ուշացումների հաշվառման մեկ այլ եղանակ է տարբեր հաճախականությամբ երկու ազդանշանների շարժման արագությունների համեմատումը: Մեթոդի գաղափարը բավականին պարզ է. քանի որ էլեկտրամագնիսական ճառագայթման արագությունը կախված է ճառագայթման ալիքի երկարությունից (դիսպերսիայի երևույթ), մեկ աղբյուրից տարբեր հաճախականությամբ երկու ազդանշան տարբեր ժամանակներում կմտնեն ընդունիչ: Ժամանակի այս տարբերությունը հնարավորություն է տալիս որոշելու միջավայրում էլեկտրամագնիսական ճառագայթման տարածման արագության փոփոխության մեծությունը: Այդպիսով՝ հնարավորություն է տալիս ուղղում մտցնելու չափումների արդյունքներում: Ազդանշանների տարածման արագության վրա իոնոսֆերային ազդեցության հաշվարկման այս մեթոդը կոչվում է «իոնոսֆերային ազդեցությունների հաշվառում»:

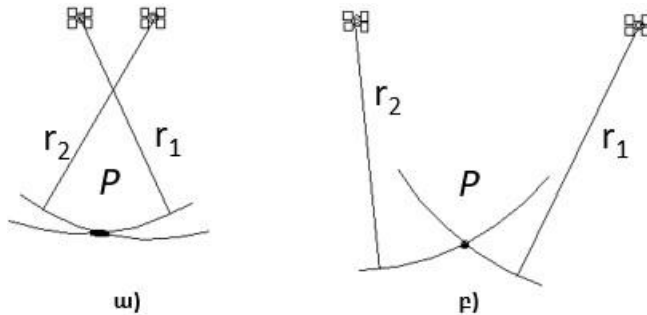
Միալների ապարատային աղբյուրները ներառում են այն գործոնները, որոնք որոշում են սարքավորման, այսպես կոչված, լուծումը: Սովորաբար այս կարողության չափանիշն այն սխալն է, որով գույգ ընդունիչներով որոշում են բազային վեկտորը որոշակի պայմաններում դիտարկման շրջափուլի որոշակի տևողության համար: Դիտարկման ցիկլի ու դիտարկման շրջափուլի տևողությունը որոշվում են այնպես, որ հետագա դիտարկումներն այլևս չեն բարձրացնում ճշտությունը: Սա սովորաբար 2-3 ժամ տևողությամբ շրջափուլ է՝ 15 վայրկյան ցիկլով: Ըստ փորձարարական տվյալների՝ կիլոմետրի կարգի բազային վեկտորի երկարությամբ գործիքային սխալները կազմում են 2-3 մմ:

Էֆեմերիդների ու արբանյակային ժամացույցի ուղղման սխալները զգա-

լիորեն կրճատվում են գետնին հետևման ու վերահսկման կայանների պատճառով: Այդ կայանները ազդանշաններ են ստանում արբանյակներից, կատարում են դրանցից յուրաքանչյուրի հեռավորությունների բարձր ճշգրտության չափումներ, մշակում են չափման արդյունքները, հաշվարկում են էֆեմերիդի ճշգրիտ արժեքներն ու դրանց ընթացիկ ուղղումները, ինչպես նաև որոշում են բորտի ժամանակային սանդղակի ուղղումները: Այդ տեղեկատվությունը գալիս է ռադիոնավարկման հաղորդագրության հետ՝ հաշվի առնելով չափումների արդյունքները մշակման գործընթացում: Էֆեմերիդների ուղղումների ճշտությունը գնահատվում է 5 սմ-ի սահմաններում, իսկ ժամանակային մասշտաբի ուղղումները բարձր են $2 \cdot 10^{-10}$ վրկ-ից:

Չափման գործընթացում ներգրավված արբանյակների դիրքի հարաբերական երկրաչափությունը նույնպես ազդում է արբանյակային որոշման վերջնական արդյունքի վրա: Սա, այսպես կոչված, երկրաչափական ճշտության ցածրացումն է կամ PDOP (Position Dilution of Precision): PDOP արժեքը նորմալ պայմաններում տատանվում է 4-6-ի սահմաններում: Ընդհանուր սխալը բազմապատկվում է PDOP արժեքով կանխատեսված ճշտությունը հաշվարկելիս: Նկար 4.9-ում ցույց է տրված արբանյակների հարաբերական դիրքի երկու իրավիճակ:

Լավ ընդունիչներն ունեն ծրագրեր՝ վերլուծելու բոլոր արբանյակների հարաբերական դիրքերն իրենց տեսադաշտում և ընտրում են այն արբանյակները, որոնք առաջացնում են երկրաչափական լավագույն հատումներ: Նույնիսկ ավելի առաջադեմ ընդունիչները կատարում են դիրքավորում (տեղորոշում) իրենց տեսադաշտի բոլոր արբանյակների համար:



- ա) արբանյակների հեռավորությունների շառավղային վեկտորները հատվում են՝ առաջացնելով հատումների լողզված տարածք,
բ) շառավղ-վեկտորները մինչև արբանյակներ եղած հեռավորությունները հատվում են որոշակի P կետում:

Նկ. 4.9. Ճշտության փոքրացման երկրաչափական գործոն

Դա սխալների ևս մի խումբ, որոնք չեն պատկանում ո՛չ ապարատային սխալներին, ո՛չ էլ արտաքին միջավայրի ազդեցությամբ առաջացած սխալներին: Դրանք սխալներ են, որոնք առաջանում են ազդանշանի բազմափուլով: Այդ սխալները տեղի են ունենում այն պատճառով, որ ոչ միայն արբանյակից ստացվող ուղիղ ազդանշանը, այլև դրա մյուս ազդանշանները, որոնք արտացոլվում են տեղանքի տարբեր մոտակա օբյեկտներից (ծառեր, շենքեր և այլն), ընկնում են ընդունիչի ալեհավաքի վրա: Պարզ է, որ արտացոլված ազդանշանների երկրաչափական ուղին կտարբերվի հիմնական ազդանշանի ուղուց: Հեռուստատեսությունում այս էֆեկտը հանգեցնում է «ուրվականի» կամ պատկերի բազմակի կրկնության:

Բազմափուլների տարածման ազդեցությունը նվազագույնի հասցնելու համար ժամանակակից ընդունիչներում ազդանշանն ենթարկվում է հատուկ նախամշակման, բացի դրանից՝ լավ արդյունք է տալիս հատուկ նախագծված ալեհավաքների օգտագործումը: Այնուամենայնիվ, որոշ դեպքերում թվարկված միջոցները չեն ազատում չափման արդյունքները բազմակողմ կամ բազմափուլի ազդանշանի տարածման ազդեցության հետևանքով առաջացած սխալներից:

Մխալի մեկ այլ աղբյուր կապված է ալեհավաքի հետ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ալեհավաքի երկրաչափական կենտրոնը, որը գտնվում է իր պտտման առանցքի վրա, չի համընկնում էլեկտրոնային (ֆազային) կենտրոնին, որն ընդունում է ազդանշանը, և որի համար իրականում որոշվում են կոորդինատները: Բարձր ճշտության աշխատանքի համար պետք է հաշվի առնել ֆազային կենտրոնի սխալը: Նման աշխատանքներում պետք է օգտագործվեն ալեհավաքի ֆազային կենտրոնի միլիմետրային կայունություն ունեցող ընդունիչներ: Ֆազային կենտրոնի տեղաշարժը նշված է գործիքի անձնագրում և հաշվի է առնվում ընդունիչի ծրագրային ապահովման միջոցով մշակելիս:

Ճշգրիտ մեթոդներով ստատիկ չափման արբանյակային ընդունիչները տեղադրվում են եռոտանիների վրա: Կենտրոնացման սխալները նվազագույնի են հասցվում օպտիկական ու լազերային ստուգված կենտրոնադիրների օգտագործմամբ: Կինեմատիկական չափման մեթոդներով ալեհավաքը կամ ալեհավաքով ընդունիչը տեղադրվում է ուղղահայաց նշաձողի վրա գտնվող կլոր հարթաչափի միջոցով: Նշաձողի ցանկացած թեքություն կտեղափոխի ալեհավաքի ֆազային կենտրոնը կետի նկատմամբ: Հետևաբար նշաձողը պետք է ապահովված լինի (ոտքերով, հենարաններով):

Ընդունիչի ալեհավաքի ֆազային կենտրոնը գտնվում է կետից բարձր: Հետևաբար ալեհավաքի ֆազային կենտրոնի կոորդինատներից անցնելու

համար գեոդեզիական նշանի կոորդինատներին, որոնց վրա տեղադրված է ալեհավաքը, անհրաժեշտ է հաշվարկներում ուղղում մտցնել ալեհավաքի բարձրության համար: Այդ ուղղումը հաշվարկվում և հաշվի է առնվում ավտոմատ չափումները մշակելիս, սակայն դրա համար անհրաժեշտ է չափել ալեհավաքի բարձրությունը գեոդեզիական հիմնակետից:

Արբանյակային համակարգի վերջնական ճշտությունը որոշվում է վերը նշված բոլոր սխալների գումարով: Յուրաքանչյուր աղբյուրի ազդեցությունը մեծապես կախված է սարքավորումների տեխնիկական վիճակից ու մթնոլորտային պայմաններից: Բացի դրանից՝ համակարգի ճշտությունը կարող է միտումնավոր կրճատվել ռազմական գերատեսչությունների կամքով, այսպես կոչված, «Ընտրովի մուտքի» կամ S/A ռեժիմի ներդրմամբ, ինչը լուրջ աղավաղումներ է առաջացնում չափումների արդյունքներում: GLONASS համակարգը չի օգտագործում ստանդարտ ճշգրիտ նավարկման ազդանշանի բնութագրերի կանխամտածված դեգրադացիայի ռեժիմը:

Դիտարկման ռեժիմներ: Արբանյակային տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ հիմնակետերի կոորդինատների որոշման եղանակները բաժանվում են բացարձակ ու հարաբերական տեսակների:

Բացարձակները պետք է ընկալվեն այնպես, որ երկրակենտրոն կոորդինատների ամբողջական արժեքները հաշվարկվեն չափված արժեքներով, իսկ հարաբերական դիտարկման ռեժիմի չափումներից կարելի է հաշվարկել միայն կոորդինատային աճերը տարածական բազային վեկտորները միացնող դիտարկվող հիմնակետերին: **Բացարձակ ու հարաբերական** եղանակների որոշակի պայմանականության դեպքում, իր հերթին, կարելի է առանձնացնել չափումների որոշ առանձնահատկություններ:

Երկրակենտրոն կոորդինատների որոշման **բացարձակ ու հարաբերական** եղանակներում առանձնանում են **ինքնավար ու դիֆերենցիալ մեթոդներ:** Դիֆերենցիալ մեթոդները կարող են հիմնված լինել կողային որոշումների ու ֆազային որոշումների հիման վրա:

Հարաբերական եղանակներով որոշված տիեզերական վեկտորները՝ բազային գծերի որոշումները, տարբերվում են ստատիկ ու կինեմատիկ եղանակներից:

Ստատիկ եղանակներում կարելի է տարբերակել պարզ ստատիկ, արագացված ստատիկ ու պսևդոստատիկ:

Կինեմատիկական եղանակներում առանձնանում են շարունակական հետմշակմամբ կանգ առ ու գնա («stop and go»), նաև հետմշակմամբ ու կինեմատիկա իրական ժամանակում (Real Time K - RTK):

Եղանակների ճշտությունը զգալիորեն տարբերվում է՝ մի քանի սանտի-

մետրից մինչև մի քանի տասնյակ մետր: Դիֆերենցիալ ու հարաբերական եղանակներն ապահովում են ամենաբարձր ճշտությունը: Դրանք հիմնված են այն ենթադրության վրա, որ երկու կայաններից արբանյակի չափումներն աղավաղված են մոտավորապես նույնկերպ: Որքան միմյանց մոտ են կայանները, այնքան այն մոտ է լինում իրականին:

Բացարձակ չափումների արդյունքում հիմնակետերի կոորդինատներն որոշվում են ընդհանուր երկրային կոորդինատային համակարգում կողային ռեժիմով՝ մի քանի մետր սխալով:

Կոորդինատների ինքնավար որոշում: Կոորդինատները ինքնուրույն որոշվում են տարածական գծային հատումներով՝ կողային պսևոդիեռավորություններով, որոնք չափվում են մինչև չորս կամ ավելի արբանյակներ:

Եղանակը կոչվում է ինքնավար այն իմաստով, որ դիտարկողն է որոշում հիմնակետի կոորդինատները՝ անկախ այլ կայանների չափումներից: Եղանակը զգայուն է ցանկացած աղավաղումների նկատմամբ, որոնք ազդում են չափման ճշտության վրա: Մոտավորապես առանձին աղբյուրների ազդեցությունը մեկ հաճախականությամբ ընդունիչի չափման միջակայքերի արդյունքների վրա կարելի է գնահատել միջին քառակուսային սխալների հետևյալ արժեքներով: Այսպիսով՝ արբանյակային սարքավորումների հաճախականության անկայունությունը, հակառակ դեպքում ժամանակային սանդղակի շեղումը կհանգեցնեն 1-2 մետր սխալների: Արբանյակային էֆեմերիդների արժեքների սխալները նույնպես կառաջացնեն 1-2 մ սխալ: Մթնոլորտի վերին ու ստորին շերտերում ուշացումները կհանգեցնեն մինչև 5-7 մ սխալների, հաճախականության անկայունության կամ ժամանակի շեղման: Ընդունիչ սարքավորումների մասշտաբները, ինչպես նաև աղմուկն ու ազդանշանային բազմուղին, կառաջացնեն մոտ 2 մ:

Կողի միջակայքի չափումների արդյունքում առաջացած սխալը կազմում է մոտ 3-8 մ, իսկ եթե հաշվի առնենք երկրաչափական գործոնի ազդեցությունը, ապա արդյունքը կլինի 2-4 անգամ կամ ավելի վատ: Ներկայումս ինքնավար եղանակով բացարձակ դիրքորոշման ճշտությունը գնահատվում է մինչև 5-10 մ սխալով:

Չափումների արդյունքները կարող են մի փոքր բարելավվել, եթե չափված կետը միջակայքերը շտկվեն և դրանով իսկ հասցվեն չափման մեկ պահի: Դրանից հետո բոլոր արդյունքները միջինացված են: Այս ուղին ավելի լավ է, քան պարզ միջինացումն այն առումով, որ հաշվի է առնում կետը միջակայքերի իրական փոփոխությունները ստացողից մինչև արբանյակ:

Երկհաճախական կող ստացող ընդունիչների համար ճշտությունը մի փոքր ավելի բարձր է, քանի որ չափումներից բացառվում են իոնոսֆերային ուշացումները:

Կողային ընդունիչներով բացարձակ բարձրությունները որոշվում են շատ կոպիտ, ինչը դրանց էական թերությունն է:

Դիֆերենցիալ մեթոդ: Դիֆերենցիալ մեթոդում, ի տարբերություն ինքնավար մեթոդի, չափումները կատարվում են միաժամանակ երկու ընդունիչով: Ընդունիչները պետք է կարողանան իրականացնել դիֆերենցիալ ռեժիմը: Մեկ ընդունիչը տեղադրվում է հայտնի կոորդինատներով մի կետում: Այդ կայանը կոչվում է բազային, ռեֆերենց կայան, հիմնային կամ վերահսկող ուղղիչ: Մեկ այլ ընդունիչ՝ ռովեր, տեղադրվում է որոշվող կետի վրա: Քանի որ բազային կայանի կոորդինատները հայտնի են, դրանք կարող են օգտագործվել նոր որոշվածների հետ համեմատելու համար, և դրա հիման վրա կարելի է գտնել շարժական կայանի ուղղումները: Դրանք ուղղելու մի քանի եղանակներ կան:

Կողային չափումների միջոցով ուղղումները կարող են ներմուծվել ինչպես պսևոդիեռավորություններում, այնպես էլ կոորդինատներում: Առաջին դեպքում բազային կայանում չափված կեղծ միջակայքերը համեմատվում են արբանյակի ու կայանի հայտնի կոորդինատներից հաշվարկված հեռավորությունների հետ, և որոշվում են դրանց տարբերությունները: Այդ տարբերությունները, այսպես կոչված, դիֆերենցիալ ուղղումները, փոխանցվում են շարժական կայանին՝ օրինակ՝ օգտագործելով լրացուցիչ ռադիոհաղորդիչ (ռադիո մոդեմ): Շարժական կայանը, ստանալով դիֆերենցիալ ուղղումներ, ուղղում է իր չափված պսևոդիեռավորությունները և դրանցով հաշվարկում կոորդինատները: Մեկ այլ մեթոդով բազային կայանը հաշվարկում է հայտնի կոորդինատների ու ինքնավար ռեժիմում որոշվածների միջև եղած տարբերությունները, և դրանք ուղղում են շարժական կայանի կոորդինատները: Կարևոր է, որ երկու ընդունիչներն էլ չափեն նույն արբանյակների պսևոդիեռավորությունները: Ուղղումներ կարող են իրականացվել նաև հետմշակման ռեժիմում հետշափման մշակման ժամանակ:

Դիֆերենցիալ մեթոդում օգտագործողի ընդունիչի ուշացումները վերացվում են այնպես, ինչպես ինքնավար ռեժիմում՝ 4 կամ ավելի արբանյակների դիտարկումների հիման վրա: Ինչ վերաբերում է համակարգային այլ սխալներին, ապա ենթադրվում է, որ դրանք վերացվում են ուղղումներով, որոնք գործնականում յուրաքանչյուր կայանում գրեթե նույն ազդեցությունն են ունենում չափումների վրա:

Դիֆերենցիալ դիրքորոշման ճշտությունը կախված է ընդունիչներից, ծրագրային ապահովումից և տատանվում է մի քանի դեցիմետրերից մինչև մի քանի մետր:

Դիֆերենցիալ ուղղումները կիրառվում են նաև ֆազային չափումների համար: Այստեղ կա նաև ուղղումները փոխանցելու երկու տարբերակ՝

չմշակված ֆազային չափումների ու կրող ֆազի ուղղումների ձևով: Ֆազային միջակայքի ուղղումները բարձրացնում են ճշտությունը մինչև 1-5 սմ:

Ուղղումները փոխանցվում են RTCM SC 104v ձևաչափով ու 2.2 տարբեր հաղորդագրությունների համարներով:

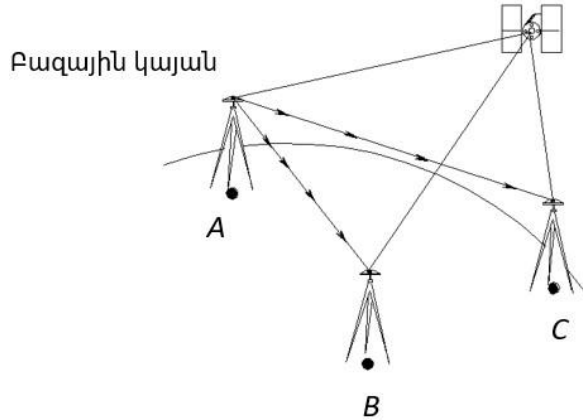
Դիֆերենցիալ ուղղումները փոխանցելու համար օգտագործվում են միջին ալիքի (275-2000 կՀց) ու VHF (390-1550 ՄՀց և 3-300 ԳՀց) ռադիոալիքներ: Կան հարյուրավոր բազային կայաններ, որոնք տեղակայված են աշխարհի տարբեր երկրներում, որոնք փոխանցում են դիֆերենցիալ ուղղումներ՝ իրենց գոտիներում միջազգային ստանդարտ RTCM SC-104 ձևաչափով:

Ներկայումս կան բազմաթիվ բաց տարածաշրջանային ու տեղական դիֆերենցիալ համակարգեր: Որպես լայն գոտի համակարգեր հարկ է նշել այնպիսիք, ինչպիսիք են ամերիկյան WAAS-ը, եվրոպական EGNOS-ն ու ճապոնական MSAS-ը: Այս համակարգերը օգտագործում են գեոստացիոնար արբանյակներ՝ ուղղումները փոխանցելու իրենց ծածկույթի տարածքում գտնվող բոլոր օգտագործողներին: Տարածաշրջանային համակարգերը նախատեսված են երկրի մակերևույթի առանձին հատվածների նավարկման ապահովման համար: Տարածաշրջանային համակարգերը սովորաբար օգտագործվում են խոշոր քաղաքներում, տրանսպորտային ուղիներում ու նավարկելի գետերում, նավահանգիստներում և ծովերի ու օվկիանոսների երկայնքով: Տարածաշրջանային համակարգի աշխատանքային գոտու տրամագիծը սովորաբար կազմում է 500-2000 կմ: Այն կարող է ներառել մեկ կամ մի քանի բազային կայաններ: Տեղական համակարգերն ունեն առավելագույնը 50-220 կմ շառավիղ:

Չափումներ կատարելու գործընթացում արբանյակային գեոդեզիական ընդունիչը ոչ միայն գրանցում է չափված արժեքները, այլև ավտոմատ ռեժիմում մի շարք հաշվարկներ է կատարում: Այս դեպքում օպերատորը չի կարող ակտիվորեն ազդել նման հաշվարկների ընթացքի վրա:

Օպերատորի դերն արբանյակային որոշումների մեջ հիմնականում պայմանավորված է չափումների կազմակերպմամբ և մեկ դիտարկման շրջափուլին մասնակցող բոլոր ընդունիչների միաժամանակյա աշխատանքի ապահովմամբ: Ընդունիչը տեղադրվում է հիմնակետում և բերվում աշխատանքային դիրքի՝ օգտագործելով ստեղնաշարը, հիշողության սարքում մուտքագրվում են հիմնակետի համարը, ալեհավաքի բարձրությունը, ընդունման սկզբի ու ավարտի ժամանակը: Դիտարկման տվյալները փոխանցվում են համապատասխան ծրագրային ապահովմամբ համակարգիչ, որտեղ դրանք մշակվում են:

Տեղանքի կետերի կոորդինատների որոշման ժամանակ հիմնականում օգտագործվում են գեոդեզիական հարաբերական չափումներ, որոնց սխեման ներկայացված է Նկար 4.10 –ում: Հարաբերական չափումների մեթոդներում առավել շոշափելի արդյունքներ են ձեռք բերվում չափումների տարբերությունների սխալները վերացնելու գաղափարի ներդրումից:



Նկ. 4.10. Հարաբերական չափումների սխեմա

Ինչպես դիֆերենցիալ մեթոդով, սարքավորումները տեղադրվում են առնվազն երկու կայանում, օրինակ՝ A և B: Դրանցից մեկը կոչվում է բազային կամ ռեֆերենց կայան: Ուղղումներ չեն որոշվում, բայց տարբերությունները ձևավորվում են կայանների դիտարկումներից: Ստատիկայում օգտագործելով բազմաթիվ աղավաղումներից զերծ տարբերությունները՝ հաշվարկվում է այդ կայանները միացնող տիեզերական D վեկտորը.

$$D = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 + (Z_B - Z_A)^2}:$$

Այսպիսով՝ հարաբերական չափումների ժամանակ որոշվում են կոորդինատային աճերը հիմնային ու որոշվող կետերի միջև, հետևաբար բազային վեկտորը նման չափումների համար կարևոր բաղադրիչն է: Դա հիմնային ու որոշվող կետերի միջև կոորդինատային աճերի եռաչափ վեկտորն է:

Հիմնային հիմնակետից կոորդինատները բազային գծի միջոցով փոխանցվում են որոշվողին: Այդ փոխանցման սխալները կախված են բազային գծի երկարությունից և ուղղակիորեն ներառում են էլային հիմնակետի կոորդինատների սխալները: Խտացման գեոդեզիական ցանցերի կառուցման ժամանակ խորհուրդ է տրվում բազային գծի երկարությունն ընդունել 5-15 կմ: Այս խորհուրդը պարտադիր չէ գեոդեզիական նշահարման ցանցերի համար:

Բազային կայանը պետք է ունենա ճշգրիտ կոորդինատներ, որպեսզի չափված աճերը օգտագործվեն գեոդեզիական ցանցի մնացած հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկելու համար:

Հարաբերական չափումների բարձր ճշտությունը պայմանավորված է բազային ու որոշվող կետերի կայանների կոորդինատների տարբերությունների ձևավորմամբ: Դիտարկումների համատեղ մշակման ժամանակ սխտեմատիկ սխալները բոլոր ընդունիչների համար ունենում են մոտ նույն արժեքները, որոնք ուղղվում են հեռավորությունների սինխրոն չափումների ժամանակ: Դրանք ներառում են նույն արբանյակի էֆեմերիդների ու ժամանակային սանդղակի, տրոպոսֆերային ու իոնոսֆերային ազդեցությունների սխալները:

Գեոդինամիկական աշխատանքներում հիմնականում կիրառվում են հարաբերական մեթոդները:

Ստատիկ դիտարկումները նախապես նախագծվում են՝ օգտագործելով ալմանախը: Առավել ճշգրիտ ու աշխատատար է ստատիկ մեթոդը: Մեթոդի ճշտությունը կախված է չափումների տևողությունից: 5 րոպեի ընթացքում չափումներն ապահովում են դեցիմետրի ճշտություն: Սովորաբար զույգ կայաններում դիտարկումների տևողությունը մոտ մեկ ժամ է: Այդ ընթացքում չափումների արդյունքների կուտակումը տեղի է ունենում 1 վրկ-ից մինչև 5 րոպե ընդմիջումներով:

Առնվազն 5 արբանյակներին հետևելիս ակնհայտ կդառնա՝ բազմաթիվ ընդունիչ համակարգեր ունեն միջին քառակուսային հետևյալ սխալները (D-ն բազային կայանից հեռավորությունն է կիլոմետրերով)՝

- պլանում ($5 + 1 \cdot D$ կմ) մմ՝ 10 կմ-ից փոքր D-ով,
- պլանում ($5 + 2 \cdot D$ կմ) մմ՝ 10 կմ-ից ավելի D-ով,
- բարձրությամբ ($10 + 2 \cdot D$ կմ) մմ:

Հարաբերական չափումները, ինչպես նշվեց ավելի վաղ, իրենց հերթին բաժանվում են ստատիկ ու կինեմատիկ ռեժիմների: Հարաբերական չափումների ցանկացած ռեժիմում ընդունիչներից մեկը տեղադրվում է հայտնի կոորդինատներով հիմնակետում, իսկ մյուսները՝ որոշվող կետերում:

Ստատիկ դիտարկման ռեժիմը գեոդեզիական ցանցերի կառուցման առավել ճշգրիտ ու հիմնական մեթոդն է: Դա ամենաշատ ժամանակատարն է: Կախված կոորդինատների որոշման պահանջվող ճշտությունից՝ դիտարկման ժամանակը կարող է տատանվել մեկ ժամից մինչև մի քանի ժամ: Ստատիկ ռեժիմում օգտագործվում են հետմշակման ու հատուկ ծրագրեր: Իսկ ընդունիչների տեղադրման հիմնակետերն ընտրվում են այնպես, որ արբանյակներից ստացվող ազդանշանները տեղանքի շրջակա միջավայրի առարկաները չփակեն: Երկնային հորիզոնի նկատմամբ տեսադաշտը պետք է հնարավորինս բաց լինի:

Դիտարկման կանխատեսվող տևողությունը կախված է ճշտության պահանջներից, բազայինի նկատմամբ երկարությունից ու օգտագործվող ընդու-

նիչից: Դիտարկումների տևողությունը պայմանավորված է ֆազային չափումների անորոշությունը լիովին լուծելու անհրաժեշտությամբ: Երկհաճախականի ընդունիչների համար երկիմաստության լուծումն իրականացվում է 10-15 բուլբի ընթացքում, նույնիսկ երկար բազիսների վրա: Մեկ հաճախությամբ ընդունիչների համար այդ ժամանակը կարող է բավարար լինել միայն մինչև 1 կմ երկարությամբ կարճ բազային գծերի վրա: Երկար բազային գծերի դեպքում անորոշության լուծումը պահանջում է 1 ժամ կամ ավելի երկարաժամկետ դիտարկումներ: Մոտավոր դիտարկման ժամանակը կարելի է նախագծել՝ օգտագործելով Աղյուսակ 4.3-ի տվյալները:

Աղյուսակ 4.3.

Նախատեսված դիտարկման ժամանակը

Բազային գծերի երկարությունը, կմ	Շրջափուլերի ժամանակահատվածը, բուլբ
0,1...1,0	10...30
1,1...5,0	20...60
5,1...10,0	20...90
10,1...30,1	30...120

Դիտարկման երկար տևողությունը բարձրացնում է կոորդինատների որոշման ճշտությունը: Ղեկավարվելով ճշտության բարձր պահանջներով՝ չափումները պլանավորվում են մի քանի սեսիաների (նվազներ), ներառյալ կրկնվող չափումները՝ վերադառնալով որոշման հիմնակետերին:

Որպես բազային կայանների ելային հիմնակետեր ընտրվում են այն հիմնակետերը, որոնք բավարարում են ԱԳՑ պահանջները: Նշահարման ցանցերի համար այս պայմանները պարտադիր չեն: Ելակետային նշանների երկարաժամկետ պահպանումն ու կայունությունն ապահովվում են հնարավորինս ամուր կենտրոնների տեղադրմամբ, ինչպես պետական գեոդեզիական ցանցի առկա կենտրոններն են: Թույլատրվում է ելակետերի կենտրոնները տեղադրել շենքերի տանիքներին:

Ստեղծված արբանյակային ցանցի հիմնակետերը պետք է առավելագույնս համապատասխանեցվեն նախկինում ստեղծված գեոդեզիական ցանցի ելային հիմնակետերին: Որպես համակցված հիմնակետեր նախընտրելի է ընտրել շենքերի վրա առկա հիմնակետերը կամ վերնակառույցները:

Բոլոր դասերի արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերը պետք է համապատասխանեն երկարաժամկետ պահպանության ու դիրքի կայունության պահանջներին: Արբանյակային ազդանշանների ընդունմանը խանգարող գործոնները (ռադիոմիջամտություն, ստացված ազդանշանների զննում, արտացոլող օբյեկտների առկայությունը) պետք է բացահայտվեն և վերացվեն կամ նվազագույնի հասցվեն:

Ստատիկ մեթոդները ներառում են արագ ստատիկ ու ռեօկուպացիա ռե-
ծիմներ: Ռեօկուպացիայի մեթոդն այլ կերպ կոչվում է պսևդոստատիկ ու
նույնիսկ պսևդոկինեմատիկ: Այս ստատիկական ռեծիմները ավելի քիչ աշ-
խատատար են:

Արագ ստատիկա: Արագ ստատիկան ստատիկ չափման ռեծիմ է, որի
դեպքում դիտարկման ժամանակը կարող է կրճատվել մինչև 10-20 րոպեով:
Արագ ստատիկան օգտակար է կարճ բազային գծերի վրա, երբ կա ճշտու-
թյան պահանջների մի փոքր նվազում: Ընդունիչը տեղեկացնում է դիտարկո-
ղին, եթե հավաքվել է բավարար քանակությամբ տեղեկատվություն, արդ-
յունքները մշակելիս, այնուամենայնիվ, երկիմաստությունից խուսափելու
համար դրանք պրակտիկայում ռովերի ընդունիչին վերադարձնում են
ելային հիմնակետ (սա ռեօկուպացիան է):

GPS ու GLONASS արբանյակների միաժամանակյա դիտարկումը թույլ է
տալիս 3-6 անգամ ավելի արագ հասնել սանտիմետրային ճշտության:

Կինեմատիկա: Գոյություն ունի կինեմատիկական երկու ռեծիմ՝ կանգ
առ-գնա (Stop & Go) ու շարունակական: Ինչպես ստատիկ չափման ռեծիմում,
կինեմատիկական ռեծիմն իրականացվում է առնվազն երկու ընդունիչով,
որոնք միաժամանակ ազդանշաններ են ստանում առնվազն չորս «ընդհա-
նուր» արբանյակներից: Ընդունիչներից մեկն աշխատում է որպես բազային
կայան հայտնի կոորդինատներով հիմնակետում, մյուսը շարժվում է որոշվող
կետերով:

Կինեմատիկական ռեծիմում աշխատելիս ստատիկ չափման հատվածի
ժամանակը չափազանց կարճ է, որպես կանոն, տվյալ կետում տեղեկատվու-
թյուն հավաքելու ժամանակը չի գերազանցում մեկ րոպեն (12 ժամանակա-
շրջան, յուրաքանչյուրը՝ 5 վայրկյան): Որքան երկար է ստատիկ ռեծիմի ժա-
մանակը, այնքան բարձր է ստացված արդյունքների ճշտությունը:

Մեթոդը պահանջում է տեղեկատվության շարունակական հոսք արբա-
նյակներից, ուստի հիմնակետից կետ տեղափոխվելու գործընթացում պետք է
խուսափել չափումների խափանումներից, որոնց մասին ընդունիչը ձայ-
նային ազդանշանով տեղեկացնում է դիտարկողին: Այդ դեպքում անհրա-
ժեշտ է վերադառնալ նախկինում որոշված կետերից որևէ մեկին՝ կրկնելով
միանշանակությունը: Դա կատարվում է չափումների անհամարժեքության
նպատակով:

Չափումների սկզբում սկզբնավորումն (ինիցիալիզացիա) իրականացնե-
լու համար ելային հիմնակետում տեղադրվում է ռեֆերենց կամ բազային ըն-
դունիչը, իսկ ռովերը՝ շարժական ընդունիչը՝ բազայինից մի քանի մետր հե-
ռավորության վրա: Դիտարկման շրջափուլն ավարտելուց հետո (15-20 րոպե)

երկու ընդունիչներն էլ անցնում են կինեմատիկական ռեժիմի, և ռովեր ընդունիչը շարժվում է դեպի որոշվող կետերը: Եթե ինիցիալիզացման ընթացքում ռովեր ընդունիչը գտնվում է բազային ընդունիչից զգալի հեռավորության վրա, ինիցիալիզացման ժամանակը կարող է աճել մինչև 1 ժամ կամ ավելի:

Մի շարք չափումների ավարտին (սովորաբար մոտ մեկ ժամ) փակ ընթացքներ են անցկացնում, ռովեր շարժական ընդունիչը վերադառնում է սկզբնական հիմնակետ (ռեօկուպացիա), որտեղից սկսվել են չափումները: Չափումների ավարտից հետո տվյալները փոխանցվում են համակարգիչ՝ հետմշակման համար: Ծրագիրը հաշվարկում է բազային վեկտորները՝ որոշելու բոլոր կետերի դիրքը սկզբնական կամ հայտնի կոորդինատներով մի քանի էլակետերի նկատմամբ: Շարունակական կինեմատիկան ենթադրում է չափումներ՝ առանց կետերում կանգ առնելու ու օգտագործվելով շարժվող օբյեկտի հետագիծը՝ մեծ ճշտությամբ ցույց տալու համար:

Իրական ժամանակի կինեմատիկա: Գործողության այս ռեժիմն օգտագործվում է անմիջապես չափումների ժամանակ՝ հիմնակետերի կոորդինատները ստանալու համար (RTK ռեժիմ՝ իրական ժամանակի կինեմատիկա): Մեթոդը պահանջում է հատուկ կարգավորիչ (դաշտային համակարգիչ) նյութերի օպերատիվ մշակման ու պահպանման համար:

Ինչպես շահագործման նախորդ ռեժիմներում, RTK-ում մեկ ընդունիչ ծառայում է որպես բազային կայան և տեղադրվում է սկզբնակետում: Երկրորդ ընդունիչը շարժվում է որոշման կետերով: Բազային կայանն ու ռովերը միացված են ռադիոհեռաչափության կամ կապի այլ համակարգով: Կրիչի ֆազի ուղղումներն ու այլ ուղղումներ փոխանցվում են ռովերին մոդեմի միջոցով: Այդ տեղեկատվության շնորհիվ արդյունքները մշակվում են ռովեր ընդունիչի վրա, և բազային կայանի հետ կապված կետի կոորդինատային աճերը հաշվարկվում են մի քանի վայրկյանում:

4.3. Արբանյակային գեոդեզիական ցանցերի նախագծում ու կառուցում⁶

Արբանյակային եղանակները համեմատաբար նոր սերնդի չափման համակարգեր են: Արբանյակային տեխնոլոգիաներին հիմնված օժանդակ ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցման ու վերակառուցման եղանակը ներկայումս ամենապահանջվածն ու տարածվածն է:

⁶ Այս բաժինը գրելիս հիմք են ընդունվել նորմատիվ ակտերն ու հետևյալ գրական աղբյուրները՝ [33, 39, 40, 45, 46, 59]:

Տեղագրական ու գեոդեզիական արտադրության անցումն արբանյակային կոորդինատների որոշման ինքնավար մեթոդներին ապահովում է երկրի մակերևույթի կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների առավել ռացիոնալ ու արդյունավետ գործնական որոշում ամբողջ երկրում այն ճշտությամբ, որն անհրաժեշտ է գիտական, տեխնիկական ու արտադրության խնդիրների հնարավոր ամենալայն շրջանակը լուծելու համար:

1: 10000 մասշտաբի հանույթների ապահովման ժամանակ արբանյակային տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել հանությային հիմքի զարգացման համար (հիմնակետերի պլան բարձունքային ճանաչման կետերի կապակցման համար): 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 և 1: 500 (հետագա շարադրանքում՝ խոշոր մասշտաբի հանույթներ) մասշտաբների հատակագծերի հանութագրման ժամանակ այս տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել ինչպես հանությային հիմքի զարգացման, այնպես էլ իրադրության հանութագրման ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի 5.0; 2.5; 2.0; 1.0; 0,5 մ բարձրությունների համար:

Տարածաշրջանային, քաղաքային (տեղական կամ լոկալ) գեոդեզիական ցանցերի կառուցման ու վերակառուցման աշխատանքների հիմնական առանձնահատկությունը կոորդինատային համակարգի պահպանման անհրաժեշտությունն է, որում նախկինում կատարվել են տարածաշրջանային խոշորամասշտաբ հանույթներ (1: 500 - 1: 2000), և միաժամանակ ապահովվել է գեոդեզիական ցանցի միատեսակ բարձր ճշտություն այլ առաջադրանքների կատարման համար:

Ավանդական ու արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառման հիման վրա ստեղծված քաղաքների գեոդեզիական ցանցերի պարբերական վերակառուցման անհրաժեշտությունը ծագում է հետևյալ պատճառներով.

- քաղաքներում գեոդեզիական աշխատանքները տարբեր ժամանակներում կատարվել են տարբեր կազմակերպությունների կողմից՝ տարբեր որակով ու նորմատիվ տեխնիկական տարբեր փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան,

- քաղաքային գեոդեզիական ցանցի մեծ թվով հիմնակետեր հաջորդականորեն ոչնչացվում են տնտեսական գործունեություն ծավալելու արդյունքում,

- քաղաքի տարածքում պետական գեոդեզիական ցանցի հարաբերական սխալ 1-ին ու 2-րդ դասերի հիմնակետերի 20-30 կմ հեռավորությունների վրա դիրքի հարաբերական սխալը կարող է հասնել 1:300000 կարգի, ինչը 3-5 անգամ ցածր է, քան արբանյակային եղանակներով նմանատիպ ցանցերի կառուցման ճշտությունը,

- տարբեր կազմակերպություններում գերճշգրիտ գեոդեզիական ժամանակակից գործիքների (արբանյակային ընդունիչներ, լուսահեռաչափներ ու էլեկտրոնային տախտմետրեր) ի հայտ գալը հանգեցնում էր կատարված չափումների ճշտության ու քաղաքում գոյություն ունեցող գեոդեզիական հիմնային ցանցերի միջև ճշտության տարբերության,

- տեղական կոորդինատային համակարգերի ձևավորման պարամետրերը միշտ չէ, որ ստույգ են դրված:

Արբանյակային եղանակներով հիմնային ցանցերի կառուցման կառուցվածքային սխեման ներառում է հետևյալ փուլերը՝

- մեկ կամ մի քանի ելային հիմնակետերի (ԵՀ) ստեղծում,
- հիմնային ցանցի (ՀՑ) հիմնակետերում արբանյակային դիտարկումների իրականացում,

- արբանյակային ցանցի խտացում, արբանյակային չափումներ քաղաքային (տարածաշրջանային) գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերում, այդ թվում՝ նախկինում ստեղծված գեոդեզիական ցանցի գոյություն ունեցող հիմնակետերում՝ ավանդական ցանցի հետ կապակցման համար,

- դիտարկումների արդյունքների մշակում նախկինում կատարված պլանային ու բարձունքային ցանցերի հետ համատեղ:

Տեղեկատվական տարածաշրջանային կամ քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցերը նախատեսվում են՝ հետևյալ գործնական առաջադրանքներ ապահովելու համար.

- քաղաքային տեղագրական հատակագծերի բոլոր մասշտաբների հանութագրում ու թարմացում,

- հողաշինարարություն, սահմանագծում, սահմանագատում, հողերի գույքագրում,

- քաղաքային տարածքների տեղագրական ու գեոդեզիական հետազոտություններ,

- շինարարական օբյեկտների ինժեներագեոդեզիական հիմքի պատրաստում,

- քաղաքի տեղական գեոդինամիկական բնական ու տեխնածին երևույթների գեոդեզիական ուսումնասիրություն,

- վերգետնյա ու մասամբ օդային, ջրային տրանսպորտների նավարկում:

Քաղաքային գեոդեզիական միատեսակ ցանցերի բարձր ճշտությունը ձեռք է բերվում արբանյակային դիտարկումների հիմնավորված օպտիմալ ու մշակման համապատասխան մեթոդների, ինչպես նաև հիմնակետերի տեղակայման օպտիմալ երկրաչափության, դրանց միատեսակ խտության և հին ու նոր գեոդեզիական ցանցերի առավելագույն հնարավոր համակցության միջոցով:

Մեկ կամ մի քանի ելակետերով ստեղծվում են 100 քառ. կմ և ավելի տարածք ունեցող քաղաքներում, որոնց բնակչությունը կազմում է մոտ 500 հազար մարդ, և եթե կա դրանք հիմնային գեոդեզիական ցանցերի, բարձր ճշտության գեոդեզիական ցանցերի կամ մշտական գործող ռեֆերենց հիմնակետերի վերածելու հեռանկար նավարկման համակարգերի համար:

Մինչև 20 քառ. կմ տարածք ունեցող բնակավայրերի համար հնարավոր է միավորել ելակետերն ու հիմնային ցանցի հիմնակետերը: Այս դեպքում դիտարկումները կատարվում են ըստ հիմնային ցանցի կետերի ծրագրի:

Արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի ցանկացած հիմնակետի փոխադարձ դիրքի միջին սխալների արժեքները չպետք է գերազանցեն 30 մմ-ը:

Քաղաքային եռանկյունավորման հիմնակետերը պետք է փոխարինվեն արբանյակային ցանցի հիմնակետերով: Դրանց կորստի դեպքում արբանյակային ցանցի հիմնակետերը միավորվում են իրենց ամենամոտ (հարակից ընթացքների երկայնքով) պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի հետ: Այսպիսով՝ նախկինում ստեղծված քաղաքային եռանկյունավորման ցանցը ծածկվում է արբանյակային գեոդեզիական ցանցով և կորցնում է իր դերակատարությունը: Միաժամանակ բացառվում է անցած տարիների քաղաքային եռանկյունավորման ցանցերի վերահավասարակշռումը, քանի որ արբանյակային ցանցի հիմնակետերը քաղաքային եռանկյունավորման հին ցանցի հիմնակետերի հետ համակցված են և ելակետեր են վերահավասարակշռման համար:

Ստեղծված (վերակառուցված) քաղաքային (տարածաշրջանային) գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի խտությունը պետք է համապատասխանի հետևյալ պահանջներին.

- արբանյակային ցանցի խտությունը քաղաքային տարածքի 40-100 քառ. կմ-ի վրա՝ 1 հիմնակետ, բայց ամեն դեպքում պետք է լինի առնվազն 3 հիմնակետ:

- 1-ին բարձր դասի արբանյակային ցանցերի խտությունը 5-40 քառ. կմ քաղաքային տարածքի վրա՝ 1 հիմնակետ:

Աղյուսակ 4.4-ում ներկայացված են որոշ բնութագրեր, որոնց պետք է համապատասխանեն կառուցվող արբանյակային ցանցերը:

Քաղաքային ու տարածաշրջանային արբանյակային գեոդեզիական հիմնային ցանցերի կառուցման ընդունված սխեմայում հնարավոր է լրացուցիչ փուլով 2-րդ դասի արբանյակային գեոդեզիական ցանցի (ԱԳՑ-2) տեսքով զարգացում: Ճշտության առումով կառուցման այս փուլը նմանվում է ԱԳՑ-1-ին դասին, սակայն նշված արբանյակային կառույցների բոլոր հիմնա-

կետերի համար որպես ելակետեր կարող են հանդիսանալ ավելի բարձր դասի հիմնակետեր: ԱԳՑ-2-ի խտությունը պետք է ապահովեն քաղաքի ու տարածաշրջանային գեոդեզիական հետազոտության ընթացիկ կարիքները: ԱԳՑ 2-րդ դասի արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանցը ստեղծվում է բացառության կարգով, եթե անհրաժեշտ է կատարել քաղաքի որոշակի տարածքներում գեոդեզիական հետազոտություն:

Աղյուսակ 4.4.

Տարածաշրջանային (քաղաքային) արբանյակային ցանցերի որոշ բնութագրեր

Ցանցի տեսակը	Կոորդինատների որոշման ճշտությունը, մմ	Գծերի սահմանային հարաբերական սխալը, ոչ ավելի կոպիտ	Կետերի հարաբերական դիրքի միջին սխալների արժեքները, մմ
Ելային հիմնակետ (ԵՀ)	10-20	1:1000000	-
Հիմնային ցանց (ՀՑ)	10-20	1:500000	15
Արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանց (ԱՔԳՑ)	10-20	1:150000	20

Քաղաքային ամրացված գեոդեզիական հիմքի ընդհանուր խտությունը պետք է համապատասխանի.

- խիտ բնակեցված տարածքում՝ առնվազն 16 հիմնակետ 1 քառ. կմ-ի համար,
- ոչ խիտ կառուցապատված տարածքում՝ առնվազն 4 հիմնակետ 1 քառ. կմ-ի համար,
- ոչ կառուցապատված տարածքում՝ առնվազն 1 հիմնակետ 1 քառ. կմ-ի համար:

Արբանյակային գեոդեզիական ցանցերի ստեղծման ու վերակառուցման հիմնական փուլերն են.

- հիմնակետերի նախագծային հետազոտություն ու ստուգողական չափումներ,
- նախագծում,
- հիմնակետերի տեղերի տեղազննում ու տեղադրում,
- ելային հիմնակետերի դաշտային դիտարկումներ ու արդյունքների նախնական մշակում,
- ելային հիմնակետի արբանյակային դիտարկումների գրասենյակային մշակում,
- կառուցված ցանցի հիմնակետերի դաշտային դիտարկումներ ու արդյունքների նախնական մշակում,

- կառուցված ցանցի հիմնակետերի արբանյակային դիտարկումների գրասենյակային մշակում,

- պետական գեոդեզիական ցանցում ընդգրկելու համար կառուցված ցանցի հիմնակետերի արբանյակային դիտումների տվյալների փոխանցում,

- արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի դաշտային դիտարկումների ու արդյունքների նախնական մշակում,

- քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցի (ՔԱԳՑ) հիմնակետերի արբանյակային դիտարկումների գրասենյակային մշակում:

Ելային հիմնակետերի կոորդինատների որոշումն իրականացվում է դիտարկման ստատիկ ռեժիմով: Արբանյակային դիտարկման ծրագիրը նման է ՀԱԳՑ ու ԱԳՑ հիմնակետերի աշխատանքային ծրագրին: Դիտարկման սեսիան առնվազն 5 օր է այն պայմանով, որ հնարավոր լինի դիտարկումների մասին ստանալ տեղեկատվություն հարակից (առնվազն 3) ՀԱԳՑ և ԱԳՑ կամ նույն ժամանակային միջակայքի վերաբերյալ միջազգային ITRF մշտական գործող կայաններից:

Արբանյակային դիտարկումները կառուցված ցանցի հիմնակետերում կատարվում են քաղաքային գեոդեզիական ցանցի ելային հիմնակետերի հարաբերական դիրքի բարձր ճշտության որոշման և քաղաքային ու պետական կոորդինատային համակարգերի միջև հուսալի կապակցվածության համար: Կառուցված ցանցի հիմնակետերում արբանյակային դիտարկումները կատարվում են ցանցային եղանակով՝ օգտագործելով ստատիկ ռեժիմ և, որպես կանոն, միաժամանակ կառուցվելով ցանցի բոլոր հիմնակետերում:

Թույլատրվում է դիտարկումներ կատարել մի քանի համընկնող գոտիներով, որոնցով բաժանված է ողջ կառուցված ցանցը: Հարակից տարածքները պետք է ունենան առնվազն 3 համընդհանուր հիմնակետ:

Արբանյակային դիտարկման ծրագիրը պետք է բաղկացած լինի կրկնակի, ժամանակի հավասարաչափ դիտարկման շրջափուլերից՝ յուրաքանչյուրը առնվազն 3 ժամ տևողությամբ:

Նպատակահարմար է դիտարկումներին ներգրավել մեծ քանակի ընդունիչներ, որոնք ունեն միատեսակ կամ ոչ բազմազան ալեհավաքների տեսակներ:

ԱԳՑ 1-ին դասի հիմնակետերում դիտարկումներն իրականացվում են ցանցային ու համակցված եղանակներով՝ օգտագործելով ստատիկ ռեժիմ և, որպես կանոն, մի քանի համընկնող գոտիներով, որոնցով բաժանված է ստեղծված ամբողջ ցանցը: Հարակից տարածքները պետք է ունենան առնվազն 3 ընդհանուր կետ:

Արբանյակային դիտարկման ծրագիրը պետք է բաղկացած լինի կրկնակի, ժամանակի հավասարաչափ դիտումների շրջափուլերից՝ յուրաքանչյուրը առնվազն 1,5 ժամ տևողությամբ:

Վերջնական մշակումը բաղկացած է հետևյալ հիմնական գործընթացներից՝

- տեղական կոորդինատային համակարգի դիտարկման արդյունքներում ռեդուկցիայի ուղղում,

- համակցված հիմնակետերում անհամապատասխանությունների վերլուծություն՝ դրանք հասցնելով նվազագույնի,

- տարբեր տարիներին կատարված աշխատանքների քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի համատեղ հավասարակշռում,

- թվային ու ավանդական տվյալներով հիմնակետերի ցանկի կազմում:

Առաջին փուլում անհրաժեշտ է ստեղծել ու մշակել կառուցված ցանցը հնարավորինս բարձր ճշտությամբ:

Երկրորդ փուլում անհրաժեշտ է ստեղծել ու մշակել արբանյակային քաղաքային (տարածաշրջանային) գեոդեզիական ցանցը:

Արբանյակային գեոդեզիական ցանցի վերակառուցումն ավարտելու համար անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ աշխատանքները.

- տարածաշրջանի գոյություն ունեցող բարձունքային համակարգը 1977 թ. պետական բալթյան բարձունքային համակարգին բերելը՝ բարձր ճշտության չափումների ու ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների ընթացքում բարձրությունների անհամապատասխանությունները վերացնելու համար,

- տարածաշրջանային ցանցի ելային հիմնակետում պարբերական չափումների կազմակերպում՝ դարձնելով քաղաքային ցանցի մշտական հիմնակետերի ու դրանք ինտեգրելով ԱԳՑ-ին:

Նախկինում կատարված աշխատանքներից նյութերի հավաքագրումը տեխնիկական նախագծի կազմման առաջին փուլի փաստաթուղթն է, որով որոշում են աշխատանքի բովանդակությունը, ծավալը, ծախսերը, տեխնիկական հիմնական պայմանները, կատարման ժամկետները, նախագծային աշխատանքների կազմակերպումն ու աշխատանքի գնահատման արժեքը:

Հավաքված նյութի հիման վրա կատարվում է վերլուծություն՝ պարզելու.

- գոյություն ունեցող ցանցի որակական բնութագրերն ու խտությունը և նախկինում կատարված աշխատանքների հիմնակետերի օգտագործման հնարավորությունը, որոնք բավարարում են նախագծվող ցանցի հիմնակետերի պահանջները,

- արբանյակային չափումների տարբեր տեխնոլոգիաների հետ կապված նախագծային ցանցի կառուցման հնարավորությունները (ցանցային, ճառագայթային ու համակցված մեթոդներ):

Գեոդեզիական ցանցերի նախագծումը ներառում է աշխատանքի հետևյալ փուլերը՝

- գեոդեզիական աշխատանքների կատարման տարածքի ուսումնասիրություն,

- նախատեսվող ցանցի սխեմայի ընտրություն,

- տվյալ տարածքում գեոդեզիական ցանցի կառուցման եղանակի ընտրությունն ու դրա տնտեսական հիմնավորումը,

- առաջարկների ու գործունեության մշակում, որոնք կնպաստեն որոշ տեսակի աշխատանքների բարեհաջող իրականացմանը,

- տեխնիկական նախագծի ձևավորում:

Նախագծվող ցանցի սխեման կազմվում է տեղագրական 1:100000 կամ 1:50000 մասշտաբի քարտեզների վրա: Ծրագրի առանձին մասեր մշակելու համար օգտագործվում են նաև տեղագրական ավելի խոշոր մասշտաբների քարտեզներ ու հատակագծեր:

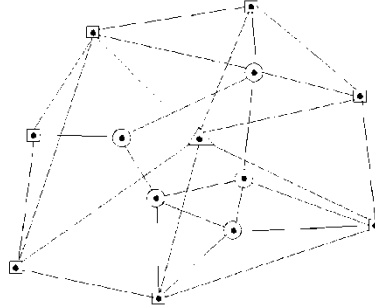
Նախագծվող ցանցի սխեմայի ընտրությունը հիմնված է աշխատանքի ընթացքում հավաքագրված սկզբնաղբյուր նյութերի վերլուծության, տեխնիկական նախագծման պայմանների, ինչպես նաև ստեղծվող ցանցի կառուցման եղանակների ընտրության ու համապատասխան դասի ստեղծման պայմանների հիման վրա: Ցանցում եռանկյունները պետք է լինեն հնարավորինս հավասարանկյուն, իսկ ցանցի նվազագույն անկյունը պետք է լինի առնվազն 20° և ոչ ավելի, քան 150°:

Նախնական սխեման կազմելուց հետո ընտրվում են համապատասխան դասի գեոդեզիական առկա ցանցի հիմնակետերը և տեղադրում քարտեզի վրա: Քարտեզի վրա տեղադրվում են միայն այն հիմնակետերը, որոնց ընտրությունը չի խախտում ստեղծված ցանցի երկրաչափական բնութագրերը:

Օգտագործվող խոշոր մասշտաբի քարտեզների ու հատակագծերի միջոցով վերլուծվում են քաղաքային գեոդեզիական ցանցում ընդգրկված հիմնակետերի գտնվելու տեղերն ու դրանց շուրջը գտնվող խոչընդոտների առկայությունը: Յուրաքանչյուր հիմնակետի համար նշվում են դիտարկման համար արբանյակների տեսանելիության սահմանափակումները որոշակի խոչընդոտների առկայության պատճառով, կառուցվում է երկնքի տեսանելիության բևեռային գծապատկեր, որի վրա նշվում են էկրանավորող խոչընդոտները:

Սխեմայի վրա նշվում են ընտրված հիմնային ու համատեղվող հիմնակետերը, որոնց վրա տեղադրվելու են արբանյակային ընդունիչները:

Ընտրված սխեմայի համաձայն՝ կազմվում է ստեղծվող ցանցի նախագծի գրաֆիկական մասը, որի բոլոր կապերը ցույց են տրվում հիմնակետերի դիտարկումների ժամանակ: Արբանյակային գեոդեզիական ցանցերի բնորոշ սխեմաները ներկայացված են Նկարներ 4.11-ում ու 4.12-ում:

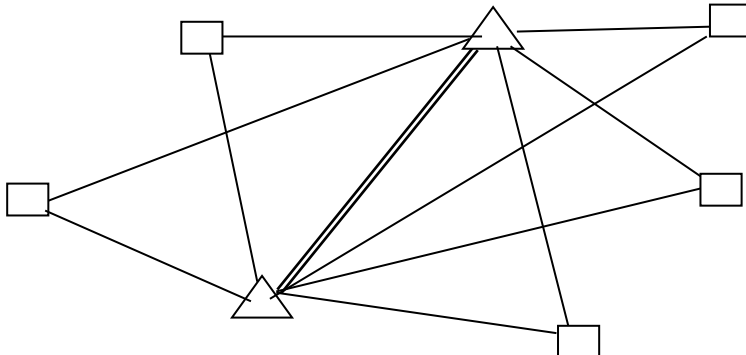


△ ելային հիմնակետ, □ կառուցվող ցանցի հիմնակետեր, ⊙ ԱԳՑ հիմնակետեր
Նկ. 4.11. Մեկ ելային հիմնակետով արբանյակային գեոդեզիական ցանցի սխեմա

Աշխատանքի կատարման տեխնոլոգիա ընտրելիս անհրաժեշտ է առաջնորդվել հետևյալ պահանջներով.

- միատեսակ բարձր ճշտության հասնելու համար գեոդեզիական հին ու նոր ցանցերը համատեղելու ժամանակ անհրաժեշտ է նախագծել նվազագույն թվով դասեր ու կարգեր,

- արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանց կառուցելիս անհրաժեշտ է միաժամանակ օգտագործել արբանյակային ընդունիչների առավելագույն քանակ, ինչը թույլ է տալիս ավելորդ չափումների բացառմամբ բարձրացնել դիտարկման արդյունքների ճշտությունն ու հուսալիությունը,



△ ելային (ռեֆերենց) հիմնակետեր
□ Ցանցի որոշվող հիմնակետեր

Նկ. 4.13. Ճառագայթային մեթոդով ստուգողական չափումներ

- Ճառագայթային մեթոդով ցանց նախագծելիս նախատեսվում է արբանյակային դիտարկումները կատարել յուրաքանչյուր որոշվող հիմնակետում երկու անգամ՝ ստացվող արդյունքների համապատասխանության համար:

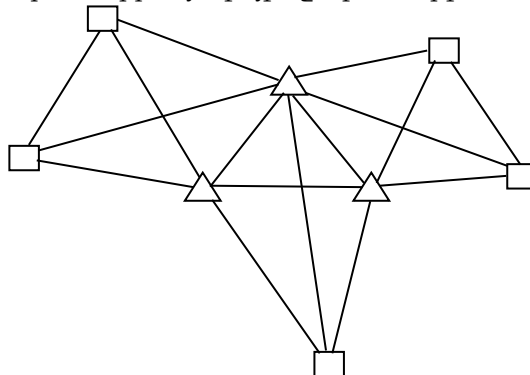
Արբանյակային ընդունիչներ օգտագործելով՝ գեոդեզիական ցանցեր ստեղծելիս ու վերակառուցելիս կարող են կիրառվել չափման հետևյալ մեթոդները՝

- Ճառագայթային մեթոդ, որի դեպքում ցանցի որոշված հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկվում են մեկ կամ երկու հիմնային (ռեֆերենց) հիմնակետերի նկատմամբ (Նկ. 4.13),

- ցանցային մեթոդ, որի չափումները կատարվում են ցանցի յուրաքանչյուր հիմնակետում կամ յուրաքանչյուր գծի վրա (Նկ. 4.14):

Ցանցային մեթոդը դիտարկման հիմնական մեթոդն է, որը, օգտագործելով ստատիկ ռեժիմը և, որպես կանոն, մի քանի հարակից գոտիներ, ստեղծում է ամբողջ ցանցը: Հարակից տարածքները պետք է ունենան առնվազն 3 ընդհանուր հիմնակետ:

Որոշակի խոչընդոտների առկայության պատճառով երկնքի նկատմամբ սահմանափակ տեսանելիություն ունեցող հիմնակետերի համար դիտարկման ժամանակն ընտրվում է խոչընդոտների բևեռային գծապատկերի վերլուծության հիման վրա, որը լրացվում է արբանյակների ուղեծրերով՝ նշելով գծապատկերի վրա գծված հետագծի երկայնքով դրանց անցման ժամանակը: Համաժամանակյա դիտարկումներ կազմակերպելու համար այդ ժամանակը համահունչ է պլանավորված դիտարկման շրջափուլերին մասնակցող բոլոր մյուս հիմնակետերում արբանյակային չափումների ժամանակին:



△ Ելային (ռեֆերենց) հիմնակետեր

□ Ցանցի որոշվող հիմնակետեր

Նկ. 4.14. Ցանցային մեթոդով չափումներ

Ինժեներագեոդեզիական խնդիրներ լուծելիս հաճախ արբանյակային որոշումներով հիմնականներն օգտագործվում են որպես ելային կոորդինատներ՝ կապակցելու տեղական ինժեներագեոդեզիական նշահարման ցանցերը, ինչպես նաև հանութային ցանցերը կողմնորոշելու համար: Դրանք կարող են լինել մայրուղային գծային կառույցների ընթացքները, որոնց նախագծերի իրականացման ընթացքում, ինչպես հայտնի է, կառուցվում է տասնյակ կիլոմետրեր երկարությամբ մշտական պլանաբարձունքային գեոդեզիական հիմք: Այդպիսի օբյեկտներ կարող են լինել մայրուղիներն ու երկաթուղիները, խողովակաշարերը, էլեկտրահաղորդման գծերը, ջրանցքներն և այլն: Շինարարական նախագծերի համար, որոնք զբաղեցնում են սահմանափակ տարածքներ (կամուրջների անցումներ, արդյունաբերական քաղաքային համալիրներ, ջրատարներ, օդանավակայաններ և այլն), նույնպես կառուցում են նշահարման ցանցեր, որոնք կարող են իրականացվել բացառապես արբանյակային տեխնոլոգիաներով կամ համատեղ ավանդական գծաանկյունային հատումների եղանակներով:

Եթե արբանյակային ցանցը ծառայում է որպես ավանդական գծաանկյունային եղանակների ելային հիմնակետեր, ապա տեղական ցանցի կապակցումը ելային հիմնակետերին պետք է իրականացվի ըստ հայտնի սխեմաների՝ ոչ միայն կոորդինատային, այլև անկյունային կապակցմամբ: Ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կողմնորոշումն ու համակարգումը, այսպիսով, որոշվում են առնվազն երկու առկա (կամ կառուցվող) հիմնակետերով:

Բնական է, որ արբանյակային հիմնակետերի գտնվելու տեղերը պետք է ընտրել այն պայմանով, որ չլինեն գործոններ, որոնք սահմանափակում են արբանյակներից ստացված ազդանշանների ընդունումը կամ աղավաղումները: Այլ կերպ ասած՝ արբանյակային հիմնակետերը, որոնք օգտագործվում են որպես ելային, պետք է նախագծվեն առնվազն զույգերով, թեև բնական է դրանք կառուցել խմբերով երեքական հիմնային (ցանցային) հիմնակետերով:

Նշված պայմանները միանգամայն հասկանալի են: ԱԳՑ երեք հիմնակետերը կազմում են եռանկյուն, որի գագաթների կոորդինատները որոշվում են արբանյակային տեխնոլոգիաներով: Այս հանգամանքը հնարավորություն է տալիս հաշվարկելու գագաթների միջև եղած հեռավորությունները, այսինքն՝ այդ պատկերի կողմերը կարելի է որոշել հակադարձ գեոդեզիական ուղիղ խնդրի պարզ լուծմամբ՝ օգտագործելով հայտնի կոորդինատները: Բայց նույն կողմերը կարող են ուղղակիորեն չափվել էլեկտրոնային տախտմետրերով, հետևաբար արբանյակային որոշումների ու հաշվարկների արդյունքների ստուգումը կարող ենք իրականացնել չափումների համեմատությամբ: Բացի դրանից՝ արբանյակային հիմնակետերի միջև ուղղությունների հաշվարկված

ազիմուտների տարբերությունը կարող է օգտագործվել եռանկյան գագաթների հորիզոնական անկյունները գտնելու և դրանով ևս մեկ կարևոր ստուգում իրականացնելու համար: Այնուամենայնիվ, նույնիսկ ԱԳՑ հիմնակետերի նախագծման համար նշված պայմանների իրագործման դեպքում հարց է առաջանում, թե միմյանց նկատմամբ ինչ հեռավորության վրա պետք է տեղակայվեն արբանյակային հիմնակետերը, որոնք ելային հիմնակետեր են ինժեներագեոդեզիական ցանցերի կառուցման ժամանակ: Այս հարցը կարևոր է այն պատճառով, որ ստատիկ չափումների ստանդարտ սխեմաներով ԱԳՑ հիմնակետերը որոշվում են սահմանված չափման սխալով, այն է՝ մոտ 2 սմ: Հետևաբար հիմնակետերի կոորդինատները հայտնի սխալով հեռավորության որոշմամբ կբացահայտվի դրանց միջև կողմերի ազիմուտի սխալը: Դիտարկենք վերը նշվածն ավելի մանրամասնորեն:

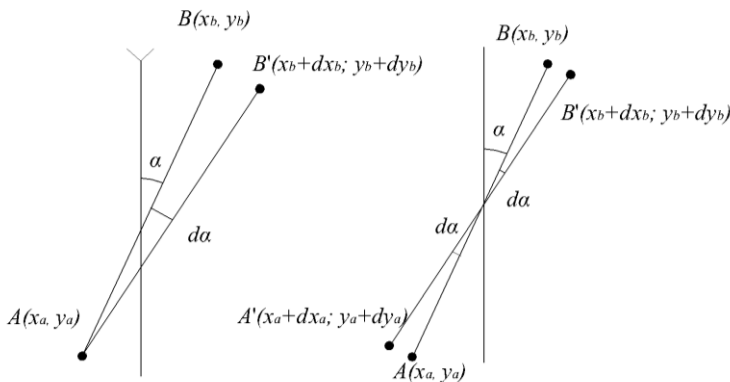
Ենթադրենք ունենանք AB կողմ (Նկ. 4.15), և տրված են դրա x_a , y_a և x_b , y_b ծայրակետերի կոորդինատները: Այս գծի ուղղության անկյունը որոշվում է գեոդեզիական հակադարձ խնդրի լուծմամբ՝

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \quad (4.14)$$

Ենթադրենք, որ B կետը տեղափոխվել է ինչ-որ փոքր չափով B' դիրք (Նկ. 4.15, ա), այսինքն՝ այդ կետի կոորդինատները ստացվել են dx_b ու dy_b աճերով: Այս փոփոխություններին համապատասխան՝ կփոխվի նույնպես AB գծի ուղղության $d\alpha$ անկյունը:

Կապ հաստատենք ուղիղ հատվածի վերջնակետի կոորդինատների փոփոխության ու այդ հատվածի դիրեկցիոն անկյան ուղղության փոփոխության միջև: Դիֆերենցելով (4.14) բանաձևը՝ ստանում ենք՝

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\rho} = \frac{(x_b - x_a)dy_b - (y_b - y_a)dx_b}{(x_b - x_a)^2}.$$



Նկ. 4.15. Կոորդինատների սխալներով առաջանում են դիրեկցիոն անկյունների սխալներ

Քանի որ՝

$$x_b - x_a = S \cos \alpha, y_b - y_a = S \sin \alpha,$$

ապա հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$d\alpha = \rho \left\{ \frac{\cos \alpha}{S} dy_b - \frac{\sin \alpha}{S} dx_b \right\}: \quad (4.15)$$

Կատարենք հետևյալ նշանակումները՝

$$\begin{aligned} (a) &= -\rho \sin \alpha \\ (b) &= \rho \cos \alpha \end{aligned} \quad (4.16)$$

Այդ դեպքում (4.15) բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$d\alpha = \frac{(a)}{S} dx_b + \frac{(b)}{S} dy_b: \quad (4.17)$$

Եթե AB գծի B վերջնակետը պահպանի իր դիրքը, իսկ A ելակետը տեղաշարժվի, ապա այս կետի կոորդինատների փոփոխությամբ կփոխվի AB գծի ուղղության անկյունը: Հասկանալի է, որ այդ փոփոխությունները տեղի կունենան վերը նկարագրված համանման կարգի համաձայն և կարտահայտվեն (4.17) բանաձևով միայն այն տարբերությամբ, որ dx_a ու dy_a գործակիցների դեպքում dx_b ու dy_b գործակիցները կունենան հակառակ նշաններ, այսինքն՝

$$d\alpha = -\frac{(a)}{S} dx_a - \frac{(b)}{S} dy_a: \quad (4.18)$$

(4.17) ու (4.18) բանաձևերը դիրեկցիոն անկյան դիֆերենցիալ բանաձևերն են: Ընդհանրապես, երբ փոխվում է AB գծի երկու ծայրերի դիրքը (Նկ. 4.15, բ), դիֆերենցիալ բանաձևը ստանում է հետևյալ տեսքը՝

$$d\alpha = -\frac{(a)}{S} dx_a - \frac{(b)}{S} dy_a + \frac{(a)}{S} dx_b + \frac{(b)}{S} dy_b: \quad (4.19)$$

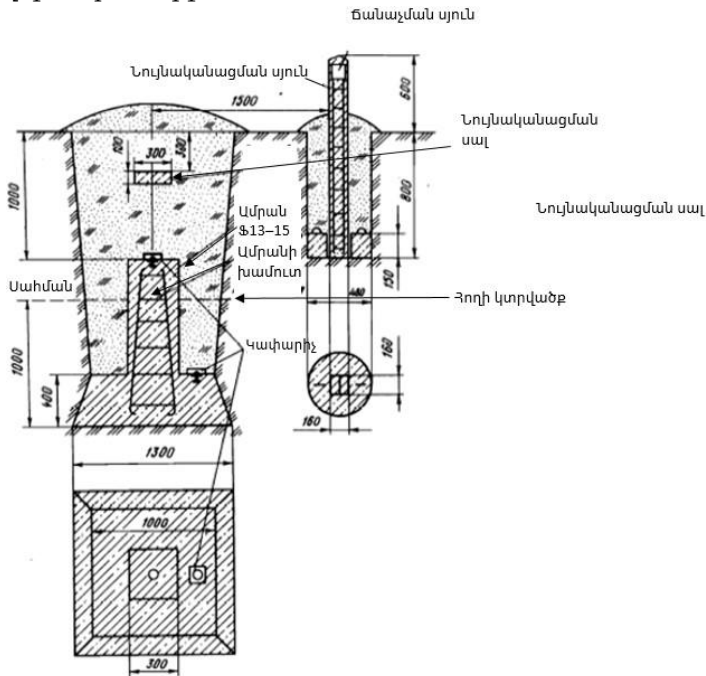
Դիրեկցիոն անկյան դիֆերենցիալ բանաձևերը տարբեր կիրառություններ ունեն:

Լուծենք հետևյալ խնդիրը. թող A կետը լինի որևէ ցանցի ելային հիմնակետ, և ենթադրենք, որ այն սխալ չէ: B հիմնակետի դիրքային սխալը հայտնի է և կազմում է 20 մմ: Վերցնենք կոորդինատային աճերի նշանները, համապատասխանաբար՝ $dx_b = -20$ մմ, $dy_b = +20$ մմ, ինչը համապատասխանում է կոորդինատային սխալների ազդեցության առավել վատ դիրեկցիոն անկյան սխալի վրա ազդող պայմաններին: A ու B հիմնակետերի միջև նվազագույն թույլատրելի հեռավորությունը պետք է գտնել այնպես, որ AB կողմի ելային դիրեկցիոն անկյունը որոշվի առնվազն 5" սխալով: Վերցնենք AB կողմի դիրեկցիոն անկյունը, որը հավասար է 45°-ի, և լուծենք (4.19) հավասարումը S-ի նկատմամբ: Պարզ հաշվարկներով կստանանք պահանջվող հեռավորության արժեքը, որը հավասար է 1100 մ: Այսինքն՝ ԱԳՑ հիմնակետերը նախագծելիս որպես ելային անհրաժեշտ է հաշվի առնել կառուցվող ցանցերի կողմնորոշման ճշտության պահանջները:

4.4. Արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի ամրացում

Ելային հիմնակետերը հիմնական ու ստուգողական կենտրոնների հետ փոխկապակցված համակարգ են, որոնք տարածվում են ԱԳՑ ու ՊԲԳՑ հիմնակետերի պահանջներով:

Ելային հիմնակետերի (ԵՀ) կենտրոնների երկարաժամկետ պահպանումն ու կայունությունը պետք է ապահովվեն կենտրոնների տեղադրմամբ, որոնց նմուշների տեսակները ներկայացված են Նկար 4.16-ում, հնարավորության դեպքում լինեն զուգակցված I ու II դասերի պետական նիվելիրացման գործող կենտրոնների հետ:

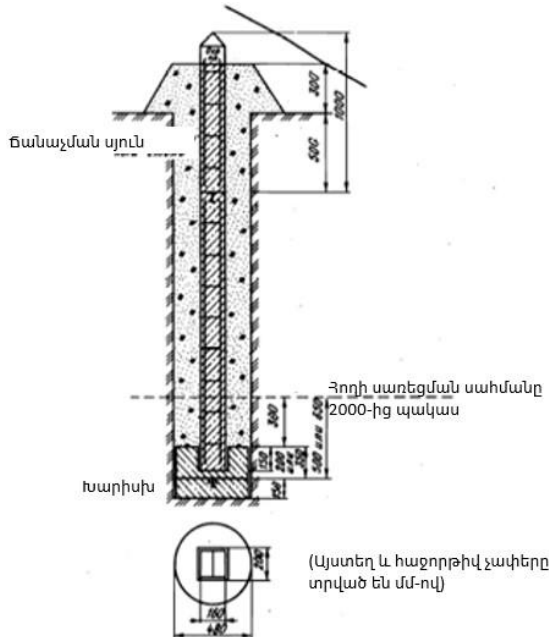


Նկ. 4.16. Հիմնային հենանիշ գրունտների սեզոնային սառեցման տարածքների համար

Գրունտի սեզոնային սառեցման տարածքներում տեղադրվող հիմնային հենանիշը բաղկացած է քառանիստ կտրված բուրգից, որը մոնոլիտ բետոնով ամրացվում է խարիսխով բնական խտության գրունտում ներկառուցված բետոնե սալիկի տեսքով: Հիմնային հենանիշների կենտրոնները կարող են տեղադրվել շենքերի տանիքներին: Նման կենտրոնների տեղադրումը պետք է իրականացվի հատուկ մշակված նախագծերի համաձայն, որոնցում առկա լինի ընտրված շենքերի համապատասխանությունը՝ երկարաժամկետ բարձր ճշտության արբանյակային չափումներ իրականացնելու համար: Դրանց վրա

կենտրոնների տեղակայումը պետք է իրականացնել այնպես, որ արբանյակային ընդունիչ սարքավորումները ռացիոնալ տեղադրեն կենտրոնին:

Նույնքան կարևոր է էլեկտրամատակարարման կազմակերպման հնարավորությունը՝ նման հիմնակետերում արբանյակային դիտարկումներ անցկացնելու պայմանները՝ հաշվի առնելով արբանյակային ազդանշանների ընդունմանը խոչընդոտող գործոնների նվազագույն ազդեցությունը (ռադիոմիջամտություն, ընդունվող ազդանշանների էկրանավորում, արտացոլող առարկաներ, մակերևույթներ):



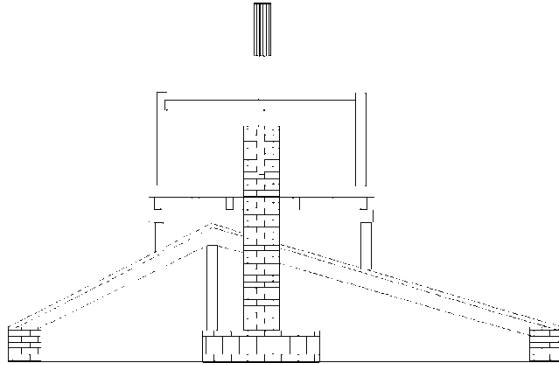
Նկ. 4.18. Պլանային գեոդեզիական նշան 2 մ-ից պակաս գրունտի սառեցման տարածքների համար

Հիմնական կենտրոնի կայուն դիրքը կառավարման կենտրոնի նկատմամբ ստուգվում է բարձր ճշտության գեոդեզիական չափումներով՝ առնվազն 2 տարին մեկ անգամ հաճախականությամբ: Դիտորդական ծրագիրը մշակվում է՝ հաշվի առնելով տեղական գեոդինամիկական պայմանները:

Հիմնակետերի հիմնական ու վերահսկման կենտրոնները պետք է ունենան, այսպես կոչված, պահպանության գոտի, որը պետք է համաձայնեցվի հողաշինության, ճարտարապետության ու քաղաքաշինության կառավարման մարմինների հետ, ինչը թույլ է տալիս արբանյակային դիտարկումներն իրականացնել բարենպաստ պայմաններում:

Հիմնային ցանցի հիմնակետերը պետք է առավելագույնս կապակցվեն նախկինում ստեղծված քաղաքային ցանցի ելային հիմնակետերի ու պետա-

կան ցանցի մոտակա հիմնակետերի հետ: Որպես տրիլատիրացիոն ցանցի համակցված հիմնակետեր նախընտրելի է վերցնել գոյություն ունեցող խորը տեղադրված հիմնակետերը (Նկ. 4.17, 4.18) կամ շենքերի վրա գտնվող կլոր տեսքով վերնաշենքերը շարժական տեսանելի զլանով ու դիտորդի համար փայտե հարթակով (Նկ. 4.19):



Նկ. 4.19. Գեոդեզիական հիմնակետ շենքի տանիքի վրա

Լրացուցիչ հիմնակետերի տեղադրումն իրականացվում է բացառիկ դեպքերում խորը տեղադրված կենտրոններով: Նոր տեղադրված հիմնակետերի կենտրոնի տեսակը ընտրվում է՝ կախված ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններից ու հողի սառեցման խորությունից՝ ըստ «Գեոդեզիական ու նիվելիրացման ցանցերի կետերում կենտրոնների ու հենանիշների տեղադրման կանոնների» պահանջների:

4.5. Գեոդեզիական արբանյակային սարքավորումներ ու դաշտային աշխատանքներ

Գեոդեզիական արբանյակային սարքավորումներն օգտագործվում են գեոդեզիական հիմնային ցանցեր կառուցելու համար, շինարարության բոլոր փուլերում, հողաշինարարությունում, թեոդոլիտային ու տախիմետրական ընթացքներ ստեղծելիս, շենքերի, շինությունների ու գերժամանակակից ինժեներական օբյեկտների մշտադիտարկման համակարգերում: Ավելի ու ավելի շատ են GPS կամ GLONASS սարքավորումներն ինտեգրվում մի շարք ախտորոշիչ սարքավորումների մեջ, ինչպիսիք են ուղեորոշիչներ (տրասաիկատել), էխոլոտ սարքերը, անօդաչու ախտորոշիչ սարքավորումները, դիտորդական ու ջերմային ֆոներ պատկերող անօդաչուները և այլն:

Արբանյակային սարքավորումների կիրառմամբ գեոդեզիական աշխատանքների կատարումը զգալիորեն մեծացնում է չափագրողի արտադրողա-

կանությունը: Սանտիմետրային մակարդակի տեղորոշման ճշտությունը կարելի է ստանալ շատ ավելի արագ, քան ավանդական գեոդեզիական գործիքներով: Արբանյակային մեթոդները թույլ են տալիս գեոդեզիական աշխատանքներ իրականացնել շուրջօրյա, ցանկացած եղանակին, ինչպես նաև կետերի միջև ուղիղ տեսանելիության բացակայության դեպքում:

Ներկայումս, բացի թվարկվածներից, գործում են ևս երկու արբանյակային նավիգացիոն համակարգեր՝ Galileo (եվրոպական) ու Compass (չինական): Ներկայումս գոյություն ունեցող բոլոր համակարգերն արդիականացվում են՝ մեծացնելով դրանց ճշտությունը, երկարաժամկետությունն ու տեխնիկական այլ ցուցանիշներ:

GPS ու GLONASS արբանյակային ռադիոնավարկման համակարգերի նավիգացիոն որոշումների բարձր ճշտությունը ձեռք է բերվում երեք ենթահամակարգով.

- արբանյակների նավարկման ցանցեր,
- արբանյակների նավարկման երկրային կառավարման ցանցեր,
- սպառողական սարքավորումներ:

GLONASS ու GPS նավիգացիոն արբանյակների ցանցի հիմնական բնութագրերը ներկայացված են Աղյուսակ 4.5-ում:

Ռադիոնավարկման համակարգի GPS արբանյակային ցանցը ներկայումս բաղկացած է NAVSTAR 24 արբանյակներից մերձերկրային տարածության մեջ: Արբանյակների ուղեծրային շրջանը տասներկու ժամ է, իսկ կիսահիմնական առանցքը մոտավորապես հավասար է 20200 կմ: Արբանյակները խմբավորված են վեց ուղեծրում՝ հասարակածի նկատմամբ 55 աստիճան թեքությամբ:

Աղյուսակ 4.5.

Արբանյակների բնութագրերը

Պարամետրեր		ГЛОНАСС	GPS
Նախագծով տրված արբանյակների քանակը		24	24
Ուղեծրային հարթությունների քանակը		3	6
Ուղեծրի բարձրությունը Երկրի զանգվածի կենտրոնի նկատմամբ, կմ		25500	26600
Ազդանշանների բաժանման եղանակ		հաճախականության	կոդային
Փոխանցողի հաճախականությունը	L-1 մԳհ	1602,6-1615,5	1575,4
	L-2 մԳհ	1246,4-1256,5	1227,6
Տարածական կոորդինատային համակարգ		ПЗ-90	WGS-84 (ՄԳՑ-84)
Էֆիմերիդի տեսակը		Երկրակենտրոն կոորդինատներ և դրանց ածանցյալներ	Կեպլերի փոփոխված տարրեր

Յուրաքանչյուր արբանյակ փոխանցում է ռադիոազդանշաններ, որոնք ունեն նույնականացման տարբեր կոդեր (ծածկագրեր): Արբանյակների վրա տեղադրված բարձր ճշտության ատոմային ժամացույցները կառավարում են այդ ազդանշանների ու կոդերի առաջացումը:

Արբանյակային նավարկման ցանցի վերգետնյա կառավարման ենթահամակարգն երկրային օբյեկտների համալիր է, որը նախատեսված է արբանյակների աշխատանքը վերահսկելու, յուրաքանչյուր արբանյակի էֆեմերիդը համակարգված թարմացնելու, արբանյակային ժամացույցների սինխրոնացումը, նավարկման հաղորդագրությունների բովանդակությունը պարբերաբար թարմացնելու ու դրանք արբանյակներ հեռարձակելու համար:

Հետևող կայանները շարունակաբար հետևում են արբանյակներին ու տեղեկատվություն փոխանցում գլխավոր կայան:

Գլխավոր կայանը հաշվարկում է արբանյակների ատոմային ժամացույցների սինխրոնացման ուղղումները: Այն նաև ուղղում է ուղեծրային տեղեկատվությունը (արբանյակային էֆեմերիդները): Գլխավոր կայանն իր աշխատանքի արդյունքները փոխանցում է ներբեռնման կայաններին:

Կառավարման կայանները թարմացնում են յուրաքանչյուր արբանյակի կոդմից փոխանցված տեղեկատվությունը՝ օգտագործելով գլխավոր կայանից ստացված տվյալները:

Սպառողական սարքավորումների ենթահամակարգերը համալրված են տարբեր տեսակի ընդունիչներով ու արբանյակային չափումների մշակման ծրագրերով: Գեոդեզիական արբանյակային ընդունիչների տեսակներն ու խմբերը ներկայացված են Աղյուսակ 4.6-ում:

Արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի ելային հիմնակետերի (ԵՀ) դիտարկման աշխատանքներ իրականացնելու համար թույլատրվում է օգտագործել 1-ին խմբի երկհաճախական երկհամակարգ արբանյակային ընդունիչներ:

Հիմնային ցանցերի (ՀՑ) ու 1-ին դասի արբանյակային գեոդեզիական ցանցերի վրա (ԱԳՑ-1) թույլատրվում է աշխատանքներ կատարել 1-ին ու 2-րդ խմբերի արբանյակային ընդունիչների օգտագործմամբ:

2-րդ դասի արբանյակային գեոդեզիական ցանցերում (ԱԳՑ-2) թույլատրվում է աշխատանքներ կատարել 1-ին ու 2-րդ խմբերի արբանյակային ընդունիչներով, իսկ որպես բացառություն՝ 3-րդ խմբի արբանյակային ընդունիչներով:

Արբանյակային ընդունիչների հավաքածուները պետք է սահմանված կարգով սերտիֆիկացված լինեն, լինեն չափագիտական ատեստավորված և լինեն գրանցված Կադաստրի կոմիտեում:

GPS նավարկման համակարգի յուրաքանչյուր արբանյակ փոխանցում է երկու եզակի կոդ: Առաջին և ավելի պարզ կոդը կոչվում է C / A (կոալիտ): Երկրորդ կոդը կոչվում է P (ճշգրիտ) կոդ: Այս կոդերը մոդուլավորում են երկու կրող L1 ու L2 ալիքները: L1-ը կրում է C/A ու P-կոդերը, մինչդեռ L2-ը կրում է միայն P-կոդ:

GPS ընդունիչները դասակարգվում են մեկ հաճախականի ու երկհաճախականի ընդունիչների: Մեկ հաճախականի ընդունիչները ստանում են միայն L1 կրիչի հաճախականությունը, մինչդեռ երկհաճախական ընդունիչները ստանում են և՛ L1, և՛ L2:

Ընդունողի կետի դիրքի կոորդինատները հաշվարկվում են եռակողմ մեթոդով յուրաքանչյուր տեսանելի արբանյակի հեռավորությունը որոշելուց հետո:

Հեռավորությունները որոշվում են կողով կամ կրիչի ֆազով: Արբանյակում կողի ստեղծման ու GPS ալեհավաքի կողմից դրա ընդունման միջև որոշակի ժամանակ է անցնում: Կողի չափումները հնարավորություն են տալիս որոշելու այդ ժամանակահատվածը, և այն բազմապատկելով էլեկտրամագնիսական ալիքի արագությամբ՝ ստացվում է արբանյակի հեռավորությունը: Գեոդեզիական կարգի GPS ընդունիչները ֆազը չափում են կրիչի ցիկլի ընթացքում: L1 ու L2 ալիքների երկարությունները հայտնի են, ուստի արբանյակների հեռավորությունները կարող են որոշվել՝ ավելացնելով ֆազային ցիկլի չափիչն արբանյակի ու ալեհավաքի միջև ալիքի երկարությունների ընդհանուր թվով: Ալեհավաքի ու արբանյակի միջև կրիչի ցիկլերի (ալիքների երկարությունների) ընդհանուր թիվը որոշելը կոչվում է երկիմաստության լուծում՝ ալիքի երկարությունների քանակի ամբողջ արժեքի փնտրում: Հետմշակման (PP) չափումների համար, որոնք օգտագործվում են՝ սանտիմետրային մակարդակի ճշտությամբ կետի դիրքը որոշելու համար, այդ ամբողջ արժեքը որոշվում է համակարգչով մշակման ժամանակ: Իրական ժամանակի չափումների համար, որոնք օգտագործվում են սանտիմետրային մակարդակի ճշտությամբ՝ կետի դիրքը որոշելու համար, այդ ամբողջ արժեքը որոշվում է մի գործընթացի ժամանակ, որը կոչվում է ինիցիալիզացիա:

GPS-ի գեոդեզիական չափումների համար անհրաժեշտ է միաժամանակ դիտարկել նույն չորս (կամ ավելի) արբանյակները՝ առնվազն երկու GPS ընդունիչով՝ բազային ընդունիչ ու ռովեր ընդունիչ, չնայած կարելի է օգտագործել երկուսից ավելի ընդունիչներ:

Բազային ընդունիչը ամբողջ չափման գործընթացի ընթացքում գտնվում է հայտնի կոորդինատներով գեոդեզիական ելային հիմնակետում: Ռովերը շարժվում է որոշվող կետերով կամ մասնակցում կետերի որոշումների գոր-

ծընթացին: Այս երկու ընդունողների տվյալների համադրման արդյունքը բազայի ու ռովերի միջև տարածական վեկտորն է: Այս վեկտորը կոչվում է բազային: Ռովերի դիրքը բազայի նկատմամբ որոշելու համար կարող են օգտագործվել չափման տարբեր մեթոդներ: Այդ մեթոդները տարբերվում են դիտարկումների տևողությամբ:

Գեոդեզիական արբանյակային սարքավորումները կարող են իրականացնել երեք տարբեր չափման մեթոդներ՝ ստատիկա, կինեմատիկա, իրական ժամանակի ռեժիմ:

Ստատիկ սարքավորումների հավաքածուն ներառում է 2 մեկհաճախականի կամ երկհաճախականի ընդունիչներ՝ տեղեկատվության հավաքագրման համար ու տեղեկատվության գրասենյակային մշակման համար ծրագրային ապահովում:

Կինեմատիկական հավաքածուն ներառում է 2 կամ ավելի երկհաճախական ընդունիչներ, 1 հսկող կարգավորիչ ու գրասենյակային տվյալների մշակման ծրագրային ապահովում:

Իրական ժամանակի հավաքածուն ներառում է 2 կամ ավելի երկհաճախականության ընդունիչներ, որոնցից մեկը բազային կայան է, մյուսները՝ շարժական ռովերներ, ռադիո կամ GSM մոդեմների մի շարք ռովերների ու բազայի միջև տվյալների փոխանակման համար մեկ կամ մի քանի կարգավորող ստուգիչներ, տվյալների հավաքագրման ու մշակման ծրագրեր, ծրագրային ապահովում GPS-ի հետ հսկիչը աշխատելու համար:

Մեկհաճախականի ընդունիչներն օգտագործվում են հողերի սահմանագատման ու մեծ տարածքների մակերեսների հաշվարկման համար, երկհաճախականին՝ խտացման գեոդեզիական ու սահմանագծման ցանցերի ստեղծման, գծային օբյեկտների ու տեղագրական հանույթների հանութագրման համար: Բազմահաճախականիները կատարում են վերը նշված բոլոր տեսակի աշխատանքները, ինչպես նաև հնարավորություն ունեն իրական ժամանակում (դաշտում) ստանալու կոորդինատներ:

Հիմնականում չափման մեթոդի ընտրությունը կախված է այնպիսի գործոններից, ինչպիսիք են ընդունիչի կոնֆիգուրացիան, պահանջվող ճշտությունը, ժամանակի սահմանափակումներն ու իրական ժամանակի արդյունքների անհրաժեշտությունը:

Կինեմատիկական ու դիֆերենցիալ մեթոդները հարմար են իրական ժամանակում կամ հետմշակված չափումների համար: Արագ ստատիկը հարմար է միայն հետմշակված չափումների համար:

«Stop & Go» կինեմատիկական չորս կամ ավելի արբանյակներից օգտագործում է ֆազային չափումներ, որոնք ընդհանուր են ռովերի ու բազայի համար:

Սանտիմետրային մակարդակի ճշտության հասնելու համար չափումները նախ պետք է ինիցիալիզացվեն: Ինիցիալիզացումը կարող է իրականացվել տարբեր ձևերով:

Իրական ժամանակում չափումների համար երկհաճախական ընդունիչներ օգտագործելիս ռովերը տեղադրվում է որոշվող կետի կամ հայտնի կոորդինատներով հիմնակետի վրա: Եթե ռովերն ունի «On-The-Fly» (OTF) (առանց ընդհատման) ինիցիալիզացման հնարավորություն, և ալեհավաքի տեսադաշտում կան առնվազն հինգ ընդհանուր արբանյակներ, ռովերը շարժվելիս ինիցիալիզացումը տեղի կունենա:

Եթե երկհաճախականությամբ ընդունիչներն օգտագործվում են հետմշակված չափումների համար, ապա փորձ է արվում սկզբնավորելու OTF-ն՝ անկախ նրանից՝ ընդունիչն ունի այս հնարավորությունը, թե ոչ:

Դիֆերենցիալ չափման մեթոդները: Կոորդինատները որոշելու համար օգտագործում են GPS կոդավորված չափումներ (C/A-code): Դիֆերենցիալ չափումները չեն պահանջում ինիցիալիզացում կամ արբանյակների շարունակական հետևում: Արդյունքները սովորաբար հասնում են մոտ 1 մ ճշտության:

Դիֆերենցիալ չափումների համար կարող են օգտագործվել մեկ կամ երկհաճախականի ընդունիչներ:

Արագ ստատիկան չափումների հետմշակման տեխնիկա է, որն ապահովում է սանտիմետրի մակարդակի ճշտություն: Բազային գիծը ստանալու համար օգտագործվում են կրիչի ֆազային չափումներ: Դիտարկման ժամանակը կախված է ընդունիչի տեսակից, բազային գծի երկարությունից, տեսանելի արբանյակների քանակից ու արբանյակների երկրաչափական դիրքից (արբանյակների գտնվելու դիրքը երկնակամարում):

Ստատիկան օգտագործվում է ամենաբարձր ճշտությամբ չափումների համար, սակայն կայանում չափման ժամանակը պետք է լինի մոտավորապես մեկ ժամ: Արագ ստատիկան ստատիկի ածանցյալ է և համակարգի ապարատային ու ծրագրային մասերի մշակման արդյունք:

Արագ ստատիկ չափումների համար կարող են օգտագործվել մեկ կամ երկհաճախականի ընդունիչներ: Ստատիկ ու արագ ստատիկները ճշտումների հետ միասին լավագույնս համապատասխանում են հիմնային ցանցերի զարգացմանը:

Տեղագրական հանույթների համար կինեմատիկական մեթոդները (իրական ժամանակում կամ հետմշակման հետ միասին) լավագույնն են, քանի որ նշակետերի վրա կանգնում են կարճ ժամանակով:

Արագ ստատիկա եղանակով իրականացվում են նաև նախագծերը բնության մեջ տեղափոխելու նշահարման աշխատանքներ:

Նշահարման աշխատանքը, ինչպես գիտեք, նախագծային կոորդինատներով կետերը տեղանք տեղափոխելու ընթացակարգ է: Նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու համար պահանջվում են չափումներ իրական ժամանակում: Իրական ժամանակի կինեմատիկան (RTK) միակ տեխնիկան է, որն ապահովում է սանտիմետրային մակարդակի ճշտություն իրական ժամանակում:

Պաշտային աշխատանքը սկսվում է տեղագնությամբ, հետազննում և տեղադրում են հիմնակետերը: Այդ աշխատանքներն իրականացվում են միայն աշխատանքային նախագծի հաստատումից ու քաղաքային կոմունալ ծառայությունների, հողօգտագործողների և այլ կազմակերպությունների հետ համաձայնեցնելուց հետո, որոնց շահերը շոշափվում են: Առանց քաղաքային ծառայությունների հետ համաձայնության հիմնակետերի տեղադրումն արգելվում է:

Տեղագնությունը դաշտային աշխատանքների առաջին ու պարտադիր փուլն է: Տեղագնության գործընթացում կատարում են.

- նախագծված ցանցի ճշգրտում՝ նախագծված ցանցի հիմնակետերի ու նախկինում ստեղծված ցանցերի պլանային ու բարձունքային հիմնակետերի հետ առավելագույն համատեղման համար,

- նոր հիմնակետերի տեղերի ընտրություն ու տեղադրում,
- հիմնակետերի ընտրված տեղերի տեղադրում՝ հաշվի առնելով ընտրված կենտրոնների տեսակները:

Շատ դեպքերում տեղագնությունն ու հետազննությունն իրականացվում են միաժամանակ:

Հիմնակետերը չպետք է տեղադրվեն մետաղական ցանկապատերի ներսում, բարձր ծառերի, բարձր շենքերի կամ այլ կառույցների մոտ, որոնք կարող են խոչընդոտել արբանյակներից ռադիոազդանշանների ուղիղ փոխանցումը:

Տեղամասերում մետաղական կամ փայտե գոյություն ունեցող սիգնալների ու բուրգերի առկայությունը անցանկալի է:

Հիմնակետերը տարբեր արտացոլող մակերևույթների մոտ տեղադրելու խորհուրդ չի տրվում:

Հետազննության ընթացքում պետք է հաստատվեն հետևյալ տեղեկությունները՝

- քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի պիտանելիությունը արբանյակային որոշումներով կոորդինատների որոշման համար,
- հիմնակետերի շուրջօրյա հասանելիություն,
- հիմնակետերի կենտրոնների երկարաժամկետ պահպանություն ու կայունություն,

- հիմնակետերում հորիզոնի նկատմամբ 15°-ից բարձր խոչընդոտների առկայության բացակայություն:

Հետազննության ընթացքում պետք է կատարվեն նախապատրաստական հետևյալ աշխատանքները.

- հիմնակետի շրջակայքը մաքրել բուսականությունից, որոնք խոչընդոտում են արբանյակներից ռադիոազդանշանների անցումը,

- արտաքին նշանն ապամոնտաժել, եթե հնարավոր չէ չափումներ կատարել հիմնակետի կենտրոնից, ապա պետք է նշում կատարվի արբանյակային ընդունիչի էքսցենտրիկ դիրքով չափումների անհրաժեշտության մասին,

- այն հիմնակետերում, որտեղ հնարավոր չէ արբանյակային դիտարկումների համար բավականաչափ բարենպաստ պայմաններ ստեղծել, պետք է նշում կատարվի դիտարկման շրջափուլի համար լրացուցիչ ժամանակի անհրաժեշտության մասին, որը պետք է համաձայնեցվի այլ հիմնակետերում դիտարկումների ժամանակին:

Հետազննության ընթացքում գեոդեզիական ցանցի հիմնակետի որոնումն իրականացվում է տեղագրական քարտեզի ու նախկինում կատարված աշխատանքների հիմնակետերի ուրվագծերի քարտեզի միջոցով՝ կիրառելով ավանդական գործիքային գեոդեզիական մեթոդները կամ արբանյակային նավարկման ընդունիչներ:

Հիմնակետը կորած է համարվում, եթե կան կենտրոնի ոչնչացման հստակ նշաններ:

Զննման ժամանակ հիմնակետի վերին կենտրոնը խնամքով բացվում է, որպեսզի դրա դիրքը չխախտվի: Եթե վերին կենտրոնը բացակայում է, կամ դրա նշանը կորել է, ապա բացվում է ստորին կենտրոնը: Պահպանված կենտրոնի դրոշմից վերցվում է համարը:

Դաշտային հետազննության ընթացքում հավաքագրվում է միաժամանակ էկրանավորող խոչընդոտների առկայության ու դրանց տեղակայման մասին տեղեկատվությունը՝ գործիքային եղանակով որոշելով խոչընդոտների ազիմուտներն ու թեքման անկյունները:

Բոլոր խոչընդոտների տվյալները գրանցվում են մատյանում, և դրանք ուրվագծվում են: Տեղազննության ու հետազննության ավարտին հանձնվում են հետևյալ նյութերը՝

- գեոդեզիական հիմնակետերի հետազննության քարտեզ՝ կենտրոնների նշանների դրոշմներով,

- պահպանության հետևման համար գեոդեզիական հիմնակետերի հանձնման ակտեր (հետազննված ու վերականգնված (պահպանված) հիմնակետեր),

- ակտ գեոդեզիական հիմնակետերի կորստի վերաբերյալ,
- գեոդեզիական հիմնակետերի հետազննման սխեման,
- տեղեկամատյաններ ու խոչընդոտների ուրվագծեր,
- կատարված աշխատանքների բացատրագիր:

Նոր տեղադրվող ԱԳՑ հիմնակետերի կենտրոնները պետք է համապատասխանեն վերը նշված նշանների տեղադրման պահանջներին:

Շենքի վրա տեղադրված հիմնակետերի կենտրոններն ամրացվում են դրոշմանիշներով քառանիստ բուգերի մեջ կամ տեղադրվում է տանիքի վերին հարթ մակերեսին: Քառանիստ բուրգի վրա դրոշմանիշի փոխարեն խորհուրդ է տրվում տեղադրել արբանյակային սարքերի հարկադիր կենտրոնացման հեղյուս և հանման-տեղադրման դիտման նշան:

Կառուցված մասի վրա արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերն ամրացվում են կառուցապատ մասում կապիտալ շենքերի վրա, պատերի վրա տեղադրվում են երկու կամ երեք ցուցանակներ, որոնցով ապահովվում է հիմնակետի երկարատև պահպանման ու չափումներին հեշտ հասանելիության համար: Որպես աշխատանքային կենտրոն օգտագործվում է հին ցանցային հիմնակետը կամ արբանյակային դիտարկումների համար հարմար տեղում ժամանակավոր ամրացված կենտրոնը:

Ոչ կառուցապատված տարածքներում ԱԳՑ ստեղծելիս հիմնակետի կենտրոնից 1- 3 մ հեռավորության վրա տեղադրվում է ճանաչման երկաթբետոնե կամ ագբետե խողովակներից պատրաստված խարիսխով սյուն: Ավելի լավ ճանաչման համար սյան ցցված հատվածում ամրացված մետաղական պաշտպանիչ թիթեղների վրա ներկով նշվում է՝ «Գեոդեզիական հիմնակետ. պահպանվում է պետության կողմից» մակագրությամբ:

Կառուցապատված տարածքում ճանաչման սյուներ չեն տեղադրվում: Կենտրոնի վերևում գտնվող կառուցապատված հատվածում տեղադրվում է չուգունե գլխարկ՝ ծածկով ու կրող բետոնե օղակներով, կամ դրանց փոխարեն՝ աղյուսե շարվածքով: Հնարավորության դեպքում կատարվում է դրոշմում:

Տեղադրման աշխատանքների ավարտին հանձնվում են հետևյալ նյութերը՝

- գեոդեզիական հիմնակետերի տեղադրման աշխատանքային նախագիծը,
- տեղադրված գեոդեզիական հիմնակետերի ցանկը,
- գեոդեզիական հիմնակետերի տեղակայման ուրվագծերը՝ կենտրոնների նշանների դրոշմներով,
- տեղեկամատյաններ ու խոչընդոտների ուրվագծերը,
- պահպանության դիտարկման համար դրված գեոդեզիական կետերի հանձնման ակտերը,

- գեոդեզիական հիմնակետերի տեղադրման սխեման ու նկարները,
- կատարված աշխատանքների բացատրագիրը:

Դաշտային աշխատանքը ներառում է արբանյակային ընդունիչ սարքավորումների չափումների փաստացի արտադրություն: Այս աշխատանքները մենք կդիտարկենք արբանյակային ընդունիչներին ծանոթանալու գործընթացում:

4.6. Արբանյակային չափումների արդյունքների մշակում

Չափումների արդյունքների նախնական մշակում

Դաշտային դիտարկումների ավարտից հետո արդյունքներն ընդունիչից կամ կարգավորիչից մուտքագրվում են համակարգիչ՝ հետագա մշակման համար: Արբանյակային դիտարկումների հետմշակումն իրականացվում է երկու փուլով՝ գեոդեզիական կառուցվածքների նախնական մշակում ու հավասարակշռում: Մշակման արդյունքը պատրաստի նյութեր են, որոնք կարող են օգտագործվել գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կոորդինատների ցանկ կազմելու, տարածաշրջանի թվային քարտեզներ ստեղծելու կամ օբյեկտի երկրատեղեկատվական համակարգ ստեղծելու համար:

Նախնական մշակումը ներառում է արբանյակային դիտարկված թղթապանակների մշակում, օպերատիվ ստուգում ու չափումների որակի գնահատում, ցածրորակ դիտարկումների ու կրկնակի դիտարկումներ պահանջող հիմնակետերի նույնականացում, ճշգրտման համար տվյալների պատրաստում:

Վերջնական մշակումը բաղկացած է նվազագույն քառակուսիների մեթոդի հիման վրա չափումների արդյունքների համատեղ ճշգրտումից ու հիմնակետերի կոորդինատների հաշվարկից՝ ճշտության գնահատականով, ինչպես նաև պահանջվող համակարգի կոորդինատների փոխակերպմամբ:

Արբանյակային դիտարկումների մշակման նպատակով կարող են օգտագործվել մի շարք ծրագրային փաթեթներ, ինչպիսիք են՝ «*Leica Geo Office*», «*Trimble Geomatics Office*», «*Aschtech Solutions*», «*3S PACK (Thales)*», «*Spectrum Survey (Sokkia)*» և այլն: Բազմաթիվ ծրագրեր միավորված ու հարմարեցված են արբանյակային ընդունիչների մեծամասնության համար:

Ծրագրերը պարունակում են հետևյալ գործառական հիմնական դիրքերը՝

- արբանյակային ալմանախի մշակման ու դիտարկման կետերում խոչընդոտների մասին տեղեկատվության հիման վրա չափումների պլանավորում,
- ընդունիչից դիտարկումների արդյունքների մուտքագրում համակարգիչ՝ հետմշակման համար,

- նախնական մշակում, չափումների որակի ստուգում,
- վերջնական մշակում,
- տվյալների բազայի ձևավորման ու սերվերային գործառնություններ:

Օրագրային ապահովման միջոցով կազմվում է նախագիծ, որի շրջանակում մուտքագրվում են օբյեկտի վերաբերյալ տվյալներ, որից հետո իրականացվում է հետմշակում:

Ընդունիչի հիշողության մեջ եղած տեղեկատվությունը պարունակում է կոդ, ֆազ, էֆեմերիդ ու արբանյակից ստացված այլ տվյալներ: Այդ տեղեկատվությունը, ինչպես նաև կայանի մասին տվյալները, տեղադրվում են ստեղծված նախագծի հիմքում: Բացի դրանից՝ պետք է նշվեն հիմնային հիմնակետերը, և մուտքագրվեն դրանց կոորդինատները, ինչպես նաև նշվեն մշակման մեջ ներգրավված մնացած կետերը: Անհրաժեշտ է ընտրել տրոպոսֆերային ու իոնոսֆերային ազդեցությունների հաշվառման մոդել, էֆեմերիդների տվյալների օգտագործման տարբերակը, ինչպես նաև նշել ընտրված մշակման տարբերակը «կոդով» կամ «ֆազով», թեև չափումների երկու տեսակները միաժամանակ ընդունվում են մշակման համար: Ընդունիչի տեսակին համապատասխան ընտրվում է այն հաճախականությունը, որով կատարվել են չափումները, մասնավորապես՝ L1, L2 կամ L1 + L2:

Նախամշակման ծրագիրը հաշվարկում է արբանյակների տարածական կոորդինատները դրանց էֆեմերիդներից: Ճշգրիտ էֆեմերիդները հրապարակվում են համացանցի GPS կայքերում: Դրանց հայտնվելուց հետո վերամշակումը կարող է կրկնվել, ինչը կբարձրացնի կոորդինատների որոշումների ճշտությունը:

Հետագա նախնական մշակումը բաղկացած է ֆազային չափումների անորոշությունը լուծելուց ու ելակետային վեկտորների հաշվարկից: Հաշվարկային գործընթացի տեխնոլոգիան որոշ պարզեցմամբ կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

- համեմատվում են ընդունիչի կոդն ու ֆազային տվյալները,
- մշակումն իրականացվում է ֆազային չափումների երրորդ տարբերությունների միջոցով,
- որոշվում են երկիմաստ թվերի իրական արժեքները, և դրանցից հաշվարկվում են ելակետային վեկտորները ֆազային չափումների երկրորդ տարբերությունների մշակումից,
- երկիմաստությունների իրական արժեքները վերածվում են ամբողջ թվերի, և դրանցից վերջնականապես հաշվարկվում են ելակետային վեկտորները, ինչպես նաև չափման ճշտության բնութագրերը:

Չափիչ ժապավեններով, լուսահեռաչափներով ու ռադիոհեռաչափներով չափված տարածական հեռավորությունները կախված չեն գեոդեզիական

կոորդինատային համակարգից, սակայն արբանյակային չափումների արդյունքներից ստացված տարածական (թեք) հեռավորությունները կամ հաշվարկված երկու հիմնակետերի X, Y, Z կոորդինատները տարբեր կոորդինատային համակարգերում տարբեր են, եթե կապակցման անկյունային ու մասշտաբային պարամետրերը հավասար չեն զրոյի: GLONASS տիեզերական նավարկման համակարգից օգտվելիս տեղանքի հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկվում են PZ-90 կոորդինատային համակարգում, իսկ GPS նավարկման համակարգում աշխատելիս՝ համապատասխանաբար WGS-84-ում:

20 կմ հեռավորության վրա գտնվող կողմերով գեոդեզիական ցանցերը սովորաբար մշակվում են հարթության վրա՝ ընդունված Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայում: Այս դեպքում մշակման վերջնական արդյունքը հիմնակետերի հաշվարկված հարթ ուղղանկյուն կոորդինատներն են: Իհարկե, երբ խոսքը վերաբերում է փոքր հեռավորությունների ու տարածքների հաշվարկներին, և դրանք հենց ինժեներագեոդեզիական կառուցվածքներն են, ապա բնական և նպատակահարմար կլինի գեոդեզիական տվյալները օգտագործել հարթ ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգում: Բայց երբ գեոդեզիական հաշվարկները պետք է կատարվեն երկրի մակերևույթի զգալի հեռավորության վրա գտնվող հիմնակետերի միջև, ապա այդ դեպքում՝ գեոդեզիական կոորդինատային համակարգը՝ որպես մեկ միասնական ողջ Երկրի համար: Հարաբերական արբանյակային չափումներով ձևավորվում են բազային ու որոշված կայանների կոորդինատների տարբերությունները: Բազային վեկտորի երկարությունը $b_{կմ}$ հարակից k ու m կետերի միջև որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$b_{կմ}^2 = \Delta X_{կմ}^2 + \Delta Y_{կմ}^2 + \Delta Z_{կմ}^2, \quad (4.20)$$

որում $\Delta X_{կմ}$, $\Delta Y_{կմ}$, $\Delta Z_{կմ}$ ուղղանկյուն տարածական կոորդինատային աճերն են, որոնք որոշվում են k ու m կետերի (4.20) հավասարումների համատեղ լուծումից: Եթե կոորդինատային աճերը ստացվում են WGS համակարգում, ապա դրանք պետք է վերահաշվարկվեն PZ համակարգում՝ կիրառելով (4.20) բանաձևն ու փոխակերպման յոթ պարամետր:

Նոր համակարգում գտնելով կոորդինատների տարբերությունները՝ 2-րդ համակարգում նոր հեռավորությունները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$S_2 = \sqrt{\Delta X_2^2 + \Delta Y_2^2 + \Delta Z_2^2}:$$

B, L գեոդեզիական կոորդինատներից հաշվարկված գեոդեզիական զծերի երկարությունները տարբեր էլիպսոիդների վրա տարբեր են: Այս դեպքերում B, L կոորդինատները սկզբում վերահաշվարկվում են 1 համակարգից անցումը 2 համակարգ, իսկ հետո 2 համակարգի էլիպսոիդի վրա գեոդեզիական զծերի երկարությունները հաշվարկվում են որոշված կոորդինատներով:

Չափման արդյունքների մշակման առանձնահատկությունները ինժեներագեոդեզիական ցանցերում

Ինժեներագեոդեզիական կառուցվածքները համեմատած պետական արբանյակային ու աստղագեոդեզիական ցանցերի հետ ունեն որոշակի առանձնահատկություններ.

- զբաղեցնում են համեմատաբար փոքր տարածքներ, և հարակից հիմնակետերի միջև հեռավորությունները տատանվում են մի քանի հարյուր մետրից մինչև մի քանի կիլոմետր,

- ցանցի կողմերը կարող են զգալի թեքման անկյուններ ունենալ դեպի հորիզոն,

- հատուկ նշահարման ցանցերի հիմնակետերը բնութագրվում են հարբերական դիրքի որոշման բարձր ճշտությամբ,

- ցանցերն ունեն զգալի թվով ավելորդ չափումներ, հետևաբար մեծ թվով լրացուցիչ պայմաններ,

- կարող է կապ չունենալ պետական գեոդեզիական ցանցի հետ,

- ինժեներագեոդեզիական ցանցերը կարող են տեղակայվել նախալեռնային ու լեռնային տարածքներում, որտեղ նկատվում են ուղղաձիգի շեղումների զգալի տատանումներ:

Ինժեներագեոդեզիական ցանցերի թվարկված առանձնահատկությունները, բնականաբար, կազդեն չափումների արդյունքների մշակման վրա, մասնավորապես՝ ռեդուկցիայի հաշվարկների վրա:

Ինչպես ցույց է տալիս պրակտիկան, ավելի հեշտ է չափումները մշակել տեղական կոորդինատային համակարգում: Այս լոկալ կոորդինատային համակարգում որպես հաշվանքի մակերևույթ ընտրվում է R շառավղով մի գունդ, որը հավասար է ցանցի ներսում ընդունված մակերևույթի էլիպսոիդի կորության միջին շառավղին: Բոլոր չափումների արդյունքների ռեդուկցիան հաշվում են ընդունված սֆերայի մակերևույթին:

Ցանցի ցանկացած հիմնակետ տեղական կոորդինատային համակարգում կարող է ընտրվել որպես ելակետ, բայց նաև այդ հիմնակետի կոորդինատները կարող են որոշվել արբանյակային բացարձակ չափումներով:

Տեղական կոորդինատային համակարգում ելակետային ուղեգծերի շեղումները համարվում են զրո՝ $\xi_0^q = 0$; $\eta_0^q = 0$:

Ցանցի բոլոր հիմնակետերի համար դիտակետում ուղղաձիգի - ξ^q , η^q շեղումների բաղադրիչները հաշվարկվում են ծանրաչափական կամ տեղագրական քարտեզներով:

Տեղական կոորդինատային համակարգում ուղղաձիգ գծի աստղագիտական ու գեոդեզիական շեղումները ստանում են յուրաքանչյուր հիմնակետում որպես ելային հիմնակետի նկատմամբ համեմատման տարբերություն.

$$\xi^a = \xi^a - \xi_0^a; \quad \eta^a = \eta^a - \eta_0^a. \quad (4.21)$$

Տեղական կոորդինատային համակարգում գեոդեզիական բարձրությունները որոշվում են հետևյալ կերպ.. Ելակետում բարձրության անոմալիան ենթադրվում է զրո, իսկ գեոդեզիական բարձրությունը հավասար է այդ հիմնակետի նորմալ բարձրությանը: Ցանցի մյուս բոլոր հիմնակետերի համար տեղական կոորդինատային համակարգում բարձրությունների աստղագիտական ու գեոդեզիական անոմալիաները որոշվում են աստղագիտական նիվելիրացման բանաձևով՝

$$\Delta\zeta = -(\xi^{\omega a} \cos A + \eta^{\omega a} \sin A)S - \frac{g-\gamma}{\gamma} \Delta h, \quad (4.22)$$

որում S -ը գծի երկայնքով քվադրգեոիդի աճն է, A -ն՝ գծի ազիմուտը, Δh -ը՝ վերազանցումը, g -ն՝ ծանրության ուժի իրական արժեքը, γ -ն՝ ծանրության ուժի նորմալի արժեքը:

(4.22) բանաձևում $\frac{g-\gamma}{\gamma} \Delta h$ երկրորդ անդամը կարող ենք հաշվարկվել ծանրաչափական հանույթի արդյունքներով: Եթե ցանցի կողմերի վերջնակետերի միջև բարձրությունը չի գերազանցում 100 մ-ը, ապա այս անդամը չի գերազանցի մի քանի սանտիմետրը նույնիսկ խիստ անոմալ տարածքներում, և կարող են անտեսվել: Այսպիսով՝ քվադրգեոիդի վերազանցումը տեղական կոորդինատային համակարգում որոշվում է հետևյալ բանաձևով [53]՝

$$\Delta\zeta = -\frac{1}{\rho} (\xi^{\omega a} \cos A + \eta^{\omega a} \sin A)S: \quad (4.23)$$

Ինժեներագեոդեզիական արդի ցանցերը հիմնականում արբանյակային կառույցների համակցություններ են՝ զծաանկյունային, մասնավորապես պոլիգոմետրիական ցանցերով, բայց կարող են ներկայացվել պարզապես որպես զծաանկյունային կառույցներ՝ կապված տեղական կոորդինատային համակարգերին: Ամեն դեպքում նման ցանցերում չափման արդյունքները, արբանյակային որոշման բազայի վեկտորներից բացի, կլինեն ցանցի կողմերի երկարությունները, ինչպես նաև ուղղաձիգ ու հորիզոնական անկյունները: Քանի որ ինժեներագեոդեզիական ցանցերում կողմերի երկարությունները փոքր են, ուղղաձիգ անկյունների չափման ճշտությունը համեմատելի է հորիզոնական անկյունների չափման ճշտության հետ: Այդ պատճառներով ռեդուկցիայի խնդիրը կնվազեցնի ցանցի կողմերի երկարությունների ու հիմքի վեկտորների, հորիզոնական անկյունների ու զենիթային հեռավորությունների արժեքները: Այս դեպքում SK-95 համակարգում ξ_1 , η_1 ուղղաձիգ գծի շեղման բաղադրիչները որոշվում են՝ օգտագործելով ուղղաձիգ գծերի շեղումների քարտեզներով (մոդելներով): Z_{12} զենիթային հեռավորությունները ստանում են չափումներից: Տեղական համակարգում հայտնի կողմերի դիրեկցիոն անկյունները կարող են օգտագործվել A_{12} ազիմուտների փոխարեն:

Դիտարկվող հիմնականի բարձրության ուղղումը սովորաբար փոքր է: Պահանջվող H_2 բարձրությունն ու B_1 լայնությունը կարելի է որոշել քարտեզով:

Հորիզոնական ուղղություններով ուղղաձիգ գծի շեղման համար v_1 ուղղում մտցվում է՝

$$v_1 = (\eta_1^{\text{ագ}} \cos A_{12} - \xi_1^{\text{ագ}} \sin A_{12}) \cot Z_{12}, \quad (4.24)$$

որում $\xi_1^{\text{ագ}}$, $\eta_1^{\text{ագ}}$ $\xi_1^{\text{ագ}}$ -ը գործիքի կանգնած կետում աստղագեոդեզիական ուղղաձիգի շեղման բաղադրիչներն են, A_{12} -ը՝ 1-2 ուղղության ազիմուտը, Z_{12} -ը՝ դիտարկման ուղղության գենիթային հեռավորությունը:

Դիտարկվող առարկայի բարձրության ուղղումը դուրս է բերվում հետևյալ բանաձևով՝

$$v_2 = \rho'' \frac{H_2}{2M} e^2 \cos^2 B_2 \sin 2 A_{12}, \quad (4.25)$$

որում H_2 -ն ու B_2 -ը դիտարկված կետի գեոդեզիական բարձրությունն ու լայնությունն են, M -ը՝ միջօրեականի կորության շառավիղը, e -ն՝ էլիպսոիդի էքսցենտրիստետը:

Կրասովսկու էլիպսոիդի համար մենք կարող ենք վերցնել $\rho'' \frac{e^2}{2M} \approx 0,108''$, հետևաբար (4.25) բանաձևը կրճատվում է՝

$$v_2 = 0,108'' H_2 \cos^2 B_2 \sin 2 A_{12}, \quad (4.26)$$

որում H_2 -ը արտահայտվում է կիլոմետրերով:

Նորմալի հատումը գեոդեզիական գծի անցման ուղղումը հաշվարկելու բանաձևը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ բանաձևով [53]՝

$$v_3 = \rho'' \frac{(e')^2}{12N_1^2} S^2 \cos^2 B_1 \sin 2 A_{12}:$$

Կրասովսկու էլիպսոիդի համար այս բանաձևն ընդունում է հետևյալ տեսքը՝

$$v_3 = 0,0282'' S^2 \cos^2 B_1 \sin 2 A_{12}, \quad (4.27)$$

որում S -ը վերցված է հարյուր մետրերով: Մի քանի կիլոմետրի կարգի գծերի համար այս ուղղումը չի մտցվում:

Այսպիսով՝ չափումներից ստացված հորիզոնական ուղղությունների ռեդուկցիան էլիպսոիդի վրա (այսինքն՝ բերելով մինչև հիմնականի կետերունը) իրականացվում է չափված ուղղությունների v_1 , v_2 ու մեծ հեռավորությունների վրա v_3 ուղղումների գումարով՝

$$N_{12}^t = N_{\text{չափ}} + v_1 + v_2 + v_3:$$

Անկյունները հաշվարկվում են ուղղված ուղղություններով. անկյունը հավասար է երկու ուղղությունների տարբերությանը.

$$\beta_{12-13} = N_{13} - N_{12}:$$

Չափված N հորիզոնական ուղղությունները կապված են ուղղաձիգ գծին, և տարածական ուղղությունների պրոյեկցիան աստղագիտական հորիզոնի

հարթության վրա է: Դրանք գեոդեզիական կոորդինատային համակարգերից անկախ են:

Գեոդեզիական կոորդինատային տարբեր համակարգերում ξ, η ուղղաձիգի գծի շեղման բաղադրիչները տարբեր են: Դա անհրաժեշտության դեպքում պետք է վերահաշվարկվի հաշվի առնելով էլիպսոիդի ուղղությունները մի կոորդինատային համակարգից անցումը մյուսին՝ օգտագործելով վերը նշված բանաձևը:

Եթե անկյունային չափումներից ստացված հորիզոնական անկյունները պետք է վերահաշվարկվեն մի կոորդինատային համակարգից մյուսը, ապա ուղղությունները նա պետք է վերահաշվարկվեն:

Էլիպսոիդի վրա հորիզոնական անկյունները կարող են հաշվարկվել որպես գեոդեզիական ազիմուտների տարբերություն: Տարբեր կոորդինատային համակարգերում առանց անկյունային անցման պարամետրերի բոլոր ուղղությունների ազիմուտները մեկ կետում տարբերվում են այն արժեքով, որը հավասար է միջօրեականների մերձեցմանը: Այս առումով որպես ազիմուտների տարբերություն՝ հաշվարկված անկյունները կոորդինատային համակարգերում նման նույնն են և վերահաշվարկի կարիք չունեն: Անկյունային պարամետրերով համակարգերում որքան փոքր են ուղղությունների ուղղաձիգ անկյունները, այնքան ճշգրիտ է որոշվում անկյան դիրքը:

Ձենիթային հեռավորությունները (Z) ուղղվում են չափված արժեքների ճշումամբ: Ուղղումը կատարվում է ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$Z^{\omega} = Z + v^{\omega}, \quad (4.28)$$

որում Z^{ω} -ն զենիթային հեռավորության ռեդուկցիան է, չափված հեռավորության ազիմուտում գծի շեղման բաղադրիչը, որը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$v = \xi^{\omega} \cos A_{12} + \xi^{\omega} \sin A_{12}: \quad (4.29)$$

Ուղղակի գծային չափումների արդյունքները, որոնք կատարվել են էլեկտրոնային տախտմետրերով կամ էլեկտրաօպտիկական հեռաչափներով, կախված չեն ընդունված կոորդինատային համակարգից: Արբանյակային չափումների արդյունքներից ստացված X, Y, Z երկու կետերի կոորդինատներից ստացված բազային կայանի ու ռովեր ընդունիչի միջև բազային վեկտորները կամ թեք հեռավորությունները ուղղակիորեն կախված են ընդունված կոորդինատային համակարգից, հետևաբար ցանկալի է նախապես վերահաշվարկել կոորդինատային համակարգը՝ համաձայն նախկինում տրված (4.6), (4.7) բանաձևերի: Գծային որոշումների արդյունքների հետագա մշակումը բաղկացած է թեք հեռավորությունների ռեդուկցիայից մինչև էլիպսոիդ: Լանջերի հեռավորությունների ռեդուկցիան էլիպսոիդի վրա կատարվում է ըստ հե-

տեղյալ բանաձևերի.

$$\begin{aligned}
 s &= S \left[\frac{1 - \left(\frac{H_2 - H_1}{S} \right)^2}{\left(1 + \frac{H_1}{R_A} \right) \left(1 + \frac{H_2}{R_A} \right)} \right]^{-0,5} + \frac{S^3}{24R_A^2}, \\
 H_1 &= H_1^\gamma + \zeta_1; \quad H_2 = H_2^\gamma + \zeta_2; \\
 R_A &= \frac{N_1}{1 + e'^2 \cos^2 B_1 \cos^2 A_{12}}, \\
 N_1 &= \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 B_1)^{0,5}},
 \end{aligned} \tag{4.30}$$

որում s -ը հեռավորությունն է էլիպսոիդի վրա (գեոդեզիական գծի երկարությունը), S -ը՝ կետերի կենտրոնների միջև թեք հեռավորությունը, H_1 , H_2 -ը՝ գեոդեզիական բարձրությունները, H_1^γ , H_2^γ -ը՝ կետերի նորմալ բարձրությունները, ζ_1 , ζ_2 -ը՝ քվադրատիկ բարձրությունները Կրասովսկու էլիպսոիդից, որը որոշվել է (4.23) բանաձևով, R_A -ն՝ նորմալի հատման կորության շառավիղը, N_1 -ը՝ առաջին ուղղաձիգի կորության շառավիղը, B_1 -ը՝ բազային կայանի լայնությունը, A_{12} -ը՝ բազային 1 կայանից մինչև որոշվող 2 կետի ազիմուտը, $a = 6378245\text{m}$; $e^2 = 0,0066934216$; $e'^2 = 0,0067385254$:

Քվադրատիկ բարձրությունները կարելի է որոշել նաև WGS-84 համակարգում քվադրատիկ բարձրությունների քարտեզների (մոդելների) միջոցով: RA կորության շառավիղներն ու N_1 -ը հաշվարկվում են նախնական կոորդինատներով ու ազիմուտներով, որոնք ստացվում են նախնական կոորդինատներից: Ինչպես արդեն նշվեց, ինժեներագեոդեզիական ցանցերում RA ու N արժեքների փոխարեն կարող է օգտագործվել կորության միջին շառավիղը.

$$R_{\text{միջ.}} = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 B_{\text{cp}}}: \tag{4.31}$$

Գեոդեզիական գծերի երկարությունները փոխակերպվում են հեռավորությունների Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա տեղական կոորդինատային ցանցով՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևերը.

$$\begin{aligned}
 d &= s \left(1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta y^2}{24R_m^2} + \frac{\Delta y^4}{24R_m^4} \right), \\
 y_m &= 0,5(y'_1 + y'_2), \quad y'_1 = y_1 - y_0, \quad y'_2 = y_2 - y_0, \quad \Delta y = y_2 - y_1, \\
 R_m &= \frac{a(1-e^2)^{0,5}}{(1-e^2 \sin^2 B_{\text{cp}})}:
 \end{aligned} \tag{4.32}$$

որում y_1 , y_2 -ը կոորդինատներն են տեղական համակարգում, y'_1 , y'_2 իրական օրդինատներն են, y_0 -ն՝ պայմանական սկզբի օրդինատը (տեղական համակարգի բանալին), Vsp -ն՝ լայնությունը գեոդեզիական գծի միջնակետում (կարելի է որոշել քարտեզից $10'$ -ից ոչ ավելի սխալով):

Եթե հեռավորությունները հաշվարկվում են 1 մմ ճշտությամբ, ապա պետք է օգտագործվի ճշգրիտ γ_0 բանալու արժեքը: Երբ հեռավորությունները չեն գերազանցում 10 կմ-ը և հաշվարկվում են 1 սմ ճշտությամբ, կարող ենք օգտագործել γ_0 մոտավոր բանալին: Երեքաստիճանանոց գոտիներում γ_0 -ի ճշգրիտ ու մոտավոր արժեքների առավելագույն տարբերությունը պետք է լինի ոչ ավելի, քան 300 մ, իսկ վեցաստիճանանոց գոտիներում այն կարող է լինել 190 մ-ից մինչև 310 մ միջակայքում՝ կախված լայնությունից:

Այսպիսով՝ արբանյակային չափումների հարաբերական մեթոդներով տեղական համակարգերում հիմնակետերի կոորդինատների որոշումը կարող է իրականացվել այնպես, ինչպես Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայից հարթության անցման հաշվարկների համար: Կոորդինատների անհրաժեշտ փոխակերպումները կատարվում են տեղական համակարգի բանալիով:

Տեղական համակարգերում առանց բանալիների հարաբերական մեթոդով կոորդինատները որոշելիս չափվում են որոշված կողմերն ու առնվազն մեկ ելային կողմը: Կողմերի երկարությունները չպետք է գերազանցեն 10 կմ-ը: Կոորդինատային Δx ու Δy աճերը հաշվարկվում են 1 սանտիմետրի ճշտությամբ: Հաշվարկներում օգտագործվում են ելային կողմերի դիրեկցիոն անկյունները, որոնք նշված կամ հաշվարկված են տեղական համակարգում:

1-ին ու 2-րդ կետերը միացնող s_{12} գծի α_{12} դիրեկցիոն անկյունը էլիպսոիդի մակերևույթի գեոդեզիական A_{12} գծի արժեքով հարթության վրա հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\alpha_{12} = A_{12} - \gamma_{12} + \delta_{12}, \quad (4.33)$$

որում γ_{12} -ն միջօրեականների Գաուսի հարթության մերձեցման անկյունն է 1 կետում, δ_{12} -ը՝ գեոդեզիական գծի կորության ուղղման արժեքը, որը 0,1" կարգի ճշտությամբ կարելի է հաշվարկվել հետևյալ բանաձևով՝

$$\delta_{12}'' = \delta_{21}'' = -0,00253(x_2 - x_1)y_m: \quad (4.34)$$

Գաուսյան միջօրեականների մերձեցումը նույն ճշտությամբ (0,1") կարելի է հաշվարկել հետևյալ բանաձևով՝

$$\gamma = (L - L_0) \sin B + \frac{1}{3} \frac{(L - L_0)^2}{\rho''^2} \sin B \cos^2 B: \quad (4.35)$$

Միջօրեականների մերձեցման γ -ի նշանը համընկնում է երկայնությունների տարբերության նշանին ($L - L_0$), որում L_0 -ն գոտու առանցքային միջօրեականի երկայնությունն է, L -ը՝ կետի երկայնությունը:

A_{12} գեոդեզիական ազիմուտը հաշվարկվում է գեոդեզիական հակադարձ խնդրի լուծմամբ՝ պահանջվող կոորդինատային համակարգում գտնվող B , L գեոդեզիական կոորդինատներից:

Բոլոր չափված կողմերի համար հաշվարկվում են դրանց գեոդեզիական ազիմուտներն ու հիմնակետերի կենտրոնների միջև հեռավորությունները (թեք հեռավորությունները):

Գեոդեզիական ազիմուտները օգտագործվում են էլիպսոիդի մակերևույթի հորիզոնական անկյունները հաշվարկելու համար: Հորիզոնական անկյունները օգտագործվում են գեոդեզիական գծերի ուղղությունները հաշվարկելու համար, այսինքն՝ հորիզոնական ուղղություններն էլիպսոիդի վրա: Էլիպսոիդի վրա հորիզոնական ուղղությունները վերահաշվարկվում են Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության ուղղություններով՝ ըստ նախկինում նկարագրված մեթոդի:

Համաձայն պրոյեկցիայի հարթության ուղղությունների՝ հաշվարկվում են հորիզոնական անկյունները պրոյեկցիայի հարթության վրա:

Հաշվարկված հեռավորություններով ու անկյուններով հավասարակշռում են կոորդինատները: Չափումների արդյունքները ստուգվում են ըստ v ուղղումների, որոնք ստանում են անկյունների ու հեռավորությունների հավասարակշռման ժամանակ: Կարելի է կատարել նաև մոտավոր հավասարակշռում:

Միջօրեականների մերձեցման γ անկյան նշանը համընկնում է երկայնությունների տարբերության նշանին ($L-L_0$), որում L_0 -ն գոտու առանցքային միջօրեականի երկայնությունն է, L -ը՝ կետի երկայնությունը:

Արբանյակային որոշման արդյունքները վերաբերում են հիմնակետերի կենտրոններին: Արբանյակային չափումների արդյունքները հիմնակետերի կենտրոններ բերելու համար որոշվում են արբանյակային ընդունիչների կենտրոնացման տարրերը:

Կենտրոնացման տարրերը հիմնակետի կենտրոնի δB , δL , δH գեոդեզիական կոորդինատների ու ընդունիչ ալեհավաքի երկրաչափական կենտրոնի տարբերություններն են: δB , δL արժեքները կոչվում են կենտրոնացման հորիզոնական տարրեր, δH -ը՝ ուղղաձիգ տարր:

Եթե ալեհավաքը տեղադրված է հիմնակետի կենտրոնից վերև, ապա հորիզոնական կենտրոնացման տարրերը δB , δL հավասար են զրոյի, իսկ ուղղաձիգ տարրը δH հաշվարկվում է՝ $\delta H = -h_a$ բանաձևով, որում h_a -ն ալեհավաքի բարձրությունն է հիմնակետի կենտրոնից: Ժամանակակից ծրագրերի մեծ մասում հաշվի է առնվում միայն ուղղաձիգ կենտրոնացման տարրը, այսինքն՝ ալեհավաքի բարձրությունը:

ԳԼՈՒԽ 5

ՊՈԼԻԳՈՆՈՄԵՏՐԻԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ ՈՒ ՀԱՇՎԱՐԿՈՒՄ

5.1. Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի նախագծերի ճշտության գնահատում ու նախագծում

Պոլիգոնոմետրիական եղանակով հիմնային ցանցերի կառուցման որոշ ընդհանուր բնութագրեր ավելի վաղ տրվել են Աղյուսակ 3.4-ում: Դիտարկենք պոլիգոնոմետրիական ցանցերի կառուցման պարամետրերն ու նախագծման պայմանները ավելի մանրամասն՝ առաջնորդվելով ՀՀ ԿՀ 11-101-2026-1 պահանջներով:

Քաղաքների կառուցապատված հատվածում գեոդեզիական աշխատանքը կապված է մի շարք դժվարությունների հետ, որոնք սահմանափակում են անկյունային ու գծային չափումների ճշտությունը բարելավելու հնարավորությունը: Այսպիսով՝ քարե շենքերի համադրությունը կանաչ տարածքների հետ ստեղծում է կայուն ջերմաստիճանային դաշտեր քաղաքի փողոցներում, ինչի արդյունքում չափված անկյուններն աղավաղվում են հորիզոնական լուսաբեկման ազդեցությամբ: Ծայրահեղ պայմաններում անկյունների բեկումային աղճատումները կարող են հասնել տասնյակ վայրկյանների [49, 50, 67]:

Կարճ կողմերով պոլիգոնոմետրիական ընթացքներում նկատելի են չափագրման սխալները: Կարճ կողմերի պատճառով կենտրոնացման ու ուղղության տարրերի սխալներն ավելի մեծ ազդեցություն են ունենում անկյունային չափումների ճշտության վրա: Քաղաքում ցերեկային ժամերին գեոդեզիական աշխատանքների կատարման վրա բացասաբար են ազդում հետիոտների տեղաշարժն ու քաղաքային տրանսպորտը: Այս ամենը և շատ այլ գործոններ պետք է հաշվի առնել քաղաքում պոլիգոնոմետրիական նշաններով ցանցեր նախագծելիս:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքները նախագծվում են փողոցների ու անցումների երկայնքով՝ անկյուններն ու գծերը չափելու առավել բարենպաստ պայմաններով, խուսափելով չափազանց երկար ու շատ կարճ կողմերից:

Պոլիգոնոմետրիական նոր ընթացքներ նախագծելիս պետք է անցկացվեն նախկին ընթացքների ուղեգծերով, հնարավորության դեպքում՝ առավելագույնս կիրառելով պահպանված նշանները՝ հուսալի կապ ապահովելու նոր ու հին գեոդեզիական ցանցերի միջև: Պոլիգոնոմետրիական ընթացքներ նախագծելիս անհրաժեշտ է հաշվարկել հիմնակետերի որոշման ժամանակ սպասվող ՄՔՄ-ները, ինչպես նաև ընթացքների հարաբերական սխալները: Եթե պարզվի, որ այդ սխալներն անթույլատրելի են, ապա նախագիծը պետք է վերանայվի:

Մոտավորապես հավասար կողմերով պոլիգոնոմետրիական ընթացքի վերջնակետի դիրքում սպասվող ՄՔՄ-ն, որը հիմնված է երկու ելակետերի և անկյունային ուղղությունների վրա, անկյունների նախնական ուղղման դեպքում կարելի է հաշվարկել՝ կիրառելով հետևյալ բանաձևերը [50, 67].

$$M^2 = [m_s^2] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12}, \quad (5.1)$$

բեկյալ ընթացքի համար՝

$$M^2 = [m_s^2] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{0i}^2], \quad (5.2)$$

որում m_s -ը ընթացքի կողմերի չափման միջին քառակուսային սխալն է լուսահեռաչափով կամ էլեկտրոնային տախիմետրով, n -ը՝ ընթացքի կողմերի թիվը, m_β -ն՝ անկյունների չափման ՄՔՄ-ն, $L \approx [S]$ -ը՝ ընթացքի գծերի երկարությունը, որը հավասար է ձգված ընթացքի երկարությանը, D_{0i} -ն՝ ծանրության կենտրոնից մինչև ընթացքի i -րդ գագաթն ընկած հեռավորությունը, $[]$ -ն՝ Գաուսի գումարը:

Ընթացքը ձգված է, եթե առանձին կողմերի դիրեկցիոն անկյունները տարբերվում են փակվող անկյունից ոչ ավելի, քան 20° , իսկ ընթացքի առանձին կետերը շեղվում են կապող կողից ոչ ավելի, քան դրա երկարության $1/10$ -ով:

$[D_{0i}^2]$ -ի արժեքները որոշելու համար անհրաժեշտ է իմանալ ընթացքի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները, որոնք հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$x_0 = \frac{[x_i]}{n \cdot y_0} = \frac{[y_i]}{n},$$

որում x_0 , y_0 -ն ընթացքի ծանրության կենտրոնի կոորդինատներն են. x_i , y_i -ն պոլիգոնոմետրիական ընթացքի գագաթների կոորդինատներն են, որոնք գրաֆիկորեն որոշվում են ըստ ընթացքի նախագծի՝ կազմված $1:5000$ կամ $1:10000$ մասշտաբով հատակագծերի (քարտեզների) վրա:

Ստացված x_0 , y_0 կոորդինատները օգտագործվում են նախագծում և գրաֆիկորեն որոշում են D_{0i} -ի արժեքներն ընթացքի յուրաքանչյուր կետի համար: Ընթացքի սահմանային հարաբերական սխալը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\frac{2M}{[S]} \leq \frac{1}{T}, \quad (5.3)$$

որում T -ն համապատասխան դասի (կարգի) ընթացքի թույլատրելի հարաբերական սխալի հայտարարն է:

Եթե նախագծման ընթացքում ձևավորվել է հանգուցային կետերով պոլիգոնոմետրիական ընթացքների համակարգ, ապա համակարգչային ժամանակակից ծրագրերի միջոցով ավելի հեշտ է գնահատել նման ցանցի ճշտու-

թյունը: Նման գնահատման նախնական տվյալները, որպես կանոն, ելակետերի կոորդինատներն են, նախագծվող հիմնակետերի կոորդինատները (գրաֆիկորեն վերցվում են նախագծից), ինչպես նաև կողմերի անկյունների ու երկարությունների պոլիգոնոմետրիական համապատասխան դասի չափման միջին քառակուսային սխալների համար:

Քանի որ պոլիգոնոմետրիական կառուցվածքներում չափված մեծությունները հորիզոնական ուղղություններ են, ապա տրամաբանական է պահանջել, որ կողմերի երկարությունների չափումների ճշտությունը համապատասխանեն միմյանց: Դա համարժեք է այն պահանջին, որ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի վերջնակետի երկայնակի ու լայնակի տեղաշարժերը բացարձակ արժեքով հավասար լինեն, այսինքն՝ $|t|=|u|$: Հասկանալի է, որ այս հավասարությունը կարող է իրականացվել, եթե հորիզոնական ուղղությունների չափման ՄՔՄ-ն $m_N = \frac{m_\beta}{\sqrt{2}}$ արտահայտված ռադիանային չափով, հավասար լինի $\frac{m_S}{S}$ հեռավորությունների չափման հարաբերական սխալներին: Այլ կերպ ասած՝

$$\frac{m_N}{\rho} = \frac{m_S}{S}. \quad (5.4)$$

Հեռավորության չափման սխալների ՄՔՄ-ն, ժամանակակից էլեկտրոնային տախտմետրերով գնահատվում է մի քանի միլիմետր, և դրանք որոշվում են $m_S = (2-3)$ մմ + 2 մմ $\cdot S \cdot 10^{-6}$ արտահայտությամբ:

Այսպիսով՝ $S = 1$ կմ հեռավորության համար չափման սխալը կլինի (4 - 5) մմ, 500 մ հեռավորության համար ստանում ենք (3 - 4) մմ և այլն:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի համար (5.4) բանաձևի համաձայն՝ կկազմենք պոլիգոնոմետրիական ընթացքում ուղղությունների, անկյունների ու կողմերի երկարությունների համար չափման ՄՔՄ-ների արժեքների աղյուսակ (Աղ. 5.1):

Աղյուսակ 5.1.

Գծային ու անկյունային չափումների ճշտություն որոշման տվյալներ

S , մ	m_S մմ	$\frac{m_S}{S}$	m_N''	$m_\beta'' = m_N \sqrt{2}$
250	3	1:83000	2,5	3,5
500	4	1:125000	1,6	2,3
1000	5	1:200000	1,0	1,4
2000	7	1:286000	0,7	1,0

4-րդ դասի պոլիգոնոմետրիական ընթացքի սահմանային հարաբերական սխալը սահմանվել է СП 47.13330.2012-ով և հավասար է 1:25000: Հետևաբար միջին քառակուսային հարաբերական սխալը պետք է լինի ոչ ավելի,

քան 1:50000: Ինչպես երևում է Աղյուսակ 5.1-ից, պահանջները բավարարում են միայն կարճ կողմերը՝ 200 մ-ից պակաս: Երկար կողմերը չափվում են տախտմետրերով՝ մեծ ճշտությամբ (ավելի քան 5 անգամ): Հետևաբար էլեկտրոնային տախտմետրերով գծերի երկարությունները չափելիս, ըստ ՇՆ-ի, պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կողմերի առավելագույն երկարությունները սահմանված չեն, այլ պոլիգոնոմետրիական եղանակի կիրառման ժամանակ կողմերը պետք է մոտավորապես հավասար լինեն: Մյուս կողմից՝ գիտակցելով անկյունային ու գծային չափումների ճշտության համապատասխանության պայմանները՝ կողմերի երկարությունների աճով անհրաժեշտ է բարձրացնել անկյունային չափումների ճշտությունը: Այնուամենայնիվ, սա չափման գործընթացը նորմալացնելու չափազանց բարդ միջոց է: Ավելի հեշտ է կապ հաստատել պոլիգոնոմետրիական ընթացքի երկարության ու կողմերի քանակի միջև՝ պոլիգոնոմետրիայի տվյալ դասի համար հորիզոնական անկյունների չափման նույն ճշտությամբ:

Ներկայումս ավանդական եղանակով ստեղծված պոլիգոնոմետրիական ցանցերը հետազոտվում են որպես արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանցի մաս: Հետազոտության ընթացքում ճշտվում է ցանցի երկրաչափության ձևավորումը, նախանշվում է պոլիգոնոմետրիական ընթացքների հիմնակետերի տեղադրման ու ելային, ինչպես նաև համակցված հիմնակետերի հետ կապը: Միաժամանակ նախորդ տարիների աշխատանքների բոլոր պահպանված պոլիգոնոմետրիական ընթացքները պետք է ճիշտ կապվեն նոր գեոդեզիական կառուցվածքներին:

4-րդ դասի ու 1-ին կարգի պոլիգոնոմետրիական առանձին ընթացքներն ու ցանցերը պետք է կապակցված լինեն ամենաբարձր դասի 2 կամ ավելի ելակետերի ու 2 ելային ուղղության անկյունների վրա:

Թույլատրվում է գետնից հարակից հիմնակետերի տեսանելիության բացակայության դեպքում.

- 1-ին ու 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կառուցում՝ հիմնված երկու ելակետերի վրա, առանց դրանցից մեկի ելային դիրեկցիոն անկյան հետ անկյունային կապի,

- 1-ին ու 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիական փակ ընթացքի կառուցում՝ հիմնված 1 ելակետի ու 1 ելային դիրեկցիոն անկյան վրա պայմանով, որ դիրեկցիոն անկյունը փոխանցվում կամ չափվում է դիրեկցիոն անկյան ընթացքի հիմնակետերից ոչ ավելի, քան 15 " սխալով ընթացքի թույլ տեղում (ընթացքի կենտրոնում),

- կոորդինատային կապակցման դեպքում երկու ելակետերի միջև պոլիգոնոմետրիական ընթացք կառուցելով՝ առանց դրանց ելային դիրեկցիոն ան-

կյունները փոխանցելու, մինչդեռ աստղագիտական ու այլ չափումներից ստացված ազիմուտների ուղղության անկյունները պետք է օգտագործվեն՝ անկյունային չափումների կոպիտ սխալները հայտնաբերելու համար:

Հիմնակետերի տեղադրման տեղերը նպատակահարմար է ընտրել՝ հաշվի առնելով կողքից հարակից հիմնակետերին դիրեկցիոն անկյունները փոխանցելու հնարավորությունը:

Շենքերի վրա տեղադրված կետերի կենտրոններն ամրացվում են դրոշմանիշներով կամ վերին հարկում տեղադրված նշաններով: Նշանի կենտրոնը պետք է հարմար լինի դրա վրա ստանդարտ գեոդեզիական գործիքների տեղադրման և կենտրոնացման համար:

Քաղաքներում պոլիգոնոմետրիական կետերի կենտրոնների տեղադրումն իրականացվում է «Գեոդեզիական և նիվելիրացման ցանցերի կետերում կենտրոնների ու հենանիշների տեղադրման կանոնների» համաձայն:

Մինչ հետազննության մեկնարկը քարտեզի վրա կազմված քաղաքային պոլիգոնոմետրիական նախագծի գրաֆիկական մասը համաձայնեցվում է քաղաքային բոլոր ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների կազմակերպությունների հետ: Համաձայնեցման գործընթացում նշվում է պոլիգոնոմետրիական ընթացքների երկայնքով ինժեներական ստորգետնյա ցանցերի ու այլ կառույցների առկայությունը, ուրվագծվում են տարածքներ, որտեղ գրունտային նշանների տեղադրումը պետք է իրականացվի միայն այդ կազմակերպությունների ներկայացուցիչների ներկայությամբ:

Գեոդեզիական հիմնավորման հիմնակետ կառուցելիս գերակա նշանակություն ունի գեոդեզիական նշանների պահպանման անվտանգությունը, ուստի արգելվում է գրունտային նշաններ տեղադրել փողոցների երթևեկելի հատվածներին, սողանքների, վարելահողերի, ճահիճների, քարհանքերի ու փոսերի մոտ և այլն:

Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի նախագծերի ճշտության գնահատում:

Նախագծված պոլիգոնոմետրիական ցանցերի ճշտության գնահատումը կարող է իրականացվել ինչպես խիստ, այնպես էլ մոտավոր, օրինակ՝ համարժեք փոխարինման կամ հաջորդական մոտարկումների մեթոդով:

Պոլիգոնոմետրիայի ճշտության հաշվարկման հիմնական չափորոշիչներն են ճշտված ընթացքի կամ ցանցի ամենաթույլ կետում կետերի դիրքի սահմանային սխալները: Այս սխալները չպետք է գերազանցեն թույլատրելի արժեքները պոլիգոնոմետրիայի համապատասխան կարգի կամ տվյալ օբյեկտում ցանց կառուցելու տեխնիկական պահանջների համար: Վերը նշվածն արտահայտվում է համապատասխան կախվածությամբ՝

$$\frac{M}{L} = \frac{1}{T_c} \text{ կամ } \frac{2M}{L} = \frac{1}{T}, \quad (4.5)$$

որում M -ը ընթացքի վերջնակետի դիրքի $U\Phi U$ -ն է, L -ը՝ ընթացքի երկարությունը, Tc -ն՝ ընթացքի հարաբերական սխալի հայտարարի $U\Phi U$ -ն, T -ն՝ ընթացքի սահմանային հարաբերական սխալի հայտարարը: Կախված ընթացքի կամ ցանցի նպատակից՝ $1/T$ կամ M արժեքը կարող է ծառայել որպես ճշտության չափանիշ:

Եթե տրված է $1/T$ արժեքը, ապա թվում է՝ բավական կլինի Ադյուսակ 3.4-ից ընտրել պոլիգոնոմետրիայի կարգը: Այնտեղ տրված են նաև անկյունների ու գծերի երկարությունների չափման ճշտության պահանջները: Այնուամենայնիվ, այս մոտեցումը հուսալի արդյունք չի տալիս, քանի որ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի ճշտությունը կախված է ոչ միայն անկյունային ու գծային չափումների ճշտությունից, այլ նաև դրա երկարությունից, կողմերի քանակից, ընթացքի ձգված կամ բեկյալ լինելուց, ինչպես նաև օգտագործվող գործիքների, հետևաբար համակարգված սխալների որոշակի արժեքների չափումների առկայությունից:

Կախված ցանցի ձևից, ընթացքների քանակից ու դրանց կոնֆիգուրացիայից, նախնական տվյալների առկայությունից և այլն՝ պոլիգոնոմետրիական ցանցերի նախագծերը գնահատվում են տարբեր մեթոդներով: Ծրագրի գնահատման բոլոր մեթոդներում նախնական տվյալները $M_{\text{ընթ.}}$ ընթացքների վերջնակետի $U\Phi U$ -ներն են, որոնք հաշվարկվում են (5.1) ու (5.2) բանաձևերով: Այս սխալների համաձայն՝ որոշվում են ընթացքների կշիռները:

Հաշվարկների ծավալը նվազեցնելու համար ընթացքների $U\Phi U$ -ները հաշվարկվում են առանց նախնական տվյալների սխալները հաշվի առնելու, արդյունքում որպես միջին կշիռ ստացվում են հանգուցային կետերի $U\Phi U$ -ները: Հաշվի առնելով հանգուցային կետերի ու ելակետերի սխալները՝ յուրաքանչյուր ընթացքի համար հաշվարկվում են ելային տվյալների սխալները.

$$m_{\text{ել}} = \sqrt{\frac{m_{\text{ել}}^2 + m_{\text{հանգ.}}^2}{2}}, \quad (5.6)$$

որում $m_{\text{ել}}$ -ը ելակետի $U\Phi U$ -ն է, $m_{\text{հանգ.}}$ -ը՝ հանգուցային կետի $U\Phi U$ -ն: Դրանից հետո գտնում են յուրաքանչյուր ընթացքի ընդհանուր սխալը՝

$$M_{\text{ընդ}}^2 = m_{\text{ել}}^2 + M_{\text{ընթ.}}^2, \quad (5.7)$$

որից հետո հաշվարկվում է ընթացքի ամենաթույլ կետի միջին քառակուսայիվ սխալը, այսինքն՝ դրա մեջտեղում հետևյալ բանաձևով՝

$$M_{\text{մեջ.}} = \frac{1}{2} M_{\text{ընթ.}}: \quad (5.8)$$

Պոլիգոնոմետրիական ցանցի նախագծի ճշտության գնահատումը ցույց տանք հաջորդական մոտարկումների եղանակով՝ օգտագործելով հանգուցի մեթոդով գնահատման օրինակը:

Նկար 5.1-ում ներկայացված է երեք ընթացքներից բաղկացած պոլիգոնոմետրիական ցանցի տեսքը, որոնք հիմնված են ABC ելակետերի վրա և հատվում են I կետում:

Յուրաքանչյուր ընթացքի ճշտությունը գնահատելու համար հաշվարկեք վերջնակետի, այսինքն՝ I կետի միջին քառակուսային սխալը՝ կիրառելով (5.1) ու (5.2) բանաձևերն ու կշիռները:

$$P_i = \frac{c}{M_i^2}, \quad (5.9.)$$

որում c -ն այն գործակիցն է, որն ընտրվում է այնպես, որ կշիռները մոտ լինեն մեկին:

Հանգուցային կետի կշիռը հաշվարկվում է պարզապես բոլոր ընթացքների կշիռների գումարով՝

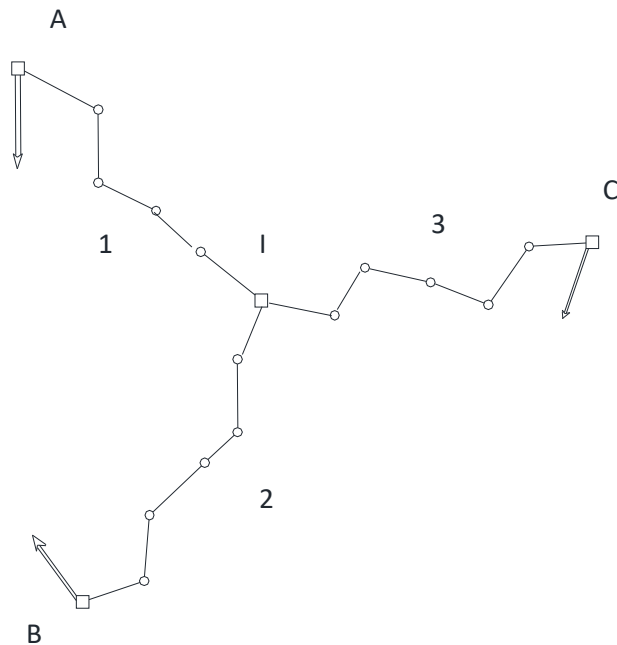
$$P_i = P_1 + P_2 + P_3: \quad (5.10)$$

Հանգուցային կետի սխալը համապատասխանաբար հավասար կլինի՝

$$M_I^2 = \frac{c}{P_I}, \quad (5.11)$$

կամ՝

$$M_I = \frac{M_1 \cdot M_2 \cdot M_3}{\sqrt{M_1^2 M_2^2 + M_1^2 M_3^2 + M_2^2 M_3^2}}: \quad (4.12)$$

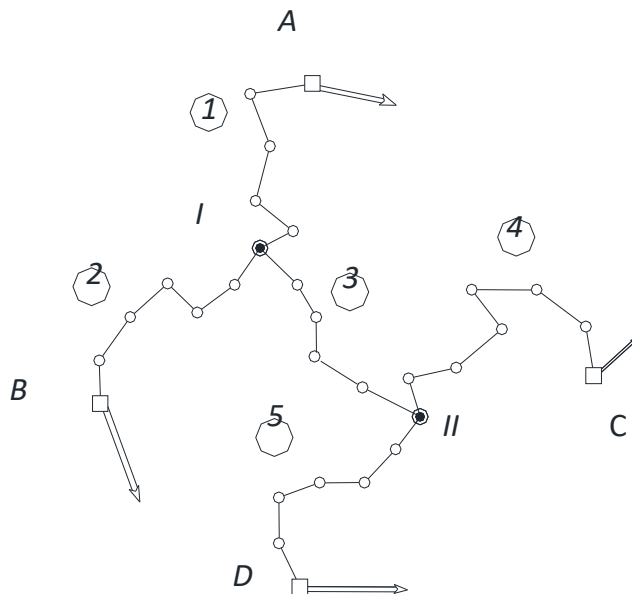


Նկ. 5.1. Մեկ հանգուցային կետով ցանցի սխեմա

Պոլիգոնոմետրիական ցանցի կազմված նախագծի ճշտության գնահատումը կարող է իրականացվել նաև հաջորդական մոտարկումների մեթոդով: Մեթոդի էությունը պայմանավորված է նրանով, որ հանգուցային կետերը որոշելիս սպասվող սխալները հաշվարկվում են մոտարկումներով՝ դիտարկելով տվյալ հանգուցային կետում համընկնող ընթացքների սխալների միջին կշռայինը:

Առաջին մոտեցմամբ յուրաքանչյուր հանգուցային կետում հատվող ընթացքների համակարգը դիտարկվում է որպես անկախ համակարգ, որը հիմնված է այն կետերի վրա, որոնց դիրքի սխալները հավասար են զրոյի:

Դիտարկենք երկու հանգուցային կետերից բաղկացած պոլիգոնոմետրիական ցանց, որը ներկայացված է Նկար 5.2-ում:



Նկ. 5.2. Երկու հանգուցային կետերով ցանցի սխեմա

Ինչպես առաջին դեպքում, սկզբնական փուլում կիրառելով (5.1) կամ (5.2) բանաձևերը՝ յուրաքանչյուր ընթացքի համար պետք է հաշվարկել հանգուցային կետի դիրքի սպասվող միջին քառակուսային սխալը՝

M_1 – A կետից 1-ին ընթացքի երկայնքով,

M_2 – B կետից 2-րդ ընթացքի երկայնքով,

M_3 – II կետից 3-րդ ընթացքի երկայնքով:

Այնուհետև I հանգուցային կետի կշիռը որոշելու համար յուրաքանչյուր ընթացքի կշիռ համապատասխան հավասար կլինեն՝

$$p_1 = \frac{c}{M_1^2}; \quad p_2 = \frac{c}{M_2^2}; \quad p_3 = \frac{c}{M_3^2};$$

Առաջին մոտեցմամբ I հանգուցային կետի դիրքը որոշելիս միջին քառակուսային սխալը հավասար կլինի.

$$M_1^2 = \frac{c}{P_I}, \text{ որում } P_I = p_1 + p_2 + p_3:$$

Նույն կերպ սպասվող միջին քառակուսային սխալը հաշվվում է երկրորդ հանգուցային կետի դիրքը որոշելիս 3, 4 ու 5 ընթացքների երկայնքով:

$$M_{II}^2 = \frac{c}{P_{II}}, \text{ որում } P_{II} = p_3 + p_4 + p_5:$$

Այս հաշվարկները կատարվում են այն դեպքերում, երբ ելային տվյալների սխալները ընդունվում են հավասար գրոյի:

Երկրորդ մոտարկմամբ առաջին մոտարկմամբ ստացված դրանց որոշման սխալները վերցվում են որպես I ու II կետերի ելային տվյալների սխալներ: Այնուհետև I կետի համար ստանում ենք.

$$p'_1 = \frac{c}{M_1^2}; \quad p'_2 = \frac{c}{M_2^2}; \quad p'_3 = \frac{c}{(M_3^2 + M_{II}^2)}:$$

Նմանապես II կետի համար.

$$p'_3 = \frac{c}{(M_3^2 + M_I^2)}; \quad p'_4 = \frac{c}{M_4^2}; \quad p'_5 = \frac{c}{M_5^2}:$$

Երրորդ մոտեցմամբ երկրորդ մոտեցմամբ ստացված I ու II հանգույցների դիրքի որոշման սխալները վերցվում են որպես ելային տվյալների սխալներ և այլն:

Մոտարկումները շարունակվում են այնքան ժամանակ, մինչև վերջին երկու մոտարկումներում ստացվեն գրեթե նույնական միջին քառակուսային սխալներ: Սովորաբար նույնիսկ բարդ ցանցերում երեք մոտարկումները բավարար են:

Հետագա հաշվարկները բաղկացած են հանգուցային կետերի միջին քառակուսային սխալների հաշվարկից՝ հաշվի առնելով ելակետերի սխալները՝ ըստ (5.6) բանաձևի ու յուրաքանչյուր ընթացքի ընդհանուր սխալները՝ ըստ (5.7) բանաձևի:

Ընթացքների սահմանային հարաբերական սխալները հաշվարկվում են (5.5) բանաձևով, որը հնարավորություն է տալիս ստուգել նախագծի որակը:

Գեոդեզիական ցանցեր կառուցելիս, հատկապես կառուցապատված տարածքներում, բավականին դժվար է բավարարել պոլիգոնոմետրիայի այս կամ այն կարգերի նախագծման պահանջները, ինչը կարող է հանգեցնել ճշտության նվազեցման: Ուստի կոնկրետ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կամ ցանցի համար նախընտրելի է հաշվարկել անկյունային ու գծային չափումների ճշտությունը, որոնք ապահովում են համապատասխան դասի կամ կարգի կառուցումների իրականացումը: Նման հաշվարկների ելային արժեքներն են $1/T$ արժեքները կամ ընթացքների M սխալը:

Անկյունային ու գծային չափումների ճշտությունը հաշվարկելու համար օգտագործվում են նույն (5.1) ու (5.2) բանաձևերը, բայց ենթադրվում է, որ գծային չափման սխալները հանգեցնում են ընթացքի վերջնակետի երկայնական տեղաշարժի՝ m , ու անկյունային չափման սխալների լայնակի m_u տեղաշարժի:

$$M^2 = m_t^2 + m_u^2; \quad (4.13)$$

Նախնական հաշվարկների համար օգտագործվում է ծայրակետի դիրքի վրա անկյունային ու գծային չափումների սխալների հավասար ազդեցության սկզբունքը, այսինքն՝

$$m_t = m_u = \frac{M}{\sqrt{2}} \quad (4.14)$$

կամ՝

$$\frac{m_t}{[s]} = \frac{1}{T_c \sqrt{2}}; \quad \frac{m_u}{[s]} = \frac{1}{T_c \sqrt{2}}; \quad (4.15)$$

Այս սկզբունքի հիման վրա կատարվում է պոլիգոնոմետրիայի անկյունային ու գծային չափումների ճշտության նախնական հաշվարկ:

Ելնելով (5.1) ու վերը նշված սկզբունքներից՝ ընթացքի վերջնակետի լայնակի տեղաշարժի համար ստանում ենք.

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho} L \sqrt{\frac{n+3}{12}}, \quad (5.16)$$

որում՝

$$m_\beta = \frac{m_u}{L} \rho \sqrt{\frac{12}{n+3}}; \quad (5.17)$$

Այսպիսով, եթե հայտնի է պոլիգոնոմետրիական ընթացքի երկարությունը $[s]$, և սահմանված է $1/T$ արժեքները, ապա հեշտ է գտնել դրա սահմանային ճշտությունը՝ $T_c = 2T$, և ըստ (5.16) բանաձևի՝ սպասվող լայնակի տեղաշարժը՝ m_u , ըստ (5.17) բանաձևի՝ այս պայմանների համար կարելի է հաշվարկել անկյունների չափման ՄՔՄ-ն:

Նմանապես հաշվարկվում է գծային չափումների ընտրության ճշտությունը:

Էլեկտրոնային տախոմետրերով ու լուսաեռաչափներով գծերի երկարությունները չափելիս հաշվի առնելով, որ ընթացքի կողմերը մոտավորապես հավասար երկարությամբ են՝ կարելի է գրել.

$$m_t = [m_s^2] = m_s^2 \cdot n, \quad (5.18)$$

որում n -ը ընթացքում կողմերի թիվն է:

Հավասարեցնելով (5.18) ու (5.15)՝ ստանում ենք ընթացքի երկարության հարաբերակցությունը սահմանային սխալի ու կողմի չափման ՄՔՄ-ի միջև՝

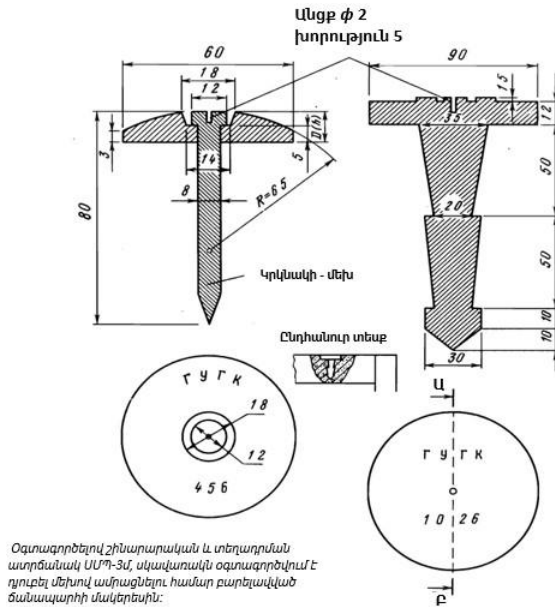
$$m_t = m_s \cdot \sqrt{n} = \frac{L}{T_c \sqrt{2}}; \quad (4.19)$$

5.2. Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի ամրացում

Քաղաքների կառուցապատված հատվածում պոլիգոնոմետրիական նշանները տեղադրվում են հիմնականում թաղամասերի անկյուններում՝ հանութային ընթացքների ու պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի միջև պարզ կապ ապահովելու համար: Նշանների տեղադրման տեղերն ընտրվում են փողոցների երթևեկելի մասից դուրս, մայրերի ու ճանապարհների եզրերին ու փողոցների ստվերոտ կողմերում: Կենտրոնների տեսակներն ընտրելիս նախապատվությունը պետք է տրվի պատի նշաններին, որոնք ավելի կայուն են, հեշտ տեղադրվող, չի պահանջվում ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների համակարգերում պատասխանատու կազմակերպությունների հետ համաձայնությունը:

Պատի նշանների տեղադրման տեղերը ընտրվում են՝ առաջնորդվելով հետևյալով.

- աշխատանքային կենտրոնները (Ժամանակավոր գրունտային նշաններ, Նկ. 5.3) չպետք է լինեն պատի նշաններից 20 մ-ից ավելի հեռավորության վրա, ինչը թելադրված է ժապավենով գծային չափումներ կատարելու հարմարությամբ,
- շենքերի պատերի վրա պատի նշաններ տեղադրելու համար տեղերն ընտրվում են գետնից 0,3-1,2 մ բարձրության վրա այնպես, որ ճարտարապետական տարրերն ու կառուցվածքային ելուստները չխանգարեն նշանների վրա նիվելիրացման չափաձողերի տեղադրմանը,
- եթե ցանցի հիմնակետը ամրացված է նշանների համակարգով, ապա դրանք բոլորը պետք է տեղադրվեն նույն մակարդակի վրա 10 սմ-ի սահմաններում,
- աշխատանքային կենտրոնի ու պատի նշանների միջև դիտանման ճառագայթը պետք է անցնի տեղային առարկաների մակերևույթից ոչ պակաս, քան 0,5 մ-ը,
- խաչմերուկների անկյունային շենքերի պատի նշանները պետք է տեղադրվեն անկյունից 0,3 մ-ից ոչ ավելի մոտ և պետք է ապահովեն խաչմերուկի ուղղություններով անցումների ազատ տեղաշարժման հնարավորությունը:



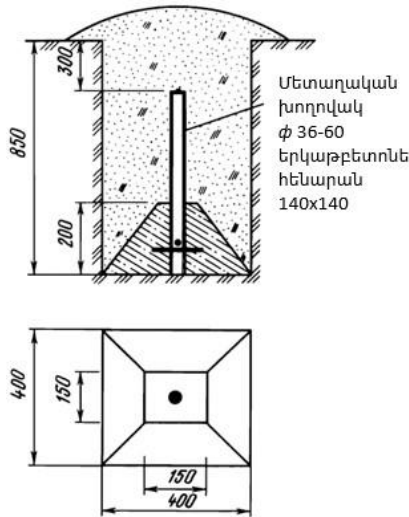
Նկ. 5.3. Պոլիգոնոմետրիական 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի ժամանակավոր (աշխատանքային) կենտրոն

Առանձնահատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել պոլիգոնոմետրիական ընթացքները հիմնակետերին կապակցելու վրա: Արբանյակային որոշման հիմնակետերին կապակցելիս պոլիգոնոմետրիայի նշանների տեղադրման տեղերը պետք է ընտրվեն՝ հաշվի առնելով կապող կողմերի երկարություններն այնպես, որ պոլիգոնոմետրիական ուղեգծի հարակից կողմը քիչ տարբերվի հիմնային բազիսից:

Եթե արբանյակի որոշման հիմնակետից վերգետնյա տեսանելիություն չկա դեպի հարակից կետեր, ապա ազիմուտային կապը պետք է իրականացվի հավելյալ ուղղության միջոցով դեպի բավական հեռու ու հստակ տեսանելի հիմնակետի կենտրոնին:

Եթե արբանյակային ցանցի հիմնակետը գտնվում է շենքի վրա, ապա կոորդինատներն ու դիրեկցիոն անկյունը փոխանցելու համար անհրաժեշտ է մշակել այնպիսի չափման սխեմա, որում եռանկյունները լինեն մոտ հավասարակողմին, և այն կողմի երկարությունը, որով փոխանցվում է դիրեկցիոն անկյունը պոլիգոնոմետրիական ընթացքի գծին՝ լինի առնվազն 200 մ:

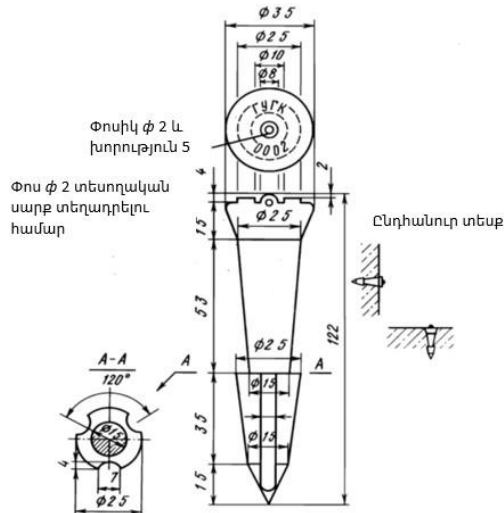
Գրունտային կենտրոնները (Նկ. 5.4) տեղադրվում են, որպես կանոն, ոչ կառուցապատված տարածքներում, ինչպես նաև այն տեղերում, որտեղ անհնար է տեղադրել պատի նշաններ: Կառուցապատ տարածքներում գրունտային նշանների տեղադրելը միշտ կապվածի է մեծ դժվարությունների հետ, և հետագայում հիմնակետի պահպանությունը հուսալի չի:



Նկ. 5.4. Պոլիգոնումետրիայի 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի գրունտային հիմնակետի նշան

Պատի նշանները (Նկ. 5.5) ունեն մի շարք նշանակալի առավելություններ վերգետնյա նշանների նկատմամբ: Դրանք ավելի կայուն են, պատրաստման ու տեղադրման արժեքը շատ ավելի մատչելի է և ավելի հարմար են օգտագործման համար: Հետևաբար, հնարավորության դեպքում, պետք է նախընտրել լինեն պատի նշանները:

4-րդ դասի պոլիգոնումետրիական պատի նշանների ուղղությունները պետք է չափվեն երեք շրջանային նվազներով, իսկ 1-ին ու 2-րդ կարգերում՝ հիմնականում ըստ անկյունների չափման ծրագրի:



Նկ. 5.5. Պոլիգոնումետրիայի 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի պատային հիմնակետ

Պատի նշանից ավելի քան 30 մ հեռավորության վրա առանձին մեթոդների կիրառման անհամապատասխանությունները չպետք է գերազանցեն պոլիգոնոմետրիայի ընթացքների ուղղությունները՝ դիտարկելու համար սահմանված նորմատիվային արժեքներից:

5.3. Պատային նշանների կապակցում ու կոորդինատավորում

Քաղաքային պայմաններում պոլիգոնոմետրիական ընթացքները, ինչպես նշվեց ավելի վաղ, տեղադրվում են կապիտալ շենքերի կառուցման երկայնքով: Եթե պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերը տեղադրվում են պատի նշաններով, ապա նման հատվածներում անկյուններն ու գծերը չափվում են ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններում, այդ կենտրոնները կապակցվում են պատի նշանների հետ:

Մինչ օրս հայտնի են պատի նշանների հետևյալ համակարգերը՝ վահանակային (ձողային), վերականգնողական ու կողմնորոշիչ նշաններ:

Վահանակային տիպի նշանները արտադրության ու կիրառման բարդության պատճառով չեն գտել տարածական կիրառություն:

Վերականգնման համակարգերը բնութագրվում են նրանով, որ կոորդինատները չեն փոխանցվում պատի նշաններին, իսկ ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոնները դրանց կորստի դեպքում վերականգնվում են ըստ այն տարրերի, որոնցով դրանք որոշվել են:

Գոյություն ունեն վերականգնման համակարգերի հետևյալ տեսակները՝

- ուղղությունների վերականգնման համակարգ,
- ուղղությունների՝ ստուգումներով վերականգնման համակարգ,
- հավասարակողմ եռանկյունների համակարգ,
- հավասարասրուն եռանկյունների համակարգ,
- ուղղանկյուն եռանկյունների համակարգ:

Կողմնորոշման համակարգերում կոորդինատները փոխանցվում են համակարգում ներառված բոլոր պատի նշաններին ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններից, որոնց վրա կատարվում են անկյունային ու գծային բոլոր չափումները՝ կոորդինատավորման խնդիրը լուծելու համար: Արդյունքում շենքերի պատերին ստացվում է երկու բազիսներով կողմնորոշված համակարգ, որը հնարավորություն է տալիս այն կապակցելու պոլիգոնոմետրիական ու թեոդոլիտային ընթացքները: Աշխատանքային կենտրոններից կոորդինատների փոխանցումը պատի նշաններին կարող է իրականացվել ռեդուկցիայի, բևեռային մեթոդներով, անկյունային ու գծային հատումներով ու դրանց համակցություններով:

Ռեդուկցիայի մեթոդը կիրառվում է, երբ կետը տեղադրված է մեկ պատի նշանով:

Բևեռային կոորդինատների մեթոդը կիրառվում է, երբ կետերը տեղադրված են կրկնակի ու եռակի համակարգերով, ինչպես նաև միայնակ նշաններով:

Կոորդինատավորման մեթոդներից մեկի՝ անկյունային, գծային կամ գծաանկյունային հատումների ընտրությունը կախված է համապատասխան չափիչ գործիքների առկայությունից, ինչպես նաև չափումներ կատարելու հարմարությունից:

Կողմնորոշման կոորդինատային համակարգերում բոլոր չափումները ընդհանրապես կատարվում են 2 մմ միջին քառակուսային սխալով: Գործիքը կենտրոնացվում է 1 մմ-ից ոչ ավելի սխալով, իսկ անկյունները չափվում են նույն ճշտությամբ, ինչպես հիմնական պոլիգոնոմետրիական ընթացքի անկյունները:

Տախտմետրը տեղադրվում է ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոնի վերևում, բերվում է աշխատանքային վիճակի և անցնում «առանց անդրադարձի» կամ «թաղանթի վրա ռեժիմի»: «Թաղանթի վրա» ռեժիմում աշխատելիս պատի պոլիգոնոմետրիական նշանի վրա սոսնձվում է անդրադարձչային թաղանթի քառակուսի (ռեֆլեկտորներ), որ թաղանթի խաչաձև կենտրոնը համընկնի պատի նշանի անցքին: Դիտարկումը կատարվում է թաղանթի խաչի վրա:

Պատի նշանների միջև հեռավորությունները չափվում են չափերիզների միջոցով՝ դրա ծայրերում կատարելով երկու զույգ հաշվեցույցներ, որոնց տարբերությունների տատանումները չպետք է գերազանցեն 1 մմ-ը: Չափված հեռավորություններն ուղղվում են ստուգաչափության, ջերմաստիճանի ու գծի թեքության համար:

Պատի նշանների վրա անկյունների չափման ճշտության չափանիշը հիմնական ընթացքի ծրագրում ու պատի պոլիգոնոմետրիայի ծրագրում չափված հորիզոնական անկյունների արժեքների համընկնումն է:

Պատի նշաններով տեղադրված ընթացքների հաշվարկը կատարվում է երկու եղանակով.

- ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններից չափումների արդյունքները հավասարեցվում են սովորական եղանակով, իսկ համակարգի պատի նշանների կոորդինատները հաշվարկվում են աշխատանքային կենտրոնների կոորդինատներով,
- անկյուններն ու գծերը, որոնք չափվում են ընթացքի ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններից, պրոյեկտվում են մինչև պատի

նշանների կենտրոնները, այնուհետև ընթացքները հաշվարկվում են սովորական եղանակով:

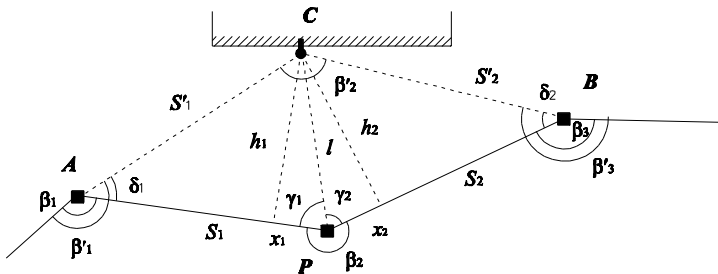
Առաջին մեթոդի առավելությունը գրասենյակային մշակման պարզությունն ու հեշտությունն է: Այս մեթոդը կիրառվում է արտադրության մեջ: Թերությունը պատի նշանների կոորդինատների առանձին հաշվարկն է:

Երկրորդ մեթոդը կարող է օգտագործվել նաև աշխատանքային կենտրոնի ստուգողական հաշվարկներով: Միաժամանակ ստացվում է, ինչպես երկու ընթացք՝ պատի նշանների երկայնքով ու աշխատանքային կենտրոնի երկայնքով: Հասկանալի է, որ յուրաքանչյուր ընթացքի համար աճերի գումարները պետք է միմյանց հավասար լինեն:

Պատի նշանների կողմնորոշման համակարգեր

Պատի նշանների ամրացման համար կան միայնակ, կրկնակի ու մի քանի կողմնորոշման համակարգեր:

Միայնակ կողմնորոշման համակարգի հիմնակետերը (Նկ. 5.6) տեղադրված են մեկ պատի նշանով: Նշանի կոորդինատները որոշվում են օժանդակ ընթացքի ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններից:



Նկ. 5.6. Միայնակ կողմնորոշման համակարգի կոորդինատավորումը պրոյեկտման մեթոդով

Գործնականում կարող են լինել մի քանի տարբերակ պատի նշանների ու պոլիգոմետրիական ընթացքի հիմնակետերի հարաբերական դիրքի որոշման համար: Նկար 5.6-ը ցույց է տալիս ամենապարզ դեպքը, երբ A ու B ընթացքի գրունտային նշաններն են, P-ն աշխատանքային կենտրոնն է, S_1 ու S_2 -ը՝ չափված կողմերը, իսկ β_1 , β_2 , β_3 -ը՝ ընթացքի հորիզոնական անկյունները:

Կոորդինատների տեղափոխումը ժամանակավոր աշխատանքային կենտրոններից պատի նշաններին իրականացվում է պրոյեկտման մեթոդով: Այդ նպատակների համար յուրաքանչյուր աշխատանքային կենտրոնում չափվում է / հեռավորությունը պատի նշանից, ինչպես նաև պոլիգոմետրիական ընթացքի կողմերից առաջացած γ_1 ու γ_2 անկյուններն ու ուղղությունը դեպի պատի նշան: γ_1 ու γ_2 անկյունները խորհուրդ է տրվում պահել 88° - 90° -ի

սահմաններում, որպեսզի ապահովվի դիրեկցիոն անկյան լավագույն փոխանցումը:

Պատի C նշանի կոորդինատները հաշվարկելու համար անհրաժեշտ է գտնել ընթացքի $\beta'_1, \beta'_2, \beta'_3, S'_1$ ու S'_2 պրոյեկտման տարրերի արժեքները:

δ_1 ու δ_2 ուղղումները հաշվարկելու համար որոշվում են h_1 ու h_2 օժանդակ մեծությունները, համապատասխանաբար APC ու VPC եռանկյունների բարձրությունները, ինչպես նաև x_1 ու x_2 արժեքները, բարձրության հիմքից մինչև աշխատանքային կենտրոն հեռավորությունները: Նկար 5.6-ից երևում է, որ.

$$\begin{aligned} h_1 &= l \sin \gamma_1, & h_2 &= l \sin \gamma_2, \\ x_1 &= l \cos \gamma_1, & x_2 &= l \cos \gamma_2: \end{aligned} \quad (5.20)$$

x -ի արժեքը դրական է, եթե γ անկյունը $< 90^\circ$ ու բացասական, երբ $\gamma > 90^\circ$: Հաշվելով h_1, x_1, h_2, x_2 արժեքները՝ կգտնենք δ_1 ու δ_2 անկյունները և S'_1 և S'_2 հեռավորությունները հետևյալ արտահայտություններից.

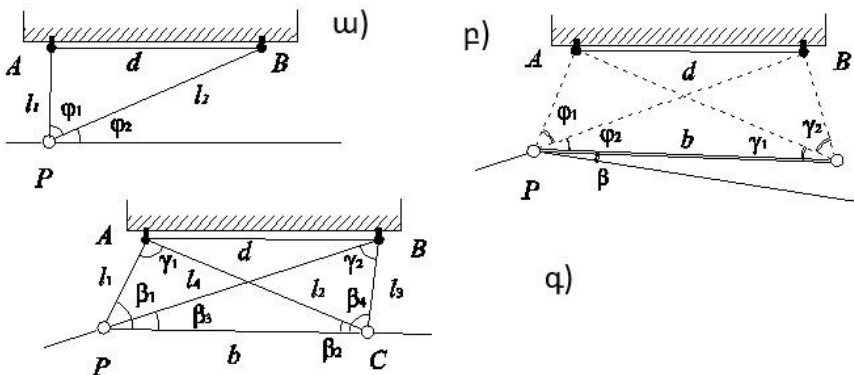
$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{h_1}{(S_1 - x_1)}; & S'_1 &= \frac{(S_1 - x_1)}{\cos \delta_1} = \sqrt{(S_1 - x_1)^2 + h_1^2}, \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \frac{h_2}{(S_2 - x_2)}; & S'_2 &= \frac{(S_2 - x_2)}{\cos \delta_2} = \sqrt{(S_2 - x_2)^2 + h_2^2}: \end{aligned}$$

$\beta'_1, \beta'_2, \beta'_3$ անկյունների արժեքները գտնում են հետևյալ հավասարումներից՝

$$\beta'_1 = \beta_1 + \delta_1, \quad \beta'_2 = \beta_2 - (\delta_1 + \delta_2), \quad \beta'_3 = \beta_3 + \delta_2:$$

Ի լրումն պրոյեկտման մեթոդի՝ կոորդինատների փոխանցումը պատի միայնակ նշաններին կարելի է իրականացնել տախտմետրով բնեռային եղանակով աշխատանքային կենտրոնից:

Կրկնակի կողմնորոշման համակարգ: Նման համակարգում պոլիգոնոմետրիական հիմնակետի տեղադրումն իրականացվում է երկու պատի նշաններով, որոնց միջև հեռավորությունը չպետք է գերազանցի 20 մ-ը (Նկ. 5.7):



Նկ. 5.7. Կ.Ս. Լոսնի կրկնակի կողմնորոշման նշանների համակարգը

Համակարգն առաջարկվել է 1956 թվականին Ք. Ա. Լոսևի կողմից: Այս համակարգում կոորդինատների փոխանցումը P կետից պատի A ու B նշանների կենտրոններ կարող է իրականացվել բևեռային կոորդինատների մեթոդներով (Նկ. 5.7, ա), հիմքի ծայրերից ուղիղ անկյան կտրվածքով (Նկ. 5.7, բ) ու հիմքի ծայրերից գծային հատումներով՝ կառուցված պոլիգոնոմերիական ընթացքի կողմում (Նկ. 5.7, գ):

Հասկանալի է, որ այս համակարգում կոորդինատները պատի նշաններին փոխանցելու ամենահեշտ ձևը բևեռային կոորդինատների մեթոդն է՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր: Ստուգումը կատարվում է պողպատե չափերիզով ուղիղ չափելով պատի նշանների միջև հեռավորությունը տեղաշարժերով: Հաշվարկված d արժեքի ու չափված հեռավորության արժեքի տարբերությունը չպետք է գերազանցի 5 մմ-ը:

Գործնականում կարող են օգտագործվել նաև պատի նշանների համակարգման այլ սխեմաներ [67]: Այսպիսով՝ Կ. Ա. Վերեշագինի կողմնորոշման համակարգը կրկնակի կողմնորոշման համակարգ է՝ պատի նշաններով, որոնք տեղակայված են փողոցների կամ ճանապարհների հակառակ կողմերում: Այս համակարգի երկու պատի նշաններն աշխատանքային կենտրոնի հետ միասին կազմում են եռանկյուն, որում չափված երեք կողմերն ու անկյունները պայմաններ են ստեղծում եռանկյունը հավասարեցնելու համար, ինչը, իհարկե, մեծացնում է որոշումների ճշտությունն ու հուսալիությունը:

Ս. Ն. Մարչենկոյի պատի նշանների կողմնորոշման համակարգը բաղկացած է երեք նշաններից, որոնք դրված են, որպես կանոն, մեկ շենքի պատի (հիմքի) երկայնքով կամ կառույցի անկյան հակառակ կողմերում: Աշխատանքային կենտրոնից չափվում են երեք հեռավորություններ մինչև պատի նշաններ, ինչպես նաև բոլոր անկյունները, որոնք ձևավորվում են պոլիգոնոմետրիայի կողմերից՝ ուղղությունները դեպի պատի նշաններ: Բոլոր երեք նշանների կոորդինատները որոշվում են բևեռային կոորդինատների եղանակով: Ստուգումը կատարվում է պողպատե չափերիզով՝ ուղիղ չափելով պատի նշանների միջև հեռավորությունը: Բնականաբար, ինժեներական ու գեոդեզիական արտադրության մեջ էլեկտրոնային տախտմետրերի ներդրման հետ կապված, պոլիգոնոմետրիական պատի նշանները համակարգելու խնդիրը դարձել է շատ ավելի պարզ: Աշխատանքային կենտրոնից ոչ ավելի, քան 20 մ հեռավորության վրա պատի նշանների տեղադրման պայմանները դարձել են անտեղի, և կոորդինատները նշաններին փոխանցելու երկրաչափական սխեմաները սկզբունքորեն կարող են լինել շատ բազմազան և հուսալի:

Պատի նշանների վերականգնողական համակարգեր: Պատի նշանների վերականգնողական համակարգերը կարող են բաղկացած լինել երկու կամ

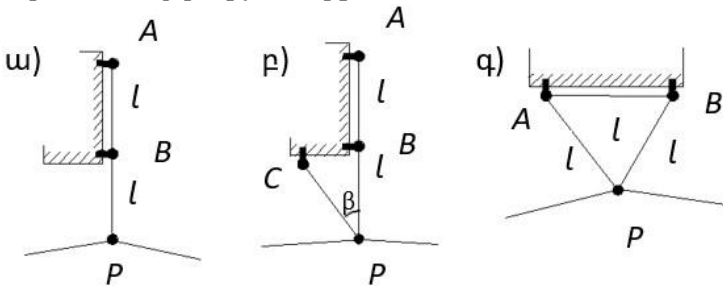
երեք պատի նշաններից, որոնք, որպես կանոն, դրվում են գետնից 0,2-0,3 մ բարձրության վրա:

Ուղղագծի վերականգնման համակարգը (Նկ. 5.8, ա)՝ առաջարկված Ա. Ի. Մարչուկի կողմից, բաղկացած է երկու պատի նշանից, որոնք տեղադրված են շենքի պատին միմյանցից / հեռավորության վրա: Վերջին նշանից միննույն հեռավորության վրա պատի նշանների կենտրոնների հավասարեցմամբ տեղադրվում է պոլիգոնոմետրիայի P ժամանակավոր կետի աշխատանքային կենտրոնը:

Հարմարավետության համար հեռավորություններն ընտրվում են փոքր (3-5 մ) և չափվում են չափերիզով 2-3 մմ ճշտությամբ: Պոլիգոնոմետրիական կամ թեոդոլիտային ընթացքների P աշխատանքային կենտրոնին կապակցելիս դրա վերականգնումն իրականացվում է պատերի A ու B նշանների հավասարեցմամբ՝ ըստ դրանց միջև չափված / հեռավորության:

Ստուգման նպատակներով նկարագրված վերականգնման համակարգը կարող է ապահովվել պատի երրորդ նշանով (Նկ. 5.8, բ): Համակարգն առաջարկվել է Յու. Վ. Մուլյունի կողմից և թույլ է տալիս ստուգել աշխատանքային կենտրոնի վերականգնումը:

Հավասարակողմ եռանկյան համակարգը (Նկ. 5.8, գ)՝ առաջարկված Պ. Ֆ. Դեկտեի կողմից, բաղկացած է երկու պատի նշաններից, որոնք տեղադրված են այնպես, որ դրանց միջև հեռավորությունը (2-3 մ-ի սահմաններում) հավասար է պատի նշանների կենտրոններից մինչև աշխատանքային կենտրոն հեռավորություններին:



Նկ. 5.8. Պատի նշաններով համակարգի վերականգնումը

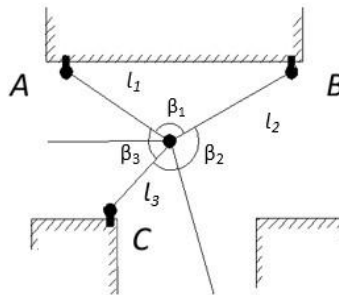
Ոչնչացված աշխատանքային կենտրոնի վերականգնումն իրականացվում է գծային հատումներով՝ պատի նշանների կենտրոնից:

Հավասարակողմ եռանկյուններով վերականգնվող համակարգից բացի՝ օգտագործվում է երկու պատի նշանների համակարգ, որոնք աշխատանքային կենտրոնի հետ կազմում են ուղղանկյուն եռանկյունի, ինչպես նաև հավասարասրուն եռանկյունի, որը հնարավորություն է տալիս վերականգնելու

աշխատանքային կենտրոնը երկկողմանի մետաղալարերի սարքով: Այս համակարգը առաջարկել է Է. Կ. Խուսկիվաձեն:

Է. Կ. Խուսկիվաձեի վերականգնման համակարգը բաղկացած է երկու կամ երեք պատի նշաններից, որոնք դրված են գետնից 1,3-1,4 մ բարձրության վրա (Նկ. 5.9):

Չափված արժեքներն են աշխատանքային կենտրոնի ու պատի նշանների միջև եղած հեռավորությունները, պատի նշանների ուղղություններով ու պոլիգոնմետրիայի կողմերով ձևավորված անկյունները: Բացի դրանից՝ չափվում են պատի նշանների միջև եղած հեռավորությունները: Այս համակարգում պատի նշաններն ունեն կոորդինատներ, հետևաբար տախտմետրը տեղադրելով հարմար տեղում և այն բերելով աշխատանքային դիրքի՝ մտնում են հակադարձ հատումների ռեժիմ: Մուտքագրելով պատի նշանների կոորդինատները՝ դրանք դիտարկում են և որոշում տախտմետրի կանգնած կետի կոորդինատները: Այնուհետև մտնելով նշահարման ռեժիմ՝ մուտքագրում են կանգնած կետի կոորդինատները, կողմնորոշման կետը (պատի նշաններից մեկը) ու որոշվող աշխատանքային կենտրոնի կոորդինատները: Հավասարեցման տարրերի հիման վրա գտնում են աշխատանքային կենտրոնի տեղը: Այնուամենայնիվ, սկզբունքորեն պատի նշանների կոորդինատներից որոշելով տախտմետրի կանգնած կետի կոորդինատները՝ խնդիրը կարելի է համարել լուծված, և այս կետից կարող է կատարվել ցանկացած աշխատանք (հանութագրում, նշահարում, թեոդոլիտային կամ պոլիգոնմետրիական ընթացքներ անցկացնել):

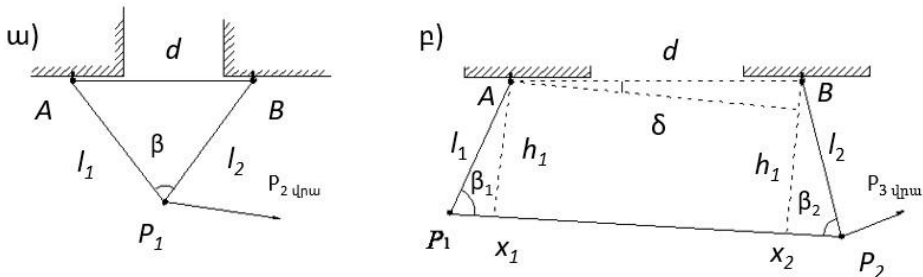


Նկ. 5.9. Լ. Վ. Գիգերգի պատի նշաններով վերականգնման համակարգ

Վերականգնման համակարգերից մեկը Լ. Վ. Գինսբուրգի մեթոդն է, որը հարմարեցված է պատի նշաններին ուղղակի կապակցելու հետ, քանի որ այս համակարգում պատի նշաններն ունեն կոորդինատներ: Դուք կարող եք օգտագործել վերականգնման համակարգերը պարտադիր նպատակներով միայն հարակից աշխատանքային կենտրոնները վերականգնելու միջոցով:

Տեղեկատվական համակարգերում պատի նշաններին կապակցելը կարող է իրականացվել տարբեր ձևերով, ինչպես աշխատանքային կենտրոնի օգնությամբ, այնպես էլ պատի նշանների վրա ուղղակի չափումների միջոցով: Չափման սխեմայի ընտրությունը կախված է ներդրված կողմնորոշման համակարգի տեսակից, նշանների շուրջ առկա իրավիճակից, հարակից նշանների տեսանելիությունից և այլն: Ամեն դեպքում չափման սխեման պետք է նախագծվի այնպես, որ կողմնորոշման աշխատանքը կատարվի ստուգումներով: Բացի դրանից՝ նոր կոնստրուկցիաների կողմնորոշումը պետք է իրականացվի տեղադրման սխեմայի երկար կողմերով:

Միայնակ պատի նշաններին կապելը հնարավոր է, եթե տեսանելի է հարակից աշխատանքային կենտրոնը կամ հարակից պատի նշանը (Նկ. 5.10): Ավելին՝ որքան հարակից նշանները կարող են օգտագործվել չափման սխեմայում, այնքան մեծ կլինի կապի հուսալիությունը:



Նկ. 5.10. Միայնակ պատի նշաններով պողիգոնումետրիական ընթացքի կապակցման սխեմաներ

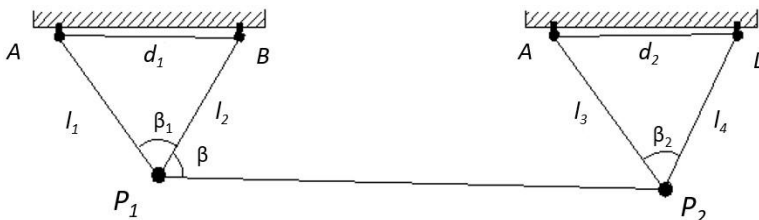
Եթե կամայական P_1 կետից, որը գտնվում է A պատի նշանի մոտ, տեսանելի է կից B նշանը (Նկ. 5.10, ա), ապա էլեկտրոնային տախտմետրի միջոցով կապելու խնդիրը լուծվում է հակադարձ հատումներով: Գործիքը բերվում է աշխատանքային դիրքի, միացվում է «առանց անդրադարձչի» ռեժիմի և մտնում «հակադարձ հատումներ» ընտրացանկ: A ու B կետերի կոորդինատները մուտքագրելով՝ դրանք դիտարկելուց հետո ստացվում են կայանման կետի կոորդինատները: Բնականաբար, նման որոշումները անվերահսկելի են, ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում գտնելու մոտակա աշխատանքային կենտրոններից որևէ մեկը կամ հարակից այլ նշան: Եթե հնարավոր չէ ընտրել գործիքի տեղադրման վայր, որտեղից տեսանելի կլինեն երկու միայնակ պատի նշաններ, ապա կատարվում է հետևյալը. երկու հարակից պատի նշանից երկու P_1 ու P_2 կետերն ընտրված են այնպես, որ β_1 ու β_2 անկյունները լինեն $87^\circ-93^\circ$ սահմաններում: h_1 ու h_2 ճգների երկարությունները էական նշանակություն չունեն, քանի որ աշխատանքը կատարվում է էլեկտրոնային տախտմետրի միջոցով (Նկ. 5.10, բ):

Հաջորդաբար էլեկտրոնային տախտմետրը տեղադրելով ընտրված կետերին՝ չափվում են h ու h հեռավորությունները և β_1 ու β_2 հորիզոնական անկյունները: P_2 կետի կոորդինատներն ու PP_2 գծի դիրեկցիոն անկյունը կհանդիսանան որպես կապակցվող ընթացքի ելակետ, կարող են որոշվել հետևյալ բանաձևերով՝

$$\begin{aligned} \alpha_{P_1P_2} &= \alpha_{AB} + \delta, & \alpha_{BP_2} &= \alpha_{P_1P_2} + \beta_2 = \alpha_{AB} + \beta_2 + \delta, \\ h_1 &= l_1 \sin \beta_1, & h_2 &= l_2 \sin \beta_2, & \sin \delta &= \frac{(h_2 - h_1)}{d}; \end{aligned} \quad (5.21)$$

$$x_{P_2} = x_B + l_2 \cos \alpha_{BP_2}, \quad y_{P_2} = y_B + l_2 \sin \alpha_{BP_2}:$$

Էլեկտրոնային տախտմետրի միջոցով պատի նշանների կրկնակի համակարգերին կապելը իրականացվում է բավականին պարզ՝ էլեկտրոնային տախտմետրի կանգած կետի կոորդինատները հաշվարկելով (Նկ. 5.11): Կոորդինատներով պատի երկու նշանները անհրաժեշտ պայման են հակադարձ գծաանկյունային հատումներով լուծելու համար, բայց բավարար չեն արդյունքների ստուգման համար: Հետևաբար երկու պատի նշանների համակարգերին կապակցելիս իրականացվում է լրացուցիչ, երրորդ նշանի որոնում՝ ստուգողական չափումներ կատարելու համար: Դա կարող է լինել հարակից պատի նշան, բայց կարող է լինել նաև մոտակա աշխատանքային կենտրոն:



Նկ. 5.11. Երկու պատի նշաններով պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կապակցման սխեմա

Նկարում P_1 -ը էլեկտրոնային տախտմետրի տեղադրման կետն է, A -ն ու B -ն երկու պատի նշաններն են, C -ն ու D -ն՝ հարակից երկու համակարգի պատի նշանները: Ստուգումը կարող է իրականացվել, եթե C կամ D պատի նշաններից մեկը կամ P_2 աշխատանքային կենտրոնը տեսանելի է P_1 կետից:

Էլեկտրոնային տախտմետրով երեք պատի նշաններով կապակցման համակարգերը համարվում են առավել ճիշտ, քանի որ կոորդինատներով երեք նշանները անհրաժեշտ և բավարար պայման են հակադարձ գծաանկյունային հատումներով լուծելու համար:

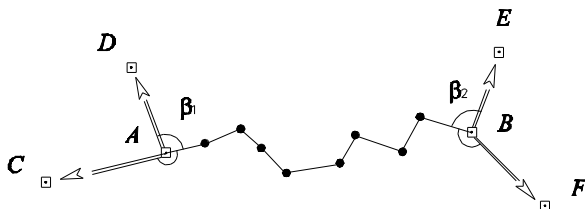
Պոլիգոնոմետրիական ցանցեր կառուցելիս խնդիր է առաջանում դրանք կապակցելու պետական գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերին՝ դիրեկցիոն անկյուններն ու ուղղանկյուն կոորդինատները փոխանցելու համար:

Կախված ռելիեֆի պայմաններից ու պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի նկատմամբ ելակետերի գտնվելու տեղից՝ ընթացքների կապակցումը կարող է իրականացվել տարբեր ձևերով՝ անմիջական կապով կամ տարբեր երկրաչափական հարաբերությունների միջոցով:

5.4. Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կապակցումը գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերին

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքը ՊԳՑ ու ԱԳՑ հիմնակետերի հետ կապակցելը նախատեսում է կոորդինատների փոխանցումը պոլիգոնոմետրիայի հիմնակետերին, ինչպես նաև նպատակ ունի ընթացքի կողմնորոշման ստուգումը:

Կապակցման ամենապարզ, հետևաբար ամենացանկալի ձևը պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի անմիջական հարևանությունն է արբանյակային որոշման հիմնակետերին կամ ավելի բարձր դասի ՊԳՑ այլ հիմնակետերին: Այս դեպքում արբանյակային կամ ՊԳՑ հիմնակետերը պարզապես ներառվում են պոլիգոնոմետրիական ընթացքի հիմնակետերի կազմում և ծառայում են որպես ելային՝ ճշգրիտ հաշվարկներ կատարելու ու ընթացքի կոորդինատները հաշվարկելու համար: Եթե կա միայն մեկ ավելի բարձր դասի հիմնակետ, և միայն այն է ներառված պոլիգոնոմետրիական ընթացքում, ինչպես ցույց է տրված Նկար 5.12-ում, ապա պարտադիր է կոշտ ուղղությունների առկայությունը դեպի բարձր դասի մեկ կամ ավելի լավ երկու հիմնակետ:



Նկ. 5.12. Պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կապակցումը ելակետերին

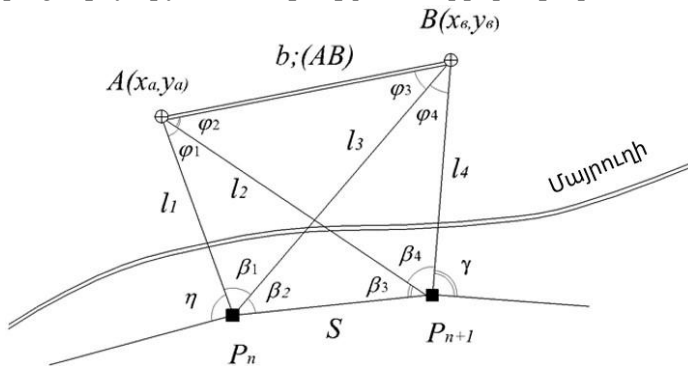
Անմիջական կապակցում: Նկար 4.12-ում A-ն, B-ն, C-ն, D-ն, E-ն, F-ը պետական գեոդեզիական ցանցի հիմնակետեր են, β_1 ու β_2 անկյունները կոչվում են հարակից անկյուններ: Ըստ պետական գեոդեզիական ցանցի ելակետերի կոորդինատների՝ հաշվարկվում են ելային α_0 ու վերջնական α_l ուղղությունների դիրեկցիոն անկյունները:

Ըստ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի հորիզոնական անկյունների ու սկզբնական դիրեկցիոն անկյունների՝ հաշվարկվում են ընթացքի կողմերի դիրեկցիոն անկյունները, և հաջորդաբար լուծելով ուղիղ գեոդեզիական

խնդիրը՝ ստացվում են պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի կոորդինատները: Այս տեսակի պարտադիր ու աշխատանքային կարգն առավել տարածված է արտադրությունում: Հաշվի առնելով այն փաստը, որ ամբողջ ընթացքի կողմնորոշման ճշտությունը կախված է հարակից անկյունների չափման ճշտությունից՝ այս անկյունները չափվում են մեծ ուշադրությամբ:

Բացառիկ դեպքերում, երբ ընթացքի մի կետից տեսանելիություն չկա գեոդեզիական ցանցի հարակից կետերին, թույլատրվում է պոլիգոնոմետրիական ընթացքը կապակցել նմանատիպ հիմնակետի՝ առանց անկյունային կապի: Այդ դեպքում անկյունային չափումները ստուգելու համար օգտագործվում են գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի ելային ուղղությունները, ինչպես նաև աստղագիտական դիտարկումներից կամ գիրոթեոդոլիտով որոշված ուղղության անկյունները: Այնուամենայնիվ, միշտ չէ, որ հնարավոր է պոլիգոնոմետրիական ընթացքի հարևանությամբ ավելի բարձր դասի հիմնակետերի առկայությունը:

Նկար 5.13-ը ցույց է տրված կապակցման մի իրավիճակը, երբ արբանյակային որոշման երկու հիմնակետերը տեսանելի են P_n ու P_{n+1} պոլիգոնոմետրիայի երկու հիմնակետերից: Այս դեպքում կարող են լինել A ու B ելակետերում անդրադարձչի տեղադրման հնարավորություն, նաև նման հնարավորության բացակայության հետ կապված տարբերակներ:



Նկ. 5.13. Պոլիգոնոմետրիական երկու հիմնակետերի կապակցումը ՊԳՑ երկու հիմնակետին

Եթե ելակետերում տեղադրվում են անդրադարձիչներ, ապա β_i անկյունները, li կողմերի երկարություններն ու հարակից անկյունները γ ու η , չափվում են P_n ու P_{n+1} պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերից էլեկտրոնային տախոմետրով: Այս չափումներն ավելի քան բավարար են կապակցման խնդիրները լուծելու համար: Ավելորդ չափումների առկայությունը հնարավորություն է տալիս կատարելու հավասարեցման հաշվարկներ, հուսալիո-

րեն փոխանցելու դիրեկցիոն անկյունը դեպի $P_n P_{n+1}$ կողմին ու որոշելու P_n և P_{n+1} հիմնակետերի կոորդինատները:

Էլեկտրոնային տախտմետրի առկայության դեպքում խնդիրը կարելի է լուծել առանց հաշվողական աշխատանք կատարելու, ինչը շատ գրավիչ է:

Սարքը հաջորդաբար տեղադրվում է P_n ու P_{n+1} պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի վրա, և այդ կետերի կոորդինատներն որոշվում են հակադարձ հատումների ռեժիմում: Ստուգման համար կատարվում է P_n ու P_{n+1} հիմնակետերի միջև S հեռավորության անմիջական չափման և այդ հիմնակետերի կոորդինատներով հակադարձ խնդրից գծի երկարության հաշվարկված արժեքի հետ չափման արդյունքների համեմատում:

Դիտարկենք խնդրի լուծումը, երբ ինչ-ինչ պատճառներով ՊԳՑ հիմնակետերում չեն կարող տեղադրվել անդրադարձիչ, և այդ հիմնակետերից որևէ չափումներ կատարելու հնարավորություն չկա: P_n ու P_{n+1} պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի կոորդինատների որոշման խնդիրը կարելի է լուծել, եթե այդ հիմնակետերում չափվեն $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ հորիզոնական անկյունները: Նման խնդիրը կոչվում է Հանսենի խնդիր՝ ի պատիվ Ջեֆերզ աստղադիտարանի տնօրենի, որն առաջին անգամ ներկայացրեց ռուս երկրաչափ Ա. Պ. Բոլտովը 1845 թ.: Խնդիրն ունի մի քանի լուծում: Չխորանալով այս լուծումների հնարավոր տարբերակների միջև նախապատվությունների վերլուծության մեջ՝ մենք նշում ենք, որ դասական Հանսենի խնդրի դեպքում S կողմը հայտնի մեծություն չէ: Հաշվի առնելով $AP_n P_{n+1}$ ու $P_n BP_{n+1}$ եռանկյունները՝ հեշտությամբ կարելի է գտնել φ_1 , ու φ_4 անկյունները A ու B գագաթներում.

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3), \\ \varphi_4 &= 180^\circ - (\beta_2 + \beta_3 + \beta_4): \end{aligned}$$

Այնուհետև հաշվի առնելով ABP_n և ABP_{n+1} , եռանկյունները՝ գտնենք այս եռանկյունների կողմերը.

$$l_1 = S \frac{\sin \beta_3}{\sin \varphi_1}, l_2 = S \frac{\sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sin \varphi_1}, l_3 = S \frac{\sin(\beta_3 + \beta_4)}{\sin \varphi_4}; l_4 = S \frac{\sin \beta_2}{\sin \varphi_4}: \quad (5.22)$$

Այնուհետև օգտագործելով l որոշված արժեքները՝ հաշվարկվում են φ_2 ու φ_3 անկյունները.

$$\begin{aligned}\sin \varphi_2 &= \frac{l_4}{b} \sin \beta_4, \\ \sin \varphi_3 &= \frac{l_1}{b} \sin \beta_1: \end{aligned} \quad (5.23)$$

Որոշված արժեքների դաշտային ստուգումը կարելի է իրականացնել՝ ABP_n ու ABP_{n+1} եռանկյուններում հաշվարկելով անկյունների գումարները.

$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \beta_1 = 180^\circ, \quad \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \beta_4 = 180^\circ: \quad (5.24)$$

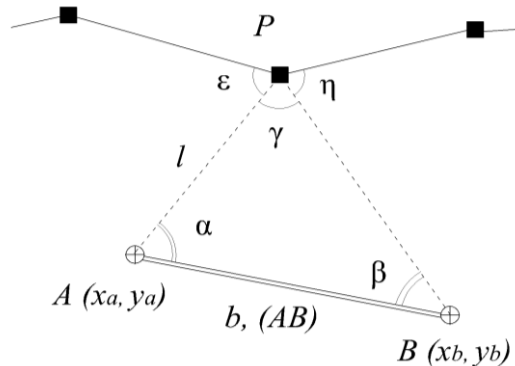
Այնուամենայնիվ, ավելի խիստ ու արդյունավետ ստուգումը կլինի պատկերների հավասարեցումը, որը գեոդեզիական քառանկյուն է երկու հիմքերով

ու չափված անկյուններով: Ինժեներագեոդեզիական կառույցներում հավասարեցման հաշվարկները դիտարկվում են առանձին:

Հարակից γ ու η անկյունները, ինչպես պարզ է նկարից, ծառայում են՝ դիրեկցիոն անկյունները պոլիգոնոմետրիական կողմերին փոխանցելու համար:

Դիտարկենք պոլիգոնոմետրիական ընթացքները ՊԳՑ հիմնակետերին կապակցելու ևս մի քանի հնարավոր դեպք:

Նկար 5.14-ը ցույց է տրված կապակցման սխեմա, որում P-ն պոլիգոնոմետրիական հիմնակետ է, A ու B-ն՝ արբանյակային որոշումների հիմնակետեր: A ու B հիմնակետերի կոորդինատները ելային տվյալներ են, հետևաբար A ու B հիմնակետերի հեռավորությունն ու դիրեկցիոն անկյունը (AB) հայտնի են դառնում հակադարձ գեոդեզիական խնդրի լուծումից: Չափված արժեքներն են երկու α ու β անկյունները: Քննվող դեպքը ուղիղ անկյունային հատումների դասական սխեման է: Դրա լուծման մի քանի եղանակ կա, և մենք կդիտարկենք դրանցից մեկը:



Նկ. 5.14. Անկյունային ուղիղ հատումներ

Որոշենք AP կողմի կոորդինատային աճերը՝ ըստ նրա l երկարության ու դիրեկցիոն անկյան (AP):

$$x_p - x_a = l \cos(AP); \quad y_p - y_a = l \sin(AP): \quad (5.25)$$

Այնուամենայնիվ, $(AP) = (AB) - \alpha$, հետևաբար հաշվի առնելով $\cos(\alpha - \beta)$ և $\sin(\alpha - \beta)$ արգումենտների հանման բանաձևերը՝ (5.25)-ից կստանանք.

$$\begin{aligned} x_p - x_a &= l[\cos(AB) \cos \alpha + \sin(AB) \sin \alpha], \\ y_p - y_a &= l[\sin(AB) \cos \alpha - \cos(AB) \sin \alpha]: \end{aligned} \quad (5.26)$$

Հաշվի առնելով, որ.

$$\cos(AB) = \frac{x_b - x_a}{b}, \quad \sin(AB) = \frac{y_b - y_a}{b}, \quad (5.27)$$

և այս արժեքները տեղադրելով (5.26)-ում՝ կստանանք՝

$$x_p - x_a = \frac{l}{b} \sin \alpha [(x_b - x_a) \cot \alpha + (y_b - y_a)],$$

$$y_p - y_a = \frac{l}{b} \sin \alpha [(y_b - y_a) \operatorname{ctg} \alpha - (x_b - x_a)]: \quad (5.28)$$

Գտնենք l/b հարաբերակցությունը հակադիր անկյունների սինուսների միջոցով.

$$\frac{l}{b} = \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta}$$

և հետո՝

$$\frac{l}{b} \sin \alpha = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}: \quad (5.29)$$

Տեղադրելով (4.29)-ը (4.28)-ում՝ կստանանք՝

$$\begin{aligned} x_p - x_a &= \frac{(x_b - x_a) \operatorname{ctg} \alpha + (y_b - y_a)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}, \\ y_p - y_a &= \frac{(y_b - y_a) \operatorname{ctg} \alpha - (x_b - x_a)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}: \end{aligned} \quad (5.30)$$

Լուծելով x_p և y_p հավասարումները՝ ստանում ենք Յունգի բանաձևերը եռանկյան գագաթների համար՝ ըստ դրանց անկյունների կոտանգենսների.

$$\begin{aligned} x_p &= \frac{x_a \operatorname{ctg} \beta + x_b \operatorname{ctg} \alpha + (y_b - y_a)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}; \\ y_p &= \frac{y_a \operatorname{ctg} \beta + y_b \operatorname{ctg} \alpha + (x_a - x_b)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}: \end{aligned} \quad (5.31)$$

Գոյություն ունեն նաև Գաուսի բանաձևերը դիրեկցիոն անկյունների կոտանգենսներով ուղիղ հատումների համար (տե՛ս, օրինակ, [49]):

Դիտարկենք կապակցման հնարավոր սխեմաներից ևս մեկը, որն ավելի հավանական է էլեկտրոնային տախտմետրի օգտագործման դեպքում:

Նկար 5.15-ում տրված է պոլիգոնոմետրիական ընթացքի (հիմնակետ P) A (x_a, y_a) ու B (x_b, y_b) արբանյակային հիմնակետերին կապակցելու սխեման: Չափվել են ստացված եռանկյունի S₁ ու S₂ կողմերը, բոլոր հորիզոնական անկյունները և հարակից 4 ու 5 անկյունները: Հակադարձ խնդրի լուծումով որոշվել է AB = b կողմը, ինչպես նաև դրա դիրեկցիոն անկյունը (AB):

Ակնհայտ է, որ սխեմայում ավելորդ չափումներ կան, հետևաբար առաջանում է հավասարման խնդիր:

Ազատ ցանցերը կորելատային եղանակով հավասարակշռման դեպքում նորմալ հավասարումների թիվը հավասար է ցանցում ի հայտ եկող պայմանների քանակին, և անկյուններով հավաստեումը որոշվում է [5.32] բանաձևով.

$$r = N + S - 2n + 3, \quad (5.32)$$

որում N-ը չափված անկյունների թիվն է, S-ը՝ չափված կողմերի թիվը, n-ը՝ ընթացքի հիմնակետերի թիվը: Նկար 5.14-ի սխեմայի համար N = 3, S = 3, n = 3, հավասարումների թիվը հավասար կլինի r = 3: Այսպիսով՝ չափված երեք անկյունով ու երեք կողմով եռանկյունի համար առաջանում է երեք հավասարում. մեկ պատկերի հավասարումն է և երկու կողմերի երկարություն-

ների համար պայման: Կողմերի պայմանն ամենահեշտ կազմվում է սինուսների թեորեմի հիման վրա:

Դիտարկվող եռանկյան համար պայմանական հավասարումները ունեն հետևյալ արտահայտությունը.

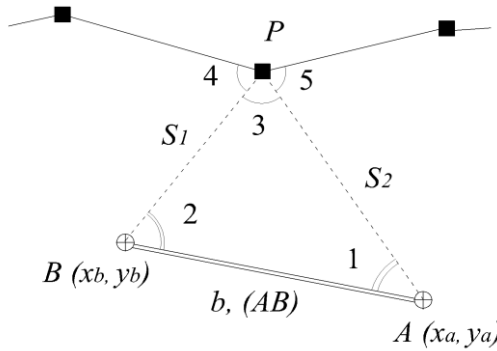
$$\begin{aligned} 1. \quad & \angle 1 + \angle 2 + \angle 3 - 180^\circ = 0, \\ 2. \quad & s_1 \sin 2 - s_2 \sin 1 = 0, \\ 3. \quad & s_2 \sin 3 - s_3 \sin 2 = 0: \end{aligned} \quad (5.33)$$

Սրանք գործառական կախվածություններ են: Պայմանների ուղղման հավասարումներին անցնելու համար գտնում ենք հավասարումների համակարգի կողմերի հավասարումներից մեկի ընդհանուր դիֆերենցիալը (5.33).

$$\sin 2 ds_1 - \sin 1 ds_2 + \frac{s_1}{\rho} \cos 2 d\angle 2 - \frac{s_2}{\rho} \cos 1 d\angle 1 = 0:$$

Անցնելով դիֆերենցիալներից ուղղումների՝ ստանում ենք՝

$$\sin 2 v_{s_1} - \sin 1 v_{s_2} + \frac{s_1}{\rho} \cos 2 (2) - \frac{s_2}{\rho} \cos 1 (1) + w_2 = 0:$$



Նկ. 5.15. Գծային ու անկյունային հատումներ

Հետևաբար պայմանական հավասարումների համակարգի (5.33) ուղղման հավասարումների խումբը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\begin{aligned} (1) + (2) + (3) + w_1 &= 0, \\ \sin 2 v_{s_1} - \sin 1 v_{s_2} - \frac{s_2}{\rho} \cos 1 (1) + \frac{s_1}{\rho} \cos 2 (2) + w_2 &= 0, \\ \sin 3 v_{s_2} - \sin 2 v_{s_3} - \frac{s_3}{\rho} \cos 2 (2) + \frac{s_2}{\rho} \cos 3 (3) + w_3 &= 0, \end{aligned} \quad (5.34)$$

որում (1), (2), (3) չափված անկյունների արժեքների ու չափված կողմերի երկարությունների ուղղումները:

Պայմանական ուղղման հավասարումների ազատ անդամները որոշվում են հետևյալ արտահայտություններից՝

$$\begin{aligned} w_1 &= \angle 1 + \angle 2 + \angle 3 - 180^\circ, \\ w_2 &= s_1 \sin 2 - s_2 \sin 1, \\ w_3 &= s_2 \sin 3 - s_3 \sin 2: \end{aligned} \quad (5.35)$$

w_1 ազատ անդամը հաշվարկելիս անկյունները պետք է արտահայտվեն վայրկյաններով, իսկ եթե ρ -ն նույնպես արտահայտվի վայրկյաններով, ապա անկյունների ուղղումները կստացվեն վայրկյաններով: w_2 ու w_3 ազատ անդամները հաշվարկելիս կողմերը պետք է արտահայտվեն միլիմետրերով, այնուհետև n ՝ ազատ անդամները, n' ուղղումները կստացվեն միլիմետրերով:

Գծային ու անկյունային կառուցվածքների համար կարևոր է ընտրել գծային ու անկյունային չափումների կշիռների հարաբերությունները: Անկյունը չափելու միջին քառակուսի սխալը նշանակենք m_β , իսկ կողմերինը՝ m_s , ապա անկյունային ու գծային չափումների կշիռները կարող են հաշվարկվել հետևյալ բանաձևերով՝

$$p_\beta = \frac{c}{m_\beta^2}, \quad p_s = \frac{c}{m_s^2}, \quad (5.36)$$

որում c -ն հաստատուն թիվ է:

Հայտնի է, որ ինժեներագեոդեզիական ցանցերում հիմնակետերի կոորդինատների որոշման սխալների կուտակումը տեղի է ունենում առավել հավասարաչափ բոլոր ուղղություններով, եթե հավասարությունը՝

$$\frac{m_\beta}{\rho} = \frac{m_s}{s}, \quad (5.37)$$

Այս պայմանը կարելի է գրել հետևյալ կերպ. $\frac{m_\beta}{m_s} = \frac{\rho}{s}$, կամ $m_\beta = m_s \frac{\rho}{s}$ կարևոր հարաբերակցություն է ցանցում անկյունների չափման ճշտության ընտրության համար (պոլիգոմետրիական ընթացքում), քանի որ հայտնի սահմաններում էլեկտրոնային տախտմետրերով հեռավորությունների չափման ճշտությունը հեշտ է կանխատեսել սարքի անձնագրային տվյալներով:

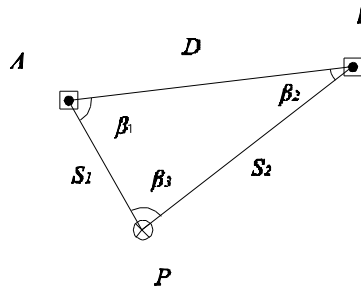
Չի կարելի գերազանցել ինժեներագեոդեզիական ցանցերում (4-րդ դասի ու 1-ին, 2-րդ կարգերի ցանցեր) անկյուններ կամ ուղղություններ համարվող չափված մեծությունների կարևորությունը: Այս հարցը լուծելիս պետք է ելնել միայն հաշվարկների հարմարության նկատառումներից: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ երկու ճշտման տարբերակները տալիս են գրեթե նույն արդյունքները:

Եթե նկատվում է (5.36)-ում հավասարություն, ապա ուղղությունների (երկայնական տեղաշարժ) կետերի տեղաշարժի գծային արժեքը ուղղություններով վերջում (լայնակի տեղաշարժ) ուղղահայացներով կլինի նույնը: Այս տեղաշարժերի սերտությունը որոշվում է հավասարության կատարման ճշտությամբ (5.36): Որքան ճշտորեն կատարվի այս հավասարությունը, այնքան ավելի միատեսակ կլինեն ցանցի ձևախախտումները բոլոր ուղղություններով չափման սխալների ազդեցության տակ:

Գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերը կարող են տեղադրվել պատի ու գրունտային նշաններով, ինչպես նաև շենքերի տանիքներին տեղադրված նշաններով:

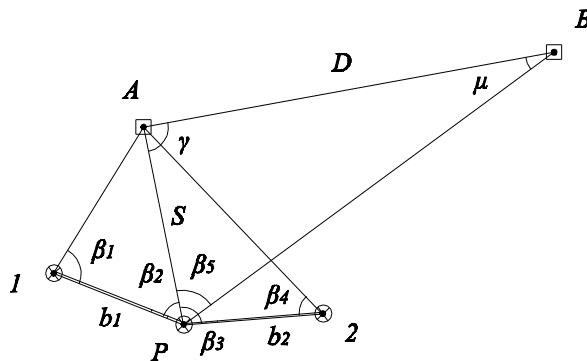
Քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի շենքերի ու շինությունների վրա գտնվող հիմնակետերին պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կապակցումը բավականին տարածված է: Այստեղ հնարավոր են նաև մի քանի տարբերակներ:

Եթե հիմնակետերի վրա կարող են տեղադրվել անդրադարձիչներ, ապա հակադարձ խնդիրը լուծվում է էլեկտրոնային տախիմետրով, և որոշվում են P կետի կոորդինատները (Նկ. 5.16):



Նկ. 5.16. Ցանցի հիմնակետից աշխատանքային կենտրոնին կոորդինատների փոխանցման սխեմա

Եթե տեսանելի է վերգետնյա ցանցի A ու B հիմնակետերի (Նկ. 5.17) միայն դիտման զանակները, և հնարավոր չէ չափել այդ հիմնակետերի հեռավորությունները, ապա խնդիրը լուծվում է հետևյալ կերպ. P կետի կոորդինատները հաշվարկելու համար պետք է իմանալ S ուղղության երկարությունն ու դրա դիրեկցիոն անկյունը: Այդ նպատակով P կետում տեղադրվում են երկու b_1 ու b_2 բազիսներ, ապա չափվում են $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ ու β_5 հորիզոնական անկյունները:



Նկ. 5.17. Կոորդինատների փոխանցումը գազաթից գետնի վրա

Չափումների արդյունքների հիման վրա հաշվարկվում են S երկարությունն ու դրա դիրեկցիոն անկյունը:

$$S = \frac{b_1 \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} = \frac{b_2 \sin \beta_4}{\sin(\beta_3 + \beta_4)},$$

$$\sin \mu = \frac{S \sin \beta_5}{D}, \quad \gamma = 180^\circ - (\mu + \beta_5), \quad (5.38)$$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} + \gamma:$$

Այստեղ D -ն AB հիմնային կողմի երկարությունն է:

Հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$X_P = X_A + S \cdot \cos \alpha_{AP},$$

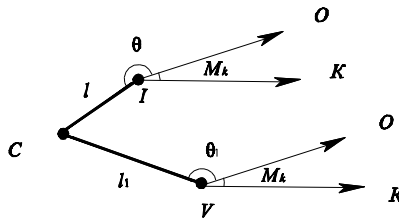
$$Y_P = Y_A + S \cdot \sin \alpha_{AP}: \quad (5.39)$$

P հիմնակետի որոշված կոորդինատների ստուգումը կարող է իրականացվել՝ PB կողմի դիրեկցիոն անկյունը երկու անգամ հաշվարկելով.

$$\alpha_{PB} = \alpha_{PA} + \beta_5; \quad tg \alpha_{PB} = \frac{Y_B - Y_P}{X_B - X_P}: \quad (5.40)$$

5.5. Բերման տարրերի որոշում ու հաշվառում

Հորիզոնական անկյունների ու գծերի երկարությունների չափումները պոլիգոնոմետրիայում պետք է կատարվեն գետնի վրա տեղադրված հիմնակետերի կենտրոնների միջև: Դա բավարար ճշտությամբ իրականացվում է միայն այն դեպքում, երբ չափումները կատարվում են եռոտանիների սխեմայով, երբ գործիքներն ու անդրադարձիչները կենտրոնացված են անմիջապես հիմնակետերից բարձր: Եթե հիմնակետի կենտրոնի վերևում տեղադրված է գեոդեզիական նշան՝ սիգնալի տեսքով դիտասեղանով ու դիտոցման գլանակով, ապա անհրաժեշտ է դառնում հաշվի առնել ինչպես սարքի արտակենտրոն տեղադրումը դիտասեղանի վրա, այնպես էլ նշանի վերևում դիտոցման գլանակի վրա: Այս իրավիճակը ցույց է տրված Նկար 5.18-ում, որում C -ն գեոդեզիական հիմնակետի կենտրոնն է, որը պրոյեկտված է դիտարկման սեղանի հարթության վրա: I -ն գործիքի պտտման առանցքի պրոյեկցիան է այդ հարթության վրա: V -ն դիտարկվող գլանակի առանցքի պրոյեկցիան է նույն հարթության վրա:



Նկ. 5.18. Հիմնակետի կենտրոնացման ու պրոյեկտման (ռեդուկցիայի) տարրերը

Այսպիսով, եթե գործիքի պտտման առանցքը գտնվում է հիմնակետի կենտրոնից l հեռավորության վրա (*սա կենտրոնացման գծային տարր է*), ապա կենտրոնացման ուղղումը, որը նշվում է c տառով, պետք է չափվի M_k հորիզոնական անկյունը: Այն հաշվարկելու համար լրացուցիչ անհրաժեշտ է որոշել *անկյունային կենտրոնացման տարրը՝ θ անկյունը*: Եթե հարակից A ու B կետերից, հորիզոնական անկյունները չափելիս որպես նշանակետ օգտագործվում է C հիմնակետի դիտման գլանակը, ապա այդ կետերում չափված անկյուններում պետք է ուղղումներ մտցվեն r տեսանելի ուղղության պրոյեկտման համար: Դրա համար անհրաժեշտ է իմանալ h գծային պրոյեկտման ու θ_i անկյունային պրոյեկտման տարրերը: Կենտրոնացման ու պրոյեկտման գծային ու անկյունային տարրերը կոչվում են բերման տարրեր:

Բերման տարրերն ամենահեշտ որոշվում են գրաֆիկական մեթոդով: Մեթոդի էությունը պայմանավորված է նրանով, որ C կետի կենտրոնը, I գործիքի տեղադրման կետն ու V դիտման գլանակի համաչափության առանցքը պրոյեկտվում են թղթի թերթի վրա թեոդոլիտի միջոցով, որը կոչվում է կենտրոնացման թերթ:

Կենտրոնացնող թերթիկն ամրացվում է նշանի կենտրոնի վերևում տեղադրված հատուկ սեղանի կամ մենզուլայի վրա, որը կողմնորոշվում է բուսուլի օգնությամբ ու հարթության է բերվում վերադրված հարթաչափով:

Նշանից որոշ հեռավորության վրա գտնվող երեք թեոդոլիտային կայաններից վերը նշված բոլոր կետերը պրոյեկտվում են կենտրոնացման թերթիկի վրա այնպես, որ պրոյեկտվող կետերը հատվեն մոտ 120° անկյան տակ: Հատման կետերում նշվում են համապատասխան C , I ու V կետերը: Անխուսափելի պրոյեկտման սխալների պատճառով հատման կետերում կարող են ձևավորվել սխալների եռանկյուններ: Դրանք պետք է գնահատվեն: Սխալների եռանկյունների կողմերի չափերը գործիքի առանցքի ու կետի կենտրոնի համար չպետք է գերազանցեն 5 մմ-ը: Դիտվող գլանակի համաչափության առանցքի ելքի համար թույլատրվում է 10 մմ: Եռանկյուններից յուրաքանչյուրում նշված անհամապատասխանությունների դեպքում նշվում է դրանց կենտրոնը, որն ընդունվում է որպես համապատասխան կետի պրոյեկցիա:

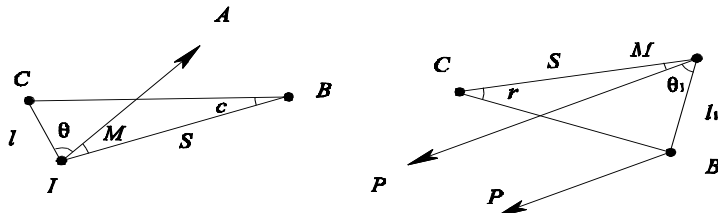
Կենտրոնացման ու պրոյեկտման I ու h գծային տարրերը չափվում են 1 մմ ճշտությամբ քանոնով կամ ժապավենով, իսկ I ու V կետերից θ և θ_i անկյունային տարրերը չափելու համար կիպրեգելի միջոցով որոշվում են հարակից կետերի ուղղությունները: Տեսանելիության բացակայության դեպքում կենտրոնացվող թերթիկը բարձրացվում է դիտարկման սեղանին, կողմնորոշվում և ուրվագծվում է անհրաժեշտ ուղղություններով, կամ թեոդոլիտով նախօրոք տեղադրվում են միջանկյալ կետեր մոտ 200 մ հեռավորության վրա:

Կենտրոնացման թերթիկի վրա կենտրոնացման ու պրոյեկտման անկյունային տարրերը չափվում են գեոդեզիական փոխադրիչով 15' ճշտությամբ:

Բերման տարրերը որոշվում են դիտորդի կողմից երկու անգամ՝ անմիջապես կայանում դիտարկումներից առաջ ու դրանց ավարտից անմիջապես հետո, կենտրոնացման թերթիկի երկու կողմերում:

Կենտրոնացման թերթերը դաշտային գրառումներ են և պետք է պահվեն նույնքան ուշադիր, որքան դաշտային մատյանները:

Նկար 5.19-ում a -ն ցույց է տալիս C հիմնակետի կենտրոնը, I -ն գործիքի առանցքի պրոյեկցիան և A ու B հիմնակետերը, որոնց ուղղությունները կազմում են I կետից M անկյունը: Չափված M անկյունը պետք է ուղղել. մտցնելով c ուղղումը՝ այն բերվում է դեպի C կետի կենտրոն:



Նկ. 5.19. Բերման տարրերի հաշվարկումը

Հեշտ է տեսնել, որ եթե B կետի հեռավորությունը S է, ապա սինուսների թեորեմից, ըստ c անկյան փոքրության, մենք ստանում ենք.

$$c'' = \rho'' \frac{l \sin(M+\theta)}{S}: \quad (5.41)$$

Պրոյեկտման ուղղման բանաձևի դուրսբերման համար դիտարկենք Նկար 5.19, b -ն, որում C -ն նաև հիմնակետի կենտրոնն է, V -ն՝ դիտման առանցքի պրոյեկցիան, իսկ B կետը այն կետն է, որտեղ M անկյունը չափվում է VK -ի որոշ ուղղությունից:

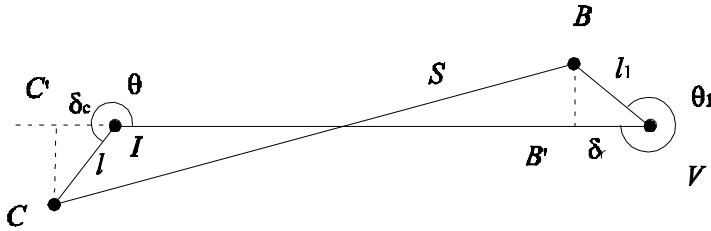
V կետը վերականգնելով BP -ին գուգահեռ ուղիղը BVC եռանկյան լուծումից՝ կստանանք.

$$\sin r = \frac{l_1}{S} \sin(M + \theta_1) \text{ կամ } r'' = \rho'' \frac{l_1 \sin(M+\theta_1)}{S}: \quad (5.42)$$

Այսպիսով՝ կենտրոնացման ուղղումը մտցվում է հորիզոնական անկյան (հանրահաշվորեն գումարված) այն կետում, որտեղ կատարվել են կենտրոնացման տարրերը: Պրոյեկտման ուղղումը մտցվում է անկյուններում, որոնց գագաթներից կատարվել է դիտման գլանակի շեղման տարրերի չափով:

Եթե էլեկտրոնային տախտմետրը կամ լուսահեռաչափն ու դրանց անդրադարձիչները չափումների ժամանակ տեղադրված չեն նշանների կենտրոններից վերև, ապա պետք է ուղղումներ մտցվեն նաև չափված հեռավորություններում:

Նկար 5.20-ում C ու B հիմնակետերը ցույց են տալիս կետերի կենտրոնները: I ու V կետերում համապատասխանաբար տեղադրված են էլեկտրոնային տախտմետրն ու անդրադարձիչները:



Նկ. 5.20. Քերման տարրերը՝ գծային չափումներով

Եթե պրոյեկտման տարրերը որոշվում են գրաֆիկական եղանակով, ապա գործիքի տեղադրման կետերից ու անդրադարձիչներից պետք է իջեցնել ուղղահայացներ՝ ստանալով C' ու B' կետերը և $IC' = \delta_c$ և $VB' = \delta_r$ հատվածները: Սրանք գործիքի կենտրոնացման ու անդրադարձչի պրոյեկտման համար անհրաժեշտ ուղղումներ են: Ուղղման նշանը պետք է որոշվի գծագրից: Բացասական կլինի, եթե գծի տարրի պրոյեկցիան ընկած է I ու V կետերը միացնող գծի վրա, իսկ մյուս դեպքերում՝ դրական:

Ուղղումները կարելի է որոշել անալիտիկ եղանակով: Լուծելով Նկար 5.20-ի $CC'I$ ու $BB'V$ ուղղանկյուն եռանկյունները՝ կստանանք՝

$$\delta_c = -l_1 \cos \theta, \quad \delta_r = -l_1 \cos \theta_1,$$

որում l_1 ու l_1 գծային են, իսկ θ ու θ_1 -ը՝ անկյունային կենտրոնավորման ու պրոյեկտման տարրերը:

Եթե կենտրոնացման ու պրոյեկտման գծային տարրերը 1 մ-ից ավելի են, ապա բանաձևերը որոշ չափով բարդանում են: Այդ բանաձևերին կարող եք ծանոթանալ, օրինակ, [67]-ում:

5.6. Չափումների արդյունքների նախնական մշակում

Պոլիգոնոմետրիական նյութերի նախնական մշակումը ներառում է բոլոր հաշվարկները, որոնք անհրաժեշտ են ստանալու համար.

- հիմնակետերի կենտրոնների հորիզոնական ուղղությունները,
- գծերի երկարությունները պրոյեկտվում են ծովի մակերևույթի վրա (ռեֆերենց էլիպսոիդ) կամ քաղաքի միջին մակերևույթին և պրոյեկտում են Գաուսի պրոյեկցիայի հարթությանը,
- պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի աշխատանքային կոորդինատները, ներառյալ պատի նշանները,

- պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի աշխատանքային բարձրություններն ու նիվելիրացման նշանները:

Նախնական մշակումն իրականացվում է քաղաքի կամ տարածաշրջանի համար ընդունված կոորդինատների ու բարձրությունների համակարգում: Այն պարունակում է աշխատանքի հետևյալ տեսակները՝

- քաղաքի գեոդեզիական ցանցի աշխատանքային սխեմայի կազմում,
- ելակետային տվյալների պատրաստում, սկզբնական կետերի փոխանցում տվյալ քաղաքի կամ տարածաշրջանի համար ընդունված տեղական համակարգին,

- անկյունային ու գծային չափումների տեղեկամատյանների ստուգում ու մշակում (դաշտային չափումների հիշողության ֆայլերի տպագրում էլեկտրոնային տախտմետրից),

- բերման տարրերի գրաֆիկական որոշման թերթիկների ստուգում ու ձևավորում,

- նիվելիրացման տեղեկամատյանների ստուգում, բարձունքային նիշերի վերազանցումների տեղեկագրերի կազմում, պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի բարձրությունների հաշվարկ,

- գծերի երկարությունների հաշվարկ, որոնք չափվում են լուսահեռաչափներով,

- հորիզոնական ուղղությունների ադյուսակների կազմում և չափված գծերի երկարությունները պրոյեկտում միջին մակերևույթին ու պրոյեկցիայի հարթությանը,

- անկյունային ու գծային անկապքների հաշվարկը պոլիգոնոմետրիական ընթացքներում և աշխատանքային հիմնակետերի կոորդինատներում,

- պոլիգոնոմետրիական պատի նշանների կոորդինատների հաշվարկ,
- պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի աշխատանքային կոորդինատների և բարձրությունների տեղեկագրերի կազմում,

- տվյալների պատրաստում հավասարեցման հաշվարկների համար,
- բացատրագրերի պատրաստում ու նյութերի համակարգում՝ դրանք հանձնելու համար:

Հաշվողական աշխատանքի կազմակերպման հարցում շատ կարևոր է հաշվարկի անհրաժեշտ ճշտության, անհրաժեշտ թվային արժեքների, մոտավոր բանաձևերի ու պարզեցված մեթոդների կիրառման հնարավորության ապահովման հարցը: Կլորացման, բանաձևերի անճշտությունների պատճառով հաշվարկներում մուտքագրված սխալները չպետք է ազդեն վերջնական արդյունքների ճշտության վրա և պետք է լինեն առնվազն դաշտային չափումների համապատասխան տարրերի միջին քառակուսային սխալների մեծու-

թյան կարգի: Այլ կերպ ասած՝ հորիզոնական անկյունների ու գծերի երկարությունների արժեքների հաշվարկը պետք է կատարվի այդ արժեքների չափման սխալի 0,1-0,2-ից ոչ ավելի նիշերի քանակով: Այսպիսով՝ պոլիգոնոմետրիայում անկյունները մշակվում են 0,1"-ի արժեքով, իսկ գծերի երկարությունները ներկայումս չափվում են 2-5 մմ սխալով, հետևաբար գծերի երկարության հաշվարկները պետք է կատարվեն 0,1 մմ ճշտությամբ:

Անկյունների ու գծերի ուղղումների հաշվարկը պետք է իրականացվի մեկ հավելյալ նշանով, այսինքն՝ անկյունների համար այն 0,01" է, իսկ գծերի համար՝ 0,01 մմ: Ուղղումների որոշումից հետո արդյունքը կլորացվում է համապատասխանաբար մինչև 0,1" ու 0,1 մմ:

Պոլիգոնոմետրիական հաշվարկներում որպես ելակետեր վերցվում են ՊԳՑ ԱԳՑ հիմնակետերը կամ խտացման ցանցի կետերը: Այդ ցանցերի հիմնակետերի կոորդինատները հաշվարկվում են Գաուս-Կրյուգերի հարթ ուղղանկյուն կոորդինատների համակարգում, հետևաբար պոլիգոնոմետրիայի կողմերի երկարությունները, եռանկյունավորման պատկերները կամ արբանյակային որոշումների հիմքի վեկտորները զգալիորեն աղավաղվում են՝ դրանք պրոյեկտելով ռեֆերենց էլիպսոիդի ու Գաուսի պրոյեկցիայի հարթությանը: Դրանց արժեքները զգալիորեն տարբերվում են Երկրի մակերևույթի վրա ուղղակիորեն չափված կողմերի երկարություններից, ինչը աղավաղում է խոշոր մասշտաբի հատակագծերի կազմմանը և բարդացնում դրանց օգտագործումը քաղաքաշինական նախագծերի նախագծման և դրանք տեղանք տեղափոխման համար:

Գեոդեզիական ցանցի կողմերի երկարությունների աղավաղման մեծությունը դրանք ռեֆերենց էլիպսոիդին պրոյեկտելու համար որոշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$\delta_H = -\frac{H_m}{R} D, \quad (5.43)$$

որում H_m -ը կողմի միջին բարձրությունն է ծովի մակարդակից, D -ն՝ դրա հորիզոնական պրոյեկցիան, R -ն ընդունվում է հավասար 6370 կմ:

Գաուսի պրոյեկցիայում կողմերի երկարությունները հարթության վրա պրոյեկտելիս կողմերը մեծանում են հետևյալ արժեքով՝

$$\delta_L = \frac{y_m^2}{2R_m^2} S, \quad (5.44)$$

որում y_m -ը կողմի ծայրակետերի օրդինատների միջին արժեքն է, R_m -ը՝ կողմի միջնակետի կորության միջին շառավիղը, S -ը՝ կողմի երկարությունը:

Ուղղման δ_L արժեքը մեծանում է առանցքային միջօրեականից հեռավորության հետ, իսկ 3 աստիճանի գոտու եզրին երկարությունների հարաբերական աղավաղումները կարող են հասնել 1:4000-ի: Այս աղավաղումները վե-

րացնելու համար քաղաքային գեոդեզիական ցանցերը սովորաբար հաշվարկվում են տեղական կոորդինատային համակարգում, որում ընտրվում է գոտու առանցքային միջօրեականը, որպեսզի հարթության գծերի ու անկյունների պրոյեկտման ուղղումները լինեն աննշան փոքր:

Տեղական կոորդինատային համակարգը որոշվում է քաղաքի գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերից մեկի ուղղանկյուն կոորդինատներով, առանցքային միջօրեականի երկայնությամբ, այդ հիմնակետից մինչև հարակից ցանկացած գեոդեզիական հիմնակետի դիրեկցիոն անկյունով ու քաղաքում ընդունված H_0 մակերևույթով:

Տեղական համակարգում ելակետի ուղղանկյուն կոորդինատները տրվում են այնպես, որ քաղաքի տարածքում բացասական կոորդինատային արժեքներ չլինեն: Ընդունված կարգի համաձայն՝ վերցվում է ՊԳՑ հիմնակետը՝ զուգակցված քաղաքային գեոդեզիական ցանցի հետ:

Հաճախ ընդունում են լոկալ կոորդինատային համակարգեր՝ քաղաքի կենտրոնով անցնող կամայական առանցքային միջօրեականով, ինչպես նաև, այսպես կոչված, համատեղված ու այլ համակարգեր:

Համատեղված կոորդինատային համակարգում առանցքային միջօրեականն ու միջին մակարդակի մակերևույթն ընտրվում են այնպես, որ էլիպսոիդային մակերևույթին (ծովի մակերևույթին) անցման ուղղումը, որոնք միշտ բացասական են, բացարձակ արժեքով հավասար լինեն Գաուսի պրոյեկցիայում դեպի հարթություն պրոյեկտման ուղղումներին, որոնք միշտ դրական են: Արդյունքում ուղղումները փոխհաստոցվում են և հաշվի չեն առնվում այս համակարգում նյութերը մշակելիս: Հավասարեցնելով (5.43) ու (5.44) բանաձևերի ճիշտ մասերը՝ փոխհաստոցվող համակարգում գտնում են աշխատավայրի թույլատրելի հեռավորությունը առանցքային միջօրեականից:

$$y_m = \sqrt{2R_m H_m}:$$

Ընդունելով $R_m = 6370$ կմ՝ մենք ստանում ենք $y_m = \sqrt{12740H_m}$: Քաղաքի միջին մակերևույթի $H_m = 1000$ մ դեպքում օրդինատի միջին արժեքը՝ $y_m = 113$ կմ:

Անկյունային չափումների արդյունքների մշակումը սկսվում է գեոդեզիական ցանցի աշխատանքային սխեման կազմելով, որն իրականացվում է հաստ թղթի վրա աշխատելու համար հարմար մասշտաբով՝ գույներով ընդգծելով նոր ու գոյություն ունեցող հիմնակետերը, կապակցման ու կոդմուրոշման ուղղությունները: Աշխատանքային սխեման պետք է հստակ և ճշգրիտ պատկերացում տա նորաստեղծ ցանցի կապը նախորդ տարիների աշխատանքի հետ: Այնուհետև ստուգվում են դաշտային մատյաններն ու կենտրոնացման թերթիկները: Ստուգվում են չափված անկյունների ճշտության հաշվարկներն ու կենտրոնացման թերթերում պրոյեկտված անկյունային ու գծային բերման տարրերը:

Հորիզոնական անկյունների (ուղղությունների) չափման տեղեկամատյաններում ստուգվում են միկրոմետրերով ընթերցումներից ստացված միջինների հաշվարկները, ուղղության միջին արժեքն երկու կիսանվագներից, 2c կրկնակի կոլիմացիայի արժեքն ու դրա համապատասխանությունը: Այնուհետև ստուգվում են սկզբնական ու վերջնական ուղղության արժեքների միջինն ու յուրաքանչյուր կիսանվագի սխալը, յուրաքանչյուր փակվող ուղղության անկյան ու հիմնակետում բոլոր նվագներից ստացված անկյան միջին արժեքները:

Եթե դաշտային մատյանները չեն վարվել, և չափումների արդյունքները գրանցվել են էլեկտրոնային տախտմետրի հիշողության մեջ, ապա այդ արդյունքները պետք է ներբեռնվեն համակարգչում և տպվեն:

4-րդ դասի ու 1-ին կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացքներում, որպես կանոն, յուրաքանչյուր հիմնակետում չափվում է միայն մեկ անկյուն, որի միջին արժեքը գրվում է հորիզոնական ուղղությունների աղյուսակում, որտեղ դրանք ուղղվում են կենտրոնացման ու պրոյեկտման ուղղումներով:

Կենտրոնացման ու պրոյեկտման ուղղումները հաշվարկվում են ըստ վերը տրված (5.41) ու (5.42) բանաձևերի: Այս դեպքում կենտրոնացման ուղղումները հաշվարկելու համար վերցվում են կենտրոնացման տարրերի միջին արժեքները բոլոր ուղղություններից տվյալ հիմնակետում: Դիտարկվող հիմնակետերում պրոյեկտման ուղղումները հաշվարկելու համար բերման տարրերի միջին արժեքը վերցվում է դիտարկման պահին ամենամոտ ժամանակի որոշումներից: Ուղղումները հաշվարկվում և մուտքագրվում են չափված ուղղություններով՝ մինչև 0,1" կլորացմամբ:

Գաուսի պրոյեկցիայում գեոդեզիական գծի պատկերի կորության ուղղությամբ ուղղումների հաշվարկը կատարվում է 4-րդ դասի պոլիգոնոմետրիայի համար 0,1" ճշտությամբ՝ համաձայն հետևյալ պարզեցված բանաձևերի.

$$\delta_{1,2} = -\frac{\rho(x_2-x_1)y_m}{2R^2}; \quad \delta_{2,1} = +\frac{\rho(x_2-x_1)y_m}{2R^2}, \quad (5.45)$$

որում $\delta_{1,2}$ -ը 1 հիմնակետից մինչև 2 հիմնակետի ուղղումն է, x, y-ը 1-ին և 2-րդ հիմնակետերի մոտավոր կոորդինատներն են կիլոմետրերով (y օրդինատը հաշվարկվում են տեղական համակարգի առանցքային միջօրեականից), R-ը՝ կորության միջին շառավիղը 1-ին և 2-րդ հիմնակետերի միջին լայնության վրա, ρ -ն՝ վայրկյանների թիվը ռադիանում:

$\delta_{1,2}$ ու $\delta_{2,1}$ ուղղումները հաշվարկվում են քաղաքային կոորդինատային համակարգի հիմնակետերի կոորդինատներով:

Գծային չափագրման մատյանները մշակվում են նույն հաջորդականությամբ, ինչ անկյունային մատյանները:

Ընդհանուր կայանների համար չափումների արդյունքները պարզապես տպագրվում են: Այնուամենայնիվ, քանի որ հեռավորության չափումները կատարվում են ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով, անհրաժեշտ է դառնում ստուգել այդ արժեքները: Եթե պոլիգոնոմետրիայի կողմի թեք հեռավորությունները ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով կարող են տարբերվել գործիքի ու դիտվող անդրադարձչի տարբեր բարձրությունների պատճառով, ապա այդ հեռավորությունների հորիզոնական պրոյեկցիաները պետք է համընկնեն չափման ճշտության սահմաններում: Հետևաբար կազմելով ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով չափված պոլիգոնոմետրիական կողմերի հորիզոնական պրոյեկցիաների ամփոփագիրը՝ դրանք գտնում են կրկնակի չափումների տարբերություններով ու չափված հեռավորությունների տարբերությունների ՄՔՄ-ով: Գծային չափումների ճշտության այս գնահատումը ավելի օբյեկտիվ է:

Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա չափված հեռավորությունների վերահաշվարկը տեղական կոորդինատային ցանցով կատարվում է նույն սխեմայով, ինչ Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիայում:

Հաշվարկները կատարվում են հետևյալ հաջորդականությամբ.

- գծային չափումների արդյունքները փոքրանում են հիմնակետերի կենտրոնների միջև, այսինքն՝ հաշվարկվում են հիմնակետերի կենտրոնների միջև չափված (թեք) հեռավորությունները.

- չափված հեռավորությունները փոքրանում են մինչև Կրասովսկու էլիպսոիդը CK-95 համակարգում, այսինքն՝ հաշվարկվում են գեոդեզիական գծերի երկարությունները,

- գեոդեզիական գծերի երկարությունները փոքրանում են մինչև Գաուսի պրոյեկցիայի հարթություն, այսինքն՝ հաշվարկվում են Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա գտնվող հեռավորությունները:

Եթե չափումները կատարվում են էլեկտրոնային տախտմետրով, ապա հետագա մշակման համար օգտագործվում են տախտմետրով հաշվարկված կողմերի հորիզոնական պրոյեկցիաները: Ցուցասարքից (դիսպլեյից) վերցված (կամ տպագրված) ցուցմունքները, ինչպիսիք են թեք գծերը, գործիքի ու անդրադարձչի բարձրությունները, ինչպես նաև հիմնակետերի միջին բարձրությունները, օգտագործվում են պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի բարձրությունները հաշվարկելու համար՝ օգտագործելով եռանկյունաչափական նիվելիրացման բանաձևերը:

Ստացված միջին արժեքները պոլիգոնոմետրիայի կողմերի հորիզոնական պրոյեկցիաների ուղիղ ու հակադարձ չափումներից պետք է պրոյեկտեն էլիպսոիդի մակերևույթին (ծովի մակերևույթ, քաղաքի միջին մակերևույթ):

Քանի որ 4-րդ դասի կողմերի երկարությունները չեն գերազանցում 2 կմ-ը, չափված հեռավորություններից էլիպսոիդային մակերևույթին ու հետագայում Գաուսի պրոյեկցիայի հարթությանն անցնելու բանաձևերը շատ ժամանակ պարզեցվում են:

Եթե D -ն պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կողմի հորիզոնական պրոյեկցիան է, ապա դրա երկարության (գեոդեզիական գիծ) պրոյեկցիան էլիպսոիդի մակերևույթի վրա հաշվարկվում է հետևյալ կերպ.

$$s = D - \frac{H_m}{R} D, \quad (5.46)$$

որում s -ը էլիպսոիդի վրա հեռավորությունն է (գեոդեզիական գծի երկարությունը), H_m -ը՝ կողմի միջին բարձրությունը ծովի մակարդակից, R -ը՝ էլիպսոիդային մակերևույթի կորության միջին շառավիղը տվյալ գծի B_m միջին լայնության վրա:

$$R = a \left(1 - \frac{1}{2} e^2 \cos 2 B_m \right), \quad (5.47)$$

որում a -ն ռեֆերենց էլիպսոիդի կիսաառանցքն է, e -ն՝ էլիպսոիդի միջօրեականի հատվածքի արտակենտրոնությունը: Կրասովսկու էլիպսոիդի համար՝ $a = 6378245$ մ, $e = 0,006693422$:

Չափված գծերը քաղաքի միջին մակերևույթին հասցնելիս ուղղումը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$s = D - \frac{H_m - H_0}{2R} D, \quad (5.48)$$

որում H_0 -ը քաղաքի համար ընդունված միջին մակերևույթն է:

Գաուսի պրոյեկցիայում հարթության վրա պոլիգոնոմետրիական կողմի երկարությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$d = s + s \frac{y_m^2}{2R_1^2}, \quad (5.49)$$

որում $y_m = \frac{(y_1 + y_2)}{2}$ կողմի միջին օրդինատն է:

Եթե պոլիգոնոմետրիական կողմերի երկարությունները չափվել են ոչ թե էլեկտրոնային տախոմետրով, այլ էլեկտրաօպտիկական հեռաչափներով, ապա չափումների արդյունքները մշակվում են մի փոքր այլ կերպ: Լույսի տիրույթի աշխատանքի արդյունքների հիման վրա չափված հեռավորությունները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$S = S_0 - \frac{i+v}{2R_1} S_0 - \frac{(v-i)^2}{2S_0} - \frac{(v-i)}{S_0} (H_2^\gamma - H_1^\gamma), \quad (5.50)$$

որում S -ը չափված հեռավորությունն է, այսինքն՝ թեք հեռավորությունը հիմնակետերի կենտրոնների միջև, S_0 -ն՝ հեռաչափի միջոցով ստացված հեռավորությունը, որում հաշվի են առնված տվյալ գործիքին բնորոշ ֆիզիկական ու երկրաչափական ուղղումների ամբողջությունն ու կենտրոնացման և պրոյեկտման ուղղումները, i -ն գործիքի բարձրությունն է դիտարկվող հիմնակե-

տի կենտրոնից, v -ն՝ անդրադարձի բարձրությունը չափվող հիմնակետի կենտրոնից, H_1^y , H_2^y -ն 1-ին ու 2-ին հիմնակետերի նորմալ բարձրություններն են, R_1 -ը՝ կորության միջին շառավիղը 1-ին կետում: Կորության միջին շառավիղը հաշվարկվում է (5.47) բանաձևով, որում B_m -ի փոխարեն կարելի է օգտագործել B : դա այն հիմնակետի լայնությունն է, որի վրա տեղադրված է հեռաչափը (որոշվում է քարտեզից $10'$ -ից ոչ ավելի սխալով):

Ելնելով S հիմնակետերի կենտրոնների ու Z չափված զենիթային հեռավորության միջև որոշված թեքության հեռավորությունից՝ կարելի է գտնել կողմի հորիզոնական պրոյեկցիան.

$$D = S \sin Z: \quad (5.51)$$

Կատարվում է կորության պրոյեկտումը էլիպսոիդի մակերևույթին, այնուհետ Գաուսի պրոյեկցիայի հարթությունն իրականացվում է վերը նկարագրված սխեմայի համաձայն:

Տեղական կոորդինատային համակարգերում պոլիգոնոմետրիան հաշվարկելու համար օգտագործվում են սովորական բանաձևերը՝

$$\begin{aligned} x &= x_u + \Delta x, & y &= y_u + \Delta y, \\ \Delta x &= d \cos \alpha, & \Delta y &= d \sin \alpha, \\ \alpha &= \alpha_0 + \beta: \end{aligned} \quad (5.52)$$

Այս բանաձևերում x , y -ը վերջնակետի տեղական կոորդինատներն են, x_u , y_u -ը՝ սկզբնակետի տեղական կոորդինատները, α -ն՝ կողմերի դիրեկցիոն անկյունները տեղական համակարգում, α_0 -ն՝ տեղական համակարգում ելակողմի դիրեկցիոն անկյունը, d -ն՝ հեռավորությունը Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա տեղական կոորդինատային ցանցով, β -ն՝ հորիզոնական անկյունները Գաուսի պրոյեկցիայի հարթության վրա՝ տեղային կոորդինատային ցանցով:

Այս բանաձևերի բոլոր արժեքները պետք է լինեն նույն պրոյեկցիայի գոտում՝

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= \arctg \frac{\Delta y_{12}}{\Delta x_{12}}, \\ \Delta y_{12} &= y_2 - y_1; & \Delta x_{12} &= x_2 - x_1, \end{aligned} \quad (5.53)$$

որում x_1 , y_1 , x_2 , y_2 -ը ելակետերի տեղական կոորդինատներն են:

Հաշվարկված d հեռավորություններով ու β անկյուններով հավասարակշռվում են ցանցի ընթացքները: Չափումների արդյունքները ստուգվում են ν ուղղումներով, որոնց β անկյուններն ու d հեռավորությունները ստանում են հավասարեցման ընթացքում: Հաշվարկը կարող է կատարվել նաև մոտավոր հավասարեցման եղանակով:

Մոտավոր հավասարեցման դեպքում չափումների արդյունքների գնահատումը կատարվում է ընթացքների անկապքներով:

Առանց հանգուցային կետերի ընթացքներում անկապքները հաշվարկվում են էլակետերից մեկից: Հանգուցային կետերով ընթացքների համակարգում անկապքները հանգուցային կետերում հաշվարկվում են դրանց հարակից բոլոր ընթացքների համար: Անկապքները հաշվարկվում են յուրաքանչյուր առանձին ընթացքի համար: Մեկ ընթացք է համարվում երկու էլակետերի միջև, էլակետի ու հանգուցի կետի միջև կամ երկու հանգուցային կետերի միջև:

Յուրաքանչյուր չափված կողմի համար հաշվարկվում են չափված կոորդինատների տարբերությունները.

$$\Delta x = d \cos \alpha, \quad \Delta y = d \sin \alpha: \quad (5.54)$$

Մոտավոր հաշվարկը կատարվում է հետևյալ հաջորդականությամբ. 1. յուրաքանչյուր առանձին ընթացքի համար կշիռը հաշվարկվում է ըստ բանաձևի՝

$$p_i = \frac{\mu_0^2}{n}, \quad (5.55)$$

որում n -ը ընթացքի կողմերի թիվն է. μ_0 -ը՝ հաշվարկների համար ընդունված կշռի միավորի սխալ:

Խորհուրդ է տրվում վերցնել $\mu_0^2 = 4$, ինչպես նաև հաշվարկել բերման կշիռները՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևը՝

$$p'_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^a p_i}, \quad (5.56)$$

որում a -ն հանգուցային կետին կից առանձին ընթացքների թիվն է:

2. Յուրաքանչյուր ընթացքի համար մոտարկման հանգույցների x_i , y_i , $H_{H_i}^Y$ կոորդինատներն ու բարձրությունները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$x_i = x_{H_i} + \sum_{j=1}^n \Delta x, \quad y_i = y_{H_i} + \sum_{j=1}^n \Delta y, \quad H_i = H_{H_i}^Y + \sum_{j=1}^n \Delta H^Y, \quad (5.57)$$

այս բանաձևերում H_i ինդեքսը վերաբերում է i -րդ ընթացքի էլակետին:

Առաջին մոտավորությամբ, երբ անհայտների արժեքները դեռ չեն ստացվել հարևան հանգուցային կետերում, դրանք հաշվարկվում են միայն հարևան էլակետերից:

Հետագայում տեքստում պարզեցված բանաձևերը գրելու համար x , y , H^Y արժեքները նշանակվում են t -ով:

Ելակետերից ստացված անհայտ t_i' արժեքները մնում են անփոփոխ բոլոր մոտարկումներում. փոխվում են միայն հարևան հանգուցային կետերից փոխանցված արժեքները:

3. Հաշվում են հանգուցային կետերի ճշտված կոորդինատներն ու բարձրությունները մոտարկումներով: Դա անելու համար յուրաքանչյուր i ընթացքում յուրաքանչյուր հաջորդական մոտարկման r կոորդինատների ու բարձ-

րությունների համար հաշվարկվում են հետևյալ $\delta t' = t' - t$ արժեքները, որում t' անհայտի արժեքն է, որը հաշվարկվում է i ընթացքի ելակետից r մոտավորությամբ, t -ն հաշվարկված անհայտի ամենափոքր՝ կլորացված արժեքն է:

Հանգուցային կետի կոորդինատներն ու բարձրությունը, որն առանձին ընթացքի վերջնակետն է, յուրաքանչյուր մոտարկմամբ հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$t_k^r = t_0 + \sum_{i=1}^a p_i' \delta t_i' : \quad (5.58)$$

Մեկ հանգույցով ընթացքներում անհայտների արժեքները ստացվում են միջին կշռի բանաձևով՝

$$t_k = t_0 + \frac{\sum_{i=1}^a p_i \delta t_i}{\sum_{i=1}^a p_i} : \quad (5.59)$$

4. Հանգուցային կետերի ճշտված կոորդինատներն ու բարձրությունները համարելով նախնական՝ անկապները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\begin{aligned} W_x &= x_H + \sum_{j=1}^n \Delta x - x_K, & W_y &= y_H + \sum_{j=1}^n \Delta y - y_K, \\ W_H &= H_H^\gamma + \sum_{j=1}^n \Delta H^\gamma - H_K^\gamma \end{aligned} \quad (5.60)$$

որում n -ը ընթացքի կոդների թիվն է:

Այս բանաձևերում n ինդեքսը վերաբերում է ընթացքի սկզբնակետին, իսկ k ինդեքսը՝ վերջնակետին:

Մոտավոր ճշտված արդյունքների ստուգումը կատարվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sum_{i=1}^a p_i W_i = 0 : \quad (5.61)$$

5. Հաշվարկվում են որոշված հիմնակետերի կոորդինատներն ու բարձրությունները, որոնք հանգուցային հիմնակետեր չեն: Յուրաքանչյուր առանձին ընթացքում, ներառյալ երկու ելակետերի միջև տեղաշարժը, կոորդինատներն ու բարձրությունները հաշվարկվում են ելակետերից կամ հանգուցային կետերից հաջորդաբար՝ համաձայն հետևյալ բանաձևերի՝

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x, \quad y_i = y_{i-1} + \Delta y, \quad H_i^\gamma = H_{i-1}^\gamma + \Delta H^\gamma : \quad (5.62)$$

Եթե անկապները համապատասխանում են սահմանված թույլատրելիությանը, ապա դրանք հավասարապես բաշխվում են ընթացքի կոդների միջև:

Պոլիգոնոմետրիական դաշտային աշխատանքների արդյունքում պետք է ներկայացվեն հետևյալ նյութերը.

- գեոդեզիական հիմնակետերի պահպանման համար հանձնման-ընդունման ակտեր (հետազոտված, վերականգնված ու նորաստեղծ հիմնակետեր), գեոդեզիական հիմնակետերի ոչնչացման ակտեր,

- գեոդեզիական հիմնակետերի (այդ թվում՝ նախկինում ստեղծված ու պահպանված) տեղակայման ուրվագծերը՝ կցված կենտրոնների դրոշմներով,

- գործիքների հետազոտության նյութեր,

- անկյունային ու գծային չափումների և նիվելիրացման մատյաններ՝ պատի նշանների ամրացման սխեմաներով,

- գեոդեզիական աշխատանքների տեխնիկական հաշվետվություն՝ օգտագործված կոորդինատային համակարգերի ու բարձրության համակարգերի մասին մանրամասն տեղեկություններով (Բալթյան 1977), չափված հորիզոնական ուղղությունների ու գծերի երկարությունների աղյուսակները՝ բերված մինչև հիմնակետերի կենտրոններ, հետազոտված ու վերականգնված հիմնակետերի (պահպանված), ոչնչացված, չգտնված հիմնակետերի ցուցակները:

Տեղական կոորդինատային համակարգի մասին տեղեկություններն են՝

- քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցի սխեմաներ՝ պոլիգոնոմետրիա, նիվելիրացում,

- նիվելիրացման հենանիշների վնասվածության ու վերականգնման նյութեր, գեոդեզիական հիմնակետերի հետազոտություն ու վերականգնում, քաղաքային գեոդեզիական ցանցերի հավասարեցման նյութեր,

- երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգում արբանյակային քաղաքային գեոդեզիական ցանցի ճշտման նյութեր,

- քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցի գծերի երկարությունների հաշվարկը երկրակենտրոն կոորդինատային համակարգի կոորդինատներով,

- քաղաքային արբանյակային գեոդեզիական ցանցի գծերը հարթության վրա պրոյեկտման նյութեր,

- հավասարեցման ճշտության նյութեր (ցանցի ընդհանուր նկարագրություն, ելակետերի նկարագրություն, ընթացքների նկարագրություն, հիմնակետերի անկապքների ու բարձրությունների տեղեկագիր, ցանցի գնահատման մեթոդի և ճշտության բնութագրեր, ընթացքների տեխնիկական բնութագրեր, համակցված կետերի բարձրությունների համեմատություն),

- գեոդեզիական ցանցի կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների ցանկ (կամ պոլիգոնոմետրիա 4-րդ դաս, 1-ին կարգ), քաղաքաշինական գեոդեզիական ցանցերի սխեմա, արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կոորդինատների ու բարձրությունների ցանկ:

5.7. Գործիքներ, անկյունային ու գծային չափումների արտադրություն

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքները պետք է տեղադրվեն անկյունային ու գծային չափումների իրականացման համար առավել բարենպաստ տեղանքի երկայնքով: Հիմնակետերի տեղադրման տեղերը պետք է լինեն հեշտությամբ հասանելի, լավ բացահայտված տեղում և ապահովեն կենտրոնների ու նշանների երկարաժամկետ պահպանումը: Երկու հարակից հիմնակետերի միջև պետք է ապահովվի գետնից տեսանելիություն:

Պոլիգոնոմետրիայի անկյուններն ու կողմերը չափելիս օգտագործվում են պատշաճորեն հավաստագրված գործիքներ՝ թեոդոլիտներ, լուսահեռաչափներ, էլեկտրոնային տախոմետրեր, որոնց տեխնիկական բնութագրերը պետք է համապատասխանեն Աղյուսակ 5.2-ում տրված պահանջներին:

Աղյուսակ 5.2.

Գործիքների նկատմամբ պահանջները

Ցուցանիշներ	4-րդ դաս	1-ին կարգ
Անկյունների չափման ՄՔՄ, (վրկ)	1-3	1-5
Գծերի չափման ՄՔՄ	$5 \text{ մմ} \pm 3 \cdot 10^{-6} D$	$5 \text{ մմ} \pm 5 \cdot 10^{-6} D$

Աղյուսակում D -ն չափվող հեռավորությունն է մմ-ով:

Լուսահեռաչափներով գծերը, էլեկտրոնային տախոմետրերով գծերն ու անկյունները չափելիս պետք է առաջնորդվել այդ սարքի շահագործման համապատասխան հրահանգներով ու ստանդարտ ծրագրաշարով:

Լուսահաջորդականով ու էլեկտրոնային տախոմետրերով գծերը չափելիս նվազների քանակը պետք է լինի.

- 4-րդ դասի պոլիգոնոմետրիա՝ 3 նվազ,
- 1-ին կարգի պոլիգոնոմետրիա՝ 2 նվազ:

Մեկ նվազի դեպքերում անդրադարձչի վրա կատարվում է կրկնակի ուղղում, և վերցվում է 2 նոր ցուցմունք: Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերում անկյունների չափումն իրականացվում է մեկ անկյան չափման կամ շրջանային նվազների մեթոդների կիրառմամբ, որպես կանոն, եռոտանիների համակարգով, կենտրոնացման 1 մմ ճշտությամբ: 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի ընթացքներում հորիզոնական անկյունների չափման ՄՔՄ-ն սահմանվում է համապատասխանաբար 3" և 5": Անկյունային նվազների քանակը՝ կախված դասից (կարգից) ու կիրառվող գործիքի տեսակից, տրված է Աղյուսակ 5.3-ում:

Եթե չափումները կատարվում են տախոմետրով կամ թեոդոլիտով 2" ճշտությամբ, ապա անկյունները պետք է չափվեն համապատասխանաբար 6 ու 2 նվազներով: Երկու ուղղություններով պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերում անկյունների չափումը կատարվում է առանց հորիզոնը փակելու:

Անկյունների չափման պայմանները

Անկյունների չափման միջին քառակուսային սխալը (գործիքի անկյունների չափման ճշտությունը)	Նվազների քանակ	
	4-րդ դաս	1-ին կարգ
1"	4	-
2"	6	2
3"	8	3
5"	-	3

Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերում առանձին անկյունների կամ ուղղությունների չափումների արդյունքները պետք է լինեն Աղյուսակ 5.4-ում նշված թույլատրելի սահմաններում:

Հարակից հիմնակետերում անկյան չափված ու նախորդ արժեքների տարբերությունները չպետք է գերազանցեն Աղյուսակ 5.5-ում տրված արժեքները:

Կողմերի հարաբերական սխալը, որը ստացվել է համակցված կետերում նախկին ու նոր չափումների համեմատությամբ, պետք է լինի ոչ ավելի, քան 4-րդ դասի համար 1:25000 ու 1 կարգի համար՝ 1:10000, անհամապատասխանությունների դեպքում աշխատանքի որակը ապահովվում է կրկնակի դիտարկումներով:

Անկյունների չափման ճշտությունը

Չափման տարրերը, որոնց նկատմամբ կիրառվում են թույլատրելիություններ	Անկյունների չափման ՄՔՄ-ն (գործիքի անկյունային ճշտությունը)			
Գործիքի ճշտությունը	1"	2"	3"	5"
Միևնույն անկյան չափման երկու նվազների արժեքների միջև տարբերությունը	6"	8"	10"	12"
Տարբեր նվազներից ստացված անկյունների արժեքների տատանումը	5"	8"	10"	12"
Կիսանվագի սկզբում ու վերջում սկզբնական ուղղությամբ դիտարկումների արդյունքների տարբերությունը	6"	8"	10"	12"
Առանձին նվազների արժեքների բերումն ընդհանուր գրոյի տեսքի տատանումը	5"	8"	10"	12"

Եղանակային պայմանների համար ուղղումներ մտցնելու համար գծերը չափելիս օդի ջերմաստիճանը որոշվում է 1 ° C ճշտությամբ և ճնշումը 1 մմ սնդիկի ճշտությամբ:

Թույլատրելի տարբերությունները

Դաս, կարգ	4-րդ դասի նոր աշխատանքներ	1-ին կարգի նոր աշխատանքներ
Բարձր դասի ելակետեր	6"	10"
4-րդ դասի նախկին աշխատանք	8"	12"
1-ին կարգի նախկին աշխատանք	16"	18"

Հիմնակետի կենտրոնին գործիքի տեղադրման, ինչպես նաև կետրոնից գործիքի չափված բարձրության ճշտությունը պետք է լինի 1 մմ:

Էլեկտրոնային գործիքների ծրագրակազմը պետք է փորձարկվի և հարմարեցվի այնպես, որ ստուգվեն կայանում դիտարկումների որակն ու գրասենյակային մշակման ընթացքը:

Ներկայացնենք էլեկտրոնային տախտմետրերի մի քանի մոդելներ, որոնք հայտնի են շուկայում:

Այսպիսով՝ էլեկտրոնային տախտմետրը գեոդեզիական գործիք է, որը նախատեսված է հորիզոնական և ուղղաձիգ անկյուններն ու հեռավորությունները չափելու համար՝ օգտագործելով ներկառուցված էլեկտրասփռական միջակայքը:

Ընդհանուր կայանները հազեցած են հիշողության մոդուլներով ու անհատական համակարգչին միանալու հնարավորությամբ՝ հետազոտությունների կամ չափումների ընթացքում ստացված տվյալների հետագա մշակման համար: Սա մեծապես արագացնում է դաշտային աշխատանքի ու տեղեկատվության մշակման գործընթացները: Ժամանակակից տախտմետրերը բավականին հեշտ են օգտագործվում և գերծ են մարդկային գործունին առնչվող սխալներից, քանի որ չափման ու հաշվարկման գործընթացների մեծ մասը ավտոմատացված է:

«Sokkia SET 250RX» (Նկ. 5.21) ժամանակակից բարձր ճշտության ինժեներական տախտմետր է Sokkia-ից (Ճապոնիա): Իմպուլսային առանց անդրադարձիչ հեռաչափի բարելավված դիզայնը՝ REDtech II, թույլ է տալիս չափել 400 մետրից ավելի հեռավորություններ առանց անդրադարձիչի բարձր ճշտությամբ, սարքը կարող է հաջողությամբ օգտագործվել գեոդեզիական չափումների արտադրության մեծ մասում, ինչպես նաև մշտադիտարկման նպատակներով, ինչպիսիք են՝ հիմքերի նստվածքների, կայմերի ու սյուների կողաթեքումների ստուգման համար:



Նկ. 5.21. Տախտմետր «Sokkia Set» 250-RX

«SET 250RX» բազմագործառնության Տախտմետրի ներկառուցված ինժեներական ծրագրակազմը ժամանակակից տեխնիկական լուծումների հետ միասին լայն հնարավորություններ է ընձեռում «SET 250RX» տախտմետրի օգտագործման համար ոչ միայն շինարարության, հողաշինարարության ու տեղագրության մեջ, այլ նաև դաշտում ճշգրիտ ու արագ հաշվարկներ ինժեներական չափումներ կատարելու համար:

«SET 250RX Total Station»-ն ունի զգալի քանակության ներքին հիշողություն՝ զուգորդված «Bluetooth» (ըստ ցանկության), հիշողության քարտերի ու USB ֆլեշ-կրիչի օգտագործման ունակությամբ՝ սարքից տվյալներ պահելու և համակարգիչ փոխանցելու համար: Տվյալների պարզ արտահանումը (DXF/TXT/SDR ձևաչափեր՝ փաթեթում ներառված հատուկ ծրագրաշարի օգտագործմամբ) թույլ է տալիս մշակել կայանի ընդհանուր տվյալները: «SET 250RX» տախտմետրի ինժեներական մոդելը լիովին պաշտպանված է փոշուց ու ջրից. այն կարող է օգտագործվել ցանկացած պայմաններում անձրևի ու շատ փոշոտ վայրերում: Sokkia-ի բոլոր սարքերը արտադրվում են միայն Ճապոնիայում:

Տախտմետրերը մատակարարվում են Նկար 5.22-ում տրված պարագաներով:



Նկ. 5.22. Պրիզմային անդրադարձիչ, այլումնեն եռոտոնի ու նշաձող

Գործիքն ունի տեխնիկական հետևյալ ցուցանիշները՝

- հեռավորության չափման միջակայքն առանց անդրադարձի՝ ավելի քան 400 մետր, անդրադարձով՝ 5000 մ,
- հեռավորության չափման ճշտություն (± 2 մմ + 2 ppm պրիզմային անդրադարձով, ± 3 մմ + 2 ppm առանց անդրադարձի),
- հեռավորությունների չափման արագությունը՝ 1 վայրկյանից պակաս,
- հորիզոնական ու ուղղաձիգ անկյունների չափման ճշտություն 2",
- մթնշաղին աշխատելու համար լուսավորված ցանց ու ստեղնաշար,
- փոքր տրամագծով տեսանելի լազերային ճառագայթ. թույլ է տալիս հեշտությամբ չափել խոչընդոտները,
- «առանց անդրադարձի» «պրիզմա»-«ֆիլմ» աշխատանքային ռեժիմի անցումը կատարվում է մեկ կոճակով,
- փոքր քաշի Li-Ion մարտկոցներ (մոտ 100 գրամ),
- հիշողություն 10,000 միավոր + SD/SDHC քարտերի ու USB ֆլեշ-կրիչների համար նախատեսված բնիկներ:

Leica TS06power»-ը (Նկ. 5.23) էլեկտրոնային տախտմետր է՝ առանց անդրադարձի 400 մ չափման միջակայքով ու ուղեգծման ցուցիչով:



Նկ. 5.23. Էլեկտրոնային տախտմետր «Leica TS06power»

Սարքը հագեցված է լազերային բլթակով, ունի «Windows CE 5.0 Core»-ի վրա հիմնված գործառական ընտրացանկ ու մեծ լուսարձակվող էկրան: Հարմարավետ աշխատանքը, ընդլայնված այբբենական ստեղնաշարն ու ինտուիտիվ միջերեսը (ինտերֆեյսը), հզոր «FlexOffice Standard» ծրագրակազմը ծրագրերի մեծ փաթեթով սարքը դարձնում են գրավիչ: Էլեկտրոնային տախտմետրը արտադրվում է Շվեյցարիայում:

Սարքի ԿԶԵԿԶտեխնիկական ցուցանիշները ԿԶԵԿԶհետևյալն են.

- անկյունային չափումների ճշտությունը՝ 5", գծային 1,5 մմ + 2 ppm,
- հեռավորությունը՝ 3500 մ մեկ պրիզմայի համար, առանց անդրադարձի՝ 400 մ,
- այբբենական թվային ստեղնաշար, հիշողություն 100000 տ.,
- լազերային կենտրոնադիր, նշանակետի ցուցադիր, ուղղագծի ցուցիչ,
- գործառական ջերմաստիճանի միջակայք՝ մինչև $-25^{\circ}\text{C} \div +30^{\circ}\text{C}$, IP55 պաշտպանություն:

Տախտմետրն ապահովված է փոշուց ու խոնավությունից պաշտպանված պատյանով՝ գործիքն ու աքսեսուարները տեղափոխելու համար: Պատյանը պարունակում է խցիկներ հիմնական աքսեսուարների համար՝ մարտկոց, լիցքավորիչ, մինի պրիզմա, գործիքի բարձրության չափիչ ու տարբեր մալուխներ: Պատյանը նախատեսված է կոշտ միջավայրի համար և թեթև է:

Ավանդաբար տախտմետրը պատվիրելիս ընտրվում են անհրաժեշտ քանակությամբ պարագաներ ու դրանց որակը՝ փայտե եռոտանի GST05, հեռադիտակային բևեռ GLS111 2,6 մ, GPR111 ստանդարտի անդրադարձիչ: Բացի դրանից՝ ընկերությունը խորհուրդ է տալիս գնել ավելի մեծ հզորությամբ արտաքին մարտկոց, կատարելագործված լիցքավորիչ ու ավելի հուսալի ձգան:

Ստանդարտ կիրառություններն են տեղագրական հանութագրությունը, նշահարումը, հակադարձ հատումը, բարձրության փոխանցումը, շինարարությունը, հատակագծերը, անուղղակի չափումները, անհասանելի բարձրությունը, հիմնային գծերը, կոորդինատների երկրաչափությունը»:

Էլեկտրոնային տախտմետր «Topcon ES»-ը (Նկ. 5.24) կարող է առանց անդրադարձչի որոշել ավելի մեծ հեռավորություն, որը կազմում է 500 մետր, իսկ մինչև 4000 մ՝ ստանդարտ պրիզմայով ± 2 մմ + 2 մմ/կմ ճշտությամբ: Չափման ժամանակը կրճատվում է և փոքր չափման ռեժիմում կազմում է 0,9 վայրկյան, իսկ կոպիտ չափման ռեժիմում՝ ընդամենը 0,5 վայրկյան: Չափումների մեկնարկի կոճակը, որը տեղադրված է գործիքի կողային վահանակի վրա, թույլ է տալիս չափումներ կատարել արագ ու առանց աչքերը օկուլյարից կտրելու: Առանց անդրադարձչի նվազագույն չափելի հեռավորությունը 0,3 մ է:

«Topcon ES Total Station»-ը սնուցվում է նոր նախագծված մարտկոցով, որը թույլ է տալիս օգտագործել մինչև 36 ժամ մեկ լիցքավորմամբ: Սա լավագույն ցուցանիշն է նույն դասի սարքերի մեջ:

Ներկառուցված «Bluetooth» ու USB մոդուլը թույլ է տալիս միացնել արտաքին կարգավորիչը՝ կառավարելով տվյալների հավաքագրման գործընթացը սարքից մինչև 300 մ հեռավորության վրա, հատուկ գեոդեզիական խնդիրներ լուծելու համար ծրագրային ապահովման հետ տվյալների պահպանման հնարավորությունը: USB A պորտը հիշողության ընդլայնման ու տվյալների փոխանցման համար է:

Topcon ES Total Station էկրանն ունի բարձր լուծաչափով LCD էկրան (192x80 պիքսել) և հետին լուսավորված այֆան-թվային ստեղնաշար:



Նկ. 5.24. Էլեկտրոնային տախտմետր «Topcon ES»

«TOPCON ES» շարքի տախտմետրերն օգտագործում են բոլորովին նոր ծրագրակազմ, որը զգալիորեն ընդլայնում է սարքի հնարավորությունները գեոդեզիական աշխատանք կատարելիս: Իրականացված նոր տեխնոլոգիաները թույլ են տալիս լուծել այնպիսի խնդիրներ, ինչպիսիք են՝ եռաչափ կոորդինատների որոշում, գեոդեզիական հանույթ, հակադարձ խնդիր, օբյեկտի բարձրության որոշում, անհասանելի հեռավորության որոշում, շեղումներով չափումներ, նշահարում, կետի նախագծում, տարածքի մակերեսի հաշվարկներ, հատումներ, թեոդոլիտային ընթացքի հավասարեցում, ընդլայնակի կտրվածքի հանութագրում, Ճանապարհային աշխատանքներ:

Ստանդարտ սարքավորում՝ «Topcon ES» տախտմետրը ինքնին տրիգերով է, կազմված է BDC70 մարտկոցից, CDC68 լիցքավորիչից, գործիքների հավաքածուից, Պլաստիկ պատյանից, սիլիկոնե կտորից, անձրևից պաշտպանող ծածկից, սնուցման մալուխ դեպի լիցքավորիչից, ոսպնյակի գլխարկից, USB ֆլեշ-կրիչից, օգտագործողի ձեռնարկից, ստուգման վկայականից:

Էական պարզեցումներով էլեկտրոնային տախտմետրերի շահագործման ֆիզիկական հիմքը համառոտ ուրվագծվում է ստորև: Էլեկտրոնային տախտմետրերը սարքեր են, որոնք համատեղում են լույսի տիրույթի որոնիչի, թվային թեոդոլիտի և դաշտային համակարգչի գործառույթները: Հետևաբար էլեկտրոնային տախտմետրը համատեղում է մի քանի գործառույթ: Առանձին-առանձին դիտարկենք գործիքի անկյունային ու լուսահեռաչափային գործառույթները, որոնք կազմում են գործիքի ընդհանուր հիմքը՝ որպես չափիչ գործիք:

Սովորական օպտիկամեխանիկական թեոդոլիտի կառուցվածքային հիմնական տարրերն են.

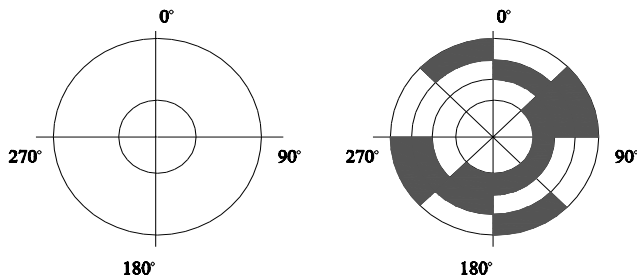
- դիտասևեռման սարք, որը ցանցաթելերով դիտախողովակ է,
- անկյունաչափական շրջան կամ լիմբ (ուղղաձիգ ու հորիզոնական)՝ շրջանագծի եզրագծի երկայնքով աստիճանի կամ գրադային բաժանումների համակարգով,
- ընթերցման սարքեր, որոնք թույլ են տալիս կարդալ անկյունաչափական շրջանի ամենափոքր բաժանմունքի տասներորդական մասերը (վերնիեներ, շորիխային, կալային մանրադիտակներ կամ օպտիկական միկրոմետրեր),
- հորիզոնական դիրքի համակարգ-սարքեր, որոնք թույլ են տալիս գործիքի պտտման առանցքը բերել ուղղահայաց դիրքի,
- կենտրոնադրման համակարգ-սարքեր, որոնք թույլ են տալիս սահմանել անկյունաչափական շրջանի կենտրոնը չափվող անկյունից վերև:

Թվարկված կառուցվածքային բոլոր տարրերը նույնպես թվային թեոդոլիտների բաղադրիչներ են: Տարբերությունը վերաբերում է անկյունաչափա-

կան շրջանակի կոնստրուկցիան և, իհարկե, ցուցմունքների ընթերցման սարքին, որը հեշտացնում է հաշվեցույցի ընթերցումը լիմբի վրա թվային տեսքով:

Թվային թեոդոլիտները օգտագործում են ոչ թե անկյունային շրջանակները աստիճանների կամ գրադների բաժանելու ավանդական համակարգը, այլ սարքեր, որոնք վերափոխում են ալիդադի պտտվող շարժումները լիմբի նկատմամբ էլեկտրական իմպուլսների, որոնք հեշտ է գրանցել ու ցուցադրել էկրանին որպես թվային արժեքներ:

Պտտման շարժումը էլեկտրական իմպուլսների վերածելու սկզբունքը հաշվարկի երկուական կոդում կարելի է ներկայացնել կոդային սկավառակի օրինակով (Նկ. 5.25): Թափանցիկ նյութից պատրաստված սկավառակը բաժանված է փոխարինող սև ու թափանցիկ հատվածների: Հակառակ կողմում լույսի ճառագայթով կիսաթափանցիկ նման սկավառակի պտույտի ընթացքում կնկատվի միայն երկու հնարավոր երևույթ. լույս կա, կամ լույս չկա: Լույսի իմպուլսները փոխակերպվում են էլեկտրական ազդանշանների՝ օգտագործելով ֆոտոդետեկտոր, և հաշվող սարքը գրանցում է այդ ազդանշանների քանակը:



Նկ. 5.25. Կոդային սկավառակ

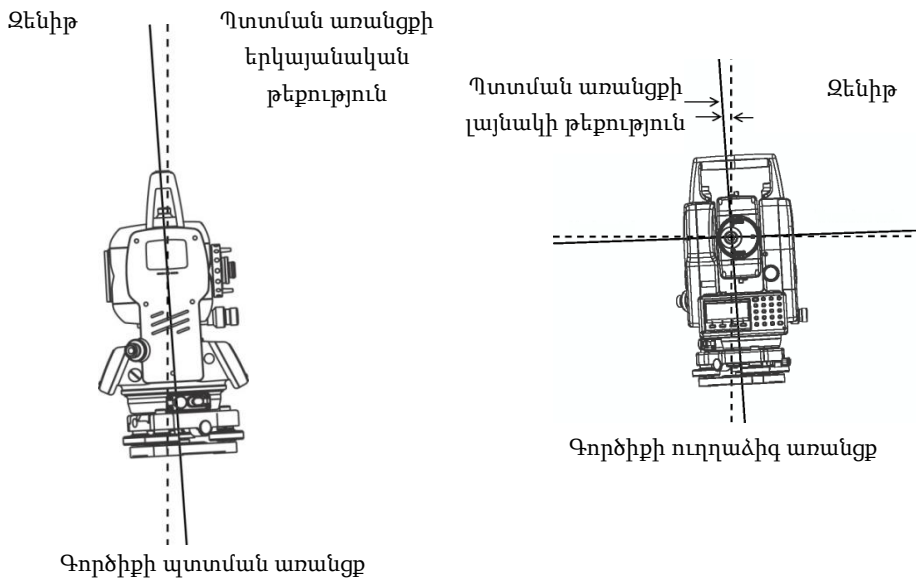
Այսպիսով՝ թվային թեոդոլիտի լիմբը ապակե շրջան է՝ ծածկագրի դիմակով, որը կիրառվում է թափանցիկ ու անթափանց գոտիներով համակենտրոն կոդի հետքերով: Լիմբերի կոդավորման մեթոդները կարող են տարբեր լինել, լիմբերի առանձին մասերը կարող են նշվել շրջագծի շուրջ տեղակայված ծածկագրերի համակցություններով: Բաժանմունքների քանակը նվազեցնելու համար օգտագործվում են սարքեր, որոնք թույլ են տալիս կարդալ միջակայքի սերիական համարը, ինչպես նաև չափել միջակայքի տասներորդական մասը:

Արտակենտրոնացման ազդեցությունը նվազեցնելու համար կոդային սկավառակի մի կեսի պատկերը համակցվում է մյուսի՝ տրամագծորեն հակառակ պատկերի հետ: Համակցումը կատարվում է օպտիկական համակարգի միջոցով:

Թեոդոլիտի պտտման ուղղահայաց առանցքի շեղումը հանգեցնում է հորիզոնական անկյունների չափման սխալների: Այս սխալի մեծությունը կախված է գործիքի պտտման ուղղահայաց առանցքի թեքության անկյունից, գործիքի ուղղությունը դեպի դիտակետի հորիզոնի բարձրությունից ու հորիզոնական անկյան մեծությունից պտտման ուղղահայաց առանցքի թեքության հարթության միջև:

Էլեկտրոնային թեոդոլիտները հազեցած են սարքի պտտման առանցքի թեքության անկյան համար նախատեսված երկառանցքային սենսորներով, որոնք թույլ են տալիս ինքնաբերաբար ուղղել հաշվեցույցները՝ ուղղումներ մտցնելով առանցքի թեքության անկյան համար: Երկառանցքային փոխհատուցումը (կոնպենսացիան) հատկապես կարևոր է դիտակետը հորիզոնից զգալի բարձրության դեպքերի համար:

Երբ թեքության սենսորները միացված են, ուղղաձիգ ու հորիզոնական անկյուններն ինքնաբերաբար ուղղվում են գործիքի ուղղահայաց դիրքից շեղման համար (Նկ. 5.26):



Հորիզոն

Նկ. 5.26. Պտտման առանցքների թեքման անկյունները

Այսպիսով՝ անկյունների ճշգրիտ չափումն ապահովելու համար պետք է ներառվեն թեքության սենսորներ (փոխհատուցող): Էկրանը, որը ցույց է տալիս գործիքի շեղումը ուղղահայացությունից, կարող է նաև օգտագործվել՝ գործիքը ճիշտ հորիզոնական դիրքի բերելու համար: Եթե էկրանին

հայտնվում է «CHECK LEVEL» հաղորդագրությունը, նշանակում է, որ գործիքը դուրս է եկել ինքնակարգավորվող կոմպենսատորի սահմաններից, և գործիքը պետք է ձեռքով բերվի հորիզոնական դիրքի: Էլեկտրոնային թեռողիտները հագեցած են նաև կոլիմացիոն սխալները ուղղելու գործառնություն, որը թույլ է տալիս ինքնաբերաբար ուղղում մուտքագրել չափված ուղղություններով:

Էլեկտրոնային թեռողիտներում օգտագործվում են տարածական ֆոտոէլեկտրական անկյունից կողմից փոխարկիչներ, որոնք շատ հեշտ են դարձնում սկզբնական ուղղության գրոյական ցուցմունքը:

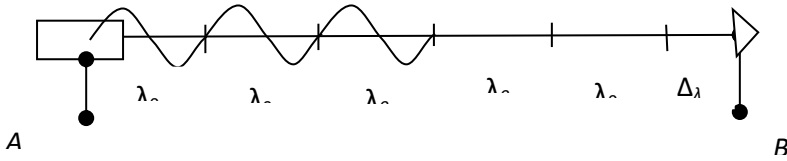
Նորագույն տեխնոլոգիաների այս բոլոր ներդրումները հանգեցրել են զգալի որակական փոփոխությունների օպտիկամեխանիկական թեռողիտի նախագծման մեջ, ինչը հնարավորություն է տվել զգալիորեն բարելավելու անկյունների չափման ճշտությունը, պարզեցնելու չափման ընթացակարգը և, ի վերջո, բարձրացնելու աշխատանքի արտադրողականությունը: Էլեկտրոնային (թվային) թեռողիտը, ըստ էության, նոր սարք է՝ որակական նոր հատկանիշներով, իր նախորդների հետ ընդհանուր արտաքին նմանությամբ:

Չափելի գծեր նշանակում է համեմատել դրա երկարությունը աշխատանքային չափման երկարության հետ: Որպես աշխատանքային միջոցներ կարող են օգտագործվել տարբեր չափիչ գործիքներ՝ հողերի չափման գեոդեզիական ժապավեններ, շտրիխային ու շկալային չափերիզներ, կախովի չափիչ սարքեր (պողպատե և ինվարից ժապավեններ ու լարեր), չափիչ ձողեր և այլն:

A ու B կետերի միջև հեռավորությունը չափելու համար (Նկ. 5.27) *l* աշխատանքային չափիչ սարքը մի քանի անգամ տեղադրվում է չափվող գծի ուղղության առանքում, մինչդեռ դրա իրական արժեքը ամրագրվում է մնացորդով՝ (չափման սկիզբն ու վերջը) դոմերով, այսինքն՝ պակաս, քան Δ անվանական արժեքով: Բացի դրանից՝ չափվող հեռավորության մեջ ուղղումներ են մտցվում չափիչ սարքի ստուգաչափման՝ սարքի անվանական արժեքի ու դրա իրական արժեքի տարբերության ու ջերմաստիճանի, այսինքն՝ միջավայրի ջերմաստիճանի տարբերությունների համար, որում կատարվել են չափումներն ու ստուգաչափության ջերմաստիճանը:

Հեշտ է տեսնել, որ չափված հեռավորության երկարությունը հավասար կլինի՝

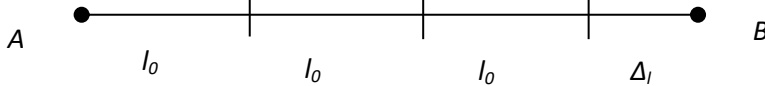
$$S_{AB} = Nl_0 + \Delta_l + \Delta_k + \Delta_t. \quad (5.63)$$



Նկ. 5.27. Չափիչ գործիքով հեռավորության չափում

Այս բանաձևում N -ը չափիչ սարքի տեղադրումների թիվն է չափված գծի առանցքով, Δl -ն դումերն է (մնացորդը), Δk -ն՝ ստուգաչափման ուղղումը, Δt -ն՝ ջերմաստիճանի ուղղումը: Չափված-ուղղված հեռավորությունը պետք է բերվի հորիզոնի:

Լույսահեռաչափներով հեռավորությունները չափելիս որպես աշխատանքային չափում օգտագործվում է էլեկտրամագնիսական տատանումների ալիքի երկարությունը: A կետում տեղադրվում է գործիքը (ընդունիչ-հաղորդիչը), իսկ B կետում՝ անդրադարձիչը (Նկ. 5.28):



Նկ. 5.28. Հեռավորության չափումը էլեկտրամագնիսական ալիքներով

Հաղորդիչը գեներացնում է հաճախականության f_0 որոշակի (մասշտաբային) տատանումներ: Այդ մասշտաբային հաճախականությամբ որոշվում է ալիքի երկարությունը, որպես աշխատանքային չափման երկարություն՝ հայտնի $\lambda_0 = \frac{v}{f_0}$ հարաբերությունների միջոցով:

Այս արտահայտության մեջ v -ն մթնոլորտում էլեկտրամագնիսական ալիքների տարածման արագությունն է:

Քանի որ նկարագրված չափման սխեմայում էլեկտրամագնիսական ալիքն երկու անգամ անցնում է չափվող հեռավորության վրա, արդյունքը պետք է բաժանվի 2-ի:

Այսպիսով՝

$$S_{AB} = N \frac{\lambda}{2} + \Delta l + c: \quad (5.64)$$

Այս բանաձևում N -ը կիսաալիքների երկարությունների թիվն է, որոնք տեղավորվում են չափված հեռավորության վրա, Δl -ն՝ կիսաալիքի մնացորդը, որը կոչվում է *ֆազային ցիկլի դումեր*, s -ը՝ գործիքի ուղղման հաստատունը: Նկարագրված մեթոդը կոչվում է հեռավորությունների չափման **ֆազային մեթոդ**:

Եթե չափումների սկիզբը համընկնում է հաղորդչի պտտման առանցքին, ապա անդրադարձչի (պրիզմայի) մշտական ուղղումը գծային հատված է, որը

հավասար է պրիզմայի արտացոլող մակերեսի հեռավորությանը հենարանի պտտման առանցքից: Տարբեր անդրադարձիչների մշտական ուղղումը կարող է ունենալ ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական նշան ու տարբեր արժեքներ:

Հեռավորությունը հնարավոր է չափել նաև իմպուլսային մեթոդով էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման ժամանակով:

Դիցուք, t_1 ժամանակի ինչ-որ պահի A կետում գտնվող հաղորդիչը էլեկտրամագնիսական ալիքներ է արձակում առանձին իմպուլսի տեսքով դեպի B կետ: B կետում այդ իմպուլսը անդրադառնում է հակառակ ուղղությամբ, և որոշ t_2 ժամանակ հետո այն հասնում է A կետին: Հասկանալի է, որ եթե իմպուլսի տարածման $\tau = t_2 - t_1$ ժամանակը, ապա ուղղագիծ ալիքի տարածման հայտնի v արագությամբ D հեռավորությունը կորոշվի հետևյալ հարաբերությամբ.

$$D = \frac{v\tau}{2} : \quad (5.65)$$

Մթնոլորտում էլեկտրամագնիսական ալիքների արագությունը հաստատուն արժեք չէ. այն որոշվում է վակուումում դրանց տարածման արագությամբ ($c_0 = 299792458$ մ/վ) և կախված է n միջավայրի բեկման ինդեքսից: Օպտիկական տիրույթի համար օդի բեկման ինդեքսը չորս պարամետրի ֆունկցիա է.

$$n = f(\lambda, T, P, e), \quad (5.66)$$

որում λ -ն լույսի ճառագայթման կրիչի հաճախականության ալիքի երկարությունն է, T -ն՝ ուղեգծի երկայնքով օդի ջերմաստիճանի միջին արժեքը, P -ն՝ միջին ճնշումը, e -ն՝ օդի խոնավությունը: Հետևաբար այս պարամետրերի արժեքները պետք է հայտնի լինեն չափումների ժամանակ: Ժամանակակից լուսահեռաչափներում հեռավորության ուղղումը մթնոլորտային պայմանների համար որոշակի ճառագայթման ալիքի երկարության համար հաշվարկվում է ինքնաբերաբար, եթե մինչև չափումների մեկնարկը մուտքագրվեն մթնոլորտային պարամետրերը՝ T ջերմաստիճանն ու P ճնշումը: Օպտիկական հեռավորություններում լույսի ալիքի արագության վրա խոնավության ազդեցությունը աննշան է:

Որպես ճառագայթիչ օգտագործվում են լույսի ալիքների աղբյուր, ճառագայթման տեսանելի (կարմիր) կամ անտեսանելի (ինֆրակարմիր) տիրույթում գործող լազերներ: Այս ճառագայթների ալիքի երկարությունը շատ փոքր է ($0,4$ մկմ-ից մինչև $0,1$ մմ) և շատ դժվար է չափումներ կատարել արձակվող ալիքներով: Հետևաբար պարզեցնելով առաջադրանքը՝ մարդը փոխում է (մոդուլավորում) ճառագայթման ցանկացած պարամետր՝ ամպլիտուդ (ինտենսիվություն), ֆազ կամ հաճախականություն: Սովորաբար սա

մետրի կամ դեցիմետրի տիրույթի գերբարձր հաճախականությունների տարածքն է: Այս ալիքի երկարությունները օգտագործվում են չափումների համար:

Էլեկտրոնային տախտմետրի ստուգումները

Ինչպես ցանկացած գեոդեզիական այլ գործիք, էլեկտրոնային տախտմետրը պետք է ստուգվի նախքան աշխատանքը սկսելը: Քանի որ էլեկտրոնային տախտմետրը համատեղում է հեռաչափի ու անկյունային չափումների գործառույթները, դրա կառուցվածքը պետք է համապատասխանի օպտիկամեխանիկական ու օպտիկաէլեկտրոնային առանցքների որոշակի հարաբերական դիրքի երկրաչափական պայմաններին: Այս առումով բոլոր ստուգումներն ու կարգաբերումները կարող են ամբողջությամբ իրականացվել հատուկ հարմարություններով սպասարկման կենտրոններում: Այնուամենայնիվ, անհրաժեշտ է մի շարք պարզ ստուգումներ իրականացնել դաշտում, ինչն էլ կնպաստի սարքի հատկությունների ու հնարավորությունների ավելի խորը ուսումնասիրությանը: Նախքան ստուգումը պետք է ուշադիր ուսումնասիրել դրանց իրականացման մեթոդաբանությունը սարքի ստույգ մոդելի հրահանգների ձեռնարկին համապատասխան:

1. *Հարթաչափների ստուգումը* (կլոր ու գլանաձև) կատարվում է թեոդոլիտների նման:

2. *Դիտախոդովակի ցանցաթելերի ու հարթաբեր պտուտակների հավասարության ստուգումն* իրականացվում է թեոդոլիտի նման:

3. *Օպտիկական կենտրոնադիրի ստուգումը* նույնպես կատարվում է այնպես, ինչպես ավանդական գործիքները՝ ներկառուցված կենտրոնադիրով: Եթե կենտրոնացնող սարքը լազերային է, ապա տախտմետրը նույնպես խնամքով կենտրոնացվում և հորիզոնական դիրքի է բերվում կետի վրա, պտտվում է սարքի վերին մասը (ալիդադան)՝ հետևելով կետից վերև գտնվող լազերային հետքը կետին: Եթե կետը տեղաշարժվել է, ապա կենտրոնացման սարքը պետք է կարգավորվի գործիքի ձեռնարկի հրահանգներին համապատասխան:

4. *Գործիքի ուղղաձիգ առանցքի թեքության փոխհատուցիչի (այսուհետ՝ կոմպենսատորի) ստուգում:* Գործիքի պտտման առանցքը զգուշորեն բերվում է ուղահայաց դիրքի գլանաձև հարթաչափի կամ էլեկտրոնային մակարդակի վրա բարձրացուցիչ պտուտակների օգնությամբ: Հորիզոնական շրջանի հաշվեցույցը բերվում է զրոյի, և կոնստրուկցիայի ռեժիմում մուտքագրվում է մենյու «Գործիքի հաստատուններ»: Նշելով «Կոմպենսատոր X Y» տողը՝ պետք է սեղմել «ENTER»: Էկրանի վրա կհայտնվեն կոմպենսացվող անկյունային արժեքները X ու Y առանցքների երկայնքով: Սարքի վերին մասը

պտտվում է 180° -ով, և կրկին էկրանին ցուցադրվում են թեքության անկյունների կոմպենսացվող արժեքները X_2 ու Y_2 առանցքների երկայնքով: Վերցնում են երկու տվյալների միջին արժեքը. կոմպենսացիայի գրոյի փոխարեն՝ MO .

$$MOX = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad MOY = \frac{Y_1 + Y_2}{2}: \quad (5.67)$$

MO -ի ստացված արժեքները չպետք է գերազանցեն $20''$ -ը: Կարգաբերումը կատարվում է շահագործման ձեռնարկի պահանջների համաձայն:

5. Ուղղաձիգ շրջանի կոլիմացիոն ու գրոյի տեղի (MO) սխալների որոշում: Գործիքը խնամքով բերվում է աշխատանքային դիրքի: Դիտման համար մոտ 100 մ հեռավորության վրա ընտրվում է կայուն, հստակ կետ, որի թեքության անկյունը պետք է լինի 10° -ի սահմաններում: Գործիքը բերվում է կարգաբերման ռեժիմ (պարամետրերը):

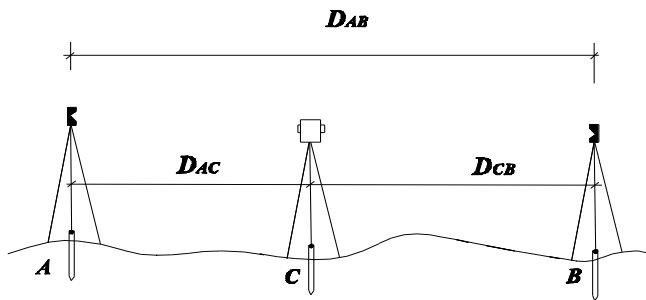
Ուղղաձիգ շրջանի կոլիմացիոն (c) ու գրոյի տեղի (QS) ուղղումները կատարվում են շրջան ձախ ($\mathcal{CQ}$) դիրքով, ուստի դրանց որոշումը սկսվում է շրջան աջ ($\mathcal{CU}$) դիտարկումներով: Դիտախոդովակը ճշգրտորեն ուղղվում է ընտրված կետին և սեղմում չափման ստեղծը: Գործողությունները կրկնվում են սարքի դիտախոդովակի շրջան ձախ ($\mathcal{CQ}$) դիրքով: C ու QS արժեքները հաշվարկվում և ցուցադրվում են էկրանին: Էկրանի ստեղծների օգնությամբ այդ արժեքները մուտքագրվում են գործիքի հիշողություն:

6. Հեռաչափի հաստատունի (K) ուղղման գործակցի որոշումը: Ժամանակակից տախտմետրի հաստատունի ուղղման արժեքը «թաղանթի նշանի վրա (на плёнку)» ու «առանց անդրադարձչի» ռեժիմներում աշխատելիս բերվում է գրոյի, այսինքն՝ $K = 0$: Հեռաչափի հաստատունի ուղղումը չպետք է շփոթել անդրադարձչի հաստատունի ուղղման հետ, որը կախված է պրիզմայի երկրաչափական չափերից, մոնտաժային սարքի վրա նրա դիրքից ու այլ պարամետրերից: Որպես կանոն, նույն մակնիշի կամ մոդելի հեռաչափների (տախտմետրերի) անդրադարձիչները միանման են և երկրաչափորեն համահունչ են հայտարարագրված ճշտության արժեքներին: Այսպիսով՝ Trimble տախտմետրերի պրիզմայի հաստատունը կարող է լինել $+35$ մմ, SET մակնիշի տախտմետրերը՝ 30 մմ և այլն: Մի գործիքի համալիրին պատկանող անդրադարձիչները մեկ այլ մակնիշի համալիրով փոխարինելիս պետք է չափազանց զգույշ լինել: Տարբեր մակնիշի կամ մոդելի անդրադարձիչներ օգտագործելը փոխում է անդրադարձչի ուղղման հաստատունի արժեքը, ինչը համակարգված սխալներ կմտցնի չափումների արդյունքներում. մինչդեռ հեռաչափի հաստատունի ուղղումը կարող է փոխել իր արժեքը ժամանակի ընթացքում՝ անկախ անդրադարձչի տեսակից: Ուստի մասնագետները խորհուրդ են տալիս պարբերաբար ստուգել գործիքի հաստատունի ուղղումը:

Հեռաչափի հաստատունն ամենահեշտն է որոշել հայտնի երկարության բազիսների վրա: Այս դեպքում բազիսի (կամ երկարությունների հավաքա-

ծուխ) երկարության հայտնի մեծության ճշտությունը պետք է լինի առնվազն երեք անգամ ավելի բարձր, քան փորձարկվող գործիքի հայտարարագրված ճշտությունը: Եթե b -ն բազիսի հիմքի հիմնակետերի կենտրոնների միջև հեռավորությունն է, D -ն նույն հեռավորությունն է՝ չափված հեռաչափով, ապա հաստատունի ուղղումը $K = D - b$ տարբերությունն է:

Հիմնային բազային գծերի բացակայության դեպքում գործիքի մշտականի ուղղումը որոշվում է ծածկագծերի հավաքածուի բոլոր համակցություններում չափումներով: Այդ նպատակով իրարից որոշ A ու B հեռավորության վրա ասֆալտին գամում են երկու կրկնամեխեր, որոնց միջև ծածկագծում՝ C կետում՝ երրորդ կրկնամեխը (Նկ. 5.29):



Նկ. 5.29. Համակցված եղանակով հեռավորության չափումներով հաստատունի ուղղման որոշում

Գործիքն ու անդրադարձիչը հստակ կենտրոնացնելով՝ չափվում է D_{AB} հեռավորությունը: Այնուհետև գործիքը տեղադրելով C կետին՝ չափվում են D_{AC} ու D_{CB} հատվածները: Կենտրոնադրման սխալներից խուսափելու համար չափումները պետք է կատարվեն եռոտանի համակարգի միջոցով: Դժվար չէ նկատել, որ.

$$D_{AB} + K = D_{AC} + K + D_{CB} + K:$$

որից հետևում է՝

$$K = D_{AB} - (D_{AC} + D_{CB}): \quad (5.68)$$

Չափումները կատարվում են մի քանի անգամ, և վերցվում է գործիքի հաստատունի ուղղման միջին արժեքը տվյալ անդրադարձչի համար: Հնարավոր է կառուցել ծածկագծի մի քանի միջանկյալ կետեր, որոնք կարող են ընտրվել ծածկագծից դուրս: Այս դեպքում պետք է չափել հարակից անկյունները, իսկ հաստատունը՝ չափման երկրաչափական երկարությունից:

Կարգաբերման ուղղումը կրկնակի կատարվում է այն դեպքում, եթե հաստատունը անվանական արժեքից տարբերվում է ավելի քան 3 մմ: Տախտմետրերի որոշ մակնիշներում նախատեսված է մուտքագրել նոր ուղղման հաստատունի արժեքը:

7. Անդրադարձյի հաստատունի ուղղման որոշումը կատարվում է, եթե աշխատանքում օգտագործվում են այլ ընկերության կամ այլ տեսակի անդրադարձիչներ: Այդ նպատակների համար հեռաչափով չափվում է նույն հեռավորությունը համալիրի անդրադարձիչով ու նոր անդրադարձիչով:

Չափման արդյունքների տարբերությամբ կորոշի նոր անդրադարձյի հաստատունի ուղղման արժեքը:

Նոր պրիզմայի ուղղման հաստատունը կարող է որոշվել 6-րդ կետում նկարագրված մեթոդով:

8. Էլեկտրոնային հեռաչափի աշխատանքային առանցքը պետք է համընկնի դիտախոդովակի դիտման առանցքին: Եթե դիտախոդովակի ցանցաթելերի կենտրոնն ուղղված է անդրադարձյի կենտրոնին, ապա հեռավորությունից առավելագույն ազդանշանը պետք է գա այդ կետից: Պրիզմային անդրադարձիչների հետ աշխատելիս այս պայմանի խիստ կատարումից որոշ շեղումներ չեն հանգեցնի չափումների արդյունքների նկատելի տարբերության: Այս պայմանը հիմնարար նշանակություն ունի առանց անդրադարձյի ռեֆլոմ գործող հեռաչափների համար, օրինակ՝ շենքի ճակատների ճարտարապետական տարրերը հանութագրելիս պետք է իմանալ, թե ճակատի որ կետից է ազդանշանն անդրադարձնում:

Ստուգումը հեշտ է կատարել՝ օգտագործելով հատուկ պատրաստված ցուցանակ՝ անցք ունեցող A8 ստվարաթղթի տեսքով: Փոսի տրամագիծը որոշվում է որոշակի հեռավորության վրա լազերային ճառագայթի տրամագծով: Օրինակ՝ 10 մմ 100 մ հեռավորության համար ցուցանակը կախելով հաշվարկվող հեռավորության վրա ու արտացոլող մակերեսից (պատից) որոշակի հեռավորության վրա՝ կատարվում են չափումներ՝ ուղղված ցուցանակի մակերեսին ու անցքին: Եթե չափումների արդյունքների տարբերությունը համապատասխանում է պատից ցուցանակի հեռավորությանը, ստուգման պայմանը համարվում է կատարված: Հակառակ դեպքում անհրաժեշտ է դառնում կարգաբերել տախոմետրի հեռաչափի մասի օպտիկաէլեկտրոնային կապուղիները, որոնք կարող են իրականացվել սպասարկման կենտրոնների հատուկ տեղեկատվական վահանակների վրա:

9. Աշխատանքային առանցքի ծածկագծի ցուցիչը պետք է համընկնի տախոմետրի դիտախոդովակի դիտման առանցքին: Շատ տախոմետրեր ունեն լազերային ծածկագծման ցուցիչներ, որոնք հաճախ օգտագործվում են նշահարման աշխատանքներում և այլ գործողություններում: Ծածկագծի ցուցիչը կարմիր, կանաչ կամ այլ լազերային ճառագայթման նեղ կենտրոնացված տեսանելի ճառագայթ է: Որոշ տախոմետրեր հագեցված են տարագույն երկու ցուցիչով:

Պայմանները ստուգելու համար դիտախոդովակի ցանցաթելերը զգուշորեն ուղղվում են 30-50 մ հեռավորության վրա գտնվող մի կետի (պատի վրա), և միացվում է ծածկագծման ցուցիչը: Եթե ցուցիչի ճառագայթի կետը համընկնում է դիտախոդովակի կետի պատկերին, պայմանը կատարված է: Հակառակ դեպքում ցուցիչը կարգաբերվում է գործիքի շահագործման հրահանգներին համապատասխան:

Էլեկտրոնային տախտմետրով կայանում չափումներ կատարելու համար գործիքը տեղադրվում է կետի մոտ և բերվում աշխատանքային վիճակի: Տախտմետրը տեղադրվում է եռոտանու վրա, ամրացվում պտուտակով, կենտրոնացվում և հարթության է բերվում ավանդական մեթոդներով: Չափվում է գործիքի բարձրության ուղղահայաց հեռավորությունը կետի կենտրոնից մինչև գործիքի բարձրության նշագիծը: Չափումը կատարվում է միլիմետրի ճշտությամբ՝ օգտագործելով միլիմետրային բաժանումներով քաշովի նշաձող: Այն իջեցվում է եռոտանու հենակի անցքով (նախապես հանելով տախտմետրը), մինչև հավի հիմնակետի կենտրոնին, չափվում է հենակի վերին մասի բարձրությունը, և դրան ավելացվում է գործիքի ստանդարտ բարձրությունը:

Պոլիգոնմետրիական ընթացքներ կառուցելիս աշխատանքներն իրականացվում են եռոտանի համակարգով: Աշխատանքը ներառում է երեք կամ ավելի եռոտանի՝ միասնական պատվանդաններով, այսինքն՝ գործիքի ու անդրադարձիչների համար հարմարեցված պատվանդաններ: Եռոտանիների վրա տեղադրված պատվանդանները նախօրոք կենտրոնացվում են հիմնակետերի վրա և հարթության են բերում հագեցված օպտիկական կենտրոնադիրների օգնությամբ (lotapparat): Բացի դրանից՝ պետք է չափվի պատվանդանի բարձրությունը, իսկ անդրադարձիչը տեղադրելուց հետո՝ նաև պրիզմայի բարձրությունը: Անդրադարձիչի (պրիզմայի) բարձրության մասին տեղեկատվությունը պետք է փոխանցվի կայան գրանցման համար:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի հետ աշխատելու մեթոդները նույնն են մոդելների մեծ մասի համար, և տարբերությունները կարող են վերաբերել միայն տեղեկատվության մուտքագրման կարգին, հիմնական գործառնություններին, ծրագրային ապահովման հնարավորություններին և այլն: Հետևաբար չափման ընթացակարգը ներկայացված է ստորև սխեմատիկորեն, առանց որևէ կոնկրետ էլեկտրոնային տախտմետրի մոդելի հղումների:

Գործիքը հիմնակետի վրա տեղադրվելուց ու աշխատանքային դիրքի բերելուց հետո միացվում է: Ինքնակարգավորվող ռեժիմում կատարվում է ինքնաախտորոշում, և անհրաժեշտության դեպքում պետք է ուղղել գործիքի պտտման առանցքի ուղղահայացությունը՝ լիցքավորելով մարտկոցները:

Առաջին կարևոր քայլը անդրադարձիչների հաստատումը (ուղղման հաստատումը) մուտքագրելն է, որը, իհարկե, պետք է լրակազմում ունենա միանման երկրաչափություն:

Հաջորդ կարևոր քայլը մթնոլորտի վիճակի մասին տեղեկատվության մուտքագրումն է: Կախված օգտագործվող գործիքի մոդելից՝ այստեղ կարող են լինել տարբերակներ:

Մթնոլորտային ուղղումը կարող է մուտքագրվել միայն բարձր ճշտության չափումների համար, այլ դեպքերում այն ենթադրվում է որպես զրո, իսկ ջերմաստիճանն ու ճնշումը ստանդարտ են: Կան գործիքներ՝ ներկառուցված ջերմաստիճանի ու ճնշման տվիչներով, և դրանց համար բավական է մթնոլորտային գործոնների հաշվառումն անցնել ինքնակարգավորվող ռեժիմի: Բայց որոշ գործիքների համար ջերմաստիճանի ու ճնշման արժեքները պետք է մուտքագրվեն (խոնավության տատանումները քիչ ազդեցություն ունեն լույսի ալիքի տարածման արագության վրա): Հասկանալի է, որ այդ նպատակների համար անհրաժեշտ է ունենալ ջերմաստիճանի ու ճնշման չափման գործիքներ, պարաստիկ ջերմաչափ ու աներոիդ բարոմետր: Իհարկե, կարելի է օգտագործել տեղական հիդրոոդերնութաբանական կենտրոնների տեղեկատվությունը, բայց անհրաժեշտ է հստակորեն հասկանալ, թե չափված հեռավորությունների ինչ սխալները կարող են հանգեցնել մթնոլորտային պարամետրերի արժեքների անճշտությունների:

Այսպիսով՝ օդի ջերմաստիճանի արժեքի ոչ ճշգրիտ նշումը 1°C չափված գծի երկայնքով կամ 1 մմ սնդիկի ճնշումը կհանգեցնի չափված հեռավորության վրա $1 \cdot 10^{-6}$ չափված հեռավորության սխալի: Այլ կերպ ասած՝ 1 կմ երկարությամբ պոլիգոնոմետրիական կողմի համար սխալը մթնոլորտային ոչ ճիշտ պարամետրերից յուրաքանչյուրի համար կկազմի 1 մմ: Հասկանալի է, որ հնարավոր չէ այդքան ճշգրիտ իմանալ ընթացքի երկայնքով ջերմաստիճանն ու օդի ճնշումը, բայց պարզ է նաև, որ մթնոլորտային գործոնների հետևանքով առաջացած սխալները համարժեք են ժամանակակից էլեկտրոնային տախտոմետրերով հեռավորությունների չափման ճշտությանը: Ուստի էլեկտրոնային հեռաչափներով հեռավորությունների բարձր ճշտության չափումների դեպքում մթնոլորտի պարամետրերը պետք է միանգամայն ճիշտ հաշվի առնել:

Հիմնակետում աշխատելու հաջորդ քայլը կայանի տվյալները գործիքի հիշողության մեջ մուտքագրելն է, դրանք են.

- կայանի անվանումը կամ կոդը,
- գործիքի բարձրությունը,
- ամսաթիվ, ժամ,
- եղանակ (պարզ, ամպամած և այլն),

- քամի (թեթև, չափավոր և այլն),
- ջերմաստիճանի, ճնշման, մթնոլորտի ուղղում,
- օպերատոր:

Անկյուններն ու հեռավորությունները, որպես կանոն, չափվում են տարբեր ֆայլերում, և դրանց չափումների հերթականությունը սկզբունքային չէ: Այնուամենայնիվ, պետք է հաշվի առնել, որ անկյան չափումն ավելի նուրբ գործընթաց է, քան հեռավորության չափումը: Անկյունները չափվում են մի քանի նվազով (6 կամ նույնիսկ 8 նվազով), մինչդեռ հեռավորությունները չափելիս դրանք սահմանափակվում են երկուսով կամ երեքով:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքներում սովորաբար չափվում են ձախ անկյունները: Չափումները սկսվում են կողմնորոշման սկզբնակետի (հետևի կետի) դիտարկմամբ: Ուղղիչ պտուտակներով դիտախողովակի ու ալիդադի ցանցաթելերի կենտրոնը ուղղվում է հիմնակետին տեղադրված դիտարկման նշանի կամ անդրադարձչի կենտրոնին:

Մենյուից ընտրում ենք «Չափումներ» և մտնում «Անկյուններ» էջ: Հետևի կետի վրա հորիզոնական շրջանի հաշվեցույցը բերվում է հավասար զրոյի: Այս դիրքը պետք է ամրագրվի և մտապահվի:

Հեռավորությունը դեպի հետևի հիմնակետ չափելու համար մուտքագրվում է «Հեռավորություններ» էջը, և սեղմվում է «Չափումներ» կոճակը: Էկրանին ցուցադրվում է.

- թեք հեռավորությունը,
- այդ հեռավորության հորիզոնական պրոյեկցիան,
- գծի թեքության անկյունը կամ գենիթային հեռավորությունը,
- հորիզոնական շրջանի հաշվեցույցը:

Մտնելով համապատասխան էջ՝ ֆայլը խմբագրվում է, այսինքն՝ մուտքագրվում է այն հիմնակետի համարը (անունը կամ կոդը), որի վրա կատարվում են դիտարկումներ, մուտքագրվում է դիտարկվող կետի (անդրադարձչի) բարձրությունը: Բոլոր տվյալները պետք է գրանցվեն և մտապահվեն: Այնուհետև դիտում են ընթացքի առաջին կետը, չափում են հեռավորությունը, կարդում են հաշվեցույցները (հորիզոնական շրջանով), խմբագրում (մուտքագրում են կետի անունը, դիտման բարձրությունը) և մտապահում:

Հորիզոնական անկյունը ավելի հեշտ է չափել «նվազներ» ռեժիմում: Մտնելով այդ էջը՝ դիտակը ուղղում են սկզբնական ուղղությանը և վերականգնում են հորիզոնական շրջանի զրոյական հաշվեցույցը, ամրացնում են այդ դիրքը՝ «Այո», դիտակը ուղղվում է առջևի կետին՝ «Այո»: Վերադարձնում էք սկզբնական ուղղության՝ «Այո», այնուհետև՝ կրկին դեպի առջևի կետը: Կրկնությունների քանակը կախված է ստեղծվող ցանցի դասից: Արդյունքում էկրանին ցուցադրվում է նվազի միջին անկյունը:

Եռոտանի համակարգում աշխատելիս՝ կայանում չափումները կատարելուց հետո, տախտմետրը զգուշորեն հանվում է պատվանդանից, և դրա փոխարեն տեղադրվում է անդրադարձիչը: Տախտմետրը տեղափոխվում է այն կետը, որը նշված է որպես առջև, իսկ անդրադարձիչը դրանից հետո տեղափոխվում է հաջորդ կետ, և բոլոր գործողությունները կրկնվում են:

Եթե պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կառուցումն ուղեկցվում է տախտմետրական հանութագրությամբ, ապա այն կատարվում է բևեռային եղանակով «Հանությ» ռեժիմում: Մուտքագրվում են կայանի տվյալները, նշաձողերի վրա պրիզմաները տեղադրվում են գործիքի բարձրության չափով, մուտքագրվում են հանութագրվող նշակետերի համարներն ու բնութագրերը, գծվում են ուրվագծեր (հատումներ) և գրանցվում հանութագրության տվյալները (բևեռային կոորդինատները):

5.8. Պոլիգոնոմետրիական ցանցի հավասարեցումը մեկ հանգուցային կետով

Նախագիծը մշակվում է 1:10000 կամ 1:5000 մասշտաբով տեղագրական քարտեզի վրա՝ ներառելով գրաֆիկական, տեքստային ու հաշվարկային մասեր:

Գրաֆիկական մասը համապատասխան մասշտաբի տեղագրական քարտեզի մի հատված է, որը ցուցադրում է շինհրապարակը (կառույցների խումբ): Նախագծման նպատակն է շինհրապարակը ապահովել պլանաբարձունքային ցանցի հիմնակետերով:

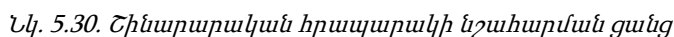
Նշահարման ցանցը երեք պոլիգոնոմետրիական ընթացքներից բաղկացած համակարգ է, որոնք տեղադրված են քաղաքի մայրուղիների երկայնքով և ձևավորում են հանգուցային M կետ (Նկ. 5.30):

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքներից յուրաքանչյուրը հենված է արբանյակային դիտարկումներից ստացված հայտնի կոորդինատներով ելակետերի վրա.

$$\text{Հիմնակետ } A \quad X_A = 70989.36 \text{ մ } \quad U_A = 7311.96 \text{ մ:}$$

$$\text{Հիմնակետ } B \quad X_B = 70732.02 \text{ մ } \quad SW = 8074.97 \text{ մ:}$$

$$\text{Հիմնակետ } C \quad X_{AC} = 71244.28 \text{ մ } \quad SS = 8476.17 \text{ մ:}$$



նւդդություն CoC կամ $\alpha_C = 270^\circ 36' 36''$:

288

վասարվում են՝ դրանք դիտարկելով որպես բաց ընթացքներ՝ հիմնված կոշտ հիմնակետերի վրա:

Աղյուսակ 5.6.

Ելակետային տվյալները

Հիմնակետեր	Կողմերի երկարությունը (մ)	Անկյունների արժեքները	Անկյունները
A		221°40'46"	β_1
	216,32		
D		125 17 58	β_2
	186,27		
M		207 32 14	β_3
B		172 16 12	β_4
	247,11		
E		157 43 48	β_5
	252,50		
M		45 56 30	β_6
	318,84		
N		146 12 48	β_9
	283,92		
K		198 48 01	β_8
	263,92		
C		196 24 30	β_7

Որպես օրինակ Աղյուսակ 5.6-ը ցույց է տալիս միայն թիվ 1 ընթացքի հաշվարկման կարգը:

1-ին ու 2-րդ սյունակներում հիմնակետերի անվանումներն ու չափված β հորիզոնական անկյունները ելակետերից մինչև M հանգուցային հիմնակետի ընթացքի աջակողմյան անկյուններն են: Յուրաքանչյուր ընթացքի համար հաշվարկվում է աջակողմյան անկյունների գումարը:

Հանգուցային կետում վերցվում է MN հանգուցային գիծը, որի համար դիրեկցիոն անկյունները հաշվարկվում են $\alpha_A, \alpha_B, \alpha_C$ սկզբնական դիրեկցիոն անկյուններից յուրաքանչյուր ընթացքի համար, MN հանգուցային գծի համար՝ $\alpha_A, \alpha_B, \alpha_C$ ընթացքներից յուրաքանչյուրի համար: Ստացվում են հետևյալ դիրեկցիոն անկյունների արժեքները.

$$\begin{aligned}\alpha_{MN_1} &= \alpha_A + n_1 \cdot 180^\circ - \sum \beta_1 = 89^\circ 10' 50'', \\ \alpha_{MN_2} &= \alpha_B + n_2 \cdot 180^\circ - \sum \beta_2 = 89^\circ 11' 12'', \\ \alpha_{MN_3} &= \alpha_C + n_3 \cdot 180^\circ - \sum \beta_3 = 89^\circ 11' 17'':\end{aligned}$$

Այստեղ n -ը ընթացքի անկյունների թիվն է: Որպես կշիռ վերցնելով n -ի հա-
կադարձ մեծությունը՝ հաշվարկվում են կշիռները յուրաքանչյուր n ընթացքի

համար ու MN կողմի դիրեկցիոն անկյան $p_i = \frac{1}{n_i}$ հավանական արժեքը ոչ հավասարաճիշտ արդյունքներից.

$$\alpha_{MN} = \frac{\alpha_{MN_1}p_1 + \alpha_{MN_2}p_2 + \alpha_{MN_3}p_3}{p_1 + p_2 + p_3} = 89^\circ 11' 06'':$$

Դիրեկցիոն անկյան ստացված արժեքը վերցվում է որպես կոշտ արժեք, և յուրաքանչյուր ընթացքի համար հաշվարկվում են անկյունային անկապքները: Այսպիսով՝ AM ընթացքի համար մենք կունենանք.

$$f_{AM} = \alpha_{MN_1} - \alpha_{MN} = 89^\circ 10' 50'' - 89^\circ 11' 06'' = -16'':$$

Անկյուններից ստացված անկապքները հավասարապես բաշխվում են մնացորդի նույն նշանով ընթացքի յուրաքանչյուր չափված անկյան համար: Աղյուսակ 5.7-ի 3-րդ սյունակում մուտքագրվում են ուղղված անկյունները, 7-րդ ու 8-րդ ստնյակներում՝ կոորդինատային աճերն ու յուրաքանչյուր ընթացքի համար աճերի գումարները:

Հստ A, B, C կետերի սկզբնական կոորդինատների ու ընթացքների անկապքների գումարների՝ հաշվարկվում են M հանգուցային կետի կոորդինատները: Առաջին ընթացքի համար ստանում ենք.

$$x_{M_1} = x_A + \sum \Delta x_{AM} = 70989,36 + 17,74 = 71007,10,$$

$$y_{M_1} = y_A + \sum \Delta y_{AM} = 7311,95 + 357,41 = 7669,36:$$

Յուրաքանչյուր ընթացքի համար M կետի կոորդինատները հաշվարկելով՝ որոշվում է միջին կշռայինը: Ընթացքի կշիռն ընդունվում է որպես ընթացքի հետադարձ երկարությունը, այսինքն՝

$$p_i = \frac{k}{L_i}:$$

Աղյուսակ 5.7.

Կոորդինատների հաշվարկման տեղեկագիր

Հ/հ	Անկյունները		Դիրեկցիոն անկյունները	Ռումբերը	Գծերի երկար.	Հաշվարկված աճերը		Ուղղված աճերը		Կոորդինատները	
	Չափված	Ուղղված				Δx	Δy	Δx	Δy	x	y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A _o											
	-6"		103°41'48"								
A	221°40'46"	221°40'40"				- 10	- 02			70989,36	7311,95
	-5"		62 01 08	CB: 62°01'08"	216,32	+101,49	+191,03	101,39	191,01		
D	125°17'58"	125°17'53"				- 10	- 02			71090,75	7502,96
	-5"		116 43 15	IOB: 63°16'45"	186,27	-83,75	+166,38	-83,85	+166,36		
M	207°32'14"	207°32'09"								71006,90	7669,32
	554°30'58"	554°30'42"		Σ	402,59	+17,74	+357,41				
α _{MN}	89°10'50"	f ₁ = -16"	89°11'06"			f _x = +0,20	f _y = +0,04				

Հաշվարկների հարմարության համար այստեղ k գործակիցը կարող է հավասար լինել 2000-ի: hH_1 Այսպիսով՝ առաջին ընթացքի համար մենք ստանում ենք $phH_1 = \frac{2000}{402} \approx 5$:

Հիմք ընդունելով գծերի երկարություններն (6 սյունակ) ու ռումբերը՝ հաշվարկվում են կոորդինատների աճերը:

Յուրաքանչյուր ընթացքի կշիռները գտնելով՝ հաշվարկվում է M հանգուցային կետի կոորդինատների միջին կշռային արժեքը.

$$x_M = 71006 + \frac{1,10p_1 + 0,95p_2 + 0,70p_3}{p_1 + p_2 + p_3} = 71006,90,$$

$$y_M = 7669 + \frac{0,36p_1 + 0,12p_2 + 0,85p_3}{p_1 + p_2 + p_3} = 7669,32:$$

M կետի ստացված ամենահավանական կոորդինատները ընդունելով որպես կոշտ՝ անկապքները հաշվարկվում են կոորդինատային աճերով յուրաքանչյուր ընթացքի համար: Այսպիսով՝ առաջին ընթացքի համար ստանում ենք $f_{x_1} = 71007,10 - 71006,90 = +0,20$, $f_{y_1} = 7669,36 - 7669,32 = +0,04$ անկապքները:

Ընթացքներում ստացված անկապքները հակառակ նշանով համամասնորեն բաշխվում են գծերի երկարություններին: Կոորդինատների ուղղված աճերը գրանցվում են 9-րդ ու 10-րդ սյունակներում: Այնուհետև հաշվարկվում են բոլոր հիմնակետերի կոորդինատները: Սրանով ավարտվում է մեկ հանգուցային կետով պոլիգոնոմետրիական ընթացքների հաշվարկը: Նույն կերպ ճշտվում և մշակվում են մեկ հանգուցային կետով նիվելիրացման ընթացքները:

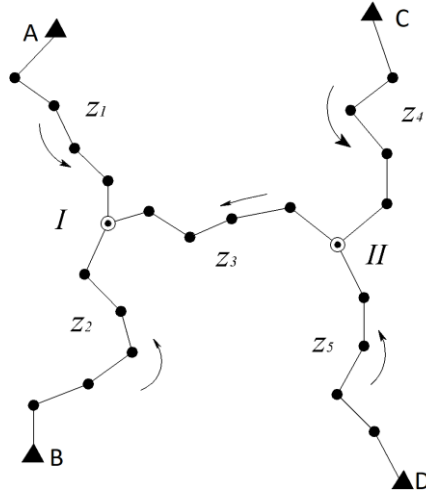
Աշխատանքի տեքստային մասը կազմում են աշխատանքային տարածքի նկարագրությունն ու նյութերի մշակման բացատրագրերը:

5.9. Պոլիգոնոմետրիական ցանցի նախագծի գնահատման օրինակ

Նախագծերի գնահատման համար ամենապարզ մեթոդը հաջորդական մոտարկումների մեթոդն է, որի իրականացումը դիտարկենք Նկար 5.31-ում տրված ցանցի գնահատման օրինակով:

A , B , C , D ելային հիմնակետեր են, որոնց կոորդինատների որոշման սխալը ընդունում ենք զրոյին հավասար:

Z_1 , Z_2 , Z_3 ընթացքների համար A , B ու II կետերը կլինեն ելային, իսկ Z_3 , Z_4 , Z_5 ընթացքների համար՝ C , D ու I ելակետերը:



Նկ. 5.31. Պոլիգոնոմետրիական ցանցի նախագծման սխեմա

Մոտավորապես հավասար կողմերով պոլիգոնոմետրիական ընթացքների վերջնակետի դիրքում ակնկալվող ՄՔՄ-ն, որը հիմնված է երկու ելակետերի ու դիրեկցիոն անկյունների վրա, անկյունների նախնական ուղղման համար կարող ենք հաշվարկվել հետևյալ բանաձևերով.
ձգված ընթացքների համար՝

$$M^2 = [m_s^2] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12}, \quad (5.69)$$

կորագիծ ընթացքների համար՝

$$M^2 = [m_s^2] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{0i}^2], \quad (5.70)$$

որում m_s -ը լուսահեռաչափով կամ էլեկտրոնային տախոմետրով ընթացքի կողմը չափելու ՄՔՄ-ն է, n -ը՝ ընթացքի կողմերի թիվը, m_β -ն՝ անկյունների չափման ՄՔՄ-ն, $L \approx [S]$ -ն՝ սկզբնական ու վերջնական ելակետերի միջև եղած երկարությունը, որը մոտավորապես հավասար է ձգված ընթացքի երկարությանը, D_{0i} -ը ծանրության կենտրոնից մինչև ընթացքի i -րդ գագաթն ընկած հեռավորությունն է, $[]$ -ն՝ Գաուսի գումարը:

Ընթացքը ձգված է, եթե առանձին կողմերի դիրեկցիոն անկյունները տարբերվում են փակվող անկյունից ոչ ավելի, քան 20° , իսկ ընթացքի առանձին կետերը շեղվում են փակող կողմից ոչ ավելի, քան դրա երկարության $1/10$ մասով:

Եթե M -ի արժեքը հաշվարկվում է ըստ (5.69) բանաձևի, ինչպես նաև կորագիծ ընթացքի համար, ապա վերջնական կետի սխալը մի փոքր ավելի մեծ կլինի, քան ըստ (5.70) բանաձևի: Այս հանգամանքը հիմք է տալիս կիրառելու

(5.69) բանաձևը թե՛ ձգված, թե՛ կորագիծ ընթացքների համար՝ ստեղծելով ճշտության աստիճանի որոշակի սահման:

Նկար 5.31-ում տրված ընթացքների սխեմայի այլ պարամետրեր բերված են Աղյուսակ 5.8-ում:

Աղյուսակ 5.8.

Նախնական տվյալներ

Ընթացքի համարները	Ընթացքի գծերի քանակը	Ընթացքի երկարությունը կմ-ով
z_1	11	2,6
z_2	12	2,9
z_3	7	1,7
z_4	10	2,4
z_5	6	2,0

Ընթացքներում անկյունային ու գծային չափումները կատարվել են էլեկտրոնային տախտմետրով (համապատասխանաբար $m_\beta = 5''$, $m_s = 10$ մմ):

Ընթացքների սպասվող միջին քառակուսային սխալները հաշվարկված են 5.69 բանաձևով և ներկայացված են Աղյուսակ 5.9-ում:

Աղյուսակ 5.9.

Ընթացքների միջին քառակուսային սխալների հաշվարկը

Ընթացքի համարը	$t^2 = m_s^2 \cdot n$	$u^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [S]^2 \frac{n+3}{12}$	M^2	M	$\frac{M}{[S]}$
z_1	1100	4634	5734	76	1:34000
z_2	1200	6177	7377	86	1:34000
z_3	700	1415	2115	46	1:37000
z_4	1000	3667	4667	68	1:35000
z_5	600	1762	2362	49	1:41000

z_1 , z_2 , z_3 ընթացքներով I հանգուցային կետի դիրքը որոշելու կշիռները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$p_1 = \frac{C}{M_{z_1}^2}, \quad p_2 = \frac{C}{M_{z_2}^2}, \quad p_3 = \frac{C}{M_{z_3}^2}:$$

Ընդունենք $C=100000$: Այնուհետև Աղյուսակից 5.9-ից օգտագործելով M^2 արժեքները՝ կստանանք՝ $p_1=17$, $p_2=14$, $p_3=47$: I հանգուցի դիրքի կշիռը կլինի $P_1 = p_1 + p_2 + p_3 = 78$, իսկ կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կորոշվի հետևյալ բանաձևով.

$$(M_I^2)_1 \text{ մոտարկ} = \frac{C}{P} = \frac{100000}{78} = 1282, \quad \text{կամ} \quad (M_I)_1 \text{ մոտարկ} = 36 \text{ մմ}:$$

Նմանապես երկրորդ հանգուցային կետի համար կստանանք $p_3 = 47$, $p_4 = 21$, $p_5 = 43$, $(M_{II})_1 \text{ մոտարկ} = 30$ մմ:

Երկրորդ մոտարկմամբ I ու II հանգուցային կետերի ՄՔՄ-ները պետք է հաշվի առնվեն որպես սկզբնական տվյալների սխալներ: Այնուհետև առաջին

հանգուցային կետի համար ստանում են $M_{z1}= 76$ մմ; $M_{z2}= 86$ մմ, բայց $M_{z3} = \sqrt{46^2 + 30^2} = 55$ մմ:

Աղյուսակ 5.10.

Առաջին մոտարկում

Ընթացքի համարը	1 մոտարկում (կետ 1)					
	M_z	$M_{ել}$	M_z^2	$M_{ել}^2$	$M_{ընդ}^2$	p
z1	76	0	5776	0	5776	17
z2	86	0	7396	0	7396	14
z3	46	0	2116	0	2116	47
	$M_1= 36$					$\sum p = 78$

Աղյուսակ 5.11.

Երկրորդ մոտարկում

Ընթացքի համարը	2 մոտարկում (կետ 1)					
	M_z	$M_{ել}$	M_z^2	$M_{ել}^2$	$M_{ընդ}^2$	p
z1	76	0	5776	0	5776	17
z2	86	0	7396	0	7396	14
z3	46	30	2116	900	3016	33
	$M_1= 40$					64

Հանգուցային երկրորդ կետի համար երկրորդ մոտարկմամբ ստացել ենք $(M_{II})_2$ մոտարկ = 33 մմ:

Աղյուսակ 5.12.

Երրորդ մոտարկում

Ընթացքի համարը	3 մոտարկում (կետ 1)					
	M_z	$M_{ել}$	M_z^2	$M_{ել}^2$	$M_{ընդ}^2$	p
z1	76	0	5776	0	5776	17
z2	86	0	7396	0	7396	14
z3	46	33	2116	1089	3205	31
	$M_1= 40$					62

Քանի որ երրորդ մոտարկմամբ առաջին հանգուցային կետի ՄՔՄ-ն համընկել է երկրորդ մոտարկման արդյունքին, դրա համար հաշվարկները համարվում են ավարտված: Նմանատիպ հաշվարկներ են կատարվում երկրորդ հանգուցային կետի համար:

Առանձին ընթացքների սպասվող հարաբերական սխալը կարելի է հաշվարկել հետևյալ բանաձևով՝

$$\frac{M_{ընդ}}{L} = \frac{\sqrt{M_{ել}^2 + M_z^2}}{L},$$

որում՝

$$M_{\text{ել}} = \sqrt{\frac{M_0^2 + M_{\text{լ}}^2}{2}}.$$

Այստեղ M_0 -ն ու $M_{\text{լ}}$ -ն համապատասխանաբար ընթացքի սկզբնական ու վերջնական կետերի սպասվող սխալներն են:

5.10. Պոլիգոնոմետրիական պատի նշաններին կապակցման ճշտության գնահատում

Պոլիգոնոմետրիական պատի նշաններին կապակցելու հարցերը դիտարկվել են մի փոքր ավելի վաղ: Այստեղ մենք կփորձենք կապակցման մեթոդներից մեկով գնահատել ճշտությունը:

Քաղաքների տարածքում հիմնային ինժեներագեոդեզիական ցանցերը մեծ մասամբ արբանյակային որոշումների կամ պոլիգոնոմետրիական կառուցվածքների հիմնակետեր են: Այս բոլոր հիմնակետերն անհրաժեշտ են քաղաքային բնակավայրերի վերակառուցման, նոր քաղաքային թաղամասերի կառուցման, վերգետնյա ու ստորգետնյա տրանսպորտային նոր մայրուղիների ուղեգծման, ինժեներական հաղորդակցությունների, շինարարական աշխատանքների իրականացման և ինժեներական այլ տեսակի խնդիրների լուծման համար:

Զբնակեցված, գյուղական ու սակավաբնակ տարածքներում ԱԳՑ, ՊԳՑ կամ պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերը տեղադրվում են ստորգետնյա կենտրոններով՝ երկաթբետոնե հենարանների տեսքով, որոնց հիմքը թաղված է հողի սառեցման մակերևույթից ցածր, ինչը ապահովում է դրանց կայունությունը սեզոնային ջերմաստիճանի տատանումների ժամանակ: Քաղաքի փողոցների երթևեկելի հատվածներին ու մայրերին քաղաքային ծառայությունների արտադրական ու տնտեսական գործունեության արդյունքում հաճախ վնասվում կամ ոչնչացվում են ստորգետնյա ու վերգետնյա գեոդեզիական նշանները: Այդ իսկ պատճառով, ինչպես նաև «բաց հորիզոնով» տեղամասերում արբանյակային դիտարկումներ իրականացնելու անհրաժեշտությունից ելնելով՝ շենքերի տանիքներին տեղադրվում են ԱԳՑ, ՊԳՑ հիմնակետեր, իսկ շենքերի ու շինությունների պատերին՝ պոլիգոնոմետրիական հիմնակետեր:

Ժամանակակից քաղաքի փողոցներում գործում է ստորգետնյա ինժեներական հաղորդակցությունների համալիր ցանց, որոնք պարբերաբար բացվում, հետազոտվում, վերանորոգվում են, հնացած տարրերը փոխարինվում, նոր գծեր են անցկացվում և այլն: Միևնույն ժամանակ խախտվում են ճանա-

պարհի վերին շերտի կառուցվածքը, մայթերը, տեղափոխվում են նաև կանաչ տնկիները: Շինարարության տարածքում եղած վերգետնյա նշանները վնասվում, քանդվում, ծածկվում են բետոնով կամ ասֆալտով, ձևափոխվում և փոփոխվում է դրանց կառուցման սկզբնական դիրքը:

Գետդեզիական հիմնավորման հիմնակետերի երկարաժամկետ պահպանման անհրաժեշտությունն առաջացնում է պահանջներ՝ դրանք չափումների համար հուսալի ու հարմար տեղեր տեղադրելու համար:

Հասկանալի է, որ շենքերի տանիքների գետդեզիական հիմնակետերը նույնքան երկարադիմացկուն են, որքան բուն շենքի կյանքը, սակայն այդ նշաններն անհարմար են կապեր ստեղծելու, դիրեկցիոն անկյուններն ու կոորդինատները կապակցելու համար: Բացի դրանից՝ շենքերի տանիքների ԱԳՑ հիմնակետերը ենթարկվում են աղավաղման տանիքի մակերեսից արտացոլված արբանյակային ռադիոազդանշանի բազմազանության պատճառով: Հետևաբար փորձում են ԱԳՑ հիմնակետերը տեղադրել բաց տարածություններում՝ հրապարակներում, զբոսայգիներում, կառուցապատումից զերծ տարածքներում և այլն: Եվ միայն այն դեպքում, եթե անհնարին են վերգետնյա մակերևույթի վրա ԱԳՑ հիմնակետ տեղադրելու բոլոր հնարավորությունները, դրանք տեղադրվում են շինությունների տանիքի վրա:

Իրավիճակն այլ է պոլիգոնոմետրիական պատի նշանների դեպքում: Դրանք դիմացկուն են, ինչպես շենքը, որի պատերին տեղադրված են նշանները: Կոորդինատները փոխանցվում են այդ նշաններին: Դրանք կարող են կապակցվել: Դրանք կարող են լինել միայնակ, կրկնակի ու եռակի, ծածկագծավերականգնողական, գծային-վերականգնողական և այլն: Պոլիգոնոմետրիայի ընթացքները պատի նշաններին կապակցելու սխեմաները դիտարկվել են «Պոլիգոնոմետրիա» բաժնում:

Նկար 5.32-ում, P_1, P_2, P_3 - պոլիգոնոմետրիական ընթացքի աշխատանքային կետերի կենտրոնների A, B, C - պոլիգոնոմետրիական պատի նշաններ են: Աշխատանքային կենտրոններից $P_1, P_2...$ պատի նշաններին կապակցելու նպատակով չափվում են $l_1, l_2...$ գծերն ու $\omega_1, \omega_2...$ հորիզոնական անկյունները:

Նկարից երևում է, որ P_1, P_2 պոլիգոնոմետրիայի կողմի դիրեկցիոն անկյունը կարելի է որոշել՝ գտնելով γ անկյունը, որը ձևավորվում է ընթացքի կողմով և AB պատի նշանների գծով, այլ կերպ ասած՝

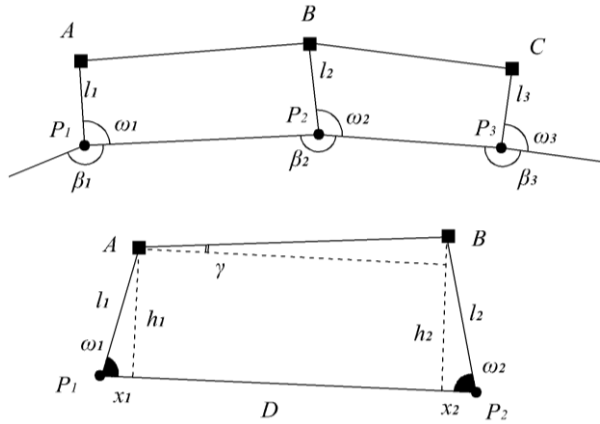
$$\alpha_{(P_1P_2)} = \alpha_{AB} + \gamma: \quad (5.71)$$

γ անկյունը կարող ենք գտնել հետևյալ հաշվարկներով՝

$$tg\gamma = \frac{h_2 - h_1}{D - (x_1 + x_2)} = \frac{h_2 - h_1}{D - l_1 \cos \omega_1 - l_2 \cos \omega_2}, \quad (5.72)$$

որում D -ն ընթացքի աշխատանքային կենտրոնների միջև հեռավորությունն է, իսկ h բարձրությունները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$h_1 = l_1 \cdot \sin \omega_1, \quad h_2 = l_2 \cdot \sin \omega_2: \quad (5.73)$$



Նկ. 5.32. Պոլիգոնոմետրիայի կապակցումը պատի նշաններին

Վերջին երկու հավասարումները հիմնականում լուծում են առաջադրված խնդիրը: Այժմ գնահատենք պոլիգոնոմետրիայի աշխատանքային կենտրոններից դիրեկցիոն անկյան փոխանցումը պատի նշաններ կամ հակառակը, նշաններից աշխատանքային կենտրոններ փոխանցելու ճշտությունը: Հասկանալի է, որ դիրեկցիոն անկյան սխալը որոշվում է γ անկյան հաշվարկի սխալով:

Ինչպես երևում է Նկար 5.32-ից՝

$$\sin \gamma = \frac{h_2 - h_1}{AB},$$

կամ

$$s \sin \gamma = h_2 - h_1,$$

որում $s = AB$. h բարձրությունները, (5.73)-ից փոխարինելով իրենց արժեքներով, կստանանք՝

$$s \sin \gamma = l_2 \sin \omega_2 - l_1 \sin \omega_1:$$

Դիֆերենցելով այս բանաձևն ու ընդունելով s -ը հաստատունով՝

$$s \cos \gamma \frac{d\gamma}{\rho} = l_2 \cos \omega_2 \frac{d\omega_2}{\rho} + \sin \omega_2 dl_2 - l_1 \cos \omega_1 \frac{d\omega_1}{\rho} - \sin \omega_1 dl_1$$

Անցնելով միջին քառակուսային սխալներին՝ ստանում ենք՝

$$s^2 \cos^2 \gamma \frac{m_\gamma^2}{\rho^2} = l_2^2 \cos^2 \omega_2 \frac{m_{\omega_2}^2}{\rho^2} + \sin^2 \omega_2 m_{l_2}^2 + l_1^2 \cos^2 \omega_1 \frac{m_{\omega_1}^2}{\rho^2} + \sin^2 \omega_1 m_{l_1}^2$$

Ընդունենք՝

$$m_{\omega_1} = m_{\omega_2} = m_\omega;$$

$$m_{l_1} = m_{l_2} = m_l:$$

Այդ դեպքում կստանանք՝

$$s^2 \cos^2 \gamma \frac{m_\gamma^2}{\rho^2} = (l_2^2 \cos^2 \omega_2 + l_1^2 \cos^2 \omega_1) \frac{m_\omega^2}{\rho^2} + (\sin^2 \omega_2 + \sin^2 \omega_1) m_l^2 \quad (5.74)$$

Այս մեթոդի կիրառմամբ P_1 , P_2 աշխատանքային կենտրոններն ընտրվում են A ու B պոլիգոնոմետրիական նշանների դիմաց, ուստի ω անկյունները մոտ կլինեն 90° -ին: Այս դեպքում կարող էք ընդունել՝ $\sin \omega_1 = \sin \omega_2 = 1$: Եթե պայման դնենք, որ l_1 ու l_2 հատվածները մոտ են միմյանց, ապա γ անկյունը փոքր կլինի, իսկ $\cos \gamma$ -ն հավասար կլինի մեկի: Ասվածի հիման վրա (5.74) բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$m_\gamma^2 = \frac{m_\omega^2(x_1^2 + x_2^2)}{s^2} + \frac{m_l^2}{s^2} \rho^2: \quad (5.75)$$

Ընդունենք ընթացքի կողմի միջին երկարությունը $s = 250$ մ, կապակցման անկյան սխալը գնահատենք $20''$, 1 հատվածի m_l չափման սխալը ընդունենք 2 մմ, իսկ $x_1 = x_2 = 5$ մ, ապա.

$$m_\gamma^2 = \left(\frac{20}{250}\right)^2 50 + \left(\frac{2 \cdot 200000}{250000}\right)^2 = 2,9'',$$

կամ $m_\gamma = \pm 1,7''$:

(5.75) բանաձևից հետևում է, որ արդյունքի վրա ամենամեծ ազդեցությունն ունի 1 հատվածի չափման սխալը, ըստ որի՝ ավելի ճշգրիտ արդյունքներ ապահովելով՝ կարող ենք պոլիգոնոմետրիայի կողմերի երկարությունները մեծացնել մինչև 400 - 500 մ:

5.11. Պոլիգոնոմետրիայի գծային չափումների մշակման առանձնահատկությունները

Գծի թեքության ուղղում: Պոլիգոնոմետրիական 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի կողմերը չափվում են էլեկտրոնային տախոմետրերով: Այս դեպքում գործիքի ցուցասարքից կարելի է վերցնել ցուցանիշներ՝ համապատասխան թեք հեռավորությանը, նաև չափված գծի հորիզոնական պրոյեկցիան: Հորիզոնական պրոյեկցիաները կարող են ընդունվել հետագա մշակման համար, եթե գործիքի մեջ չափումներ կատարելուց առաջ մուտքագրվել են գործիքի i ու դիտման v բարձրությունը կամ անդրադարձչի բարձրությունը:

Գծի թեքության δ_h ուղղման բանաձևը, որն ապահովում է անհրաժեշտ ճշտություն 3-րդ, 4-րդ դասերի ու 1-ին կարգի ցանցերում ցանկացած s ու h գերազանցող հեռավորությունների համար, ունի հետևյալ տեսքը.

$$\delta_h = -\left(\frac{h^2}{2s} + \frac{h^4}{8s^3}\right): \quad (5.76)$$

Ուղղման բացարձակ արժեքը հանվում է չափված թեք հեռավորությունից:

h -ի տակ ընկալվում է գործիքի ու անդրադարձի բարձրությունների տարբերությունը ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթից վերև: h ստանալու համար պետք է օգտագործել կետերի կենտրոնների հավասարեցված նորմալ բարձրությունները՝ դրանց ավելացնելով կենտրոններից վերև գտնվող տախտմետրի ու անդրադարձի բարձրությունները: Էլիպսոիդի մակերևույթից վերև գտնվող կետի բարձրությունը (գեոդեզիական բարձրություն) քվադր-գեոիդի մակերևույթից նրա բարձրության ու էլիպսոիդի մակերևույթից քվադր-գեոիդի բարձրության գումարն է:

Գտնելով H_1 ու H_2 բարձրությունները, էլիպսոիդից վերևի թեք հեռավորության սկիզբն ու վերջը՝ հաշվարկվում է վերազանցումը՝ $h_{12} = H_1 - H_2$, հետո՝

$$H_m = \frac{1}{2} (H_1 + H_2): \quad (5.77)$$

Ռեֆերենց էլիպսոիդից վերև գտնվող գեոիդի բարձրությունները վերցված են գեոիդի բարձրությունների քարտեզից:

Հաշվարկենք (5.76) բանաձևի անդամների արժեքները $s = 10$ կմ ու $h = 500$ մ համար: Առաջին անդամի համար կունենանք $\delta_h^1 = 12,5$ մ, երկրորդ անդամի համար կստանանք $\delta_h^2 = 0,008$ մ: Եթե $s \leq 3$ կմ ու $h \leq 100$ մ, (5.76) բանաձևի երկրորդ անդամն այնքան փոքր է, որ հաշվի չի առնվում:

Հորիզոնին բերված հեռավորությունը հաշվարկվում է $D = s + \delta_h$ բանաձևով:

Հորիզոնական հեռավորության ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթին բերում: Հորիզոնական հեռավորությունը նախագծվում է ռեֆերենց էլիպսոիդի մակերևույթի վրա՝ կատարելով հաշվարկներ՝ ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$S_0 = D - \Delta S_1 + \Delta S_2: \quad (5.78)$$

Այս բանաձևում՝

$$\Delta S_1 = \frac{H_m}{2R} D \text{ և } \Delta S_2 = \frac{3H_1^2 + 3H_2^2 + 2H_1H_2}{8R^2} D$$

որում R -ը էլիպսոիդի նորմալ հատույթի կորության շառավիղն է և հաշվարկվում է (WGS-84) էլիպսոիդի a ու e պարամետրերով, ինչպես նաև պոլիգոնոմետրիական կողմի միջին լայնության ուղղությամբ.

$$R = a \left(1 - \frac{1}{2} e^2 \cos 2 B_m \right):$$

Գաուսի պրոյեկցիայում հեռավորություններ բերելը հարթության վրա: Գաուսի պրոյեկցիայում էլիպսոիդից մինչև հարթություն հեռավորությունները նվազեցնելու համար ուղղումներ են մտցվում (5.78) բանաձևով հաշվարկված հեռավորություններում, որոնք հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով.

$$\Delta S_{12} = \frac{y_m^2}{2R^2} S_0: \quad (5.79)$$

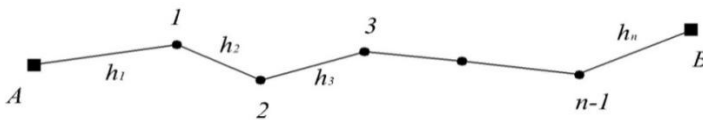
ΔS_{12} ուղղումները հաշվարկելու համար անհրաժեշտ է իմանալ գծի ծայրակետերի $y_m = \frac{(y_1 + y_2)}{2}$ կոորդինատները 0,1 կմ ճշտությամբ, իսկ աբսցիսայի սխալները չեն ազդում այս ուղղումը հաշվարկելու ճշտության վրա: Ուղղումը մուտքագրվում է պլյուս նշանով:

5.12. Պոլիգոնոմետրիայում վերազանցումների հաշվարկումն ու հավասարեցումը

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կողմերի թեք չափված հեռավորություններով ուղղակիորեն միացված կետերի միջև վերազանցումն եռանկյունաչափական նիվելիրացման եղանակով հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$h_{12} = s_{12} \cdot \sin(90^\circ - z_{12}) + \frac{1-k}{2R_0} s_{12}^2 + i - V, \quad (5.80)$$

որում h_{12} -ը վերազանցումն է 1-ին ու 2-րդ կետերի միջև, s_{12} -ը՝ այդ կետերի միջև չափված թեք հեռավորությունը՝ բերված հիմնակետերի կենտրոններին, z_{12} -ը՝ զենիթային հեռավորությունը, որը չափվում է 1-ից մինչև 2-րդ կետ, i -ն՝ գործիքի բարձրությունը 1 հիմնակետի կենտրոնից, V -ն՝ անդրադարձչի բարձրությունը 2 հիմնակետի կենտրոնից, k -ն երկրագնդի բեկման ինդեքսն է, որը վերցված է միջին լայնությունների համար, այն հավասար է 0,14, R -ը երկրագնդի սֆերայի կորության միջին շառավիղն է, որը բավարար ճշտությամբ կարելի է ընդունել 6370 կմ-ին հավասար, $\frac{1-k}{2R_0} s_{12}$ -ը Երկրի կորության ու բեկման ուղղումն է՝ հաշվի առնելով Երկրի բեկման ինդեքսի արժեքը, որը կարելի է ընդունել 0,43 $\frac{s_{12}}{R_0}$ -ին հավասար: Այս ուղղման արժեքը պետք է լինի ճիշտ նույնը ուղիղ ու հակադարձ վերազանցումների համար:



Նկ. 5.33. Պոլիգոնոմետրիական բարձունքային ընթացք

(5.80) բանաձևի համաձայն՝ վերազանցումները հաշվարկվում են 1 մմ ճշտությամբ, ինչպես գծի ուղիղ, այնպես էլ հակադարձ ուղղությամբ: 1 կմ-ից ավելի երկար կողմերի անհամապատասխանությունները կարող են հասնել զգալի արժեքների՝ մինչև 0,5 մ, երբ հատկապես պոլիգոնոմետրիայի կողմն անցնում է բլրային կամ լեռնային բարդ տեղանքով, որը պարունակում է ջրային կամ ճահճային տարածքներ, բուսականությամբ գերաճած տարածք-

ներ և այլն: Հետևաբար տեղանքի բեկման ինդեքսում ազդեցության տատանումները նվազեցնելու համար «ուղիղ» ու «հակադարձ» չափումները կատարվում են միաժամանակ երկու գործիքներով՝ 1-ին կամ 2-րդ հիմնակետերում՝ եռոտանիների վրա գործիքները կամ անդրադարձիչները հերթակապությամբ տեղափոխելով:

Դիցուք, A ու B ելակետերի միջև անցկացված պոլիգոնոմետրիական ընթացքում (Նկ. 5.33) չափվել են (հաշվարկվել են) $h_1, h_2 \dots h_n$ վերազանցումները հարակից հիմնակետերի միջև: Եթե A ու B հիմնակետերի H_A ու H_B բարձրությունները հայտնի են բավարար ճշտությամբ, և դրանք կարող են ընդունվել որպես ելային, ապա կարող է ըստ ավելորդ չափումների քանակի կազմել մեկ պայմանական հավասարում՝

$$\sum_1^n h + \sum_1^n v_h = H_B - H_A, \quad (5.81)$$

կամ՝

$$\sum_1^n v_h + \omega_h = 0, \quad (5.82)$$

որում՝

$$\omega_h = \sum_1^n h + H_A - H_B: \quad (5.83)$$

h_i վերազանցման կշիռը նշանակենք p_i -ով, իսկ դրա հակադարձ արժեքը՝ q_i -ով, այլ կերպ ասած՝ $q_i = \frac{1}{p_i}$: Այնուհետև ստանում ենք հետևյալ նորմալ կորլեկտի հավասարումը, որը համապատասխանում է (5.81) պայմանական հավասարմանը՝

$$k \sum_1^n q_i + \omega_h = 0:$$

Այստեղից գտնում ենք՝

$$k = -\frac{\omega_h}{\sum_1^n q_i}:$$

Ստացված արժեքը փոխարինելով չափված արժեքների ուղղումները հաշվարկելու նվազագույն քառակուսիների մեթոդից հայտնի բանաձևով՝ ստանում ենք.

$$v_{h_i} = -\frac{\omega_h}{\sum_1^n q_i} q_i: \quad (5.84)$$

(5.84) բանաձևը թույլ է տալիս հաշվարկել չափված վերազանցումների ուղղումները՝ առանց հավասարումներ կազմելու ու լուծելու: Դա անելու համար անհրաժեշտ է միայն իմանալ չափված վերազանցումների հակադարձ կշիռները:

Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի միջև վերազանցումները կարելի է գտնել եռանկյունաչափական եղանակով, ինչպես նաև երկրաչափական նիվելիրացմամբ, օրինակ՝ ինվարային լարերով կողմերը չափելիս: Հաշվի առնելով, որ պոլիգոնոմետրիական ընթացքները սովորաբար անցկացվում են ճանապարհների ու մայրուղիների երկայնքով՝ առանց զգալի թեքություննե-

րի, 1 կմ ճանապարհի վրա նիվելիրացման կայանների թիվը պետք է մոտավորապես հավասար լինի ամբողջ ընթացքին: Հետևաբար երկրաչափական նիվելիրացման համար պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի միջև վերազանցումների կշիռները կարելի է ընդունել հակադարձ համեմատական գծերի երկարություններին՝ $p_i = \frac{1}{l_i}$: Հետևաբար երկրաչափական նիվելիրացման համար $q_i = l_i$, որը նշանակում է՝

$$v_{h_i} = -\frac{\omega_h}{[l]} l_i: \quad (5.85)$$

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման դեպքում վերազանցումների կշիռները կարելի է գտնել չափված արժեքի ֆունկցիայի կշռի սխալների տեսության (5.85) բանաձևով: Դա հեշտ է տեսնել, որ $p_i = \frac{1}{l_i^2}$, հետևաբար $q_i = l_i^2$, ուստի եռանկյունաչափական նիվելիրացման համար կունենանք՝

$$v_{h_i} = -\frac{\omega_h}{\sum_1^n l_i^2} l_i^2: \quad (5.86)$$

ԳԼՈՒԽ 6

ԳԾԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՈՒՂԵԳԾԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

6.1. Ընդհանուր տեղեկություններ գծային կառույցների ուղեգծերի հետազոտության մասին

Գծային են կոչվում այն կառույցները, որոնք ունեն զգալի երկարություն իրենց առանցքներից մեկի երկայնքով և փոքր տարածություն են զբաղեցնում դրան ուղղահայաց ուղղությամբ: Նման կառույցները ներառում են բոլոր տեսակի ճանապարհներ ու երկաթուղիներ, ջրանցքներ ու խողովակաշարեր, օդային ու ստորգետնյա հաղորդակցության ու էլեկտրահաղորդման գծեր (էլեկտրագծեր) և այլն:

Գծային կառույցների ուսումնասիրություններն իրականացվում են բարդ եղանակով՝ ներառելով հետազոտության բոլոր հիմնական տեսակները՝ գեոդեզիական, երկրաբանական, բնապահպանական, հիդրոօդերևութաբանական, տնտեսական և այլն: Գծային կառույցների գեոդեզիական հիմնական խնդիրն ուղեգծի (трасса) օպտիմալ տարբերակ ընտրելն է: Ընդ որում՝ պետք է լուծվեն ոչ միայն զուտ տեխնիկական ու տնտեսական խնդիրները, այլև կանխատեսվեն բնական միջավայրի էկոլոգիական փոփոխությունները:

Գծային կառույցների ուղեգծերի ինժեներական հետազոտություններն ընկալվում են որպես ապագա շինարարության տարածքի բնական ու տնտեսական պայմանների համապարփակ ուսումնասիրություն: Ինժեներական հետազոտությունների արդյունքում ձեռք են բերվում նյութեր, որոնք անհրաժեշտ են նախագիծը տնտեսապես կենսունակ ու տեխնիկապես արդյունավետ լուծումների մշակման համար՝ հաշվի առնելով ռացիոնալ օգտագործումն ու շրջակա միջավայրի պահպանությունը: Հետազոտությունների հիման վրա մշակվում են նաև շինարարության ու շահագործման ազդեցության տակ բնական միջավայրի փոփոխությունների կանխատեսումներ:

Հետազոտական աշխատանքները նախորդում են նախագծային աշխատանքներին: Ինժեներական ու գեոդեզիական հետազոտությունները հասկացվում են որպես աշխատանքների մի շարք, որոնք ապահովում են տեղագրական ու գեոդեզիական նյութեր (տարբեր մասշտաբների հատակագծեր, պրոֆիլներ և այլն) գծային կառույցների նախագծման, կառուցման (կամ վերակառուցման) ու շահագործման համար:

Ինժեներագեոդեզիական հետազոտությունները տեղեկատվություն են տալիս տարածքի ռելիեֆի ու իրադրության մասին և հիմք են ոչ միայն նա-

խագծման, այլև այլ տեսակի հետազոտությունների ու հետախուզությունների համար:

Գծային կառույցների ուղեգծերի համար նախատեսված գեոդեզիական պլանաբարձունքային հիմքի նախագծերի նախագծման ու իրականացման ժամանակ հիմնային նորմատիվ տեխնիկական փաստաթղթերն են СНиП 11-02-96, ՀՀ ԿՀ 11-101-2026:

Ինժեներագեոդեզիական հետազոտությունների գործընթացում աշխատանքներ են տարվում՝ ստեղծելու գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցեր, որոնք հիմք են տարբեր մասշտաբների տեղագրական հանույթների համար: Պլանային հիմնային ցանցերը նախագծվում և կառուցվում են ապագա գծային կառույցների առանցքներով: Այդ ցանցերի հիման վրա կատարվում են գծային կառույցների ուղեգծում, կառուցում, երկրաբանական հորատանցքերի, երկրաֆիզիկական հետախուզական կետերի պլանաբարձունքին կապակցում ու բազմաթիվ այլ աշխատանքներ:

Նոր ուղեգծերի ու ճանապարհների հետազոտման գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային հիմքը, կառուցապատված տարածքներում մայր ջրանցքների ու կոլեկտորների խողովակաշարերի կառուցումն ու դաշտային ուղեգծումը իրականացվում են արբանյակային եղանակներով: Արբանյակային ցանցերի խտացումը կարող է իրականացվել ավանդական եղանակներով՝ գծային չափումներում $1/5000$ հարաբերական սխալով, $10''\sqrt{n}$ անկյունային չափումներում՝ $50\sqrt{L}$ (մմ) բարձունքային ընթացքների անկապքներով: Այստեղ n -ը ընթացքի անկյունների քանակն է, L -ը՝ ընթացքի երկարությունը կմ-ով:

Բլրաշատ ու լեռնային տեղանքում խողովակաշարերի, էլեկտրահաղորդման գծերի ու ճոպանուղիների կառուցման համար գեոդեզիական աշխատանքները կարելի է իրականացնել եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ:

Գեոդեզիական ու գծային կառույցներ կառուցելու նպատակով պլանաբարձունքային ցանցերի մասին ավելի մանրամասն տեղեկություններ կարելի է գտնել [22, 64]-ում:

Արագընթաց երկաթուղային ուղեգծերի կառուցման համար հետազոտությունների ընթացքում չափումների թույլատրելի անկապքները սահմանվում են արտադրությունն ու արդյունաբերությունը (գերատեսչական) կարգավորող փաստաթղթերի պահանջներին համապատասխան:

Կախված կառույցների նպատակից ու տեսակից՝ ուսումնասիրվող տեղանքը, տարածքն ու նախագծման փուլը, գծային կառուցվածքի կառուցման համար ինժեներագեոդեզիական հետազոտությունները ներառում են.

- տեղանքի ֆիզիկաաշխարհագրական ու տնտեսական պայմանների ուսումնասիրություն,

- շինարարական տարածքի համար առկա տեղագրական ու գեոդեզիական նյութերի հավաքագրում ու վերլուծություն,

- ԱԳՑ ու ՊԳՑ 4-րդ դասի գեոդեզիական ցանցերի զարգացում, 1-ին ու 2-րդ կարգի գեոդեզիական խտացման ցանցի ու II-IV դասերի նիվելիրացման ցանցի կառուցում կամ խտացում,

- պլանաբարձունքային հանութային գեոդեզիական ցանցի ստեղծում,

- 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 մասշտաբների տեղագրական հանութագրում, ներառյալ կառույցների ու ստորգետնյա ենթակառուցվածքների հետազոտություն, տեղագրական հանութային իրականացում,

- գծային կառուցվածքների ուղեգծում,

- ինժեներաերկրաբանական, հիդրոլոգիական և այլ տեսակի հետազոտությունների գեոդեզիական ապահովում,

- շենքերի ու շինությունների հիմքերի, երկրի մակերևույթի ու ժայռային զանգվածների ձևախախտումների գեոդեզիական ստացիոնար դիտարկումներ՝ վտանգավոր բնական ու տեխնածին գործընթացների զարգացման վայրերում:

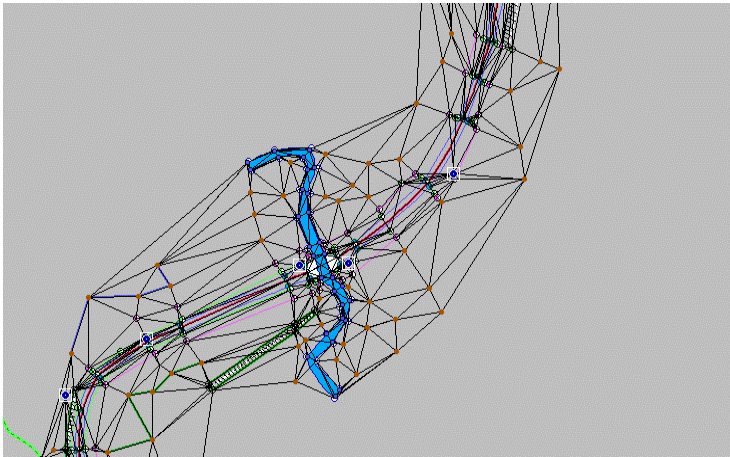
Որոշ դեպքերում պատվիրատուի հանձնարարությամբ շինհրապարակում կարող է իրականացվել տեղագրական հանութ՝ 1:200 մասշտաբով:

Ներկայումս GNSS տեխնոլոգիաների հիման վրա ավելի ու ավելի հաճախակի են կառուցվում գծային օբյեկտի պլանային ու բարձունքային հիմքերը:

Արբանյակային ցանցի նախագծումն իրականացվում է քարտեզի վրա ճանապարհային ուղեգծի նախագծի երկայնքով՝ դեպի էլային (բազային) ու որոշված (ռովեր) կայանները նախագծվող ուղեգծի անմիջական մոտակայքում: Հաշվարկվում են դիտարկումների ծրագիրը, արբանյակային դիտարկումների տևողությունն ու շրջափուլերի քանակը: Նախագծվում է պոլիգոնոմետրիական մայրուղային ընթացք, որը միացնում է ուղեգծի երկայնքով արբանյակային ցանցի բոլոր հիմնակետերը: Կատարվում է պոլիգոնոմետրիական ընթացքի ճշտության գնահատում:

Դաշտային դիտարկումների աշխատանքներն իրականացվում են գեոդեզիական արբանյակային ընդունիչներով: Դաշտային չափումների արդյունքների մշակումն իրականացվում է գրասենյակային պայմաններում համակարգիչներով՝ ընտրված ընդունիչին համապատասխանող ծրագրային փաթեթներով: Միջոցներ են արբանյակային ընդունիչները, համակարգիչը՝ համապատասխան ծրագրային ապահովմամբ:

Նկար 6.1-ում ցույց է տրված երկաթուղային մայրուղու գետի հետ հատման տարածքում բարդ հատվածի պլանային ու բարձունքային հիմքերի հնարավոր սխեման: Նախատեսված պլանաբարձունքային հիմնային ցանցը կառուցվել է երկաթուղուն հատկացված օտարման գոտում: Մայրուղու երկայնքով անցկացվել է 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացք: Գետերի հոսքի ու մայրուղու հատման տեղամասում ստեղծվել է կամրջի նշահարման ցանց:



Նկ. 6.1. Մայրուղային հիմնային ցանցի օրինակելի սխեմա

Ուղեգծերի հետագոտություններն իրականացվում են նախագծման փուլերին համապատասխան՝ տեխնիկատնտեսական հիմնավորում (ՏՏՀ), տեխնիկական նախագիծ (ՏՆ), աշխատանքային փաստաթղթեր (ԱՓ): Առաջին փուլում լուծվում են հիմնարար հարցեր, որոշվում է շինարարության տնտեսական նպատակահարմարությունը, ուղեգծի հնարավոր տարբերակները համեմատվում են ըստ տնտեսական ցուցանիշների, լուծվում են նյութերի ու աշխատանքային ռեսուրսների մատակարարման հարցերը:

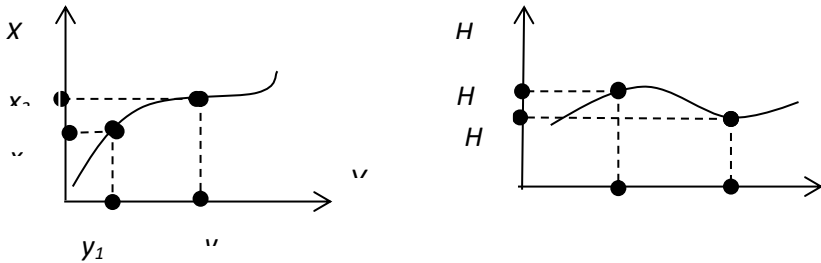
Տեխնիկական նախագծի փուլում ընտրվում է ուղեգծի օպտիմալ տեղադիրքը տեղում, սահմանվում են տեխնիկական պարամետրերը, հիմնական կառույցների նախագծումն ու շինարարության ընդհանուր արժեքը:

Աշխատանքային փաստաթղթերի փուլում ճշտվում են կառուցման բոլոր լուծումները, հաստատվում է ուղեգծի վերջնական տարբերակը, և այն ամրացվում է տեղանքում:

Նախագծումը կարող է իրականացվել նաև երկու փուլով՝ տեխնիկական ու աշխատանքային նախագծերով:

Ուղեգծի տարրեր: Ուղեգծումը նախագծվող գծային կառուցի առանցքն է, որը ամրացվում է տեղանքում՝ անցկացված տեղագրական քարտեզի կամ օրթոֆոտոհատակագծի վրա, ընդունված կոորդինատային հիմքի կետերով

ստեղծված տեղանքի թվային մոդելով: Ուղեգծի հիմնական տարրերն են՝ հատակագիծը, որը պրոյեկտված է հորիզոնական հարթության վրա, երկայնական պրոֆիլը՝ նախագծվող գծի երկայնքով ուղղաձիգ կտրվածքը (Նկ. 6.2):



Նկ. 6.2. Ուղեգծի հատակագիծն ու պրոֆիլը

Ուղեգիծը տարածական բարդ գիծ է: Հատակագծում այն բաղկացած է տարբեր ուղղությունների ուղիղ հատվածներից, որոնք լուծորդվում են միմյանց հետ հորիզոնական կորերով, հաստատուն ու փոփոխական կորության շառավիղներով (Նկ. 6.3): Երկայնական պրոֆիլում ուղեգիծը բաղկացած է տարբեր թեքությունների գծերից՝ լուծորդված ուղղաձիգ կորերով:

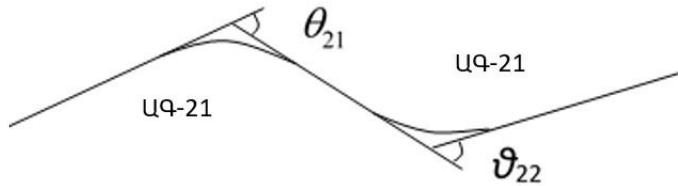
Մի շարք ուղեգծերի վրա (էլեկտրագծեր, կոյուղիներ) հորիզոնական ու ուղղաձիգ պրոֆիները չեն նախագծվում. դրանց ուղեգիծը տարածական կտրված գծեր են:

Ուղեգծման պարամետրեր: Ուղեգիծը պետք է համապատասխանի որոշակի պահանջների, որոնք սահմանված են նրա նախագծման տեխնիկական պայմաններով: Տրանսպորտային մայրուղիների ուղեգծերի համար, օրինակ, սահմանվում են ամենամեծ կամ ամենափոքր երկայնական թեքությունները, հորիզոնական ու ուղղաձիգ կորերի նվազագույն թույլատրելի շառավիղները, մոտավոր չափերը և այլն:

Ուղեգծում: Ուղեգծում է կոչվում ինժեներական ու հետազոտական աշխատանքների համալիրն ուղեգծի ընտրության համար, որը համապատասխանում է տեխնիկական պայմանների բոլոր պահանջներին, և նախատեսվում են նվազագույն ծախսեր դրա կառուցման ու շահագործման համար: Օպտիմալ ուղեգիծն ընդունվում է նախագծված տարբերակներից մեկը՝ տեխնիկական ու տնտեսական նպատակահարմարությամբ:

Եթե գծային կառույցի ուղեգծումն իրականացվում է տեղագրական հատակագծերի, օրթոֆոտոհատակագծերի, տեղանքի թվային մոդելների վրա, ապա այդպիսի ուղեգծումը կոչվում է գրասենյակային կամ կամերալ, իսկ եթե ուղեգիծն ընտրվում է անմիջապես տեղանքում, ապա ուղեգծումը կոչվում է դաշտային ուղեգծում:

Ուղեգծի պլանային պարամետրերը ներառում են՝ շրջադարձի անկյուններ, հորիզոնական կորերի շառավիղներ, անցումային կորերի երկարություններ, ուղիղ հատվածներ ու բարձունքային պարամետրեր՝ երկայնական թեքություններ, պրոֆիլի տարրերի երկարություններ, ուղղաձիգ կորերի շառավիղներ (Նկ. 6.3):



Նկ. 6.3. Ուղեգծի հատակագծային տարրերը

6.2. Ավտոճանապարհի հատակագծի ու պրոֆիլի տարրեր

Ավտոմոբիլային մայրուղիների ցանցը տարածքի տնտեսական զարգացման մակարդակը որոշող հիմնական գործոններից է և ապահովում է տնտեսական, վարչական ու մշակութային կապեր ինչպես տարածաշրջանի, այնպես էլ մարզերի միջև:

Մայրուղիների նախագծման ու կառուցման ժամանակ առաջնորդվում են ՀՀՇՆ IV-11.05.02-99. «Ավտոմոբիլային ճանապարհներ» կարգավորող փաստաթղթով, ըստ որի՝ բոլոր մայրուղիները դասակարգվում են 5 կարգի՝ ելնելով հեռանկարում երթևեկության ինտենսիվությունից (օրական տրանսպորտային միջոցներ) 20 տարվա ընթացքում:

Յուրաքանչյուր կարգի ճանապարհի բոլոր տարրերը նախատեսված են տրանսպորտային միջոցների անվտանգ տեղաշարժն ապահովելու համար, այսպես կոչված՝ նախագծային արագությամբ: Ճանապարհի պրոֆիլի առավելագույն թույլատրելի թեքությունները, ինչպես նաև հորիզոնական շրջադարձերի նվազագույն շառավիղները նույնպես կախված են ճանապարհի կարգից: Սահմանափակ են նաև ուղղաձիգ կորերի շառավիղները:

Մայրուղիների հիմնական պարամետրերը կախված կարգից ներկայացված են Աղյուսակ 6.1-ում:

Աղյուսակ 6.1.

Ավտոմոբիլային ճանապարհների պարամետրերը

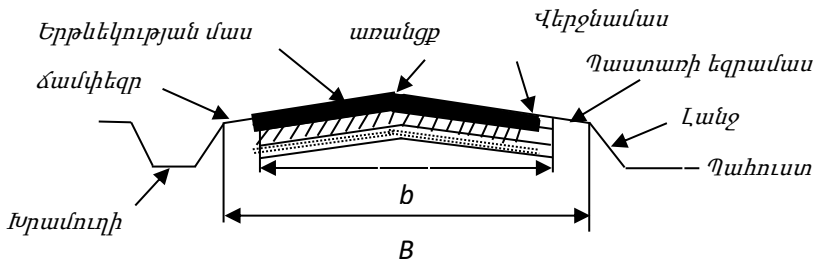
Ճանապարհի կարգը	Iա	Իբ	II	III	IV	V
Ավտոճանապարհի օրական առավելագույն ինտենսիվությունը	>7000	>7000	≤7000	≤3000	≤1000	<200
Հաշվարկային արագությունը, կմ/ժ	150	120	120	100	80	60

Առավելագույն թեքությունը, %	30	40	40	50	60	70
Կորի շառավիղը, մ	1200	800	800	600	300	150
Տեսադաշտը, մ	210	175	175	140	100	75
Անցումային մասը, մ	15 - 30	15 - 22,5	7,5	7,0	6,0	4,5
Ճամփեզրը, մ	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Ճանապարհի պաստառը, մ	28-43	27-35	15	12	10	8

Շրջադարձերի փոքր շառավիղներով նախագծված շարժման արագության հարմարավետությունն ու անվտանգությունն ապահովելու համար ճանապարհի նախագծում նախատեսվում են լրացուցիչ սարքեր՝ թեքություններ (վիրաժներ), անցումային կորեր, ճանապարհի լայնացում ու տեսանելիության կրճատում: Թեքությունը (վիրաժը) ճանապարհի միակողմանի լայնակի պրոֆիլն է, որի կողերը ուղղված են դեպի շրջադարձի կենտրոնը: Գործող նորմերով նախատեսվում է ճանապարհների երթևեկելի մասի լայնացում 1000 մ-ից պակաս շառավիղով շրջադարձերի վրա: Երթևեկելի մասը լայնացվում է կորի ներսից՝ ճամփեզրի հաշվին, և կախված դրա արագությունից՝ պետք է պահպանվեն տեսադաշտի որոշակի հեռավորություններ՝ երթևեկության անվտանգ տեղաշարժ ապահովելու համար:

Ավտոճանապարհներն ունեն արհեստական մի շարք կառույցներ, որոնք նախատեսված են տարբեր խոչընդոտներ հաղթահարելու կամ ճանապարհի պաստառի կայունության համար: Դրանք կամուրջներ են, որոնք նախատեսվում են ջրային խոչընդոտների, գետերի, ջրանցքների, ծովածոցների, առունների և այլնի անցման համար, վիադուկներ, որոնք ճանապարհները տանում են խոր հովիտներով, կիրճերով, զառիթափերով ու չոր ձորերով, վերգետնյա անցումներ, խողովակներ, թունելներ և այլն:

Ավտոճանապարհի պաստառը (Նկ. 6.4) ներառում է երթևեկության մաս՝ գոտի, որով շարժվում են մեքենաները: Երթևեկության գոտիների քանակը կախված է ճանապարհի կարգից՝ Iա – 4-8 գոտի, Iբ – 4-6 գոտի, II-IV – 2 գոտի ու V – 1 երթևեկության գոտի: Ճամփեզրերը երթևեկելի մասի կողային շերտեր են, որոնք օգտագործվում են՝ մեքենաների կարճաժամկետ կայանման ու ճանապարհների վերանորոգման ընթացքում նյութերը պահելու համար: Կողային խրամուղիները ծառայում են ջրահեռացման ու ճանապարհի մակերևույթը չորացնելու համար:



Նկ. 6.4. Ավտոմոբիլային ճանապարհի պաստառի կառուցվածքը

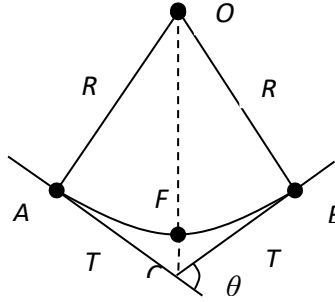
Ուղեգծի հատակագիծ: Բարձր կարգի ավտոմոբիլային ճանապարհի ուղեգիծը նախագծվում է ուղիղ ներդիրների նվազագույն երկարությամբ՝ որպես շրջանաձև աղեղների համադրություն՝ կլոտոիդներ կամ որպես անընդհատ փոփոխվող կորեր ունեցող շրջադարձեր՝ մոտավոր խորանարդ գծային բազմանդամներով: Ցածր կարգի ճանապարհների հատակագծերը բաղկացած են, ինչպես վերևում նշվեց, տարբեր ուղղությունների ուղիղ հատվածներից, որոնք փոխկապակցված են հաստատուն կորերով կամ կորության փոփոխական շառավիղներով:

Ուղեգծի ուղղության յուրաքանչյուր փոփոխություն բնութագրվում է ուղեգծի թեքման անկյունով, որը չափվում է ուղեգծի նախորդ ուղիղ հատվածի շարունակության ու նրա նոր ուղղության միջև: Շրջադարձի անկյունները համարակալվում են հաջորդական ուղեգծի երկայնքով՝ սկսած դրա սկզբից:

Նախագծված ուղեգիծը տեղանքում նշահարվում են ըստ դրա թեքման անկյունների գագաթի կոորդինատների: Նշահարումը կատարվում է գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերից կամ մոտակա հստակ ուրվագծերից, կայուն կերպով ամրացվում և կազմվում է կապակցման սխեմա:

Ուղեգծի առանցքի երկայնքով կատարվում է պիկետաժի անցկացում, այսինքն՝ տեղանքում 100 մետր ինտերվալներով ամրացվում են կետերը, որոնք կոչվում են պիկետներ:

Շրջանաձև կորեր: Շրջանաձև կորերի հիմնական տարրերն են (Նկ. 6.5)՝ ուղեգծի θ թեքման անկյունը՝ չափված տեղանքում կամ տեղագրական քարտեզի վրա, R կորի շառավիղը, որի մեծությունը կախված է տեղանքի պայմաններից ու ուղեգծի կարգից, $AC=BC=T$ շոշափողի երկարությունները, կոչվում են տանգենտներ:



Նկ. 6.5. Շրջանային կորերի տարրերը

$$T = R \cdot tg \frac{\theta}{2}, \quad (6.1)$$

կորի երկարությունը՝ $K = AFB$.

$$K = R \cdot \pi \frac{\theta^0}{180^0}. \quad (6.2)$$

քիսեկտրիսայի երկարությունը՝ $B = CF$.

$$B = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right): \quad (6.3)$$

Դոմերի մեծությունը՝ $\mathcal{D} = 2T - K$:

Բերված բանաձևերով, ըստ տրված R ու θ արգումենտների, կազմվում են կորերի արժեքների աղյուսակներ:

Շ կետը կոչվում է թեքման անկյան գագաթ ($U\mathcal{Q}$), A , F ու B կետերը՝ համապատասխանաբար ($\mathcal{Y}U$) կորի սկիզբը, ($\mathcal{Y}U$) կորի մեջտեղն ու ($\mathcal{Y}\mathcal{V}$) կորի վերջը: Թվարկված կետերը կոչվում են կորի հիմնական կետեր: Գծային կառույցների ուղեգծերի վրա կիրառվում է միաչափ կոորդինատային համակարգ՝ պիկետավորում՝ ուղեգիծը հավասար հատվածների բաժանելով: Որպես կանոն, այս հատվածների երկարությունը 100 մ է, այդ հատվածների ծայրերը ամրացվում են գետնին, և տրվում է պիկետի անվանում: Ուղեգծի սկզբին սովորաբար վերագրվում է զրոյի արժեք: Կորի հիմնական կետերի հերթական անվանումները գտնում են հետևյալ արտահայտություններից.

$$\eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}U = \eta_{\mathcal{Y}} U\mathcal{Q} - T,$$

$$\eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}\mathcal{V} = \eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}U + K, \quad (6.4)$$

$$\eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}U = \eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}U + K/2:$$

Տեղանքում $\mathcal{Y}U$ կորի սկիզբը գտնում են՝ անկյան գագաթից հակառակ ուղղությամբ տեղադրելով T շոշափողի արժեքը: Պիկետաժի աճման ուղղությամբ տեղադրելով T շոշափողի արժեքը՝ գտնում են կորի վերջը: 6.4 բանաձևերի օգտագործմամբ հաշվարկները ստուգվում են հետևյալ կերպ.

$$\eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}\mathcal{V} = \eta_{\mathcal{Y}} U\mathcal{Q} + T - \mathcal{D},$$

$$\eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}U = \eta_{\mathcal{Y}} \mathcal{Y}\mathcal{V} - K/2:$$

Անցումային կորեր: Երթուղիների կորագիծ հատվածներով շարժվելիս առաջանում է կենտրոնախույս ուժ, որի ազդեցությունը հավասարակշռելու համար երկաթուղային գծերի վրա արտաքին ռելսը բարձրանում է ներքինի համեմատ: Ավտոմայրուղիներում նույն նպատակով տեղադրվում է, այսպես կոչված, թեքություն (վիրած), այսինքն՝ միակողմանի լայնակի պրոֆիլ՝ թեքված դեպի կորի կենտրոնը:

Ճանապարհային ուղեգծերի ուղիղ հատվածները միացվում են շրջանային կորերով՝ օգտագործելով, այսպես կոչված, անցումային կորեր: Անցումային կորի շառավիղը շարունակաբար փոխվում է անսահմանությունից (անցումային կորի սկզբում) մինչև շրջանային կորի շառավիղը (վերջինիս հետ հատման կետում): Սա ապահովում է կենտրոնախույս արագացման աստիճանական աճ: Երկաթուղիների անցումային կորերում կատարվում է արտաքին ռելսի «բարձրացում», իսկ ավտոճանապարհների վրա՝ «թեքության մեղմացում» (отгон выража), այսինքն՝ անցում կրկնակի ֆրոնտային լայնակի պրոֆիլից միակողմանի պրոֆիլի և հակառակը:

6.3. Գրասենյակային ուղեգծում

Ուղեգծի տեղադիրքի ընտրություն: Գրասենյակային ուղեգծումը կատարվում է տարբեր մասշտաբների տեղագրական քարտեզների վրա՝ կախված նախագծման փուլից: Փոքր մասշտաբի քարտեզների վրա գծանշվում են ուղեգծի հիմնակետերը, և գծվում են, այսպես կոչված, օդային գծեր, որոնք որոշում են ուղեգծի երթուղու ընդհանուր ուղղությունները: Այդ ուղղությունները նշվում են միջին մասշտաբի քարտեզների (1:50000–1:25000) վրա: Երթուղու ընտրված հիմնական ուղղությամբ հետազոտություններ են կատարվում նախագծման առաջին փուլի համար, որի ընթացքում որոշվում են օպտիմալ դիրքը և հուսալի ու ամբողջական նյութերի հավաքագրումը երթուղու ու դրա վրա գտնվող բոլոր կառույցների նախագծերի մշակման համար: Մայրուղային ուղեգծերի նախագծային հետազոտություններն իրականացվում են աերոմեթոդների կիրառմամբ (հետազոտման մասշտաբներ՝ 1:10000 – 1:15000)՝ օդանկարների դաշտային կապակցմամբ, նկարների վերծանմամբ ու տեղանքի հետազոտմամբ կամ օրթոֆոտոհատակագծերով:

Նախագծման նախնական տվյալները ներկայացվում են տեխնիկական բնութագրերում, որոնք սահմանում են դրա կարգը, ինչպես նաև առավելագույն թույլատրելի երկայնական թեքությունը, պլանի ու երկայնական պրոֆիլի կորերի ամենափոքր շառավիղները:

Կախված տեղանքի պայմաններից՝ գրասենյակային ուղեգծումն իրականացվում է կա՛մ փորձերի մեթոդով, կա՛մ տրված թեքության գծի կառուց-

մամբ: Փորձերի մեթոդը կիրառվում է «ազատ անցումներ» հարթ տարածքներում: Ամրագրված կետերի միջև՝ քարտեզի վրա, նշվում է ամենակարճ երթուղին, և դրա երկայնքով կարմիրով գծվում է տեղանքի երկայնական պրոֆիլը:

Հարթ տարածքներում ամենակարճ ուղեգիծը ստանալու համար պետք է հետևել ուղեգծման հետևյալ կանոններին.

- ուղեգիծը նշվում է ուղիղ գծով՝ մի ուրվագծային խոչընդոտից մյուսը,
- անկյունների գագաթներն ընտրվում են արգելքի շրջադարձային միջնամասում այնպես, որ ուղեգիծը շրջանցի տվյալ խոչընդոտը,
- հնարավորության դեպքում շրջադարձային անկյունները լինեն ոչ ավելի, քան $20^\circ - 30^\circ$:

Գոյություն ունեն մի շարք սահմանափակումներ ուղեգծի անցկացման դիրքի վերաբերյալ, որոնցով պայմանավորված են ռելիեֆի բարդ ձևերը, բնակեցված տարածքները, անտառները, ֆիզիկական ու երկրաբանական գործընթացների զարգացման գոտիները շրջանցելու անհրաժեշտությունը: Անբարենպաստ տարածքները հատվում են ամենանեղ կամ ճանապարհի անցման համար դժվարին գործոնների նվազագույն դրսևորման տեղերում:

Լեռնային ու «ինտենսիվ անցումների» տարածքներում, գրասենյակային ուղեգծման ամենատարածված մեթոդը տեղագրական քարտեզի վրա տվյալ ուղղությամբ տվյալ ուղեգծի կարգի համար առավելագույն թույլատրելի թեքության գծեր գտնելն է:

Քարտեզի 1:M մասշտաբի ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի հ բարձրությամբ քարտեզի վրա ուղեգծման համար առավելագույն թեքության l դիրքի արժեքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$l = \frac{h}{i_{\text{պր}} M} : \quad (5.5)$$

Սկզբնականից հիմնվելով ուղեգծի հիմնական ուղղությանը՝ կարկինի բացվածքով, հավասար l գծով նշվում է հարակից հորիզոնականը: Ստացված կետից նույն կարկինի բացվածքով կրկին նշվում է հաջորդ հորիզոնական գծի կետը և այլն: Հեղեղատները հատելիս դրանք չեն իջնում դեպի թալվեզ, այլ ուղիղ դեպի մյուս կողմը՝ նշելով նույն բարձրության հորիզոնականի գիծը: Նույնը անում են գետերը հատելիս՝ ձգտելով ուղեգիծը տանել գետի հունին ուղղահայաց:

Այսպիսով՝ քարտեզի վրա ստացվում են կետեր, որոնք կազմում են հավասար թեքությունների գիծ կամ, այսպես կոչված, զրոյական աշխատանքային գիծ: Քանի որ այդ գիծը սովորաբար շատ կտրտված է, այն ուղղվում է, գրանցվում են կորերը, և նշահարում են պիկետները:

Պիկետոների նշահարում: Պիկետավորումն օգտագործվում է երկար ձգված օբյեկտների (ճանապարհներ, խողովակաշարեր, էլեկտրահաղորդման գծեր) կոորդինատավորման համակարգի համար՝ դրանք նշելով 100 մ երկարության հատվածներով: Ուղեգծի սկիզբը վերցված է որպես զրոյական պիկետ (ՊԿ Օ) և հավասար է 100 մ, կարկինի բացվածքով ուղեգծի առանցքի երկայնքով նշվում է պիկետների հաջորդական դասավորությունը: Հասնելով անկյան առաջին գագաթին՝ կարող են գտնել դրա պիկետաժի արժեքը:

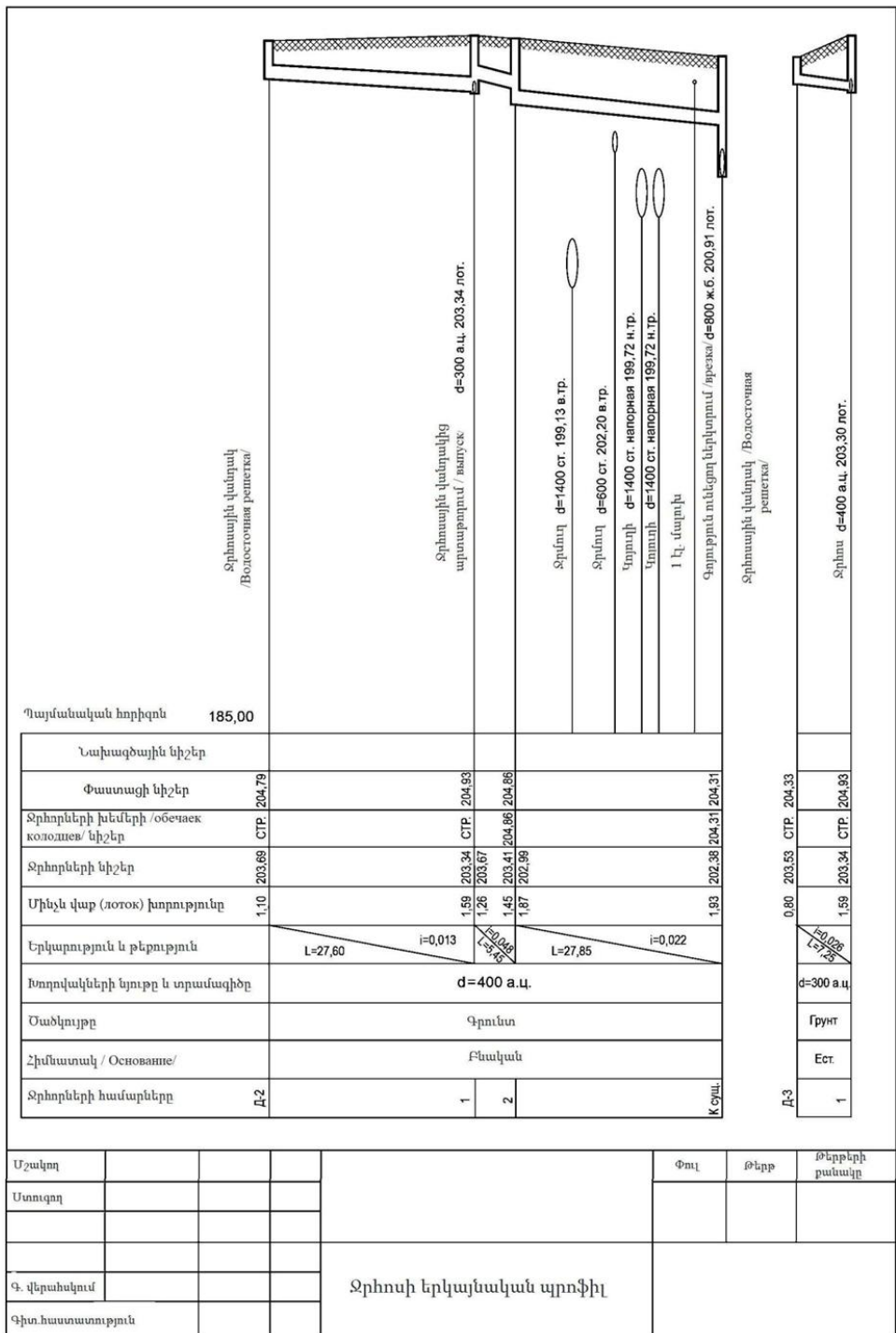
Օգտագործելով (6.1)-(6.3) բանաձևերը, հաշվի առնելով տրված շառավիղի արժեքը՝ հաշվարկվում են կորի տարրերը, և (6.4) բանաձևի միջոցով հաշվարկվում են կորի գլխավոր տարրերի պիկետային արժեքները: Օգտագործելով իր պիկետի արժեքը՝ կորի վերջից գտնում են մինչև հաջորդ պիկետը եղած հատվածի երկարությունը և տեղադրում այդ հատվածը՝ նշելով պիկետի տեղը: Նշահարումը շարունակվում է դեպի հաջորդ անկյան գագաթը:

Հորիզոնականներով որոշվում են ուղեգծի երկայնքով պիկետների ու տեղանքի բնորոշ կետերի բարձրությունները 0,2 մ ճշտությամբ, և կազմվում է երկայնական պրոֆիլ, որի վրա անցկացվում է նախագծային (կարմիր) գիծը: Այն տեղերում, որտեղ մեծ ծավալի հողային աշխատանքներ են պահանջվում՝ քարտեզի վրա ռելիեֆի բարձրություններին համապատասխան, երթուղին մի փոքր տեղաշարժվում է այս կամ այն ուղղությամբ, և վերանախագծվում է այդ հատվածը:

Ճանապարհի երկայնական պրոֆիլը ուղեգծի առանցքի երկայնական կտրվածքն է, այլ կերպ ասած՝ ճանապարհի առանցքի պրոյեկցիան ուղղաձիգ հարթության գծագիրն է: Երկայնական պրոֆիլը բնութագրում է ճանապարհի առանձին հատվածների թեքություններն ու ճանապարհի գտնվելու տեղը տեղանքում: Բեկման հատվածները չափվում են երկայնական թեքությամբ, որը մայրուղու տրանսպորտային որակների կարևորագույն հատկանիշն է և սահմանվում է դրա առավելագույն թույլատրելի արժեքը՝ կախված ճանապարհի կարգից:

Երկայնական պրոֆիլի կառուցման մեթոդների վերաբերյալ մանրամասն բացատրություններ կատարվում են լաբորատոր աշխատանքներում: Այստեղ տալիս են մի քանի ընդհանուր բացատրություններ դրա կազմման վերաբերյալ:

Երկայնական պրոֆիլը կառուցվում է միլիմետրային թղթի վրա: Երկայնական պրոֆիլի մասշտաբը սովորաբար ընտրվում է 1:10000, 1:5000 կամ 1:2000, իսկ ուղղաձիգ մասշտաբը տասն անգամ ավելի մեծ է, քան հորիզոնականը: Ուղեգծի երկայնական պրոֆիլի կառուցման օրինակ ներկայացված է Նկար 6.6-ում:



Նկ. 6.6. Ջրհուսի երկայնական պրոֆիլի հատված

Պրոֆիլային ցանցի տողագծերի դասավորության կարգը, դրանց անվանումն ու համարը կարող են տարբեր լինել՝ կախված նախագծվող կառուցվածքի տեսակից ու տարբեր գերատեսչություններում ընդունված ցանցի նախագծման կանոններից:

Պրոֆիլի երկարությունը հեշտությամբ կարելի է որոշել վերջնակետի պիկետի արժեքով, իսկ բարձրությունը՝ ամենաբարձր ու ամենացածր բարձունքային նիշերի տարբերությամբ: Պրոֆիլի վրա բարձրությունների մեկնարկային սկզբնակետը դրվում է այնպես, որ պրոֆիլի ամենացածր կետը պրոֆիլային ցանցի վերին գծից շեղվի 5-6 սմ-ով: Գծային կառույցների մեծ մասի համար պրոֆիլային ցանցի սովորական գծերն են՝ «Կիլոմետրերը», «Հատակագծում ուղիղ գծերն ու կորերը», «պիկետաժը», «Հեռավորությունները», «Հողի նիշերը», ա) հողային պաստառի, բ) խրամուղու» «նախագծային նիշերը»:

«Ճանապարհի հատակագիծ» սյունակի մեջտեղում կարմիրով նշվում է ուղեգծի առանցքը, իսկ աջ ու ձախ 100-200 մ շերտով աչքաչափով ցույց են տրվում տեղանքի իրավիճակն ու օբյեկտները: Սլաքներով ցույց են տալիս ուղեգծի թեքման անկյունները:

«Հատակագծում ուղիղ գծեր ու կորեր» սյունակում պիկետներով որոշվում են կորերի սկիզբն ու վերջը: Ուղեգծի առանցքի վրա թեքման անկյունները գծվում են ուռուցիկությամբ դեպի ներքև, երբ ուղեգիծը թեքվում է ձախ, և ուռուցիկությամբ դեպի վերև՝ աջ թեքվելիս: Կորերի ներսում գրվում են ուղեգծի թեքման անկյունն ու կորի R շառավիղը: Ուղիղ հատվածների երկարությունները հաշվարկվում են դրանց սկզբի ու վերջի պիկետաժային արժեքների տարբերություններով: Բացի դրանից՝ ուղիղ հատվածի վրա գրվում է ռումբի ուղղությունը: Դրա համար ուղեգծի մեկ (երկար) հատվածի ռումբը անկյունաչափով չափվում է քարտեզից, իսկ մնացած ռումբերը որոշվում են թեքման անկյուններով:

Քարտեզի վրա առկա բոլոր տարրերը գծվում են սևով, իսկ նախագծային բոլոր տարրերը՝ կարմիրով:

Հողային պաստառի նախագծումը սկսվում է այն կետերից, որոնց բարձրությունները հստակեցված են: Դրանք կարող են լինել կամրջային անցումների, անցումների, հիմնական մայրուղիների խաչմերուկների հետ հատվածներ: Այդպիսի կետերի բարձրությունները քարտեզի վրա գրաֆիկորեն որոշվում են որպես հողային նիշեր՝ հաշվի առնելով լիցքի կամ փորվածքի բարձրությունը, եթե այդպիսիք նախատեսված են:

Ապագա մայրուղու ճանապարհահատվածը նախագծելիս պետք է հետևել որոշ կանոններին:

- նախագծային թեքությունները չպետք է գերազանցեն նշված արժեքը,
- թեքությունները հաշվարկվում են հայտնի բանաձևով ($i = h/d$)՝ կլորացված մինչև 0,001, միատեսակ թեքությամբ հատվածի սկզբի ու վերջի բարձրությունները հաշվարկելու համար $h = H_v - H_u$ դրանք գրաֆիկորեն վերցվում են պրոֆիլից,
- պրոֆիլի հարակից հատվածներում թեքությունների հանրահաշվական տարբերությունը չպետք է մեծ լինի նշված առավելագույն թեքությունից,
- պետք է նախագծված լինի փորման աշխատանքների նվազագույն ծավալը, իսկ հողի ծավալը փորվածքներում նախագծվում է մոտավորապես լիցքի ծավալին հավասար,
- ցանկալի է, որ պրոֆիլի կտրվածքները չհամընկնեն պլանային կորերին,
- զգալի հարթ տարածքներում ճանապարհի պաստառը պետք է նախագծված լինի 1-1,5 մ բարձրությամբ լիցքով, որը ապահովում է ճանապարհի պաստառը ջրահեռացումից և պաշտպանում ձնահոսքերից,
- այն տեղամասերում, որտեղ ուղեգիծը հատվում է ջրահոսքերի հետ, նախագծում հաշվի են առնվում աղբյուրների ջրերի հորիզոնը, և նախատեսվում են 0,5-1 մ տրամագծով խողովակներ կամ կամրջային անցումներ, որոնք պետք է ջրի հորիզոնից բարձր լինեն՝ 5-8 մ:

Միջին ու մեծ գետերի վրայով կամուրջների անցումները պետք է տեղակայվեն ուղիղ (պլանային) ու հորիզոնական (պրոֆիլի) հարթակներում:

Պիկետների ու ցանկացած այլ կետի նախագծային (կարմիր) *i* նիշերը միատեսակ թեքության արժեք ունեցող տեղամասում հաշվարկվում են վերլուծական եղանակով՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևը՝

$$H_v = H_u + id, \quad (6.6)$$

որում H_u -ը հատվածի սկզբնակետի բարձրությունն է՝ ստացված գրաֆիկական եղանակով, իսկ d -ն՝ սկզբնակետից մինչև պրոֆիլի այդ կետի հեռավորությունը:

Աշխատանքային նիշերը հաշվարկվում են որպես ուղեգծի կետերի նախագծային ու հողի բարձունքային նիշերի տարբերություն: Նախագծային գծի անցման կետերը փորվածքից դեպի լիցք կամ հակառակը կոչվում են զրոյական աշխատանքային կետեր:

Ուղղաձիգ կորերը նախագծվում են մայրուղիներում՝ պրոֆիլի հարակից հատվածները սահուն միացնելու ու տեսանելիությունը բարելավելու համար: Ուղղաձիգ կորերը նախագծվում են միայն նախագծային պրոֆիլի այն կտրվածքներում, որտեղ ուղղաձիգ կորի բիսեկտրիսան 0,5 մ-ից ավելի է:

Մայրուղիներում ուղղաձիգ կորերի շառավիղը կախված է ճանապարհի կարգից ու դրա հետ կապված թեքությունների բնույթից, ուռուցիկ կորերի համար նշանակվում է 27000-2500 մ միջակայքում, իսկ գոգավոր կորերի համար՝ 8000-1500 մ սահմաններում:

$K_{ուգ}$, $T_{ուկ}$ ու $B_{ուկ}$ ուղղաձիգ կորերի տարրերը կարելի է հաշվարկել ընդունված շառավղով ու թեքության տարբերությամբ՝ $\Delta i = (i_1 - i_2)$ օգտագործելով հետևյալ մոտավոր բանաձևերը՝

$$K_{ուկ} = R_{ուկ}(i_1 - i_2), T_{ուկ} = R_{ուկ} \frac{i_1 - i_2}{2}, B_{ուկ} = \frac{T_{ուկ}^2}{2R_{ուկ}}. \quad (6.7)$$

Ուղղաձիգ կորերի տարրերը կառուցվում են «Հողային պաստառ» սյունակի երկայնական պրոֆիլի ընդունված մասշտաբով: Կառուցումը սկսվում է երկու ուղղություններով նախագծային գծի կոտրվող կետից. տեղադրելով տանգենսի արժեքը՝ ստանում են ուղղաձիգ կորի սկիզբն ու վերջը: Նշանակված տարածքի ներսում գրվում են հաշվարկված տարրերը և կապակցում մոտակա պիկետներին:

Ուղղաձիգ կորի սկզբի ու վերջի համար նախագծային նիշերը հաշվարկվում են՝ օգտագործելով հարակից հատվածների նախագծային թեքություններն ու հեռավորությունները: Կորի գագաթի նիշը գտնում են բիսեկտրիսայի արժեքով:

Ջրահեռացման նախագիծ: Ճանապարհի հողային պաստառից ջուրը հեռացնելու համար ճանապարհի երկայնքով տեղադրվում են կողային ջրախրամուղիներ (кюветы):

Ջրախրամուղիներ նախագծելիս պետք է պահպանել հետևյալ կանոնները.

- 0,6 մ-ից բարձր լիցքերի համար ջրախրամուղիներ չեն նախագծվում,
- 0,6 մ-ից պակաս բարձրությամբ ու զրոյական նիշերով լիցքերի համար խրամուղիների թեքությունը սահմանվում է հավասար 3%օ դեպի ռելիեֆի անկման ուղղության,

- 3%օ և ավելի թեքություն ունեցող փորվածքներում ջրախրամուղիների թեքությունը հավասար է հողային պաստառի թեքությանը, իսկ ջրախրամուղու հատակի նիշերը 0,6-0,8 մ ցածր են շահյահողային պաստառի նիշից,

- հորիզոնական հարթակներում փորվածքն ու 3%օ-ից պակաս թեքությամբ փորվածքների տեղամասերում ջրահեռացումը նախագծվում են նվազագույն թեքությամբ, այսինքն՝ 3%օ մեջտեղից երկու ուղղությամբ:

Ջրախրամուղիների նախագծումը սկսվում է ուղեգծի բարձր հատվածներից՝ հաջորդաբար հաշվարկելով խրամուղու հատակի նիշերը՝ էլնելով թեքություններից ու հեռավորություններից: Ուղղաձիգ կորերում, որտեղ թեքություններն անընդհատ փոփոխվում են, այն չի պատկերվում, այլ գրվում են «եզրին զուգահեռ»:

6.4. Դաշտային ուղեգծում, շրջանային կորերի նշահարում

Դաշտային ուղեգծումն իրականացվում է աշխատանքային նախագծման փուլում երթուղու տեղական բարելավումների որոնման, վերջնական տեղափոխման ու տեղանքում նշահարման համար:

Դաշտային ուղեգծումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ համալիր աշխատանքներով՝

- նախագծված ուղեգծի տեղափոխումը տեղանք՝ տեղադրելով գծերը,
- գծային չափումներ ու թեքման անկյունների չափում,
- պիկետաժի, շրջանային ու անցումային կորերի նշահարում,
- ուղեգծի նիվելիրացում, երթուղու երկայնքով բարձունքային հիմքի հենանիշների տեղադրում,
- ուղեգծի տեղադրում, երթուղու օտարման գոտու հանութագրում, հարթակների, անցումների, խաչմերուկների հանութագրում,
- դաշտային նյութերի մշակում, ուղեգծի հատակագծի ու երկայնական պրոֆիլի կազմում:

Դաշտային ուղեգծման սկզբնական փաստաթուղթը գրասենյակային ուղեգծման նյութերն են՝ նախագծված ուղեգծի հաստատված ու ընդունված տարբերակը: Նախագծված ուղեգծի համաձայն՝ թեքման անկյունների գագաթներն ու տեղանքի օբյեկտների տվյալները տեղափոխվում են տեղանք, գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերին կապակցման միջոցով: Դրա համար իրականացվում է գեոդեզիական նախագծի պատրաստում, այսինքն՝ գտնում են ուղեգծի հիմնական գծային ու անկյունային տարրերի կետերը (ուղեգծի սկիզբը, թեքման անկյունների գագաթները, ուղեգծի վերջը)՝ գեոդեզիական կետերին, հստակ ուրվագծերին ու տեղանքի օբյեկտներին կապակցելու համար: Նշահարման տարրերը հնարավոր է գտնել գեոդեզիական հակադարձ խնդիրների լուծմամբ՝ հիմնային գեոդեզիական հիմնակետերի, ինչպես նաև քարտեզից գրաֆիկորեն վերցված ուրվագծային կետերի ու տեղանքի օբյեկտների կոորդինատներով: Ուղեգծի կետերի կոորդինատները տեղանք կարելի է տեղափոխել գրաֆիկորեն վերցված կոորդինատներով՝ գեոդեզիական ուղիղ խնդիրների լուծմամբ:

Դաշտային աշխատանքները սկսվում են գեոդեզիական հիմնակետերի հետազննմամբ, որոնմամբ ու վերականգնմամբ, օբյեկտների ու տեղանքի իրադրության եզրագծերի բացահայտմամբ, որոնցից կառուցվում են համապատասխան անկյունային ու գծային կառուցվածքներ՝ գտնելով ուղեգծի անհրաժեշտ կետերը: Որոշված կետերում տեղադրվում են նշաձողեր, և հետագոտում են ուղեգծում եղած ուղիղ հատվածները, մասնավորապես՝

ջրային խոչընդոտներով, ձորերով, առկա մայրուղիներով և դժվարանցանելի այլ տեղերով անցումներ: Ուղեգծի դիրքը ճշտվում է այնպես, որ ձեռք բերվեն ավելի հարմար ու շահավետ բնութագրեր: Ուղեգծի վերջնական ընտրված կետերի տեղերն ամրացվում են կայուն նշաններով, տեղադրվում են տեղանքում, և կազմվում է դրանց կապակցման ուրվագիծ:

Ուղեգիծը տեղանք տեղափոխելու խնդրի լուծումը որոշակիորեն ավելի բարդ է լինում, երբ հարակից թեքման անկյունների միջև տեսադաշտ չկա: Ուղեգծի ուղղությունն այս դեպքում կարելի է որոշել մի քանի եղանակով:

- Ուղեգիծը տեղանքում նշվում է թեոդոլիտով թեքման անկյան գագաթից՝ ա) ուղեգծի նախորդ ու հաջորդ ուղղությունների ուղղության անկյունների տարբերությամբ, բ) ուղեգծի ուղղության ու դեպի տեսանելի գեոդեզիական կետի ուղղության անկյունների տարբերությամբ:

- Անկյան գագաթից հստակորեն տեսանելի տեղանքի օբյեկտի ուղղության ազիմուտը որոշվում է գիրոթեոդոլիտի միջոցով: Այս դեպքում ուղեգիծը տեղափոխվում է ըստ իր անկյան ուղղության:

- Գտնելով հարակից անկյունների միջև որևէ կետ, որտեղից տեսանելի են թեքման այդ անկյունները, այդ խնդիրը լուծում են՝ «թեոդոլիտը ուղեգծի առանցքում տեղադրելով»:

- Որոշակի մոտավորությամբ ճանապարհի ուղեգիծը կարելի է տեղափոխել մագնիսական ազիմուտով:

- Ուղեգծի ուղիղ երկար հատվածներում կետերը տեղանք են տեղափոխվում և ամրացվում գետնին՝ ըստ իրենց ու պլանային հիմնային հիմնակետերի կոորդինատների:

Դրա համար բարդ ուղեգծերի իրականացման համար դրանց երկայնքով կառուցվում է հիմնային պլանային ցանց:

Ուղեգծի երկայնքով տեղադրված հիմքի կամ ճանաչման կետերի միջև տանում են թեոդոլիտային ու նիվելիրացման մայրուղային ընթացքներ: Թեոդոլիտային ու նիվելիրային ընթացքների կառուցման ճշտությունը կարգավորվում է ՇՆՁ I-2.102-2005 «Ինժեներագեոդեզիական հետազննություններ» փաստաթղթի պահանջներով՝ կախված գծային կառուցվածքի նախագծման փուլից ու տեսակից:

Այսպիսով՝ նոր երկաթուղիների ու ավտոմայրուղիների դաշտային ուղեգծման (երթուղին տեղանք տեղափոխելիս) գծային չափումների թույլատրելի հարաբերական սխալը պետք է լինի 1:2000, իսկ անկյունային անկարքը՝ $\pm 1'\sqrt{n}$, որում n -ը ընթացքի անկյունների թիվն է: Նիվելիրային ընթացքների համար անկապքը չպետք է գերազանցի $50\sqrt{L}$ մմ, որտեղ L -ը ընթացքի երկարությունն է կիլոմետրերով:

Քանի որ արբանյակային տեխնոլոգիաները ներկայումս օգտագործվում են պլանային հիմնային ցանցերի ստեղծման ժամանակ, դրա համար ուղեգծի կառուցման համար պլանային հիմքի կառուցումը կատարվում է սխեմատիկորեն ներքոհիշյալ փուլերով:

Առաջին փուլում ընտրվում են հիմնային ցանցի ելակետերը: Նման ելակետեր կարող են լինել Ազգային գեոդեզիական ու Պետական գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերը: Նախագծվող ուղեգծի երկայնքով արբանյակային ցանցի կետերի տեղադրման համար ընտրվում են հորիզոնի նկատմամբ բաց տեղերում: Այդ կետերում տեղադրվում են Rover ընդունիչ կայաններ: Դիտարկումները կատարվում են ստատիկ ու արագ ստատիկ ռեժիմներում: Անցումների, խաչմերուկների ու արհեստական կառույցների շինհրապարակներում տեղադրվում են առնվազն երեք GPS կետեր, որոնք թույլ կտան վերահսկել դրանց կառուցումը: Ուղեգծի երկայնքով GPS կետերի միջև էլեկտրոնային տախոմետրերով անցկացվում է 2 կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացք, որով խտացվում է արբանյակային GPS ցանցը: Քանի որ էլեկտրոնային տախոմետրի միջոցով չափվում են ուղեգծի ընթացքի հարակից կետերի միջև վերազանցումները, ուստի դրանով լուծվում է ուղեգծի բարձունքային ցանցի կառուցման հարցը:

Հիմնական երթուղու անցման գործընթացում փնտրվում են պարզեցված տեղական տարբերակներ՝ ուղեգծի առանցքի երկայնքով թեքությունները նվազեցնելու համար՝ շրջանցելով անբարենպաստ լոկալ տարածքները, գյուղատնտեսական նշանակության հողերը, նորակառույց կապիտալ օբյեկտները և այլն:

Դաշտային ուղեգծման ընթացքում կատարվում են երկու տեսակի գծային չափումներ:

Չափման առաջին տեսակը թեքման անկյունների գազաթների ու առանցքի կետերի միջև հեռավորությունների որոշումն է: Այս աշխատանքները կատարվում են անկյունային չափումների հետ միասին, որոնք նման են պոլիգոնոմետրիական չափումներին: Գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի միջև չափված ուղեգծի անկյան գազաթների ու առանցքի կետերի տվյալներով հավասարակշռվում են ընթացքները՝ հաշվարկելով թեքման անկյունների գազաթների ու կետերի կոորդինատները: Այդ չափումները կատարվում են էլեկտրոնային տախոմետրերով՝ օգտագործելով 2-րդ կարգի պոլիգոնոմետրիական ընթացքի ծրագիրը:

Չափումների երկրորդ տեսակը պիկետաժի, կորերի տարրերի ու լայնակի պրոֆիլների կետերի նշահարումն է:

Ուղեգծի առանցքի երկայնքով գիծը բաժանվում է յուրաքանչյուր 100 մ հատվածների սովորական գեոդեզիական ժապավենով կամ 50 մ չափերիզով:

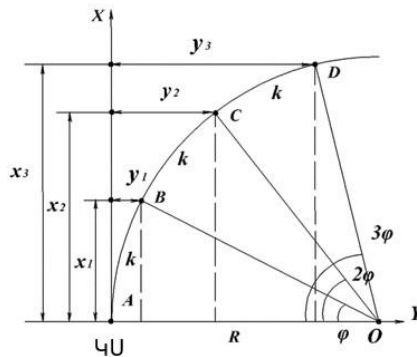
Էլեկտրոնային տախտմետր օգտագործելով՝ պիկետների տեղադրումն ավելի հեշտ և արագ է: Պիկետներն ամրացվում են սովորական ու պահակ ցցերի միջոցով: Պահակ ցցերի վրա անջնջելի ներկով նշվում է պիկետի համարը (ՊԿ 56, ՊԿ 57 և այլն): Բացի դրանից՝ ռելիեֆի ու իրադրության բնորոշ կետերի արժեքները (ռելիեֆի խորդուբորդություններ, երթուղու հատումներ ցանկացած եզրագծով) նույնպես ամրացվում և գրանցում են պահակ ցցերի վրա: Դրանք, այսպես կոչված, պիկետին ավելացված չափման արժեքներն են (պլյուսային կետեր), քանի որ դրանց պլանային դիրքը երթուղու առանցքի վրա որոշվում է մոտակա փոքր պիկետից (ՊԿ 64+21.0) հեռավորությամբ:

Թեք տեղանքի վրա ժապավենի կամ չափերիզի միջոցով պիկետներ տեղադրելու ժամանակ կատարվում են թեք գծերի պրոյեկցիայի ուղղումներ: Եթե օգտագործվում է էլեկտրոնային տախտմետր, ապա պիկետաժի նշահարումը կատարվում է էկրանին բերված հորիզոնական պրոյեկցիայի տվյալներով:

Կորերի մանրամասն նշահարումը կարող է իրականացվել մի քանի եղանակով: Դիտարկենք դրանցից մի քանիսը:

Ուղղանկյուն կոորդինատների եղանակ: Այս եղանակով կոորդինատների սկիզբը համատեղվում է կորի սկիզբը (ԿՍ) կամ կորի վերջը (ԿՎ) կետերի հետ (Նկ. 6.7): X առանցքը համատեղվում է ուղեգծի առանցքի հետ: Կորի կետերի միջև k հեռավորությունը սահմանվում է գործնական նկատառումների հիման վրա: Օգտագործելով k -ի արժեքը՝ գտնում ենք φ անկյունը 6.7 բանաձևով.

$$\varphi = \frac{k}{R} \frac{180}{\pi}: \quad (6.8)$$



Նկ. 6.7. Կորի նշահարումը ուղղանկյուն կոորդինատների եղանակով

Նկար 6.7-ից երևում է՝

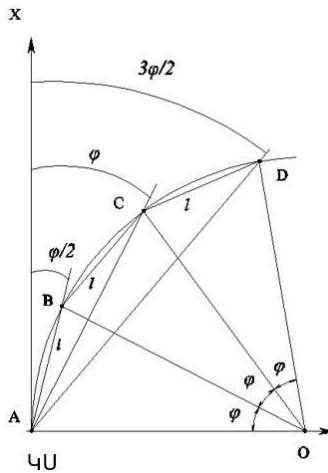
$$\begin{aligned} x_1 &= R \sin \varphi; \quad x_2 = R \sin 2\varphi; \quad x_3 = R \sin 3\varphi, \\ y_1 &= 2R \sin^2(\varphi/2); \quad y_2 = 2R \sin^2(2\varphi/2); \quad y_3 = 2R \sin^2(3\varphi/2): \end{aligned} \quad (6.9)$$

Նշահարումը կատարվում է հաջորդաբար՝ սկսած B առաջին կետից: Դրա համար գեոդեզիական ժապավենը տեղադրվում է ուղեգծի առանցքի երկայնքով՝ դրա սկիզբը տեղադրելով (ԿՄ) կետին: Տեղադրելով x_1 -ի առաջին արժեքը՝ այս կետում թեոդոլիտով կառուցում ենք ուղղահայաց, չափելով y_1 -ի արժեքը՝ տեղադրում ենք առաջին կետը: Նշահարումն իրականացվում է մինչև կորի մեջտեղը (ԿՄ) կետը: Կորի երկրորդ կեսը նշահարվում է (ԿՎ) կետից:

Պիկետների տեղափոխում կորի վրա: Պիկետաժի նշահարման գործընթացում պիկետը կարող է գտնվել (ԿՄ) կորի սկզբի ու (ԱԳ) անկյունի գագաթի տանգենսի վրա կամ (ԿՎ) կորի վերջի ու (ԱԳ) անկյուն գագաթի միջև: Պիկետը կորի վրա տեղափոխելու համար գտնում ենք պիկետի արժեքների տարբերությունը, օրինակ՝ (ԿՄ) կորի սկիզբն ու բուն պիկետը: Այս տարբերությունը ընդունվում է որպես աղեղի երկարություն (ԿՄ)-ից մինչև $k_{պ}$ կորի երկայնքով պիկետը: Գտնված $k_{պ}$ -ի արժեքի համար φ անկյան արժեքը հաշվարկվում է (6.8) բանաձևով, իսկ այդ պիկետի համապատասխան կոորդինատները՝ (6.9) բանաձևերով: Կառուցումը կատարելուց հետո կորի վրա գտնում են պիկետը:

Երբեմն հակադարձ խնդիր է առաջանում՝ գտնելու կորի վրա գտնվող կետի պիկետաժի արժեքը: Այս նպատակով օգտագործելով թեոդոլիտը՝ ուղղահայաց է իջեցվում տվյալ կետից կորի վրա: Կետը ամրագրված է, և նրա x ու y կոորդինատները չափվում են ժապավենով: Օգտագործելով չափված կոորդինատներն ու կորի շառավիղը՝ գտնում են φ անկյունը (6.9) բանաձևով, իսկ (6.8) բանաձևից հաշվարկվում է կորի k երկարությունը, որը թույլ կտա կորի վրա գտնել տվյալ կետի պիկետաժի արժեքը:

Անկյունների եղանակ: Այս եղանակը (Նկ. 6.8) օգտագործվում է այն դեպքում, երբ շրջանային կորի ցանկացած կետում անկյան գագաթները ձևավորվում են շոշափողով ու կիսոլորով, պարփակվում են միևնույն աղեղով և հավասար են համապատասխան կենտրոնական անկյան կեսին՝ $\sin(\varphi/2) = l/2R$, որում l -ը խորդի երկարությունն է, որը տրվում է գործնական նկատառումներով: A կետում (ԿՄ) տեղադրվում է թեոդոլիտը, և տանգենսի գծից կառուցվում է $\varphi/2$ անկյունը: Ստացված ուղղության երկայնքով տեղադրում է $l = AB$ արժեքը, գտնում B կետը: Այնուհետև A կետում կառուցվում է $2(\varphi/2)$ անկյուն, իսկ B կետից l արժեքը տեղադրվում է այնպես, որ ծայրը տեղակայվի թեոդոլիտի կոլիմացիոն հարթությունում: Ստացված C կետը տեղադրվում է, և նշահարումը շարունակվում է նույն կարգով:



Նկ. 6.8. Կորի նշահարումն անկյունների եղանակով

Կորերի մանրամասն նշահարումն իրականացվում է ինչպես ուղեգծման գործընթացում, այնպես էլ ճանապարհի պաստառը մաքրելու նպատակով (օրինակ՝ ծառերից), այնպես էլ շինարարության ընթացքում:

Շինարարական աշխատանքների մեկնարկից անմիջապես առաջ վերականգնում են ուղեգիծը: Գտնում են թեքման անկյունների գագաթները, վերականգնվում է պիկետավորումը, կատարվում են գծերի ու անկյունների ստուգողական չափումներ, ստուգողական նիվելիրացում պիկետաժի երկայնքով, վերականգնվում և ամրացվում են արհեստական կառույցների առանցքները:

Եթե թեքման անկյունները չափելիս հայտնաբերվում են նախագծային արժեքների հետ անհամապատասխանություններ, ապա ուղեգծի ուղղությունը չեն փոխում, բայց կորերի տարրերը վերահաշվարկվում են՝ օգտագործելով ուղղված անկյունների արժեքները:

Եթե պիկետում սխալներ կամ կուտակումներ են հայտնաբերվում, պիկետները չեն տեղափոխվում, այլ կատարում են 100 մ-ից տարբերվող (կոտորակային) պիկետներ, ինչն արվում է այնպես, որ նախագծում տրված աշխատանքային նիշերը համապատասխանեն տեղանքին:

6.5. Անցումային կորեր

Ճանապարհային ուղեգծերի ուղիղ հատվածները միացվում են շրջանային կորերին՝ օգտագործելով անցումային կորերը, որոնց կորության շառավիղը տատանվում է անսահմանությունից մինչև շրջանային կորի շառավիղ: Երկաթուղիների անցումային կորերում իրականացվում է, այսպես կոչված, «արտաքին ռելսի բարձրացում», իսկ ճանապարհների վրա՝ «վերաժի

շեղում», այսինքն՝ անցում ֆրոնտային լայնակի պրոֆիլից դեպի միաձույլ և, հակառակը, երկթեք լայնակի պրոֆիլը միաթեքին (двускатного поперечного профиля к односкатному и наоборот):

Անցումային կորի հավասարումը դուրս բերելիս սահմանվում է հետևյալ դիֆերենցիալ պայմանը. այդ կորի յուրաքանչյուր ընթացիկ կետում առաջացող կենտրոնախույս ուժի գործողությունը պետք է հավասարակշռվի արտաքին ռելսի կամ վիրաժի միջոցով:

Հստակար 6.9-ի՝ BCD եռանկյան բարձրության արժեքից պարզ է դառնում.

$$h = stgv = si, \quad (6.10)$$

որում s -ն անցումային կորի սկզբից մինչև ընթացիկ կետ եղած հեռավորությունն է, i -ն՝ երկաթուղու երկայնական թեքություն ռելսի բարձրության կամ վիրաժի (0,001-0,002):

Դիտարկելով ուղու լայնակի կտրվածքը՝ պարզ է դառնում, որ՝

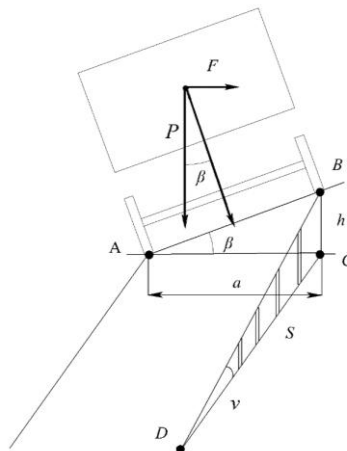
$$h = atg\beta = a \frac{F}{P} \quad (6.11)$$

որում a -ն ուղու լայնությունն է, F -ը՝ կենտրոնախույս ուժը, P -ն՝ տրանսպորտային միջոցի քաշը:

Հայտնի է, որ կենտրոնախույս ուժի մեծությունն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$F = \frac{P}{g} \frac{v^2}{\rho}, \quad (6.12)$$

որում v -ն տրանսպորտային միջոցի հաշվարկային արագությունն է, g -ն՝ ձգողականության արագացումը, ρ -ն՝ ուղու կորության շառավիղը:



Նկ. 6.9. Ռելսի բարձրացումը հավասարեցնում է կենտրոնախույս ուժը:

Հետևաբար (6.11) արտահայտությունը կարելի է գրել հետևյալ կերպ՝

$$h = \frac{av^2}{gp}; \quad (6.13)$$

Կատարելով դինամիկ պայմանն ու հավասարեցնելով (6.10) ու (6.13) հավասարումների աջ կողմերը՝ կստանանք.

$$si = \frac{av^2}{g\rho},$$

որում՝

$$\rho = \frac{av^2}{sig}; \quad (6.14)$$

(6.14) բանաձևում տվյալ նախագծային արագության v -ի ու ընդունված i թեքության գործակիցը հաստատուն արժեք է և կոչվում է անցումային կորի պարամետր: Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ կարող ենք գրել անցումային կորի դինամիկ հավասարումը, որն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\rho = C/s, \quad (6.15)$$

որում ρ -ն կորության շառավիղն է կորի ընթացիկ կետում, s -ը՝ կորի երկարությունը սկզբից մինչև ընթացիկ կետը, C -ն՝ անցումային կորի մշտական պարամետրը:

Հետևաբար անցումային կորի կորության շառավիղը փոխվում է դրա երկարությանը հակադարձ համամասնությամբ, անցումային կորի սկիզբի $s = 0$ դեպքում, $\rho = \infty$:

Այն կետում, որտեղ անցումային կորը միանում է շրջանայինին, ρ կորության շառավիղը հավասար է R շրջանային կորի շառավիղին, իսկ s արժեքը հավասար է l անցումային կորի ընդունված երկարությանը: Ելնելով դրանից՝ (6.15) բանաձևից հետևում է, որ՝

$$C = \rho s = Rl, \quad (6.16)$$

այլ կերպ ասած՝ անցումային կորի պարամետրը հավասար է շրջանային կորի շառավիղի ու անցումային կորի երկարության արտադրյալին:

Որոշենք մաթեմատիկական այն կորը, որը կբավարարի դուրս բերված անցումային կորի հավասարմանը: Ինչպես հայտնի է, կորության շառավիղը կորի տվյալ կետում սահմանվում է որպես՝

$$\rho = \frac{ds}{d\varphi}, \quad (6.17)$$

որում φ -ն անկյուն է աբսցիսային առանցքի ու տվյալ կետում կորի շոշափողի միջև (Նկ. 6.10):

Հավասարեցնենք (6.15) ու (6.17) հավասարումների աջ կողմերը.

$$\frac{C}{s} = \frac{ds}{d\varphi}; \quad (6.18)$$

Լուծելով այս դիֆերենցիալ հավասարումն ու հաշվի առնելով, որ եթե $\varphi = 0$, ապա $s = 0$, կստանանք.

$$\int_0^s s ds = C \int_0^\varphi d\varphi \text{ և } \frac{s^2}{2} = C\varphi,$$

որից՝

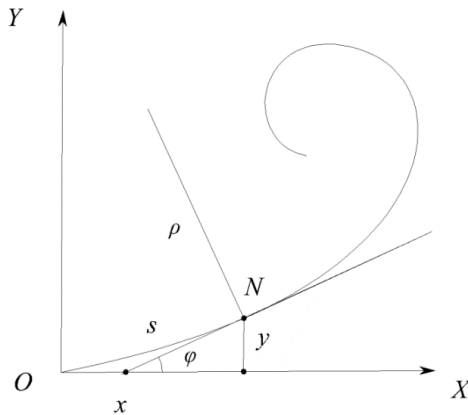
$$s^2 = 2C\varphi: \quad (6.19)$$

Սա ռադիոիդալային զսպանակի կամ կլոտոիդի հավասարումն է:

Ուղղանկյուն կոորդինատներում կլոտոիդային հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$x = s \left(1 - \frac{s^4}{40C^2} + \frac{s^8}{3456C^4} - \dots \right), \quad (6.20)$$

$$y = \frac{s^3}{6C} \left(1 - \frac{s^4}{56C^2} + \frac{s^8}{7040C^4} - \dots \right):$$



Նկ. 6.10. Ռադիոիդալային զսպանակ

Անցումային կորի վերջնակետի համար, երբ $s = l$, այդ կետի կոորդինատները հավասար կլինեն.

$$x_i = l \left(1 - \frac{l^2}{40R^2} + \frac{l^4}{3456R^4} - \dots \right), \quad (6.21)$$

$$y_i = \frac{l^2}{6R} \left(1 - \frac{l^2}{56R^2} + \frac{l^4}{7040R^4} - \dots \right):$$

(6.19) հավասարումից ունենք՝ $\varphi = \frac{S^2}{2C}$, և անցումային կորի վերջի համար կատանանք՝

Շարժման մեծությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

Ե հեռավորությունն անցումային կորի սկզբի ու չտեղափոխված շրջանային կորի սկզբի միջև, որը կոչվում է տանգենի լրացում. այն ստանում ենք հետևյալ բանաձևով՝

Առաջին (UYU_1) ու երկրորդ (UYU_2) անցումային կորերի սկիզբը տեղադրելու համար t արժեքը հետ է մնում համապատասխանաբար (ZYU) սկզբից ու (ZYU) վերջից չտեղափոխված «մաքուր» շրջանային կորից: Նույն կետերը կարելի է գտնել մոտակա պիկետներից իրենց պիկետային արժեքներով:

6.6. Ուղեգծի նիվելիրացում

Ուղեգծի երկրաչափական նիվելիրացումն իրականացվում է ճշգրիտ օպտիկական նիվելիրների կամ տեխնիկական ճշտության նիվելիրների օգտագործմամբ: Երկրաչափական նիվելիրացումը կատարվում է մեջտեղից: Ուղեգծերի նիվելիրացումը տարբերակվում է սովորական նիվելիրացումից չափաձողի տեղադրման կապող ու միջանկյալ կետերի առանձնահատկությամբ: Յուրաքանչյուր կայանում կլինեն հետևի ու առջևի կապակցման և մի քանի միջանկյալ կետեր: Ուղեգծի գոտու միջակայքում ցանկացած պլյուս ու պիկետ, լայնակի կտրվածքի ու միջանկյալ կետեր, որոնք կարող են ընտրվել ուղեգծի ցանկացած տեղում, կարող են ծառայել որպես կապող կետեր:

Օգտագործվում են երկկողմանի, չծալվող չափաձողեր: Նիվելիրացման կայանում ծրագիրը համապատասխանում է տեխնիկական նիվելիրացմանը: Չափաձողի վրա հաշվեցույցները վերցվում են ցանցաթելերի միջին ցանցաթելի երկայնքով միլիմետրերի ճշտությամբ: Սկզբում նիվելիրացվում են կապակցման կետերն ամբողջությամբ, իսկ հետո՝ միջանկյալները, որոնց համար կատարվում է մեկ ընթերցում: Կայանում նիվելիրացման ստուգումն իրականացվում է կապակցման կետերի միջև եղած վերազանցումներով (չափաձողերի երկու կողմերով կամ գործիքի երկու հորիզոններով):

Կոպիտ սխալները վերացնելու ու պատահական սխալների ազդեցությունը փոքրացնելու համար նիվելիրացման ընթացքն անցկացվում է ստուգմամբ: Ստուգումը կարող է իրականացվել երկու նիվելիրներով նիվելիրացման միջոցով ու մեկը մյուսի հետևից: Առաջինով նիվելիրացվում են ուղեգծի բոլոր կետերը, իսկ երկրորդով՝ միայն կապող կետերը: Այս մեթոդն ապահովում է առավել հուսալի ու արդյունավետ ստուգում: Նիվելիրացման արդյունքները համեմատվում են ամեն օր, և հայտնաբերված սխալները ուղղվում են:

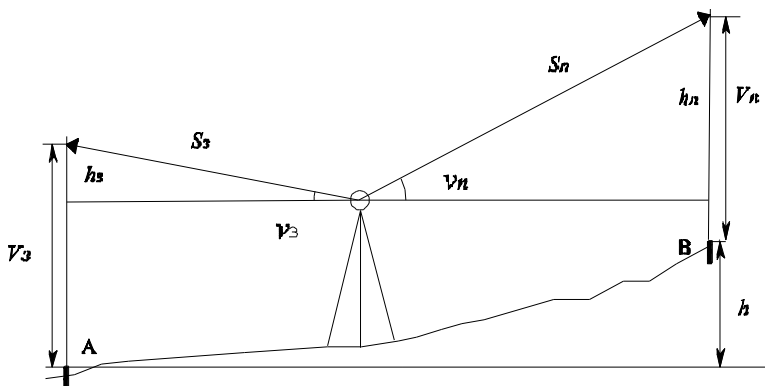
Երբեմն նիվելիրացումը կատարվում է մեկ գործիքով, այդ դեպքում ուղեգիծը նիվելիրացվում է երկու անգամ՝ ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով: Նիվելիրացումն իրականացվում է հատվածներով այնպես, որ հատվածի նիվելիրացումը հնարավոր լինի կատարել մեկ օրում ուղիղ ու հակադարձ ուղղություններով: Այս մեթոդը նույնպես հուսալի է և օգտագործվում է բավականին հաճախ:

Ուղեգծի երկայնքով տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքները պետք է կապված լինեն պետական գեոդեզիական բարձունքային ցանցի հենանիշների ու դրոշմանիշների հետ: Եթե կա նման կապ, ապա նիվելիրացման ընթացքը ստուգվում է այդ նշանների հայտնի բարձունքային անիշների տարբերությամբ, որոնց վրա հենված է ընթացքը:

Եռանկյունաչափական նիվելիրացում: Վերջերս տեղագրական ու գեոդեզիական արտադրության մեջ էլեկտրոնային տախտմետրերի լայնածավալ ներդրման շնորհիվ գործնականում կիրառվել է առանց պիկետային ուղեգծումը: Անկյունների (մի քանի վայրկյան) ու գծերի (մոտ մեկ սանտիմետր) չափման փոքր սխալները համեմատաբար մեծ հեռավորությունների վրա (մինչև 1000 մ) հնարավորություն են տալիս իրականացնելու ուղեգծման աշխատանքների գրեթե ամբողջ շրջանակը: Պիկետների ու դրանց նիվելիրացման նշահարումը կարող են իրականացվել միաժամանակ՝ տախտմետրը տեղադրելով պիկետի կամ անկյան գագաթի վրա: Տախտմետրը կարող է տեղադրվել նաև ուղեգծից հեռու՝ գերիշխող բարձրության վրա, և իրականացնել ուղեգծի առանցքի երկայնքով ու դրան ուղղահայաց ցանկացած կետերի նշահարումն ու դրանից դուրս ցանկացած կետերի կոորդինատավորումը:

Եղանակը բարձր արդյունավետություն ունի: Ուղեգծի պիկետների, լայնական կտրվածքների նշահարման ու պահպանման գոտու տախտմետրական հանույթների վերաբերյալ տվյալները մուտքագրվում են տախտմետրի հիշողության սարքում և մշակվում գրասենյակային պայմաններում: Էլեկտրոնային տախտմետրով աշխատելիս պիկետային գծի երկայնքով տեխնիկական նիվելիրացման անհրաժեշտություն չկա:

Հաշվարկենք էլեկտրոնային տախտմետրով իրականացված երկու ելակետերի միջև տախտմետրական ընթացքի եռանկյունաչափական նիվելիրացման ՄՔՄ-ն: Նկար 6.12-ում տախտմետրը տեղադրված է A ու B կապող երկու կետերի միջև այնպես, որ միաժամանակ տեսանելի լինեն նշված կետերում տեղադրված անդրադարձիչները:



Նկ. 6.12. Եռանկյունաչափական նիվելիրացման սխեմա

Եռանկյունաչափական նիվելիրացման դեպքում չափվող մեծությունները S հեռավորություններն են ու թեքման ν անկյունները, իսկ անկապները

հաշվարկվում են եռանկյունաչափական բանաձևերով: Տվյալ սխեմայի համար կատանանք՝

$$h = S \cdot \sin \nu : \quad (6.25)$$

Չափված թեք հեռավորությունները դեպի հետևի ու առջևի կետերը նշանակվում են S_h ու S_w տառերով, այդ կետերի թեքության անկյունները համապատասխանաբար ν_h ու ν_w են: Նկարում ν_h ու ν_w հետևի ու առջևի անդրադարձիչների բարձրությունն են կետերից: Նկարից պարզ է դառնում, որ՝

$$h + V_w - h_w = V_h - h_h : \quad (6.26)$$

Վերջին արտահայտությունից որոշվող վերազանցումը կլինի հավասար՝

$$h = h_w - h_h + (V_h - V_w) \quad (6.27)$$

Եթե դիտարկվող կետերի վրա տեղադրված անդրադարձիչները գտնվում են հավասար բարձրության վրա, այսինքն՝ $V_h = V_w$, ապա (6.27) բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$h = h_w - h_h, \quad (6.28)$$

որում յուրաքանչյուր ուղղության համար վերազանցումները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$\begin{aligned} h_w &= S_w \cdot \sin \nu_w \\ h_h &= S_h \cdot \sin \nu_h : \end{aligned} \quad (6.29)$$

Ըստ (6.25) բանաձևի, հետևաբար նաև (6.29)-ի՝ անկապքը կարելի է գտնել՝ դրանք դիտարկելով ըստ փոփոխականների ու անցնելով միջին քառակուսային սխալներին.

$$m_h^2 = m_s^2 \cdot \sin^2 \nu + \frac{S^2 \cdot \cos^2 \nu \cdot m^2 \nu}{\rho^2} : \quad (6.30)$$

Ենթադրենք, որ գործիքը տեղադրված է նիվելիրացվող կետերից հավասար հեռավորության վրա, ինչպես նաև, որ $\nu = 30^\circ$, $m_s = 5$ մմ, $m_\nu = 5''$, այդ դեպքում կատանանք կետերից մեկի վերազանցման համար $m_{hn} = 5$ մմ: Հաշվի առնելով (6.28), ինչպես նաև այն, որ հավասար հեռավորությունների համար վերազանցումները որոշվել են նույն սխալներով, կունենանք $m_h^2 = 2m_{hn}^2$ կամ թվային արտահայտությամբ $m_h = 7$ մմ: Եթե հաշվի առնենք, որ նիվելիրացված կետերը գտնվում են միմյանցից 400 մ հեռավորության վրա, ապա էլեկտրոնային տախտմետրով եռանկյունաչափական նիվելիրացման եղանակով հաշվարկված անկապքի սխալը թույլ է տալիս համեմատել որպես IV դասի երկրաչափական նիվելիրացման ճշտությանը համարժեք մեծություն:

6.7. Հոդային պաստառի նշահարում

Ճանապարհի պաստառը բաղկացած է երթևեկության մասից, ճամփեզրերից, լանջերից ու խրամուղուց (Նկ. 6.4): Ճանապարհի լայնությունը կարող է լինել 6-15 մ՝ կախված ճանապարհի կարգից: Երթևեկության մասի ամրացման համար տեղադրվում են երկկողմանի ճամփեզրեր: Ճամփեզրերին հարում են լանջերը: Ճամփեզրերը լանջերից բաժանող գիծը կոչվում է ճանապարհային պաստառի եզրագիծ: Նախագծային բարձրությունները երկայնական պրոֆիլում տրվում են եզրագծի երկայնքով:

Երթևեկային մասը, որպես կանոն, արհեստական ծածկ է՝ բետոն, քար և այլն:

Ջրահոսքն արագ հեռացնելու համար ճանապարհային պաստառի առանցքից ունի լայնակի թեքություն դեպի ճամփեզրեր:

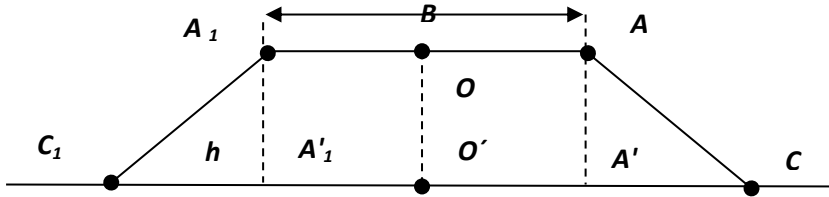
Պիկետաժի վերականգնվելուց ու կորերի մանրամասն նշահարելուց հետո ուղեգիծը տեղադրվում և ամրացվում է: Ամրացման նշանները տեղադրվում են հողային աշխատանքներից դուրս, որ դրանք պահպանվեն շինարարության ողջ ընթացքում:

Ճանապարհի կառուցումից անմիջապես առաջ հողային աշխատանքներ կատարելու համար նշահարվում է ճանապարհի պաստառը: Ճանապարհի պաստառի նշահարումը բաղկացած է տեղանքում պաստառի պլանային ու բարձունքային լայնակի պրոֆիլի բոլոր բնորոշ կետերից՝ առանցք, եզրագծեր, խրամուղի, լիցքերի հիմք և այլն: Նշահարումն իրականացվում է թեոդոլիտով ու ժապավենով՝ յուրաքանչյուր 20-40 մ-ի վրա ու երկայնական պրոֆիլի բոլոր բնորոշ կետերի համար: Երթուղու կորագիծ հատվածներում լայնակի պրոֆիլները նշահարվում են դեպի կորի կենտրոնը:

Պլանային դիրքի նշահարման հետ միաժամանակ տեղանք են տեղափոխվում նախագծային բարձրությունները, որոնք համապատասխանում են ճանապարհի պաստառի եզրագծի բարձրությանը:

Նշահարման աշխատանքների արդյունքում հուսալիորեն ամրացվում են առանցքից 30-50 մ հեռավորության վրա դուրս եկող գույզ նշաններով: Նշանները տեղադրվում են թեոդոլիտով ուղեգծի առանցքին ուղղահայաց միևնույն հեռավորության վրա:

Լայնակի պրոֆիլների տեղադրում լիցքում: Նկար 6.13-ում ցույց է տրված ճանապարհի լայնակի պրոֆիլը լիցքում: Նշահարման գործընթացում տեղադրվում են առանցքային O' կետի դիրքը, եզրագծի A' և A_1 պոյեկցիան ու C և C_1 լիցքի տակը:



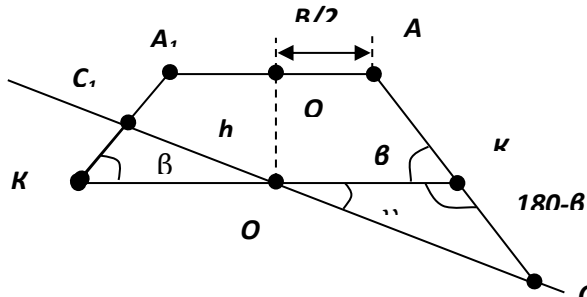
Նկ. 6.13. Լիցք հարթ տարածքներում

Հոդային պաստառի տակի թեքությունների սահմանների հեռավորությունը ուղեգծի առանցքից որոշվում է հետևյալ հարաբերությամբ՝

$$O'C = O'C_1 = \frac{B}{2} + h \cdot m, \quad (6.31)$$

որում h -ը լիցքի բարձրությունն է, B -ն՝ ճանապարհի պաստառի լայնության պրոյեկցիան, $m = 1:i$ -ն՝ թեքության հակադարձ մեծությունը, որը երբեմն կոչվում է թեքության գործակից:

Նկար 6.14-ում ցույց է տրված լանջի թեքության վրա գտնվող լիցքի լայնակի պրոֆիլը:



Նկ. 6.14. Լիցք թեք լանջի վրա

C ու C_1 կետերը տեղանքում նշելու համար անհրաժեշտ է հաշվարկել ու տեղադրել $O'C$ և $O'C_1$ եռանկյունիքները: $O'C_1K$ եռանկյունիք ունենք՝

$$O'C_1 = \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \nu)}: \quad (6.32)$$

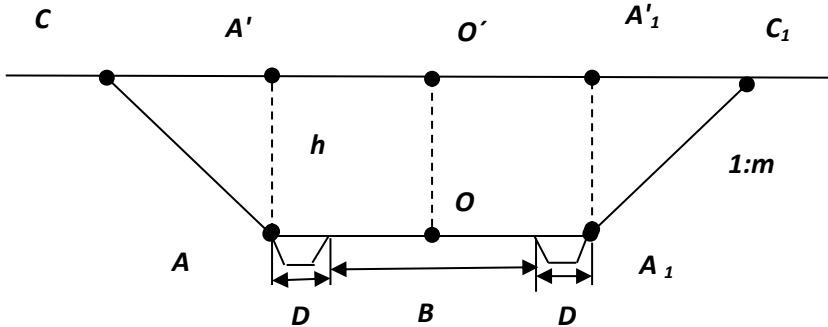
$O'CK$ եռանկյունիք հեշտությամբ ստանում ենք՝

$$O'C = \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \nu)}: \quad (6.33)$$

Այս բանաձևերում B -ն ճանապարհի լայնությունն է, h -ը՝ լիցքի բարձրությունը, ν -ն՝ տեղանքի լայնակի թեքության անկյունը, β -ն՝ նախագծի լայնակի թեքության անկյունը:

Լայնակի պրոֆիլների նշահարումը փորվածքում: Եթե ուղեգիծն անցնում է հողի մակերևույթից ցածր, ապա ամրացնում ենք ուղեգծի առանցքի O' կետը, A' ու A'_1 կետերը, ինչպես նաև C ու C_1 փորվածքների եզրերը (Նկ. 6.15):

Այսպիսով՝ առաջին փուլը, երբ ճանապարհի պաստառը ստեղծվում է նախնական փորվածքում, լայնակի պրոֆիլը կլինի CG_1A_1A որոշակի սեղանի տեսքով: Հետագայում հողային պաստառն ավարտելիս նշահարում են խրամուղին, գոգերն ու եզրագծերը:



Նկ. 6.15. Հարթ տեղամասի փորվածք

Համեմատաբար հարթ տարածքում A ու A_1 կետերի իրական դիրքը գտնում են առանցքից $O'A' = O'A'_1 = B/2 + D$ հեռավորության գծերով, որում B -ն ճանապարհի պաստառի լայնությունն է, D -ն՝ խրամուղու վերնի լայնությունը: Այդ կետերից չափելով ու տեղադրելով mh թեքությունը՝ գտնում ենք C և C_1 փորվածքների եզրագծերը:

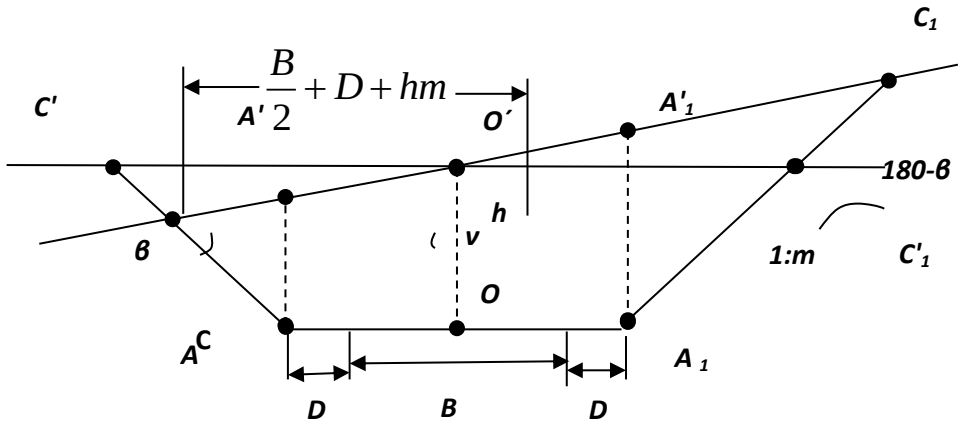
Լանջերի վրա առանցքից թեքության ուղղությամբ դեպի ներքև մինչև փորվածքի սահման եղած հեռավորությունն ավելի փոքր կլինի, իսկ վերնի ուղղությամբ՝ ավելի մեծ (Նկ. 6.16): Ուղեգծի առանցքից մինչև փորվածքների եզրագծերի թեքության հեռավորությունները կարելի է հաշվարկել՝ կիրառելով հետևյալ բանաձևերը.

իջեցման ուղղությամբ՝

$$O'C = \left(\frac{B}{2} + D + mh \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \nu)}, \quad (6.34)$$

թեքության բարձրության ուղղությամբ՝

$$O'C_1 = \left(\frac{B}{2} + D + mh \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \nu)}: \quad (6.35)$$



Նկ. 6.16. Փորվածք թեք լանջին

Փորվածքային աշխատանքները հեշտացնելու համար փորվածքների եզրերին գտնվող C ու C_1 կետերում տեղադրվում են ոչ մեծ նշաններ՝ որոշելու լանջի թեքությունը: Քանի որ հողի փորման ընթացքում բոլոր կետերը ոչնչանում են, դրա համար կրկնակի նշահարում են՝ ցույց տալու փորվածքների մնացած խորությունները: Հողային պաստառի նախագծային բարձրությունները տեղանք են տեղափոխվում 1 սմ ճշտությամբ:

6.8. Մայրուղու հիմնային գեոդեզիական հիմնավորում

Հիմնական մայրուղու տարբերակի հաստատումից հետո՝ հետազոտության ընթացքում, ապագա մայրուղու երկայնքով ստեղծվում է հիմնային պլանային ու բարձունքային գեոդեզիական ցանց:

Հետազոտության ընթացքում այդ ցանցը հիմք է ծառայում մայրուղու նախագիծը տեղանք տեղափոխելու համար, մայրուղու բարդ հատվածներում տրանսպորտային ու մշտական հանգույցներում, ճանապարհային հանգույցներում տեղագրական խոշորածավալ հանույթներ կատարելիս: Այս ցանցը նաև հիմք է մայրուղու երկայնքով թռիչքահանության աշխատանքների համար:

Շինարարության ընթացքում գեոդեզիական ցանցը ծառայում է որպես պլանային ու բարձունքային հիմնավորում՝ նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու, ուղեգծի տարրերի պլանային ու բարձունքային տվյալները տեղանք տեղափոխելու համար:

Գծային կառույցները օբյեկտներ են, որոնք զգալիորեն երկարաձգված են իրենց առանցքներից մեկի երկայնքով՝ լայնակի առանցքներում համեմատաբար փոքր չափսերով: Գծային կառույցների մայրուղիների երկարությունը կարող է հասնել հարյուրավոր կիլոմետրերի: Բնական է, որ նման կառույցների իրականացման համար պիտի ստեղծվի պլանային հիմնավորում՝ պոլիգոնոմետրիական ընթացքների տեսքով, իսկ բարձունքային ցանցը կարող է կառուցվել նիվելիրացման ընթացքների տեսքով՝ ըստ պլանային հիմքի կետերի: Այնուամենայնիվ, պոլիգոնոմետրիական, ինչպես նաև նիվելիրացման ընթացքները, չեն կարող կամայականորեն երկար լինել. դրանց երկարությունը սահմանափակ է պլանային ու բարձունքային սխալների պատճառով, որոնք, ինչպես հայտնի է, կուտակվում են ընթացքների երկարություններին համաչափ: Պլանային ու բարձունքային սխալների թույլատրելի արժեքները թելադրվում են այն խնդիրներով, որոնք պետք է լուծեն պլանային ու բարձունքային ցանցերը:

Այսպիսով, քանի որ գրասենյակային ուղեգծումն իրականացվում է տեղագրական քարտեզների վրա 1:10000 (ինչպես նաև 1:25000) մասշտաբով, բնականաբար, պահանջվում այդ մասշտաբի քարտեզի ճշտության համապատասխան կետերի ապահովումը:

Համաձայն ԳՕՍՍ 26869-2014-ի՝ չկառուցապատված բաց տարածքներում տեղանքի իրադրության հստակ ուրվագծերով եզրագծերի ու օբյեկտների պլանային դիրքի որոշման միջին սխալները գեոդեզիական հիմքի մոտակա հիմնակետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցեն 0,5 մմ-ը:

Հաշվի առնելով, որ միջին ու միջին քառակուսային սխալները միմյանց հետ կապված են $5/4$ գործակցով, ուրեմն հեշտ է գտնել թույլատրելի միջին քառակուսային սխալի արժեքը: Այն կլինի 0,6 մմ, կամ տեղանքում 1:10000 մասշտաբի քարտեզի համար այն համապատասխանում է 6 մ հատվածի: 1:5000 հարաբերական սխալ ունեցող ընթացքի համար դրա երկարությունը կարելի է գտնել հետևյալ բանաձևով՝

$$\frac{0,6 \text{ մմ} \times M}{L} = \frac{1}{T}, \quad (6.36)$$

որը կլինի $0,6 \text{ մմ} \times 10000 \times 5000 = 30 \text{ կմ}$:

Պլանաբարձունքային հիմնավորումը, սակայն, կառուցվում է ոչ միայն հետազոտական աշխատանքների, այլ նաև նախագծերի իրականացման համար, այլ կերպ ասած հիմք է ծառայում մայրուղու նախագիծը տեղանք տեղափոխելու համար: Ուստի գեոդեզիական ուղեգծերի ցանցը նախագծելիս անհրաժեշտ է ապահովել դրա բազմագործառնության նպատակը: Մասնավորապես, դրա ճշտությունը պետք է ապահովվի ճանապարհների նշահար-

ման աշխատանքների իրականացման ժամանակ, ինչի համար անհրաժեշտ է գծային չափումները կատարել 1:5000 հարաբերական, իսկ անկյունային չափումները՝ 10" ճշտությամբ (ՀՀՇՆ 13.01-2022): Այնտեղ տրված է անկապքը որոշելու համար միջին քառակուսի սխալի արժեքը 10 մմ ընթացքի 1 կմ-ի համար, որը համապատասխանում է 4-րդ դասի նիվելիրացման ճշտությանը:

Գծային կառույցների նախագծերը տեղանք տեղափոխելու համար կազմվում են 1:2000 մասշտաբի հատակագծեր: Կիրառելով (6.36) բանաձևը՝ գտնում ենք $1/T = 1:5000$ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի թույլատրելի երկարությունը՝ նշված մասշտաբով հատակագիծ կազմելու համար: Այդ դեպքում ընթացքի երկարությունը կկազմի $0,6 \text{ մմ} \times 2000 \times 5000 = 6 \text{ կմ}$: Այսինքն՝ յուրաքանչյուր 6 կմ-ում պոլիգոնոմետրիական ընթացքը պետք է կապակցել ԱԳՑ հիմնակետերին, կամ մայրուղու միջակայքում նման ճշտության հիմնակետեր կառուցվեն ընթացքի կողմնորոշման ու կոորդինատների ստուգման համար: Դա 2-րդ կարգի պլանային գեոդեզիական ցանցն է: Ընթացքի անկյունային թույլատրելի անկապքը կլինի $20''\sqrt{n}$, որում n -ը ընթացքի անկյունների թիվն է:

Այսպիսով, հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ ուղեգծի պլանաֆարձունքային հիմքի կառուցման ընդհանուր սխեման կլինի հետևյալը. մայրուղու ուղեգծի միջակայքում յուրաքանչյուր 6 կմ-ի վրա կառուցվում են ԱԳՑ խտացման հիմքի հիմնակետեր, որոնց հիման վրա մայրուղու երկայնքով ստեղծվում են պոլիգոնոմետրիական ընթացքներ:

Քիչ հավանական է, որ մայրուղուն անհրաժեշտ տեղերում լինեն ԱԳՑ, ՊԳՑ հիմնակետեր կամ առնվազն 1-ին կարգի խտացման կետեր: Ամենայն հավանականությամբ, այդպիսի կետեր պետք է կառուցվեն արբանյակային GNSS մեթոդներով: Ըստ ՀՀՇՆ 13.01-2022 պահանջների՝ պետք է կառուցվեն յուրաքանչյուր հիմնային ցանցում առնվազն 3 կետ:

Քանի որ բարձր կարգի ճանապարհային մայրուղիները նախագծվում են առավելագույն ձգված, ուստի պոլիգոնոմետրիական ընթացքները նույնպես կլինեն ձգված 20° -ից պակաս շրջադարձային անկյուններով: Օրինակ՝ գնահատենք 6 կմ երկարությամբ նման ձգված պոլիգոնոմետրիական ընթացքի ճշտությունը՝ հիմնված հայտնի կոորդինատներով բարձր կարգի հիմնակետերի վրա: Գնահատումը կատարում ենք (5.1) բանաձևով, որի համար այն վերագրում ենք մի փոքր այլ ձևով.

$$M^2 = m_s^2 \cdot n + \frac{m_p^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12} : \quad (6.37)$$

Դիտարկենք ընթացքի կողմի միջին երկարությունը 500 մ, այդ դեպքում ընթացքի n կողմերի թիվը կլինի 12:

Էլեկտրոնային տախտմետրերով չափումներ կատարելիս պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կողմերի երկարությունների չափման սխալները կարող են հավասարվել 5 մմ-ի 500 մ հեռավորությունների համար, իհարկե, զգույշ չափումներով ու օդերևութաբանական գործոնների ազդեցության պատշաճ հաշվառմամբ: Այդ դեպքում հեռավորությունների չափման առավելագույն սխալը կկազմի 10 մմ:

Հաշվի առնելով, որ հիմնականում ընթացքները մոտ են խիստ ձգվածության, (6.37) բանաձևի առաջին անդամը կարող ենք ներկայացնել որպես պոլիգոնոմետրիական ընթացքի երկայնական անկապք (վերջին կետի երկայնական t տեղաշարժ), երկրորդ անդամը՝ որպես լայնակի անկապք (վերջինակետի լայնակի u տեղաշարժ): Ըստ ընդունված պայմանի՝

$$t^2 = m_s^2 n; \quad u^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12}: \quad (6.38)$$

Տեղադրելով վերը նշված թվային արժեքները՝ կստանանք $t = 35$ մմ, $u = 335$ մմ: Անկյունային ու գծային չափումների սխալների համապատասխանությունը կլինի՝ $M = \sqrt{t^2 + u^2} = \sqrt{35^2 + 335^2} = \sqrt{112225} = 337$ մմ:

Քանի որ հայտնի կետերի վրա հիմնված պոլիգոնոմետրիական ընթացքի թույլ կետը նրա մեջտեղում է, թույլ կետի ՄՔՄ-ն կկազմի մոտ 170 մմ կամ 0,17 մ: Նկատի ունենանք, որ նման ցանցի կետերի կոորդինատների ՄՔՄ-ն, համեմատած հիմնային ցանցի հիմնակետերի հետ, չպետք է գերազանցի 0,35 մ-ը (ԳՕՍՍ 26869-2014):

6.9. Գծային կառուցվածքի թվային մոդելի կառուցում

Տարբերակվում է գծային կառույցի ուղեգծումը, այսինքն՝ գծային կառուցվածքը տեղանք տեղափոխելու աշխատանքների մի շարք, և դիրքորոշումը՝ տեղանքում գոյություն ունեցող գծային կառույցի դիրքը որոշելու աշխատանքների մի շարք:

Տեղանքի թվային մոդելները ($S\theta U$), մասնավորապես գծային կառուցվածքների թվային մոդելները ($G\theta U$), կետերի զանգված են, որոնք նկարագրում են օբյեկտն ըստ հայտնի կոորդինատների ու բարձրությունների:

Իրադրության թվային մոդելը սովորաբար ստեղծվում է քաղաքային ու արդյունաբերական տարածքների համար. բոլոր շենքերը, շինությունները և իրադրության այլ օբյեկտները բնութագրվում են կետերի կոորդինատներով (կենտրոններ, անկյուններ, առանցքների հատում և այլն), որոնցով որոշում են օբյեկտների դիրքը տեղանքում:

ԳԿԹՄ-ն ստեղծվում է մայրուղու տեսքով՝ ուղեգծի պիկետաժի երկայնքով լայնակի պրոֆիլների համակարգով: Յուրաքանչյուր լայնակի պրոֆիլի կետեր տեղակայվում են տեղանքի կտրտվածություններում:

Ավանդական տեխնոլոգիաների կիրառման ժամանակ լայնակի պրոֆիլների առանցքային կետերի պլանային կոորդինատները գտնում են պիկետաժով ու դրա կողմի դիրեկցիոն անկյունով: Լայնակի պրոֆիլների վրա կետերի կոորդինատային աճերը հաշվարկվում են առանցքից չափված հեռավորություններով ու պրոֆիլի դիրեկցիոն անկյուններով, որոնք, որպես կանոն, տարբերվում են մայրուղու դիրեկցիոն անկյունից 90°-ով: Կախված տեղանքի բնույթից ու լայնակի պրոֆիլների քանակից՝ թվային մոդելի մակերևույթը կարող է ներկայացվել որպես հարթություն կամ կորագծային մակերևույթ:

Բարձրությունների միջակայքը լայնակի պրոֆիլների երկայնքով իրականացվում է գծային օրենքի համաձայն, պրոֆիլների միջև՝ ըստ ընդունված մոտավոր մակերևույթի:

Գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգի (GNSS) օգտագործման տեխնոլոգիաները ավելի արդյունավետ միջոց են՝ երկրի մակերևույթի վրա գտնվող ցանկացած օբյեկտի տարածական կոորդինատները որոշելու համար:

Մայրուղու կետերի կոորդինատները, որոնք ստացվել են GNSS սարքավորման միջոցով՝ մշակվելով համակարգչով, հեշտությամբ փոխակերպվում են ցանկացած կոորդինատային համակարգի՝ արտահանվելով տեղեկատվական համակարգ:

GNSS տեխնոլոգիաների կիրառումը ներկայումս օպտիմալ է տրանսպորտային տեղեկատվական համակարգերի ստեղծման համար: Խոսքը վերաբերում է գծային կառուցվածքի թվային մոդելի կառուցմանը, որն ունի բազմաթիվ տեսակներ: Մասնավորապես խոսքը վերաբերում է ուղու առանցքի թվային մոդելի (ՈւԹՄ) կառուցմանը, որը կարող է օգտագործվել խնդիրների լայն շրջանակի լուծման համար՝ սկսած երթևեկության վերահսկումից մինչև ուղու երկրաչափական դիրքի մշտադիտարկում:

Գծային կառույցների թվային մոդելները բնութագրվում են չափումների մեծ ծավալով ու սահմանափակ տարածքներում մշտական նշանների տեղադրմամբ: Դրանք ստեղծելիս օգտագործվում են հիմնային ցանցեր, որոնք ծառայում են որպես հիմք, իսկ խտացման ցանցերը՝ որոշելու ԳԿԹՄ կետերի հիմնական զանգվածի կոորդինատները:

Տարբեր խնդիրներ պահանջում են ՈւԹՄ կառուցման տարբեր ճշտություն: Կոորդինատների որոշման ամենամեծ ճշտությունը պահանջվում են ուղու երկրաչափական պարամետրերի համար:

Նման համակարգերի կառուցումը, ըստ էության, հատուկ նշանակության գեոդեզիական ցանցերի կառուցումն է, և դրանց ստեղծման համար կարելի է առանձնացնել երկու փուլ՝

- հիմնային ցանցի հիմնակետերի ստեղծում,
- խտացման ցանցի ստեղծում, ներառելով բոլոր հետաքրքրող կետերը:

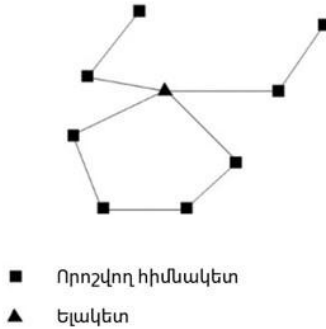
Երկաթուղային տրանսպորտի հետ կապված հիմնային ցանցերը կարող են օգտագործվել որպես խտացման ցանցեր, կամ կարող են ստեղծվել դրանց նմանատիպ ցանցեր: Հիմնային ցանցերը ճանապարհի կամ մայրուղու երկայնքով միմյանցից 2-5 կմ հեռավորության վրա գտնվող հիմնակետերի շղթաներ են: Այդ հիմնակետերի կոորդինատները որոշվում են GNSS սարքավորումների միջոցով բարձր ճշտությամբ (խտացման ցանցեր ստեղծելու համար մեկ կարգով բարձր ճշտության հիմնային ցանց):

Չափման բարձր ճշտությունն ու երկար հեռավորությունների վրա կոորդինատները արագ փոխանցելու ունակությունը հնարավորություն են տալիս օգտագործելու այս սարքավորումները՝ ինչպես բարձր ճշտության հիմնային ցանցեր ստեղծելու, այնպես էլ (ավելի փոքր ճշտության) խտացման ցանցեր ստեղծելու համար:

Ցանցերի ստեղծման աշխատանքների նախագծման ժամանակ անխուսափելիորեն հարցեր են ծագում չափման եղանակների ու առանձնահատկությունների վերաբերյալ: Ներկայումս առաջարկվում են GNSS սարքավորումների՝ GPS ընդունիչների միջոցով գեոդեզիական ցանցեր ստեղծելու մի քանի եղանակներ:

Ճառագայթային եղանակ: Այս եղանակը կիրառելիս ելակետից մինչև որոշվող կետեր կոորդինատները փոխանցվում են ճառագայթներով (Նկ. 6.17): Այս եղանակի առավելություններն են՝ ցանցի կառուցման բարձր արագությունը, դիտարկումների ու շինարարական սխեմաների կազմակերպման հեշտությունը: Այս եղանակը նաև հարմար է այն առումով, որ այն թույլ է տալիս արագ իրականացնել աշխատանքը՝ օգտագործելով սարքավորումների նվազագույն քանակ:

Եղանակի թերությունը որոշված կոորդինատների անբավարար հուսալիությունն է: Արդյունքում այս եղանակը նպատակահարմար է կիրառել խտացման ցանցեր ստեղծելիս կամ գոյություն ունեցող կառույցների հիման վրա ցանցեր վերակառուցելիս ու զարգացնելիս, որոնք թույլ են տալիս ավելի խիստ պայմաններ սահմանել ցանցերը հավասարեցնելիս:



Նկ. 6.17. Ճառագայթների մեթոդ

Ցանցային եղանակ: Ցանցային եղանակի էությունը (Նկ. 6.18) յուրաքանչյուր կետի կոորդինատների որոշելն է ցանցի առնվազն երեք այլ ԱԳՑ կամ ՊԳՑ հիմնակետերից:

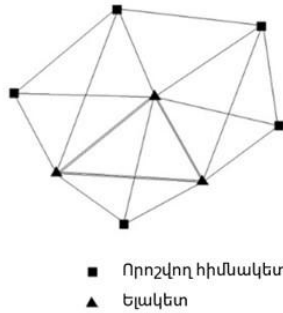
Ճառագայթային եղանակի համեմատությամբ այս եղանակն ամենաաշխատատարն է, և դրա իրականացման համար անհրաժեշտ է օգտագործել ավելի մեծ թվով GPS ընդունիչների հավաքածու, որի միջոցով կատարված լրացուցիչ չափումները կարող են բարելավել ցանցի ճշտությունն ու հուսալիությունը: Սակայն մեկ ելակետ օգտագործելիս անկախ ստուգման անհրաժեշտություն է առաջանում:

Ճշտության ու հուսալիության զգալի բարելավումներ կարելի է ձեռք բերել՝ օգտագործելով մեծաքանակ հիմնային հիմնակետեր: Այնուամենայնիվ, ցանցում մի քանի ելակետերի ընդգրկումը պահանջում է, որ ելակետերի միջև կոորդինատների տարբերությունը որոշելու ճշտությունը մեծության կարգով ավելի բարձր լինի, քան որոշվող կետերի կոորդինատների տարբերությանը բնորոշ ճշտությունը: Այս պայմանը գործնականում իրականացնելը բավականին դժվար է: Այս հարցի լուծումն երկաստիճան (բազմաստիճան) ցանցի ստեղծումն է: Այս դեպքում ցանցը կառուցվում է երկու փուլով:

Առաջին փուլում որոշվում են մի քանի ռեֆերենց ելային կայաններ:

Երկրորդ փուլում որոշվում են ցանցի բոլոր կետերը, յուրաքանչյուր սովորական կետ՝ առնվազն երկու ելակետից (Նկ. 6.18.):

Այս դեպքում ցանցի կետերը գտնվում են կառուցվածքի ուղղությամբ, և արբանյակային չափումները չեն կազմվում եռանկյուն պատկերներով, այլ կարող են փոխկապակցվել վեկտորային չափումների համակցությամբ:



Նկ. 6.18. Ցանցային մեթոդ

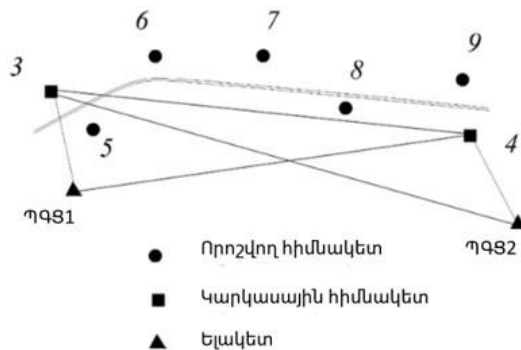
Վեկտորների հնարավոր համակցությունների թիվը հավասար է ո տարրերի համակցությունների կրկնակի թվին:

Համակցման եղանակը, ինչպես նաև ցանցային եղանակը թույլ է տալիս համատեղել արբանյակային չափումների գործընթացը՝ զգալիորեն մեծացնելով կոորդինատների որոշման ճշտությունը:

1-ին փուլ – 1, 2, 3, 4 քառանկյունում բոլոր հնարավոր գծերի անկախ որոշում՝ հիմնային հիմք ստանալու համար,

2-րդ փուլ – ցանցի սովորական կետերի նույնականացում (5-9-րդ կետեր) ըստ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի սխեմայի:

Երկու արբանյակային ընդունիչների հավաքածուով աշխատանքի կատարման սխեման կունենա հետևյալ տեսքը (Նկ. 6.19)։



Նկ. 6.19. Համակցման գեոդեզիական ցանցի կառուցման սխեմա

Ներկայացված ցանցը կառուցելիս պետք է կատարվեն հետևյալ չափումները.

1-ին փուլում հաջորդական որոշում են 1-3, 1-4, 1-2, 3-2, 3-4, 4-2 գծերը:

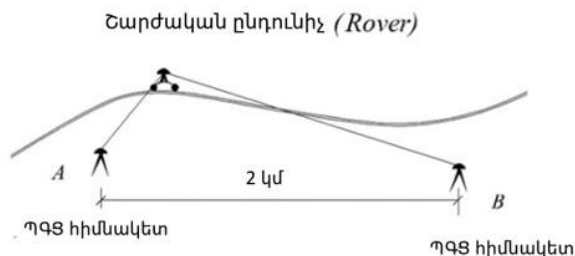
2-րդ փուլում հաջորդական որոշում են 3-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-4 գծերը:

Այս դեպքում շրջափուլերի քանակը հավասար է ցանցում ներառված գծերի քանակին, իսկ մեր օրինակի համար դա 12 է:

Հիմնային ցանցը կառուցելուց հետո կարող ենք անցնել մայրուղու կետերի կոորդինատների որոշմանը: Այդ որոշումները կարող են իրականացվել արբանյակային սարքավորումների կիրառմամբ կինեմատիկական ռեժիմում հիմնային հիմնակետերի նկատմամբ:

Արբանյակային ընդունիչների օգտագործմամբ կետերի կոորդինատները որոշելիս կարևոր գործոնն այն է, որ որոշվում են ընդունիչի ալեհավաքի կոորդինատները, մինչդեռ անհրաժեշտ է որոշել ուղեգծի կետերի կոորդինատները: Կարող են լինել երթուղու կոորդինատների շարժական որոշման դեպքեր (օրինակ՝ հատուկ շարժվող սայլակի վրա), երբ ալեհավաքի դիրքը փոխվում և թեքվում է: Այս դեպքում խնդիր է առաջանում՝ հաշվի առնելու ալեհավաքի թեքության անկյունն ալեհավաքի կոորդինատները երթուղու կետերին փոխանցելիս:

Ռելսի գլխի կետերի կոորդինատները որոշվում են 3 մմ+1 մմ/կմ ճշտությամբ հիմնային ցանցի հիմնակետերի նկատմամբ դիֆերենցիալ եղանակով: Հաշվի առնելով հիմնային ցանցերի առանձնահատկությունները՝ կարելի է նշել, որ դրանք ուղեգծի երկայնքով ձգված կետերի համակարգ են: Օգտագործելով այս հանգամանքը՝ մենք կարող ենք մեծացնել կոորդինատավորման ճշտությունը՝ որոշելով յուրաքանչյուր կետ երկու հարակից հիմնային հիմնակետերից: Դրա համար անհրաժեշտ է միաժամանակյա չափումներ կատարել երեք ընդունիչով՝ երկուսը՝ հիմնային հիմնակետերում, մեկը շարժվում է ուղեգծի կետերով (Նկ. 6.20):



Նկ. 6.20. Ուղեգծի կոորդինատավորումը արբանյակային սարքավորումներով

Նման սխեմայով դիտարկումների մշակման առաջին փուլը շարժվող ընդունիչի հետագծի կոորդինատների հաշվարկն է A հիմնակետի նկատմամբ: Այդ դեպքում հաշվարկների արդյունքները լինում են WGS համակարգում UTC ժամանակի շարժման յուրաքանչյուր պահի համար վայրկյանի ընդմիջմամբ: Դրանից հետո նույն ձևով հաշվարկվում են շարժման հետագծի կոորդինատները B հիմնակետի նկատմամբ:

ԳԼՈՒԽ 7

ՏԵՂԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՇՈՐ ՄԱՍՇՏԱԲԻ ՀԱՆՈՒՑԹՆԵՐ

7.1. Տեղագրագեոդեզիական աշխատանքների նախագծում

Տեղագրագեոդեզիական աշխատանքների կատարման համար հիմք են տեխնիկական առաջադրանքն ու տեխնիկական նախագիծը կամ աշխատանքների ծրագիրը:

Տեխնիկական նախագծի կամ աշխատանքային ծրագրի կազմման անհրաժեշտությունը սահմանվում է տեխնիկական առաջադրանքով՝ տեղագրական, գեոդեզիական ու քարտեզագրական աշխատանքների ցուցումներով ու հրահանգներով⁷:

Տեխնիկական նախագիծը (կամ ծրագիրը) փաստաթուղթ է, որով որոշվում են նախագծված աշխատանքի բովանդակությունը, ծավալը, նախահաշվային արժեքը, հիմնական տեխնիկական պայմանները, ժամկետներն ու դրանց կազմակերպումը:

Տեխնիկական նախագծում նախատեսվում է աշխատանքների ամբողջական կազմը, որոնք պետք է համապատասխանեն տեղագրական հատակագծերի ստեղծման համար անհրաժեշտ տեխնիկական հրահանգների պահանջներին:

Բոլոր տեսակի տեղագրական հանույթների ստեղծման տեխնիկական նախագծում պարտադիր է հանույթի մասշտաբի ու ռելիեֆի կտրվածքի անկման ընտրության հիմնավորումը:

Կախված տեղագրական հատակագծերի նպատակից ու կիրառությունից, հետագա ինժեներական աշխատանքների համար պահանջվող ճշտությունից (նախագծում ու հետազոտում, երկրաբանական հետախուզում, հիդրոլոգիական աշխատանքներ և այլն)՝ սահմանվում են տեղագրական հանույթների մասշտաբներն ու ռելիեֆի անկման կտրվածքները:

Ռելիեֆի անկման կտրվածքն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել տեղանքի թեքությունների աստիճանը:

Աշխատանքների նախագծումն իրականացվում է լիազոր մարմնի կողմից գործող հրահանգների ու գերատեսչական կանոնակարգի համաձայն:

⁷ Ծանոթություն. փոքր ծավալի աշխատանքով կամ դրանց պարզ տեխնիկական լուծմամբ, որպես կանոն, կազմվում է աշխատանքային ծրագիր, ներառյալ աշխատանքի նպատակի, դրանց կազմի, նախնական տվյալների ու առկա նյութերի կիրառման մասին տեղեկություններ, նախագծվող աշխատանքի տեղակայման սխեման, դրանց ծավալն ու ծախսերի նախահաշիվը:

Տեխնիկական նախագիծը բաղկացած է տեքստային, գրաֆիկական ու նախահաշվային մասերից: Նախագծի տեքստային մասում արտացոլվում են հետևյալ հարցերը.

- նախատեսվող աշխատանքների նպատակի ուղղվածությունը,
- աշխատանքային տարածքի ֆիզիկաաշխարհագրական համառոտ նկարագրությունը,
- տեղեկատվություն աշխատանքային տարածքի ու տեղագրագեոդեզիական ապահովության մասին,
- պլանաբարձունքային հիմքի կառուցման անհրաժեշտության ու եղանակների հիմնավորում, հանույթի մասշտաբի ընտրություն,
- աշխատանքի կազմակերպումն ու ժամկետները, աշխատանքի անվտանգության պաշտպանության միջոցառումները,
- աշխատանքների ավարտից հետո ներկայացվող տեղագրագեոդեզիական, քարտեզագրական ու այլ նյութերի ցանկը:

Նախագծի գրաֆիկական մասը պարունակում է.

- աշխատանքային տարածքի ապահովումը գեոդեզիական ելային տվյալներով, տեղագրական ու քարտեզագրական նյութերով՝ նշելով նախատեսվող հանույթի սահմանների սխեման,
- պլանաբարձրության գեոդեզիական ցանցի նախագիծ,
- տեղագրական հանույթի տարածքի քարտեզագրական սյունյակավորում՝ հատակագծերի թերթերի դասավորությամբ:

Ծրագրի նախահաշվային մասը նախատեսում է նախագծված աշխատանքների իրականացման համար անհրաժեշտ ծախսերի հաշվարկ:

Տեխնիկական նախագծի մշակումը պետք է իրականացվի նախկինում կատարված տեղագրագեոդեզիական ու օդատիեզերական հանությամբ աշխատանքների վերաբերյալ հավաքագրված ամբողջական տեղեկատվության հիման վրա: Անհրաժեշտության դեպքում կատարվում են տարածքի դաշտային հետազոտական աշխատանքներ:

Տեխնիկական նախագծով նախատեսված աշխատանքների հիմնական տեսակների իրականացմանը պետք է նախորդեն տեղագրական ու գեոդեզիական նյութերի հավաքագրումն ու վերլուծությունը:

Նյութերի հավաքագրման ու վերլուծության արդյունքների հիման վրա ճշտվում են՝ աշխատանքային օբյեկտի տեղագրագեոդեզիական ուսումնասիրություններ (կատարված աշխատանքային նյութերի առկայություն ու իրականացման տարիներ, դրանց որակն ու համապատասխանությունը ժամանակակից պահանջներին և այլն), նախատեսվող աշխատանքների կա-

տարման համար օգտագործվող տվյալները, և որոնք չեն կարող օգտագործվել տվյալ նախագծում:

Նյութերի հավաքագրման ու վերլուծության վերջնական արդյունքի փաստաթղթերն են՝

- բացատրագիր,
- գեոդեզիական հիմնակետերի համախմբված կատալոգ, որը կազմված է միասնական կոորդինատների ու բարձունքային համակարգերում օգտագործման համար նպատակահարմար մասշտաբով հետազոտական սխեմաների կիրառմամբ,
- տեղագրական ավարտված աշխատանքների ամփոփ քարտեզ՝ նոր աշխատանքներում վերջիններիս օգտագործման աստիճանի նկարագրությամբ (միայն գեոդեզիական հիմնավորում, ռելիեֆ, ուրվագծային բեռնում) և կոորդինատներն ու բարձունքային համակարգերը միասնական համակարգի բերելու կարգը:

Տեղագրական ու գեոդեզիական նախկինում կատարված աշխատանքների վերաբերյալ անհրաժեշտ տվյալներն ու նյութերը պետք է սահմանված կարգով ձեռք բերվեն լիազոր մարմնի կողմից՝ Կադաստրի կոմիտեից: Տեղագրական և գեոդեզիական աշխատանքների մասին տեղեկություններ կարելի է ստանալ նաև տեղական ինքնակառավարման մարմինների շինարարության ու ճարտարապետության բաժիններից (վարչություններից):

Համաձայն գործող հրահանգների՝ տեղագրական ու գեոդեզիական աշխատանքներն իրականացվում են միայն տեխնիկական նախագիծը սահմանված կարգով հաստատելուց ու այդ աշխատանքների կատարման թույլտվություն տվող կազմակերպությունների հետ համաձայնեցնելուց հետո:

4-րդ դասի և 1-ին ու 2-րդ կարգերի գեոդեզիական ցանցերի ու հանութային գեոդեզիական ցանցերի նախագծումը՝ որպես խոշոր մասշտաբի տեղագրական հանությունների գեոդեզիական հիմնավորում, պետք է իրականացվի՝ հաշվի առնելով տեղագրական հանությունների գործող հրահանգների պահանջները: Նախագծելիս պետք է հաշվի առնել հանությունների մասշտաբներն ու դրանց կատարման եղանակները, համաձայն գործող գեոդեզիական ցանցերի ստեղծման հրահանգների՝ պահանջներն են.

- հանութագրման տարածքում նախկինում կատարված գեոդեզիական բոլոր աշխատանքների վերաբերյալ տեղեկատվության ու նյութերի հավաքագրում ու վերլուծություն,

- նախատեսվող աշխատանքի տարածքի ուսումնասիրություն ամենախոշոր մասշտաբի առկա քարտեզների ու գրական աղբյուրների հիման վրա,

- աշխատանքային տարածքի նախնական հատուկ հետազոտության նյութերի ուսումնասիրություն, ներառյալ նախկինում կատարված աշխատանքների գեոդեզիական նշանների հետազոտումն ու գործիքային որոնումը,

- գեոդեզիական ցանցերի կառուցման առավել նպատակահարմար տարբերակի ընտրություն՝ հաշվի առնելով տարածքների զարգացման հեռանկարները՝ համաձայն գլխավոր հատակագծի ու հողաշինության պլանների:

Գեոդեզիական խտացման ցանցերի ու հանութային ցանցերի նախագիծը կազմվում է, որպես կանոն, 1:10000 - 1:25000 մասշտաբի քարտեզների վրա:

Գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի կոորդինատները որոշվում են արբանյակային եղանակներով, ինչպես նաև եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական, տրիլատերացիոն կամ այլ գեոդեզիական եղանակներով:

Գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերի բարձունքային նիշերը որոշվում են երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացման եղանակներով:

Խոշոր մասշտաբի հանությունների համար գեոդեզիական հիմնային հիմք ստեղծելիս տվյալ դասի (կարգի) համար ելային հիմնակետեր են ավելի բարձր ճշտության դասերի (կարգերի) գեոդեզիական հիմնակետերը, որոնք համապատասխանում են գործող նորմատիվ փաստաթղթերի պահանջներին:

Հաստատված նախագծի հիման վրա կատարվում է գեոդեզիական ցանցերի հետազոտություն, որի ժամանակ ճշտվում են նախագծված ցանցը, պոլիգոնոմետրիական ընթացքների ուղղությունը, ճշտվում են հիմնակետերի տեղադրման տեղերը:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքները պետք է տեղանքում տեղադրվեն այնպես, որ առավել բարենպաստ պայմաններ ապահովեն անկյունային ու գծային չափումների իրականացման համար:

Արբանյակային ու պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի տեղադրման տեղերը պետք է լինեն հեշտ հասանելի, տեղանքում լավ տեսանելի՝ ապահովելով կենտրոնների ու նշանների երկարաժամկետ պահպանումը: Արբանյակային ցանցի հիմնակետերի տեղադրման տեղերի ընտրության առանձնահատկությունները տրված են «Գեոդեզիական ցանցերի կառուցում արբանյակային մեթոդներով» բաժնում:

Տեղանքում հիմնակետերը պետք է ընտրվեն այնպես, որ դրանք օգտագործվեն որպես հանութագրման ցանցի կետեր:

Երկու հարակից կետերի միջև պետք է ապահովվի տեսանելիությունը գետնից:

Անվտանգության նկատառումներից ելնելով՝ բնակելի տարածքներում, որտեղ հնարավոր է, պետք է նախատեսել գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերը ամրացնել պատի նշաններով:

Կետերի տեղադրման տեղերը նպատակահարմար է ընտրել՝ հաշվի առնելով նախագծված պոլիգոնոմետրիական կողմի երկայնքով հարակից կետերից դիրեկցիոն անկյունները փոխանցելու հնարավորությունը՝ միջին հաշվարկվածից ոչ կարճ զժերով:

Տեղադրվող հիմնակետերի համար տեղանքում ընտրված տեղերն ամրացվում են ժամանակավոր նշաններով (փայտե կամ մետաղական ցցեր, շրջանափուսեր և այլն), և դրանց համար կազմվում են ուրվագծեր՝ դրանք կապակցելով տեղանքի մշտական օբյեկտներին առնվազն երեք չափումներով: Տեղադրումից հետո այդ չափումները ճշտվում են:

Խոշոր մասշտաբի տեղագրական հանույթների համար ստեղծվող եռանկյունավորման ու պոլիգոնոմետրիական ցանցերի հիմնակետերում կառուցվում են հետևյալ տիպի արտաքին գեոդեզիական նշաններ՝ մետաղական բուրգեր-եռոտանիներ՝ շարժական տեսանելիության նշաններով, քառանիստ ու եռանկյուն մետաղական բուրգեր (վերջինս միայն 1-ին ու 2-րդ կարգի ցանցի համար: Դ-աձև նշանները կարող են օգտագործվել միայն որպես ժամանակավոր գեոդեզիական նշաններ:

Արտաքին նշանները պետք է կառուցվեն «Գեոդեզիական կետերի կենտրոնների և արտաքին մետաղական նշանների ՀՍՏ 226-2002 ստանդարտի» պահանջներով:

Քաղաքների ու արդյունաբերական օբյեկտների տարածքներում տեղադրվում են մետաղական կամ երկաթբետոնե մշտական հիմնակետեր: Չի թույլատրվում փայտե հիմնակետերի կառուցում:

Կառուցապատված տարածքներում արբանյակային որոշման ու եռանկյունավորման ցանցերի հիմնակետերը կառուցվում են մետաղական բուրգաձև եռոտանիներով կամ շենքերի տանիքներին տեղադրված շարժական տեսանելի նշանառության նշաններով: Օգտագործվում են նաև շարժական տեսանելի գլանով մետաղական նշաններ՝ երեք կամ չորս ձգված լարային ամրացումներով:

Շենքի վրա տեղադրված հիմնակետերի կենտրոններն ամրացվում են որոշմանիշներով կամ վերնահարկի վրա տեղադրված նշաններով: Թույլատրվում է օգտագործել ջրընդունիչ վանդակաճաղեր, չուգունե օղափոխման խողովակներ: Այս դեպքում կենտրոնները նշվում են չժանգոտվող մետաղյա ձողով (պղինձ, արույր), որոնք տեղադրվում են 2–4 մմ տրամագծով ու առնվազն 5 մմ խորությամբ անցքերի մեջ:

Գեոդեզիական կետերի տեսանելի նշանները պետք է ունենան հետևյալ չափերը՝ տեսադաշտի գլանի բարձրությունը՝ 0,50 մ, տրամագիծը՝ 0,25 մ: Գործիքի սեղանիկից մինչև տեսադաշտի գլանի ստորին սկավառակի հեռավորությունը պետք է լինի առնվազն 0,8 մ:

Ցածր փուլային գլանաձև մակերեսը ստեղծվում է սկավառակներին ամրացված ճառագայթային դասավորված շերտերի եզրերով:

Արտաքին նշանները պետք է լինեն կայուն ու դիմացկուն, որոնց կոշտությունը պետք է ապահովի չափավոր քամու դեպքում անկյունների չափման հնարավորությունը:

Նշանները պետք է սիմետրիկ լինեն ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ: Դիտող մխոցի ու գործիքների սեղանիկի կենտրոնների ելուստների շեղումը կետի կենտրոնից պետք է լինի ոչ ավելի, քան 5 սմ:

Շենքերի տանիքներին տեղադրված գեոդեզիական նշանների վրա բերման տարրերը, որպես կանոն, պետք է հասցվեն զրոյի:

Գյուղական բնակավայրերում 4-րդ դասի և 1-ին ու 2-րդ կարգերի եռանկյունավորման ու պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերում դրվում են 5 գ կամ 6 գ տիպերի կենտրոններ:

5 գ տիպի կենտրոնը բաղկացած է երկու մասից՝ բետոնե մոնոլիտ՝ կտրված քառանիստ բուրգի տեսքով, որի ստորին հիմքը 50×50 սմ է, վերին հիմքը՝ 12×12 սմ և 40 սմ բարձրությամբ, բետոնե մոնոլիտ՝ կտրված քառանիստ բուրգի տեսքով՝ 30 × 30 սմ ստորին հիմքով, 12 × 12 սմ վերին հիմքով ու 20 սմ բարձրությամբ:

Մոնոլիտների վերին մասում դրված են դրոշմանշաններ: Մոնոլիտները տեղադրվում են այնպես, որ նշանների առանցքները լինեն նույն գծի վրա:

6 գ կենտրոնի տիպ բետոնե մոնոլիտ է՝ կտրված քառանիստ բուրգի տեսքով, որի ստորին հիմքը 40 × 40 սմ է, վերին հիմքը՝ 15 × 15 սմ, բարձրությունը՝ 20 սմ՝ դրա մեջ 60 (60-100) մմ ներկառուցված տրամագծով մետաղական (ասբեստացեմենտ) խողովակով: Խողովակի պատի հաստությունը 3 մմ-ից ոչ պակաս է, խողովակի վերին ծայրը եռակցվում է, և երկու մետաղական ձողեր տեղադրվում են խողովակի ստորին հատվածի փորված անցքերում: Մետաղական խողովակը լցվում է բետոնով:

Կենտրոնի վերևում տեղադրված է չուգունե թասակ, որը կափարիչով փոխարինում է բետոնե օղակներով կամ աղյուսով:

Եթե կենտրոնները տեղադրվում են այն տեղերում, որտեղ երթևեկություն չկա (պուրակներ, հրապարակներ, այգիներ, անտառային գոտիներ), ինչպես նաև մետաղական բուրգերով հիմնակետեր, որպես անվտանգության կափարիչ կարող են օգտագործվել մետաղական, բետոնե, ասբեստացեմենտի

խողովակները՝ ներքին տրամագիծը 20-25 սմ մետաղական կամ երկաթբետոնե ծածկերով:

Կենտրոնները պետք է դասավորվեն զույգերով, որպեսզի ապահովվեն ընթացքի գծի երկու ծայրերը: Անկյունային հիմնակետերը ենթակա են պարտադիր ամրացման՝ մշտական 1 գ.ռ, 2 գ.ռ, 3 գ.ռ, 4 գ.ռ տեսակների կենտրոններով: Կենտրոնների վերևում տեղադրվում են արտաքին մշտական նշաններ:

Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների հիմնակետերի 5 գ ու 6 գ տիպերի կենտրոնների վրա արտաքին նշաններ չեն տեղադրվում. դրանց վրա տեղադրվում են երկարաժամկետ ամրացման նշաններ հանութային ցանցերի համար:

Այն դեպքերում, երբ մետաղական կամ երկաթբետոնե արտաքին նշաններ են տեղադրվում 4-րդ դասի, 1-ին ու 2-րդ կարգերի գեոդեզիական հիմնակետերում, ակոսավորում չի իրականացվում: Հիմնակետերում նման նշանների բացակայության դեպքում հիմնակետի կենտրոնից 1-3 մ հեռավորության վրա տեղադրվում է կողմնորոշման երկաթբետոնե սյուն՝ $15 \times 15 \times 160$ սմ չափերով կամ խարիսխով, ասբեստեմենտե խողովակների սյուն:

Ավելի լավ կողմնորոշման համար գետնից ձողի վեր զգված հատվածը ներկվում է դեղին գույնով ու հորիզոնական սև գծերով:

Մետաղական անվտանգության թիթեղների մակագրումը՝ «Գեոդեզիական կետ. պաշտպանված են պետության կողմից», ամրացված է բուրգի վրա կամ ցեմենտացված սյան մեջ:

Կառուցապատված տարածքում կողմնորոշման սյուներ չեն տեղադրվում:

Հանութային ցանցի հիմնակետերը գետնին ամրացվում են երկարաժամկետ պահպանումն ապահովող ու ժամանակավոր նշաններով այն ակնկալիքով, որ կետերը կպահպանվեն հանութագրության ընթացքում:

Որպես երկարաժամկետ տիպի նշաններ օգտագործվում են.

- $12 \times 12 \times 90$ սմ չափսի բետոնե հենարան, որի վերին ծայրում խրված է կրկնամեխ, իսկ ստորին մասում հողի հետ ավելի լավ կապվելու համար ցեմենտացված են երկու մետաղական ցցեր,

- բետոնե մոնոլիտ՝ կտրված քառանիստ բուրգի տեսքով՝ 15×15 սմ ստորին հիմքով, 10×10 սմ վերին հիմքով ու 90 սմ բարձրությամբ, մեջը խրված կրկնամեխ,

- երկաթե խողովակ՝ 35-60 մմ տրամագծով, ռելսի կամ երկաթի անկյունակիր կտորներ՝ $50 \times 50 \times 5$ մմ, $35 \times 35 \times 4$ մմ ու 100 սմ երկարությամբ բետոնե

խարիսխով՝ կտրված քառանիստ բուրգի տեսքով, հիմքի ստորին հատվածը՝ 20×20 սմ, վերնի մասը՝ 15×15 սմ ու 20 սմ բարձրությամբ կտրվածքով:

Երկարատև նշանների շուրջ փորվում են 1,5 մ կողմերով քառակուսի, 0,3 մ խորությամբ, ստորին մասում 0,2 մ ու վերին մասում 0,5 մ լայնությամբ ակոսներ, կենտրոնի վրա լցվում է 0,10 մ բարձրությամբ հողաթումբ:

Ժամանակավոր նշաններ կարող են լինել ծառերի կոճղերը, փայտե ցցերը՝ 5-8 սմ տրամագծով, ձողերը կամ երկաթե խողովակները (պողպատե անկյունակ)՝ 0,4-0,6 մ բարձրության վրա գետնին խրված ու մոտակայքում տեղադրված կետերով:

Ժամանակավոր նշանների շուրջ փորվում է 0,8 մ տրամագծով կլոր ակոսով փոս:

Ժամանակավոր նշանի կենտրոնը մատնանշվում է ցցի (այսինքն) վերին հատվածում խփված մեխով կամ մետաղի վրա արված խազով:

Անտառապատ տարածքում անհրաժեշտության դեպքում ծառերի վրա ներկով նշումներ են արվում:

Պլանային հիմքի նշանները համարակալվում են հերթական համարներով՝ օբյեկտում նույնական համարներ բացառելու նպատակով:

Պլանային հիմքում նախկինում կատարված ցանցային նշաններ ներառելիս չի թույլատրվում փոխել դրանց նախկինում տրված համարները:

Մշտական հիմնակետերի ցուցանակների վրա յուղաներկով ու ժամանակավոր կետերի ցուցանակների վրա պիկետային մատիտով գրում են աշխատանքն իրականացնող կազմակերպության կրճատ անվանումը, ամրագրված հիմնակետի (կետի) համարն ու նշանի տեղադրման տարին:

Ճանապարհին տեղադրված սյուներն ու պահպան կետերի մակագրություններն արվում են ընթացքի ուղղությամբ: Նշված հիմնակետերի բոլոր կենտրոնների համար կազմվում է քարտ՝ ըստ սահմանված ձևաչափի՝ տեղադրման տեղի լուսանկարներով:

Կառուցված մշտական գեոդեզիական նշանները ձևակերպվում են համապատասխան ակտով: Շինարարությունից հետո գեոդեզիական նշանները դրանց պահպանության անվտանգության ակտով հանձնվում են:

- քաղաքներում, քաղաքատիպ ավաններում ու գյուղական բնակավայրերում՝ քաղաքային ու համայնքային ինքնակառավարման մարմիններին,

- մնացած տարածքում՝ հողօգտագործողներին:

Ակտը կազմվում է երեք օրինակ, որոնցից մեկը պահվում է այն հաստատությունում, որն ընդունել է նշանի պահպանման համար, երկրորդը ուղարկվում է պետական վերահսկողության տեսչություն, իսկ երրորդը՝ աշխատանքը կատարող կազմակերպությունում:

7.2. Ինժեներատեղագրական խոշոր մասշտաբի հատակագծեր

Խոշոր են համարվում այն տեղագրական հատակագծերը, որոնք կազմված են 1:5000, 1:2000, 1:1000 և 1:500 մասշտաբներով: Համապետական նպատակներով տեղագրագեոդեզիական խնդիրների լուծման հիմնական խոշորամասշտաբ հատակագծերը (հանույթները) ստեղծվում են լիազոր մարմնի՝ Կադաստրի կոմիտեի կողմից: Բացի դրանից՝ առանձին նախարարություններ, գերատեսչություններ ու կազմակերպություններ կարող են ստեղծել ոլորտին հատուկ, մասնագիտացված ինժեներատեղագրական հատակագծեր՝ կոնկրետ ոլորտի կոնկրետ խնդիրների լուծման համար: Դրանք են՝ հողաշինության, անտառների կառավարման, կապուղու, գեոդեզիական, կադաստրային ու տեղագրական այլ հատակագծերը:

Հիմնականում տեղագրական խոշորամասշտաբ հատակագծերը կազմվում են գործող կանոնակարգերի ու տեղագրական հանույթների հրահանգների պահանջներով՝ թվարկված մասշտաբներում պատկերելով իրադրության բոլոր ուրվագծերի ու ռելիեֆի տարրեր՝ համաձայն գործող պայմանական նշանների:

Մասնագիտացված հատակագծերը ստեղծվում են՝ հաշվի առնելով տեղագրական ու գեոդեզիական աշխատանքների գերատեսչական հրահանգների ու ձեռնարկների տեխնիկական պահանջները, շինարարական նորմերի և կարգերի ու կարգավորող այլ փաստաթղթերի պահանջներով:

Խոշորամասշտաբ մասնագիտացված հանույթները կազմվում են ինժեներատեղագրական նպատակներով, որոնք օգտագործվում են ինժեներական կառույցների նախագծման, շինարարության ու կառույցների տեխնիկական շահագործման փուլերում:

Կախված նպատակից՝ կազմվում են հետազոտական ինժեներատեղագրական հատակագծեր՝ շինհրապարակների ընտրության ու կառուցվածքների մանրամասն նախագծման կամ երթուղու օպտիմալ տարբերակ ընտրելու նպատակով, ավարտված օբյեկտների կամ շինարարության փուլերի համար կառուցման ընթացքում կազմվում են կատարողական հատակագծեր, արդյունաբերության կամ ստորաբաժանման տնտեսական գործունեության տարրերի ու օբյեկտների հաշվառման նպատակով ստեղծված գույքագրման հատակագծեր: Բացի վերը նշվածից՝ լայնածավալ հետազոտությունների կամար ավելի մեծ ծավալների են հասնում շենքերի, հողերի, ջրային ու անտառային հողերի մասնավոր ու հանրային սեփականությունների կադաստրային հատակագծերը՝ իրենց մանրամասն բնութագրերով արժեքի ու որակի գնահատմամբ:

Շինարարական ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների ժամանակ տարածքի տեղագրական հանույթներն իրականացվում են հետևյալ եղանակներով՝ հորիզոնական, ուղղաձիգ, տախտմետրական, մակերեսների նիվելիրացման, վերգետնյա ֆոտոտեղագրական, ստերեոտեղագրական, համակցված օդատեղագրական՝ օգտագործելով արբանյակային գեոդեզիական GPS ընդունիչներ, ինչպես նաև տարբեր եղանակներ համակցելով:

Խոշոր արդյունաբերական ձեռնարկությունների, երկաթուղիների ու ճանապարհների, մայր ջրանցքների ու մայրուղային խողովակաշարերի կառուցման համար քաղաքաշինական ու նախագծային փաստաթղթերի մշակման հետազոտությունների ընթացքում ինժեներատեղագրական հատակագծերը պետք է կազմվեն, որպես կանոն, օրթոֆոտոհատակագծերի հիման վրա, որոնք ստեղծվում են օդատիեզերական նկարահանման նյութերով:

Վերգետնյա տեղագրական հանույթներն իրականացվում է այն դեպքերում, երբ օդառնկարահանման եղանակը տնտեսապես նպատակահարմար չէ, կամ այդ եղանակը չի ապահովում հատակագծերի կազմման անհրաժեշտ ճշտություն:

Ինժեներական տեղագրական հատակագծերը կարող են ներկայացվել գրաֆիկական կամ թվային տեսքով (թվային ինժեներական տեղագրական հատակագիծ):

Տեղագրական հետազննությունների արդյունքները կարող են ներկայացվել տեղագրական ու գեոդեզիական նյութերի տեսքով քաղաքաշինական կադաստր և այլ կադաստրներ, ինժեներական ու գեոդեզիական տվյալների բանկեր, ինչպես նաև համապատասխան մակարդակով բնակավայրերի ու ձեռնարկությունների աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերի (GIS) տեսքով:

Թվային ինժեներատեղագրական հատակագծերը ստեղծվում են ավտոմատացված մեթոդների հիման վրա (տեղեկատվության փոխանցում գեոդեզիական գործիքների էլեկտրոնային կուտակման կրիչներից) կամ հատակագծերի գրաֆիկական պատկերների թվայնացման և հատակագծերի սկանավորումից հետո ստացված ռաստերային թղթապանակների հետագա վեկտորացման միջոցով:

1:5000, 1:2000, 1:1000 և 1:500 մասշտաբների տեղագրական հատակագծերում հատակագծի մասշտաբի հուսալիության ու պահանջվող ճշտության ու մանրամասնության համար ցույց են տրվում.

- արբանյակային, եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական, տրիլատերացիոն հիմնակետեր, գրունտային հենանիշներ ու տեղանքում ամրացված հանութային հիմնավորման կետեր (տեղադրվում են կոորդինատներով),

- բնակելի ու ոչ բնակելի շենքեր ու շինություններ՝ նշելով դրանց նպատակը, նյութը (հրդեհակայուն) ու հարկերի քանակը: Շենքերը, որոնք արտահայտված են հատակագծի մասշտաբով, պատկերվում են ըստ դրանց ցուցանների ուրվագծերի ու չափերի: Շենքերի ու շինությունների ճարտարապետական եզրերն ու եզրերը ցուցադրվում են, եթե դրանց չափերը հատակագծի վրա 0,5 մմ կամ ավելի են,

- ցույց են տրվում արդյունաբերական համալիր-օբյեկտների կառույցները, գործարանների, էլեկտրակայանների, հանքերի, քարհանքների, տորֆի արդյունահանման և այլնի շենքերի ու շինությունների համալիրները,

- հորատման ու արտադրական հորեր, նավթի ու գազի հորատանցքեր, վերգետնյա խողովակաշարեր, բարձր ու ցածր լարման էլեկտրահաղորդման գծեր, հորեր ու ստորգետնյա կոմունալ ցանցեր, հանրային կոմունալ օբյեկտներ: Ստորգետնյա խողովակաշարերից միայն նավթի, գազի ու ջրի խողովակաշարերն են ենթակա պարտադիր պատկերման 1:5000 մասշտաբի հատակագծերում (բացառությամբ ներկառուցված տարածքի), որոնց դիրքը հատակագծի վրա տրվում է ըստ կոորդինատների: 1:2000-1:500 մասշտաբների հատակագծերում ցույց են տրվում ըստ ստորգետնյա կոմունալ որոնափնտրիչ սարքերով որոշված կամ ուղղակի տեսանելիության ստորգետնյա խողովակաշարեր: Դրանք կարող են տեղադրվել, եթե կան համապատասխան մասշտաբի կատարողական հանույթներ կամ ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների հանութագրման հատուկ առաջադրանք,

- երկաթուղիներ, մայրուղիներ ու դրանց կից կառույցները՝ բոլոր տեսակի կամուրջներ, թունելներ, վերգետնյա ու ստորգետնյա անցումներ, վիադուկներ և այլն,

- հիդրոգրաֆիայով ցույց են տրվում՝ գետեր, լճեր, ջրամբարներ, ջրհեղեղատարների տարածքներ, մակընթացային շերտեր և այլն: Առափնյա գծերը գծվում են ըստ հանութագրման փաստացի վիճակի պահին կամ սակավաջրի վիճակի,

- պատկերվում են ջրային և ջրային տրանսպորտի օբյեկտներ՝ ջրանցքներ, ջրատարներ, ջրային և ջրաբաշխիչ սարքեր, ամբարտակներ, հենապատեր, ճեղքվածքներ, փարոսներ, նավիզացիոն նշաններ և այլն,

- ջրամատակարարման օբյեկտներ՝ ջրհորեր, ջրագծեր, ջրաբաշխիչ կայաններ, բնական աղբյուրներ և այլն,

- տեղանքի ռելիեֆը պատկերվում են հորիզոնականներով, ուրվագծերով ցույց են տրվում ժայռեր, խառնարաններ, գառիթափներ, ձորեր, սողանքներ, սառցադաշտեր և այլն: Միկրոռելիեֆի տեսակները ցույց են տրվում կիսահորիզոնականներով կամ տեղանքի բարձունքային նիշերով օժանդակ հորիզոնականների միջոցով,

- պատկերված բուսականության ծառատեսակները, թփուտները, խոտաբույսերը, մշակութային բուսականությունը (անտառներ, այգիներ, տնկարկներ, մարգագետիններ և այլն), առանձին ծառեր և թփեր: 1:1000 և 1:500 մասշտաբներով հատակագծեր ստեղծելիս, ըստ լրացուցիչ պահանջների, յուրաքանչյուր ծառ կարող է լուսանկարվել գործիքային եղանակով՝ ցույց տալով իր տեսակը նշանով ու մակագրությամբ (ծառերի հետազոտություն),

- գրունտներ ու երկրագնդի մակերևույթի միկրոձևեր՝ ավազներ, խճաքարեր, թափրներ, կավային, մանրացված քարեր, միաձույլ, բազմանկյուն և այլ մակերեսներ, ճահիճներ և աղի ճահիճներ,

- սահմաններ՝ վարչափրավական, հողօգտագործում և արգելոցներ, տարբեր պարիսպներ: Թաղամասերի ու քաղաքային հողերի սահմանները գծվում են ըստ առկա սահմանային շրջադարձային կետերի կոորդինատների կամ ըստ առկա գերատեսչական քարտեզագրական նյութերի:

Տեղագրական հատակագծերը պարունակում են բնակավայրերի, փողոցների, երկաթուղային կայարանների, նավամատույցների, անտառների, ավազուտների, աղուտների, լեռների զագաթների, լեռնանցքների, ձորերի, ձորակների և այլ աշխարհագրական օբյեկտների համապատասխան անվանումները:

Տեղագրական հատակագծերի բովանդակությունը մշակելիս ու տեղագրական հատակագծերի վրա անուններ գրելու ձևը որոշելիս պետք է առաջնորդվել գործող Պայմանական նշանների տեքստային մասի ցուցումներով, պետական կառավարման գործող հրահանգներով, կանոններով ու բառարաններով:

Այն տարածքներում, որտեղ առկա են կամ պլանավորվում են 1:1000 և 1:500 մասշտաբներով հետազոտություններ (լրացուցիչ պահանջների բացակայության դեպքում), թույլատրվում է 1:5000 և 1:2000 մասշտաբներով բնակավայրերի տեղագրական հատակագծերում առանձին օբյեկտներ չցուցադրել, որոնց ցանկը սահմանվում է հատուկ կանոնակարգով՝ Կադաստրի կոմիտեի ցուցումների համաձայն:

Թվային ինժեներատեղագրական հատակագծի ճշտությունը պետք է լինի ոչ ցածր, քան ինժեներատեղագրական հատակագծի համապատասխան մասշտաբի գրաֆիկական ճշտությանը: Թվային ինժեներատեղագրական հատակագծի վերաբերյալ տեղեկատվությունը պետք է համապատասխանի տեղագրական հատակագծերի գործող նշաններին:

Մինչև 20 կմ² տարածքների ինժեներատեղագրական հատակագծեր ստեղծելիս, որպես կանոն, 1:5000 մասշտաբով հատակագծային թերթերը կազմվում են 40 x 40 սմ չափերի դասավորությամբ և մնացած 1:2000, 1:1000 և

1:500 մասշտաբով հատակագծերի համար 50 x 50 սմ: Դասավորությունը պետք է հիմնված լինի 1:5000 մասշտաբի հատակագծի վրա, որի անվանակարգը պետք է նշվի արաբական թվերով, և որը համապատասխանում է 1:2000 մասշտաբի հատակագծի չորս անվանաթերթին: Դրանց անվանակարգը ձևավորվում է՝ 1:5000 մասշտաբով հատակագծի անվանաթերթի ցանկին ավելացնելով ռուսերեն այբուբենի առաջին չորս մեծատառերից մեկը՝ А, Б, В, Г (օրինակ՝ 14-Б):

1:2000 մասշտաբով հատակագծի անվանաթերթը համապատասխանում է 1:1000 մասշտաբի չորս հատակագծի, որոնք նշանակվում են հռոմեական թվերով (I, II, III, IV), և 1:500 մասշտաբով 16 հատակագծերի անվանաթերթերի՝ նշանակված արաբական թվերով (1, 2, 3... ,16):

1:1000 կամ 1:500 մասշտաբով հատակագծերի անվանաթերթերի ցանկը պետք է բաղկացած լինի 1:2000 մասշտաբով հատակագծի անվանաթերթի ցանկից ու 1:1000 մասշտաբով հատակագծի անվանաթերթի համապատասխան հռոմեական թվից կամ արաբերենից, օրինակ՝ 1:500 մասշտաբով հատակագծի անվանաթերթի համար (14-Б-IV կամ 14-Б-16):

Տեղագրական հատակագիծը բնութագրվում է իրավիճակի ու տեղանքի ճշտությամբ, մանրամասնությամբ ու ամբողջականությամբ:

Միջին սխալանքի (սխալների) արժեքները հատակագծերի ուրվագծերի վրա ու տեղանքի հստակ ուրվագծերի հետ հանությամբ հիմնավորման մոտակա կետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցեն 0,5 մմ-ը, իսկ լեռնային և անտառային տարածքներում՝ 0,7 մմ-ը:

Տեղանքի հանույթի բարձունքային միջին սխալանքը հանությամբ հիմնավորման մոտակա կետերի նկատմամբ չպետք է գերազանցի.

- ռելիեֆի անկման կտրվածքի ընդունված բարձրության 1/4-ը՝ մինչև 2° թեքություններում,

- ռելիեֆի անկման կտրվածքի ընդունված բարձրության 1/3-ը 2°-ից 6° թեքություններում 1:5000, 1:2000 և 2°-ից 10° 1:1000 և 1:500 մասշտաբների հատակագծերի համար,

- 1:5000 և 1:2000 մասշտաբների հատակագծերում ընդունված ռելիեֆի անկման կտրվածքի 0,5 մ դեպքում յուրաքանչյուր հատվածի բարձրության 1/3-ը:

- Տեղագրական հանույթների հրահանգներում, ինչպես նաև տեղագրական հանույթների այլ նորմատիվներում, ճշտությունը գնահատելիս, հարմարության ու պարզության համար ավանդաբար ընդունվում է միջին սխալը: Դա հիմնված է տեղագրական աշխատանքների ստուգման գործնական փորձի վրա: ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարություն-

նում 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 մասշտաբի տեղագրական հանույթների հրահանգ [46] միջին սխալներից միջին քառակուսային սխալներին անցնելու համար օգտագործվում է 1.4 գործակից, թեև «Մխալների տեսությունը» հիմնավորում է այս գործակիցի արժեքը՝ որպես 1.25:

Հատակագծի ճշտությունը հասկացվում է որպես հատակագծում պատկերված իրավիճակի և ռելիեֆի բարձունքային կետերի դիրքի ընդհանուր միջին քառակուսային սխալը: Հատակագծի կետերի դիրքի ՄՔՄ-ն որոշվում է հայտնի բանաձևով [50].

$$m_T = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}, \quad (7.1)$$

որում m_x -ն m_y - հատակագծում կետի աբսցիսի ու օրդինատի չափման ՄՔՄ-ն է:

Ընդունենք $m_x \approx m_y = m_k$, կստանանք՝

$$m_T = m_k \sqrt{2}: \quad (7.2)$$

Ընդհանուր առմամբ, կետերի կոորդինատների սխալները ներառում են պլանային հիմնավորման կառուցման ու հանության չափումների ու գրաֆիկական կառուցվածքների սխալներն ու պլանշետների կամ լուսանկարչական թղթի ձևախախտումների հետևանքով առաջացած սխալները: Գեոդեզիական հիմնավորման սխալները, որոնք հատակագծի վրա չեն գերազանցում 0,1 մմ-ը, հաճախ անտեսվում են, և հատակագծի կետերի դիրքի սխալները հաշվվում են գեոդեզիական մոտակա հիմնակետերի նկատմամբ:

Ըստ փորձարարական տվյալների՝ կապիտալ կառուցապատված տարածքների հատակագծերի համար սխալը $m_k = 0,2$ մմ է, իսկ նոսր խտության տարածքների հատակագծերի դեպքում՝ $m_k = 0,3$ մմ: Հետևաբար համաձայն (7.2) բանաձևի՝ պլանի ճշտությունը հետևյալն է՝

$$m_T = (0,2 \div 0,3) \sqrt{2} = 0,3 \div 0,4 \text{ մմ}$$

Տեղագրական ու ֆոտոգրամետրական տարբեր եղանակներով ստացված հատակագծերի ճշտությունը որոշ չափով տարբերվում է, բայց չի անցնում նշված սահմաններից՝ $0,3 \div 0,4$ մմ:

Ռելիեֆի պատկերի ճշտությունը որոշվում է հատակագծի վրա հորիզոնականների դիրքի սխալներով: Այս սխալները կարելի է բաժանել երկու խմբի.

1. բարձրության սխալներ, որոնք կախված են տեղանքի թեքության անկյունից: Սրանք նշակետերի բարձրությունների որոշման սխալներն են, ռելիեֆի ընդհանրացման սխալները՝ առաջացած նշակետերի միջև թեքությունների անհամասեռության պատճառով ու երկրի մակերևույթի փոքր անհավասարության ազդեցությամբ,

2. բարձրության սխալներ, որոնք առաջացել են ուրվագծերի պլանային տեղաշարժից և կախված են տեղանքի թեքությունից: Սրանք սխալներ են

նշակետի կետերի պլանային դիրքում, բարձրությունների մոտարկման ու ուրվագծերի գծումներում:

Ըստ հետազննության [50]՝ խոշորամասշտաբ հատակագծերի վրա ռելիեֆի պատկերի ճշտության վրա գերակշռող ազդեցություն են գործում առաջին խմբի այնպիսի սխալներ, ինչպիսիք են ռելիեֆի ընդհանրացումն ու «տեղագրության շերտավորության» ազդեցությունը՝ կախված դրա բնույթից ու նշակետերի միջև եղած ռելիեֆի թեքության անհավասարություններից: Այս սխալները պատահական են և կարող են որոշվել հետևյալ բանաձևով՝

$$m_H = a + btgv, \quad (7.3)$$

որում m_H -ը հորիզոնականներով կետերի բարձրությունները որոշելու ՄՔՄ-ն է, ν -ն՝ տեղանքի թեքության անկյունը, a -ն ու b -ն՝ համապատասխանաբար առաջին ու երկրորդ խմբերի սխալների ազդեցությունն արտահայտող պարամետրերը, որոնք որոշվում են՝ կիրառելով նվազագույն քառակուսիների մեթոդը որոշակի մասշտաբների հատակագծերի ու ռելիեֆի անկման կտրվածների փորձարարական ուսումնասիրությունների նյութերը մշակելիս: Այսպես, օրինակ, 1:2000 մասշտաբի հատակագծի համար 0,5 մ ռելիեֆի անկման կտրվածքի համար կստացվի հետևյալ բանաձևը՝

$$m_H = 0,10 + 0,5tgv,$$

որը տեղանքի մինչև 3° թեքության դեպքում տալիս է $m_H = 0,12$ մ:

Ըստ հետազոտության տվյալների [50]՝ մենք կարող ենք ենթադրել, որ հարթ տարածքներում ռելիեֆի պատկերման ՄՔՄ-ն հավասար է ռելիեֆի անկման հինգերորդական մասին, այսինքն՝ $m_H = 1/5 h$: Այստեղից կարող ենք լուծել հակադարձ խնդիրը, գտնել ռելիեֆի ամենափոքր անկման բարձրության անցկացումը նվազագույն սխալների համար, այսինքն՝

$$h_{\min} = 5m_H. \quad (7.4)$$

Օրինակ՝ առավել ճշգրիտ խոշոր մասշտաբի հանույթների համար $m_H = 0,10$ մ, այս դեպքում կստանանք ռելիեֆի անկման ամենափոքր բարձրությունը՝ հավասար 0,5 մ-ի:

Ռելիեֆի անկման բարձրությունն ընտրելիս, բացի պատկերման ճշտության աստիճանից, անհրաժեշտ է հաշվի առնել հատակագիծը նախագծման ու տարբեր հաշվարկներում օգտագործելու հարմարավետությունը: Ենթադրվում է, որ կտրուկ լանջերին հորիզոնականների միջև խորությունը պետք է լինի առնվազն 5 մ, իսկ մեղմ թեքություններին՝ ոչ ավելի, քան 20 մ:

Հատակագծի մանրամասնությունը բնութագրվում է դրա վրա պատկերված պատկերների ուրվագծերին ու ռելիեֆի տարրերին նմանության աստիճանով, այսինքն՝ պատկերի ընդհանրացման (գեներիլիզացիայի) աստիճանը: Որքան մեծ է հատակագծի մասշտաբը, այնքան մեծ է պատկերի մանրա-

մասնությունը, այնքան քիչ՝ ընդհանրացումները: Խոշորամասշտաբ հանույթների համար պահանջվում է, որ հստակ ուրվագծերի ընդհանրացման հետևանքով առաջացած սխալները հատակագծում չգերազանցեն 0,5 մմ-ը, իսկ ճարտարապետական մանրամասներում՝ 0,3 մմ-ը: Այս սահմաններում թույլատրվում է շենքերի կոր ուրվագծերի, սահմանների ու ելուստների ուղղում:

Պլանի ամբողջականությունը հասկացվում է որպես դրա հագեցվածության աստիճանն իրավիճակի օբյեկտներով ու ռելիեֆի տարրերով, որոնց պատկերն անհրաժեշտ և հնարավոր է հատակագծի ընդունված մասշտաբով ու ռելիեֆի անկման կտրվածքի նախագծման համար: Հատակագծի ամբողջականությունն արտահայտվում է տեղանքի օբյեկտների նվազագույն չափերով և դրանց միջև եղած հեռավորություններով, որոնք պետք է պատկերված լինեն հատակագծի վրա:

Հատակագծի վրա հեռավորությունների որոշման ճշտությունը: Գլխավոր հատակագծեր և նախագծերի վերլուծական հաշվարկներ մշակելիս հատակագծի վրա գրաֆիկորեն չափվում են մի շարք սկզբնական մեծություններ (հեռավորություններ, ուղղություններ ու բարձրություններ): Հետևաբար խնդիր է առաջանում գնահատելու այդ չափումների ճշտությունը:

Դիցուք A և B կետերի միջև հեռավորությունը պետք է հաշվարկվի այդ հատվածի սկզբի և վերջի չափված կոորդինատներով: Այդ դեպքում՝

$$s^2 = (x_B - x_A)^2 + (y_B - y)^2: \quad (7.5)$$

Մենք, տարբերակելով այս արտահայտությունը, անցնելով ՄՔՄ-ներին ու ընդունելով $m_{x_A} = m_{y_A} = m_{k_A}$; $m_{x_B} = m_{y_B} = m_{k_B}$, մի քանի պարզ փոխակերպումներից հետո կստանանք՝

$$m_s^2 = m_{s_{k_A}}^2 + m_{s_{k_B}}^2: \quad (7.6)$$

Ըստ (7.2) բանաձևի՝ կարող ենք գրել՝

$$m_{k_A} = \frac{m_A}{\sqrt{2}}; \quad m_{k_B} = \frac{m_B}{\sqrt{2}},$$

որում m_A -ն և m_B -ն A ու B կետերի տեղադիրքի ՄՔՄ-ներն են: Հետևաբար (7.6) բանաձևը կարող ենք ներկայացվել որպես.

$$m_s^2 = \frac{1}{2}(m_A^2 + m_B^2): \quad (7.7)$$

Եթե վերցնենք $m_A = m_B = m$, ապա կստանանք՝

$$m_s = m_T: \quad (7.8)$$

Հետևաբար երկու կետերի կոորդինատները հավասար ճշտությամբ որոշելիս, այդ կոորդինատներով հեռավորությունը հաշվարկելու միջին քառակուսային սխալը հավասար է մեկ կետի դիրքի սխալին:

Ինչպես հայտնի է, մասշտաբային քանոնով գրաֆիկական տեղադրումների ՄՔՄ-ն կազմում է մոտ 0,1 մմ: Այնուամենայնիվ, պետք է նկատի ունենալ, որ տեղագրական հատակագծի վրա չափումների ճշտությունը որոշվում

է ոչ միայն այս արժեքով, այլ նաև հենց հատակագծի ճշտությամբ, դրա գեո-դեզիական ապահովման ու հանութագրման աշխատանքով: Հատակագծերը պատճենելիս առաջանում են թղթի ձևախախտման պատճառով պատճենահանման լրացուցիչ սխալներ: Ինչպես նախկինում նշվել են, այս սխալների միջին արժեքը կազմում են $0,3 \div 0,5$ մմ:

Հատակագծում ուղղությունների որոշման ճշտությունը: Եթե հատակագծի վրա չափվում են A և B կետերի կոորդինատները՝ $x_A, y_A; x_B, y_B$, ապա AB դիրեկցիոն անկյունը գտնում ենք հայտնի բանաձևով՝

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

Կատարելով տարբերակումը, անցնելով միջին քառակուսային սխալներին և ընդունելով $m_{x_A} = m_{y_A} = m_{k_A}$, $m_{x_B} = m_{y_B} = m_{k_B}$, կստանանք՝

$$m_{\alpha}^2 = \frac{1}{s^2} (m_{k_A}^2 + m_{k_B}^2): \quad (7.9)$$

Եթե ընդունենք $m_{k_A} = m_{k_B} = m_T$, ապա՝

$$m_{\alpha} = \frac{m_k \sqrt{2}}{s} = \frac{m_T}{s},$$

որում m_{α} -ն հատակագծի կետերի դիրքի միջին քառակուսային սխալն է: 100 մմ հատակագծի վրա ու $m_T = 0,3$ մմ աստիճանի չափով հեռավորության համար կստանանք.

$$m_{\alpha} = \frac{m_T}{s} \rho = \frac{0,3 \cdot 3438}{100} = 10,3'.$$

Կարճ տարածությունների դեպքում անհրաժեշտ է լրացուցիչ հաշվի առնել վերջնակետի կոորդինատների կորեկյացիոն կապի սխալը:

Քարտեզի վրա բարձրությունների ու թեքությունների որոշման ճշտությունը: Հատակագծի վրա մի շարք խնդիրներ լուծելիս կետերի միջև բարձրությունը որոշվում է որպես դրանց բարձունքային նիշերի տարբերություն, որը որոշվում է հորիզոնականների միջարկմամբ.

$$h = H_B - H_A: \quad (7.10)$$

Գծի թեքությունը (թեքության անկյան տանգենսը) գտնում են հետևյալ հարբերությունից՝

$$i = \frac{h}{s}, \quad (7.11)$$

որում s-ը A ու B կետերի միջև եղած հորիզոնական հեռավորությունն է: Եթե ընդունենք, որ բարձրությունների որոշման սխալները մոտավորապես հավասար են հատակագծի վրա հորիզոնականներով որոշված սխալին, ապա բարձրության որոշման ՄՔՄ-ն կլինի.

$$m_h = m_H \sqrt{2}, \quad (7.12)$$

Իսկ թեքությունը՝

$$m_i = \frac{m_h}{s} = m_H \frac{\sqrt{2}}{s} : \quad (7.13)$$

Վերջին բանաձևում հաշվի չի առնվում հեռավորության չափման սխալը:

Եթե $m_H = 0,10$ մ և $s = 30$ մ, ապա $m_h = 0,14$ մ և $m_i = 0,005$:

Ինժեներատեղագրական հանույթի հատակագծերի մասշտաբը որոշվում է մի շարք գործոններով, որոնց թվում՝ հատակագծով լուծվող նախագծային խնդիրներ, նախագծման փուլը, իրադրության բարդությունն ու տեղանքը. ստորգետնյա ու վերգետնյա հաղորդակցությունների խտությունը և այլն:

Քանի որ տեղագրական հատակագիծը հիմք է ընդհանուր շինարարական հատակագծի կազմման համար, դրա բարդ կառուցվածքային և տեխնոլոգիական տարրերի և տրանսպորտային կապերի դասավորության կապակցման համար, պահանջվում են ավելի խոշոր մասշտաբի հանույթ:

7.3. Տեղագրական խոշորամասշտաբ հանույթների ստեղծման մեթոդներ

Ինժեներատեղագրական հատակագծերի ստեղծման նպատակով իրականացվում են տարածքի տեղագրական հանույթներ թվային ու գրաֆիկական ձևերով, որոնք հիմք են կապիտալ շինարարության նախագծերի նախագծման, կառուցման ու վերակառուցման և (կամ) ԵՏՀ ստեղծման համար:

Տեղագրական հանույթներն իրականացվում են արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ, տախտմետրական եղանակով, վերգետնյա ու օդային լազերային սկանավորմամբ, թվային օդանկարներով, ստերեոտեղագրական, համակցված օդատեղագրական եղանակներով ու երկրի հեռահար զոնավորման տվյալների կիրառմամբ, ինչպես նաև տարբեր եղանակների համակցությամբ:

Տեղագրական հանույթները սովորաբար կատարվում են տարվա բարենպաստ ժամանակահատվածում: Թույլատրվում է հանույթներ կատարել ստեղծվող ինժեներատեղագրական հատակագծի ռելիեֆի անկման բարձրության $1/3$ -ից ոչ ավելի ձյան ծածկույթի (սառույցի) բարձրությամբ, իսկ ստեղծված հատակագծերը ենթակա են թարմացման բարենպաստ ժամանակահատվածներում:

Տեղագրական հանույթների մաս են կազմում նաև ստորգետնյա հաղորդակցությունների հանութային գեոդեզիական աշխատանքները:

Ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների ու շինությունների հատակագծերը կազմվում են կատարողական գծագրերի տվյալների, կատարողական ու ստուգված գեոդեզիական հանույթների նյութերի, ինչպես նաև ստորգետնյա կառույցների դաշտային հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա:

Առաջադրանքի լրացուցիչ պահանջների առկայության դեպքում իրականացվում են հենարանների էսքիզների կազմում, ստորգետնյա ու վերգետնյա հաղորդակցությունների ու կառույցների քանակական ու որակական բնութագրեր, հորերի ու խցիկների մանրամասն զննում:

Տեխնիկական հաշվետվությունում պետք է ներառվեն տեղագրական հանույթների, ինժեներատեղագրական հատակագծերի աշխատանքի ընդունման արդյունքում ստեղծված նյութերի որակի ստուգումները:

Տարածքի տեղագրական խոշորամասշտաբ հանույթները, ինչպես նշվեց, կարող են իրականացվել տարբեր եղանակներով, որոնց ընտրությունը պայմանավորված է տեղանքի չափերից ու տեղանքի պայմաններից, տարվա եղանակից, կատարողի տեխնիկական հնարավորություններից ու տնտեսական նպատակահարմարությունից:

Ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում տարածված էլեկտրոնային տախտմետրերի, լազերային սկաներների ու արբանյակային գեոդեզիական սարքավորումների ներդրումը զգալիորեն փոխել է գեոդեզիական աշխատանքների եղանակների ընտրության ժամանակ առաջնահերթությունների նախապատվությունը:

Այսպիսով՝ մենգուլային հանույթը, որն իրականացվում է մենգուլայով ու կիպրեգելով, գործնականում կորցրել է իր դերն ու նշանակությունը տեղագրական հանույթների արտադրությունում և դժվար թե ներկայումս կիրառություն գտնի:

Ստորև ներկայացնենք տեղագրական հանույթների ավանդական վերգետնյա ու մասամբ օդային եղանակների համառոտ ակնարկը, որոնց տեխնոլոգիան էական փոփոխություններ է կրել էլեկտրոնային չափիչ արդի սարքավորումների ու ծրագրային հաշվողական միջոցների ներդրման լույսի ներքո:

Տախտմետրական հանույթն օգտագործվում է տեղանքի փոքր ու նեղ շերտերի հանութագրման համար, երբ օդատեղագրական հանույթների օգտագործումը տնտեսապես անիրագործելի է կամ տեխնիկապես անհնար է, ինչպես նաև այն դեպքում, երբ իրականացվում է միայն կառուցապատված տարածքում ռելիեֆի ուղղաձիգ հանույթ:

Տախտմետրական հանույթ իրականացվում է հանութային հիմնավորման հիմնակետերից (կետերից) TE, TD, TN, TV, Redta 002, BRT 006, Dalta 010, Dalta 020 կամ էլեկտրոնային տախտմետրերով:

Հանութային հիմքի խտացումը կարող է իրականացվել տախտմետրական ընթացքների միջոցով: Կայանում աշխատանքի ավարտից հետո պետք է ստուգվի գործիքի կողմնորոշման ուղղությունը: Սկզբնական կողմնորոշումից շեղումը չպետք է գերազանցի 1,5'-ը:

Յուրաքանչյուր կայանում պետք է կազմվի ուրվագիծ, որը պետք է ցույց տա նշակետերը, իրադրությունը, ինչպես նաև տեղանքի բնորոշ տարրերը (ջրատարներ, ջրբաժաններ և այլն) ու թեքությունների ուղղությունները:

Տախտմետրական հանույթի հատակագծերը պետք է ընդունվեն դաշտում ստուգման ու ընդունման ակտով:

Տեղագրական խոշորամասշտաբ հանույթներն իրականացվում են ավանդական վերգետնյա եղանակներով՝ ըստ գործող նորմատիվների պահանջների:

Տախտմետրական հանույթներ կատարելիս հեռավորությունը մինչև չափվող նշակետերը (պիկետներ) չափվում է ցանցաթելային հեռաչափով՝ չափաձողի վրա: Նման չափումների ճշտությունը ցածր է և կազմում է մոտ 1:300: Նոմոգրամային տախտմետրեր կամ կիպրեզելներ օգտագործելիս չափումների ճշտությունը գործնականում մնում է նույնը: Այս հանգամանքը բերում է գործիքից մինչև նշակետեր բնեռային հեռավորությունների սահմանափակումների (Աղ. 7.2):

Այսպիսով՝ 1:500 մասշտաբի հանույթներ կատարելիս գործիքից մինչև հստակ եզրագծեր եղած առավելագույն հեռավորությունը կարող է լինել 60 մ, մինչև ոչ հստակ եզրագծերը՝ 80 մ: Նույն պատճառով մենզուլային ու տախտմետրական հանույթի մեթոդները չեն կարող լիարժեքորեն կիրառվել կառուցապատված տարածքների հանութագրման համար, որտեղ անհրաժեշտություն կա կոորդինատավորելու կառույցների անկյուններն ու շենքերի գծային չափումները: Բարձրությունների որոշման ցածր ճշտության պատճառով հանույթի ներթադամասային նշակետերի բարձունքային նիշերը որոշվում են երկրաչափական նիվելիրացմամբ:

Այսպիսով՝ վերգետնյա հանույթի եղանակների ընդունված տարբերակներում, գծերի հորիզոնական ու կետերի ուղղաձիգ չափման ցածր ճշտությամբ պայմանավորված, առկա են տեղանքի հանութագրման սահմանափակումներ:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի կիրառմամբ, առաջին հերթին, զգալիորեն մեծանում է գծային չափումների ճշտությունը: Այսպիսով՝ 100 մ հեռավորությունը հեշտությամբ կարելի է չափել 1:100000 հարաբերական սխալ ունեցող էլեկտրոնային տախտմետրի միջոցով: Գծային չափումների բարձր ճշտությունը վերացնում է սահմանափակումների տիրույթը, ինչպես հանութային հիմքի ցանցի կողմերը չափելիս, այնպես էլ հանութային աշխատանքների համար: Ավելին, էլեկտրոնային տախտմետրերի կիրառմամբ հնարավոր է դառնում ոչ կոնտակտային չափել անմատչելի հեռավորությունները (շենքերի ու շինությունների չափում), իսկ եռանկյունաչափական նիվելիրացու-

մից կետերի բարձրությունների որոշման ճշտությունը զգալիորեն մեծանում է (գործնականում դա բավարարում է նիվելիրացման IV դասի ճշտությունը): Եվ, վերջապես, էլեկտրոնային տախտմետրով տեղագրական հանությունը կատարելիս զգալիորեն կրճատվում է դաշտային ու գրասենյակային աշխատանքների տևողությունը՝ չափումների ավտոմատ գրանցմամբ ու արդյունքների կուտակման հնարավորությամբ պայմանավորված:

Նշված առավելությունները թույլ են տալիս հանության տարրերով ներկայացնել տեղանքի իրավիճակի հայտնի կետերի կոորդինատներով ու բարձրություններով ստեղծել, այսպես կոչված, տեղանքի թվային մոդելը (ՏԹՄ):

ՏԹՄ հիմնական առավելությունը կոորդինատների որոշման բարձր ճշտությունն է, որը կախված չէ հանության մասշտաբից, այլ միայն դաշտային աշխատանքում զանգվածային նշակետերի կոորդինատների հաշվարկման ճշտությունից: Տարածքի մշակված ՏԹՄ-ի՝ «էլեկտրոնային քարտեզի» ցանկացած մասշտաբի հատակագծի օգնությամբ կունենանք տեղանքի իրադրության կետերի ճշգրիտ կոորդինատներ:

Տախտմետրական հանության հանութային հիմնավորման կետերի խտությունը պետք է ապահովվեն Աղյուսակ 7.1-ում տրված տեխնիկական պահանջները: Էլեկտրոնային տախտմետրեր օգտագործելիս վերը նշված սահմանափակումները, բնականաբար, հանվում են:

Աղյուսակ 7.1.

Տախտմետրական ընթացքների անցկացման տեխնիկական պայմանները

Հանության մասշտաբը	Ընթացքի առավելագույն երկարությունը, մ	Գծերի առավելագույն երկարությունը, մ	Ընթացքի գծերի առավելագույն թիվը
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

Այսպիսով՝ տեղագրական հանությունների հրահանգների պահանջների համաձայն՝ հանութային հիմնավորման կետերի դիրքի առավելագույն սխալը տվյալ մասշտաբի հատակագծի վրա չպետք է գերազանցի 0,2 մմ-ը: Տեղանքում այս սխալը կարտահայտվի հետևյալ մեծությամբ՝ $M = 0,2 \cdot 500 = 100$ մմ:

Հաշվարկենք էլեկտրոնային տախտմետր կիրառելիս 1:500 մասշտաբի հանության ընթացքների կողմերի առավելագույն երկարությունն ու թիվը:

Ինչպես հայտնի է, նախապես ուղղված անկյուններով պոլիգոնոմետրիական ձգված ընթացքի վերջին կետի դիրքի առավելագույն սխալն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$M^2 = m_s^2 \cdot n + L^2 \cdot \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \left(\frac{n+3}{12} \right):$$

Հաշվարկի համար ընդունենք՝ $m_s = 3$ մմ, $S = 300$ մ, $m_\beta = 5$ ”:

Հաշվի առնելով, որ հավասարեցումից հետո ընթացքի ամենաթույլ կետը գտնվում է մեջտեղում, և դրա սխալը 2 անգամ փոքր է, քան հավասարեցումից առաջ վերջնական կետի որոշման սխալը՝ ընթացքի երկարությունը կարող ենք գտնել հետևյալ բանաձևով.

$$L^2 = \frac{12 \cdot p^2 \cdot m_s^2 \cdot \left(\frac{2M^2}{m_s^2} - n\right)}{m_\beta^2 \cdot (n+3)},$$

կամ տեղադրելով թվային արժեքները՝ ստանում ենք

$$L = \sqrt{\frac{12 \cdot 206265^2 \cdot 3^2 \left(\frac{2 \cdot 100^2}{3^2} - 11\right)}{5^2 \cdot (11 + 3)}} = 3300 \text{ մ}:$$

Հայտնի է, որ հանութային հիմնավորման ընթացքների երկարության ավելացումն անհրաժեշտ է քաղաքների ծայրամասերում, որտեղ քաղաքային գեոդեզիական ցանցի կետերի խտությունը դեռևս չի հասցվել կենտրոնական շրջանների մակարդակին, դրա համար, ինչպես ցույց է տալիս պրակտիկան, այդ պայմաններում ընթացքների երկարությունը չպետք է գերազանցի 3 կիլոմետրը:

Այսպիսով՝ ելնելով վերը տրված հաշվարկներից՝ կարող ենք ասել, որ սովորական պարամետրերով էլեկտրոնային տախտետրեր կիրառելիս հիմնային հանութային ընթացքների առավելագույն թույլատրելի երկարությունները կարելի է ավելացվել մինչև 3 կմ, իսկ կողմերի թիվը՝ 10-12:

Տեղագրական հանությունների հրահանգում տրվում է, որ թույլատրվում է «կախված» ընթացքներ տեղադրել երկու կողմերից ոչ ավելի: Այդ պահանջը վերաբերում է տախտետրական այն ընթացքներին, որոնցում անկյունները չափվում են օպտիկական թեոդոլիտներով, իսկ կողմերը՝ թելային հեռաչափով: Հասկանալի է, որ օգտագործելով ժամանակակից էլեկտրոնային տախտետր՝ կարող ենք ավելացնել ինչպես չափված կողմերի հեռավորությունները, այնպես էլ կողմերի առավելագույն քանակը:

Տեղագրական հանությունների հրահանգներում ասվում է, որ հանութային հիմնավորման կետերի դիրքի առավելագույն սխալը չպետք է գերազանցի 0,2 մմ-ը տվյալ մասշտաբի հատակագծի վրա: Տեղում այս սխալը կարտահայտվի այսպես՝

$$M = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ մմ}:$$

Հաշվարկենք «կախված» ընթացքի առավելագույն երկարությունն էլեկտրոնային տախտետր կիրառելիս 1:500 մասշտաբի ընթացքի համար: Ինչպես հայտնի է, չուղղված անկյուններով ձգված պոլիգոնոմետրիական ընթացքի վերջին կետի դիրքի առավելագույն սխալն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

հաշվարկի համար ընդունենք՝ $U \cdot m_s = 3$ մմ, $S = 300$ մ, $m_\beta = 5$ ՝:

$$L^2 = \frac{3 \cdot p^2 \cdot m_s^2 \cdot \left(\frac{M^2}{m_s^2} - n\right)}{m_\beta^2 \cdot (n+1,5)},$$

բանաձևում տեղադրելով թվային արժեքները՝ ստանում ենք՝

$$L = \sqrt{\frac{3 \cdot 206265^2 \cdot 3^2 \left(\frac{100^2}{3^2} - 8\right)}{5^2 \cdot (8 + 1,5)}} = 2000 \text{ մ:}$$

Հետևաբար կիրառելով ժամանակակից էլեկտրոնային տախտմետրեր՝ հնարավոր է հանության հիմնավորման համար տեղադրել կախված ընթացքներ՝ մինչև 2 կմ երկարությամբ ու 8 կողմերով:

Հասկանալի է, որ հրահանգներում «կախված» ընթացքների կառուցման վրա դրված սահմանափակումները թելադրված են կոպիտ սխալի վտանգով: Այդ իսկ պատճառով նույնիսկ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետրերը՝ պետք է սահմանափակել «կախված» ընթացքների երկարությունը կամ ցանկացած միջոցով ստեղծել ստուգողական չափումներ:

Տախտմետրական ընթացքների (հանույթի կայանից) կետերից մինչև նշակետերի ու նշակետերի միջև հեռավորությունները չպետք է գերազանցեն Աղյուսակ 7.2-ում տրված թույլտվությունները:

Տախտմետրական ընթացքների անկյունները չափվում են մեկ լրիվ նվազով: Կիսանվագներից ստացված անկյան արժեքների տարբերությունները օպտիկական թեոդոլիտներով անկյունը չափելիս չպետք է գերազանցեն 30"-ն ու 1'-ն 30" ճշտության թեոդոլիտներով անկյունը չափելիս:

Տախտմետրական ընթացքների անկյունային անկապքները չպետք է գերազանցեն օպտիկական ու թվային թեոդոլիտներով անկյունները չափելիս՝

$$f_\beta = \pm 0,5' \sqrt{n},$$

30 վայրկյան ճշտությամբ թեոդոլիտով անկյունները չափելիս՝

$$f_\beta = \pm 1' \sqrt{n},$$

որում n -ը ընթացքի անկյունների թիվն է: Թույլատրելի գծային անկապքները որոշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$f_s = \frac{S}{400 \sqrt{n}},$$

որում S -ը ընթացքի երկարությունն է մ-ով, n -ը՝ ընթացքի գծերի թիվը:

Բարձրության անկապքը չպետք է գերազանցի.

$$f_s = 0,04 \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ (սմ):}$$

Տախտմետրական հանույթներ կատարելիս պետք է ստուգվի գործիքի լիմբի կողմնորոշումը: Կետում աշխատանքն ավարտելուց հետո պետք է ստուգվի գործիքի կողմնորոշումը, իսկ ստուգման արդյունքները գրանցվեն մատյանում:

Տախտմետրական հանույթների ընթացքում բացթողումներից խուսափելու նպատակներով յուրաքանչյուր կայանից պետք է ստուգվեն հարակից կայաններից որոշված մի քանի նշակետեր:

Հարթ տարածքներ հանութագրելիս խորհուրդ է տրվում վերազանցումները որոշելու հորիզոնական ճառագայթով: Դիտման առանցքի հորիզոնականությունն ապահովվում է ուղղաձիգ շրջանի հաշվեցույցի՝ գործիքի գրոյի տեղին համընկմամբ:

Դաշտային մատյանի լացմանը զուգահեռ յուրաքանչյուր կայարանում գծվում է ուրվագիծ: Ուրվագծերը կազմվում են պայմանական նշաններով (բացատրական գրառումներով)՝ մոտավորապես պահպանելով հանույթի մասշտաբը, յուրաքանչյուր կայանի համար՝ առանձին թերթիկների վրա ուղղված ընթացքի երկայնքով, որի վրա ցույց է տրվում լիմբի կողմնորոշման ուղղությունը: Ուրվագծերում պատկերվում են բոլոր նշակետերը: Միաժամանակ ցուցադրվում են ռելիեֆի կառուցվածքային գծեր (ջրհավաքներ, ջրբաժաններ, լանջերի կտրտվածություններ և այլն) ու հորիզոնականներով սխեմատիկ ռելիեֆ:

Աղյուսակ 7.2.

Հանույթների տեխնիկական պայմանները⁸

Հանույթի մասշտաբը	Ռելիեֆի կտրվածքը, մ	Նշակետերի միջև առավելագույն հեռավորությունը, մ	Գործիքից մինչև չափաձող եղած առավելագույն հեռավորությունը ռելիեֆի հանույթի դեպքում, մ	Գործիքից մինչև չափաձող եղած առավելագույն հեռավորությունն իրադրության հանույթի դեպքում, մ
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150
	5,0	120	350	150
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
	2,0	50	250	100
1:1000	0,5	20	150	80
	1,0	30	200	80
1:500	0,5	15	100	60
	1,0	15	150	60

⁸ Ծանոթություն. ոչ հստակ կամ երկրորդական ուրվագծերի դիրքը որոշելիս հեռավորությունները մեծանում են 1,5 անգամ:

Հանույթի տարածքը հավասարաչափ ու առանց բացթողումների պետք է ծածկվեն նշակետերով: Այս պահանջն ապահովելու համար կատարվում է տվյալ կայանից հետազննվող տարածքի մանրամասն զննում, և ստուգման տվյալները համեմատվում են հարևան կայանների ուրվագծերի հետ:

Տախտմետրական հանույթների ժամանակ դաշտային աշխատանքների իրականացումը պետք է զուգակցվի գրասենյակային հանութային նյութերի ամբողջական մշակմամբ, և պետք է կատարվի հետևյալը.

ա) դաշտային մատյանների ստուգում ու հանութային հիմքի մանրամասն սխեմայի կազմում,

բ) տախտմետրական (թեոդոլիտային) ընթացքների կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների հաշվարկը (մինչև 0,01 մ),

գ) դաշտային մատյաններում կայանի բոլոր նշակետերի բարձրությունների հաշվարկը,

դ) հանութային տախտմետրական (թեոդոլիտային) ընթացքների հիմքի կետերի, նշակետերի տեղադրում՝ գծելով հորիզոնականներն ու իրադրության եզրագծերը:

Տախտմետրական հանույթի արդյունքում ստացված յուրաքանչյուր պլանշետ նախքան տուշով գծելը զգուշորեն ուղղվում և ստուգվում է դաշտում՝ պլանշետում պատկերված ռելիեֆն ու իրադրությունը համեմատելով տեղանքի հետ: Հանույթի ճշտությունը ստուգվում է գործիքային եղանակով:

Դաշտային հատակագծերը կազմվում են յուրաքանչյուր կայանի համար առանձին: Դաշտային հատակագծերի թիվը հավասար է կայանների թվին: Կազմողական բնօրինակ հատակագիծը կազմվում է գրասենյակային պայմաններում դաշտային հատակագծերով:

Տախտմետրական հանույթի աշխատանքներում պատկերվում է հետևյալը.

- համապատասխան պլանշետների ուրվագծեր,
- տախտմետրական հանույթի մատյաններ,
- տախտմետրական հանույթի հատակագիծ,
- հանութային հիմքի սխեմաներ,
- հատակագծի անվանաթերթի տեղեկամատյան (ֆորմուլյար),
- հանութային հիմքի կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների հաշվարկների ամփոփագրեր,
- աշխատանքի ստուգման ու ընդունման ակտեր⁹:

⁹ Ծանոթություն. 1:2000, 1:1000 և 1:500 մասշտաբի տախտմետրական հանույթները թափանցիկ թղթի հիմքի վրա կազմելիս հատակագծի անվանաթերթի տեղեկամատյան չեն կազմում. անհրաժեշտ տվյալները տեղադրվում են հատակագծի շրջանակից դուրս:

Հորիզոնական հանույթ: Կառուցապատված տարածքների 1:2000-1:500 մասշտաբների հորիզոնական հանույթներն իրականացվում են ինքնուրույն կամ ուղղաձիգ հանույթների հետ համատեղ: Հորիզոնական հանույթը կազմվում է ճակատների (ֆասադների), ճանապարհների, ներթափառասային իրադրության հանույթներից: Ուղղաձիգ հանույթը ներառում է անցուղիների ու թաղամասերի տարածքների նիվելիրացումը:

Եթե բնակավայրերի հանութագրումն իրականացվում է էլեկտրոնային տախտմետրերով, ապա պարզեցվում են հանութային կետերի միջակայքի բոլոր սահմանափակումները, պլանային ու բարձունքային հանութներն իրականացվում են համատեղ:

Գործարանային ու քաղաքային տարածքների տեղագրական հանութները կատարվում են անալիտիկ եղանակով: Այս դեպքում շենքերի ճակատներն ու տեղանքի իրադրությունը վերցվում են թեոդոլիտային ընթացքի ու ծածկագծերի կողմերից՝ օգտագործելով ուղղանկյուն և բևեռային կոորդինատների ու գծային հաստումների եղանակները: Ռելիեֆը հանվում է լայնակի կտրվածքների ու քառակուսիների նիվելիրացմամբ կամ էլեկտրոնային տախտմետրով՝ եռանկյունաչափական նիվելիրացման միջոցով:

Գյուղերը հանութագրելիս կարող է կիրառվել գրաֆիկական-անալիտիկ եղանակ, որում վերլուծաբար որոշվում են թաղամասերի ու կապիտալ կառույցների անկյունների կոորդինատները, իսկ իրադրության ու տեղանքի մանրամասները հանութագրվում են էլեկտրոնային տախտմետրով:

Հորիզոնական հանութն իրականացվում է հետևյալ եղանակներով՝ բևեռային կոորդինատների, ծածկագծային, գրաֆիկական-անալիտիկ, հատումների, ուղղահայացների (աբսցիս ու օրդինատ), ստերեոտեղագրական և այլն:

Հորիզոնական հանութի բոլոր եղանակների համար պետք է կազմվեն ուրվագծեր, չափվեն շենքերի (շինությունների) եզրագծերն ու դրանց միջև ստուգողական կապերը:

Բնակելի տարածքի հանութագրումը պետք է իրականացվի հիմնային ու հանութային գեոդեզիական ցանցերի կետերից:

Գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերից ու հանութային հիմքի կետերից որոշվող ծածկագծային կետերը պետք է որոշվեն առնվազն 1:2000 ճշտությամբ:

Հատումների եղանակը կիրառելիս թույլատրվում են 30°-150° անկյուններ:

Գրաֆիկական-անալիտիկ եղանակով հանութի թաղամասի անկյունների ու շենքերի (շինությունների), հենարանների, հորերի, շրջադարձերի

կենտրոնների անկյունները հատակագծում պետք է տեղադրվեն հանութային պլանային հիմքի կետերի ու շենքերի (շինությունների) ուրվագծերի չափումների տվյալներով որոշված կոորդինատներով:

Ստորգետնյա կառույցներում դիտահորերի ու ճանապարհների խողովակների վերնամասերի, ջրամբարների (ջրահոսքերի) ջրերի եզրերի, շենքերի հիմնատակերի (ըստ լրացուցիչ առաջադրանքի) բարձրությունները պետք է որոշվեն երկրաչափական նիվելիրացմամբ չափաձողերի երկու կողմերի կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ՝ ուղղաձիգ շրջանի երկու դիրքով: Բարձրությունների միջև անկապքը չպետք է լինի 2 սմ-ից ավելի: Մյուս նշակետերի բարձրությունները պետք է որոշվեն չափաձողի սև կողմով (եռանկյունաչափական նիվելիրացման դեպքում ուղղաձիգ շրջանի մեկ դիրքով), 250 մ-ից ավելի հեռավորությունների վրա գտնվող նշակետերին պետք է տալ ուղղումներ երկրի մակերևույթի կորության համար:

Փողոցներում լայնակի պրոֆիլները պետք է չափվեն 40, 60, 100 մ միջակայքերով (կախված հատակագծերի մասշտաբից), ինչպես նաև հատվող փողոցների առանցքների երկայնքով, նաև այն տեղերում, որտեղ առկա են ռելիեֆի թեքություններ:

Լայնակի պրոֆիլները նիվելիրացնելիս պետք է տալ ճակատային գծի բարձրությունները, մայթերի եզրաքարերը, փողոցի առանցքը, խրամուղիների եզրն ու տակը, ինչպես նաև ռելիեֆի այլ բնորոշ կետերի նիշերը:

Լայնակի պրոֆիլների նիվելիրացման կետերի միջև հեռավորությունը չպետք է գերազանցի 40 մ-ը 1:2000 և 20 մ 1:1000 և 1:500 մասշտաբների հանույթների համար:

Բնակելի տարածքների հորիզոնական ու ուղղաձիգ հանույթների համար կատարված աշխատանքների արդյունքում պետք է ներկայացվեն հանույթի ուրվագծերն ու դաշտային մատյանները:

Հորիզոնական հանույթի մաս են կազմում շենքերի ճակատների, ճանապարհների ու ներթաղամասային հանույթները: Այն կարող է իրականացվել առանձին կամ տեղանքի ուղղաձիգ հանույթի հետ համատեղ՝ կախված կառուցապատման բնույթից ու աշխատանքի կազմակերպումից:

1:5000 մասշտաբով կառուցապատված տարածքների ու նոսր շենքերով տարածքների 1:2000, 1:1000 մասշտաբների հորիզոնական հանույթը սովորաբար իրականացվում են տախտմետրական հանույթով՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր:

1:2000, 1:1000 ու 1:500 մասշտաբներով հորիզոնական հանույթներն իրականացվում են ուղղահայացների, ծածկագծային, հատումների, բևեռային, ռեդուկցիոն-բևեռային ու գրաֆիկական-վերլուծական եղանակներով՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր ու շենքերի չափումներ:

Պլանային մասով կառուցապատված տարածքների գեոդեզիական հիմքը 1-ին ու 2-րդ կարգերի խտացման գեոդեզիական ցանցերի ու հանութային հիմքի կետերն են, իսկ բարձունքային մասով՝ II, III ու IV դասերի պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշներն ու դրոշմանիշները, մնացած բոլոր կետերի բարձունքային նիշերը որոշվում են տեխնիկական նիվելիրացմամբ:

2 ու 5 մ ռելիեֆի անկման կտրվածքով հանույթներում որպես բարձրության հիմք կարող են օգտագործվել այն կետերը, որոնց բարձունքային նիշերը որոշվել են եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ:

Մինչև կառուցապատված տարածքների հանութագրական աշխատանքները սկսելը կազմվում է հանութային հիմքի տեխնիկական նախագիծ՝ ըստ առկա ամենախոշոր մասշտաբի հատակագծերի՝ հաշվի առնելով կառուցապատման բնույթն ու խտությունը:

Կառուցապատված տարածքի հանույթն իրականացվում է գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերից, հանութային հիմքի ու թեոդոլիտային ընթացքների կետերից:

Կախված հանույթի պայմաններից ու փողոցի լայնությունից՝ փողոցի երկայնքով տեղադրվում են մեկ կամ երկու թեոդոլիտային ընթացքներ: Փողոցի երկու կողմերում դրված թեոդոլիտային ընթացքները կապակցվում են փողոցների խաչմերուկներում կամ անցուղու մեջտեղում:

Կառուցապատված տարածքները ուղղահայացների ու հատումների եղանակների կիրառմամբ հանութագրելիս, պողպատե ժապավենով (չափերիզով) կամ օպտիկական հեռաչափով չափելիս հանութային կետերի միջև հեռավորությունները չափեսք է գերազանցեն Աղյուսակ 7.3-ում նշված արժեքները: Ուղղահայացների եղանակով հանութագրելիս ուղղահայացների երկարությունները չափեսք է մեծ լինեն Աղյուսակ 7.4-ում տրված մեծություններից:

Ուղղահայացների երկարությունը չափվում է մեկ անգամ ու 1 սմ ճշտությամբ:

Աղյուսակ 7.3.

Ուղղագծային կետերի միջև եղած հեռավորությունները

Հանույթի մասշտաբը	Ուղղագծային կետերի միջև եղած հեռավորությունը, մ	
	Չափված ժապավենով (չափերիզով)	Չափված օպտիկական հեռաչափով
1:2000	80	120
1:1000	60	80
1:500	40	50

Ուղղահայացների երկարությունը չափեսք է գերազանցի չափիչ սարքի երկարությունը (20-50 մ):

Ուղղահայացների երկարությունը

Հանույթի մասշտաբը	Ուղղահայացի երկարությունը, մ	
	Տեղադրում աչքաչափով	Տեղադրում գործիքով
1:2000	8	60
1:1000	6	40
1:500	4	20

Հանույթի բևեռային եղանակի կիրառման ժամանակ անկյունները չափվում են թեոդոլիտի մի շրջանի դիրքում 1' ճշտությամբ, իսկ հեռավորությունները չափվում են չափերիզի կամ ժապավենի երկարության չափերից ոչ երկար գծերով:

Կառուցապատված տարածքների հանույթները գրաֆիկական-վերլուծական եղանակով իրականացվում են հետևյալ հաջորդականությամբ.

- թաղամասերի ու անհատական հիմնական շենքերի ու շինությունների անկյունների կոորդինատներն որոշվում են հանութային հիմքի կետերից, և այդ տվյալներն անցկացնում են հատակագծի վրա,

- ժապավենով չափվում են շինությունների չափսերը,

- էլեկտրոնային տախտմետրով իրականացվում է շենքերի ու այլ ուրվագծերի հանութագրում:

Շենքերը չափելիս չափվում են նաև հարևան շենքերի ու շինությունների անկյունների միջև եղած հեռավորությունները, որոնք օգտագործվում են որպես ստուգողական չափումներ:

Եզրագծերի հանութագրման հետ միաժամանակ հանութագրվում է նաև ռելիեֆը:

Ուղիղ անկյունային հատումների եղանակը կիրառվում է այնտեղ, որտեղ անհնար է ուղղակիորեն չափել հեռավորությունները:

Որոշվող կետի դիրքը որոշելու համար չափվում են բազիսին կից երկու անկյուն: Բազիսը կարող է լինել թեոդոլիտային ընթացքի մի կողմը, մի մասը կամ պլանային հիմքի ցանկացած երկու կետ, որոնց միջև կա տեսանելիություն:

Հարակից անկյունները չափվում են մեկ կիսանվագով ու 1' ճշտությամբ: Որոշվող կետի ուղղության անկյունները պետք է լինեն 30°-150°-ի սահմաններում:

Անկյունային հատումների եղանակով մինչև որոշվող կետի թույլատրելի հեռավորությունների արժեքները տրված են Աղյուսակ 7.5- ում:

Աղյուսակ 7.5.

Անկյունային հատումների եղանակով թույլատրելի հեռավորությունների արժեքները

Հանույթի մասշտաբը	Հեռավորությունները մինչև եզրագիծ, մ	
	Հստակ	Ոչ հստակ
1:2000	400	1200
1:1000	200	600
1:500	100	300

Գծային հատումների եղանակով հանութագրման ժամանակ ժապավենը տեղադրվում է հանութային գծի առանցքի ուղղությամբ, և դրա վրա ընտրվում են հատումների բազային կետերն այնպես, որ դրանք որոշվող կետի հետ միասին կազմեն հավասարակողմ եռանկյուն:

Հատումների բազային կետերը պետք է նշվեն չափերիզի վրա այնպես, որ դրանք լինեն ամբողջական մետր: Հատման կողմերի երկարությունը չափվում են ժապավենով, չափերիզով, և չպետք է այդ չափը գերազանցի դրանց երկարությունը (20-50 մ):

Թաղամասերի անկյունները, կրող շենքերի ու այլ կարևոր եզրագծերի կետերը որոշվում են երեք հատումներով: Ներթաղամասերի հանութները, որպես կանոն, կատարվում են ճանապարհների հանութագրումից հետո:

Թաղամասերի ներսում հանութագրումն իրականացվում է նույն ձևով, ինչ ավտոճանապարհների դեպքում: Եթե թաղամասերի ներսում հանութագրման համար կան խոչընդոտներ, ապա հանութային հիմքի կետերից անցկացվում են թեռոյուխտային կախված ընթացքներ: Կախված ընթացքներում գծերի երկարությունն ու առավելագույն թիվը չպետք է գերազանցեն Աղյուսակ 7.6-ում տրված տվյալները:

Աղյուսակ 7.6.

Կախված ընթացքների թույլատրելի տվյալները

Հանույթի մասշտաբը	Կախված ընթացքի գծերի թույլատրելի երկարությունը, մ	Ընթացքում գծերի առավելագույն քանակը
1:2000	200	3
1:1000	150	2
1:500	100	2

Հորիզոնական հանութներ կատարելիս չափման բոլոր տվյալները ներառվում են ուրվագծում, որոնք հաստ թղթի վրա գծում են մատիտով՝ օգտագործելով համապատասխան պայմանական նշաններ: Ուրվագծում արգելվում է կատարել ջնջումներ:

Հարթ տարածքներում կառուցապատված տարածքների ուղղաձիգ հանութներն իրականացվում են նիվելիրացմամբ կամ թեռոյուխտի հորիզոնա-

կան ճառագայթով, իսկ բլրաշատ հատվածներում՝ թեղողիտի թեք ճառագայթով:

Նիվելիրացման ընթացքները, որոնք տեղադրվում են ուղղաձիգ հանույթների համար, պետք է հիմնված լինեն II-IV դասերի ու տեխնիկական նիվելիրացման նշանների վրա:

Ընթացքներում կամ պոլիգոններում թույլատրելի անկապքները չպետք է գերազանցեն $f_h = 50\sqrt{L}$ մմ-ը, իսկ 2 կմ ավելի կարճ հատվածներում՝ $f_h = 10\sqrt{n}$ մմ-ը, որում L-ը ընթացքի երկարությունն է կմ-ով, n-ը՝ կայանների թիվը:

Ուղղաձիգ հանույթներ կատարելիս ամբողջ հանույթի տարածքը պետք է հավասարաչափ ծածկված լինի բարձունքային նշակետերով, որոնց միջև համապատասխան մասշտաբի համար հեռավորությունները չպետք է ավել լինեն Աղյուսակ 7.7-ում տրված արժեքներից:

Աղյուսակ 7.7.

Նշակետերի միջև եղած հեռավորությունները

Հանույթի մասշտաբը	Նշակետերի միջև առավելագույն հեռավորությունը, մ
1:5000	100
1:2000	40
1:1000	30
1:500	20

Բացի դրանից՝ նշակետերը պետք է որոշված լինեն տեղանքի բնորոշ տեղերում, որպեսզի պատկերված լինեն ռելիեֆի բոլոր տարրերը:

Դիտահորերի, շինությունների հիմքերի, բետոնե կիսախողովակների, կամուրջների տախտակամածների ու ճանապարհների վրա խողովակների բարձունքային նիշերն որոշվում են նիվելիրացմամբ չափաձողերի երկու կողմերի հաշվեցույցներով, իսկ մնացած նիշերը՝ չափաձողի մի կողմի հաշվեցույցով: Դիտման ճառագայթի երկարությունը չպետք է գերազանցի 150 մ-ը:

Ստորգետնյա հաղորդակցուղիների ելքերի նիվելիրացումն իրականացվում է հատուկ առաջադրանքով:

Ստուգման նպատակով յուրաքանչյուր կայանում որոշվում են առնվազն երկու ստուգողական նշակետերի բարձրություններ, որոնք գտնվում են ծածկույթի շերտում, և այն կարելի է ստանալ մեկ այլ կայանից: Տարբեր կայաններից ստացված ստուգողական բարձրությունների տարբերությունները չպետք է գերազանցեն 20 մմ-ը:

Ռելիեֆի գծագրումը խիտ կառուցապատ տարածքներում կատարվում է անմիջապես հանութագրման ընթացքում, ինչպես նաև գրասենյակային պայմաններում կազմված ուրվագծերի հիման վրա:

Խիտ շինություններով տարածքներում թույլատրվում է գծել ոչ թե հորիզոնականներ, այլ միայն կետերի բարձունքային նիշերը:

Տարածքի ուրվագծերն ու օբյեկտները հատակագծի վրա պետք է անցկացվեն նույն հաջորդականությամբ, որով իրականացվել է աշխատանքը հանութագրման ընթացքում:

Ուղղահայացների ու հատումների եղանակներով ստեղծված հանութային նյութերի հիման վրա հատակագծի վրա անցկացվում են պլանային գծերն ու բոլոր ընթացքի կետերը, որոնք հանդիսացել են ուղղահայացների հիմքը, կամ որոնցից ստեղծվել են ընթացքները: Այդ կետերից ուղղահայացներով ու հատումներով անցկացվում են եզրագծերի ու տեղանքի օբյեկտների որոշված կետերը:

Սկզբում հատակագծի վրա անցկացվում են բոլոր հիմնական շենքերն ու օբյեկտները, որոնք ունեն կողմնորոշման նշանակություն: Ներթադամասային հատակագծի մշակումը կատարվում է ճանապարհային անցումների մշակումից հետո: Վերջում տեղադրվում են կախված ընթացքներից որոշված եզրագծերը: Հատակագծում ուրվագծերի գծման ճշտությունը ստուգվում է կազմման գործընթացում՝ օգտագործելով հանութագրման ընթացքում կատարված ստուգողական չափումները:

Հատակագծում ուրվագծային կետեր կարող ենք տեղադրել անկյունաչափի կամ խորդաանկյունաչափի միջոցով: Եթե բևեռային հեռավորությունները մինչև հատակ եզրագծերը գերազանցում են 30 մ-ը 1:500, 60 մ-ը՝ 1:1000, 120 մ՝ 1:2000 մասշտաբի հանույթներում, ապա դրանք տեղադրվում են ըստ այդ կետերի կոորդինատների:

Ճանապարհային անցումների ու ներթադամասային իրադրության պլանների կազմման հետ միաժամանակ հատակագծի վրա գրվում են բարձրությունները: Նշակետերի բարձրությունները հաշվարկվում են անմիջապես գրանցամատյանում երկրորդ անձի կողմից ստուգմամբ: Նշակետերի բոլոր բարձրությունները գրվում են հատակագծի վրա՝ մինչև 0,1 մ կլորացմամբ:

Հարմարության համար հատակագծի նշակետի ձախ կողմում մատիտով գրվում է նիշը, իսկ կազմողական հատակագծում՝ տուշով նշակետի աջ կողմում:

Կազմված հատակագիծը ենթակա է տեղանքում ստուգման. համեմատվում է իրադրության հետ, և իրականացվում են ստուգողական չափումներ:

Հատակագծից վերցված ու ստուգողական չափումներով ստացված հեռավորությունների անհամապատասխանությունները, ըստ հատակագծի մասշտաբի, չպետք է գերազանցեն 0,4 մմ-ը:

Եթե անհամապատասխանություններն անընդունելի են, այդ դեպքում ստուգվում է հատակագծի կետերի ճշտությունն ըստ ուրվագծային տվյալնե-

րի, իսկ եթե սխալ չի հայտնաբերվում, ապա չափումները կատարվում են տեղանքում:

Եթե հատակագծի կազմման ընթացքում հայտնաբերվում է չափումների անհամապատասխանություն կամ անհրաժեշտ չափումների բացակայություն, ապա բոլոր ճշտումները պետք է կատարվեն նաև տեղանքում:

Խորհուրդ է տրվում գրասենյակային մշակումը իրականացնելու համակարգչով՝ օգտագործելով տեխնոլոգիաներից որևիցե մեկը.

- միավորների կոորդինատները հաշվարկելու համար համակարգչի օգտագործումը ու ավանդական մեթոդներով պլանշետների կազմումը,

- օգտագործելով համակարգիչ ու ինքնակարգավորվող կոորդինատորաֆ:

Համակարգչից օգտվելիս չափումների արդյունքները պետք է գրանցվեն հատուկ ձևաթղթում:

Կառուցապատ տարածքների գեոդեզիական աշխատանքների արդյունքում հանձնվում են.

- կոշտ կամ պլաստիկի վրա հիմքի պլանշետների բնօրինակն ու անվանաթերթի մատյանը.

- հորիզոնական ու բարձունքային հանույթների ուրվագծերը,
- դաշտային մատյաններն ու հանութային հիմքի սխեմաները,
- կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների ցանկ,
- հանույթի հատակագծերի դասավորության սխեման,
- հատակագծերի շրջանակների կցակարման պատճենները,
- կորեկտուրային թերթիկները,
- դաշտային ստուգման ու աշխատանքի ընդունման ակտերը,
- տեխնիկական հակիրճ հաշվետվություն (հանույթի օբյեկտի վերաբերյալ):

Օդատեղագրական հանույթը տարածքի օդանկարների հիման վրա տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների կառուցման տեխնոլոգիական գործընթաց է: Երկրի մակերևույթի օդանկարահանումը կարող է իրականացվել տարբեր թռչող սարքերից (ինքնաթիռներից, ուղղաթիռներից, օդապարիկներից և այլն): Անօդաչու թռչող սարքերը (ԱԹՄ) ավելի ու ավելի են օգտագործվում՝ տեղանքը հանութագրելու համար:

Երկրի մակերևույթի լուսանկարները կարելի է անել գետնից ցանկացած բարձրությունից: Դրանք կարող են լինել օդային սարքավորումներով նկարահանումներ (տրոպոսֆերայի բարձրություններից), ստրատոսֆերայի բարձունքներից ու տիեզերական նկարահանումներ: Տիեզերական նկարներն իրականացվում են արհեստական արբանյակներից՝ երկրի մակերևույթից մոտ 200-700 կմ բարձրություններից:

Տարածքը նկարվում է հատուկ օդային սարքավորումների միջոցով, որոնք կարող են լինել դասական կամ թվային: Դասական օդային սարքավորումը կազմված է օբյեկտիվից, որի կիզակետային հարթությունում ձգվում է օդաֆոտոժապավենը: Օդաֆոտոժապավենը փաթաթվում է կծիկի վրա: Նկարահանման ժամանակ ժապավենը մի կծիկից փաթաթվում է մյուսին: Նկարի շրջանակի չափը սովորաբար 18x18 սմ է: Օդահանութագրման ժամանակակից տեխնոլոգիաները հիմնված են թվային ֆոտոապարատների ու GNSS ընդունիչ սարքավորումների միջոցով կետերի կոորդինատավորման համակարգի վրա: Օդաֆոտոտեղագրական հանույթը տարածքի օդային սարքավորումներով նկարների հիման վրա տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման տեխնոլոգիական գործընթաց է:

Օդատեղագրական հանույթը, կախված նկարահանվող տարածքի բնույթից, կազմվող հատակագծի մասշտաբից, առկա ֆոտոգրամետրական սարքավորումներից ու աշխատանքի ժամանակից, կարող է իրականացվել ստերեոտեղագրական կամ համակցված եղանակներով հետևյալ հիմնական տեխնոլոգիական սխեմաներից մեկով.

- հատակագծի ուրվագծային մասը ստեղծվում է ֆոտոհատակագծերի հիման վրա, իսկ ռելիեֆի հանույթն իրականացվում է ստերեոֆոտոգրամետրական ունիվերսալ սարքերի միջոցով, վերծանումն իրականացվում է դաշտային ու գրասենյակային վերծանման համադրմամբ (ստերեոտեղագրական եղանակի 1-ին տարբերակ),

- հատակագծի ուրվագծային մասի կազմումն ու ռելիեֆի հանույթը կատարվում են ստերեոֆոտոգրամետրական ունիվերսալ սարքերի միջոցով, օդային սարքավորումներով կատարված նկարների կամ ֆոտոսխեմաների վերծանումն իրականացվում է գրասենյակային պայմաններում ու դաշտում (ստերեոտեղագրական եղանակ, 2-րդ տարբերակ),

- հատակագծի ուրվագծային մասը ստեղծվում է ֆոտոհատակագծերի հիման վրա, իսկ ռելիեֆի հանույթն իրականացվում է վերգետնյա եղանակներով՝ միաժամանակ վերծանման ու ֆոտոհատակագծում չպատկերված օբյեկտների լրացուցիչ հանութագրմամբ (համակցված եղանակ, 1-ին տարբերակ),

- հատակագծի ուրվագծային մասը կազմվում է ստերեոֆոտոգրամետրական ունիվերսալ սարքավորումներով ու գրաֆիկական հատակագծերի տեսքով օդային սարքավորումներով կատարված նկարների վրա պատկերված բոլոր առարկաների գրասեղանային վերծանմամբ, իսկ ռելիեֆային հանույթն իրականացվում է վերգետնյա չափումների միջոցով՝ միաժամանակ ճշտելով գրասենյակային վերծանման տվյալներն ու լրացուցիչ կատարելով

օդահանությունում բացակայող օբյեկտների հանութագրում (համակցված եղանակ, 2-րդ տարբերակ):

Թվարկված սխեմաներում նկարագրվել են տեղանքի օդահանությունների դասական տեխնոլոգիաները:

1:2000, 1:1000 և 1:500 մասշտաբներով խիտ կառուցապատված բազմահարկ շենքեր ունեցող տարածքները հանութագրելիս հատակագծի ուրվագծային մասը կազմվում է ունիվերսալ սարքերի միջոցով (համակցված եղանակ, 2-րդ տարբերակ):

Բարձր բուսականությամբ ծածկված տարածքներում (անտառներ, այգիներ, թփեր, եղեգներ) չպետք է կիրառվի 1 մ և 0,5 մ անկման կտրվածքի ռելիեֆի ստերեոսկոպիական 1:5000 ու 1:2000 մասշտաբների հանույթ, իսկ 1:1000-1:500 մասշտաբների հանույթ՝ բազմահարկ խիտ շենքերով օբյեկտների տարածքներում:

Ֆոտոպլանները՝ որպես տեղագրական հատակագծի հիմք, ստեղծվում են հետևյալ տարածքում՝

- ոչ կառուցապատ,
- ցրված կառուցապատ,
- ցածրահարկ շենքերով:

Ֆոտոպլանները ստեղծվում են հարթ, հարթ-կտրտված և ավելի քիչ լեռնային տեղանքներում:

1:5000 մասշտաբի հանություններում ֆոտոպլանները հիմք են ցանկացած բնույթի կառուցապատ տարածքի տեղագրական հանությունների համար:

Օդաֆոտոտեղագրական հանույթի ընթացքում դաշտային տեղագրական աշխատանքների համալիրը ներառում են.

- ճանաչման նշանների մականշում կամ օդային սարքավորումների միջոցով կատարված նկարների վրա հստակ ուրվագծերի ճանաչում,
- հանութային պլանային հիմքի զարգացում (աերոֆոտոնկարների պլանային պատրաստում),
- ստերեոտեղագրական հանությունների ժամանակ հանութային բարձունքային հիմքի զարգացում (օդաֆոտոնկարների բարձունքային պատրաստում),
- ստերեոտեղագրական հանությունների ժամանակ ուրվագծերի վերծանում,
- համակցված հանությունների ժամանակ ռելիեֆի հանութագրում ու ուրվագծերի վերծանում:

Մինչ օդատեղագրական հանույթի դաշտային աշխատանքների մեկնարկը կազմվում է հանութային հիմքի հիմնավորման ու ճանաչման նշանների

մակնշման աշխատանքային նախագիծ: Աշխատանքային նախագիծ կազմելու համար օգտագործվում են առկա տեղագրական քարտեզները կամ հատակագծերը, որոնց մասշտաբները երկուսից հինգ անգամ փոքր են ստեղծվող հատակագծի մասշտաբից:

Նախագծելիս ուրվագծվում են պլանային ու բարձունքային հիմքի կետերի տեղակայման գոտիները, գետերում ու ջրամբարներում ջրի հորիզոնների որոշման տեղերը, մշակվում են կետերի որոշման գեոդեզիական սխեմաներ ու մեթոդներ, սահմանվում են մականշումների ձևն ու չափը:

Որպես պլանային ու բարձունքային հիմնավորման կետեր առաջին հերթին պետք է օգտագործվեն պետական գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային ցանցերի հիմնակետերը:

Պլանային ու բարձունքային հիմնավորման կետերը տեղակայվում են շարքերով, օդանկարահանման երթուղիների լայնքով և գտնվում են միջերթուղիների ծածկույթների միջնամասում, հնարավորության դեպքում՝ օդանկարահանման երթուղու երկայնքով եռաձածկ տեղերում:

Երկու մասշտաբով օդաֆոտոհանույթի ժամանակ դաշտային նախապատրաստման կետերով ապահովվում են այն օդային սարքավորումներով կատարված նկարները, որոնցով պետք է իրականացվի ֆոտոգրամետրական խտացման ցանցը:

Պլանային հիմնավորման կետերը պետք է որոշվեն նաև բարձրություններով:

Նախագծի սխեմայում ընդունված պայմանական նշաններում ցուցադրվում են հետևյալ նշանները՝ օբյեկտի սահմանները՝ սև գույնով, հատակագծերի անվանաթերթերի դասավորությունը, գեոդեզիական պլանային ու բարձունքային հիմնավորման կետերը, ներառյալ օբյեկտի սահմանից դուրս անհրաժեշտ կետերը, նախագծված օդանկարահանման երթուղիների առանցքների ուղղությունները, նախագծով նախատեսված ճանաչման նշաններն ու գեոդեզիական հիմնավորման այլ կետեր, որոնք պետք է որոշվեն:

Նոր տեղակայման նիվելիրային ու պոլիգոնոմետրիական ընթացքները սխեմայի վրա ցույց են տրվում կարմիր գծերով: Եռանկյունավորման ցանցի կետերը միացնող գծերը սխեմայում չեն անցկացվում:

Սխեմայում պետք է ցույց տրվեն ջրի հորիզոններն ու այլ կետեր, որոնց բարձրությունները պետք է որոշվեն:

Ստերեոտեղագրական հանույթի ընթացքում գրասենյակային աշխատանքների համալիրում ընդգրկվում են.

- նախապատրաստական աշխատանքներ (օդաֆոտոհանույթի ու դաշտային տեղագրական ու գեոդեզիական աշխատանքների նյութերի ուսում-

նասիրություն, աշխատանքային նախագծում ու ելային տվյալների պատրաստում),

- հիմնային ցանցի ֆոտոգրամետրական խտացում,
- ֆոտոալանների պատրաստում,
- ստերեոտեղեկագրական հանույթի իրադրության ու ռելիեֆի վերծանում,

- հատակագծերի պատրաստում հրատարակման:

Համակցված օդաֆոտոտեղագրական հանույթի ընթացքում գրասենյակային աշխատանքների համալիրում ընդգրկվում են.

- նախապատրաստական աշխատանքները,
- պլանային ցանցի ֆոտոգրամետրական խտացումը,
- ֆոտոալանների պատրաստումը,
- պլանների պատրաստումը հրատարակման:

Գրասենյակային աշխատանքներն իրականացվում են գործող «Տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի ստեղծման ֆոտոգրամետրական աշխատանքների հրահանգի» պահանջներին համապատասխան:

7.4. Տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծումը նոր օդատեխնոլոգիաներով

Ներկայումս տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման և թարմացման ժամանակ լայնորեն կիրառվում են ժամանակակից թվային ֆոտոգրամետրիայի ու օդաֆոտոտեղագրության ձեռքբերումները, որոնց զարգացումը մեծապես պայմանավորված է համակարգչային տեխնիկայի առաջընթացով, գեոդեզիական սարքավորումների ու համապատասխան ծրագրային ապահովման կատարելագործմամբ:

Ժամանակակից թվային տեխնոլոգիաները, արբանյակային նավարկման ու Երկրի հեռահար զոնդավորման համակարգերը (ԵՀԶ) թույլ են տալիս ավելի ամբողջական ու հուսալի ցուցադրել քարտեզագրական տեղեկատվությունը՝ բարելավելով դրա ներկայացման եղանակներն ու դրանց հասանելիության կազմակերպումը: Ժամանակակից թվային ֆոտոգրամետրական կայանները (ԹՖԿ) հնարավորություն են տալիս, օգտագործելով թվային ֆոտոգրամետրիայի եղանակները, ստեղծելու թվային օրթոֆոտոհատակագծեր՝ քարտեզների տեսքով լցված վեկտորային տվյալներով ու կապված արտաքին տվյալների բազաների հետ: Ժամանակակից բարձր արդյունավետ, ավտոմատացված օդաֆոտոգրամետրական տեխնոլոգիաները փոխարինում են ավանդական աերոֆոտոտեղագրական եղանակներին:

Դաշտային աշխատանքներին (չափումներին) զուգահեռ լայնորեն կիրառվում են ԵՀԶ եղանակները: Օդային սարքավորումներով նկարահանումները կարող է լինել սև ու սպիտակ, գունավոր, սպեկտրոգոնալ ու ջերմապատկեր:

Հեռահար զոնդավորման եղանակների կիրառումը հնարավորություն է տալիս արագորեն ծածկելու երկրագնդի մակերևույթի մեծ տարածքներ (ներառյալ դժվարամատչելիները) ու ստանալ անհրաժեշտ տեղեկատվություն բոլոր օբյեկտների մասին, ինչպես նաև ժամանակակից ապարատային ու ծրագրային համակարգերի առկայության դեպքում՝ այս նյութերի վրա բարձր ճշտության չափումներ իրականացնելու համար:

Օդաֆոտոտեղագրությունը՝ որպես դասական գիտական մոտեցում, վերջին տասնամյակների ընթացքում զգալի փոփոխություններ է կրել:

1. Օդաֆոտոհանույթը, ինչպես նախկինում, իրականացվում է ցանկացած ինքնաթիռից, սակայն աերոնկարահանող տեսախցիկը ուսանյակի բարձր թույլատրությամբ թվային ֆոտոխցիկ է (մոտ 100 ու ավելի գծեր մեկ միլիմետրում):

2. Նկարահանումն իրականացվում է գիրոկայունացնող հարթակից, որն օդային սարքավորումներով նկարահանման ժամանակ մեղմում է օդանավի թռիչքի թեքման ու դրեյֆի անկյունները:

3. Իրական տեխնոլոգիական առաջընթաց է GPS/GLONASS արբանյակային նավարկման համակարգերի օգտագործումը՝ օդանկարահանման կետերի տարածական կոորդինատները որոշելու համար:

4. Ակտիվորեն օգտագործվում են INS տիպի ինտեգրված նավարկման համակարգեր, որոնք բավարար ճշտությամբ որոշում են յուրաքանչյուր օդանկարի արտաքին կողմնորոշման վեց պարամետրի արժեքները (գծային ու անկյունային): GPS/INS տվյալների առկայությունը հնարավորություն է տալիս պարզեցնելու ու արագացնելու ֆոտոեռանկյունավորման ցանցի ստեղծումը: Հնարավոր է դարձել միաժամանակ կատարել աերոնկարահանում ու լազերալակացիոն հանույթներ:

Թվային օդանկարահանույթն իրականացվում է տեղագրական օդաֆոտոհանութային ժամանակակից համակարգերով՝ բարձր արտադրողականությամբ, երկրաչափական ճշտությամբ, տարածական լուծաչափով ու նկարչական պատկերի որակով: Օդանկարահանության նյութերը, որոնք ստացվում են օդատեսախցիկների միջոցով լրիվ թվային ձևաչափով, գունավոր ու բազմասպեկտրային պատկերների մի շարք են չորս սպեկտրալ գոտիներում (կարմիր, կանաչ, կապույտ, ինֆրակարմիրին մոտ): Սպեկտրալ ալիքների պատկերները կարող են օգտագործվել սպեկտրոգոնալ պատկեր-

ներ ստեղծելու համար (կեղծ գույներով պատկերներ, որոնցում կան մոտ ինֆրակարմիրին մոտ ալիք ու տեսանելի սպեկտրի երկու ընտրված ալիք), որոնք ունեն բարձր վերձանման հատկություններ:

Թվային օդահանության առավելություններն անալոգային նկարահանության նկատմամբ հետևյալն են.

- ֆոտոքիմիական մշակման ու մթության ապահովման անհրաժեշտության գործընթացների բացակայություն,

- օդահանությունների սկանավորման գործընթացի բացակայություն,

- նկարահանված նյութի փոխակերպման ու օդահանությունների հետ կապված երկրաչափական աղավաղումների բացակայություն,

- ավելի բարձր նկարչական որակ, տվյալների մանրամասն մշակում խոր ստվերում,

- ֆոտոգրամետրական մշակման ժամանակ պատկերների կոորդինատային նշումների ներքին կոդմնորոշման կարիքը չկա,

- չկան պատկերի վրա մեխանիկական վնասներ ու փոշու հետքեր:

Աշխարհագրական ուղղակի դիրքորոշումն իրականացվում է նավարկման համալիրի միջոցով, որն ապահովում են նկարահանվող կետերի կոորդինատները:

Օդահանության համալիրի կոորդինատային համակարգի դիրքն ու կոդմնորոշումը գեոդեզիական (կամ աշխարհագրական) կոորդինատային համակարգում որոշվում են թռչող սարքավորման բորտին ամրացված նավարկման համալիրի առկայությամբ, որն ապահովում են տեղադիրքի X, Y, Z երեք տարածական կոորդինատների անընդմեջ որոշումը, սկանների բլոկի ու դրա երեք ω , ϕ , K անկյունների կոդմնորոշումը:

Ֆոտոգրամետրիայում տարածական դիրքի ու անկյունային կոդմնորոշման վեց պարամետրից բաղկացած նման հավաքածուն կոչվում է արտաքին կոդմնորոշման տարրեր: Ներքին նավարկման համակարգի շահագործման սկզբունքը հիմնված է GPS արբանյակային համակարգի ընդունիչի ու իներցիոն համակարգի փոխազդեցության վրա:

Այսպիսով՝ նավարկման համալիրի աշխատանքը, որն ապահովում է յուրաքանչյուր առաջնային չափում արտաքին կոդմնորոշման տարրերի ամբողջական փաթեթով, հիմնված է GPS/GLONASS ընդունիչի ու INS իներցիոն համակարգի իրական ժամանակի փոխազդեցության վրա: Նման համակարգերի զարգացումն ու կատարելագործումը վերջին տասնամյակում եղել են շատ արագ, և այս ուղղությունը պետք է ճանաչվի որպես խիստ նորարարական թե՛ տեսական, թե՛ տեխնոլոգիական տեսանկյունից: Նման համակարգերն օգտագործվում են օդատեսախցիկների, հեռուստատեսային ու ջեր-

մային պատկերման պատկերամուտների ու ռադիոտեղորոշիչ համակարգերի հետ:

Աշխարհագրական ուղղակի դիրքորոշումը թույլ է տալիս հրաժարվել վերգետնյա տեղագրագեոդեզիական հատակագծերի ստեղծման աշխատանքից, որն ավանդական օդատեղագրությունում կոչվում է ճանաչման նշանների պլանաբարձունքային կապակցում: Ճիշտ պարզաբանման համար անհրաժեշտություն չկա հանույթի կապակցման համար պլանաբարձունքային ճանաչման կետերը տեղանքում ամրացնելու ու որոշելու դրանց կոորդինատները: Հասկանալի է, որ այս հանգամանքը մեծապես հեշտացնում է խնդիրը հատկապես հեռավոր ու դժվարամատչելի տարածաշրջաններում, ինչպիսիք են անապատները, տայգան, տունդրան, անտառատունդրան և այլն:

Թվային օդահանութագրման գեոդեզիական ապահովումն իրականացվում է վերգետնյա բազային (ռեֆերենց) GNSS կայանների ցանցի միջոցով, որոնք հավասարապես տեղակայված են աերոհանութային աշխատանքներ կատարվող տարածքում: Բազային ռեֆերենց յուրաքանչյուր կայան սպասարկում է 30-50 կմ շառավղով շրջանային տարածք: Բազային կայանների դերը բացարձակապես ավանդական է վերգետնյա ու աերոդեանակների դիֆերենցիալ բոլոր հանույթների համար: Բազային կայանները տեղադրվում են ոչ թե անմիջապես օբյեկտի տարածքում, այլ ցանկացած հարմար տեղում:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ թվային աերոհանութների գեոդեզիական ապահովումը հանգում է հետևյալ խնդիրներին.

- բազային կայանների տեղադրման տեղերի ընտրություն՝ հաշվի առնելով հանութագրվող օբյեկտի տոպոլոգիան,
- ընտրված կոորդինատային համակարգում բոլոր բազային կայաններին տարածական գեոդեզիական կոորդինատների ապահովում:

Թվային աերոֆոտոհանութի արտադրողականությունը չափազանց բարձր է:

Ներկայումս թվային հիմքով տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման համար կիրառվում են մի քանի եղանակներ.

- բնօրինակ քարտեզագրական նյութերի հիման վրա. ՄՊԴ-ները սկանավորվում են (մշտական պահվող դիպլոմատիվները, որոնցից քարտեզագրական ֆաբրիկաներում պատրաստվում են տպագրության ֆորմաները) մոտ 800 dpi թույլատրությամբ (արտասանվում է dee-pee-ay, անգլերեն հապավումը՝ կետերի քանակը մեկ դյույմում), այնուհետև ռաստերային պատկերներից ստեղծվում է թվային քարտեզ: Այս տեխնոլոգիան լավ է, քանի որ թույլ է տալիս ինքնաբերաբար վեկտորացնել քարտեզի բովանդակության կե-

սից ավելին: ՄՊԴ-ները քարտեզներ են, որոնք բաժանված են ըստ բովանդակության (ռելիեֆ, ջրագրություն, անտառային գունավորում ու հիդրոգրաֆիական ուրվագծեր) և համակցման: Տեխնոլոգիան կիրառելի է միջին մասշտաբների համար (1:10 000-1:1 000 000)。

- տախտմետրական հանույթ՝ վերգետնյա հանութագրական նյութերի հիման վրա: Սովորաբար դրանք փոքր տարածքների հանույթներ են: Երբեմն նպատակահարմար է հանութագրել տեղանքի փոքր փակ տարածքը դաշտային եղանակով, այնուհետև՝ օգտագործել այնպիսի պատկերամուտ, որը թույլ է տալիս կոշտ հիմքից սկանավորել քարտեզագրական նյութերը, վերգետնյա հանութային նյութերը, կապակցումն ու ռասստերների վեկտորացումը,

- տեղագրական քարտեզի կամ հատակագծի, ներառյալ թվային տեղագրական քարտեզի ստեղծման հիմնական եղանակներից մեկը ստերեոտեղագրական եղանակն է: Քարտեզը ստեղծվում է գրոյից, ինչպես նաև դրա արդիականացում (թարմացում), ինչը նշանակում է նվազագույն դաշտային աշխատանք ու առավելագույն գրասենյակային աշխատանք, ինչը նվազեցնում է ծախսը՝ կրճատելով տեղագրական քարտեզի ստեղծման փուլը:

Թվային տեղագրական քարտեզներ ստեղծելու համար օգտագործվում են թվային ֆոտոգրամետրական համակարգեր, ինչպիսիք են «PHOTOMOD»-ն ու «TsFS»-ը, ArcGIS-ը, որոնք թույլ են տալիս կատարել ֆոտոգրամետրական աշխատանքների համալիր (ներառյալ օրթոֆոտոքարտեզների ստեղծումը) անմիջապես համակարգչի վրա՝ օգտագործելով ստերեո ակնոցներ կամ ստերեո հավելված:

Ստերեոտեղագրական եղանակով տեղագրական բազայի ստեղծման գործընթացը հակիրճ կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

- աերոֆոտոհանույթի պլանաբարձունքային ապահովման դաշտային աշխատանքներ (անհրաժեշտության դեպքում): Եթե աշխատանքի տարածքը լի է բազմաթիվ ուրվագծերով, և այդ ուրվագծերը ստեղծվող քարտեզի մասշտաբով կարող են որոշվել աերոնկարներում 0,1 մմ ճշտությամբ, ապա պլանաբարձունքային կապակցումը կարող է իրականացվել՝ օգտագործելով արդեն ավարտված աերոհանույթի նյութերը,

- աերոհանույթի նկարների կենտրոնների կոորդինատների ու արտաքին կողմնորոշման տարրերի որոշմամբ,

- աերոնկարների սկանավորում այն պարամետրերով, որոնք բավարարում են տեղագրական հիմքի ճշտությունը,

- ֆոտոգրամետրական կայաններով ստերեոտեղագրական եղանակով ուղղակիորեն ստեղծել թվային տեղագրական քարտեզի հիմքը,

- թվային բազայի վերափոխում պատվիրատուի ծրագրային միջավայր և թվային տեղագրական քարտեզի համապատասխանեցում պետական ու ոլորտային կարգավորող տեխնիկական փաստաթղթերի պահանջներին,

- ստերեոտեղագրական եղանակով տեղագրական հատակագծերի ստեղծման տեխնոլոգիայի պարտադիր բաղադրիչը նկարչական պատկերների վերծանումն է, որը բաղկացած է պատկերում տեղանքի օբյեկտների ճանաչման ու դրանց բնութագրերի որոշման մեջ: Վերծանումը լինում է դաշտային ու գրասենյակային:

Սովորական թվային տեղագրական աերոհանութային համակարգը պատրաստված է մոդուլային սխեմային համապատասխան՝ ներառելով.

- թվային հանութագրման փոքրաչափ համալիր (MKIC-2) (Նկ. 7.8),
- հեռաչափային համակարգ (ՃԼ-2) (Նկ. 7.9),
- արբանյակային նավարկման համակարգ (Նկ. 7.10):



Նկ. 7.8. Թվային հանութագրման փոքրաչափ համալիր (MKIC-2)



Նկ. 7.9. Հեռաչափային համակարգ (ՃԼ-2),



Նկ. 7.10. Արբանյակային նավարկման համակարգ

Վերգետնյա մշակման ընթացքում կատարվում են աշխատանքների հետևյալ տեսակները.

- միջադրային ու միջերթուղային վերաձածկի փաստացի ստացված արժեքների քանակական գնահատում,

- հանույթի տարածաժամանակային նշանների, GNSS, բարձրաչափ տվյալների ֆիլտրացում,

- նավարկման տվյալների մշակում հարաբերական կամ դիֆերենցիալ նավիգացիոն ռեժիմներում,

- աերոհանույթի համար պլանաբարձունքային ապահովման (ՊԲԱ) կետերի դիրքի որոշում, դաշտային աշխատանքներ կատարելու համար ՊԲԱ կետերի ուրվագծերի ալբոմի ստեղծում,

- պատկերների ադավադումների կառուցման վերացում (դիսպերսիայի հաշվառում, կոնտրաստի հավասարեցում), տվյալների բլոկների ձևավորում,

- «Պատվիրատուների արխիվ» ծրագրային արտադրանքի նախնական ծանոթագրության ստեղծումն ու աերոհանութային նյութերի հետ պատվիրատուին փոխանցումը, բլոկների ազատ ֆոտոգրամետրական մոդելի կառուցում՝ հիմնված ոչ գծային ստերեոֆոտոգրամետրիայի հավասարումների լուծման վրա,

- տվյալների գեոկոդավորում,

- կադրերի արտաքին կողմնորոշման տարրերի արժեքների շրջանակի որոշում,

- ռելիեֆի թվային մոդելի կառուցում,

- տարածքի օրթոֆոտոքարտեզների կառուցում,

- վեկտորային շերտերի ստեղծում ու լրացում:

Թվային աերոհանութի արդյունավետ կիրառվում է հետևյալ խնդիրների լուծման համար.

- տեղագրական ու հատուկ հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծում և թարմացում,

- անշարժ գույքի կադաստրի քարտեզագրական հիմքի ստեղծում,

- էկոլոգիայի ու շրջակա միջավայրի կառավարում (գյուղատնտեսություն ու անտառային տնտեսություն),

- տարբեր տեսակի օբյեկտների մշտադիտարկում,

- օբյեկտների ու տեղանքի եռաչափ մոդելների ստեղծում,

- արտակարգ իրավիճակների արձագանքում,

- տեսադիտական տեղեկատվական համակարգերի ստեղծում:

Վերջին շրջանում լայն տարածում են գտել անօդաչու թռչող սարքերի (ԱԹՍ) կիրառմամբ տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծ-

ման տեխնոլոգիաները: Որպես օրինակ համառոտ ներկայացնենք, թե այս տեխնոլոգիաներով ինչպես են 1:10000 մասշտաբով տեղագրական քարտեզներն ու 1:500-1:2000 հատակագծերը ստեղծում GEOSKAN աերոկոմպլեքսի միջոցով (Սանկտ Պետերբուրգ), որոնք տնտեսապես արդյունավետ են մինչև 30 կմ² փոքր տարածքների հանույթագրման համար:

Նկար 7.11-ում ներկայացված է հնարավոր անօդաչու թռչող սարքերից մեկը, որի վրա տեղադրված է լայնանկյուն ոսպնյակով ու 24 մեգապիքսել թույլատրությամբ թվային տեսախցիկ:



Նկ. 7.11. Անօդաչու թռչող սարք

Տեսախցիկը հնարավորություն է տալիս նկարելու 150–200 մ բարձրությունից՝ տեղանքում մեկ պիքսելում 4-5 սմ թույլատելիությամբ, ինչը թույլ է տալիս դրանք օգտագործել՝ 1:500 ու ավելի փոքր մասշտաբով օրթոֆոտոհատակագծեր ստեղծելու համար: 150 մ բարձրությունից մեկ նկարում ներկայացված է տեղանքի մոտ 90x90 մ չափերով մի հատված:

Մինչ աերոնկարահանման մեկնարկը իրականացվում են դաշտային տեղագրական ու գեոդեզիական աշխատանքներ՝ տեղանքում պլանային ու բարձունքային ճանաչման կետերի ընտրելու համար, որոշվում են դրանց կոորդինատներն ու բարձրությունները: Որպես այդպիսի կետեր վերցվում են հստակ երևացող ուրվագծերով ու գետնի մակերևույթից ոչ բարձր տեղանքի օբյեկտները (բետոնե սալերի անկյուններ, դիտահորերի կափարիչներ և այլն): Աշխատանքի այս տեխնոլոգիայով ՊԲՊ կետերը պետք է տեղակայվեն մոտ 500x500 մ կողմով սովորական ցանցերում: Եթե պատկերում հնարավոր չլինի ընտրել հստակ ժամանակավոր վերձանվող եզրագիծ, ապա որպես ՃՊԲ կետեր կիրառվում են մեկանգամյա օգտագործման ու 18 սմ կամ ավելի պլաստիկ կամ սպիտակ թղթե ափսեներ: Միանգամյա ափսեների՝ որպես ՃՊԲ կետերի օգտագործումը առավել նպատակահարմար է, քանի որ այն չի պահանջում ուրվագիծ ու նկարագրություն կազմել: Նման կետերը հեշտությամբ վերձանվում են թվային պատկերում և ունեն 4-5 պիքսել չափ: Որոշ

դեպքերում ՃՊԲ կետը նշելու համար կարող ենք շարել գերանների խաչ՝ մոտ 10 սմ հաստությամբ (Նկ. 7.12):

Այս տեխնոլոգիայի թերությունն այն է, որ անհրաժեշտ է ապահովել ՃՊԲ կետերն ու որոշել դրանց կոորդինատներն ու բարձրությունները մինչև անբռնկարահանման մեկնարկը, ինչը մեծացնում է բոլոր աշխատանքներն ավարտելու համար պահանջվող ժամանակը: Անօդաչու թռչող սարքի վրա կա GNSS նավարկման ընդունիչ, որը անբռնկարահանման ժամանակ գրանցում է յուրաքանչյուր պատկերի կենտրոնի կոորդինատները WGS-84 համակարգում: Աերոհանույթի արդյունքներն ինքնաբերաբար մշակելու համար թվային նկարներով ֆայլերը և դրանց կենտրոնների տեղորոշման արդյունքները բեռնվում են «PhotoScan» ծրագրային փաթեթում:



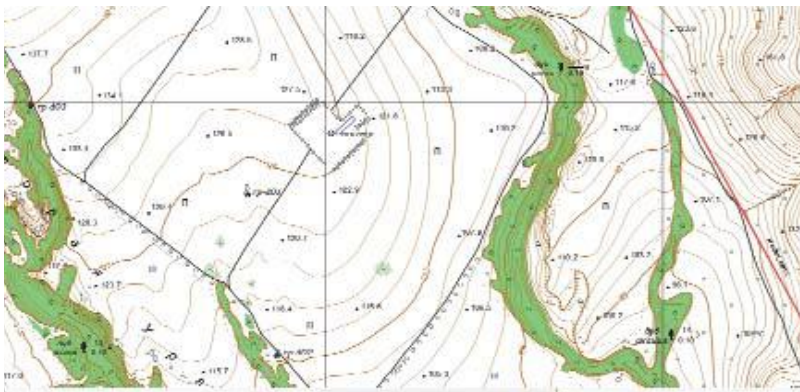
Նկ. 7.12. Տեղանքում պլանարարձունքային ճանաչման կետ

Մշակման հաջորդ քայլը ներառում է նախագծի կոորդինատների փոխակերպումը WGS-84-ից օբյեկտի կոորդինատային ու բարձունքային համակարգ: Այդ նպատակով մուտքագրվում են ՊԲԴ կետերի բարձրությունների ու կոորդինատների վերաբերյալ տվյալները, և յուրաքանչյուր կետ նույնացվում է թվային պատկերների վրա: Դրանից հետո ինքնաբերաբար իրականացվում են ֆոտոգրամետրական մշակումը, և ստեղծվում է տարածքի եռաչափ թվային մոդելը, որը ներառում է թվային օբյեկտաճանկար (Geotiff ձևաչափով), բարձրության թվային մոդելը (նորմալ բարձրության մատրիցայի տեսքով) ու այլ տվյալներ:

Թվային տեղագրական հատակագիծ ստեղծելու ու նախագծելու համար ներկայումս առկա բոլոր GIS հավելվածները գնահատելուց հետո ընտրվում է GIS «Kapra 2011» (KB «Panorama») հավելվածը, որն ունի ամենամեծ ֆունկցիոնալությունն ու գործիքները թվային հատակագծերի ստեղծման համար՝ ըստ ներկայիս պահանջների:

Տեղագրական հատակագծի ստեղծման առաջին փուլում «PhotoScan» ծրագրային փաթեթով ստացված տվյալները բեռնվում են GIS «Kapra 2011»՝

թվային օրթոմոդալիկա «Geotiff» ձևաչափով ու եռաչափ տեղանքի մոդելի տեքստային ֆայլով (որպես «կետերի ամպ») 30 կմ² տարածքի համար, որը պարունակում է 10x10 մ, ցանցի 320,000 միավոր քայլը: Այս տվյալները մշակելուց հետո ստացվում է որակի մատրիցա, որն օգտագործվում է որպես ռելիեֆային մատրիցա: Հետագա աշխատանքը բաղկացած է տարածքի օրթոնկարի մակերեսային, գծային ու կետային առարկաների թվայնացումից: Եզրագծային գծերը կառուցվում են ինքնաբերաբար՝ օգտագործելով GIS «Karta 2011»՝ ըստ ռելիեֆի մատրիցայի տվյալների: «Geoscan» անօդաչու թռչող սարքի օգտագործմամբ ու աերոհանույթի տվյալների հիման վրա 1:2000 մասշտաբով կազմված թվային տեղագրական հատակագիծը ներկայացված է Նկար 7.13-ում:



Նկ. 7.13. 1:2000 մասշտաբի տեղագրական հատակագիծ

Հարկ է նշել, որ այս տեխնոլոգիայի կիրառման ամենամեծ արդյունավետությունը ձեռք է բերվում այն օբյեկտների ու տարածքների վրա, որտեղ չկա բուսականություն: Օրինակ՝ դրանք կարող են լինել հանքարդյունաբերական ձեռնարկությունների քարհանքեր ու աղբավայրեր, բուսականության բացակայության դեպքում՝ վարելահողեր, տափաստանային ու անապատային տարածքներ: Նման տարածքներում հնարավոր է ստանալ ռելիեֆի առավել ճշգրիտ եռաչափ մոդելը: Անօդաչու թռչող սարքերի օգտագործումը փոքր տարածքներում հնարավորություն է տալիս արագ ու ծախսարդյունավետ լուծելու տարբեր խնդիրներ՝ համեմատած ինքնաթիռների աերոնկարահանման հետ: Այս խնդիրներից կարելի է առանձնացնել հետևյալը՝ նավթագազային համալիրի հանքարդյունաբերական ձեռնարկությունների համար օրթոֆոտոհատակագծերի, թվային քարտեզների ու մարկշեղերական հատակագծերի ստեղծում, կադաստրային աշխատանքների կատարում, նախագծման ու վերակառուցման ընթացքում նախագծային լուծումների ընտրու-

թյուն, շինարարության ու շահագործման ընթացքում տարբեր նպատակներով օբյեկտների մշտադիտարկում և շատ ավելին:

7.5. Աերոնկարահանման աշխատանքների գեոդեզիական ապահովում

Աերոնկարը վերափոխելու (տրանսֆորմացնելու), ինչպես նաև նկարի աշխատանքային տարածքում ռելիեֆը գծելու համար անհրաժեշտ է ունենալ հայտնի գեոդեզիական կոորդինատներով ու բարձրություններով կետեր: Աերոնկարի վրա ու տեղանքում ճանաչման ցանկացած ուրվագծային կետ, որի կոորդինատները որոշվում են գեոդեզիական եղանակներով, կոչվում է հիմնային կամ պլանային ճանաչման կետ: Եթե այդ կետերի բարձրությունները որոշված են, ապա դրանք բարձունքային ճանաչման կետեր են: Պլանային ու բարձունքային ճանաչման կետերը հաճախ համակցվում են, և դրանք գտնվում են մոտավորապես աերոնկարի անկյուններում: Համակցված ճանաչման կետերի կոորդինատներն ու բարձրությունները որոշելու դաշտային աշխատանքը կոչվում է աերոնկարների դաշտային կապակցում կամ աերոնկարների պլանաբարձունքային նախապատրաստում: Դաշտային պայմաններում կատարվում է, այսպես կոչված, աերոնկարների նոսր (разряженная) կապակցում: Այսինքն՝ դաշտում դրանց ընդհանուր պահանջվող քանակից մեկ երթուղու համար որոշվում են միայն մի քանի ճանաչման կետերի կոորդինատները (3-4 կետ): Յուրաքանչյուր պատկերի համար մնացած կետերը ստանում են գրասենյակային պայմաններում՝ օգտագործելով գրաֆիկական ֆոտոեռանկյունավորման եղանակները, կառուցում են ցանցերն ունիվերսալ սարքերի միջոցով:

Եթե տեղանքում ուրվագծային հստակ կետեր չկան, ապա դրանք պետք է ստեղծվեն արհեստականորեն, կառուցվում են որոշ երկրաչափական պատկերների (շրջանակ, եռանկյուն, խաչ և այլն) տեսքով, որոնք հստակորեն տեսանելի են աերոնկարներում: Նման նշանները կոչվում են մականշումներ: Դրանց երկրաչափական չափերը որոշվում են աերոհանույթի մասշտաբով, իսկ խտությունը՝ ստերեոտեղագրական հանույթի տեխնոլոգիայով: Ճանաչման կետերը տեղադրվում են աերոնկարահանման երթուղիների երկայնքով աերոնկարների լայնակի վերածածկի հատվածներում 80-100 սմ հեռավորության վրա:

Ստերեոտեղագրական հանույթի տեխնոլոգիական գործընթացում ընդգրկված աշխատանքները կարելի է բաժանել աերոհանութային, ֆոտոգրամետրական ու գեոդեզիական աշխատանքների: Աերոհանութային ու ֆոտոգրամետրական աշխատանքների մասին տեղեկությունները տրվում են հա-

մապատասխան դասընթացներում: Կիրառական գեոդեզիայի դասընթացն ուսումնասիրում է դաշտային գեոդեզիական այն մասը, որով ապահովում են ճանաչման կետերի պլանաֆարձունքային հիմքը:

Աերոհանութների պլանաֆարձունքային ապահովման եղանակներն ու տեխնոլոգիաներն ուղղակիորեն կախված են օգտագործվող ստերեոտեղագրական հանութագրման տեխնոլոգիայից ու ստեղծվող տեղագրական հատակագծի մասշտաբից:

Այսպիսով՝ միջին մասշտաբի տեղագրական քարտեզներ ստեղծելիս ավանդական եղանակով աերոնկարների պլանաֆարձունքային պատրաստումը կարող է չկատարվել: Աերոհանութային համալիրում արբանյակների բորտի վրա տեղադրված արբանյակային ընդունիչ սարքավորումների առկայությունը թույլ է տալիս տեղագրական հատակագծերի մասշտաբների մեծամասնության համար չկատարել վերգետյա գեոդեզիական աշխատանքներ, որը ավանդական աերոտեղագրությունում կոչվում է պլանաֆարձունքային նշանների կապակցում: Ճիշտ մեկնաբանության համար ներկայումս կարիք չկա ուղղակի գեոդեզիական եղանակներով պլանաֆարձունքային նշանները վերգետյա տեղադրելու ու որոշելու դրանց կոորդինատները: Հասկանալի է, որ այս հանգամանքը մեծապես հեշտացնում է տեղագրության խնդիրը հատկապես հեռավոր ու դժվարամատչելի վայրերում, ինչպիսիք են՝ անապատները, տայգան, տունդրան, անտառ-տունդրան և այլն:

Թվային աերոհանության գեոդեզիական ապահովումն իրականացվում է վերգետյա բազային (ռեֆերենց) կայանների ցանցով, որոնք հավասարապես տեղակայված են այն տարածքում, որտեղ իրականացվում են աերոհանության աշխատանքները: Յուրաքանչյուր բազային կայան սպասարկում է 30-50 կմ շառավղով շրջանաձև տարածք: Թվարկված խնդիրների իրականացման եղանակներն ավելի վաղ քննվել են արբանյակային եղանակների կիրառմամբ հիմնային ցանցերի կառուցմանը նվիրված բաժնում: Եվ, այնուամենայնիվ, խոշոր մասշտաբների հատակագծեր ստեղծելիս ($1:500 \div 1:5000$), նույնիսկ թվային աերոնկարների ուղղակի գեոկապակցման դեպքում, աերոհանությունների դաշտային գեոդեզիական աշխատանքները մնում են անհրաժեշտ ու արդիական: Ճանաչման նշանների դաշտային կապակցման անհրաժեշտությունը պայմանավորված է, մի կողմից, ճանաչման կետերի պլանային ու ֆարձունքային դիրքի ճշտության բարձր պահանջներով, իսկ մյուս կողմից՝ իներցիալ նավիգացիոն աշխարհագրական դիրքորոշման համակարգի ստուգման անհրաժեշտությամբ:

Ճանաչման նշանների կոորդինատների որոշման ճշտությունը թելադրվում է հանութային ցանցերի կառուցման ճշտության պահանջներով և որոշ-

վում է հանութային ցանցի կետի դիրքի միջին քառակուսային սխալով՝ հիմնային ցանցի հիմնակետերի նկատմամբ (Աղ. 7.10) (ՀՀՇՆ 13.01-2022):

Աղյուսակ 7.10.

Ճանաչման կետերի կոորդինատների որոշման ՄՔՄ

Հատակագծի մասշտաբը	Հիմնակետերի կոորդինատների որոշման ՄՔՄ, մ	
	Բաց տարածքներ	Փակ տարածքներ
1:5000	0,50	0,75
1:2000	0,25	0,35
1:1000	0,10	0,15
1:500	0,08	0,10

Թույլատրելի սխալները չպետք է գերազանցեն Աղյուսակ 7.10-ում տրված ՄՔՄ արժեքների կրկնապատիկը:

Հանութային բարձունքային հիմքի ՄՔՄ-ն չպետք է գերազանցի 0,05 մ-ը, իսկ թուլատրելին՝ ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրության 0,2-ը:

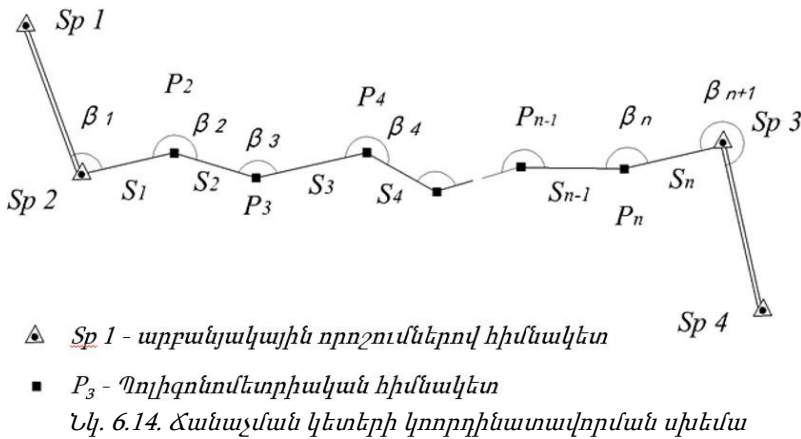
Դիտարկենք աերոհանութի գեոդեզիական ապահովման կոնկրետ ինդիքը՝ 1:500 մասշտաբի հատակագիծ ստեղծելու համար: Հանույթն իրականացվում է 150 մ բարձրությունից անօդաչու թռչող սարքից: Նկարների մեկ շրջանակի չափը տեղանքում 90x90 մ է: Ճանաչման կետերը տեղանքում պետք է տեղադրվեն քառակուսիների ցանցի տեսքով, որի կողմը մոտ 500 մ է: Հանութային տարածքը վերցնենք 5x10 կմ կամ 50 կմ²: Այդ դեպքում տեղանքում ճանաչման կետերի ցանցի կառուցման աշխատանքները սխեմատիկորեն կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

- պլանաբարձունքային ապահովման ցանցի կառուցումը տեղանքում,
- հանութային ցանցերի կառուցում:

Բնականաբար, թվարկված աշխատանքները կարող են ամբողջությամբ իրականացվել արբանյակային որոշումներով, եթե տեղում իրավիճակը թույլ տա: Բայց նաև հնարավոր է աշխատանքի մի մասը կատարել՝ օգտագործելով արբանյակային տեխնոլոգիաների (հիմնային ցանցեր), իսկ մյուս մասը (հանութային ցանցերի կառուցում)՝ ավանդական գեոդեզիական կոնստրուկցիաներ, օրինակ՝ պոլիգոնոմետրիա:

Դիտարկենք հանութային ցանցի կառուցման երկրորդ տարբերակը՝ օգտագործելով պոլիգոնոմետրիական ընթացքներ երթուղիների երկայնքով յուրաքանչյուր ընթացքի ընդհանուր երկարությամբ՝ $L = 10$ կմ, առանձին կողմի երկարությամբ՝ մոտ 500 մ: Ընթացքը պետք է հիմնված լինի արբանյակային որոշումներով հիմնակետերի վրա (Նկ. 7.14): Կողմերի թիվը մեկ ընթացքում n -ը կկազմի 20: Քանի որ ՇՆ-ով նախատեսում է կառուցել 4-րդ դասի ու 1-ին կարգի պոլիգոնոմետրիա, և միայն բացառիկ դեպքերում 2-րդ կարգի պոլիգո-

նումետրիա, այդ դեպքում կատարենք ցանցի ճշտության հաշվարկներ 1-ին կարգի պոլիգոնումետրիայի տեխնիկական բնութագրերով:



Գնահատումը կատարում ենք (5.1) բանաձևով, որի համար այն ձևակերպում ենք մի փոքր այլ ձևով.

$$M^2 = m_s^2 \cdot n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12} \quad (7.20)$$

Էլեկտրոնային տախտետրերով չափումներ կատարելիս պոլիգոնումետրիական ընթացքի կողմերի երկարությունների չափման սխալները կարող են հավասարվել 5 մմ-ի՝ 500 մ հեռավորությունների համար, օդերևութաբանական գործոնների ազդեցության պատշաճ հաշվառմամբ, հեռավորությունների չափման առավելագույն սխալը կկազմի 10 մմ, 1 կարգի պոլիգոնումետրիայի անկյունային չափումների սխալը՝ 5"։

Հաշվի առնելով, որ աերոհանույթի երթուղիների երկայնքով ընթացքները մոտ են խիստ երկարացման՝ (7.20) բանաձևի առաջին անդամը կարող ենք ներկայացել որպես պոլիգոնումետրիական ընթացքի երկայնական անկապքը (տ-ի վերջնակետի երկայնական տեղաշարժ), երկրորդ անդամը՝ որպես լայնակի անկապքը (ս-ի վերջնակետի լայնակի տեղաշարժ)։ Ներկայացվածը գրենք այսպես.

$$t^2 = m_s^2 n, \quad u^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12} \quad (7.21)$$

Տեղադրելով վերը նշված թվային արժեքները՝ ստանում ենք $t = 22$ մմ, $u = 345$ մմ։ Անկյունային ու գծային չափումների սխալների համակցված ազդեցությունը կկազմի 346 մմ։ Քանի որ հայտնի էլակետերի վրա հիմնված պոլիգոնումետրիական ընթացքի թույլ կետը դրա մեջ տեղում է, թույլ կետի ՄՔՄ-ն կկազմի մոտ 173 մմ կամ 0,17 մ։ Նկատի ունենանք, որ ըստ Աղյուսակ

7.11-ի նման ցանցի կետերի կոորդինատների՝ ՄՔՄ-ն ելակետերի նկատմամբ չափեր է գերազանցի 0, 20 մ-ը (0,17 մ):

Իրականացնելով ճանաչման կետերի համակարգման նկարագրված սխեման՝ բնական կլինի եռանկյունաչափական նիվելիրացումից միաժամանակ որոշել պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կետերի բարձրությունները: Դա անելու համար բավական կլինի չափել ընթացքի յուրաքանչյուր կողմի թեքության անկյունները (կամ գեոիթային հեռավորությունները), սարքի բարձրությունն ու կետերից վերև անդրադարձչի բարձրությունը:

Գլուխ 6-ում մենք ներկայացրել ենք միակողմանի եռանկյունաչափական նիվելիրացման (6.9) բանաձևը՝ որպես B կետի վերազանցումը A կետի նկատմամբ, որը կարելի է մի փոքր այլ կերպ գրել:

$$h_{AB} = S_{AB} \sin v_{AB} + (i_A - V_B) + \frac{S_{AB}^2}{2R} (1 - k_A) : \quad (7.22)$$

Այստեղ S_{AB} -ն AB գծի երկարությունն է, որը չափվում է էլեկտրոնային տախտմետրով, v_{AB} -ն AB գծի թեքության անկյունն է հորիզոնի նկատմամբ, i_A -ն՝ գործիքի բարձրությունը A կետում, V_B -ն՝ անդրադարձչի բարձրությունը B կետում, R -ը՝ Երկրի միջին շառավիղն է, k_A -ն՝ A կետի երկրի կորության գործակիցը: (7.16) բանաձևի վերջին անդամը հաշվի է առնում ոչ միայն բեկման հետևանքով ճառագայթի կորության ազդեցությունը, այլև Երկրի կորության ազդեցությունը նիվելիրացման արդյունքների վրա, դա $\frac{S_{AB}^2}{2R}$ անդամ է:

Կատարենք եռանկյունաչափական նիվելիրացման ճշտության մոտավոր գնահատում: Նկատի ունենանք, որ i_A -ն տախտմետրի բարձրությունն է, և V_B -ն անդրադարձչի բարձրությունն է: Այս անդամները կարելի է չափել այնքան ճշգրիտ, որ բացառվեն այս եզրույթների վերլուծությունները, ուստի (7.16) բանաձևը կարող ենք գրել հետևյալ կերպ.

$$h_{AB} = S_{AB} \sin v_{AB} + \frac{S_{AB}^2}{2R} (1 - k_A) : \quad (7.23)$$

Ազատվելով ինդեքսներից, կատարելով դիֆերենցում և անցնելով միջին քառակուսային սխալների՝ կստանանք՝

$$m_h^2 = m_s^2 \sin^2 v + S^2 \cos^2 v \frac{m_v^2}{\rho^2} + \frac{S^4}{4R^2} \cdot m_k^2 + (1 + k^2) \frac{S^2}{R^2} m_s^2 : \quad (7.24)$$

Հաշվի առնելով (7.24) բանաձևը՝ հեշտ է տեսնել, որ 1) կողմերի երկարությունների չափման սխալները քիչ ազդեցություն ունեն նիվելիրացման արդյունքների վրա, 2) թեքության անկյունների չափման սխալների ազդեցությունն ուղիղ համեմատական է կողմերի երկարություններին, և 3) բեկման

(ռեֆրակցիայի) ինդեքսում սխալների ազդեցությունը նույնպես համաչափ է կողմերի երկարություններին:

Հաշվարկենք 500 ու 1000 մ կողմի եռանկյունաչափական հավասարեցման սխալը (7.24) բանաձևով, որի համար $m_s = 2$ մմ + $2 \cdot 10^{-6} \cdot S$ բանաձևով կհաշվարկենք հեռավորությունը չափելու սխալը: Գծի թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ հավասար է 30° -ի, իսկ անկյունը չափելու սխալը հավասար է $4''$, ինչը հեռու չէ իրականությունից: Ընդունենք բեկման ինդեքսը որոշելու սխալը 0,05 միավոր:

500 մ հեռավորության համար ստանում ենք $m_h = 9.0$ մմ: Այս դեպքում (7.24) բանաձևի վերջին երկու անդամները որևէ կերպ չեն ազդում հաշվարկների արդյունքի վրա:

1000 մ հեռավորության համար մենք ստանում ենք $m_h = 17,5$ մմ: Ինչպես տեսնում ենք, ընդունված հեռավորությունների համար եռանկյունաչափական նիվելիրացումը բավարարում է գործող նորմի պահանջները՝ չանցնելով 0,05 մ-ից:

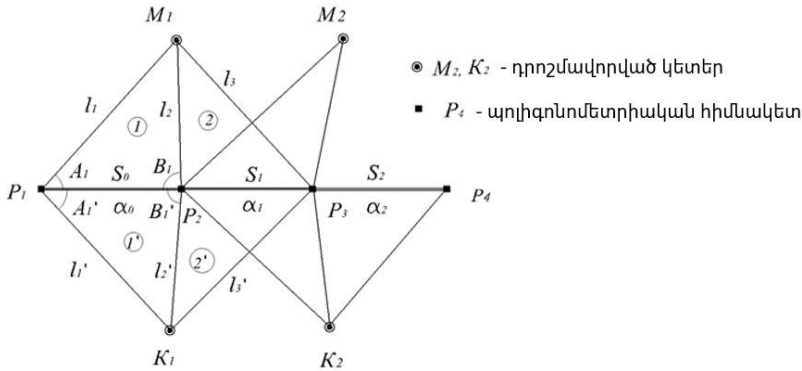
Այսպիսով՝ հանութային ցանցի ստեղծման առաջարկվող սխեման (ճանաչման կետերի կոորդինատավորումը կամ մականշման կետերը, Նկ. 7.14) լիովին բավարարում է առաջադրված խնդիրը, բայց արդյո՞ք այն օպտիմալ է:

Հանութային ցանցերի կառուցման սխեմաների օպտիմալացման խնդիրները շատ արդիական են, քանի որ դրանք ուղղակիորեն ազդում են վերջնական արտադրանքի արտադրության նյութական կողմի վրա: Անգամ հաշվի առնելով դիտարկվող տարածքում սահմանափակ թվով նախատեսված ճանաչման կետերի նոսր տեղաբաշխումը՝ անհրաժեշտ կլինի կառուցել 1-ին կարգի 5-8 պոլիգոնոմետրիական ընթացքներ՝ դրանք կապակցելով նույն թվով արբանյակային հիմնակետերին: Չպետք է մոռանալ բարձրությունների որոշման ծախսերի մասին:

Դիտարկենք որոշակի երթուղու երկայնքով անցնող մեկ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի կետերից կոորդինատավորելու հնարավորությունը հարակից գուգահեռ երթուղիների վրա գտնվող մի շարք մականշման կետեր (կամ ճանաչման նշաններ): Նկարագրված իրավիճակը պատկերող սխեման տրված է Նկար 7.15-ում:

Նկար 7.15-ում P_1 , P_2 -ը պոլիգոնոմետրիայի հիմնակետեր են կամ ընթացքի գիծ, M_1 , M_2 -ը կետեր և այլն, կամ K_1 , K_2 -ը ճանաչման կամ մականշման կետեր են: Տեղանքում ճանաչված ու նկարների վրա ցույց տված կետերն ու ճանաչման նշանները կարող են հասանելի լինել տեղակայված անդրադարձչի դիտարկման համար (ուղիների խաչմերուկներ, եզրաքարերի անկյուններ, փոսեր և այլն), բայց կարող են անհասանելի լինել (ծխնելույզ-

ներ, ցանկապատերի հետևում գտնվող առարկաներ և այլն): Եթե կետը հասանելի է, և դրա վրա տեղադրվում է անդրադարձիչ, ապա դրա կոորդինատավորումը կատարվում է բևեռային եղանակով՝ չափելով A_1 , B_1 հորիզոնական անկյունները, l_1, l_2 բևեռային հեռավորությունները և այլն:



Նկ. 7.15. Կողային հատումներով ճանաչման կետերի կոորդինատավորման սխեմա

Եթե կետը անհասանելի է՝ դրա վրա անդրադարձիչ տեղադրելու համար, ապա դրա տեղադիրքը (կոորդինատները) որոշվում է կողային հատումների լուծմամբ (Ա. Ի. Դուրնևի հատումներ): Դա անելու համար չափում են օբյեկտի A_1 , B_1 (A'_1 , B'_1) հորիզոնական անկյունները և հենվելով պոլիգոնոմետրիայի հայտնի կողմի ու դրա ուղղության անկյան վրա (S_0 , α_0)՝ լուծում են եռանկյունները և գտնում (l_1 , l_2) անհասանելի տարրերը հետևյալ բանաձևով՝

$$l_1 = S_0 \frac{\sin B_1}{\sin(A_1 + B_1)}; \quad l_2 = S_0 \frac{\sin A_1}{\sin(A_1 + B_1)}: \quad (7.25)$$

Հաջորդի դեպքում կողային կետերի կոորդինատները հաշվարկվում են ստուգմամբ: M_1 կետի կոորդինատները կարող ենք գտնել երկու անգամ 1-ին եռանկյունից ու երկու անգամ՝ 2-րդ եռանկյունից:

Կողային կետերի կոորդինատները կարելի է գտնել նաև հակադարձ հատումներով: Դրա համար որոշվող կետերում տեղադրվում է էլեկտրոնային տախոմետր, իսկ հայտնի կետերում՝ եռոտանիներին անդրադարձիչներ: Գործիքը բերվում է աշխատանքային վիճակի և անցնում հակադարձ հատումների ռեժիմի: Մուտքագրվում են պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի կոորդինատները և դրանց վրա ցույց տալով՝ կատարվում են չափումներ, այնուհետև հաշվվում են կանգնած կետի կոորդինատները:

7.6. Տեղագրական հանույթ լազերային սկանավորման հիման վրա

Մեր նկարագրած տեխնոլոգիաները, իհարկե, ներկայացված են մակերեսորեն ու նպատակ ունեն ընթերցողին ընդհանուր առումներով ծանոթացնե-

լու տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման առկա տեխնոլոգիային ու եղանակներին: Վերոնշյալ տեխնոլոգիաների ավելի խորը ուսումնասիրության համար պետք է դիմել աղբյուրներին, որոնք լուսաբանում են համապատասխան առարկաների էությունն ու բովանդակությունը:

Այս բաժնում կքննարկենք տեղագրական հանույթի եղանակ, որը հիմնված է լազերային տիրույթի, ավելի կոնկրետ՝ վերգետնյա լազերային սկանավորման վրա:

«Տեղագրական հանույթ» տերմինը նշանակում է չափումների որոշակի հավաքածու, որի արդյունքում ստացվում է երկրագնդի մակերևույթի մի հատվածի պատկերը գրաֆիկական կամ թվային տեսքով: Ֆիզիկական մակարդակում լազերային լոկացիա նշանակում է կիսահաղորդչային լազերների օգտագործումը որպես զոնդավորող ճառագայթման աղբյուր:

Տարբերակվում են երկրի մակերևույթի օդային լազերային լոկացիան, երբ չափիչ սարքը տեղադրվում է թռչող սարքավորման վրա, և վերգետնյա լազերային սկանավորում, երբ սարքը տեղադրվում է երկրի մակերևույթին եռոտանի վրա:

Օդային լազերային լոկատորները երբեմն կոչվում են ինքնաթիռների ռադարներ: Այս տեխնոլոգիան ներառում է նորարարական մի շարք լուծումներ և սկզբունքորեն դասական ստերեոտեղագրական եղանակի հետագա զարգացումն է: Լազերային լոկացիայի եղանակի օգտագործումը, թվային աերոհանույթի, արբանյակային նավարկման ու աշխարհագրական դիրքորոշման հետ համատեղ, թույլ է տալիս խոսել սկզբունքորեն նոր լազերային տեղորոշման եղանակի առաջացման մասին (Մեդվեդև Ե. Մ., Դանիլին Ի. Մ., Մելնիկով Ս. Ռ., «Հողերի և անտառների լազերային լոկացիա», Մոսկվա-Կրասնոյարսկ, 2007):

Վերգետնյա լազերային պատկերամուտները (սկաներները) գերաբազ սկանավորման միջոցով իրական մակերևույթի մի շարք բնութագրեր թվային տեսքով փոխանցում են և արդյունքը ներկայացնում տարածական կոորդինատային համակարգում: *Լազերային, լազերային 3D*, լազերային սկանավորման համակարգերը, վերգետնյա լազերային սկաներները նույնն են, և սա գեոդեզիական բոլորովին նոր սարքավորում է:

Եթե հաշվի առնենք լազերային պատկերամուտների տեխնիկական կողմը, ապա կարող ենք ասել, որ վերջինս սարք է, որը հագեցած է գերաբազ անդրադարձ լազերային հեռաչափով ու լազերային ճառագայթի ուղղությունը փոխելու համակարգով՝ հատուկ պտտվող հայելիով: Սահմանելով սկանավորման տարածքը՝ հայելու պտտման հատվածը, որում հեռաչափի լազերային ճառագայթը կտարածվի վայրկյանում մինչև 50000 միավոր արագու-

թյամբ՝ կարող ենք ստանալ հետաքրքրություն ներկայացնող օբյեկտի շարունակական պատկեր: Ավելին՝ լազերային սկանավորման կետերի խտությունը կարող է լինել 0,25 մմ-1 մ կամ ավելի: Ստացվում է կետերի զանգված, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի 3 տարածական կոորդինատ՝ X Y Z, ու կեղծ գույնի տեղեկատվություն:

Լազերային պատկերամուտը կարող է հանութագրել առարկաներ, որոնք գտնվում են ոլորտի ցանկացած կետում՝ հորիզոնական դիրքի (360°) ամբողջական շրջանակով ու 270° ուղղահայաց: Լազերային եռաչափ պատկերամուտի նման լայն տեսադաշտը թույլ է տալիս նվազագույնի հասցնել սկանավորման կայանների թիվը:

Վերգետնյա լազերային սկանների առանց անդրադարձնող հեռաչափի ճշտությունը միջինում 4 մմ է: Ավելին՝ յուրաքանչյուր չափված կետի դիրքի ճշտությունը երեք առանցքների երկայնքով (X, Y, Z) 6 մմ-ից ոչ պակաս է օբյեկտից 50 մետր կամ պակաս հեռավորության վրա:

Վերջերս վերգետնյա լազերային սկանավորման տեխնոլոգիան ավելի ու ավելի է կիրառվում՝ շինարարության ու արդյունաբերության տարբեր ոլորտներում ինժեներական գեոդեզիայի խնդիրները լուծելու համար: Լազերային սկանավորման աճող ժողովրդականությունը պայմանավորված է մի շարք առավելություններով, որոնք նոր տեխնոլոգիան ապահովում է չափման այլ եղանակների համեմատ: Առավելություններից պետք է առանձնացնել հիմնականները՝ աշխատանքի արագության բարձրացումն ու աշխատուժի ծախսերի կրճատումը: Պատկերամուտների նոր, ավելի արդյունավետ մոդելների ի հայտ գալն ու ծրագրային ապահովման բարելավված հնարավորությունները մեզ թույլ են տալիս հուսալ վերգետնյա լազերային սկանավորման կիրառման ոլորտների հետագա ընդլայնման վրա:

Սկանավորման առաջին արդյունքը կետերի ամպն է, որն առավելագույն տեղեկատվություն է կրում ուսումնասիրվող օբյեկտի մասին, լինի դա շենք, ինժեներական կառույց, ճարտարապետական հուշարձան և այլն: Օգտագործելով կետային ամպն այն ապագայում՝ հնարավոր է լուծել տարբեր խնդիրներ՝

- օբյեկտի եռաչափ մոդելի ստացում,
- գծագրերի ստացում, ներառյալ կտրվածքի գծագրերը,
- թերությունների ու տարբեր նմուշների բացահայտում նախագծի մոդելի հետ համեմատության միջոցով,

- աղավաղման տեղաշարժերի որոշում և գնահատում՝ համեմատելով նախկինում կատարված չափումների հետ,

- տեղագրական հատակագծերի ստացում վիրտուալ հանույթի եղանակով:

Ավանդական եղանակների կիրառմամբ արդյունաբերական բարդ տարածքները տեղագրորեն հանութագրելիս կատարողները հաճախ բախվում են այն փաստին, որ դաշտային աշխատանքի ընթացքում իրավիճակի որոշ տարրեր բաց են թողնվում: Եզրագծերի առատությունն ու առանձին առարկաների մեծ քանակությունը հանգեցնում են անխուսափելի սխալների: Լազերային սկանավորման միջոցով ստացված նյութերն ավելի ամբողջական տեղեկատվություն են տալիս նկարահանվող առարկայի մասին: Նախքան սկանավորման գործընթացը սկսելը լազերային պատկերամուտը նկարում է համայնապատկերային նկարներ, ինչը զգալիորեն մեծացնում է ստացված արդյունքների տեղեկատվական բովանդակությունը:

Վերգետնյա լազերային սկանավորման տեխնոլոգիան, որը կիրառվում է օբյեկտների եռաչափ մոդելների ու բարդ տարածքների տեղագրական հատակագծերի ստեղծման համար, զգալիորեն մեծացնում է աշխատանքի արտադրողականությունն ու նվազեցնում ժամանակի ծախսերը: Գեոդեզիական աշխատանքների համար նոր տեխնոլոգիաների մշակումն ու ներդրումը միշտ իրականացվել է դաշտային աշխատանքների համար պահանջվող ժամանակը կրճատելու նպատակով: Կարելի է վստահորեն ասել, որ լազերային սկանավորումը լիովին համապատասխանում է այս սկզբունքին:

Վերգետնյա լազերային սկանավորման տեխնոլոգիան անընդհատ զարգանում է: Սա վերաբերում է նաև լազերային սկաններների կոնստրուկցիաների բարելավմանն ու սարքերի կառավարման և ստացված արդյունքների մշակման համար գործածվող ծրագրային փաթեթների զարգացմանը:

Վերգետնյա լազերային սկանավորման առանձնահատկություններն են.

- ակնթարթորեն ձեռք է բերվում օբյեկտի եռաչափ մոդել,
- չափումների ճշտությունը շատ բարձր է, կտրվածքների գծագրերն ու օբյեկտի այլ գծագրերը բարձրորակ են,
- տվյալների հավաքագրումն իրականացվում է շատ արագ՝ դաշտում աշխատելիս ժամանակի զգալի խնայողությամբ,
- թերություններն ու բացթողումները հեշտությամբ հայտնաբերվում են. բավական է միայն ստացված կառուցվածքը համեմատել նախագծային եռաչափ մոդելի հետ,
- վտանգավոր ու դժվարամատչելի առարկաներ հանույթելու անվտանգություն,
- տեղագրական հատակագծերը ստացվում են վիրտուալ հանույթով,
- աղավաղված փոխակերպումների մեծության հաշվարկը նախկինում ստացված հանույթների արդյունքների համեմատությամբ:

Լազերային սկաներներն արտաքին լուսավորություն չեն պահանջում: Այսինքն՝ աշխատանքը կարելի է կատարել կատարյալ մթության մեջ: Լուսավորությունն անհրաժեշտ է՝ առարկայի լուսանկարներ ստեղծելու համար:

Կլիմայական պայմաններն են՝ աշխատանքային միջավայրի ջերմաստիճանի միջակայքը 0-40 C: Չյան, անձրևի, մառախուղի ու սառույցի պայմաններում լուսանկարելը դժվար է: Նկարահանումներին աջակցելու համար ենթակառուցվածքների կարիք չկա: Հոսանքի աղբյուրի առկայությունը հեշտացնում է աշխատանքը, բայց դա անհրաժեշտ չէ: Սահմանափակումներ չկան, թե որքան ժամանակ կարող է գործել պատկերամուտը, որը կարող է աշխատել շուրջօրյա:

Նկարներ 7.16-ում, 7.17-ում ու 7.18-ում ցույց են տրված լազերային պատկերամուտի (սկաների) լուսանկարներ: Ստորև ներկայացված են այդ մոդելների որոշ բնութագրեր:



Նկար 7.16. «Leica MS60 1» սկանավորման էլեկտրոնային տախտմետր



Նկ. 7.17. Լազերային սկաներ «Scan Station 2»



Նկ. 7.18. Լազերային սկաներ «**HD56000**»

«**Leica MS60 1**» սկանավորման էլեկտրոնային տախտմետրը թույլ է տալիս միայնակ իրականացնել բոլոր տեսակի գեոդեզիական աշխատանքները՝ երաշխավորելով բարձր անկյունային ու գծային ճշտություն: Սկանավորման տեխնոլոգիան թույլ է տալիս վայրկյանների ընթացքում չափել փոստրակները, բետոնե սալերը, թեքություններն ու այլ մակերեսներ՝ ուղղակիորեն դաշտում հաշվարկելով աշխատանքի ծավալը: ATRPlus ու PowerSearch համակարգերը երաշխավորում են պրիզմայի ճշգրիտ թիրախավորումը՝ ուղղորդելով այն՝ չնայած խոչընդոտներին, ինչպես նաև ավտոմատ որոնում, եթե աչքի տեսանելիությունը կորչում է: Այս ամենն ապահովում է նկարահանման գործընթացի լիարժեք ավտոմատացում՝ դարձնելով այն հարմար ու արագ:

«**Leica MS60 1" R2000-h**» առավելություններն են սկանավորելն ու հարցում կատարելը մեկ գործիքով: Տեխնոլոգիաները թույլ են տալիս ընդհանուր կայանին սարքի շուրջ ստեղծել մինչև 1000 մ շառավղով կետերի ամպ: Ստացված սկանավորումը կիրառվում է մշտադիտարկման, ստուգման, տեղանքի թվային մոդելի ստեղծման ու այլնի համար: Մա թույլ է տալիս գնել 1 սարք, որը կկատարի էլեկտրոնային տախտմետրի ու պատկերամուտի համար նախատեսված առաջադրանքները, ինչը համապատասխանում է առաջադրանքների ամենալայն շրջանակին:

Ինքնուսուցում: Էլեկտրոնային տախտմետրը անընդհատ սովորում է, ճանաչում է կեղծ թիրախներ ու շողեր, աշխատում է ձյան, անձրևի, մառախուղի և այլնի պայմաններում: Այս ամենը բարձրացնում է նկարահանման որակն ու պրիզմայի վրա մատնացույց անելու ճշտությունը: Գործընթացը լիովին ավտոմատացված է և տեղի է ունենում անմիջապես դաշտային աշխատանքների ժամանակ՝ հեշտացնելով ու արագացնելով աշխատանքը անբարենպաստ պայմաններում:

Ներկառուցված տեսախցիկ. Մենսորը թույլ է տալիս տեսնել ընդհանուր կայանի շուրջ իրավիճակը՝ որոշելով, թե ուր է ուղղված ընդհանուր կայանը, եթե նույնիսկ դուք շատ հեռու եք: Տեսանյութը փոխանցվում է դաշտային կարգավորչին, որը գնվում է առանձին: Սա թույլ է տալիս միշտ միացված մնալ Leica MS60-ին, ինչպես նաև վերահսկել գործիքի շրջակա միջավայրը:

Աշխատեք 3D-ի հետ անմիջապես դաշտում: Ներկառուցված «Leica Captivate» ծրագիրը թույլ է տալիս շփվել եռաչափ մոդելների հետ: Դուք կարող եք կոորդինատներ վերցնել անմիջապես գծագրից, կառուցել կետային ամպ, դիտել նկարահանման արդյունքը, շատ ավելին՝ այս ամենը առանց օբյեկտից դուրս գալու: Ծրագիրը նվազեցնում է գրասենյակային մշակումը, նաև թույլ է տալիս կատարել որոշ հաշվարկներ անմիջապես դաշտում, օրինակ՝ փորվածքի ծավալը:

Սկանավորման տախտմետրը գեոդեզիական աշխատանքը բարձրացնում է նոր մակարդակի: Լրիվ ավտոմատացման դեպքում դուք կարող եք միայնակ հանութագրել ու նշահարել, եթե նույնիսկ ստիպված եք օգտագործել անդրադարձիչ: Բացի դրանից՝ միշտ ունենում եք անհրաժեշտ բոլոր տվյալները՝ «Leica MS60»-ի ներկառուցված «Leica Captivate» ծրագիրը համատեղելի է DWG գծագրերի ու 3D մոդելների հետ: Այսկերպ դուք կարող եք վերցնել կոորդինատները նշահարման համար անմիջապես դաշտում՝ առանց գրասենյակ վերադառնալու: Այս ամենը խնայում է տեղում անցկացրած ժամանակը, թույլ է տալիս անել առանց օգնականի ու կատարել աշխատանքը շատ ավելի արագ, քան ինժեներական ու տեխնիկական մոդելների դեպքում:

Սկանավորումը կիրառվում է աշխատանքային գործընթացները պարզեցնելու ու արագացնելու համար: Սարքը հավաքում է կետերի կոորդինատները որոշակի քայլով ու սահմանված սահմաններում: Ստացված սկանավորումը կարող է դիտվել ընդհանուր կայանի, դաշտային կարգավորիչի կամ ԱՀ էկրանին: Գործածվում է մակերեսների զննման, դիզայնից շեղումները ստուգելու, աշխատանքի ծավալը հաշվարկելու և այլ նպատակներով:

«PowerSearch» տեխնոլոգիան վերականգնում է կապը ընդհանուր կայանի ու անդրադարձիչի միջև, եթե այն կորչում է տեսադաշտից, կամ եթե խոչընդոտ է հայտնվում ճանապարհին: Համակարգը գործարկում է ինքնաբերաբար և սկանավորում է շրջակա տարածքը 300 մ շառավղով, իսկ գործընթացն ինքնին տևում է ոչ ավելի, քան 5 վայրկյան: Տեխնոլոգիան թույլ է տալիս անընդհատ տեսադաշտում պահել ձողը՝ չշեղվելով «Leica MS60» տախտմետրասկաների՝ ձեռքով ուղղորդումից:

«AutoHeight» տեխնոլոգիան թույլ է տալիս կոճակի սեղմումով չափել սարքից գետնին ընկած հեռավորությունը: Գործառույթը նվազեցնում է նկարահանմանը պատրաստվելու ժամանակը, վերացնում է ընթերցման կամ սարքի հիշողության մեջ այն մուտքագրելու սխալը, ինչպես նաև ավելի հարմար է դարձնում գործընթացը: Հանութագրելիս պարզապես ընտրվում է բարձրության ավտոմատ չափման տարբերակը, որից հետո տախտմետրը կչափի հատվածը լազերային հեռաչափի միջոցով: Ամբողջ գործընթացը տևում է ընդամենը մի քանի վայրկյան, ինչը շատ ավելի արագ ու ճշգրիտ է, քան ժապավենի չափումները:

«Electronic Guide Light» տեխնոլոգիան օգնում է արագորեն դնել բևեռը նշանի վրա սարքից մինչև 150 մ հեռավորության վրա: Ուսպնյակի վերևում գտնվող լուսադիոդը թարթում է կարմիր կամ նարնջագույն՝ կախված նրանից, թե արդյոք անդրադարձիչ ունեցող անձը կանգնած է նշակետից ձախ թե աջ: Տեխնոլոգիան նվազեցնում է ճանապարհի գնալու ժամանակը, ինչը թույլ է տալիս արագորեն հասնել ցանկալի կետին:

«Scan Station 2» լազերային սկաների տեխնիկական բնութագրերը: Նկարահանման անկյուն՝ $360^\circ \times 270^\circ$, սկանավորման արագությունը՝ մինչև 50,000 միավոր/վրկ: Մեկ տեղադրության չափման ճշտությունը 6 մմ է, հեռավորության չափման սխալը՝ 4 մմ, անկյունային ճշտությունը՝ 60 միկրոռադիաններ, մակերևույթի մոդելավորման ճշտությունը՝ 2 մմ, ցանցի չափման ճշտությունը՝ 1,0 մմ, օպտիմալ արդյունավետ սկանավորման միջակայքը՝ 1-150 մ:

«HDS6000» լազերային սկաներն (Նկ. 7.17) ունի $360^\circ \times 310^\circ$ ընդգրկման անկյուն: Սկանավորման արագությունը մինչև 50000 միավոր/վրկ է, լազերային կետի չափը՝ 3 մմ, մեկ տեղակայման ու հեռավորության չափման ճշտությունը՝ 2 մմ-ից (25 մ) մինչև 4 մմ (50 մ), մակերևույթի մոդելավորման ճշտությունը՝ 2 մմ, օպտիմալ արդյունավետ սկանավորման միջակայքը՝ 1-79 մ, ունի ներկառուցված սնուցման աղբյուր, Bluetooth, կոշտ սկավառակ, USB միակցիչներ, կառավարման վահանակ էկրանով:

Եռաչափ լազերային սկաներների հիմնական սխեման ու տեխնիկական բնութագրեր: Նկար 7.19-ը ցույց է տալիս, որպես օրինակ, RIEGL-ի LMS-Z420 եռաչափ լազերային սկաների սխեմատիկ գծապատկերն ու ընդհանուր տեսքը:

Լազերային սկաների հիմնական տարրերն են՝

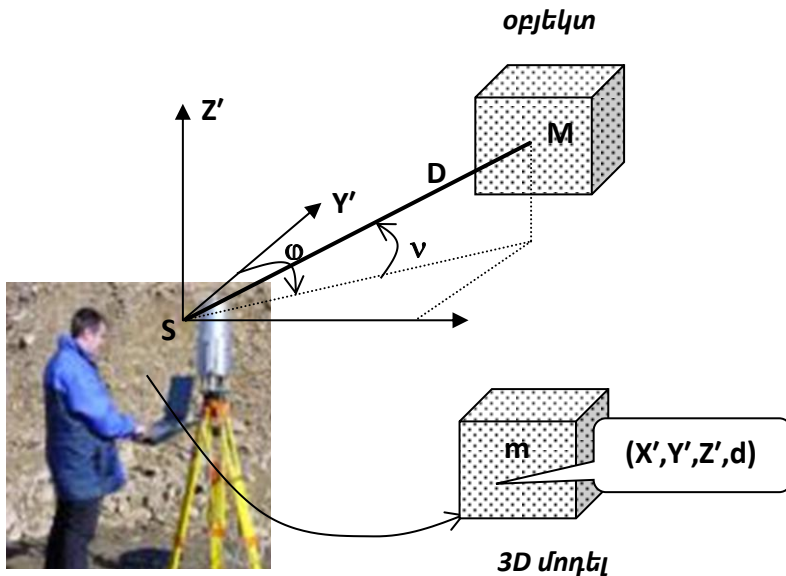
1. լազերային հեռաչափը,
2. լազերային ճառագայթը,
3. պտտվող հայելային պրիզման,
4. պտտվող օպտիկական գլխիկը,
5. տվյալների փոխանցման մալուխը PC համակարգչից LPT պորտին,

6. անհատական համակարգիչը (PC),
7. ծրագրային ապահովումը,
8. տեսադաշտին ուղղահայաց անկյունը:

Այս պատկերամուտը թույլ է տալիս նկարահանել օբյեկտը 2 մ-ից մինչև 1000 մ հեռավորության վրա՝ տեսադաշտի հետևյալ անկյուններով՝ ուղղահայաց՝ 80° , հորիզոնական՝ 360° : Այս դեպքում $\Delta\phi$ ու $\Delta\nu$ սկանավորող անկյունային քայլի մեծությունը կարող է հասնել $0,01^\circ$ -ի՝ $0,002^\circ$ անկյունների չափման ճշտությամբ: Գծերի երկարությունը չափվում է 10-20 մմ ճշտությամբ (կախված հեռավորությունից): Չափման արագությունը վայրկյանում մինչև 9000 միավոր է:

Լազերային սկաների միջոցով հանութագրվող օբյեկտի դիսկրետ եռաչափ մոդելի ձևավորման սկզբունքը հետևյալն է. սկանավորման արդյունքը օբյեկտի եռաչափ մոդելն է՝ մի շարք կետերի տեսքով, որոնցից յուրաքանչյուրի համար որոշվում են X , Y , Z տարածական կոորդինատներն ու պատկերի համապատասխան d խտությունը:

Սկաները սարք է, որը միավորում է թեոդոլիտը, լազերային հեռաչափն ու թվային տեսախցիկը: Այսպիսով՝ օբյեկտի ցանկացած կետի համար հորիզոնական ϕ ու ուղղահայաց ν անկյունները գրանցվում են թեոդոլիտի միջոցով, D հեռավորությունը օգտագործում է լազերային տիրույթի որոնիչն ու պատկերի d խտությունը՝ կիրառելով թվային տեսախցիկ (սենսոր) կամ տիրույթի արտացոլված ազդանշանի ինտենսիվությունը (Նկ. 7.19):



Նկ. 7.19. Սկաների աշխատանքի սկզբունքը

Տալով հորիզոնական ու ուղղահայաց անկյուններում փոփոխությունների միջակայքն ($\varphi_{\min}, \nu_{\min}$ և $\varphi_{\max}, \nu_{\max}$) ու քայլը ($\Delta\varphi, \Delta\nu$)՝ սկաները, ինքնաբերաբար օգտագործելով շարժիչները, հաջորդաբար սահմանում է լազերային ճառագայթն ու գրանցում պարամետրերը φ, ν, D ու d օբյեկտի յուրաքանչյուր կետի համար տրված սահմաններում: Շարժիչների օգտագործմամբ $\Delta\varphi, \Delta\nu$ կարգավորելու ճշտությունը ցածր է φ, ν , անկյունների չափման ճշտությունից, ուստի յուրաքանչյուր սկանավորման կետի համար գրանցվում են φ, ν , արժեքները:

Հաշվարկվում են օբյեկտի մոդելի կետերի համապատասխան կոորդինատները՝
ըստ հայտնի բանաձևերի՝

$$\begin{aligned} X' &= D \cos \nu \sin \phi \\ Y' &= D \cos \nu \cos \phi : \\ Z' &= D \sin \nu \end{aligned} \quad (7.26)$$

Օբյեկտի մոդելի X', Y', Z' կետերի կոորդինատները ստացվում են սկաների տարածական կոորդինատային համակարգում (մոդել) S, X', Y', Z' (Նկ. 7.21): Այս կոորդինատային համակարգը միացված է սկաների հորիզոնական ու ուղղահայաց անկյունների հաշվանքի համակարգին և, ընդհանուր առմամբ, կամայականորեն կոդմնորոշվում է տարածության մեջ:

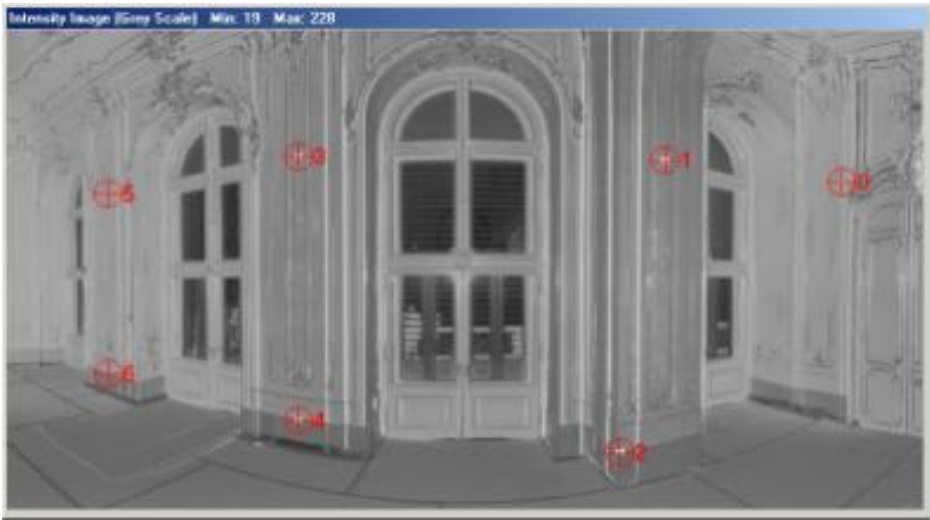
Հիմնային կետեր օգտագործելով՝ 3D մոդելի արտաքին կոդմնորոշում:

Հանութագրման ժամանակ սկաները (սկաների կոորդինատային համակարգը) չի կոդմնորոշվում տարածության մեջ և չի նիվելիրացվում: Հետևաբար հանութի արդյունքում ստացվում է օբյեկտի եռաչափ մոդել՝ ազատ կոդմնորոշված տարածության մեջ ու օբյեկտի կոորդինատային համակարգի նկատմամբ: Օբյեկտի կոորդինատային համակարգում OXYZ օբյեկտի կետերի համապատասխան կոորդինատները ստանալու համար անհրաժեշտ է կատարել մոդելի արտաքին կոդմնորոշում: Այս գործընթացն իրականացվում է, ինչպես հայտնի է, հիմնային կետերով: Որպես հիմնային կետեր առավել հաճախ օգտագործվում են հատուկ նշագրված կետեր (Նկ. 7.20), որոնք ինքնակարգավորմամբ ճանաչվում են օբյեկտի եռաչափ մոդելում: Օբյեկտի կոորդինատային համակարգում հիմնային կետերի կոորդինատները որոշվում են գեոդեզիական եղանակներից մեկով, օրինակ՝ էլեկտրոնային տախտմետրի կիրառմամբ:

Կոորդինատների փոխակերպումն իրականացվում է հայտնի բանաձևերի համաձայն՝

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + A \begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix}, \quad (7.27)$$

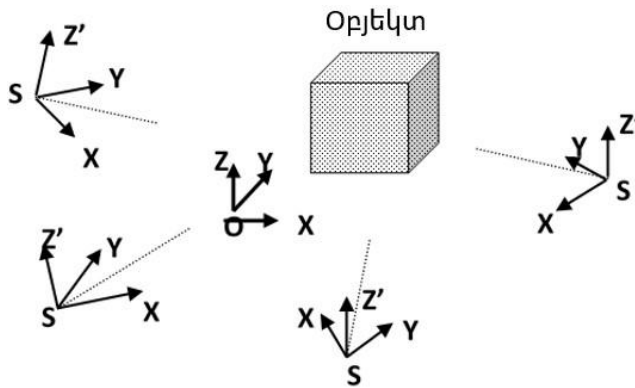
որում X, Y, Z -ը օբյեկտի կետի կոորդինատներն են օբյեկտի $OXYZ$ կոորդինատային համակարգում, X', Y', Z' -ը օբյեկտի կետի կոորդինատներն են սկաների կոորդինատային համակարգում (մոդելի)՝ $SX'Y'Z'$, հաշվարկվում են (7.27) բանաձևով, X_0, Y_0, Z_0 -ն սկաների սկզբնական կոորդինատային համակարգն է օբյեկտի $SX'Y'Z'$ կոորդինատային համակարգի նկատմամբ, A -ն՝ պտտման մատրիցան՝ կախված ω, α, κ երեք կողմնորոշման անկյուններից:



Նկ. 7.20. Հիմնային կետերն օբյեկտի վրա

Մոդելի արտաքին կողմնորոշման անհայտ տարրերը (սկաներ)՝ $X_0, Y_0, Z_0, \omega, \alpha, \kappa$, կարելի է որոշել հիմնային կետերով: (7.21)-ից պարզ է դառնում, որ հիմնային կետերի նվազագույն քանակը 2-ն է, սակայն այս դեպքում անկյունային տարրերի հաշվարկում կարող է առաջանալ անորոշություն: Ուստի հիմնային կետերի նվազագույն թիվը պետք է համարել 3. դրանք ընկած չեն նույն ուղիղ գծի վրա: Բնականաբար, ավելի լավ է, որ ավելի շատ ստուգման կետեր լինեն տարածքի վրա տարածված:

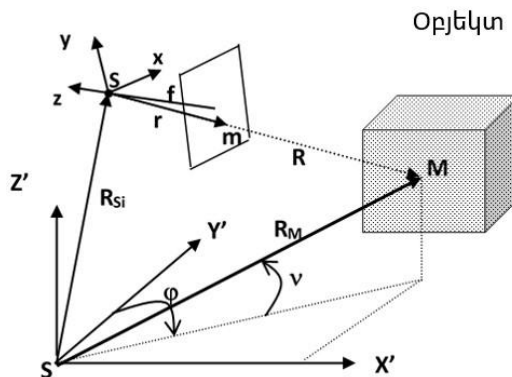
Մոդելի բոլոր կետերը (7.21) բանաձևերով վերահաշվելուց հետո ստանում են օբյեկտի արտաքին կողմնորոշման մոդելը, այսինքն՝ մոդելի բոլոր կետերի կոորդինատները օբյեկտի $OXYZ$ կոորդինատային համակարգում:



Նկ. 7.21. Հանույթ օբյեկտի տարբեր կետերից

Առանձին դիսկրետ մոդելների համակցությունն ու արտաքին կողմնորոշումը օբյեկտի ընդհանուր մոդելում: Գործնականում ամբողջ օբյեկտի եռաչափ մոդել ստանալու համար բավական չէ այն վերցնել մեկ կետից: Հետևաբար մի շարք նկարներ արվում են Si-ի տարբեր դիրքերից (Նկ. 7.22): Այս դեպքում խնդիր է առաջանում միավորելու օբյեկտի եռաչափ մոդելները մեկ մոդելում: Այս խնդիրը լուծվում է՝ օգտագործելով կապող կետերը, որոնք գտնվում են մոդելների միջև համընկնման գոտում: Որպես միացնող կետեր հաճախ օգտագործվում են հատուկ անդրադարձիչ-մարկերներ (նույնը, ինչ մոդելի արտաքին կողմնորոշման դեպքում), որոնք հեշտությամբ ճանաչվում են հարակից մոդելներում:

Մոդելների համակցման խնդիրը լուծվում է մոդելի արտաքին կողմնորոշման նման (7.27) հավասարումների հիման վրա: Այնուհետ ընդհանուր մոդելն արտաքին կողմնորոշվում է հիմնային կետերով՝ ըստ վերը նկարագրված մեթոդի: Արդյունքում ունենում ենք X,Y,Z,d օբյեկտի կետերի ամբողջ հավաքածուի համար մեկ օբյեկտ OXYZ կոորդինատային համակարգում:



Նկ. 7.22. Սկաների կոորդինատային համակարգ

Երբեմն օբյեկտի իրական ուրվագծերը, որոնք ընկնում են մոդելների համընկնման գոտում, օգտագործվում են որպես կապակցման կետեր: Կապակցման կետերի վրա չափումները կարող են իրականացվել փոխգործուն կերպով՝ օպերատորի օգնությամբ կամ ինքնակարգավորմամբ:

Եռաչափ մոդելների պատկերում: Ինչպես նշվեց վերևում, օբյեկտի մոդելի յուրաքանչյուր կետի համար գրանցվում է անդրադարձված ազդանշանի ինտենսիվությունը, որը կարող է օգտագործվել օբյեկտը, այսպես կոչված, կեղծ գույներով պատկերացնելու համար: Յուրաքանչյուր սկանավորման կետում իրական խտությունը ստանալու համար սկաներում օգտագործվում է թվային տեսախցիկ, որը հիմնված է ПЗС մատրիցայի վրա: Այս տեսախցիկով սկզբում ձեռք են բերվում մի շարք պատկերներ, որոնք ծածկում են ամբողջ օբյեկտը նախատեսված սկանավորման տիրույթում: Այնուհետև օբյեկտը սկանավորվում է, և համապատասխան խտությունները վերցվում են այս պատկերներից: Այս մոտեցումը թույլ է տալիս հետագա մշակումը գործել ոչ միայն լազերային սկանավորման կետերի ամպով, այլև օբյեկտի թվային պատկերներով, ինչը զգալիորեն մեծացնում է օբյեկտի մասին ստացված տեղեկատվության տեղեկատվական բովանդակությունը:

Ավելի մանրամասն դիտարկենք պատկերների խտության ստացմանը յուրաքանչյուր սկանավորման կետի պատկերներից:

Այսպիսով՝ նախ ամբողջ օբյեկտը նկարվում է՝ պտտելով ու թեքելով տեսախցիկը (կամ համապատասխան հայելին), օգտագործելով շարժիչներ, որոնք հավասար են տեսախցիկի տեսադաշտի անկյուններին (Նկ. 7.20): Այստեղ սլաքները ցույց են տալիս տեսախցիկի հնարավոր պտույտներն ու թեքությունները սկաների կոորդինատային համակարգում:

Նկար 7.22-ում ցույց է տրված սկաների S , X' , Y' , Z' կոորդինատային համակարգը, որտեղ որոշվում են օբյեկտի M կետերի կոորդինատներն ու տեսախցիկի $Sxyz$ կոորդինատային համակարգը, որը կարող է հանույթի ընթացքում փոխել իր դիրքն ու կողմնորոշումը սկաների կոորդինատային համակարգի նկատմամբ: Խնդիրն է գտնել r վեկտորի կոորդինատները տեսախցիկի կոորդինատային համակարգում, որպեսզի դրանք օգտագործենք պատկերի M կետի համապատասխան d խտությունը վերցնելու համար: Նկար 7.22-ից հետևում է, որ.

$$R = R_M - R_S \quad (7.28)$$

կամ՝

$$NA_i r = R_M - R_{Si}, \quad (7.29)$$

որում N -ը սկալյար մեծություն է, A_i -ն՝ նկարահանման պահին տեսախցիկի կոորդինատային համակարգի պտտման մատրիցան սկաների i կոորդինա-

տային համակարգի նկատմամբ, r -ը վեկտոր է, որով որոշվում է m կետի դիրքը տեսախցիկի կոորդինատային համակարգում, R_M -ը վեկտոր է, որը որոշում է M կետի դիրքը սկաների կոորդինատային համակարգում, R_{Si} -ը վեկտոր է, որը որոշում է տեսախցիկի կոորդինատային համակարգի սկզբնական դիրքը սկաների կոորդինատային համակարգի նկատմամբ i նկարահանման պահին:

$$r = A_i^T \frac{1}{N} (R_M - R_{Si}), \quad (7.30)$$

կամ կոորդինատների տեսքով՝

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ -f \end{pmatrix} = A_i^T \frac{1}{N} \begin{pmatrix} X' - X_{Si} \\ Y' - Y_{Si} \\ Z' - Z_{Si} \end{pmatrix}: \quad (7.31)$$

Եթե արտահայտենք (7.31) արտահայտության երրորդ հավասարումից $1/N$ արժեքը և այն փոխարինենք առաջին երկուսով, ապա կստանանք ֆոտոգրամետրիայում հայտնի կոլինայնության հավասարումները.

$$\left. \begin{aligned} x &= -f \frac{a_{11}(X' - X_{Si}) + a_{21}(Y' - Y_{Si}) + a_{31}(Z' - Z_{Si})}{a_{13}(X' - X_{Si}) + a_{23}(Y' - Y_{Si}) + a_{33}(Z' - Z_{Si})} \\ y &= -f \frac{a_{12}(X' - X_{Si}) + a_{22}(Y' - Y_{Si}) + a_{32}(Z' - Z_{Si})}{a_{13}(X' - X_{Si}) + a_{23}(Y' - Y_{Si}) + a_{33}(Z' - Z_{Si})} \end{aligned} \right\} : \quad (7.32)$$

Այս հավասարումներում հայտնի են բոլոր այն մեծությունները, որոնք անհրաժեշտ են x, y կոորդինատները հաշվարկելու համար:

7.7. Տեղագրական հանույթ արբանյակային տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ

Արբանյակային տեխնոլոգիայով իրադրության ու ռելիեֆի հանութային աշխատանքները գործնականում նախատեսված են տեղագրական ու գեոդեզիական այն դեպքերի համար, երբ այս տեխնոլոգիայի կիրառմամբ նման աշխատանքներ կատարելը տնտեսապես շահավետ է և նաև տեխնիկապես հիմնավորված: Նման աշխատանքների կատարման տեխնիկական հնարավորությունն ի հայտ է գալիս այնտեղ, որտեղ տեղանքում գոյություն ունեցող բնական ու արհեստականորեն ստեղծված օբյեկտները թույլ են տալիս կատարել արբանյակային դիտարկումներ:

Արբանյակային ընդունիչների օգտագործմամբ տեղագրական հանույթները սովորաբար օգտագործվում են բավականին բաց տարածքների համար,

կախված լայն շրջանակով ռեփեֆի բնութագրից՝ հնարավոր են նաև ցածր շենքերի առկայության դեպքում: Դրանք կարող են լինել մեկհարկանի քաղաքացիական ու արդյունաբերական շենքերի տարածքներ (ավտոտնակներ, առևտրի ու կոմունալ օբյեկտներ, պահեստներ և այլն), տրանսպորտային օբյեկտներ (երկաթուղիներ ու մայրուղիներ, խողովակաշարեր, ջրանցքներ, օդանավակայաններ), ջրային տարածքներ, հանգստի գոտիներ, պետական սահմանի հատվածներ և այլն:

Օբյեկտի իրադրությունն ու ռեփեֆը հանութագրելու համար արբանյակային դիտարկումները տեխնիկապես կատարելու հարցը լուծվում է նախագծային աշխատանքների մեկնարկից առաջ՝ օբյեկտը քարտեզների վրա ուսումնասիրելով: Այդ աշխատանքի ընթացքում տեղում ի հայտ են բերվում վերգետնյա գոյություն ունեցող բնական ու արհեստականորեն ստեղծված օբյեկտները, որոնք խանգարում են արբանյակներից ռադիոազդանշանների անցմանը, և միևնույն ժամանակ ստեղծվում է արբանյակային դիտարկումների իրականացման տեխնիկական հնարավորությունը:

Եթե օբյեկտում կամ դրա մոտակայքում առկա արբանյակներից ռադիոազդանշանների փոխանցման խոչընդոտները զգալիորեն բարդացնում են արբանյակային դիտարկումների կազմակերպումը, հանութագրումը դարձնում իռացիոնալ, ապա նպատակահարմար չէ նման օբյեկտում հանույթներ կատարել արբանյակային դիտարկումներով:

Եթե արբանյակներից ռադիոազդանշանների փոխանցման խոչընդոտները գտնվում են միայն օբյեկտի մոտակայքում, և դրանք այնպիսին են, որ չեն բացառում օբյեկտի վրա արբանյակներից դիտարկելու հնարավորությունը, կամ եթե ընդհանրապես խոչընդոտներ չկան, ապա այդ դեպքում կարող են նախագծել հանութային աշխատանքները:

Հանութային աշխատանքների նախագծման գործընթացում, ըստ հանույթի նշված մասշտաբի ու ռեփեֆի անկման կտրվածքի բարձրության, կատարվում են հետևյալ աշխատանքները.

- կապակցման համար ընտրում են արբանյակային որոշման եղանակը (այսինքն՝ հանույթի կատարման ընթացքում ստանալ տվյալների արդյունքները գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի կոորդինատների ու բարձրությունների համակարգում), ինչպես նաև այդ կապակցման եղանակը,

- տեղագրագեոդեզիական ուսումնասիրության նյութերի հիման վրա օբյեկտի տարածքում ընտրվում են հանույթի կապակցման համար գեոդեզիական հիմքի հիմնակետեր: Մշակում են դաշտային աշխատանքների աշխատանքային ծրագիր՝ գեոդեզիական հիմքի կետերին կապակցելու համար,

- դաշտային աշխատանքները կատարելու համար պատրաստում են

օբյեկտի իրավիճակն ու ռելիեֆը հանութագրելու աշխատանքային ծրագիր:

Արբանյակային որոշման եղանակները հեռավորության ու ճշտության հիմնավորմամբ ապահովում են համապատասխան խտություն ունեցող պետական գեոդեզիական ու նիվելիրացման ցանցի հիման վրա ուղղակիորեն հանութային աշխատանքներ իրականացնելու հնարավորությունը: Հետևաբար այս եղանակներով հանութային աշխատանքների իրականացումը բացառում է գեոդեզիական հիմնային ցանցերի ստեղծման ու օգտագործման, հանութային հիմնավորման ու դրա խտացման անհրաժեշտությունը:

Իրադրության ու ռելիեֆի հանութագրման համար օգտագործվող գեոդեզիական հիմքը պետք է համապատասխանի ռադիոադրանշանների անխոչընդոտ ու ադմկակայուն անցման պահանջներին:

Օբյեկտում ու դրա սահմանների մոտակայքում գտնվող գեոդեզիական հիմքի բոլոր հիմնակետերը պետք է օգտագործվեն որպես ելակետեր, բայց ոչ քիչ 4 հիմնակետ հայտնի պլանային կոորդինատներով ու առնվազն 5 հիմնակետ՝ հայտնի բարձրություններով:

Տեղանքի իրադրությունն ու ռելիեֆը հանութագրելու համար խորհուրդ է տրվում օգտագործելու «Կանգնի՛ր-գնա՛» (стой-иди) եղանակը, որը արբանյակային որոշումների կինեմատիկական եղանակ է:

Տեղանքի իրադրությունն ու ռելիեֆը հանութագրման, նախագծում բազային կայանները կայանման համար պետք է ընտրել այնպես, որ դրանցից շարժական ռովեր ընդունիչով որոշվող հանութային նշակետերը լինեն նվազագույն հեռավորության վրա: Այդ դեպքում համաձայն սույն պահանջի օգտագործելով օբյեկտի քարտեզը, օբյեկտը պետք է բաժանվի գեոդեզիական հիմքի որոշակի հիմնակետերին վերագրված հատվածների: Բաժանելիս անհրաժեշտ է լայնական վերածածկի շերտի հատվածներում ապահովել Աղյուսակ 7.11-ում տրված սահմանված արժեքները:

Աղյուսակ 7.11.

Հանութի լայնակի վերածածկի շերտի նվազագույն հատվածների ապահովումը գեոդեզիական հիմքի տարբեր հիմնակետերից (մ)

Հանութի մասշտաբը	Ռելիեֆի անկման կտրվածքի բարձրությունը, մ			
	0,5	1,0	2,0 (2,5)	5,0
1:5 000	60	80	100	120
1:2 000	40	40	50	-
1:1 000	20	30	-	-
1:500	15	15	-	-

Տեղանքի իրավիճակն ու ռելիեֆը հանութագրելու համար արբանյակային սարքավորումներ օգտագործելիս՝ մինչև դաշտ դուրս գալը, կատար-

վում են նախապատրաստական աշխատանքներ, որոնք բաղկացած են հետևյալ գործողություններից.

1) շահագործման համար պահպանել սարքավորումների պատրաստման գործառնական փաստաթղթերի պահանջները,

2) ստուգել սարքավորումների ու կատարողների պատրաստվածությունը՝ դաշտային աշխատանքների աշխատանքային ծրագրին համապատասխան աշխատանքներ իրականացնելու համար,

3) կատարել արբանյակային համաստեղությունը կանխատեսելու գործողություններ:

Տեղանքի իրադրությունն ու ռելիեֆը հանութագրելու աշխատանքների իրականացման համար արբանյակային համաստեղության կանխատեսումը պետք է իրականացվի ծրագրային փաթեթներին կցված հրահանգներին համապատասխան:

Հիմնվելով գեոդեզիական հիմքի ու հանութային տարածքի յուրաքանչյուր կետում արբանյակները դիտարկելու համար օպտիմալ կանխատեսումների արդյունքում ստացված ժամանակաշրջանների հիման վրա՝ որոշում են համընկնման գոտիներ ու ժամանակաշրջաններ, որոնք օպտիմալ են՝ շրջափուլերի (կապակցում կատարելիս) կամ հանութագրման համար կայք ստեղծելու: Այդ տվյալները՝ աշխատանքի կատարման ժամանակն ու այն միջակայքը (ժամանակաշրջանի)՝ սկզբի ու ավարտի տեսքով, որի ընթացքում արբանյակային համաստեղության կազմաձևման պարամետրերը օպտիմալ են, մուտքագրվում են դաշտային աշխատանքի ծրագրում:

Օբյեկտում իրադրության ու ռելիեֆի հանութագրման ժամանակ դաշտային աշխատանքը բաղկացած է գեոդեզիական հիմնային հիմնակետերին ընդունիչներ ու սարքավորումներ տեղափոխելուց, աշխատանքային ծրագրին համապատասխան շրջափուլերի անցկացումից ու դաշտային հանութագրման աշխատանքային ծրագրին համապատասխան իրադրությունից ու ռելիեֆի հանույթից:

Այդ դեպքում կապակցում կատարելիս արբանյակային որոշման «արագ ստատիկ» ու «ստատիկ» եղանակներն իրականացնելու համար գեոդեզիական հիմքի յուրաքանչյուր կետում պետք է կատարվի մեկ նվազով, իսկ ռեօկուպացիոն եղանակն իրականացնելիս՝ երկու նվազով ու 1-4 ժամ ընդմիջմամբ: Յուրաքանչյուր տեղամասում հանութ իրականացնելիս շարժական ռովեր ընդունիչը պետք է կատարի ինիցիալիզացիայի ընդունում և ընդունում բոլոր հանութային նշակետերում, իսկ բազային կայանը պետք է կատարի մեկ ընդունում՝ ժամանակին ընդգրկելով շարժական ռովեր ընդունիչից կատարված բոլոր ընդունումները:

Այսպիսով՝ յուրաքանչյուր տեղամասում հանույթ կատարելիս բազային կայանը պետք է ընդունի տեղանքում շարժական ընդունիչից իրականացվող աշխատանքի ողջ ժամանակահատվածի տվյալները:

Հանութային աշխատանքներ կատարելիս շարժական ընդունիչից իրականացվող աշխատանքները պետք է կատարվեն ընդունիչի շահագործման ձեռնարկին համապատասխան: Այս դեպքում անհրաժեշտ է.

- շարժական ընդունիչի հավաքածուում ներառված սարքավորումները տեղադրել այնպես, ինչպես տրված է «կա՛նգ առ-գնա՛» եղանակի շահագործման փաստաթղթերում ու որոշել ալեհավաքի բարձրությունը:

- պատրաստել ընդունիչը աշխատանքի, ինչպես նշված է շահագործման փաստաթղթերում,

- տեղադրել «կա՛նգ առ-գնա՛» ռեժիմը,

- տեղադրել արբանյակային դիտարկման տվյալների գրանցման ռեժիմը,

- ստեղնաշարի միջոցով մուտքագրել ալեհավաքի բարձրության արժեքը հիշողության սարքում,

- կատարել ինիցիալիզացիա, ինչպես նկարագրված է ընդունիչի շահագործման փաստաթղթերում, առանց «կա՛նգ առ-գնա՛» ռեժիմից դուրս գալու անջատել արբանյակային դիտարկման տվյալների գրանցման ռեժիմը,

- տեղադրել ընդունիչը հանութային նշակետի վրա,

- տեղադրել արբանյակային դիտարկման տվյալների ձայնագրման ռեժիմը,

- ստեղնաշարի միջոցով հիշողության սարքում մուտքագրել նշակետի համարի ու ալեհավաքի բարձրության արժեքներն ու անհրաժեշտ սեմանտիկ տեղեկատվությունը,

- գրանցել արբանյակային դիտարկման տվյալները դաշտային աշխատանքի ծրագրում նշված ժամանակի համար և առանց «կա՛նգ առ-գնա՛» ռեժիմից դուրս գալու անջատել տվյալների գրանցման ռեժիմը,

- անջատել ընդունիչն ու հավաքել սարքավորումը:

Քանի որ «կա՛նգ առ-գնա՛» եղանակի կիրառումը պահանջում է անհրաժեշտ քանակի արբանյակների շարունակական դիտարկում յուրաքանչյուր սկզբնավորումից (ինիցիալիզացիայից) հետո տեղանքի հանույթի ողջ ժամանակահատվածում, ապա և՛ նշակետերի ընդունում կատարելիս, և՛ նշակետից նշակետ տեղափոխելիս անհրաժեշտ է խուսափել կապի կորստից:

Եթե տարածքը հանութագրելիս տեղի է ունենում կապի կորուստ, ապա հանույթը շարունակելու համար անհրաժեշտ է վերացնել կապի կորստի պատճառները, կրկնել սկզբնավորման գործընթացն ու կրկին չափումներ կատարել այդ տարածքում:

Հանութագրման ընթացքում դաշտային աշխատանքների իրականացումը պետք է զուգակցվի հանութային նյութերի գրասենյակային մշակման հետ, որի ընթացքում կատարվում են հետևյալը՝

1) դաշտային մատյանների ստուգում և մանրամասն կապակցման սխեմայի կազմում,

2) բոլոր նշակետերի կոորդինատների ու բարձրությունների հաշվարկը,

3) պլանշետի վրա գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի ու նշակետերի տեղադրումը, հորիզոնականների ու տեղանքի իրադրության անցկացումը:

Նշված աշխատանքները խորհուրդ է տրվում կատարելու համակարգչում՝ օգտագործելով հաշվարկների մշակման ընդհանուր առաջարկությունները:

Նշակետեր տեղադրելու համար կարող են օգտագործվել ինքնակարգավորվող կոորդինատագրաֆները: Հանութի ճշտությունը ստուգվում է գործիքներով՝ օգտագործելով արբանյակային տեխնոլոգիա:

Հանութների արդյունքում պատվիրատուին են ներկայացվում հետևյալ նյութերը՝

1) ուրվագծեր,

2) դաշտային մատյաններ,

3) ավարտված հանութի հատակագիծը,

4) գեոդեզիական հիմքի կապակցման սխեման,

5) տեղագրական հատակագծերի անվանաթերթերի տեղեկամատյանները,

6) աշխատանքի ստուգման ու ընդունման ակտերը:

7.8. Ստորգետնյա հաղորդակցուղիների հանութ

Քաղաքների ստորգետնյա տարածքները անընդհատ սրընթացորեն զարգանում են: Խոշոր քաղաքների ստորգետնյա տարածքների ինտեգրված զարգացումը հնարավորություն է տալիս ռացիոնալ օգտագործելու տարածքը, որը նպաստում է բնակչության տրանսպորտային ծառայությունների բարելավմանն ու ճանապարհային անվտանգության բարձրացմանը, նվազեցնում է քաղաքային միջավայրի փողոցների աղմուկն ու օդի աղտոտվածությունը մեքենաների արտանետվող գազերից՝ օգնելով բարելավել գեղարվեստական ու գեղագիտական որակները:

Ըստ իրենց նպատակի՝ ստորգետնյա կառույցները կարելի է բաժանել մի քանի հիմնական խմբերի՝ տրանսպորտային ու հիդրոտեխնիկական թունելներ, մետրոյի շինություններ, էլեկտրակայաններ (հիմնականում հիդրոէլեկտրակայաններ), պահեստներ ու սառնարաններ, քաղաքային օբյեկտ-

ներ (հետիոտնային անցումներ, ավտոտնակներ, կոյուղիներ և այլն): Ավելին՝ կարելի է առանձնացնել խմելու ջրի, նավթի ու գազի պահեստարանների ջրամբարներ, վտանգավոր արդյունաբերական թափոնների հեռացման տարաներ, արդյունաբերական ձեռնարկություններ, բժշկական հաստատություններ ու ռազմական օբյեկտներ: Ստորգետնյա կառույցների առանձին խումբը բաղկացած է մոտակա բակում գտնվող օբյեկտներից (էլեկտրական ենթակայաններ, պահեստներ, ջրահեռացման կայաններ, առաջին բուժօգնության կայաններ և այլն) կամ վերգետնյա կառույցներից, որոնք նախատեսված են արտադրական տարածքներում տրանսպորտային հաղորդակցությունների համար (հանքահորեր, կապիտալ դրեյֆներ, հավելումներ (շտոլնյաներ) և այլն):

Ըստ իրենց նպատակի՝ ստորգետնյա կառույցները կարելի է բաժանել մի քանի հիմնական խմբերի՝ տրանսպորտային ու հիդրավլիկ թունելներ, մետրոյի շինություններ, էլեկտրակայաններ (հիմնականում հիդրոէլեկտրակայաններ), պահեստներ ու սառնարաններ, քաղաքային օբյեկտներ (հետիոտնային անցումներ, ավտոտնակներ, կոյուղիներ և այլն): Ավելին՝ կարելի է առանձնացնել խմելու ջրի, նավթի ու գազի պահեստարանների ջրամբարներ, արդյունաբերական վտանգավոր թափոնների հեռացման տարաներ, արդյունաբերական ձեռնարկություններ, բժշկական հաստատություններ ու ռազմական օբյեկտներ:

Ստորգետնյա օբյեկտների ամբողջ բազմազանությունից անհրաժեշտ է առանձնացնել ստորգետնյա կոմունալ ծառայություններին ուղղակիորեն կամ անուղղակիորեն առնչվող կառույցները: Ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունները ներառում են ստորգետնյա գծային կառույցներ՝ դրանց վրա տեխնոլոգիական սարքերով, որոնք նախատեսված են հեղուկներ, գազեր տեղափոխելու, էներգիա ու տեղեկատվություն փոխանցելու համար:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունները կարելի է բաժանել երեք խմբի՝

- խողովակաշարեր,
- մալուխային ցանցեր,
- թունելներ (ընդհանուր կոյուղիներ):

Կախված տեղափոխվող հեղուկների ու գազի նպատակներից՝ խողովակաշարերը բաժանվում են ջրատարների, ջերմային խողովակաշարերի, կոյուղու, գազատարների ու հատուկ նշանակության խողովակաշարերի:

Մալուխային գծերը բաժանվում են բարձր ու ցածր լարման էլեկտրահաղորդման ու ցածր հոսանքի գծերի (հեռախոս, հեռահաղորդագրում, ռադիոհեռարձակում և այլն):

Կոլեկտորները նախատեսված են տարբեր նպատակներով կոմունալ գծերի համակցված տեղադրման համար:

Քաղաքների ու գյուղական բնակավայրերի կառուցապատված տարածքներում ստորգետնյա հաղորդակցությունները (կոմունալ ցանցերը) տեղակայված են հիմնականում փողոցների ու ճանապարհների լայնակի պրոֆիլներում, մայրերի ու բաժանարար շերտերի տակ:

Արդյունաբերական ձեռնարկություններում ու հանգույցներում կոմունալ ցանցերը տեղադրվում են տեխնիկական շերտերում՝ ապահովելով, որ դրանք զբաղեցնեն տարածքի ամենափոքր մակերեսները՝ կապված շենքերի ու շինությունների հետ:

Տարբեր նպատակներով ցանցերի համար, որպես կանոն, նախատեսված է ընդհանուր խրամուղիներում, թունելներում ու ջրանցքներում հաղորդակցությունների համատեղ տեղադրում: Միննույն ժամանակ արդյունաբերական ձեռնարկությունների տեղամասերում գերակշռում է կոմունալ ցանցերի տեղադրման վերգետնյա եղանակը:

Կոմունալ ցանցերի ստորգետնյա տեղադրումը, որպես կանոն, իրականացվում է ձեռնարկությունների ու արդյունաբերական ստորաբաժանումների նախագործարանային տարածքներում:

Մինչև 0,6 ՄՊա (6 կգս/սմ²) գազի ճնշմամբ դյուրավառ գազերի գազատարները տեղադրվում են այլ խողովակաշարերի ու կապի մալուխների հետ միասին:

Արդյունաբերական ձեռնարկություններում ստորգետնյա կոմունալ ցանցերը տեղադրվում են իրար զուգահեռ ընդհանուր խրամուղու մեջ, մինչդեռ կոմունալ ցանցերի միջև հեռավորությունը, ինչպես նաև այդ ցանցերից մինչև շենքերի ու շինությունների հիմքերը, ընդունվում են որպես նվազագույն թույլատրելի՝ ելնելով խցիկների տեղադրման չափից, այդ ցանցերում հորերի, այլ սարքերի տեղադրման ու վերանորոգման պայմաններից:

Գազատարները տարբեր նպատակներով ջրանցքներին կամ թունելներին հասելիս տեղադրվում են այդ կառույցների վերևով կամ տակով՝ ջրանցքների կամ թունելների արտաքին պատերի երկու կողմից 2 մ հեռավորության վրա: Մինչև 0,6 ՄՊա (6 կգս/սմ²) ճնշմամբ ստորգետնյա գազատարները կարող են անցկացվել պատյանով տարբեր նպատակների համար թունելների միջով:

Ոչ կառուցապատված տարածքներում ինժեներական հաղորդակցությունները ներկայացվում են առանձին մայրուղային խողովակաշարերով, վերգետնյա ու ստորգետնյա էլեկտրահաղորդման ու կապի գծերով: Հիմնական հաղորդակցությունների գտնվելու տեղերն ու նպատակը շատ դեպքերում որոշվում են ճանաչման սյուներով:

Ստորգետնյա կոմունալ ծառայությունների կառուցապատման ուսումնասիրություններն իրականացվում են շինարարության ընթացքում և դրանից հետո՝ նախքան խրամուղիները լցնելը:

Կատարողական հանույթի աշխատանքների ընթացքը ներառում է ստորգետնյա կառույցների կետերի կոորդինատների ու բարձրությունների հաշվարկը, ինչպես նաև կատարողական գծագրերի ու հատակագծերի կազմումը: Անհրաժեշտության դեպքում կազմվում են դրանց վրա գտնվող հաղորդակցությունների ու կառույցների կոորդինատների ու տեխնիկական բնութագրերի ցանկեր:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունները հանութագրելու համար հետազննական աշխատանքներ կատարելիս պետք է պահպանել ՀՀՇՆ 13.01-2022, ՄՆԻՊ 3.02.01-87, ՄՆԻՊ 3.05.04-85, ՄՆԻՊ III-41-76, ՄՆԻՊ III-42-80 պահանջները:

Կատարողական հանույթի ընթացքում կարելի է որոշել ստորգետնյա հաղորդակցությունների ու դրանց առնչվող կառույցների պլանային դիրքը.

- կառուցապատված տարածքում՝ հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերից ու հանությային հիմքի կետերից, ինչպես նաև մոտակա կապիտալ շենքերից ու շինություններից, թաղամասերի անկյուններից չափումներ, որոնց կոորդինատները որոշված են բևեռային եղանակով,

- ոչ կառուցապատված տարածքում՝ հիմնային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերից ու հանությային ընթացքների կետերից:

Կատարողական հանույթների ընթացքում ստորգետնյա հաղորդակցությունների նիվելիրացման ելակետային բարձունքային հիմք են I, II, III ու IV դասերի պետական նիվելիրացման ցանցի հենանիշներն ու դրոշմանիշները:

Հանութագրման ընթացքում պարտադիր ցույց են տալիս.

- հաղորդակցության առանցքի ծածկագծի կետերը (տեղադրված ուղու վերևի) յուրաքանչյուր 50 մ-ի վրա ուղիղ հատվածներում,

- տեղադրման շրջադարձի անկյունները, կորերի հիմնական կետերը (սկիզբը, մեջտեղն ու վերջը) հաղորդակցությունների տակի մեղմ թեքվածությունների դեպքում, կտրուվող ու բեկման կետերի պլանային ու բարձունքային դիրքը,

- դիտահորերի, հորերի ու խուցերի կենտրոնները,

- մուտքերի ու ելքերի առանցքների հատման կետերը շենքերի ու շինությունների արտաքին եզրերի հետ,

- ստորգետնյայից վերգետնյա հաղորդակցության անցման կետերի կենտրոններ (մալուխային սյուներ, կանգնակներ և այլն),

- հիմնական հաղորդակցության առանցքի հատման կետերը՝ միացման կամ ճյուղավորման առանցքի հետ,
- հանութագրվում են ստորգետնյա կամ դրան զուգահեռ տեղադրված հաղորդակցությունների առանցքների հատումները,
- առանցքների պատյանների սահմանային կետերը (պաշտպանիչ ծածկոցներ կամ դուկերներ),
- ուղեգծի առանցքից մինչև 50 մ հեռավորության վրա գտնվող շենքեր ու շինություններ, որոնք բացակայում են նախագծային հատակագծում,
- նիվելիրացման ցանցի հենանիշներ ու նշաններ:

Բացի դրանից՝ յուրաքանչյուր տեսակի ցանցի համար ստորգետնյա ցանցերի հետևյալ տարրերն ու մանրամասները հանվում և պատկերում են ուրվագծերում.

ջրամատակարարման ցանցերի միացման հատվածների կենտրոնները (առանցքի երկայնքով), ջրաչափական հանգույցները, օդային մխոցները, ջրի (այդ թվում՝ խմելու) ջրի հիմքերի կենտրոններն ու ոռոգման ծորակները, փականները, առանցքի փականները, հրշեջ հիդրանտները, կոնային հատվածներն ու խրոցակները, բոլոր տեսակի կանգնակների ու ընդարձակման հանգույցների արտաքին եզրային անկյունները,

կոյուղու ու ջրահեռացման, անձրևաջրերի մուտքի վանդակաճաղերի անկյունները, միացման հանգույցների կենտրոնները (առանցքի երկայնքով), վթարային ելքերը, ֆիլտրերը և այլն,

ջեռուցման ցանցերի երկայնքով (առանցքի երկայնքով) զոդված խողովակների միացումները, ընդարձակման հանգույցների անկյունները, շարժվող ու ամրագրված հենարանների կենտրոնները, հետադարձ խողովակի դիրքը շրջադարձերում ու խցերում, փականներում և այլ սարքերում, ինչպես նաև դրանց ուղեկցող բոլոր տվյալները, ցանցի ջրահեռացման դրենաժի ելքերը դեպի կոյուղի,

գազի ցանցերի, գազի միացման կետերի եզրային միացումների ու անկյունների կենտրոնները (առանցքի երկայնքով), ճնշման կարգավորիչները, հիդրավիլի փականները, կոնդենսացիոն կաթսաները, հսկիչ խողովակները, ընդարձակման հանգույցների անկյունները, կոնային միացումների ու խցանների անկյունները,

Բարձր լարման էլեկտրամատակարարման մալուխային ցանցերի միացումների կենտրոնները, ընդարձակման հանգույցների անկյունները, մալուխային պաշարների ուրվագծերը, սնուցող կայանների ու տրանսֆորմատորային ենթակայանների անկյունները, կրպակներն ու տուփերը,

հեռախոսային ցանցերի, հանգույցների կենտրոնները, բաշխիչ արկղերի անկյունները, պահարանները, անջատիչները, հեռախոսային խցիկները,

մալուխային ծածկույթների վրա, որոնք պաշտպանում են ստորգետնյա կառույցների էլեկտրական կոռոզիայից, կատողային կայանները, էլեկտրա-ջրահեռացման կայանքները, փականների բլոկները, գործիքավորումները, անողային հիմնավորման սխեմաները՝ էլեկտրողների, ներծծող մալուխների ու միացման կետերը ցույց տվող այլ սարքերի միջև հեռավորության պարտադիր նշմամբ:

Հանույթների գործընթացում որոշվում են նաև հիմնական տեխնիկական հետևյալ բնութագրերը՝

- հաղորդակցության անվանումը,
- դիտահորերի ու խցիկների նյութն ու չափերը,
- խողովակների, պատյանների, սիֆոնների նյութն ու տրամագիծը,
- ցանցային կցամասերի նշանակությունը (փականներ, մխոցներ, հրշեջ հիդրանտներ և այլն) ու կցամասերի տեսակը (եռակողմ, խաչեր, ուղիղ գնացող և այլն),
- ագույցների (մուֆտի) նյութն ու տեսակը,
- ընդարձակման հանգույցների տեսակը, նյութն ու չափերը,
- մեկուսացման նյութն ու հաստությունը,
- խողովակների եզրային կցամասերի (կապերի) բնութագրերը՝ զողված, վարդակ, կցորդիչ, եզր,
- կանգնակների նյութն ու չափերը,
- էլեկտրակոռոզիայից պաշտպանության տեսակը (էլեկտրադիֆուզիային, կատողային, պրոտեկտորային):

Բացի դրանից՝ որոշվում է.

կոյուղու ցանցերի համար անձրևաջրերի մուտքերի ու վանդակաճաղերի նյութն ու չափերը, ցանցի բնութագրերը (ինքնահոս կամ ճնշմամբ),

ջեռուցման ցանցերի համար տեղադրման տեսակը (կիսախողովակով կամ առանց կիսախողովակի), տեղադրման տեսակը, խողովակի պաշտպանիչ շերտի տեսակը,

գազի ցանցերում՝ գազի ճնշում,

մալուխային ցանցերի համար՝ մալուխի արտաքին տրամագիծն ու ապրանքանիշը, անվանական լարումը, բլոկում մալուխների քանակը, զբաղեցրած անցքերի քանակը, մալուխի պահուստի երկարությունը, բաշխիչ կետերի նյութն ու չափերը, տրանսֆորմատորային ենթակայաններն ու կրպակները.

քաղաքային հեռախոսային ցանցերի համար՝ մալուխի մակնիշն ու հզորությունը (զույգ լարերի քանակը), ալիքների ընդհանուր քանակը, հեռախո-

սային տուփերի ու մալուխային խողովակաշարերի նյութը, խողովակաշարում բլոկների քանակը, բլոկների ու ալիքների կտրվածքը,

ստորգետնյա ջրահեռացման համար՝ ջրահեռացման տեսակը (խորշ, կիսախողովակ, խողովակային դրենաժներ և այլն), կիսախողովակների նյութն ու կտրվածքը, փակ դրենաժների համար խրամուղու կտրվածքը, դրենաժների նյութն ու կտրվածքի տեսքը, դիտահորի նյութն ու խողովակի ներծծման ու խողովակների պատյանների տրամագիծը, ֆիլտրի նյութը, լայնակի կտրվածքն ու փակ կոլեկտորի նյութը:

Հանույթի բնորոշ կետերի (տարրերի) հետազոտությանն անպայմանորեն ուղեկցվում է ծավալային չափումներով ու հետազոտվող կետերի միջև հեռավորությունների չափմամբ:

Դիտահորերի ներքին չափերի չափումները կատարվում են ± 10 մմ ճշտությամբ: Խողովակների տրամագիծը չափվում է ± 10 մմ ճշտությամբ:

Ստանդարտ դիտահորերը և խցիկները ենթակա չեն չափման:

Բոլոր դիտահորերում պետք է որոշվեն կենտրոնախախտությունը, այսինքն. դիտահորի կափարիչի կենտրոնի և ջրհորի կենտրոնի միջև տարբերությունը և կողմնորոշությունը:

Բնակելի տարածքներում ստորգետնյա ցանցերի և դրանց կառուցվածքների դիրքը որոշվում է կապիտալ կառույցներից հետևյալ եղանակներով՝ ուղղագծերով, բևեռային և ուղղահայացների եղանակներով:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունների ու կառույցների տարրերը որոշվում են հիմնային կամ հանութային ցանցից՝ օգտագործելով հետևյալ՝ գծային հատումների, բևեռային, ուղղահայացների եղանակները:

Առավելագույն թույլատրելի հեռավորությունները հիմնային ու հանութային ցանցի կետերից մինչև ստորգետնյա ցանցերի ու կառույցների ուրվագծերը բերված են Աղյուսակ 7.12-ում: Ստորգետնյա հաղորդակցությունների պլանային դիրքը որոշելիս, եթե պայմանները թույլ են տալիս, խրամուղիների հատակի երկայնքով տեղադրվում են թեղողլիտային ընթացքներ:

Աղյուսակ 7.12.

Հանույթի պայմանները

Հեռավորությունների որոշման եղանակներ	Ստորգետնյա ցանցերի ու կառույցների ուրվագծերի առավելագույն հեռավորությունները, մ
Չափումները.	
Ժապավենով	120
օպտիկական հեռաչափով	80
էլեկտրոնային տախտմետրով	400

Կատարողական ուղղաձիգ հանույթների ժամանակ որոշվում է հետևյալ բնորոշ կետերի (տարրերի) բարձունքային դիրքը՝

- գծային կառույցների համար (խողովակաշարեր ու մալուխներ),
- բեկման անկյուններ (դիտահորերից դուրս),
- շենքերի ու շինությունների պատերի արտաքին եզրերի մուտքերի ու ելքերի կետերը,
- ստուգողական կետեր կապի ուղիղ հորիզոնական հատվածներում յուրաքանչյուր 50 մ-ի վրա,
- հատակագծի ու բարձրության բեկումների ու թեքությունների տեղերը,
- միացումների, ճյուղավորումների ու դուրս եկող կետերի վրա,
- հաղորդակցությունների ստորգետնյա դիրքից վերգետնյա անցման տեղերը,
- կետեր այն տեղամասերում, որտեղ փոխվում են թեքություններն ու հաղորդակցության հատվածները,
- սարքերի ու սարքավորումների միջով,
- բոլոր հաղորդակցությունների համար դիտահորերի ու խցիկների պատյանը (օղակը), հատակն ու դրանց կից մակերևույթը,
- ջրամատակարարման ու գազատարների համար հորերի խողովակների վերին մասը,
- կոյուղու համար գետնանցքների ու դիտահորերի հատակը (մուտք ու ելք), խողովակների հատակը ելքերում, ջրհորով անցնող այլ նպատակներով խողովակաշարերի վերին մասը,
- ջերմամատակարարման համար խցիկների մակերեսն ու հատակը, մուտքային ու ելքային խողովակների վերին մասը, թունելների ստորին ու վերին մասը,
- թունելների, բլոկների ու դյուկերների համար վերնից ու ներքևից՝ խաչմերուկների և թեքությունների փոփոխման տեղերում, կառույցների մուտքերում ու ելքերում:

0,001-ից ավելի թեքություն ունեցող ցանցերի համար հորատանցքերի տարրերի (հորի ներքևի մաս, խողովակների վերն և այլն) բարձրությունները որոշելը (բացառությամբ կոյուղու ցանցի) կարող է իրականացվել գեոդեզիստների կողմից՝ օգտագործելով չափաձող կամ հատուկ զոնդով (շուպով) ջրհորի պատյանից, կատարելով չափաձողի կամ զոնդի թեքության ուղղում:

Նախկինում կառուցված ստորգետնյա հաղորդակցությունները, որոնք բացահայտվել են շինարարության ընթացքում, հատվելով կամ կառուցվողների հետ անցկացվել են, հանութագրվում են նույն մանրամասնությամբ, ինչպես կառուցվողները:

Խրամուղի լցնելուց հետո ուղեգծի վերևում գտնվող ուղղաձիգ հատակագծի բնորոշ կետերը պետք է վերցվեն, և գրանցվեն գրունտի բնութագրերը:

Կատարողական հանույթն ավարտից հետո կազմվում է կատարողական գծագիր, որում ներառվում է կառույցի շահագործման ընդունման ակտին կից պարտադիր տեխնիկական փաստաթղթերում՝ որպես հիմնական փաստաթղթերից մեկը: Կատարողական գծագիրը պարունակում է տեղեկատվություն, որը բնութագրում է կառուցված կառույցի համապատասխանության աստիճանը նախագծին: Այն բաղկացած է ուղեգծի կատարողական հատակագծից ու ուղեգծի կատարողական պրոֆիլից:

Կախված կառույցի բնույթից՝ կատարողական գծագրերի կազմը կարող է լրացվել այլ տվյալներով:

Կատարողական հատակագիծը կազմվում է տեղագրական հատակագծի կրկնօրինակով կամ նոր՝ 1:500 մասշտաբի հիմքով. 1:200 մասշտաբով կազմվում է բացառիկ դեպքերում: Զարգացման ցանցերի համար այն կարող է կազմվել նախագծային ուղեգծի հատակագծի պատճենի օրինակի վրա:

Կատարողական հատակագծերում պայմանական նշաններով ցույց են տրվում բոլոր կառույցներն ու դրանց տարրերը:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունների կատարողական հատակագծերում ցույց են տալիս.

- ստորգետնյա հաղորդակցությունների ու կառույցների առանցքներն ու սարքավորումների ուրվագծերը (հորեր, խցիկներ, բաշխիչ պահարաններ, հեռախոսային խցիկներ և այլն),

- դիտահորերը, խցիկները, շրջադարձի անկյունները կապակցում մշտական կողմնորոշիչներին,

- խողովակների պաստառի երկարությունը, տրամագիծն ու նյութը հորատանցքերի կամ շրջադարձային անկյունների միջև ընկած հատվածները, իսկ մալուխների համար՝ դրանց երկարությունը, քանակն ու կտրվածքը,

- շենքերի համարները՝ նշելով հարկերի քանակն ու նպատակը,

- կառուցապատ տարածքների կարմիր գծերը, մայթերի գծերը, փողոցների ու ծառուղիների անվանումները, որոնցով անցնում են ստորգետնյա հաղորդակցությունները,

- նիվելիրացման ցանցի հենանիշներն ու դրոշմանիշները՝ նշելով դրանց համարներն ու նիշերը:

Ցանցի ոչ տիպիկ կամ առանձնապես բարդ կառուցվածքներում, օրինակ՝ հատուկ դիտահորեր, շրջադարձային դիտահորեր և այլն, գծվում են ուղեգծի կատարողական հատակագծի ավելի խոշոր մասշտաբով (1:20-1:100), իսկ եթե կան ավելի մեծ թվով նման կառույցներ, ապա՝ առանձին բացատրությամբ:

Կատարողական երկայնակի պրոֆիլի կազմման սկզբնական հիմքը նախագծային պրոֆիլի պատճենն է: Կատարողական երկայնական պրոֆիլները կազմվում են հետևյալ մասշտաբներով՝

- հորիզոնական՝ 1:500 կամ 1:200 (կախված կատարողական հատակագծի մասշտաբից,

- ուղղաձիգը՝ համապատասխանաբար 1:50 կամ 1:20:

Կատարողական երկայնական պրոֆիլները կազմվում են ստորգետնյա բոլոր հաղորդակցությունների համար՝ բացառությամբ մալուխային ցանցերի: Կապի կառուցված հատակագծերի վրա դրանց ուղղաձիգ դիրքը բնութագրելու համար բացարձակ բարձունքային նիշերը գրվում են կոտորակի տեսքով, որի համարիչը հողի կամ ճանապարհի մակերևույթի նիշերն են, իսկ հայտարարը՝ մալուխի վերնի նիշը: Բացարձակ նիշերը գրվում են նաև այն տեղերում, որտեղ փոխվում են մալուխի անցման խորությունն ու ուղեգծի մակերևույթի պրոֆիլը, բայց ոչ պակաս, քան յուրաքանչյուր 50 մ:

Հեռախոսային կամ էլեկտրական մալուխային կոյուղու հորերի բնութագրերը տրվում են ուղեգծի կատարողական պլանի դաշտերում՝ դուրսգրումներով (բացարձակ նիշերով):

Կատարողական պրոֆիլում ցույց են տրվում.

- հողի կամ ճանապարհի մակերևույթի փաստացի ու նախագծային նիշեր (սև ու կարմիր նիշեր),

- ստորգետնյա խողովակաշարերի նախագծային ու փաստացի նիշեր,

- բոլոր դիտահորերն ու խցիկները, մուտքերը, ելքերը, գազի կամերաները և այլն,

- խողովակների տրամագիծը, նյութն ու դրանց երկարությունը,

- ջրհորի հատակի նիշերը,

- խողովակների թեքությունները,

- դիտահորերի միջև հեռավորությունները, խողովակի տրամագծի, պրոֆիլի կամ թեքության փոփոխության կետերը, կառուցվածքի շրջադարձի անկյունները և այլ բնորոշ կետեր,

- ստորգետնյա կառույցի ուղեգիծը հատող բոլոր խողովակների ու մալուխների ուղղահայաց դիրքը, ներառյալ չգործողները՝ նշելով նպատակը, պաշտպանիչ շերտի առկայությունը և դրանց լրիվ բնութագրերը (նյութ, տրամագիծ),

- կառույցի հիմքի կոնստրուկցիան:

Միատեսակ լայնակի կտրվածքի բոլոր անցումային ու ոչ անցումային ջրանցքներով, միատեսակ կտրվածքի կոնստրուկցիայով թունելներով միատեսակ տեղադրմամբ անցնող խողովակի կամ մալուխի ամբողջ երկարու-

թյամբ (երկայնական պրոֆիլի վերևում) գծվում են կառուցվածքների լայնակի կտրվածքը:

Հաղորդակցման ստորգետնյա ուղիների կատարողական հանույթի կատարված աշխատանքների արդյունքում ներկայացվում են հետևյալ նյութերը.

- թեղորդիտային նիվելիրացման ընթացքների սխեմաները,
- ստորգետնյա կառույցի հանույթի ուրվագծերը,
- անկյունների չափման ու նիվելիրացման մատյանները,
- կոորդինատների ու բարձրությունների հաշվարկման տեղեկագրերը,
- կոորդինատների ցանկը:

Ստորգետնյա կոմունալ տնտեսությունների հետազոտումը, կախված ստեղծվող հատակագծերի նպատակից, տարածքի բնույթից ու ցանցերի խտությունից, կարող է իրականացվել $1:5000 \div 1:500$, իսկ որոշ դեպքերում՝ $1:200$ մասշտաբով:

Ստորգետնյա հաղորդակցությունների գեոդեզիական աշխատանքներ իրականացնելու համար պետք է նորից ստեղծվի կամ օգտագործվի գոյություն ունեցող պլանային ու բարձունքային գեոդեզիական հիմքը, որը ստեղծվել է եռանկյունավորման, տրիլատերացիայի, պոլիգոնումետրիական եղանակներով (ներառյալ կոորդինատների որոշումը GNSS ընդունիչների միջոցով) ու նիվելիրացման հիմնակետերի ցանցով, ինչպես նաև հանութային հիմքի ցանցերով:

Գոյություն ունեցող ստորգետնյա հաղորդակցությունների հանութային իրականացվում է առկա հետազոտական նյութերի բացակայության, կորստի կամ անբավարար ամբողջականության ու ճշտության դեպքում: Այս դեպքում հանութագրման համար ստորգետնյա հաղորդակցությունները նախ հայտնաբերվում են փորելով (շուրփելով) կամ հատուկ որոնման սարքերի՝ խողովակամալուխային որոնիչների միջոցով (ուղեգծաորոնիչներ):

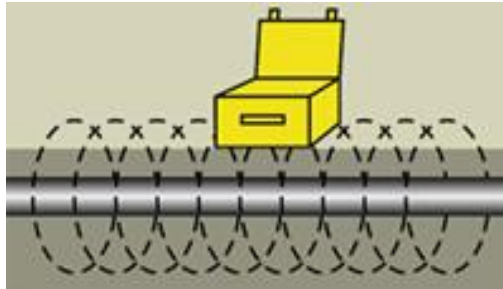
Շուրփերի եղանակը բավականին թանկ է, ավելին՝ այն չի երաշխավորում ստորգետնյա հաղորդակցությունների տեղակայման որոշումը բացթողումներից ու սխալներից:

Ներկայումս ստորգետնյա հաղորդակցությունների որոնման հատուկ սարքերը խողովակամալուխային որոնիչները, լայնորեն օգտագործվում են ստորգետնյա հաղորդակցությունների որոնման ու գտնվելու տեղը որոշելու համար: Այս սարքերը կառուցված են ինդուկտիվ սկզբունքներով և բաղկացած են երեք հիմնական բաղադրիչներից՝ ձայնային հաճախականության գեներատոր, ընդունող սարք՝ որոնման միացմամբ (ալեհավաք) ու ցուցիչ (ինդիկատորային) մաս՝ ականջակալներ, ինչպես նաև էներգիայի աղբյուր: Սարքերը նախատեսված են մետաղական խողովակաշարերի ու մալուխային գծերի պլանային դիրքն ու խորությունը որոշելու համար:

Գործողության սկզբունքը՝ ինդուկցիոն եղանակ (Նկ. 7.23): Ստորգետնյա հաղորդակցությունների որոնման ինդուկտիվ եղանակը հիմնված է էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի սկզբունքի վրա:

Ակտիվ որոնման ռեժիմում գեներատորը զոնդավորման ազդանշանի աղբյուր է, որը միացված է որոնվող ուղեգծին և ստեղծում է մագնիսական դաշտ դրա շուրջը:

Որոշվող ուղեգծի հետ անկոնտակտային միացման հնարավորությունն ապահովելու համար գեներատորը հագեցվում է հեռակառավարվող ինդուկտորով:



Նկ. 7.23. Որոնման ինդուկտիվային մեթոդ

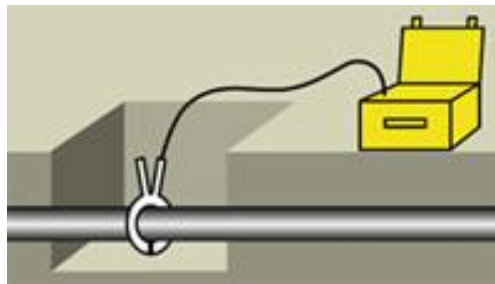
Ընդունիչն ունի որոնման ալեհավաք և ծառայում է հողի կամ պատի մակերևույթից ուղեգծի մագնիսական դաշտը գրանցելու համար: Ուղեգծից արձակված գեներատորի ազդանշանը լսվում է օպերատորի գլխի ականջակալների միջոցով և/կամ գրանցվում է ընդունիչի ինդիկատորում: Ալեհավաքի կողմնորոշմամբ պարզ ձեռնածությունները (մանիպուլյացիաները) թույլ են տալիս արագ որոշել ուղեգծի գտնվելու տեղն ու ուղղությունը, ինչպես նաև որոշել ուղեգծի տեղադրման խորությունը՝ տեղայնացնելով (լոկալացնել) վնասված տեղը:

Պասիվ որոնման ռեժիմում առանց գեներատորի օգտագործման ընդունիչը կարող է օգտագործվել տեխնիկական փոփոխական հոսանքի ցանցերի ու ռադիոհաղորդումների վերահսկման համար:

Կոնտակտային եղանակ (Նկ. 7.24): Կոնտակտային եղանակը թույլ է տալիս ճշգրտորեն որոշել ուղեգծի գտնվելու տեղն ու պաշտպանիչ մեկուսացման հնարավոր վնասը: Այս եղանակով գեներատորը զոնդային ազդանշանի աղբյուր է, որը միացվում է որոնվող ուղեգծին և ստեղծում է հոսանքի արտահոսք այն տեղերում, որտեղ վնասված է մալուխի մեկուսացումը: Այս եղանակի իրականացման համար որոշ ընդունիչներ հագեցված են հատուկ կոնտակտային զոնդերով (շուպերով), որոնք թույլ են տալիս չափել քայլային լարումը (արտահոսքի հոսանքները) ուղեգծի երկայնքով: Օպերատորը, շարժվելով ուղեգծի երկայնքով ու պարբերաբար զոնդերով դիպչելով գետ-

նին, ինդիկատորի սլաքով գրանցում է քայլի լարումը, որը մեծանում է, երբ նա մոտենում է վնասվածքի տեղին: Վնասվածքի անմիջական մոտակայքում քայլի լարումը կլինի առավելագույնը:

Գոյություն ունեցող ինժեներական հաղորդակցությունների հանութագրման գրասենյակային աշխատանքը հիմնականում բաղկացած է հատակագծերի կազմումից, որոնց վրա գրվում են ինժեներական հաղորդակցությունների հիմնական տեխնիկական բնութագրերը: Անհրաժեշտության դեպքում կազմվում են ինժեներական հաղորդակցությունների առանձին տեսակների համար հատակագծեր, ինչպես նաև տեղեկատու կամ պատկերային բնույթի սխեմաներ ու չափումների գծագրեր:



Նկ. 7.24. Կոնտակտային մեթոդ

7.9. Շելֆի ու ներքին ջրերի հանութագրում

Ջրային տարածքներում տեղագրագեոդեզիական աշխատանքներ են տարվում ջրային տարածքների ու ներքին ջրային շելֆերի հանութագրման՝ ջրավազանների հատակի տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծման նպատակով:

Շելֆերի ու ներքին ջրային տարածքների տեղագրական քարտեզներն ու հատակագծերը իրենց սովորական պատկերացումներով տեղագրական քարտեզների ու հատակագծերի տեսակ են և ստեղծվում են ջրային տարածքների բնական ռեսուրսներն ուսումնասիրելու, շահագործելու ու պահպանելու նպատակով: Դրանք մանրամասն ցուցադրում են լանդշաֆտների հիմնական առանձնահատկություններն ու առափնյա գոտու, հատակի ու ծածկող ջրերի տնտեսական զարգացման արդյունքները, ինչը հնարավորություն է տալիս որոշելու օբյեկտների պլանային ու բարձրության դիրքը:

Հակիրճ լինելու համար «քարտեզ» եզրույթը, որը գործածվում է առանց լրացուցիչ որակավորման, վերաբերում է շելֆերի հատակի, լճերի, ջրամբարների և այլ ջրածածկերի մակերևույթի տեղագրական քարտեզներին ու հատակագծերին:

Նման քարտեզները ցամաքների տեղագրական քարտեզների շարունակությունն են և կազմվում են ըստ ճշտության, բովանդակության ու ձևակերպման միասնական պահանջների, որոնք սահմանված են ցամաքային քարտեզների ստեղծման համար գործող նորմատիվ-տեխնիկական ակտերով և դրանց հետ համաձայնեցված պահանջներով շելֆերի ու ներքին ջրածածկ տարածքների քարտեզներով:

Շելֆը (անգլ.՝ shelf, մայրցամաքային շելֆ, մայրցամաքային ծանծաղուտ) մայրցամաքի ստորջրյա եզրի հավասարեցված մաս է, որը հարում է ցամաքին և բնութագրվում է դրա հետ ընդհանուր երկրաբանական կառուցվածքով: Շելֆի սահմաններն են ծովերի կամ օվկիանոսների ափերը և, այսպես կոչված, եզրը (ծովի հատակի մակերևույթի կտրուկ թեքում՝ անցում դեպի մայրցամաքային լանջին): Վերևի եզրից խորությունը մոտ է 100-200 մ-ի (բայց որոշ դեպքերում հասնում է 500-1500 մ-ի, օրինակ՝ Օխոտսկի ծովի հարավային մասը Նոր Զելանդիայի շելֆի եզրն է):

Շելֆի ռելիեֆը հարթ է, փոքր թեքություններով, կան անկանոնություններ՝ կղզու սարահարթերի ու իջվածքների տեսքով: Շելֆերի ընդհանուր մակերեսը կազմում է համաշխարհային օվկիանոսի տարածքի 8 %-ը, որից մեկ չորրորդը պատկանում է Ռուսաստանի Դաշնությանը:

Ի տարբերություն գետային գեոդեզիական չափումների՝ շելֆը հանութագրելիս անհրաժեշտ է ուսումնասիրված ջրային հսկայական տարածքի վրա չափել խորությունները, ինչպես տեղագրական վերգետնյա հանութագրման գործընթացում որոշվում են մեծ թվով նշակետերի պլանային ու բարձունքային դիրքը: Բայց եթե տեղագրողը կարող է ազատորեն ընտրել տեղանքի բնորոշ կետերը քարտեզի վրա հետագա տեղադրման համար, ապա ստորջրյա ռելիեֆը դիտորդից բաժանվում է ջրի անթափանց շերտով: Հետևաբար ծովի խորությունը չափվում է կետերի նախապես պլանավորված ցանցի միջոցով, որոնց թիվը կախված է ռելիեֆի ակնկալվող բարդությունից:

Շելֆի հանութային գեոդեզիական հիմքն ապահովում են ափի երկայնքով ստեղծված պետական գեոդեզիական ցանցերը եռանկյունավորման, պոլիգոնումետրիայի ու տրիլատերացիայի եղանակներով:

Ներկայումս արբանյակային եղանակներով կառուցվում է շելֆերի ու ջրամբարների գեոդեզիական հիմնային ցանց: Ցանցի կետերը նշվում են գետնի վրա սիգնալներով, բուրգերով ու քարե տորերով: Ափամերձ գոտում խորությունների չափման կետերի կոորդինատավորումն իրականացվում է ափամերձ գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերից թեոդոլիտով՝ կիրառելով ուղիղ ու հակադարձ հատումների եղանակները: Երբ նավը զգալիորեն հեռանում է ափից, նրա դիրքը որոշվում է ռադիոգեոդեզիական համակարգերի

(RGS)՝ իմպուլսային ու ֆազային ռադիոհեռարձակման որոնիչների միջոցով, սակայն արբանյակային տեխնոլոգիաների ներդրմամբ նպատակահարմար է խորությունների չափման կետերի կոորդինատները որոշելու համար օգտագործել արբանյակային նավարկման GLONASS ու GPS համակարգերը:

Հանույթի արդյունքները շարունակաբար տեղադրվում են աշխատանքային պլանշետների վրա, որոնց տվյալների հիման վրա հետագայում կազմվում են շելֆերի քարտեզները՝ համաձայն հիդրոգրաֆիական ծառայության գործող հրահանգների. նավի գտնվելու վայրը որոշելու միջին քառակուսային սխալը չպետք է գերազանցի հանույթի մասշտաբի 1,5 մմ-ը, իսկ աշխատանքային պլանշետի վրա չափման կետերի միջև առավելագույն հեռավորությունը՝ 3-4 սմ-ը:

Խորության չափումները կատարվում են ծովի ջրի մակերևույթից, որը մշտական տատանումներում է: Հետևաբար խորությունները մեկ զրոյական կետի հասցնելու համար, չափման աշխատանքներին զուգահեռ, ջրի մակարդակի դիտարկումներն իրականացվում են ծովի մակարդակի գրանցիչներ (ՄՄԳ) կոչվող գործիքների միջոցով: Շելֆի հանույթին առնչվող այլ աշխատանքների շարքում են հատակի գրունտի ու ծովի ջրի նմուշների առանձնացումը, ծովային հոսանքների արագության չափումն ու երկրաֆիզիկական դիտարկումները:

Ռուսաստանի Դաշնությունում շելֆերի տեղագրական քարտեզների համար ընդունվել է Գաուս-Կրյուգերի պրոյեկցիան՝ ստանդարտ նոմենկլատուրայով: Հիմնական քարտեզի մասշտաբը 1:25000 է: Հանքային ռեսուրսների ինտենսիվ զարգացման ու զարգացման գոտիները հանութագրվում են 1:5000 ու 1:2000 մասշտաբներով, Արկտիկական ծովերի դժվարամատչելի տարածքները՝ 1:50000 մասշտաբով, որին հաջորդում է ավելի փոքր մասշտաբով քարտեզների կազմումը: Շելֆերի քարտեզների ներքևի ռելիեֆը պատկերվում է որպես հորիզոն: Ռելիեֆի հատվածի բարձրությունը, ինչպես ցամաքում, որոշվում է հանույթի մասշտաբով ու ռելիեֆի բնույթով:

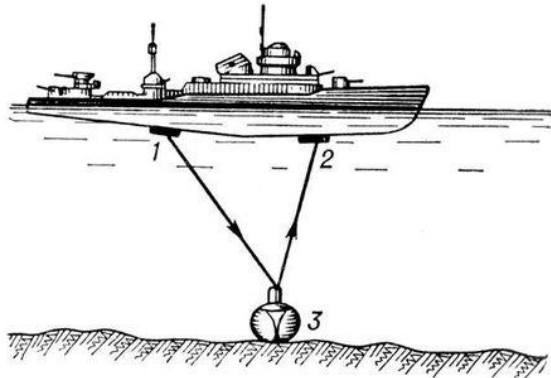
Ռելիեֆ հանութագրման գործիքներ: Ջրային ավազանների հատակի հանութագումն իրականացվում է տարբեր մոդելների ու կառուցվածքների էխոլոտների միջոցով: Այս սարքի բնութագիրը կարելի է ներկայացնել «EM710» հիդրոգրաֆիական էխոլոտի օրինակով:

«EM710» բազմաճառագայթային հիդրոգրաֆիական էխոլոտը նախատեսված է բարձր լուծաչափով շելֆերի տեղագրական հանույթների ստեղծման համար: Սա ծովի հատակի քարտեզագրման բարձր ճշտության, բարձր լուծաչափի համակարգ է, որը համապատասխանում է ներկայիս բոլոր չափորոշիչներին: Էխոլոտի կոնֆիգուրացիան կարելի է կառուցել օգտագործո-

դի առաջադրանքներին համապատասխան, և թույլ է տալիս ընտրել համակարգի ինչպես ճառագայթի լայնության, այնպես էլ ճառագայթման ռեժիմը:

Նվազագույն հեռավորության որոշման միջակայքը (խորությունը) վիթրատորներից 3 մետր է: Խորության որոշման առավելագույն տիրույթը (խորությունը) մոտավորապես 2000 մետր է՝ մասամբ կախված ալեհավաքի չափսից: Տեսադաշտի շրջանակը (արտաքին ճառագայթների միջև հեռավորությունը) համապատասխանում է 5,5 *h* արժեքի (որտեղ *h*-ը խորությունն է) և կարող է լինել ավելի քան 2000 մետր:

Հիմքը 1 հաղորդիչն է (Նկ. 7.33), որը ձայնային իմպուլսներ է ուղարկում պահանջվող ուղղությամբ, ինչպես նաև ստանում է անդրադարձված իմպուլսներ. եթե ուղարկված իմպուլսն իր ճանապարհին հանդիպում է ստորին մակերևույթին կամ որևէ առարկայի՝ 3-ին, դրանից անդրադարձվում է:



Նկ. 7.33. Էխոլոտի աշխատանքի սկզբունքը

Չափելով իմպուլսն ուղարկելու ու անդրադարձված ազդանշան ստանալու միջև ընկած ժամանակահատվածը՝ կարող եք որոշել որոշվող օբյեկտի հեռավորությունը:

EM710 համակարգը գործում է 70 կՀց-ից մինչև 100 կՀց հաճախականությունների միջակայքում: Արձակվող իմպուլսը, ըստ հաճախականության, բաժանված է երեք հատվածի, ինչը թույլ է տալիս մեծացնել խորության չափման տիրույթը, ինչպես նաև ճնշման միջամտությունը, որը առաջանում է ծովի հատակից կամ այլ առարկաներից ազդանշանի բազմակի անդրադարձություններից: Յուրաքանչյուր իմպուլսի ներսում երեք հաճախականության սեկտորները հաջորդաբար արձակվում են, և յուրաքանչյուր հատված բնութագրվում է առանձին հաճախականություններով կամ ալիքային ձևերով:

Համակարգն օգտագործում է ճառագայթի երկու ուղղությունների ֆոկուսավորում (կենտրոնավորում), ինչպես արձակման, այնպես էլ ընդունման ժամանակ, ինչը հնարավորություն է տալիս առավելագույն լուծաչափով

ստանալու հատակի ռելիեֆի ուսումնասիրված հատվածի տարրերը: Նախորդ հաղորդագրած արդյունքները հիմք են հաջորդ հաղորդագրման համար ֆոկլուսավորման ալգորիթմի կիրառման համար, իսկ ֆոկլուսավորումը գործածվում է յուրաքանչյուր հատվածի հաճախականության համար առանձին: Բոլոր ստացված ճառագայթների համար մշտապես օգտագործվում է դինամիկական ֆոկլուսավորման քայլաշարը: Էլեկտրոնիկայի օգնությամբ բոլոր արձակվող իմպուլսները կայունացվում են նավի տատանման, բարձրության ու ուղղաձիգ շարժման միջոցով: Ստացված ճառագայթները կայունացվում են բորտային տատանումներով:

ԳԼՈՒԽ 8

ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՆՇԱՀԱՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ

8.1. Շինարարության համար նշահարման աշխատանքների կազմն ու սկզբունքները

Շինարարությունում գեոդեզիական աշխատանքներն իրականացվում են շինարարության համար կարգավորող ու տեխնիկական փաստաթղթերին համապատասխան: Նման փաստաթղթերը, ինչպես նշվեց ավելի վաղ, հետևյալն են՝ «Շինարարության կանոններ», «Շինարարական նորմեր և կանոններ» (ՇՆԿ), «Պետական ստանդարտներ» (ԳՕՍՏ), «Տեխնիկական պայմաններ» (ՏՊ) և այլ հրահանգներ ու ուղեցույցներ: Այս փաստաթղթերում նշվում են գեոդեզիական աշխատանքի եղանակներն ու մեթոդները, դրանց ճշտությունը շինարարության փուլերի, կառույցների տեսակների ու դրանց առանձնահատկությունների համար:

Շինհրապարակում գեոդեզիական աշխատանքների շրջանակը որոշվում է «ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարությունում», ինչպես ՀՀ ԿԿ 11-101-2026. «Ինժեներագեոդեզիական հետազննություններ» փաստաթղթերով և կախված է կառույցի բնույթից ու չափերից, բարձրությունից ու կոնստրուկտուրային առանձնահատկություններից: Տարբերվում են նաև չափումների ճշտությունն ու կառույցները:

Առանձին կանգուն կառույցի շինարարության համար ստեղծվում են շենքի, այսպես կոչված, արտաքին ու ներքին նշահարման ցանցերը:

Եթե ձեռնարկություններն ու շենքերի խմբերը զբաղեցնում են զգալի տարածքներ, օրինակ՝ ավելի քան 100 հազար մ² կամ ավելի քան 1 կմ², ապա դրանց կառուցման համար կիրառվում են շինհրապարակի հատուկ նշահարման ցանցեր: Այս նշահարման ցանցերը շինարարության գեոդեզիական նշահարման հիմքն են: Այս հիմքի կետերից տեղանք են տեղափոխվում շենքերի ու շինությունների գլխավոր կամ հիմնական առանցքները, հիմնական և այլ գծային կառույցները, իրականացվում են նաև շենքի մանրամասն նշահարում ու տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժում:

Շինարարությունում գեոդեզիական աշխատանքները ներառում են շենքերի (շինությունների) երկրաչափական պարամետրերի ճշտության մշտադիտարկում ու կատարողական հանույթներ ավարտական գեոդեզիական փաստաթղթերի պատրաստմամբ, առանց որի կառույցը չի կարող շահագործվել: Աշխատանքի որոշակի տեսակի արտադրության ճշտության ստան-

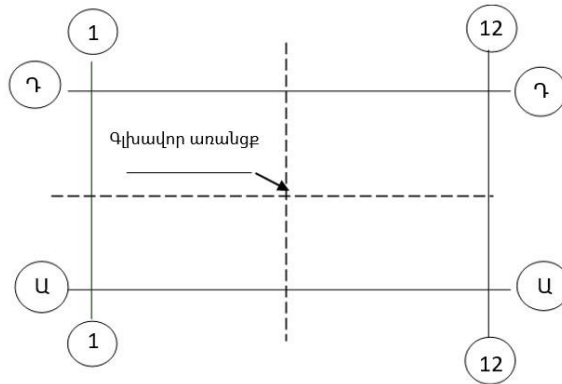
դարտները կարգավորվում են այնպիսի ստանդարտներով, ինչպիսին ԳՕՍՏ 26433.2-94. «Երկրաչափական պարամետրերի ճշտության ապահովման համակարգ շինարարությունում. Շենքերի և շինությունների պարամետրերի չափումների կատարման կանոններ» ստանդարտն է:

Շինարարության համար գեոդեզիական աշխատանքների անբաժանելի մասն են նաև շենքերի հիմքերի նստվածքներն ու ձևախախտումները, այնպես էլ կառուցապատման շրջակա կառուցված կառույցների գեոդեզիական դիտարկումները: Կառույցների ձևախախտումների գեոդեզիական չափումների ճշտության մեթոդներն ու պահանջները սահմանվում են ԳՕՍՏ 24846-19. «Գրունտներ. Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակերի ձևախախտումների չափման մեթոդներ» ստանդարտով:

Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարական արտադրության տեխնոլոգիական գործընթացի անբաժանելի մասն են, և դրանք իրականացվում են տվյալ շինհրապարակի միասնական ժամանակացույցի համաձայն՝ պայմանավորված ընդհանուր շինարարության, նշահարման ու այլ աշխատանքների ժամանակով:

Ամփոփելով գեոդեզիական աշխատանքների համալիրը շինհրապարակում՝ կարող ենք առանձնացնել հետևյալ փուլերը՝

- շինհրապարակի նշահարման հիմքի կառուցում,
- կառույցի գլխավոր և (կամ) հիմնական առանցքների նշահարում ու ամրացում,
- զրոյական ցիկլի գեոդեզիական նշահարման աշխատանքներ՝ շենքի ստորգետնյա հատվածի կառուցում (փոստրոկ, ցցասյուների դաշտ, հիմք, ավտոտնակներ ու ստորգետնյա այլ շինություններ, դրանց ծածկեր),
- ստորգետնյա կոմունալ ուղեգծերի պլանային ու բարձունքային դիրքի անցկացում,
- գեոդեզիական աշխատանքներ շենքի վերգետնյա մասի կառուցման ժամանակ (շենքի ներքին նշահարման ցանցի կառուցում սկզբնական հորիզոնում, նշահարման առանցքների ու նիշերի տեղափոխում վերադիր մոնտաժային հորիզոններ, նշահարման առանցքների կառուցում մոնտաժային հորիզոնների վրա, կոնստրուկցիաների տեղադրման մանրամասն նշահարում, տեղադրված կոնստրուկցիաների ստուգում),
- ուղղաձիգ պլանավորման նախագծի իրականացում (ճանապարհներ, հարթակներ, լիցքեր, փորվածքներ և այլն):



Նկ. 8.1. Կառույցի առանցքները

Գրեթե բոլոր թվարկված աշխատանքներն ուղեկցվում են ինչպես կատարողական հանույթներով, այնպես էլ կառույցի փաստաթղթերի պատշաճ ձևակերպմամբ:

Ինժեներական կառույցի նախագծման երկրաչափական հիմքը նրա երկայնական ու լայնակի առանցքներն են, որոնց համեմատ կառուցվածքային տարրերի տեղակայման բոլոր նախագծային չափերը տրված են աշխատանքային գծագրերում: Տարբերվում են գլխավոր ու հիմնական նշահարման առանցքները (Նկ. 8.1):

Գծային կառույցների հիմնական առանցքները դրանց երկայնական առանցքներն են, շենքերի համար՝ դրանք սիմետրիկության կամ ավելի հաճախ արտաքին պատերի ընդհանուր առանցքները:

Հիմնական առանցքները կառույցի առավել կրիտիկական մասերի առանցքներն են (ագրեգատներ, տեղակայանքներ, փոխակրիչներ, կրող կառուցվածքային տարրեր և այլն): Կառույցների օժանդակ ու մոնտաժային առանցքները կապված են գլխավոր ու հիմնական առանցքներին: Գծագրերում առանցքները ներկայացվում են ընդհատվող գծերով և նշանակված տառերով ու թվերով, որոնք դրվում են շրջանագծերում:

Կառույցի կառուցվածքային տարրերի բարձրությունները սահմանվում են սովորական մակերևույթի նկատմամբ առաջին հարկի մաքուր հատակի մակերևույթից և նշվում են դեպի վերև պլյուս նշանով, դեպի ներքև՝ մինուս նշանով:

Կառույցների նշահարումն իրականացվում է երեք փուլով: Առաջին փուլում իրականացվում է նշահարման հիմնական աշխատանքը, որը բաղկացած է տեղանքում կառույցի գլխավոր կամ հիմնական առանցքների նշահարումից: Տեղանք տեղափոխված առանցքներն ամրացնում են նշաններով:

Երկրորդ փուլում կատարվում է կառույցի մանրամասն նշահարում:

Մանրամասն նշահարման աշխատանքներն իրականացվում են կառույցի գլխավոր ու հիմնական առանցքներից և բաղկացած են կառուցվածքային տարրերից: Մանրամասն նշահարումները, որոնք որոշում են կառուցվածքային տարրերի փոխադարձ դիրքը, կատարվում են շատ ավելի ճշգրիտ, քան հիմնական առանցքների նշահարումները, որոնք տրվում են միայն որպես կառույցի ընդհանուր ամբողջական դիրք ու կողմնորոշում: Եթե, ընդհանուր առմամբ, հիմնական առանցքները կարող են տեղանքում նշվել 3-5 սմ սխալով նշահարման ցանցի կետերի նկատմամբ, իսկ երբեմն էլ՝ ավելի կոպիտ, ապա մանրամասն ու մոնտաժման առանցքները, ինչպես նաև հիմնական առանցքները միմյանց նկատմամբ, պետք է դրվեն 2-3 մմ-ից ոչ ավելի սխալով:

Երրորդ փուլը տեխնոլոգիական առանցքների նշահարումն է: Տեխնոլոգիական առանցքների միջոցով իրականացվում է տեխնոլոգիական սարքավորումների տեղադրում: Նշահարման այս փուլը պահանջում է գեոդեզիական աշխատանքների ամենաբարձր ճշտությունը (1-0,1 մմ):

Այսպիսով՝ կառույցները նշահարելիս պահպանվում է նշահարման աշխատանքների ընդհանուր սկզբունք՝ ընդհանուրից մասնակի: Սակայն այս աշխատանքի ճշտությունը բարձրանում է փուլից փուլ:

8.2. Կառույցի նախագծի գեոդեզիական նախապատրաստում

Շենքի կամ կառույցի նախագծի տեղափոխմանը տեղանք նախորդում է հատուկ գեոդեզիական նախապատրաստում, որով նախատեսվում են դրավերլուծական հաշվարկը, գեոդեզիական կապակցումը, նշահարման գծագրերի կազմումն ու գեոդեզիական աշխատանքների նախագծի կազմումը (ԳԱՆԿ):

Կառույցի նախագիծը տեղանք տեղափոխելու համար անհրաժեշտ է տեղանքում ունենալ մի շարք հայտնի կոորդինատներով հիմնակետեր, որոնք պետք է տրվեն նույն կոորդինատային համակարգում, որում հաշվարկվում են կառույցի հիմնական կետերի կոորդինատները: Գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի կոորդինատները ստացվում են դրա կառուցման ընթացքում կատարված չափումների ու հաշվարկների արդյունքներից: Կառույցին պատկանող կետերի կոորդինատները որոշվում են գրաֆիկական չափումներով ու անալիտիկ հաշվարկներով, որը համատեղ կոչվում է նախագծի գեոդեզիական պատրաստում:

Գլխավոր հատակագիծը նախագիծ է տեղագրական խոշոր մասշտաբի (1:500, 1:1000, 1:2000) հատակագծերի վրա շենքերի, շինությունների ու կոմու-

նալ ցանցերի տեղադրման համար, որոնք կազմում են բնակելի կառուցապատման համալիր կամ արդյունաբերական ձեռնարկության շինհրապարակ: Գլխավոր հատակագիծը ամենակարևոր նախագծային փաստաթուղթն է, որի հիման վրա մշակվում է շինարարական նախագծերի պլանավորման ու զարգացման նախագիծ՝ ինժեներական հաղորդակցություն, քաղաքային տրանսպորտ, շինարարության պատվեր և այլն:

Ընդհանուր հատակագծի հիման վրա կազմվում են նշահարման գծագրեր՝ նախագծված օբյեկտները տեղանք տեղափոխելու համար: Գեոդեզիական տվյալներ են նախապատրաստվում տարածքի ուղղաձիգ պլանավորման ու կանաչապատման աշխատանքների համար: Կախված նպատակից՝ առանձնանում են գլխավոր հատակագծերը՝ ամփոփ, տարր առ տարր, շինարարական ու կատարողական:

Շինարարական խոշոր նախագիծ մշակելիս հնարավոր չէ շենքերի, շինությունների ու հաղորդակցման ուղիների ամբողջ համալիրը տեղադրել մեկ տեղագրական հատակագծի վրա: Այս դեպքում նախագծված տարրերի համալիրը բաժանվում է մի շարք բաժինների՝ գլխավոր հատակագծերի, օրինակ՝ վերգետնյա կառույցների, ստորգետնյա կառույցների ու կոմունալ ցանցերի գլխավոր հատակագիծ, ճանապարհային ցանց, ուղղաձիգ պլանավորում և այլն: Եթե նախագծի բոլորը տարրերը դրվում են մեկ փաստաթղթում, ապա այն անվանում են ամփոփ գլխավոր հատակագիծ:

Համալիր կամ առանձին կապիտալ շենքերի ու շինությունների, ինչպես նաև ժամանակավոր շինությունների, ճանապարհների, կոմունալ ցանցերի ու տարածքների, մեխանիզմների ու օժանդակ արտադրամասերի տեղակայման նախագիծը կոչվում է *գլխավոր շինարարական հատակագիծ*:

Գլխավոր հատակագծի մշակման գեոդեզիական հիմքը գեոդեզիական հիմնային ցանցն է, որն օգտագործվում է ինժեներագեոդեզիական հետազննությունների համար: Այնուամենայնիվ, գլխավոր հատակագծի վրա շինարարական նախագծեր նախագծման ու այնուհետև այն տեղանք տեղափոխելիս շինարարության գեոդեզիական աշխատանքներ ու հետագա կատարողական հանույթներ իրականացնելու համար պահանջվում է ավելի խիտ գեոդեզիական ցանց: Այն կազմվում է գոյություն ունեցող գլխավոր հատակագծի վրա և իրականացվում է տեղանքում: Գեոդեզիական հիմքի կառուցման եղանակի ընտրությունը կախված է տարածքի ու տեղանքի առանձնահատկություններից, շինարարության տեսակից ու ցանցի կառուցման պահանջվող ճշտությունից, ինչպես նաև գեոդեզիական ծառայության հնարավորություններից:

Բնակարանային ու քաղաքացիական շինարարության նախագծերի մշակման գլխավոր հատակագիծ մշակելիս, այսպես կոչված, *շինարարական*

կարմիր գծերը նախագծվում են որպես գեոդեզիական հիմք: *Կարմիր գծերը* այն սահմաններն են, որոնք բաժանում են կառուցապատ թաղամասի զարգացման տարածքը փողոցներից, ավտոճանապարհներից, հրապարակներից և այլն:

Կարմիր գիծը նախագծվում է այնպես, որ փողոցների ուղղությամբ շենքերը տեղակայվեն շենքի ճակատի երկայնքով՝ գլխավոր փողոցների կարմիր գծից պահելով առնվազն 6 մ, իսկ բնակելի փողոցներում՝ 3 մ հեռավորություն, ավտոմայրուղիներից՝ 12 մ:

Կարմիր գծերը բնության մեջ տեղափոխելու համար պետք է իմանալ գծի շրջադարձային կետերի կոորդինատները: Կարմիր գծերի որոշ բնորոշ կետերի կոորդինատները (X, Y) որոշվում են գրաֆիկորեն՝ օգտագործելով տեղագրական հատակագծի կոորդինատային ցանցը: Մնացածի կոորդինատները հաշվարկվում են վերլուծական՝ անալիտիկ եղանակով՝ օգտագործելով կետերի միջև երկրաչափական պարամետրերը (գծերի երկարությունները ու գծերի միջև անկյունները): Տեղանք տեղափոխվող շենքերի ու շինությունների բնութագրող կետերի կոորդինատները կարող են որոշվել ինչպես գրաֆիկորեն, եթե կառույցի ու կարմիր գծի միջև երկրաչափական կապակցումներ չկան, այնպես էլ վերլուծական եղանակով, եթե այդպիսի կապեր կան: Քաղաքային գեոդեզիական ցանցի կետերից տարածքում տեղադրվում են կարմիր գծերի բնորոշ կետերը, ինչպես նաև հեռանկարային կառույցների կետերն ու գծերը:

Արդյունաբերական համալիրների, օդանավակայանների ու այլնի գլխավոր հատակագծեր մշակելիս գեոդեզիական հիմքը հաճախ ստեղծվում է, այսպես կոչված, *շինարարական ցանցի*՝ նշանների համակարգի տեսքով, որը կազմում են 100, 200, 300 մետր կողմերի երկարությամբ մի շարք ուղղանկյուններ կամ քառակուսիներ, որոնց կողմերը զուգահեռ են անցումների, շենքերի կամ շինությունների հիմնական առանցքներին: Այդպիսի կառույցները որոշակի առավելություններ ունեն նշահարման տարրերի պատրաստման ու պարզ եղանակների կիրառմամբ կետերը տեղադրելու նկատմամբ (ուղղանկյուն կոորդինատներ, հաստումներ և այլն): Ներկայումս շինարարական ցանցերը կորցրել են իրենց գրավչությունն ու առավելությունները նոր գեոդեզիական էլեկտրոնային տախտմետրերի ներդրման պատճառով:

Նախագիծը տարածք տեղափոխելու համար անհրաժեշտ արժեքները որոշվում են ընդհանուր հատակագծի տվյալների գեոդեզիական նախապատրաստման ու դրա հիման վրա հատակագծային գծագրեր կազմելու գործընթացում: Ընդհանուր հատակագծի գեոդեզիական նախապատրաստման համար թվային արժեքներն են շենքերի ու շինությունների բնորոշ կետերի

կոորդինատներն ու նիշերը, անկյունների, գծերի ու բարձրությունների արժեքները, որոնք նշահարման հիմքի կետերից պետք է տեղափոխվեն և ամրացվեն տեղանքում:

Գլխավոր հատակագծի պատրաստումը կատարվում է գրաֆիկական, անալիտիկ ու գրաֆիկական-անալիտիկ եղանակների կիրառմամբ և իրականացվում է գլխավոր հատակագծի վրա չափումների ու մաթեմատիկական հաշվարկների միջոցով: Շինարարական խոշոր ծրագրի համար ընդհանուր պլանի տվյալները պատրաստելիս այս երեք եղանակն էլ գործածվում են միասին՝ լրացնելով իրար:

Գրաֆիկական եղանակը բաղկացած է նրանից, որ տեղանքում տեղադրվող կետերի կոորդինատները որոշվում են գրաֆիկորեն ընդհանուր հատակագծի վրա՝ օգտագործելով չափակարկին ու մասշտաբային քանոն: Այս տվյալների ճշտությունը կախված է հատակագծի մասշտաբից ու թղթի ձևախախտումից, որի վրա կազմված է հատակագիծը: Որքան խոշոր է հատակագծի մասշտաբը, այնքան բարձր է հատակագծից ստացված գծային արժեքների ճշտությունը: Օրինակ՝ թղթի զգալի ձևախախտման բացակայության դեպքում տեղանքում D հեռավորության m_D սխալը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_D = m_d \cdot M, \quad (8.1)$$

որում m_d -ն հատակագծից գրաֆիկորեն վերցված գծային հատվածի d երկարության սխալն է, որը կարող է հավասար լինել մասշտաբի գրաֆիկական ճշտությանը, այսինքն՝ 0,2 մմ, M -ը հատակագծի մասշտաբի հայտարարն է: Այսպիսով՝ 1:500 մասշտաբի հատակագծի համար հատակագծից չափված հատվածն իրականում կունենա $m_D = 0,2 \text{ մմ} \times 500 = 0,10 \text{ մ}$ սխալ:

Անալիտիկ եղանակը բաղկացած է նախագծային կետերի կոորդինատների հաշվարկից՝ իրականացված գեոդեզիական ուղիղ խնդիրների լուծման միջոցով: Ուղիղ գեոդեզիական խնդիրներ լուծելու համար անհրաժեշտ տվյալները (գծերի երկարություններն ու դիրեկցիոն անկյունները) վերցվում են շենքերի ու շինությունների առանցքների, տարրերի ու կառույցների երկրաչափական կապն առանցքներից և օգտագործվում են անալիտիկ կապեր ելակետերի ու նշահարվող կետերի միջև: Դիրեկցիոն անկյուններն ու գծերի երկարությունները կարելի է գտնել հակադարձ գեոդեզիական խնդիրների լուծմամբ, իսկ նշահարման անկյունները կարելի է գտնել որպես դիրեկցիոն անկյունների տարբերություն:

Նկար 8.2-ում տրված են գեոդեզիական հիմքի T ու N հիմնակետերը (X_T , Y_T) և (X_N , Y_N)՝ հայտնի կոորդինատներով: A, B, C ու այլ շենքին բնորոշ կետերի կոորդինատները որոշվում են այդ կետերի ու դրանց գտնվելու տեղի երկ-

բաշափական կապերի միջոցով հիմնային հիմնակետերի նկատմամբ: Կոորդինատներով ցանկացած երկու կետերի միջև հեռավորությունն ու դիրեկցիոն անկյան ուղղությունը որոշվում են հակադարձ գեոդեզիական խնդրի լուծմամբ:

Այսպիսով՝ TA կողմի համար ունենք՝

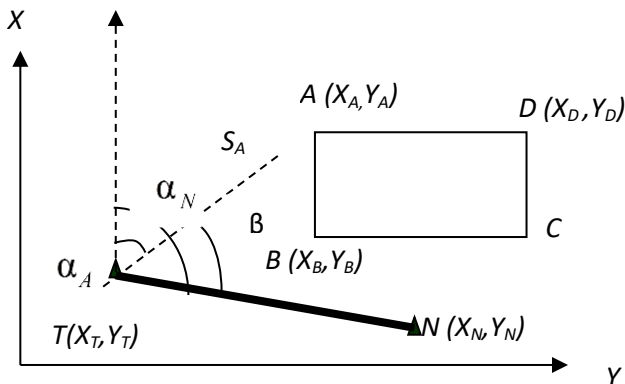
$$S_A = \sqrt{(X_A - X_T)^2 + (Y_A - Y_T)^2}, \quad (8.2)$$

$$S_A = \frac{(X_A - X_T)}{\cos \alpha_A} = \frac{(Y_A - Y_T)}{\sin \alpha_A}, \quad (8.3)$$

$$\operatorname{tgr}_A = \frac{Y_A - Y_T}{X_A - X_T} : \quad (8.4)$$

(8.4) բանաձևի համարիչի ու հայտարարի նշաններով գտնում ենք այն քառորդը, որում գտնվում է ռումբը, ապա հաշվարկում է դիրեկցիոն անկյունը:

Հեշտ է տեսնել, որ մեկ կետից բխող ցանկացած երկու ուղղությունների դիրեկցիոն անկյունների տարբերությամբ կարելի է գտնել դրանց միջև եղած հորիզոնական անկյունը: Օրինակ՝ $\beta = \alpha_N - \alpha_A$ (Նկ. 8.2):



Նկ. 8.2. Կառույցի նախագծի անալիտիկ նախապատրաստում

Փրաֆասանալիտիկ եղանակը անալիտիկ ու գրաֆիկական եղանակների համադրությունն է: Գեոդեզիական նախապատրաստման արժեքները տրվում են նշահարման գծագրերի վրա: Նշահարման գծագիրը գրաֆիկական փաստաթուղթ է, որի հիման վրա տեղանքում կատարվում են նշահարման աշխատանքներ: Գծագիրը կազմվում է խոշոր մասշտաբով (1:500 - 1:5000), բայց համաչափորեն: Նշահարման գծագիրը պետք է արտացոլի տեղանքում կառուցվելիք նշահարման տարրերը: Նախ գծագրում սխեմատիկորեն ցույց են տրվում ելային հիմնակետերն ու շենքերի շինությունների բնորոշ ուրվագծերի կետերը, որոնք պետք է տեղափոխվեն դրանց չափերն ու

առանցքների գտնվելու տեղերն ու նշահարման տարրերի արժեքները (հորիզոնական անկյուններն ու գծերի երկարությունը): Երբեմն գծագրում գրվում են ելակետերի տվյալները, նիշերը, կոորդինատների ու դիրեկցիոն անկյունների արժեքները, ինչը թույլ է տալիս ցանկացած անկապի դեպքում կատարել ստուգողական չափումներ ու հաշվարկներ:

8.3. Գեոդեզիական նշահարման հիմքը շինհրապարակում

Շինհրապարակում ինժեներագեոդեզիական գրեթե բոլոր տեսակի աշխատանքներն ապահովելու համար ստեղծվում են հիմնային հատուկ ցանցեր, որոնց հիմնակետերի կոորդինատներն ու նիշերը պահպանվում են. դրանք շինարարության նշահարման հիմքն են: Նշահարման ինժեներագեոդեզիական ցանցերը հիմք են ինժեներական կառույցի ու հաղորդակցությունների նախագիծը տարածք տեղափոխելու համար: Գեոդեզիական նշահարման ցանցը պետք է համապատասխանի հիմնական նշահարման աշխատանքների, ամենախոշոր մասշտաբի կատարողական հանույթների, ինչպես նաև կառուցվածքների հորիզոնական ու ուղղաձիգ տեղաշարժերի չափման պահանջներին:

Նշահարման ցանցեր նախագծելիս դրանց կառուցման ճշտությունը հաշվի է առնում շինարարական թույլատրելիությունը տվյալ տեսակի շինարարության համար: Այդ ցանցերն ունեն հետևյալ բնորոշ հատկանիշները.

- հաճախ ստեղծվում է տեղական կոորդինատային համակարգում՝ կապակցելով պետական կոորդինատային համակարգին,
- ցանցի ձևը որոշվում է սպասարկվող տարածքի իրադրությամբ կամ առարկաների, օբյեկտների խմբերի ձևով,
- նշահարման ցանցերն ունեն սահմանափակ չափեր, հաճախ փոքր թվով պատկերներով կամ բազմանկյուններով,
- կողմերի երկարությունները սովորաբար կարճ են:

Գոյություն ունեն շինհրապարակի նշահարման ցանց շենքերի (կառույցների) նշահարման ու երկու տեսակի ցանց՝ արտաքին ու ներքին:

Շինհրապարակի նշահարման ցանցը կարող է ներառել շինարարական կարմիր գծերի, ինչպես նաև եզակի կառույցների իրականացման համար շինարարական ցանցի կետեր, որոնք պահանջում են նշահարման աշխատանքների բարձր ճշտություն, գծաանկյունային հատուկ ցանցեր՝ միկրոեռանկյունավորման, միկրոտրիլատերացիոն՝ կառուցված եռանկյունների շղթայի, կենտրոնական համակարգերի տեսքով:

Բնակելի ու քաղաքացիական շենքերի կառուցման համար շինհրապար-

րակի նշահարման ցանցը ստեղծվում է կարմիր կամ այլ հսկիչ գծերի ցանցերի տեսքով, իսկ ստորգետնյա կոմունալ ցանցերի կառուցման համար նշահարման հիմքը կառուցվում է թեոդոլիտային ընթացքների տեսքով:

Նշահարման ցանցեր ստեղծելու հիմնական պահանջն է ապահովել շինարարական նախագիծը տեղանք տեղափոխելու անհրաժեշտ ճշտություն:

Նշահարման ցանցի կետերի կոորդինատները որոշելու համար օգտագործում են գեոդեզիական նշանների ու չափումների սխեմաներ ու եղանակներ, որոնք լավագույնս համապատասխանում են ցանցի երկրաչափությանը, այդ կետերի պահպանմանն ու շինհրապարակում դրանց միջև տեսանելիությունը:

Կիրառվում են ավանդական կառուցման եղանակներ՝ եռանկյունավորման, տրիլատերացիայի շղթաների ու ստանդարտ պատկերների տեսքով, գծաանկյունային ցանցեր, պոլիգոմետրիական ընթացքներ ու պոլիգոններ, իսկ նշահարման ցանցի անհասանելի տեղերում (էլեկտրագծի հենարաններ և այլն)՝ կողային հատումների եղանակ: Գնալով ավելի ու ավելի են կիրառվում արբանյակային տեխնոլոգիաները շինհրապարակների կամ առանձին շինությունների նշահարման ցանցեր կառուցելիս:

Աղյուսակ 8.1-ում ներկայացված են չորս խմբերի կառույցների համար տեղամասի նշահարման ցանցի ճշտության պահանջները՝ կախված դրա չափից ու համաձայն ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարությունում» փաստաթղթի: Նշահարման հիմքի վրա կետերի խտությունը (այս տեղեկատվությունը ներկայացված չէ Աղ. 8.1-ում) կախված է կառուցապատված կամ ոչ կառուցապատված տարածքից, որտեղ շինարարությունը տեղի է ունենում: Այսպիսով՝ առաջին կարգի արտադրական կառույցների համար խտությունը պետք է լինի 16 կետ 1 կմ²-ի կառուցապատված տարածքի վրա, 4 կետ՝ ոչ կառուցապատված տարածքում: Երկրորդ խմբի համար 9 կետ է երկու տարածքների համար, արդյունաբերական երրորդ ու չորրորդ խմբերի համար՝ համապատասխանաբար 16 ու 4 կետ:

Նշահարման ցանցի նախագիծը կազմվում է գլխավոր հատակագծի վրա, և գնահատվում է դրա ճշտությունը: Նախագիծը գնահատվում է ցանցի կառուցման համապատասխան եղանակի մոտավոր բանաձևերով: Շնարավոր է նախապես հաշվարկել արբանյակային գեոդեզիական սարքավորումների օգտագործմամբ կառուցված ցանցի ճշտությունը:

Շինհրապարակում նշահարման ցանցի ճշտությունը

Շինարարական օբյեկտների բնութագրերը	Շինարարական նշահարման հիմքի կառուցման ՄՔՄ-ների արժեքները			Նշահարման հիմքի հարակից կետերի հարաբերական դիրքի առավելագույն սխալը, X, Y, մմ	Նշահարման հիմքի հարակից կետերի փոխադարձ բարձունքային դիրքի առավելագույն սխալը, մմ
	Անկյունների չափում, վրկ	Գծեր չափում	1 կմ ընթացքի վերազանցման որոշումը կամ հարակից հենանիշների նիշերի, մմ		
1	2	3	4	5	6
1 կմ ² -ից ավելի տարածքների վրա գտնվող ձեռնարկությունների ու շենքերի (շինությունների) խմբեր, 100 հազար մ ² -ից ավելի կառուցապատմամբ առանձին շենքեր (շինություններ)	3	1:25000 կամ (2+10 _{ppm})*	3	50	10
1 կմ ² -ից պակաս տարածքներում գտնվող ձեռնարկությունների ու շենքերի (շինությունների) խմբեր՝ 10-100 հազար մ ² կառուցապատմամբ առանձնացված շենքեր (շինություններ)	5	1:10000 կամ (5+10 _{ppm})*	6	30	5
10 հազար մ ² -ից պակաս կառուցապատմամբ առանձնացված շենքեր (շինություններ), ճանապարհներ, կոմունալ ցանցեր կառուցապատված տարածքներում	10	1:5000 (10+10 _{ppm})*	10	20	5

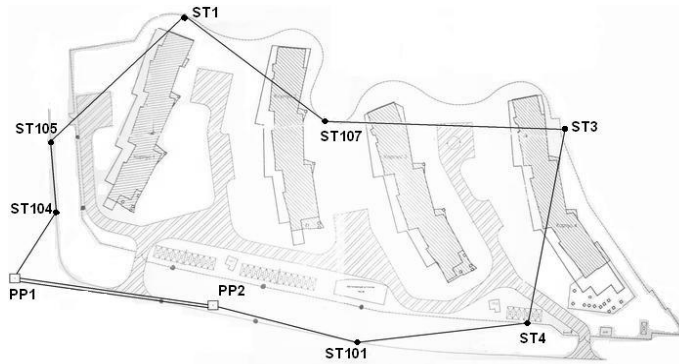
Ճանապարհներ, կոմունալ ցանցեր կառուցապատված տարածքներից դուրս, հողային կառույցներ, նե- րառյալ ուղղաձիգ պլանավորումը	30	1:2000 (20+10 _p pm)*	5	50	10

Գրքի 3-5-րդ գլուխներում քննվել են ինժեներագեոդեզիական ցանցի նախագծի ճշտության գնահատման սկզբունքները՝ եռանկյունավորման, պոլիգոնոմետրիական ու տրիլատերացիոն ցանցերում՝ օգտագործելով մոտավոր բանաձևեր: Գնահատման արդյունքում ստացվում է ցանցի M ամենաթույլ կետի ՄՔՄ-ն, որոշվում է նաև թույլ կողմի $\frac{M}{L}$ ակնկալվող հարաբերական սխալը, հետևաբար նաև նախագծված ցանցի ճշտությունը: Գնահատումը կարող է իրականացվել մոտավոր բանաձևերի միջոցով, ինչպես նաև համակարգչային տարբեր ծրագրերի միջոցով:

Որպես օրինակ Նկար 8.3-ում տրված է շինհրապարակի բարդ կոնֆիգուրացիայի չորս շենք: Յուրաքանչյուր շենք բաղկացած է մի քանի հատվածներից, որոնք տեղադրված են միմյանց նկատմամբ որոշակի անկյան տակ: Այս հանգամանքը դժվարացնում է շենքերի արտաքին նշահարման ցանցերի կառուցումն ավանդական եղանակով: Օրինակ՝ անհնար է ապահովել ներքին հատվածների երկայնական առանցքները. դրանք գտնվում են աշխատանքային գոտիներում:

Նշահարման ցանցի առաջին փուլը նախագծվում է փակ պոլիգոնոմետրիական ընթացքի տեսքով: Ցանցը խտացվում է հատումներով և այլ հայտնի եղանակներով: Նշահարման հիմքի կառուցման ելակետեր են քաղաքային ցանցի PP1 ու PP2 պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերը (Նկ. 8.3): Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերը տեղակայված են բաց տարածքներում փոխադարձ տեսանելիությամբ, և դրանց դիրքը համաձայնեցված է շինարարության կազմակերպման նախագծի հետ:

Հաշվի առնելով շինհրապարակի ընդհանուր մակերեսը (մոտ 5 հա)՝ ըստ Աղյուսակ 8.1-ի՝ որոշենք ցանցի կառուցման համար պահանջվող ճշտությունը՝ ընդունելով գծային չափումները՝ 1:10000, իսկ անկյունայինների համար՝ 5": Բարձունքային ցանցը պետք է ստեղծվի՝ օգտագործելով նիվելիրացման ընթացքներ՝ 1 կմ ընթացքի համար 6 մմ-ից ոչ ավելի սխալի:



Նկ. 8.3. Շինհրապարակի նշահարման ցանց

Ցանցի նախագծման գնահատումն իրականացվում է այնպիսի հայտնի ծրագրերով, ինչպիսիք են PGN-ը, ArcGIS, Leica-geofis և այլն: Գնահատման նախնական տվյալները ընդունենք $m_p = 5''$ և $m_s = 0,002$ մ, որը բավարարում է, ինչպես նշված է Աղյուսակ 8.2-ում, 1-ին կարգի պոլիգոնումետրիական ընթացքի, իսկ բարձունքային ցանցը 4-րդ դասի նիվելիրացման ընթացքի պահանջները:

Աղյուսակ 8.2.

Ցանցի ճշտության գնահատման օրինակ

Հ/հ	Հիմնակետի համարը	X, մ	Y, մ	M_x , մմ	M_y , մմ
1	ST104	39,000	35,000	1,4	1,3
2	ST105	65,500	23,500	2,1	1,6
3	ST1	161,000	53,000	2,4	2,5
4	ST107	117,500	154,000	2,1	2,4
5	ST3	140,000	271,500	2,9	2,6
6	ST4	44,500	256,500	2,0	2,2
7	ST101	17,500	187,000	0,8	1,8

Հորիզոնական անկյունները գոյություն ունեցող տախտմետրերով 5" ՄՔՍ-ով չափելը առանձնապես դժվար չէ: Այնուամենայնիվ, ինչ վերաբերում է էլեկտրոնային տախտմետրերով պոլիգոնումետրիական ընթացքի կողմերը չափելու ճշտությանը, ապա պետք է ասել, որ դրանց ճշտությունը կախված է չափված երկարությունից և հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_s = (2 - 3) \text{ մմ} + 2 \text{ մմ} \cdot S \text{ կմ},$$

որում S-ը չափված գծի երկարությունն է կմ-ով:

Այսպիսով՝ 500 մ կողմի համար ՄՔՍ-ն վատագույն դեպքում կլինի 4,0 մմ, իսկ հարաբերական սխալը՝ 1:125000:

Ցանցի գնահատման արդյունքներից պարզ է դառնում, որ այս նախա-

գծում ամենաթույլ կետը ST3 կետն է՝ $M_x = 2,9$ մմ կոորդինատների սխալներով, և $M_y = 2,6$ մմ: ST3-ST4 կողմի համար $S_{dpg} = 85$ մ, հարաբերական սխալը՝ 1:22000: ST104-ST105 ամենակարճ կողմի համար ($S = 28,888$ մ) հարաբերական սխալը կլինի 1:11000, որը չի գերազանցում 1 կարգի ցանցի կողմերի սահմանած հարաբերական չափման սխալը:

Արդյունաբերական շինարարության, օդանավակայանների կառուցման, ինչպես նաև տարածքների ու գյուղատնտեսական նշանակության հողերի նախագծման մեջ շինարարական ցանցը լայնորեն օգտագործվում է որպես պլանային հիմք: Շինարարական ցանցը հնարավորություն է տալիս առավել պարզորեն որոշելու շինարարական օբյեկտների պլանային դիրքն ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգում: Դրա համար ընդհանուր հատակագծի վրա նախագծվում է 50, 100, 200 կամ 400 մ կողմերով քառակուսիների կամ ուղղանկյունների ցանց: Շինարարական ցանցի ձևի ընտրությունը կախված է դրա նպատակից, կառուցվող օբյեկտի տեսակից, շինհրապարակի ռելիեֆի բնույթից, ինչպես նաև շինհրապարակում առկա շենքերի խտության աստիճանից:

Շինարարական ցանցը, ինչպես նաև ցանկացած այլ նշահարման ցանց, նախագծվում է այնպես, որ շինարարության ընթացքում դրա կետերը չվնասվեն, և դրանց միջև լինի ուղիղ տեսանելիություն: Ցանցի կետերը հնարավորինս մոտ են գտնվում տեղանք տեղափոխվող շինարարական կառուցվածքների տարրերին, հատկապես նրանց, որոնց նշահարումը պահանջում է բարձր ճշտություն: Նշահարման ցանցի կետերը չպետք է գտնեն շինարարական աշխատանքների ազդեցությամբ գրունտների ամբողջական խախտման գոտում:

8.4. Երկրաչափական ճշտությունը շինարարությունում

Գեոդեզիական աշխատանքների այս կամ այն տեսակին պահանջվող ճշտությունը կախված է բազմաթիվ գործոններից, որոնց թվում հիմնականներն են՝ աշխատանքի նպատակն ու տեսակը: Եթե կառույցի իրականացման համար կատարվում են գեոդեզիական աշխատանքներ, ապա ճշտության հաստատման որոշիչ գործոնները կլինեն կառույցի չափն ու նպատակը, կառուցման եղանակն ու նյութը:

Կառույցների կառուցման ժամանակ գեոդեզիական աշխատանքների ճշտության ստանդարտները նշված են կարգավորող փաստաթղթերում՝ շինարարական նորմեր ու կանոններ (ՇՆևԿ), պետական ստանդարտներ (ԳՕՍՍ), պրակտիկայի կանոններ (ՊԿ), գերատեսչական հրահանգներ ու

կարգավորող ու տեխնիկական այլ փաստաթղթեր: Այս փաստաթղթերում ճշտության չափորոշիչները կարող են հստակորեն նշվել, որոնք ուղղակիորեն առնչվում են կետերին, առանցքներին կամ բարձրությունների կառուցմանը, ինչպես արվում է ԳՕՍՏ 26433.2-94 «Տեխնոլոգիական թուլտվություններ» բաժնում: Ճշտությունը կարող է վերաբերել գեոդեզիական որոշակի չափումների (անկյունային, գծային, բարձունքային) կատարմանը, որը կատարվում է ըստ ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքներ շինարարությունում» փաստաթղթի:

Շենքերի բարձրորակ շինարարությունը հնարավոր է իրականացնել միայն նախագծով սահմանված պարամետրերի, ինչպես նաև շինությունների կառուցման ու տեղադրման, այնպես էլ նշահարման աշխատանքների ընթացքում թույլատելիությունների պահպանմամբ:

Երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների արտադրության ճշտությունը հիմնականում կախված է տեխնիկական սարքավորումների վիճակից՝ կադապարի կողմերի կորություն, դրա հարթությունների շեղում, կողպեքի ծխնինների մշակվածություն ու տեխնոլոգիական այլ գործոններ:

Նշահարման աշխատանքների սխալներն անխուսափելի են և կախված են շինհրապարակում չափման պայմաններից, մասնավորապես.

- տեղանքի պատրաստվածությունը չափումների համար,
- աշխատանքի կատարողների որակավորում,
- օգտագործված տեխնիկական միջոցներ,
- կատարված աշխատանքի եղանակներն ու տեխնիկական միջոցներ,
- արտաքին միջավայրի ազդեցությունը:

Երկրաչափական պարամետրերի ճշտությունը որոշվում է փաստացի ու ստանդարտ ճշտության բնութագրերով, որոնք սահմանված են ԳՕՍՏ 26433.2-94-ով:

Չափման պրակտիկայում տարբերակում են իրական x_i ու անվանական չափերը (x_{nom}): Փաստացի չափի շեղումը անվանականից կոչվում է սխալ: Հեղինակները չեն տարբերակում «սխալ» ու «սխալանք» հասկացությունները՝ նույն իմաստը դնելով «mean square error» ու «mean square error» արտահայտություններում:

Փաստացի չափը չափումների կամ թույլատրելի սխալով կառուցման արդյունքում ստացված չափն է:

Նոմինալ չափը նախագծման հիմնական չափն է, որը որոշվում է իր գործառական նպատակի հիման վրա՝ ծառայելով որպես շեղումների չափման ելակետ: Հաշվի առնելով կոնստրուկցիայի արտադրության, նշահարման ու տեղադրման սխալները ստանդարտներում ու կարգավորող այլ փաստա-

թղթերում, ինչպես նաև գծագրերում, ի լրումն x_{nom} անվանական (նախագծի) չափի՝ նշվում են երկու առավելագույն թույլատրելի չափսեր՝ ամենամեծը՝ x_{max} , իսկ ամենափոքրը՝ x_{min} .

Ամենամեծ ու ամենափոքր սահմանաչափերի միջև տարբերությունը կամ չափի արժեքների միջակայքը կոչվում է թույլատրելիություն Δ կամ թույլատրելիության դաշտ, այսինքն՝

$$\Delta = x_{max} - x_{min} : \quad (8.5)$$

Թույլատրելիության $\delta = \Delta/2$ կեսը x թույլատրելիության դաշտի կեսից պարամետրի առավելագույն շեղումն է:

Շինարարությունում երկրաչափական ճշտությունը ընկալվում է որպես երկրաչափական այնպիսի պարամետրերի մոտարկման աստիճան, որոնք որոշում են կոնստրուկցիաների ու դրանց տարրերի կոնֆիգուրացիան ու դիրքը նոմինալ (նախագծային) պարամետրերի նկատմամբ:

Տարբերվում են նորմատիվ (սահմանված ստանդարտներով, ԳՕՍՍ և ՇՆ) ու փաստացի ճշտությունը: Փաստացի ճշտությունը բնութագրվում է փաստացի շեղման v_i արժեքով, որը որոշվում է իրական x_i -ի ու չափի նոմինալ x_{nom} արժեքի հանրահաշվական տարբերությամբ.

$$v_i = x_i - x_{nom} : \quad (8.6)$$

Վերոնշյալ բանաձևը կարող է արտահայտվել հետևյալ բառերով՝ «շեղումը (սխալը) հավասար է նրան, ինչը մինուս (հանած) պետք է լինի»:

Չափումների նորմալ բաշխման համար, ըստ սխալների տեսության, չափված մեծության իրական արժեքը (այսինքն՝ x_{nom}) համապատասխանում է չափման արդյունքների միջին թվաբանականին չափումների քանակով, որը ձգտում է դեպի անսահմանություն: Մեկ չափման արդյունքի բնութագիրը Բեսելի բանաձևով որոշվում է միջին քառակուսային սխալով (m): Դրա վստահության մակարդակը 68 % է: Առավելագույն δ սխալը կարող է համապատասխանել ՄՔՍ կրկնակի արժեքին ($\delta = 2m$) 95 % վստահության հավանականությամբ, կամ կարող ենք վերցնել $\delta = 2,5m$ ՝ 99 % վստահության հավանականությամբ: Հատկապես ճշգրիտ աշխատանքի համար վերցվում է $\delta = 3m$, որը համապատասխանում է 99,7 % վստահության հավանականությանը:

ԳՕՍՍ 24846-19-ով սահմանվում է վստահության միջակայքը՝ երկու ուղղություններով ու 5 %-ից ոչ ավելի թույլատրելիության միջակայքից դուրս սխալների համար: Այլ կերպ ասած՝ թույլատրելիությունը կամ թույլատրելիության դաշտին կարող է վերագրվել առնվազն 95 % վստահության հավանականություն (տես ԳՕՍՍ 23615-79): Սա հնարավորություն է տալիս նախ գտնելու $\delta = \Delta/2$ Δ -ի հայտնի արժեքից ու ճշտության չափում նշելով (այ-

սինքն՝ 2, 2,5 կամ 3 գործակիցներ)՝ հաշվարկելու չափման միջին սխալը տվյալ թույլատրելիության իրականացման համար: Օրինակ՝ « Δ »-ից « m »-ի անցումը 99 % վստահության մակարդակում կունենա հետևյալ տեսքը՝ $\delta = \Delta/2$; $m = \delta/2,5 = \Delta/5$:

Տեխնոլոգիական թույլատրելիությունները, որոնք կարգավորում են տեխնոլոգիական գործընթացների ու գործողությունների ճշտությունը շինարարական կառույցների արտադրության, տեղադրման ու գեոդեզիական նշահարումների կատարման ժամանակ, տրված են «ԳՕՍՍ 26433.2-94. Տեխնոլոգիական թույլատրելիություններ» փաստաթղթում:

Երկրաչափական պարամետրերի այս թույլատրելիությունը խմբավորված է ըստ տեխնոլոգիական գործընթացների ու գործողությունների ճշտության դասերի, ինչը թույլ է տալիս հաշվարկների հիման վրա աշխատանքային նախագծում ներառել հատակագծերի արտադրության համար պահանջվող ճշտության դասը՝ կախված շենքի նպատակից, ընդունված կոնստրուկտորային սխեմայից ու մոնտաժման եղանակից: Թույլատրելիությունը, որը կառույցի ցանկացած չափի, ձևի կամ դիրքի ճշտության չափանիշ է, կախված է այդ չափման մեծությունից ու բնույթից:

ԳՕՍՍ 26433.2-94-ում նշահարման աշխատանքների ճշտությունը կարգավորվում է այնպիսի տեխնոլոգիական թույլատրելիությամբ, ինչպիսիք են՝ հատակագծում նշահարման կետերի ու առանցքների տեղադրման թույլատրելիությունը, կետերի ու առանցքների ուղղաձիգ ու ծածկագծային կետերի տեղափոխման թույլատրելիությունը, նշահարման ու նիշերի փոխանցման թույլատրելիությունը:

Նշահարման բոլոր թույլատրելիությունները խմբավորված են 6 ճշտության դասերում, որոնք որոշում են թույլատրելիության արժեքը տեխնոլոգիական կոնկրետ գործընթացի պայմանների համար, հետևաբար կանխորոշում են աշխատանքի կատարման եղանակների ու միջոցների ընտրությունը:

Պլանային կետերի ու առանցքների նշահարման թույլատրելի չափերը (Ադ. 8.3) ընդգրկում են առանցքների չափերը՝ 2500 մմ-ից մինչև 160000 մմ, և բաժանված են ճշտության 6 դասի:

Կետերի ու առանցքների ուղղաձիգ տեղափոխման ու կետերի նշահարման թույլատրելիությունը տրված է L չափերի համար մմ-ով կետերի ու նշահարման առանցքների միջև մինչև 160 մ, որոնք էլ աղյուսակը պարզեցնելու համար բաժանված են 9 չափերի միջակայքով: Ճշտության դասերը կապված չեն կառույցների տեսակներին. դասը ընտրվում է՝ կախված տեխնոլոգիական ապահովման ու ճշտության ստուգման միջոցներից:

Աղյուսակ 8.3.

Պլանային կետերի ու առանցքների նշահարման թույլատրելիությունները մմ-ով

Նոմինալ չափերի միջակայքը <i>L</i> , մմ	Դասի ճշտության համար թույլատրելի արժեքները					
	1	2	3	4	5	6
Մինչև 2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
2500-4000	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10
4000 8000	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16
8000 16000	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24
16000 25000	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40
25000 40000	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60
40000 60000	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100
60000 100000	16,0	24,0	40,0	60,0	100	160
100000 160000	24,0	40,0	60,0	100,0	160	-

Նույնկերպ թույլատրելիության աղյուսակները կառուցվել են *H* բարձրության վրա՝ ուղղաձիգ կետերը տեղափոխելու (Աղ. 8.4) ու նույն միջակայքերով բարձունքային նիշերը նույն բարձրության վրա թույլատրելիության աղյուսակ փոխանցելու համար (Աղ. 8.5):

Կետերի ուղղագծայնության համար, ինչպես երևում է Աղյուսակ 8.4-ից, կա նոմինալ չափերի 8, իսկ բարձունքային կետերի նշահարման համար՝ 7 միջակայք (Աղ. 8.5):

Աղյուսակ 8.4.

Կետերի ու առանցքների, ուղղաձիգ տեղափոխման, ուղղագծային առանցքների կետերի նշահարման թույլատրելիություններ

Նոմինալ չափի միջակայքը		Դասի ճշտության թույլատրելի արժեքներ					
<i>H</i> (մ)	<i>L</i> (մ)	1	2	3	4	5	6
մինչև 2,5	до 4,0	-	-	0,6	1,0	1,6	2,4
2,5-4,0	4,0-8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
4,0-8,0	8,0-16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
8,0-16,0	16,0-25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
16,0-25,0	25,0-40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
25,0-40,0	40,0-60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
40,0-60,0	60,0-100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
60,0-100,0	100,0-160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
100,0-160,0	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	-

Նշահարման ու բարձունքային նիշերի տեղափոխման թույլատրելիությունը մմ-ով

Նոմինալ չափի միջակայքը		Դասի ճշտության թույլատրելի արժեքներ					
H (մ)	L (մ)	1	2	3	4	5	6
до 2,5	до 8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
2,5-4,0	8,0-16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
4,0-8,0	16,0-25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
8,0-16,0	25,0-40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
16,0-25,0	40,0-60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
25,0-40,0	60,0-100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
40,0-60,0	100,0-160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
60,0-100,0	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0
100,0-160,0	-	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0	160,0

Աղյուսակների վերլուծությունից հեշտ է նկատել, որ յուրաքանչյուր ճշտության դասում նոմինալ չափի հետ կապված թուլտվությունները գրեթե ունեն նույն հարաբերական ճշտությունը: Տրված թույլատվությունները ներկայացվում են՝ հաշվի առնելով համապատասխան կետերի ու առանցքների տեղափոխման ու ամրացման ճշտությունը:

Շինարարական գործընթացի ընթացքում աշխատանքների նշահարումը պետք է ապահովի, որ առանցքների ու հենանիշների նիշերի՝ տրված ճշտությունը տեղանք տեղափոխելու համար: Շինարարության ընթացքում նշահարման աշխատանքների ճշտությունը պետք է հիմնված լինի Աղյուսակ 8.6-ում տրված տվյալների հիման վրա:

Նշահարման աշխատանքների ճշտությունը¹⁰

Հ/հ	Աշխատանքի տեսակի անվանումը	Չափումների ՄՔՍ արժեքներ		
		Գծային չափումներ	Անկյունային չափումներ, վրկ	Հենանիշների նիշերի որոշում, մմ
	2	3	4	5
1	Շենքերի գաբարիտների, ճանապարհային ուղեգծերի, ստորգետնյա ու վերգետնյա հաղորդակցությունների չափերի նշահարում պետական գեոդեզիական ցանցերի հիմնակետերից	1:5000 կամ $\pm (2 + 2_{ppm})^*$	10	2 կամ 5 մմ 1 կմ կրկնակի ընթացքի
2	Հարակից առանցքների հարաբերական դիրքի վերազանցումների որոշումը նիվելիրացման կայանում	2 մմ		
3	Կետերի ուղղաձիգ տեղափոխում քայլային եղանակով H բարձրության վրա	30 մ	75 մ	
		1 մմ	2 մմ	
4	Նիշերի փոխանցումը քայլային եղանակով H** բարձրության վրա	15 մ վրա	30 մ վրա	75 մ վրա
		1 մմ	2 մմ	3 մմ
5	Մետաղական կոնստրուկցիաների մոնտաժման ժամանակ տեղադրման ուղղությունների նիշում (**) մմ: Մետաղական սյուների վերին	0,5 մմ Մինչև 4000 մմ – 9 մմ 4000-ից մինչև 8000 մմ – 11 մմ 8000 մմ-ից մինչև 16000 մմ – 21 մմ		

¹⁰ Որոշ կրճատումներով աղյուսակը վերցված է հետևյալ աղբյուրից՝ ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարությունում»:

Ծանուցումներ: * $2mm + 2S \cdot 10 - 6$, որում S -ը չափված գծի երկարությունն է:

** Եթե այլ ճշտություն նշված չէ ԳՕՍՍ 21778 նախագծերում:

Գծերի, անկյունների, բարձրությունների (նիշերի) չափումների ճշտությունն ու շենքերի ու շինությունների առանցքների (չափերի), ինչպես նաև քաղաքային տարածքներում ճանապարհների ու հաղորդակցության ուղեգծերի առանցքների տեղադրությունը նշվում են գեոդեզիական ներքին հիմքի կետերում աշխատանքներ կատարելիս: Ոչ կառուցապատված տարածքում աշխատելիս չափման ճշտությունը պետք է նշվի ԳԱՆԿ-ում:

Շենքերի ու շինությունների ընդհանուր առանցքների, ճանապարհային ուղեգծերի և հաղորդակցությունների հատվածների հարաբերական դիրքի առավելագույն սխալը 1 կմ-ի սահմաններում (ցանցերն ու անցումները հավասարեցնելուց հետո) չպետք է գերազանցի հատակագծում 5 մմ-ը, բարձրությունը՝ 10 մմ-ը:

	հատվածում նշահարման առանցքից սյան լայնակի Կտրվածքի հիմնական առանցքներից որևէ մեկի շեղումները չպետք է գերազանցեն:	16000 մմ-ից ավելի – 25 մմ
6	Շենքի, կառույցի երկարությամբ երկաթբետոնե հավաքովի կոնստրուկցիաների (մինչև 30 մ) հատվածների մոնտաժման համար ուղղությունների տեղափոխման նիշում: **	1,0 մմ
7	Շենքի, կառույցի երկարության հատվածի (մինչև 30 մ) տեղադրման հորիզոնում նիշերի որոշում:	2,0 մմ
8	Ճանապարհային առանցքների պլանային դիրքի որոշում (ճանապարհային առանցքներ, դրենաժային կառույցներ, լիցքեր, թեքություններ և այլն) նախագծային դիրքից:	20 մմ
9	Ճանապարհների լայնակի ու երկայնական թեքությունների որոշում նախագծային արժեքից (նույնը՝ նախագծային արժեքը տոկոսով):	5 մմ 10 %
10	Գրունտների փորման աշխատանքներում, ուղղաձիգ պլանավորման, հողային փորվածքների, լիցքերի, խրամուղիների նշահարման շեղումների ճշտությունը նախագծային արժեքներից՝ պլանում, բարձրությամբ:	50 մմ 20 մմ

Աղյուսակում տրված են թույլատրելի ՄՔՍ-ները, որոնցով կարող ենք տեղանքում կառուցել նշահարման տարրեր (հեռավորություններ, անկյուններ, բարձրություններ): Նշահարման տարրերի սխալները տրվում են 10 տեսակի աշխատանքների համար՝ կախված կառուցվող կառույցների նախագծային առանձնահատկություններից, հարկերի քանակից, միացումների կատարման եղանակներից, միջնապատերից ու հանգույցներից:

Ստանդարտներով, նորմերով ու կանոններով չնախատեսված շինարարական կոնստրուկցիաներով շենքերի (կառույցների) կառուցման թույլտվություն պարունակող նախագծային փաստաթղթերի համաձայն՝ շինարարու-

թյան դեպքում նշահարման աշխատանքների ճշտությունը պետք է որոշվի հատուկ հաշվարկներով:

ԳՕՍՍ 26433.2-94-ի ու ՀՀՇՆ 13.01-2022-ի համաձայն կատարված հաշվարկները ներդաշնակեցնելու համար ճշտության դասերը կարող են սահմանվել որպես առաջին մոտարկում: Այնուամենայնիվ, պետք է նկատի ունենալ, որ հաշվարկների արդյունքների տարբերությունների դեպքում առաջնահերթություն է տրվում ԳՕՍՍ 26433.2-94-ով սահմանված հաշվարկներին:

Ինչպես երևում է Աղյուսակ 8.6-ից, նշահարման աշխատանքներում զգալի տեղ է հատկացվում բարձունքային նշահարումներին: Հարակից առանցքների հարաբերական դիրքերի առավելագույն սխալները, կախված մոնտաժային հորիզոնում դրանց կառուցման բարձրությունից, ներկայացված են առանձին աղյուսակում և մեր դեպքում որոշ կրճատումներով տրված են Աղյուսակ 8.7-ում:

Նիշերը բարձր հորիզոններ փոխանցելու ճշտության բնութագրերը տրված են Աղյուսակ 8.8-ում:

Շենքի երկրաչափական պարամետրերի ճշտության գեոդեզիական հսկողությունը շինարարության արտադրության որակի ստուգման անբաժանելի մասն է և իրականացվում է կառուցման ամբողջ ընթացքում:

Գեոդեզիական ստուգման իրականացումը շենքի երկրաչափական պարամետրերի, շենքի տարրերի, կոնստրուկցիաների ու մասերի դիրքերի ճշտության համապատասխանությունն է կարգավորող ու նախագծային պահանջներին, ինչպես կառույցի ու կոնստրուկցիաների տարրերի տեղադրման ժամանակ, այնպես էլ տեղադրման աշխատանքների ավարտից ու կոնստրուկցիաների վերջնական ամրացումից հետո: Կառույցի կոնստրուկցիաների տարրերի պլանաբարձունքային դիրքն արտացոլվում է կառույցի կոնստրուկցիաների մասերի ու կատարողական հանութային փաստաթղթերում:

Աղյուսակ 8.7.

Հավասարեցումից հետո տեղանք տեղափոխված հարակից առանցքների փոխադարձ դիրքերի թույլատրելի սխալները

Հ/հ	Փոխանցվող (քայլ) բարձրությունը (մ)	Փոխադարձ դիրքի թույլատրելի սխալը (մմ)
1	30	1
2	90	1
3	120	2
4	180	2
5	210	3
6	270	3
7	300	4

Շենքի կամ նրա առանձին տարրերի (պատեր, սյուներ, անցքեր, բացվածքներ և այլն) երկրաչափական պարամետրերը, գեոդեզիական ստուգման եղանակները, դրա իրականացման կարգն ու ծավալը, որոնք վերահսկվում են շինմոնտաժային աշխատանքների ընթացքում, պետք է սահմանվեն գեոդեզիական աշխատանքների արտադրության նախագծերում: Կառուցվածքային տարրերի ցանկը, որոնք ենթակա են կատարողական հանույթի, պետք է համաձայնեցվեն նախագծող կազմակերպության հետ: Կատարողական գեոդեզիական հանույթների սխեմաները կազմվում են ակտեր ավարտված աշխատանքների համար, որոնք կազմելուց առաջ համաձայնեցվում են հեղինակային հսկողության հետ:

Շենքի կառուցվածքային տարրերի ու մասերի պլանային ու բարձրության դիրքն ու դրանց ուղղաձգությունը պետք է որոշվեն շինարարական ու նշահարման աշխատանքների ընթացքում՝ օգտագործելով ներքին նշահարման հիմքը կամ ուղղությունները:

Շենքի կառուցվածքային տարրերի ու մասերի պլանային ու բարձրության դիրքն ու դրանց ուղղաձիգությունը պետք է որոշվեն՝ շինարարական ու նշահարման աշխատանքների ընթացքում օգտագործելով ներքին պլանային հիմքի կամ ուղղությունների նշանները:

Աղյուսակ 8.8.

Նիշերի տեղափոխման եղանակները ելակետերից մոնտաժային հորիզոն

Հ/հ	Բարձրությունը, մ	Թույլատրելի սխալը, մմ	
		Պողպատե ժապավենով	Լազերային չափերիզով, տախտմետրով
1	Մինչև 30	3	2
2	30 – 60	5	- « -
3	90 – 120	8	3
4	120 - 150	9	- « -
5	210 - 240	12	4
6	270 - 300	14	6

Ստուգողական չափումների ճշտությունը պետք է լինի գեոդեզիական նշահարման աշխատանքների համար թույլատրելի շեղումների 0,2 արժեքից ոչ ավելի:

Շինարարության մեջ երկրաչափական պարամետրերի ճշտության ստուգումը պետք է իրականացվի ԳՕՍՍ 26433.2-94-ին համապատասխան:

Ճշտության ստուգման են ենթակա շենքերի ու շինությունների կառուցվածքային տարրերի երկրաչափական պարամետրերն ու այն պարամետրերը, որոնք որոշում են նշահարման առանցքների ու ուղղությունների, կա-

ռուցվածքային տարրերի տեղադրման համար:

Ճշտության ստուգումը կարող է նշանակվել ընտրովի՝ ըստ այլընտրանքային կամ քանակական չափանիշի, իսկ հատուկ դեպքերում այն կարող է լինել շարունակական:

Ամբողջական ստուգում է նշանակվում.

- փոքր ծավալի շինարարության դեպքում,
- անկայուն բնույթի արտադրության, այդ թվում՝ տեխնոլոգիական գործընթացների ճշտման ժամանակ,
- տվյալ ճշտության ապահովման պահանջների ավելացմամբ՝ պայմանավորված մեծածավալ ընտրությունների օգտագործման անհրաժեշտությամբ:

Ընտրողական ստուգում պետք է նշանակվի, երբ հաստատվում է կայուն արտադրություն, և երբ ապահովվում է տեխնոլոգիական գործընթացի վիճակագրական միատարրությունը:

Ընտրողական մեթոդը պետք է հիմնականում օգտագործվի այլընտրանքային բնութագրիչի վրա հիմնված ստուգում, իսկ քանակական բնութագրի վրա հիմնված ստուգումը՝ առավել կրիտիկական պարամետրերի համար, երբ դրանց թիվը փոքր է: Քանակական բնութագրի վրա հիմնված ստուգում նաև կիրառվում է, եթե արտադրության պայմաններից էլնելով՝ նպատակահարմար է նվազեցնել նմուշների ծավալը՝ համեմատած այլընտրանքային բնութագրի վրա հիմնված ստուգումների հետ: Այս մեթոդը կիրառելի է, երբ ստուգվող պարամետրերը միմյանցից անկախ են և ունեն նորմալ բաշխում:

Շարունակական ստուգումների ժամանակ երկրաչափական պարամետրի ճշտությունը ստուգվում է յուրաքանչյուր օբյեկտում:

Շարունակական մշտադիտարկման ստուգման ստանդարտներից δx_u վերին ու δx_u ստորին սահմանային շեղումները անվանական չափերից են, որոնք որոշում են ստուգվող պարամետրի ճշտության պահանջները:

Երկրաչափական պարամետրերի համապատասխանությունը ստուգման ստանդարտներով որոշելու համար, ըստ սահմանված չափման կանոնների, որոշվում են δx_i փաստացի շեղումներ կամ x_i իրական չափսեր:

Ճշտությունը ստուգելու համար օգտագործվող մեթոդներն ու չափիչ գործիքները պետք է ապահովեն այդ չափումների անհրաժեշտ ճշտությանն ու հուսալիությանը և նշանակված լինեն դրանց բարդության ու արժեքի համաձայն:

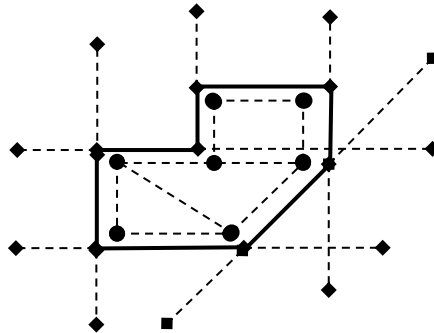
Օգտագործված միջոցները, ինչպես նաև չափման տեխնիկան պետք է վավերացված լինեն պետական կամ գերատեսչական չափագիտական ծառայության կողմից՝ Չափումների միասնականության ապահովման պետական համակարգի ստանդարտների պահանջներին համապատասխան:

8.5. Կառույցների նշահարման ցանցերի կառուցում

Գեոդեզիական նշահարման աշխատանքները բաժանվում են երկու խմբի՝ գլխավոր ու հիմնական: Հիմնական նշահարման աշխատանքները ներառում են տեղանքում շենքերի ու շինությունների գլխավոր ու հիմնական առանցքների որոշումը:

Կառույցի գլխավոր առանցքները դրա սիմետրիայի փոխադարձ ուղղահայաց առանցքներն են (Նկ. 8.1), իսկ հիմնական առանցքները՝ հատակագծով շենքի կամ շինության ուրվագիծը սահմանող գծեր: Կառույցի գլխավոր ու հիմնական առանցքները երկրաչափական և գեոդեզիական հիմքն են՝ մանրամասն նշահարման աշխատանքների արտադրության համար: Այսինքն՝ կառույցի գլխավոր ու հիմնական առանցքներից իրականացվում են մանրամասն նշահարման աշխատանքներ:

Գեոդեզիական հիմնակետերը (նշանները), ամրագրելով կառույցի գլխավոր ու հիմնական առանցքները, կազմում են շենքի (կառույցի) արտաքին նշահարման ցանցը (Նկ. 8.4):



Նկ. 8.4. Շենքի արտաքին ու ներքին նշահարման սխեմա

Արտաքին նշահարման ցանց: (ՀՀՇՆ 13.01-2022 -ի համաձայն՝ շենքերի արտաքին նշահարման ցանցի կառուցումը պարտադիր չէ):

Գլխավոր ու հիմնական առանցքները տեղանք են տեղափոխվում պլանային հիմքի հիմնակետերից, քաղաքային գեոդեզիական ցանցի կամ շինհրապարակի նշահարման ցանցի կետերից: Գլխավոր կամ հիմնական առանցքների փոխադարձ դիրքը որոշվում է ավելի բարձր ճշտությամբ, քան պլանային նշահարման հիմքի կետերի դիրքը կամ կառույցի շենքի ընդհանուր տարածքը: Այս առումով գեոդեզիական աշխատանքները սկսում են՝ տեղանք տեղափոխելով, բնականաբար, ավելի մեծ երկարությամբ առանցքներից մեկը, այնուհետ նշահարվում են մյուս առանցքները:

Շենքի արտաքին նշահարման ցանցը հիմք է կառույցների զրոյական

ցիկլի կառուցման համար, իսկ ներքին նշահարման ցանցը ծառայում է շենքի կոնստրուկցիաների մոնտաժման ու սարքավորումների ճշգրիտ տեղադրման ապահովմանը:

Ցանցի կետերի գտնվելու տեղերը որոշվում են՝ հաշվի առնելով շինհրապարակի կոնկրետ պայմանները: Հիմնական պահանջն է ապահովել կետերի պահպանությունն ու դրանց կայունությունը մինչև շինարարության ավարտը: Բոլոր դեպքերում նշահարման ցանցի կետերի տեղակայումները պետք է կապված լինեն օբյեկտի շինարարական գլխավոր հատակագծի հետ:

Շենքի արտաքին ու ներքին նշահարման ցանցերի կառուցման ճշտությունը որոշվում է կառույցի հարակից առանցքների փոխադարձ դիրքի ճշտությամբ (Աղ. 8.4):

Բոլոր դեպքերում, արդյունավետության նկատառումներից ելնելով, դրանք ձգտում են զարգացնել ցանցը նվազագույն քանակությամբ միացումներով: Նշահարման ցանցերը սովորաբար կառուցվում են մեկ փուլով: Հատկապես պետք է ընդգծել, որ ներքին նշահարման ցանցն արտաքին ցանցի զարգացման երկրորդ փուլը չէ, քանի որ դրանց նպատակը տարբեր է՝ մոնտաժային հորիզոնն ու դրանք մեկ այլ ճշտության պարամետրերով միմյանց հետ կապված չեն:

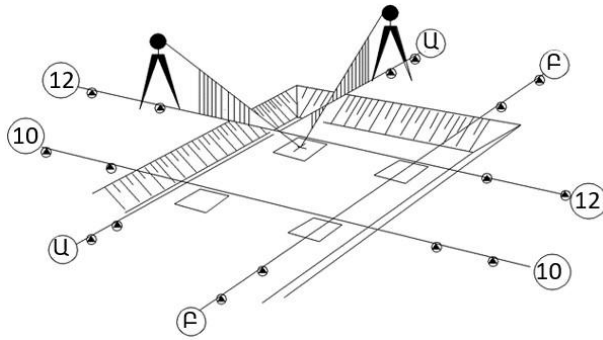
Շենքի արտաքին ցանցի կառուցման եղանակները կարող են տարբեր լինել, բայց կդիտարկենք դրանցից լայն տարածում ունեցող երկուսը:

Շենքի հիմնական առանցքներն նշաններով ամրացնելու ցանց

Մինչև հիմա շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կառուցման այս ավանդական եղանակը լայնորեն կիրառվում է շենքերի ու շինությունների մեծ մասի կառուցման մեջ: Դրա էությունը պայմանավորված է նրանով, որ կառույցի գլխավոր կամ հիմնական առանցքները ամրացվում են փոսորակի եզրագծի սահմաններից դուրս տեղադրված նշաններով: Նշանները կարող են պատրաստվել մետաղական կենտրոններով բետոնե մոնոլիտների, ամրանից պատրաստված Ու-աձև նստարանների տեսքով և այլն:

Համանուն նշանների միջև լարեր ձգելով՝ ստացվում են կառույցի առարկայական առանցքներ՝ տեղափոխված տեղանք: Այս առանցքներն ուղղալարերով տեղափոխվում են այն պահանջվող տեղերը, որտեղ կառուցվում են որոշակի կոնստրուկցիաներ: Արտաքին ցանցային նշաններից առանցքների նախագծումը և՛ դեպի փոսորակի հատակը, և՛ դեպի վեր՝ թույլատրելի սահմաններում, կարող է իրականացվել նաև թեոդոլիտով (Նկ. 8.5):

Այսպիսով՝ շենքի արտաքին նշահարման ցանցը կառուցվում է քաղաքային գեոդեզիական ցանցի կամ շինհրապարակի նշահարման ցանցի կետերից:



Նկ. 8.5. Նշահարում շենքի արտաքին ցանցի հիմնակետերից

Նշահարման ցանցի կառուցումը սկսվում է տեղանքում կառույցի գլխավոր կամ հիմնական երկար առանցքի վրա երկու կետ տեղադրելով: Տեղադրված կետերի միջև հեռավորությունները մանրակրկտորեն չափվում են, իսկ կետերից մեկի դիրքը ճշտվում է այնպես, որ կառուցված առանցքի չափը համապատասխանի դրա նախագծային չափին (ԳՕՍՍ 26433.2-94-ի համաձայն՝ միջառանցքային չափերի կառուցման ճշտության ստանդարտներով որոշված ճշտության սահմաններում): Այնուհետև որպես հիմք հենվելով այս առանցքի վրա՝ իրականացվում է մնացած բոլոր առանցքների կառուցումը, կատարվում են պատկերների անկյունագծերի ու կողմերի ստուգողական չափումներ, և կետերը ժամանակավոր ամրացվում են: Հետագա գործողությունների թվում կլինեն կառուցված կետերը շինաշխատանքների տարածքից դուրս տեղափոխելն ու ամրացնելը: Նշված կետերը կծառայեն որպես արտաքին նշահարման ցանցի կետեր:

Տեղանքում հիմնական առանցքների կառուցման ստուգումն իրականացվում է առանցքներն ապահովող նշանների երկայնքով դրված պոլիգոմետրիական ընթացքի միջոցով: Ամրացված կետերի չափումների արդյունքները խիստ եղանակներից մեկով հավասարեցնում և որոշում են առանցքների կոորդինատները: Հաշվարկված կոորդինատների արժեքները նախագծայինների հետ համեմատելով՝ որոշվում են ռեդուկցիայի արժեքները, որոնք հաշվի առնելով ամրացվում են նշանների կենտրոնները:

Շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կառուցումն իր դասական իմաստով այսօր կորցրել է իր կիրառությունը, քանի որ ժամանակակից էլեկտրոնային տախտմետրերի առկայության դեպքում գրոյական ցիկլի անհրաժեշտ նշահարման աշխատանքները կարող են իրականացվել շինհրապարակի նշահարման ցանց կետերից:

Անդրադարձային դրոշմանիշների տարածական ցանցեր: Վերադառնալով Նկար 8.3-ին՝ դժվար չէ պատկերացնել իրավիճակը շինհրապարակում

արդեն շինարարության կազմակերպման առաջին փուլերում, երբ հատկացված տարածքում սկսում են կառուցվել օժանդակ արտադրամասեր ու կենցաղային օբյեկտներ, սկսվում են շինանյութերի առաքումն ու պահպանումը, իսկ աշխատանքային գոտիներում տեղակայված են կռունկներ ու հողային աշխատանքների մեխանիզմներ: Հասկանալի է, որ տեղանքում ամրացված գեոդեզիական նշահարման մի քանի նշաններ շատ արագ կկորցնեն իրենց նպատակը. դրանցից մի քանիսը կոչնչացվեն, իսկ որոշների տեսադաշտը կփակվի:

Գրեթե անհնար է պահպանել գրունտում ամրացված շինհրապարակի գեոդեզիական նշանները շինարարության որևէ նշանակալի ժամանակահատվածի համար: Դրանք ոչնչացվում են ոչ միայն շինարարների անզգուշության ու նրանց գործողությունները չհամակարգելու, այլև շինարարության կազմակերպման պլանների համակարգված փոփոխությունների պատճառով: Գեոդեզիական նշահարման ցանցերի կետերի ոչնչացումը լուրջ խնդիրներ է առաջացնում գեոդեզիստների համար, հանգեցնում է նշահարման աշխատանքների ձգձգման և շինարարության արժեքի բարձրացման: Կետերի պահպանման ու նշահարման ցանցի պահպանման խնդիրը միշտ էլ արդիական է եղել շինարարությունում աշխատող գեոդեզիստների համար:

Գեոդեզիական աշխատանքի պրակտիկայում էլեկտրոնային տախտմետրերի համատարած ներդրման հետ կապված՝ փոխվել են նշահարման աշխատանքների բուն մոտեցումը, նաև աշխատանքի տեխնոլոգիան տախտմետրերի նոր հնարավորությունների շնորհիվ: Օրինակ՝ էլեկտրոնային տախտմետրով աշխատելիս հնարավորություն է ստեղծվում արագորեն հաշվարկելու կանգնած կետի կոորդինատները՝ երկու կամ ավելի հայտնի կոորդինատներով կետեր դիտարկելով: Ավելին՝ իմանալով նշահարվող կետերի նախագծային կոորդինատներն ու մուտքագրելով դրանք՝ տախտմետրը անմիջապես տալիս է նշահարման տարրեր այդ՝ կետերը գտնելու համար: Տախտմետրերի նման հնարավորությունները թույլ են տալիս խուսափել շինհրապարակի նշահարման ցանցի համար թանկարժեք գրունտային նշանների կառուցումից, համատեղել շինհրապարակն ու շինությունների նշահարման ցանցը՝ ներկայացնելով այն որպես շինհրապարակի միասնական տարածական նշահարման ցանց, որի նշանները կարող են ամրացվել տեղանքը շրջապատող առարկաների վրա՝ գոյություն ունեցող շենքերի ու շինությունների պատեր, սյուներ, հոսանքի գծերի հենարաններ և այլն: Նշանն ինքնին անդրադարձնող թաղանթի քառակուսի է, որը սոսնձվում է առարկաների մակերեսին բավական բարձրության վրա, որ ապահովվի այդ նշանի տեսանելիությունը հնարավոր տարբեր դիրքերից: Անդրադարձչի չափերը կարող են լի-

նել 15×15 մմ, 30×30 մմ կամ այլն:

Նման կառույցի նշահարման ցանցի առավելություններն ակնհայտ են. վերացվում է գրունտային նշանների կառուցման անհրաժեշտությունը, իսկ շինարարության ընթացքում կետերի պահպանությունը գրեթե լիովին ապահովված է: Կետերն իրենք միշտ տեսանելի են դիտումների համար, և կարիք չկա դրանց վրա տեղադրելու ու կենտրոնացնել անդրադարձիչներ կամ դիտարկման տեսանելի այլ առարկաներ:

Անդրադարձիչների կենտրոնների կոորդինատները կարելի է որոշել պոլիգոնոմետրիական ընթացքի երկու կամ ավելի կետերից՝ օգտագործելով բևեռային կոորդինատների եղանակը:

Հաշվարկենք անդրադարձիչի կենտրոնի ՄՔՍ-ն, որը կլինի բևեռային հատման սխալի, կենտրոնացման սխալի ու ելային տվյալների սխալի գումարը:

Բևեռային հատումների համար կունենանք՝

$$m_{ph}^2 = m_S^2 + \frac{m_\beta^2 \cdot S^2}{\rho^2}, \quad (8.7)$$

որում m_S -ը գծի չափման սխալն է, m_β -ն անկյան չափման սխալն է, S -ը՝ գծի երկարությունը: Եթե $m_S = 2$ մմ, $m_\beta = 5''$, $S = 100$ մ, ապա $m_{ph} = 3,2$ մմ, այդ դեպքում ելային տվյալների սխալների վերաբերյալ պետք է ասել հետևյալը. եթե անդրադարձիչների կենտրոնների կոորդինատները որոշվում են տախտմետրի մեկ կայանից, ինչը բնորոշ է շենքերի նշահարման ցանցերի ու փոքր շինարարական նախագծերի համար, բնականաբար, ելային տվյալների սխալները պետք է հավասար լինեն զրոյի, քանի որ նշահարման աշխատանքների համար էական է ոչ թե կառույցի ընդհանուր տեղաշարժը, այլ դրա առանցքների փոխադարձ դիրքը: Մեծ մակերեսով օբյեկտների համար հնարավոր է նաև գտնել տարածական նշահարման ցանց կառուցելու եղանակներ, որոնց ելային տվյալների սխալները կարող են անտեսվել:

Այսպիսով՝ կառուցվող օբյեկտի անմիջական հարևանությամբ կառուցվում է անդրադարձչային նշահարման տարածական ցանց՝ մի քանի միլիմետր փոխադարձ դիրքի սխալով: Համեմատաբար, նշանների միջև 100 մ հեռավորությունների համար սխալները կկազմեն մոտավորապես 1:30000: Հետևաբար նկարագրված տեխնոլոգիայով կառուցված շինհրապարակի նշահարման ցանցը կկարողանա բավարարել ՄՆիՊ 3.01.03-84-ի պահանջները ամենաբարձր ճշտության դասի կառույցների համար:

Շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կառուցման համեմատաբար նոր եղանակն արբանյակային եղանակներով կառուցվող շենքի առանցքների

հետ չկապված կետերի ցանցի ստեղծումն է կառույցի շրջակայքում: Նման ցանցի օգտագործումը հնարավոր դարձավ գեոդեզիական աշխատանքում էլեկտրոնային տախտմետրերի զանգվածային ներդրմամբ: Կառույցի նշահարումն իրականացվում է կա՛մ անմիջապես GPS ընդունիչներով որոշված կետերից, կա՛մ այդ կետերն օգտագործվում են «ազատ կայանի» կոորդինատները որոշելու համար:

Շենքի ներքին նշահարման ցանց: Կառույցների վերգետնյա մասի կառուցման ժամանակ գեոդեզիական նշանները ներառում են սկզբնական հորիզոնում հիմնային նշահարման ցանցի կառուցումը, և դրանցով նախագիծը փոխադրվում է մոնտաժային հորիզոններ: Նշահարման ցանցը, որը կառուցվում է կառույցի հատակին պլանային ու բարձունքային նշանների տեսքով, ծառայում է մոնտաժային հորիզոններում մանրամասն նշահարման աշխատանքների, ինչպես նաև կատարողական հանույթների կատարման համար: Նման ցանցը կոչվում է ներքին շենքային ցանց: Դրա չափն ու ձևը համապատասխանում են բուն կառույցի չափին և ձևին:

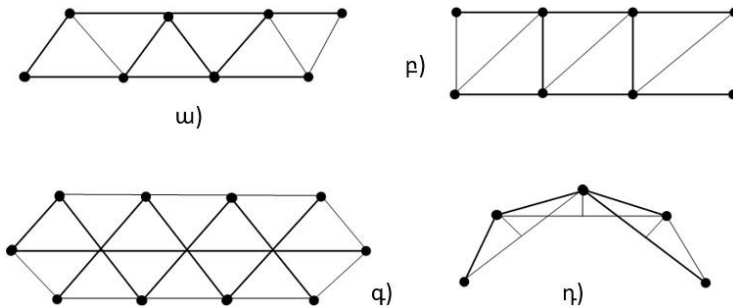
Նշահարման ցանցը կառուցվում է հիմքի սալիկի կամ վանդակաճաղերի վրա, շենքի կամ տեխնիկական ստորգետնյա բետոնապատման կամ ստորգետնյա նկուղի վրա: Այդ պայմանական մակերևույթը, որի վրա ամրացվում են ներքին նշահարման ցանցը, կոչվում է սկզբնական կամ ելային հորիզոն:

Ելային մոնտաժային հորիզոնում պլանային նշահարման ցանցը ստեղծվում է երկրաչափական պատկերների տեսքով՝ հաճախ կրկնելով կառուցվածքի ընդհանուր կոնֆիգուրացիան: Քանի որ այս ցուցանիշը բազմիցս կրկնվում է հաջորդ մոնտաժային հորիզոններում, այն կոչվում է գլխավոր կամ հիմնական: Մոնտաժային հորիզոններին փոխանցված հիմնական նշահարման կետերի թիվը պետք է լինի առնվազն երեք:

Հիմնական ցուցանիշը կազմված է հետևյալ նկատառումների հիման վրա. ցանցի հիմնական կողմերը պետք է զուգահեռ (ուղղահայաց) լինեն կառույցի հիմնական առանցքներին: Գեոդեզիական պատկերների կետերը պետք է տեղակայվեն այնպիսի տեղերում, որոնք ապահովում են փոխադարձ տեսանելիություն ու պահպանություն շինարարության ողջ ժամանակահատվածում: Դրանք տեղակայվում են հիմնական առանցքների մոտ՝ 0,5÷1,0 մ հեռավորության վրա՝ հաշվի առնելով դրանց հետագա ուղղաձիգ ելքի հնարավորությունը վերադիր մոնտաժային հորիզոնների վրա:

Երկրաչափական ձևով համեմատաբար պարզ կառույցներ իրականացնելիս ցանցերը կառուցվում են եռանկյունների, քառանկյունների, եռանկյունների շղթաների ու կենտրոնական համակարգերի տեսքով (Նկ. 8.6): Նման ցանցերի չափումները կատարվում են եռանկյունավորման կամ գծաանկյու-

նային հատումների եղանակով: Բարդ ու եզակի կառույցների համար նախագծվում են հատուկ բարձր ճշտության ճառագայթային օղակաձև ու գծային ցանցեր:



Նկ. 8.6. Ներքին նշահարման ցանցի սխեմաներ

Կառույցի ներքին ցանցի նախագիծը կազմվում է հատակագծի վրա, բազիսային պատկերների կետերի կոորդինատները հաշվարկվում են շենքի կոորդինատային համակարգում:

Ելային հորիզոնում բազիսային պատկերների կառուցումն իրականացվում է շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերից կամ ազատ կայանից՝ ըստ հիմնական պատկերի կետերի նախագծային կոորդինատների:

Շինարարությունը սկսվում է ելային հորիզոնի մակերևույթի վրա՝ բազիսի երկար կողմին երկու կետ տեղադրելով: Կողմի կետերից մեկն ու դրա ուղղությունը որպես ելային ընդունելով՝ կառուցում են պատկերի մնացած կետերը, կատարում անկյունային ու գծային չափումներ, հավասարեցնում են պատկերը և հաշվարկում ցանցի բոլոր կետերի կոորդինատները: Հաշվարկված կոորդինատները համեմատվում են նախագծային կոորդինատների հետ և անթույլատրելիությունների դեպքում կատարվում է տեղափոխություն: Կառուցված կետերի տեղափոխության գործընթացը հարմար է իրականացնել բետոնում նախապես ամրացված մետաղական թիթեղների վրա:

Ստուգողական չափումներից հետո կետերը վերջնականապես ամրացվում են:

Ներքին հավասարեցման ցանցի կառուցման ճշտությունը որոշվում է կառույցի դասով և տրված է ՀՀՇՆ 13.01-2022 փաստաթղթում (Աղ. 8.6):

Այսպիսով՝ օրինակ՝ 100 մ-ից մինչև 120 մ բարձրություն ունեցող կառույցների շինարարության ժամանակ շենքի ներքին նշահարման ցանցի գծային չափումների ժամանակ կառուցման ՄՔՄ արժեքը պետք է լինի ոչ ավելի, քան 1/15000, անկյունային չափումները պետք է իրականացվեն 5"-ից պակաս սխալներով, իսկ կայանում վերազանցումներն որոշելու սխալները չպետք է լինեն 1 մմ-ից ավելի:

Ինչ վերաբերում է շենքի ներքին նշահարման ցանցի կառուցման ճշտությանը, ապա հավելյալ պետք է ասել հետևյալը. քանի որ ներքին նշահարման ցանցը ծառայում է առանցքների կառուցմանն ու մոնտաժային հորիզոնում մանրամասն նշահարման աշխատանքների իրականացմանը, հետևաբար դրա ճշտությունը պետք է բավարարի նշահարմանը: Այսպիսով՝ ելային տվյալների սխալները, այսինքն՝ ցանցի կետերի փոխադարձ դիրքի սխալները, չեն ազդել նշահարման աշխատանքի վրա, ներքին նշահարման ցանցի կետերի պլանային դիրքի սխալները պետք է լինեն առնվազն երկու անգամ պակաս, քան պլանային կետերի ու առանցքների թույլատրելի սխալները:

Հաշվարկենք շենքի ներքին նշահարման ցանցի կառուցման ճշտությունը՝ ելնելով պլանային կետերի ու առանցքների նշահարման թույլատրելիությունից: Այդ նպատակով ԳՕՍՍ 26433.2-94-ից 4000-8000 մմ նոմինալ չափի միջակայքի ու ճշտության 3-րդ դասի համար գրենք պլանային կետերի ու առանցքների նշահարման թույլատրելիության արժեքը: Այն հավասար կլինի 4 մմ-ի, իսկ ՄՔՄ-ն՝ 1 մմ՝ 95 % վստահության հավանականությամբ, հետևաբար ներքին նշահարման ցանցի կետերի փոխադարձ դիրքը պետք է որոշվի 0,5 մմ-ից ոչ ավելի սխալով: Հարաբերական միջին քառակուսային սխալը միջին միջակայքի համար (6000 մմ) կլինի 1/12000, ինչը, ընդհանուր առմամբ, համապատասխանում է ՄՆԻՊ 3.01.03.-84-ի պահանջներին:

Շինհրապարակի բարձունքային հիմքը: Բարձունքային հիմք կառուցելիս պետք է ղեկավարվել ՀՀՇՆ 13.01-2022-ի պահանջներով, այն է՝ շինհրապարակում հենանիշների որոշումը պետք է իրականացվի, կախված կառույցների կատեգորիայից, երկրաչափական նիվելիրացմամբ՝ 3 մմ միջին քառակուսային սխալով 1 կմ նիվելիրացման ընթացքի համար (6, 10 կամ 15 մմ): Այսինքն՝ դրանք II, III ու IV դասերի կամ տեխնիկական նիվելիրացման ընթացքներ են:

Շինհրապարակների նիվելիրացման ցանցերի հիմնական պահանջներն արտացոլված են Աղյուսակ 1-ում ու Աղյուսակ 2.1-ում, իսկ Աղյուսակ 2.2-ում ներկայացված են նիվելիրացման ընթացքների հիմնական ցուցանիշներն ըստ ճշտության դասի:

Շինհրապարակի հիմնային ցանցն ու շենքի հիմնային ցանցը ստեղծվում են նիվելիրացման ընթացքների տեսքով՝ հիմնվելով ելային բարձունքային հիմքի առնվազն երկու հենանիշների վրա:

Նիվելիրացման ու պլանային նշահարման ցանցերի կետերը պետք է համակցվեն, և ամեն դեպքում սահմանների երկայնքով ու կառուցապատված տարածքի ներսում տեղադրվեն նիվելիրացման հենանիշներ. յուրաքանչյուր շենքի համար՝ առնվազն մեկ հենանիշ, իսկ գծային կառույցների առանցքներ

րի երկայնքով՝ առնվազն 0,5 կմ մեկ:

Շինհրապարակում բոլոր տեսակի կառույցների տեղադրումը, ստորգետնյա հաղորդակցությունների անցկացումը, պլանավորման ու այլ աշխատանքներ ընդհանուր դեպքում բավարար են՝ 3-5 մմ սխալով որոշված վերազանցումներ ապահովելու համար: Եթե վերցնենք 3-րդ դասի ընթացքի երկարությունը, որը տարված է 2-րդ դասի նիվելիրացման հենանիշների միջև, դրանցից մեկից մինչև $L = 1$ կմ ամենաթույլ որոշված հենանիշն է, ապա հենանիշի բարձրությունը որոշելու սխալը կլինի.

$$m_{i,2}^2 = \eta^2 \cdot L_i + \sigma^2 \cdot L_i^2,$$

որում η -ն 1 կմ ընթացքի միջին պատահական սխալն է, որը 3-րդ դասի ընթացքի համար հավասար է 5 մմ-ի, σ -ն 3-րդ դասի ընթացքի միջին սխտեմատիկ սխալն է և հավասար է 0,8 մմ-ի: Տեղադրելով այս տվյալները բանաձևում՝ ստանում ենք ± 5.1 մմ:

Նման հենանիշի բարձրության սխալը, որը որոշվում է երկու ելային նշանից (առանց ելային տվյալների սխալները հաշվի առնելու), հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$M_{H_A} = \frac{m_1 \cdot m_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = 3,6 \text{ մմ:}$$

Նման կետերին բարձրության կապակցումն իրականացվում է՝ միայն բացարձակ բարձրությունը տեղանքի հենանիշներին փոխանցելու համար: Ինքնին այս դեպքում շինհրապարակի բարձրությունները խստորեն կապակցված են հիմնային ցանցին: Անհրաժեշտ է քաղաքային բարձունքային ցանցերը ստեղծել միասնական համակարգում, քանի որ տեղանքի բարձրահարկ շենքերի մի շարք կոմունիկացիաներ միացված են քաղաքային հաղորդակցության գծերին:

Շենքի կամ շինության մաքուր հատակի պայմանական բարձրությունը պետք է համապատասխանի մնացած շենքերի նախագծային զծագրերում նշված բացարձակ բարձրությանը:

Շենքի կամ շինության կառուցման համար աշխատանքային բարձունքային հիմքի կառուցումը սկսվում է աշխատանքային սխեմայի պատրաստմամբ, որն անհրաժեշտ է նաև նիվելիրման ցանցի գնահատման ու հավասարեցման համար: Մխեմայում ցույց են տրվում ելային հենանիշների նշանները, շինարարական հենանիշների քանակն ու դրանց գտնվելու տեղերը՝ կապված կառուցվող շինության հետ, նիվելիրացման ընթացքի ուղղությունը և այլն:

Բարձունքային հիմքի հենանիշների թիվն ու գտնվելու տեղերը պետք է

ապահովեն նիշերի փոխանցումը կառուցվող շենքի կառուցվածքային տարրերին նիվելիրի նվազագույն կայանմամբ՝ մեկ կամ երկու: Յուրաքանչյուր շենքի համար պետք է ապահովվի առնվազն երկու շինարարական հենանիշ, իսկ բազմասեկցիաներով շենքերի համար՝ մեկ հենանիշ յուրաքանչյուր սեկցիայի համար:

Նիվելիրացման ցանցը կառուցված է առանձին ընթացքներով՝ դրանց ծայրերը հենվելով քաղաքային բարձունքային ցանցի հենանիշների ու դրոշմանիշների վրա: Ընթացքները կարող են փակվել, կամ կարող են ձևավորվել հանգուցային կետեր: Նիվելիրացման դասը որոշվում է ըստ Աղյուսակ 8.1-ի ու Աղյուսակ 8.6-ի ու СП 126.13330.2017-ում տրված պահանջների:

Չափումների արդյունքների հիման վրա հավասարեցվում է նիվելիրացման ցանցը: Աշխատանքային սխեմայում նշվում են ընթացքների անվանումն ուղղություններով, հանգուցային կետերի միջև ընկած հատվածների չափված վերազանցումները՝ նշելով հատվածում եռոտանիների թիվը կամ նիվելիրացման ընթացքի երկարությունը կիլոմետրերով, պոլիգոններն ու դրանց ստացված անկապքները:

Աշխատանքային բարձունքային հիմքի նիվելիրացման ցանցը պետք է հավասարեցվի առանձին ընթացքի համար կամ հետևյալ եղանակներից մեկով՝ մեկ հանգուցով, համարժեք փոփոխականների, կորեկատների, հանգույցների, պոլիգոնների կամ պարամետրական եղանակով: Եղանակների ընտրությունը կախված է նիվելիրացման ցանցի ձևից ու չափից: Չանգվածային շինարարության դեպքում, որպես կանոն, անցկացվում են առանձին նիվելիրացման ընթացքներ:

Շինարարական C հենանիշի հավասարեցման H_C արժեքը որոշակի AB նիվելիրացման ընթացքի համար հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$H_C = H_A + [h]_{AC} - \frac{f_h}{n} k, \quad (8.8)$$

որում H_A -ն A ելային հենանիշի բացարձակ բարձրությունն է, $[h]_{AC}$ -ն՝ A ելային հենանիշից մինչև շինարարական C հենանիշի ընթացքի վերազանցումների գումարը, f_h -ը՝ նիվելիրացման ընթացքի անկապքը, որը հավասար է.

$$f_h = \sum_1^n h - (H_B - H_A), \quad (8.9)$$

n -ը AB ընթացքում կայանների ընդհանուր թիվն է, k -ն՝ նիվելիրացման կայանների թիվը՝ A ելայինից մինչև C շինարարական հենանիշը:

Ելային ու շինարարական ընթացքի կետերի միջև անկապքի հավասարեցված արժեքի P_C կշիռը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$P_c = \frac{n}{k(n-k)}: \quad (8.10)$$

Հանգուցային կետերով նիվելիրացման ընթացքների հավասարեցման համակարգերի խնդիրները դիտարկվել են 3.3 բաժնում: Այստեղ նշվել է, որ շինհրապարակում աշխատանքային հենանիշների հաշվարկված նշանները պետք է պահպանվեն շինարարության ողջ ժամանակահատվածի համար՝ անկախ դրա տևողությունից ու կառույցի նստվածքի չափից: Այնուամենայնիվ, շենքի մոնտաժային հորիզոնների բարձրությունները պետք է տեղափոխվեն այդ շենքի հիմքին (նկուղին) ամրացված հենանիշից, քանի որ նստվածքները հիմքի ծանրաբեռնվածության վրա մեծանում են և կարող են հանգեցնել կառույցների բարձրությունների լուրջ տեղաշարժերի, որոնք որոշվում են հենանիշներից անկախ:

8.6. Նշահարման աշխատանքների փուլերը և հիմնական տարրերը

Կառույցի նշահարման ողջ գործընթացը կարելի է բաժանել երեք փուլի:

Առաջին փուլում իրականացվում են, այսպես կոչված, հիմնային նշահարման աշխատանքները: Կառույցի գլխավոր կամ հիմնական նշահարման առանցքները որոշվում և ամրացվում են տեղանքում: Նշահարման հիմնական աշխատանքներն կատարվում են գեոդեզիական նշահարման հիմնակետերից:

Երկրորդ փուլում կատարվում է կառույցի մանրամասն նշահարում, այսինքն՝ գլխավոր կամ հիմնական առանցքների ամրագրված կետերից նշահարվում են շենքի կոնստրուկցիաների առանցքներն ու կառուցվածքի մասերը: Նշահարումը սկսվում է փոտրակի ուրվագծի գծանշմամբ, այնուհետև շարվում են ցցայունների (սվայների) դաշտը, հիմքերը, ստորգետնյա կառույցների առանցքները և այլն: Կառույցների կոնստրուկցիաների պլանային դիրքին զուգահեռ իրականացվում է դրանց բարձունքային կապը նախագծին: Մանրամասն նշահարումը կատարվում է շատ ավելի ճշգրիտ, քան հիմնական նշահարման աշխատանքը, քանի որ կառույցի գլխավոր կամ հիմնական առանցքների ընդհանուր դիրքը, այլ կերպ ասած՝ կառույցի դիրքը շրջապատող շենքերի նկատմամբ այնքան էլ խստորեն չի կարգավորվում: Այս դիրքը որոշվում է գեոդեզիական նկատառումներով ու շենքի հաղորդակցման նոր ուղիները գոյություն ունեցողների հետ միացնելու պահանջներով:

Ընդհանուր առմամբ, նոր շենքի պլանային դիրքը կարող է բնութագրվել մոտ 3-5 սմ կամ ավելի միջին քառակուսային սխալով: Մանրամասն առանցքների փոխադարձ դիրքն որոշվում է շատ բարձր ճշտությամբ՝ 2÷3 մմ ու ավելի ճշգրիտ:

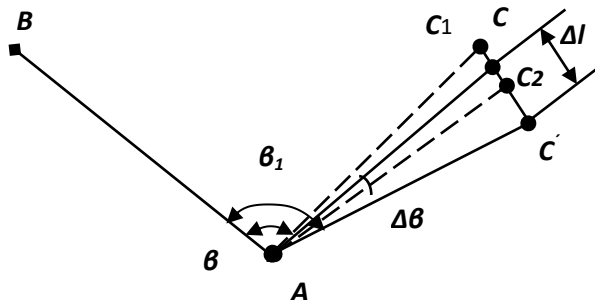
Արդյունաբերական կառույցների նշահարման աշխատանքների երրորդ փուլը բաղկացած է տեխնոլոգիական սարքավորումների առանցքների տեղադրումից: Այս փուլում երբեմն պահանջվում է ամենաբարձր ճշտությունը՝ մինչև միլիմետրի տասներորդական մաս: Նման պահանջների իրականացման համար մշակվում են աշխատանքի նոր տեխնոլոգիաներ, նոր սարքավորումներ ու չափման եղանակներ:

Նշահարման աշխատանքը, ի տարբերություն հանութային աշխատանքների, ներառում է նախագծերի իրականացում, այսինքն՝ տեղանքում կառուցելով այն, ինչ նախատեսված է հատակագծի վրա:

Նախագծերի տեղափոխումը տեղանք գեոդեզիական առումով ամփոփում է կոնստրուկցիաների տարրերի նախագծային հորիզոնական անկյունների ու գծերի երկարությունների, հարթությունների ու նախագծային նիշերի տեղակայումը: Այս տարրերի կառուցմամբ որոշվում է ապագա կառույցի կոնստրուկցիաների տարածական դիրքը:

Նախագծային հորիզոնական անկյուն կառուցելիս էլային արժեքը հենց այդ β անկյան արժեքն է, որը պետք է հաշվարկվի, պետք է տրվեն A գագաթն ու AB էլային ուղղությունը (տե՛ս Նկ. 8.7):

Տեղադրելով թեոդոլիտը A կետում՝ ուղղվում է դեպի B կետը, որտեղ նախապես կենտրոնացված է դիտարկման դրոշմանիշը: Հորիզոնական շրջանի ցուցմունքը զրոյացվում է (թվային թեոդոլիտի համար), և ալիդադան պտտելով՝ ստանում ենք նախագծային անկյան հավասար ցուցմունք: Եթե օգտագործվում է օպտիկական թեոդոլիտ, ապա β անկյան արժեքին ավելացվում է B կետի ցուցմունքը, և ալիդադան պտտելով՝ ստանում ենք հաշվարկված անկյան հավասար հորիզոնական շրջանի ցուցմունք: Դիտման առանցքի այդ ուղղության վրա տեղանքում ամրացվում է $C1$ կետը:



Նկ. 8.7 Հորիզոնական անկյան կառուցում

Նմանատիպ գործողություններ կատարվում են թեոդոլիտի մյուս շրջանով, և գետնին նշում են երկրորդ $C2$ կետը: C կետը վերցվում է որպես կա-

ռուցված երկու կետերի միջինը և ընդունվում է որպես BAC նախագծային անկյան վերջնական արժեք:

Թվային թեոդոլիտներով ու էլեկտրոնային տախտմետրերով հորիզոնական անկյուն կառուցելու նկարագրված եղանակը բավականաչափ ճիշտ կլինի, քանի որ այս սարքերը ապահովում են կոլիմատացիայի սխալները շտկելու գործառնություններ՝ ինքնաբերաբար ուղղումներ մտցնելով չափված ուղղություններում: Պտտման ուղղահայաց ու հորիզոնական առանցքների թեքության հետևանքով առաջացած սխալները նույնպես փոխհատուցվում են, և բացառվում են անկյունային սենսորային միավորի արտակենտրոնության ազդեցության հետևանքով առաջացած սխալները: Հետևաբար էլեկտրոնային սարքերով հորիզոնական անկյան կառուցումը փոքր-ինչ այլ կերպ է կատարվում: Եթե անկյան կառուցման ճշտության պահանջները շատ բարձր չեն (մի քանի տասնյակ վայրկյան), ապա անկյունը կառուցվում է մեկ շրջանով՝ օգտագործելով վերը նկարագրված եղանակը էլեկտրոնային սարքերի համար: Այնուամենայնիվ, եթե անհրաժեշտ է կառուցել նախագծային անկյուն ավելի բարձր ճշտությամբ, ապա, անկախ սարքի կոնստրուկցիայից, կառուցվում է հետևյալ կերպ. գետնի վրա ցանկացած ձևով կառուցված անկյունը չափվում է մի քանի նվազով, և որոշվում է դրա ավելի ճշգրիտ արժեքը: Նվազների պահանջվող քանակը կարող ենք մոտավորապես որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$n = \frac{m_0^2}{m_\beta^2}, \quad (8.9)$$

որում m_0 -ն նումինալ անկյան չափման ՄՔՄ-ն է, m_β -ն՝ պահանջվող BAC անկյան կառուցման ՄՔՄ-ն:

Չափելով անկյունն ու գտնելով միջինը՝ հաշվարկում $\Delta\beta = \beta - \beta_1$ և գտնում ենք $\Delta l = l \frac{\Delta\beta}{\rho}$ ուղղումը, ըստ որի՝ l -ը գազաթից մինչև կառուցված

կետն եղած հեռավորությունն է: Այսինքն՝ կառուցված անկյունն ուղղվում է: Ստուգելու համար անկյունը կրկին չափվում է:

Տեղանքում անկյուն կառուցելու ճշտությունը կախված է բազմաթիվ գործոններից: Կառուցման հիմնական սխալներն են դիտման սխալները, կենտրոնացման սխալները, գործիքի սխալներն ու կառուցված անկյունը ամրագրելու սխալները:

Նախագծային հատվածի երկարությունը կառուցելիս անհրաժեշտ է առանձնացնել ելակետից տվյալ ուղղությամբ հեռավորությունը, որի հորիզոնական հեռավորությունը հավասար է նախագծային արժեքին: Պետք է հիշել, որ հենց գծերի հորիզոնական պրոյեկցիաներն են, որոնք տրվում են նախագծերում:

Եթե հատվածի կառուցումն իրականացվում է էլեկտրոնային տախտմետրով, ապա էկրանի վրա անհրաժեշտ է հետևել կառուցվող հեռավորության հորիզոնական բաղադրիչին՝ չմոռանալով, որ նախքան կառուցումը պետք է մուտքագրել սարքի սկզբնական պարամետրերը՝ մթնոլորտը (ջերմաստիճանն ու ճնշումը) և սարքի հաստատունի ուղղումը (անդրադարձի):

Եթե նախագծային հատվածի կառուցումն իրականացվում է ժապավենով, ապա նախ պետք է նախապատրաստել հիմքում ընկած մակերեսը, որի վրա դրվելու է չափիչ սարքը: Չափումներում ուղղումներ են մտցվում չափիչ սարքի չափաբանական տվյալները ջերմաստիճանի ու տեղանքի թեքության համար:

Չափիչ սարքի հավասարումը, այլ կերպ ասած՝ չափման պահին դրա ամենահավանական երկարությունն ունի հետևյալ տեսքը.

$$l_t = l_n + \Delta l_k + \alpha l_{t_0}(t - t_0) + \beta l_{t_0}(t - t_0)^2 : \quad (8.10)$$

Այս բանաձևում l -ն չափիչ սարքի երկարությունն է չափման t ջերմաստիճանում, l_n -ը՝ չափիչ սարքի նոմինալ երկարությունը, l_{t_0} -ը՝ չափիչ սարքի երկարությունը t_0 ջերմաստիճանում ստացված չափաբանությունից, α , β -ն՝ չափիչ սարքի ջերմաստիճանի ընդլայնման գործակիցները:

Ռելիեֆի թեքության ուղղումը (գծի մի ծայրը մյուսի նկատմամբ h վերագանցման պատճառով) հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$l_h = h^2 / 2S + h^4 / 8S^3, \quad (8.11)$$

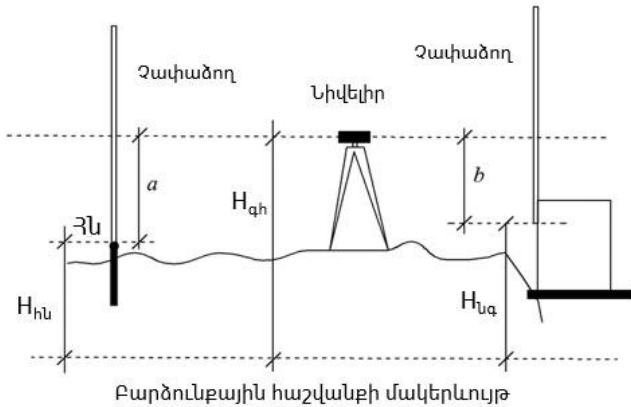
որում S -ը տեղադրվող հատվածի երկարությունն է:

Տվյալ նախագծային նիշով կետ տեղադրելիս պետք է հայտնի լինի ելային հենանիշի նիշը:

Նախագծային H_{uq} նիշը որոշելու համար նիվելիրը տեղադրվում է հայտնի նիշ ունեցող հենանիշի ու որոշվող կետի միջև մոտավորապես մեջտեղում: Հայտնի H_h հենանիշի վրա տեղադրվում է նիվելիրային չափաձողը, և այդ չափաձողի վրա կատարվում է a հաշվեցույց՝ այդպիսով հաշվարկելով գործիքի հորիզոնը՝

$$H_{\Gamma n qh} = H_{h_n} + a:$$

Գործիքի հորիզոնից ու նախագծային բարձրությունից ելնելով՝ չափաձողի վրա հաշվարկվում է այնպիսի ցուցմունք, ինչպիսին այն կտեղադրվեր նախագծային բարձրության վրա՝ $b = H_{qh} - H_{uq}$: Այնուհետև ճիշտ տեղում չափաձողը տեղադրվում է այնպես, որ դրա վրա ընթերցված հաշվեցույցը հավասարվի հաշվարկվածին: Չափաձողի կրնկի տակ մատիտով նշվում է տեղադրված նիշը:



Նկ. 8.8. Նախագծային նիշի կառուցման սխեմա

Տեղադրված նիշը ստուգվում է մեկ այլ հայտնի նիշով հենանիշից նիվելիրացման միջոցով:

8.7. Նշահարման աշխատանքի եղանակներ

Նշահարման աշխատանքն իր բնույթով ու իմաստով հակադիր է հանութային աշխատանքին: Եթե տեղանքի ուրվագծերի ու օբյեկտների հետազննման գործընթացում կետերի պլանային դիրքը որոշվում է անկյունային ու գծային չափումներից, ապա նշահարման աշխատանքների ժամանակ նախագծում նշված են կետի կոորդինատները, սակայն դրա դիրքը պետք է տեղանքում գտնել անկյունային ու գծային չափսերի կառուցումից: Կետերը տեղադրվում են նույն եղանակներով ու նույն սխեմայով, ինչ գեոդեզիայում (օգտագործելով բևեռային կոորդինատներ, ուղիղ անկյունային հատումներ, ուղղանկյուն կոորդինատներ, գծային ու ուղղագծման հատումներ և այլն), բայց հակառակ տեխնոլոգիական հաջորդականությամբ:

Նշահարման եղանակի ընտրությունը կախված է աշխատանքի պայմաններից, հասանելի չափիչ գործիքներից, ելային հիմքի հիմնակետերի փոխադարձ դիրքերի սխեմայից ու այլ գործոններից: Կետերի տեղադրման ճշտությունը, իր հերթին, կախված կլինի ընտրված եղանակի երկրաչափությունից, օգտագործվող միջոցներից, չափման պայմաններից ու այլ գործոններից:

Սխալները, կախված նշահարման եղանակի երկրաչափությունից, այսինքն՝ տեղանքում նախագծային գծերի ու անկյունների կառուցման եղանակից, կոչվում են չափման տվյալների հավասարեցման սխալներ: Այս սխալները կարող են հաշվարկվել գեոդեզիայում հայտնի բանաձևերով:

Այս սխալներից բացի՝ նշահարվող կետի պլանային դիրքի վրա ազդում են ելակետային տվյալների $m_{\text{է}}$ սխալները, այսինքն՝ հիմքի հիմնակետերի դիրքի սխալները, որոնց հիման վրա կատարվում է նշահարումը, ինչպես նաև m_{Φ} ֆիքսման սխալներ, այսինքն՝ նախագծային մակերևույթի վրա կետի տեղադրման ու դիտման: Այս սխալը, երբ օգտագործվում է ուղղալար, կարող է լինել 2-3 մմ կամ ավելի: Օպտիկական կենտրոնադիրի դրոշմանիշ օգտագործելիս կետը կարող ենք ամրագրվել մոտ 0,5 մմ սխալով, եթե կետը նշված լինի ասեղով, մատիտով կամ մեխով:

Նշահարվող կետի դիրքի վրա ազդում են գործիքի ու դիտվող նշանի կենտրոնացման սխալները, ինչպես նաև տեսողության սխալները: Տեսողության սխալը կախված է գործիքի դիտախողովակի խոշորացումից և հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{տես}} = \frac{20''}{\Gamma \times} \quad (8.12)$$

Բացի վերը նշվածից՝ նշահարման աշխատանքների ճշտության վրա կարող են ազդել արտաքին պայմանների պատճառով առաջացած սխալները՝ օդային զանգվածների տուրբուլենտությունն ու կողային լուսաբեկումը (ռեֆրակցիան):

Համառոտ դիտարկենք գետնին կետերի տեղադրման հիմնական եղանակները, որոնք առավել հաճախ կիրառվում են նշահարման աշխատանքների պրակտիկայում:

Բևեռային կոորդինատների եղանակ: Սա առանցքների, կառույցների ու կետերի նշահարման ամենատարածված ձևն է, հատկապես էլեկտրոնային տախտմետրերի համատարած ներդրման հետ կապված: Դրանք հնարավորություն են տալիս միաժամանակ բարձր ճշտությամբ կառուցելու անկյուններ ու հեռավորություններ: Այս եղանակով անհայտ C կետի դիրքը տեղանքում (Նկ. 8.9.) որոշվում է՝ 1 կետում (բևեռ) կառուցելով β բևեռային անկյունը՝ 1-2 ելային ուղղությունը, և l բևեռային հեռավորությունը: Այս մեծությունների արժեքները ստացվում են հակադարձ գեոդեզիական խնդրի լուծմամբ.

$$\begin{aligned} tg \alpha_{1.C} &= \frac{y_C - y_1}{x_C - x_1}, \\ l &= \frac{y_C - y_1}{\sin \alpha_{1.C}} = \frac{x_C - x_1}{\cos \alpha_{1.C}}; \\ \beta &= \alpha_{1.2} - \alpha_{1.C}. \end{aligned} \quad (8.13)$$

Այս դեպքում 1-ին ու 2-րդ կետերի կոորդինատներն ու $\alpha_{1.2}$ դիրեկցիոն անկյունը հայտնի են նշահարման ցանցի կառուցումից, իսկ նույն համակարգում C կետի կոորդինատները տրված են նշահարվող կառույցի նախագծում: Նշահարումը ստուգվում է՝ 2 կետից կրկնելով:

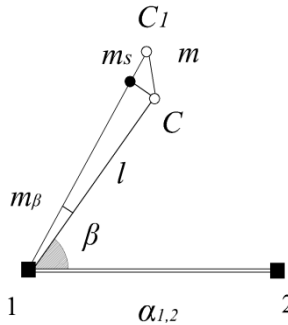
C կետի կոորդինատները 1 կետի բևեռի նկատմամբ որոշվում են կոորդինատային աճերով՝

$$x = x_1 + \Delta x; \quad y = y_1 + \Delta y,$$

որում, ըստ Նկար 8.9-ի, ունենք՝

$$\begin{aligned} \Delta x &= l \cos(\alpha_{1,2} - \beta), \\ \Delta y &= l \sin(\alpha_{1,2} - \beta): \end{aligned} \quad (8.14)$$

Ելակետերի նկատմամբ C կետի նշահարման ճշտության վրա հիմնականում ազդում են m_β սխալը β անկյունը կառուցելիս ու m_l սխալը l նախագծային հեռավորությունը կառուցելիս:



Նկ. 8.9. Բևեռային կոորդինատների եղանակի սխեմա

Սխալների տեսության համաձայն՝ (8.14) բանաձևից հետևում է՝

$$m_{\Delta x}^2 = \cos^2(\alpha - \beta) m_l^2 + l^2 \sin^2(\alpha - \beta) \frac{m_\beta^2}{\rho^2},$$

$$m_{\Delta y}^2 = \sin^2(\alpha - \beta) m_l^2 + l^2 \cos^2(\alpha - \beta) \frac{m_\beta^2}{\rho^2}.$$

Բևեռային կոորդինատների եղանակով C կետի դիրքի ընդհանուր սխալը հավասարեցման աշխատանքի սխալների ազդեցության տակ կլինի.

$$m_{\text{միջ}}^2 = m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2$$

կամ

$$m_{\text{միջ}}^2 = m_l^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 l^2: \quad (8.15)$$

Բացի նշահարման աշխատանքների սխալներից՝ C կետի դիրքի վրա կազդեն նաև 1-ին կետի ու 2-րդ կետի վրա դիտման կենտրոնացնելու գործիքը, ելային տվյալների սխալներն ու նշահարվող կետի ամրագրումը:

Այսպիսով՝ բևեռային կոորդինատների եղանակով կետը նշահարելու $m_{\text{միջ}}$ միջին քառակուսային սխալը կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{փշ}}^2 = m_{\text{ել}}^2 + m_l^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 l^2 + m_{\text{կենտ}}^2 + m_{\text{ֆիք}}^2. \quad (8.16)$$

որում $m_{\text{ել}}$ -ը ելակետերի պլանային դիրքի ՄՔՄ-ն է, ρ -ն՝ վայրկյանների քանակը ռադիաններով, m_l -ը՝ l հեռավորության կառուցման սխալը, m_β -ն՝ բևեռային անկյան կառուցման սխալը, $m_{\text{կենտ}}$ -ը՝ գործիքի կենտրոնացման ու $m_{\text{ֆիք}}$ նշանակետին դիտման համակցված ազդեցության սխալը:

Կենտրոնացման ու ռեդուկցիայի սխալների ազդեցությունը գնահատող բանաձևերի մանրամասն ածանցումը, ինչպես նաև բևեռային կոորդինատների եղանակով կետի նշահարման արդյունքի նախնական տվյալները կարելի է գտնել [50]-ից: Ներկայացնենք դրանց վերջնական տեսքը: Գործիքի կենտրոնացման և նշանակետին դիտման ռեդուկցիայի համակցված ազդեցության սխալը կարելի է հաշվարկել հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{կն}}^2 = e^2 \left[1 + \left(\frac{l}{b}\right)^2 - \frac{l}{b} \cos 2\beta \right]: \quad (8.17)$$

Այս բանաձևում e -ն կենտրոնացման կամ ռեդուկցիայի գծային տարրի արժեքն է: Եթե $\beta = 90^\circ$ և $l = b$, որում b -ն նշահարման բազիսն է՝ $m_{\text{կն}} = m_e \sqrt{2}$:

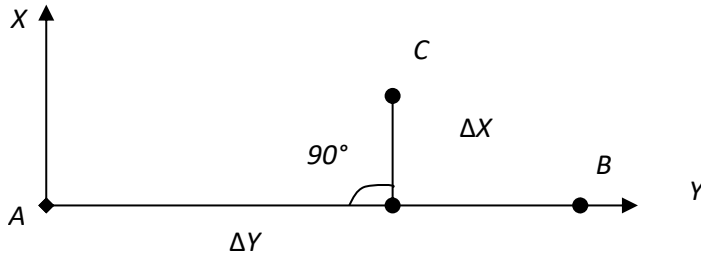
Նշահարման աշխատանքների ճշտության վրա կենտրոնացման ու ռեդուկցիայի սխալների ազդեցությունը նվազեցնելու համար անհրաժեշտ է ձգտել՝ ապահովելու համար, որ որոշվող բևեռային անկյունը փոքր լինի ուղիղ անկյունից, և նշահարման հեռավորությունը չգերազանցի ելային կողմի երկարությունը (բազիսային կողմը):

Իմանալով ելակետերի պլանային դիրքի սխալներն ու դրանք հավասարեցնելով m ու m' կարող ենք հաշվարկել դրանց արդյունքի ազդեցությունը տեղադրված կետի դիրքի վրա՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևը՝

$$m_u^2 = m_{1,2}^2 \left[1 + \left(\frac{1}{b}\right)^2 - \frac{1}{b} \cos \beta \right]: \quad (8.18)$$

(8.17) ու (8.18) բանաձևերի վերլուծությունից հետևում է, որ β բևեռային անկյունը պետք է փոքր լինի 90° -ից, իսկ l բևեռային հեռավորությունը չպետք է մեծ լինի b նշահարման բազիսից:

Ուղղանկյուն կոորդինատների եղանակ: Եղանակը կիրառվում է հիմնականում, երբ տեղանքում կա գեոդեզիական շինարարական ցանց, որի կոորդինատային համակարգում նշված է նախագծի բոլոր հիմնական կետերի դիրքը: Օգտագործելով Δx ու Δy կոորդինատների աճերը, որոնք հաշվարկվում են մոտակա կետերից (Նկ. 8.10)՝ ցանցի համապատասխան կողմի երկայնքով տեղակայվում է ավելի մեծ աճ, իսկ որոշված կետում տեղադրվում է թեոդոլիտը և կառուցվում ուղիղ անկյուն՝ տեղադրվում է երկրորդ գծային աճը: Ստացված կետը ամրացվում է, ստուգողական չափումները կատարվում են այլ կետերի ու այլ չափման սխեմայի միջոցով:



Նկ. 8.10. Ուղղանկյուն կոորդինատների եղանակ

Այսպիսով՝ նշահարման տարրերը երկու գծային Δx և Δy ու մեկ β անկյունային մեծություններն են:

Ուղղանկյուն կոորդինատներով նշահարվող կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կարող ենք հաշվարկել հետևյալ բանաձևով՝

$$m_C^2 = m_b^2 + m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 \Delta x^2 + m_{\text{կենտ}}^2 + m_\Phi^2, \quad (8.19)$$

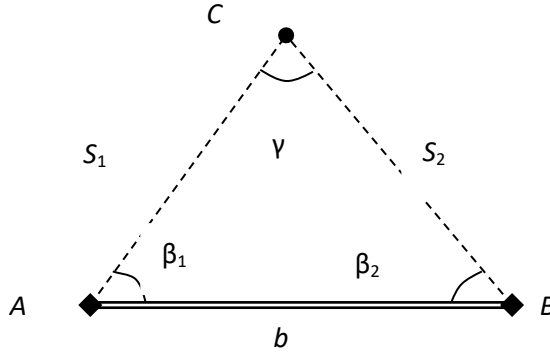
որում $m_{\Delta x}$ ու $m_{\Delta y}$ սխալները Δx ու Δy գծային մեծությունների կառուցման ու ուղիղ անկյան կառուցման սխալներն են, ρ -ն վայրկյանների թիվն է ռադիաններով: Եթե օրդինատը տեղադրվում է ուղղահայացի երկայնքով, ապա (8.19) բանաձևում Δx -ի փոխարեն վերցվում է Δy :

Սխալների ազդեցությունը ելակետերում որոշվում է հետևյալ բանաձևով [57]՝

$$m_b^2 = m_{1,2}^2 \left[1 + \left(\frac{\Delta x}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{b}\right)^2 - \frac{\Delta y}{b} \right]: \quad (8.20)$$

Կենտրոնացման ու ռեդուկցիայի սխալները հաշվարկվում են նույն բանաձևով, ինչ բևեռային նշահարման եղանակի դեպքում, սակայն սխալների փոխարեն պետք է տեղադրվի կենտրոնացման կամ ռեդուկցիայի e գծային տարրի արժեքը: (8.20) բանաձևում b -ն AB կողմի երկարությունն է:

Ուղղակի անկյունային հատումների եղանակը կիրառվում է նշահարելու համար ելային կետերից զգալի հեռավորության վրա գտնվող կետերն ու այն հեռավորությունը, որն ինչ-ինչ պատճառներով հնարավոր չէ չափել (օրինակ՝ կամրջային անցման հենարաններ): Այս եղանակով որոշվող C կետի դիրքը տեղանքում ստացվում է A ու B ելակետերում β_1 ու β_2 նախագծային անկյունների կառուցմամբ (Նկ. 8.11):



Նկ. 8.11. Ուղղակի անկյունային հատումների սխեմա

Գեոդեզիայի դասընթացից հայտնի է, որ իրական ուղղակի հատումների ՄՔՄ-ն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{միջ}}^2 = \frac{m_\beta^2 (S_1^2 + S_2^2)}{\rho^2 \sin^2 \gamma}, \quad (8.21)$$

կամ այնպես որ $S_1 = b \sin \beta_2 / \sin \gamma$; $S_2 = b \sin \beta_1 / \sin \gamma$, ապա՝

$$m_{\text{միջ}}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} b^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma}, \quad (8.22)$$

որում m_β -ն β անկյունները կառուցման սխալն է: Մնացած նշանակումներն ակնհայտ են Նկար 8.11-ից: Այս բանաձևերից պարզ է դառնում, որ ընդհանուր դեպքում ամենաշահավետը կլինի ուղիղ անկյան տակ գտնվող նշահարումը, երբ հայտարարվում է $\sin \gamma = 1$: Այնուամենայնիվ, պետք է նկատի ունենալ, որ հավասարեցման անկյունները կառուցելիս որոշակի ճշտության համար ուղիղ անկյունային նշահարման սխալի բացարձակ (զծային) արժեքը կավելանա, երբ աճում է հեռավորությունը դեպի տեղադրված կետը: Ուստի նշահարման սխալը վերլուծելիս պետք է հաշվի առնել ոչ միայն γ նշահարման անկյունը, այլ նաև S հեռավորությունը մինչև նշահարվող կետը:

Ուղղակի անկյունային հատման եղանակով կառուցված կետի պլանային դիրքի ընդհանուր ՄՔՄ-ն կարող է հաշվարկվել հետևյալ բանաձևով.

$$m_C^2 = m_{\text{միջ}}^2 + m_{\text{է}}^2 + m_{\text{կետ}}^2 + m_\Phi^2, \quad (8.23)$$

որում նշահարման սխալը որոշվում է (8.22) արտահայտությամբ:

Սխալների ազդեցությունը ելակետերում կարելի է գտնել հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{է}}^2 = m_{1,2}^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma},$$

և կենտրոնացման ու ռեդուկցիայի սխալները որոշվում են հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$m_{կենտ}^2 = e^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} \quad (8.24)$$

Նշահարումը ստուգվում է երրորդ ելակետից նշահարման միջոցով:

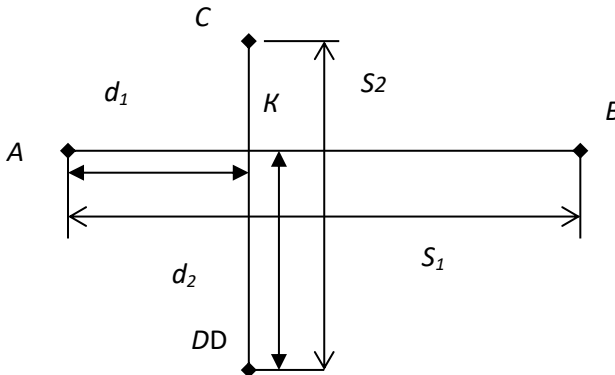
Նշահարման ճշտությունը բարձրացնելու համար կառուցվող անկյունները չափվում են մի քանի անգամ, հաշվարկվում են նշահարվող կետի իրական կոորդինատները, ու դրանք նախագծայինների հետ համեմատելուց հետո որոշվում է ռեդուկցիան: Կառուցվող կետի դիրքը շտկվում է ռեդուկցիայով:

Բացի վերը նկարագրվածներից՝ նախագծային կետերը նշահարելու մի շարք այլ եղանակներ կան: Դիտարկենք նշահարման որոշ եղանակներ, որոնք առավել հաճախ օգտագործվում են, բայց հիմնականում հատուկ դեպքերում, այսպես կոչված, մանրամասն նշահարման աշխատանքների ժամանակ: Մեծ մասամբ շենքերի ու շինությունների կառուցման ժամանակ մանրամասն նշահարման աշխատանքներ կատարվում են մոնտաժային հորիզոններում, երբ շենքերի առանցքների, տարրերի ու կառույցների դիրքերը տեղանքում կատարվում են բետոնե հատակի վրա:

Ծածկագծային հատումների եղանակ: Այս եղանակով (Նկ. 8.12) որոշվող K կետը գտնվում է AB ու SD երկու հատվածների հատման կետում: Ուղղաձիգ առանցքը նպատակահարմար է տալ թեոդոլիտով: Ծածկագծային հատման ճշտությունը կախված է AB ու SD ծածկագծի կառուցման սխալներից ու K կետի ամրացման սխալից:

Իր հերթին, ծածկագծման եղանակով հիմնական սխալներ են ելակետերի պլանային դիրքի m_{κ} սխալները, $m_{կենտ}$ գործիքի կենտրոնացման ու $m_{\etaիտ}$ դիտման ուղղության սխալները, ռեդուկցիայի սխալները, ինչպես նաև $m_{ապ}$ արտաքին պայմանների ազդեցությամբ առաջացած սխալները:

$$m_K^2 = m_{\kappa}^2 + m_{կենտ}^2 + m_{\etaիտ}^2 + m_{ապ}^2 \quad (8.25)$$



Նկ. 8.12. Նշահարման ծածկագծային հատման սխեմա

Ելային տվյալների սխալների ազդեցությունը պետք է դիտարկել միայն ծածկագծին ուղղահայաց ուղղությամբ, այլ կերպ ասած՝ յուրաքանչյուր ծածկագծի համար այն կլինի մեկ կոորդինատ, որի համար սխալը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{\text{է}}^2 = m_{x,y}^2 \left[\left(1 - \frac{d}{S}\right)^2 + \left(\frac{d}{S}\right)^2 \right]: \quad (8.26)$$

որում d -ն գործիքի տեղադրման կետից մինչև որոշվող կետի հեռավորությունն է, S -ը ելակետերի միջև հեռավորությունը (ծածկագծի երկարությունը):

Թեոդոլիտի ու դիտման նշակետի կենտրոնացման սխալների համակցված ազդեցությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$m_{\text{կենտ}}^2 = \frac{e^2}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{S}\right)^2 + \left(\frac{d}{S}\right)^2 \right]: \quad (8.27)$$

Անկյունների չափման դիտման սխալը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$m_{\text{դիտ}}'' = \frac{20''}{\Gamma^x}, \quad (8.28)$$

որում Γ^x -ը թեոդոլիտի դիտախողովակի խոշորացումն է:

Ծածկագիծ կառուցելիս պետք է երկու անգամ դիտել նախ ելակետում տեղադրված նշակետը, այնուհետև՝ այն նշակետը, որը տեղադրվում է ծածկագծի վրա: Երկու դեպքում էլ որոշվող կետի համար դիտման սխալի գծային արժեքը համաչափ կլինի թեոդոլիտից մինչև այդ d կետի հեռավորությանը: Հետևաբար ծածկագիծ կառուցելու համար դիտման սխալը հավասար կլինի.

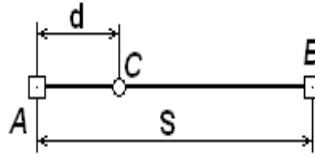
$$m_{\text{դիտ}}'' = \frac{m_{\text{դիտ}}'' \cdot d\sqrt{2}}{\rho''},$$

կամ հաշվի առնելով (8.28) բանաձևը՝ ստանում ենք՝

$$m_{\text{դիտ}}'' = \frac{20'' \cdot d\sqrt{2}}{\Gamma^x \cdot \rho''}: \quad (8.29)$$

Արտաքին պայմանների շարքում կողային ռեֆրակցիան կարող է զգալի ազդեցություն ունենալ ծածկագծման ճշտության վրա: Օպտիկական դիտարկման հետ կապված՝ այս գործոնը պետք է հաշվի առնվի՝ նշահարման ցանկացած եղանակի դեպքում:

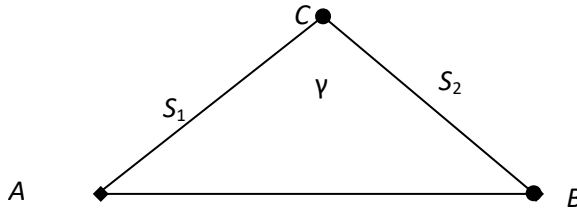
Ծածկագծային-գծային հատումների եղանակ: Այս եղանակով C տեղադրվող կետը (Նկ. 8.13) որոշվում է AB ծածկագծի երկայնքով d նախագծային հեռավորության տեղադրմամբ:



Նկ. 8.13. Նշահարման ծածկագծային եղանակի սխեմա

Այս եղանակով ծածկագծի հատվածի C կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կարելի է հաշվարկել վերը նշված բանաձևով՝ ավելացնելով (8.23)-ի m_d սխալը, այսինքն՝ սխալներ հատվածի կառուցման ժամանակ:

Գծային նշահարման եղանակ: Այս եղանակով որոշվող C կետի դիրքը որոշվում է՝ կառուցելով նախագծային հատվածներ (Նկ. 8.14), որոնք տեղադրվում են A ու B ելակետերից:



Նկ. 8.14. Նշահարման գծային հատումների եղանակ

Միևնույն m_s ճշտությամբ S_1 ու S_2 հեռավորություններով տեղադրված որոշվող կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կարող ենք հաշվարկել հետևյալ բանաձևով.

$$m_{\text{գծի}} = \frac{m_s \sqrt{2}}{\sin \gamma}: \quad (8.30)$$

Ինքը գծային հատման նվազագույն սխալը կլինի $\gamma = 90^\circ$ անկյան տակ: Այս դեպքում ելային տվյալների սխալների ազդեցությունը կարելի է հաշվի առնել՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևը՝

$$m_{\text{ն}} = \frac{m_{x,y}}{\sin \gamma}: \quad (8.31)$$

Նշահարման գծային հատումները հարմար են մաքուր մակերևույթի վրա, ինչպիսին է շենքերի ծածկը՝ հատակագծեր պատրաստելու համար, եթե հատակագծի տարրերը չեն գերազանցում չափիչ սարքի երկարությունը: Այս դեպքում, բնականաբար, բացառվում են կենտրոնացման ու ռեդուկցիայի սխալները:

Հակադարձ հատումներ: Հակադարձ հատումներով միանգամից հնարավոր չի կետը տեղափոխել տեղանք: Այնուամենայնիվ, առաջին փուլում հակադարձ հատումներով կարող ենք որոշել այն կետի կոորդինատները, որտեղ տեղադրված է գործիքը՝ թեոդոլիտ կամ էլեկտրոնային տախտմետր, այ-

նուհետև՝ տեղադրել բնեռային կոորդինատներով կետը:

Հակադարձ հատումներով կետը տեղադրելու նպատակով աշխատանքը կատարվում է հետևյալ կերպ. նախ մոտավոր որոշվում է կետի դիրքը տեղանքում: Գործիքը տեղադրվում է հենց այդ կետում, և գործիքի գտնվելու տեղի կոորդինատները որոշվում են աշխատանքային տարածքի մոտակայքում գտնվող մի քանի հիմնակետերի կոորդինատներից, այլ կերպ ասած՝ կատարվում են հակադարձ հատումներ: Գործիքի կանգնած կետի հաշվարկված կոորդինատները համեմատվում են նշահարվող կետի կոորդինատների հետ և որոշում դրանց տարբերությունը: Կոորդինատների տարբերություններից հաշվարկվում են, այսպես կոչված, ռեդուկցիայի տարրերը՝ գործիքից նշահարվող կետի հեռավորությունն ու այդ հատվածի դիրեկցիոն անկյունը: Օգտագործելով վերջինս՝ որոշվում են այդ հատվածով ձևավորված հորիզոնական անկյունն ու որոշ հայտնի ուղղություն: Անկյունը կառուցելով ու գետնին հորիզոնական հատվածը տեղադրելով՝ գտնվում է նախագծային կետի դիրքը:

Հակադարձ հատումները կազմում են դասական չորրորդ կետի խնդիրը, որն այլ կերպ կոչվում է Պոտենտի խնդիր: Այս դեպքում ելակետերը հայտնի կոորդինատներով երեք կամ ավելի հիմնակետեր են: Թեոդոլիտը տեղադրվում է կամայական (չորրորդ) կետում, իսկ ելակետերով չափվում են հորիզոնական անկյունները: Հայտնի բանաձևերի միջոցով հաշվարկվում են թեոդոլիտի կանգնած կետի կոորդինատները: Սա հակադարձ անկյունային հատումներ է:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի ներդրմամբ ինժեներագեոդեզիական աշխատանքի պրակտիկայում հնարավոր եղավ հեշտությամբ ու բարձր ճշտությամբ չափել ոչ միայն անկյունները, այլ նաև հեռավորությունները, իսկ ներկառուցված համակարգիչը թույլ է տալիս արագորեն լուծել գեոդեզիական տարբեր խնդիրներ՝ հիմնված չափումների արդյունքների վրա, ներառյալ ռեակցիան: Եթե հավասարեցումը կամ այլ աշխատանք կատարվում է կամայական կետից, որտեղ գտնվում է գործիքը, որի կոորդինատները որոշվում են ռեակցիայից, ապա այս կայանը երբեմն կոչվում է «ազատ կայան»:

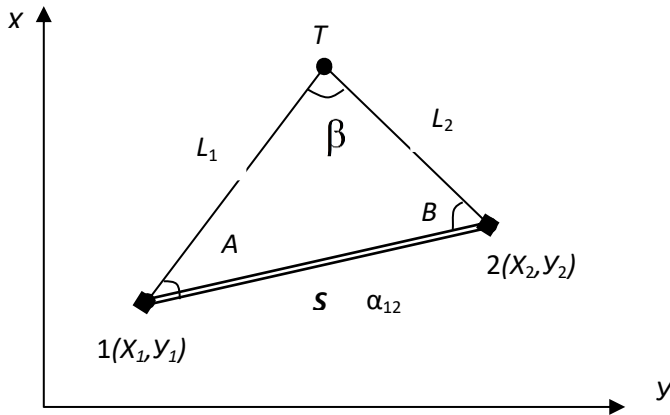
Քանի որ հեռավորությունները չափվում են նաև էլեկտրոնային տախտմետրով, խնդիրը լուծելու համար բավական է ունենալ երկու ելակետ: Այս դեպքում հատումները կկոչվեն գծաանկյունային: Հատումների սխեման ներկայացված է Նկար 8.15-ում, որտեղ T -ն էլեկտրոնային տախտմետրի կայանման կետն է, 1-ին ու 2-րդ կետերի X_1, Y_1 ու X_2, Y_2 հայտնի կոորդինատներով ելակետերն են: Գործիքով չափում են L_1 ու L_2 , հեռավորությունները մինչև ելակետերը, ինչպես նաև β անկյունը: Օգտագործելով ելակետերի հայտնի

կոորդինատները՝ հակադարձ գեոդեզիական խնդրի լուծումից կարելի է գտնել դրանց միջև եղած S հեռավորությունն ու α_{12} դիրեկցիոն անկյունը: T կետի կոորդինատները կարելի է հաշվել երկու անգամ՝ L_1 ու L_2 հեռավորություններով: Այս նպատակների համար, սինուսների թեորեմի համաձայն, գրում ենք՝

$$\frac{S}{\sin \beta} = \frac{L_1}{\sin \beta} = \frac{L_2}{\sin A}: \quad (8.32)$$

Այս հավասարությունները թույլ են տալիս գտնել A են B անկյունները.

$$A = \arcsin\left(\frac{L_2}{S} \cdot \sin \beta\right): \quad (8.33)$$



Նկ. 8.15. Գծաանկյունային հակադարձ հատումներ

Գտնում ենք նաև B անկյունը, բայց L_1 կողմով: Օգտագործելով գտնված անկյունները՝ հաշվարկվում են L_1 ու L_2 կողմերի դիրեկցիոն անկյունները: L_1 կողմի համար կունենանք՝

$$\alpha_1 = \alpha_{12} - \arcsin\left(\frac{L_2}{S} \cdot \sin \beta\right): \quad (8.34)$$

Կայանման կետի կոորդինատները, այսինքն՝ T կետը գտնում ենք սովորական ձևով՝

$$X_T = X_1 + L_1 \cos \alpha_1: \quad (8.35)$$

$$Y_T = Y_1 + L_1 \sin \alpha_1:$$

Ենթադրենք, որ ելակետերի կոորդինատները սխալ չեն, դիֆերենցները (8.35) բանաձևը L_1 ու α_1 փոփոխականների նկատմամբ և անցնենք ՄՔՄ-ին՝ բաց թողնելով փոփոխականների ինդեքսները.

$$\left. \begin{aligned} m_x^2 &= m_L^2 \cos^2 \alpha + L^2 \sin^2 \alpha \cdot \frac{m_a^2}{p^2} \\ m_y^2 &= m_L^2 \sin^2 \alpha + L^2 \cos^2 \alpha \cdot \frac{m_a^2}{p^2} \end{aligned} \right\}: \quad (8.36)$$

Որոշակի մոտավորությամբ T կետի պլանային դիրքի սխալը կարելի է ներկայացնել մի $M^2 = m_x^2 + m_y^2$ արժեքով, որը հարթության վրա գտնվող կետի տեղաշարժի վեկտորի սկալարի միջին արժեքն է: Կատարելով (8.36) բանաձևի երկու հավասարումների գումարում՝ ստանում ենք.

$$M^2 = m_L^2 + L^2 \cdot \frac{m_a^2}{\rho^2}: \quad (8.37)$$

Նույն արդյունքը կստացվի, եթե հաշվարկները կատարվեն՝ օգտագործելով B անկյունն ու L_2 հեռավորությունը: Այնուամենայնիվ, այս արդյունքները կախված կլինեն β անկյունից, քանի որ այն ներգրավված է երկու հաշվարկներում: Երկու M -ի միջին արժեքը մոտավորապես $\sqrt{2}$ անգամ պակաս կլինի: Եթե T կետի կոորդինատները ստացվում են երեք էլակետերի չափումներից, ապա արդյունքը համապատասխանաբար ավելի ճիշտ կլինի՝ մոտավորապես $\sqrt{3}$ անգամ:

Ճշտ է տեսնել, որ (8.37) արտահայտության առաջին անդամն արտահայտում է սխալների ազդեցությունը L_1 կամ L_2 հեռավորությունները չափելիս, իսկ երկրորդ անդամը անուղակիորեն պարունակում է β անկյան ու L հեռավորության չափման սխալները, քանի որ կողմի ուղղության անկյունը որոշվում է այս մեծությունների միջոցով (տե՛ս (8.34) բանաձևը): Ճշտության մոտավոր գնահատման համար այս բանաձևը կարելի է պարզեցնել՝ ենթադրելով, որ L (գործիքից մինչև էլակետ) հեռավորությունները շինհրապարակում մոտավորապես հավասար են S էլակետերի միջև եղած հեռավորությանը: Այս դեպքում՝

$$\alpha_1 \approx \alpha_{12} - \arcsin(\sin \beta) = \alpha_{12} - \beta: \quad (8.38)$$

Հետևաբար $m_\alpha \approx m_\beta$: Ստացված m_α արժեքը փոխարինելով (8.37)-ով, հաշվի առնելով T կետի կոորդինատների հաշվարկման մեջ ներգրավված էլակետերի քանակը (n)՝ ստանում ենք.

$$M^2 = \frac{1}{n} \left(m_L^2 + L^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \right), \quad (8.39)$$

հասկանալի է, որ «Ազատ կայանի» պլանային դիրքի ՄՔՄ-ն ուղիղ համեմատական է էլակետային հեռավորությունների չափման սխալներին, այդ հեռավորությունների մեծությանը, դեպի էլային ուղղությունների միջև անկյունների չափման սխալներին ու հակադարձ համեմատական է էլակետերի քանակի քառակուսի արմատին: Հարկ է նշել, որ վերը նշվածը ճիշտ է այն դեպ-

քերում, երբ հեռավորությունները մինչև L ելակետերը փոքր են կամ հավասար են S ելակետերի միջև եղած հեռավորություններին: Հակառակ դեպքում «ազատ կայանի» պլանային դիրքի սխալը պետք է աճի ուղիղ համամասնորեն նշված հատվածների միջև հարաբերակցությամբ:

8.8. Շենքերի կառուցման ստորգետնյա հատվածի նշահարումներ

Գեոդեզիական ծառայությունը սկսում է աշխատանքն արդեն տեղամասի մշակման փուլում: Այսպես՝ բուսածածկի գրունտը կտրելիս, փոսորակ ու խրամուղիներ փորելիս, ճանապարհների համար հարթակներ կառուցելիս, խոռոչները լցնելիս ու սեղմելիս անհրաժեշտ են գեոդեզիական նշահարումներ: Փոսորակի նախագծային մակարդակը փորելուց ու մաքրելուց հետո շարվում են ցցայունների (սվայների) դաշտը (եթե նախատեսված է), և նշահարվում են կառույցի հիմքերի առանցքները: Հաջորդ փուլում նշահարում են շենքի նկուղում գտնվող կառուցվածքների համար նախատեսված առանցքները:

Հողային աշխատանքներ կատարելիս ու ընդունելիս, հիմքեր ու հիմնատակեր կառուցելիս նոր ձեռնարկությունների, շենքերի ու շինությունների կառուցման, վերակառուցման կամ ընդլայնման ժամանակ պետք է առաջնորդվել շինարարական կանոններով ու կանոնակարգերով, մասնավորապես՝ ՄՆիՊ 3.02.01-87 «Հողային կառուցվածքներ, հիմնատակեր և հիմքեր» փաստաթղթով:

Հորատման աշխատանքների ժամանակ գեոդեզիական հատակագծերի նախնական փաստաթղթերն են՝ օբյեկտի գլխավոր հատակագիծը՝ առանցքների պլան, ուղղաձիգ պլանավորման նախագիծ ու հողային աշխատանքների քարտոգրամա, ճանապարհների, ստորգետնյա խողովակաշարերի ու մալուխների նախագծում (պլան, կտրվածքներ ու պրոֆիլներ), կառույցի առանցքները ու տեղանքի սահմանները տեղանք տեղափոխելու ակտ ու նշահարման գծագրեր:

Փոսորակը մշակելու համար, ըստ նախագծի, անհրաժեշտ է հիմնական առանցքները տեղանք տեղափոխելիս հաշվի առնել հիմքի եզրագծի պրոյեկցիան: Հաջորդը պետք է նշվեն լանջերի եզրագծերը, նախագծային նիշի տեղափոխումը փոսորակի հատակ, և պետք է ստուգվի հատակի ու լանջերի պլանավորումը:

Նշահարման ժամանակ տեղանք են տեղափոխվում հետևյալը. մինչև 5 մ խորությամբ հիմքի փոսորակների համար՝ ստորին եզրը, 5 մ ավելի խորությամբ փոսորակների համար՝ ստորին ու վերին եզրերը: Բոլոր նշահարում-

ները կատարվում են թեոդոլիտային ընթացքների մակարդակով ու ճշտությամբ:

Փոսորակի պլանային դիրքը նշահարելու համար օգտագործվում է էլեկտրոնային տախտմետր: Բարձունքային նշահարումները կարող են իրականացվել ինչպես նիվելիրով, այնպես էլ էլեկտրոնային տախտմետրով:

Առանց ամրացումների փոսորակների ու խրամուղիների լանջերի ամենամեծ թեքությունը որոշվում է նախագծային հատուկ հաշվարկներով և կախված է գրունտների հատկություններից, խոնավությունից ու փոսորակի խորությունից:

Փոսորակի հատակն ու լանջերը մաքրելիս կատարվում են գեոդեզիական ստուգումներ՝ աշխատանքների ճշտությունն ապահովելու համար:

Շինությունների հիմքի նախագծային բարձրություններից ցածր փոսերում ու խրամատներում նախագծով սահմանված թույլատրելի սահմաններից դուրս գրունտի հեռացումը չի թույլատրվում:

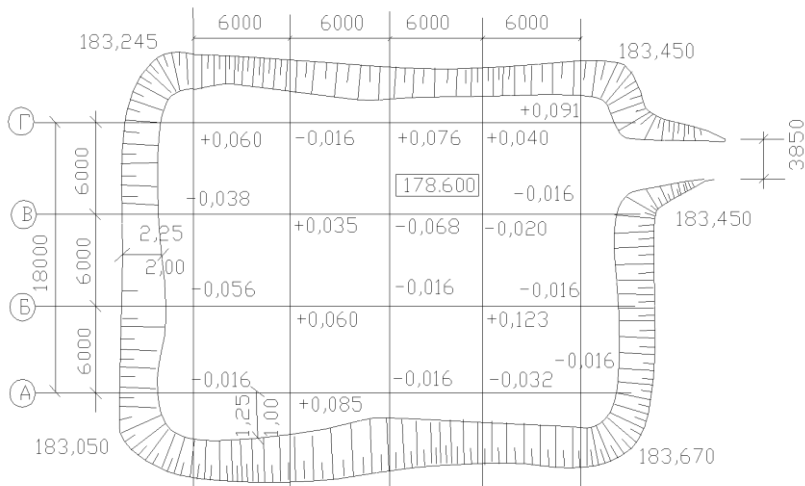
Փոսորակի փորվածքի թույլատրելի շեղումները նախագծայինից կոպիտ մշակման ընթացքում որոշվում են աշխատանքը կատարող մեխանիզմով, էքսկավատորների, բուլդոզերների ու քերիչների (սկրեյպերների) համար կազմում են +10 սմ:

Գրունտի վերջնական մշակման ընթացքում փորվածքների ստորին նիշերի շեղումներն այն տեղերում, որտեղ դրվում են հիմքերը, և տեղադրվում են կառույցներ, ինչպես նաև պլանավորված մակերևութային նիշերի շեղումները նախագծայինից չպետք է գերազանցեն ± 5 սմ-ը:

Ստուգումն իրականացվում է 10-15 ստուգողական կետերով փորվածքների հատակի բարձրությունների ուղղակի չափումներով:

Փոսորակի հատակի մաքրման ստուգումն իրականացվում է կատարողական հանությով: Ավելի հեշտ է նշահարման աշխատանքներ կատարել նիվելիրացմամբ՝ 10x10 մ քառակուսիների կողմերով: Փոսորակի եզրագծի պլանային դիրքը (վերին եզր, ստորին եզր) որոշվում է ամրագրված առանցքներից ուղիղ չափումներով, իսկ բարձունքային դիրքը՝ հենանիշներով:

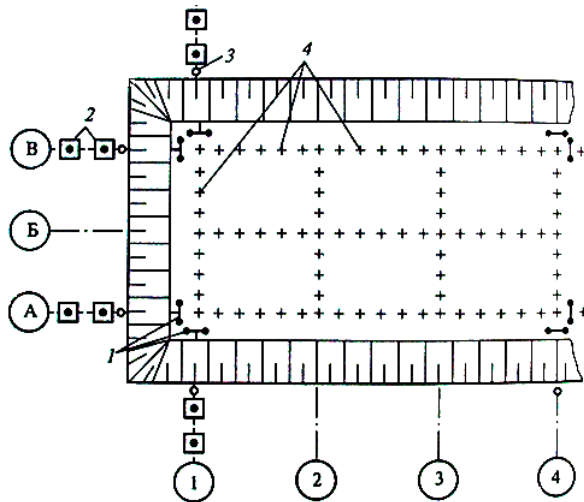
Կատարողական հանությի արդյունքների սխեման ներկայացված է Նկար 8.16-ում: Թվային ու տառային առանցքների հատման կետերում ցույց են տրվում փոսորակի հատակի նիշերից շեղումները նախագծային նիշերից: Բացի դրանից՝ սխեմայում պետք է ցույց տրվեն փոսորակի ստորին ու վերին եզրերի պլանային դիրքի վերաբերյալ տվյալներ:



178,600 – հիմքի փոսի նախագծային նիշ
Նկ. 8.16. Փոսորակի կատարողական հանույթի սխեմա

Ցցայուններ խփելու կամ ցցայունների դաշտերի գեոդեզիական աշխատանքների նախնական փաստաթղթերն են՝ առանցքների պլանը, ցցայունների դաշտի պլանը, նշահարման ակտը: Նշված փաստաթղթերը ստուգվում են, և համոզվելով, որ դրանք լիովին նույնական են՝ սկսում են դրանց նշահարումը:

Մինչ ցցայունախմբման աշխատանքների սկսելը կառույցի հիմնական առանցքները տեղափոխվում են փոսորակի հատակ և ամրացվում պողպատե կամ փայտե ցցերով կամ նստարաններով (Նկ. 8.17): Լարերը, առանցքների կամ առանցքներին զուգահեռ գծերի երկայնքով քաշելով, ժապավենով նշահարում են ծածկագծային կամ հատումների եղանակով՝ առաջնորդվելով ցցայունների դաշտի պլանով: Որպես կանոն, ցցայունների դաշտը նախագծվում է առանցքներին զուգահեռ շարքերում, ուստի նշահարումը այդքան դժվար չէ:



Նկ. 8.17. Ցցայունների խափանման տեղերի բաժանում, երբ դրանց տեղադրման տեղերը մեկ շարքով են:

1 – առանցքի ամրացման կետը փոստրակի եզրին, 2 – շինարարական նստարաններ, 3 – առանցքների հավասարեցումների ամրացված նշաններ, 4 – ցցայունների խափան տեղեր

Ցցայան դիրքը կարելի է նշահարել՝ օգտագործելով տախտմետր ազատ կայանից կամ առանցքի հատման կենտրոններից: Դա անելու համար անհրաժեշտ է նախ հաշվարկել յուրաքանչյուր ցցայան կոորդինատներն ու նշահարման ռեժիմում մուտքագրել կանգնած կետի կոորդինատները, կողմնորոշման կետը, հաջորդաբար մուտքագրելով նշահարվող ցցայան կոորդինատները՝ կատարել նշահարում: Ցցայունների կենտրոններն ամրացվում են 6-8 մմ տրամագծով ու մոտ 250 մմ երկարությամբ փայտե կամ պողպատե ցցերով: Նշահարումը կատարվում է հատվածներով՝ կախված ցցայունների տեղադրման աշխատանքների ընդունված կազմակերպումից ու ցցայուն խափող մեքենայի շարժումից: Ցցայունները խփելուց հետո ցցայունների գլխիկների վրա տեղադրվում է վանդակաճաղի հատակի (հիմքի) նախագծային նիշը, որի տակից դրանք կտրվում են, և ավարտվում են այդ աշխատանքները: Հանույթի արդյունքների հիման վրա կազմվում է կառուցման սխեման, որի վրա տրվում է յուրաքանչյուր ցցայան կենտրոնի դիրքը՝ հաշվի առնելով պլանային առանցքները, նշվում են հարակից ցցայունների միջև հեռավորությունն ու նախագծային դիրքից շեղումը:

Ցցայունների պատյանների ու թիթեղների համար թույլատրելի շեղումներն ու տեխնիկական այլ պայմանները տրված են ՄՆԻՊ 3.02.01-87-ում: Նշահարման հետ կապված տեխնիկական հիմնական ցուցանիշները հե-

տեյալն են. մինչև 0,5 մ տրամագծով կամ լայնական կտրվածքով խփվող ցցայունների պլանային դիրքի առավելագույն շեղումները չպետք է գերազանցեն.

ա) մեկ, երկու ու երեք շարքով ցցայունների, փնջով ու շարքով՝

- $\pm 0.2d$ ցցայունների շարքի առանցքի երկայնքով,
- $\pm 0.3d$ ցցայունների շարքի առանցքի երկայնքով,

բ) ցցայունների համատարած դաշտն ամբողջ շենքի կամ կառույցի տակ՝

- $\pm 0.2d$ ամենահեռավոր ցցայունների համար,
- $\pm 0.4d$ միջին ցցայունների համար:

Միայնակ ցցայունների համար առավելագույն շեղումը ± 5 սմ է, իսկ մնացած ցցայունների համար՝ ± 3 սմ: Առավելագույն պլանային դիրքի շեղումները 0,5 մ-ից ավելի տրամագծով խփված, ձուլված ու փորված ցցայունների համար՝

- ± 10 սմ ամբողջ շարքով,
- ± 15 սմ շարքի երկայնքով ցցայունների կլաստերային դասավորությամբ,

- ± 8 սմ միայնակ կլոր գլխիկով սյուների խոռոչով ցցայունների համար,
- ցցայունների գլխիկների նիշերն ունեն թույլատրելի առավելագույն շեղումներ,

- ± 3 սմ մոնոլիտ վանդակաճաղերի համար,
- ± 1 սմ հավաքովի վանդակաճաղերի համար,
- ± 5 սմ հիմքերի համար առանց վանդակաճաղերի հավաքովի գլխիկներով,

- 3 սմ ցցայունների համար,
- շպունների համար պլանային առավելագույն շեղումները,
- ± 10 սմ երկաթբետոն հողի մակերևույթի մակարդակում,
- ± 15 սմ պողպատ շպուտի վերևի նիշն այն խրված ցամաքից:

«Պատ հողում» եղանակով կառուցվող կառույցների համար հատակագծի առանցքների թույլատրելի տեղաշարժերը ± 3 սմ են, ուղղաձիգ պատի առավելագույն շեղման տանգենսը 0,005 է, պատի հաստությունը կարելի է միայն գերազանցել, այսինքն՝ $+10$ սմ, խորությունը նույնպես կարելի է ավելացնել միայն $+20$ սմ-ով:

Նշահարման աշխատանքներ հիմքերի կառուցման ընթացքում: Հիմքերի համար կաղապարի տեղադրման համար նախնական փաստաթղթերն են առանցքների հատակագիծն ու կաղապարի հատակագիծը կամ մոնոլիտ երկաթբետոնե վանդակաճաղի հատակագիծը: Նշահարումը սկսվում է բոլոր աշխատանքային գծագրերի իսկությունը համեմատելուց ու նույնականացնելուց հետո:

Մոնոլիտ վանդակաճաղի տեղադրման ժամանակ կաղապարի տեղադրման նախկինում գոյություն ունեցող տեխնոլոգիան բաղկացած էր նշահարման համար բոլոր առանցքային նշանների հեռացումից: Այնուհետև համանուն առանցքների միջև լարեր էին քաշվում, և առանցքները պրոյեկտում էին փոստրակի հատակին՝ օգտագործելով ուղղալարեր: Կաղապարի ներքին եզրերը նշվել են փոստրակի հատակին, և հարթեցվել են վանդակաճաղի հատակի ու կաղապարի վերին մասի հիմքերը: Հասկանալի է, որ փոստրակների զգալի խորության դեպքում շատ խնդրահարույց է լարով ձգված առանցքների պրոյեկտումը՝ օգտագործելով ուղղալար: Հետևաբար խորը փոստրակների հատակին այբբենական ու թվային առանցքները նշահարվում են՝ օգտագործելով փոստրակի եզրին տեղադրված թեղողիտների տեսանելի հարթություններով հատումների եղանակը (Նկ. 8.5):

Էլեկտրոնային տախտմետրի կիրառմամբ առանցքները կաղապարի տակ, կաղապարի վրա, այնուհետև մոնոլիտ վանդակաճաղի կամ հիմքի սալիկի վրա տեղադրելու խնդիրը լուծվում է այնպես, ինչպես ցցայունների դաշտը տեղադրելիս իրականացվում է առանցքների ամրացված նշաններից կամ նշահարման ռեժիմում գտնվող ազատ կայանից:

Հավաքովի ու միաձույլ բետոնի և երկաթբետոնի, ինչպես նաև մետաղական կոնստրուկցիաների պահանջները տրված են ՄՆԻՊ 3.02.01-87, «Կրող և պարսպող կառույցներ» փաստաթղթում: Այսպիսով՝ միաձույլ կառույցների համար հարթությունների ուղղահայացից ու դրանց հատման գծերից առավելազույն շեղումները կառույցի հիմքերի ողջ երկարությամբ կարող են լինել 20 մմ,

- մոնոլիտ հատակներ կրող պատերի ու սյուների համար՝ ± 15 մմ,
- հավաքովի ճառագայթային կառույցների կրող պատերի ու սյուների համար՝ ± 10 մմ,

- բարձրացովի կաղապարով կառուցված շենքերի ու շինությունների պատերի համար՝ կառուցվածքի բարձրության $1/1000$, բայց ոչ ավելի, քան 50 մմ միջանկյալ հարկերի առկայության դեպքում,

- հորիզոնական հարթությունների շեղումը ստուգվող տարածքի ողջ երկարությամբ՝ ± 20 մմ,

- տարրերի երկարությունը կամ բացվածքը՝ ± 20 մմ,
- տարրերի հատումների չափը՝ $+6$ մմ կամ -3 մմ,
- մակերևույթների ու ներկառուցված արտադրանքների հետքերը, որոնք ծառայում են որպես պողպատե կամ հավաքովի այլ տարրերի հենարաններ՝ 5 մմ:

Բազմահարկ կառույցների դեպքում կաղապարի առանցքների տեղա-

կայման շեղումները հիմքում ընկած հարկերում թույլատրված շեղումներ նախագծային դիրքից, որոնք գերազանցում են վերը նշված արժեքները, պետք է շտկվեն հաջորդ հարկերում այդ տարրերի համար կադասարները տեղադրելիս: Տեղադրված կադասարի վիճակը պետք է շարունակաբար ստուգվի բետոնապատման գործընթացում: Եթե հայտնաբերվում են կադասարի առանձին տարրերի ձևախախտումներ կամ տեղաշարժեր, ապա բետոնացումը պետք է դադարեցվի, կադասարի տարրերը վերադարձվեն նախագծային դիրքին և ամրացվեն:

Աղյուսակ 8.7.

Որոշ կոնստրուկցիաների տեղադրման թույլատրելի մոնտաժային սխալներ

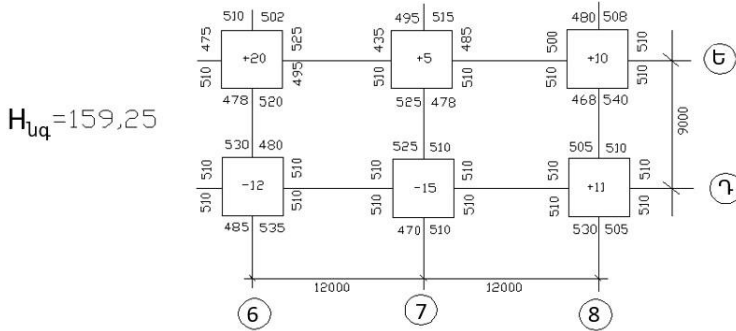
Հ/հ	Պարամետր	Սահմանային շեղում
1	Հիմքի բլոկների ու հիմքի բաժակների տեղադրման ուղղությունների հավասարեցումից շեղումը նշահարման առանցքների ռիսկերով	12 մմ
2	Հիմքի բաժակների ստորին նշանների շեղումը նախագծայինից	±5 մմ
3	Սյուների, պանելների, կրող պատերի մեծ բլոկների, ծավալային բլոկների, ռելսերի բլոկների, հենասյուների, կոունկի տակի բլոկների շեղումը նշահարման առանցքներից	8 մմ
4	Բազմահարկ շենքերի սյուների առանցքների վերին հատվածում հավասարեցումից շեղում մինչև սյան երկարությամբ հավասարեցման առանցքներով	
	4 մ	12 մմ
	4 – 8 մ	15 մմ
	8 – 16 մ	20 մմ
	16 – 25 մ	25 մմ
5	Բազմահարկ շենքերի յուրաքանչյուր մակարդակի սյուների զազաթների բարձրությունների տարբերությունը ստուգված տարածքում	12+2n

Վանդակաճաղերի տեղադրման ավարտից հետո կատարվում է դրանց տեղադիրքի գործիքային ստուգում՝ կառուցված սխեմայի պատրաստմամբ, որը ցույց է տալիս առանցքների ու նիշերի տեղաշարժը նախագծային դիրքի համեմատ: Վանդակաճաղերի պլանային ու բարձունքային դիրքի կատարողական սխեմայի օրինակը ներկայացված է Նկար 8.18-ում:

Հավաքովի հիմքերի առանցքների նշահարումը չի տարբերվում մոնոլիտ հիմքերի նմանատիպ աշխատանքներից: Հավաքովի տարրերի մոնտաժման ժամանակ ուղղությունների հավասարեցումից առավելագույն շեղումները, ինչպես նաև ավարտված հավաքովի կոնստրուկցիաների շեղումները նախագծային դիրքից չպետք է գերազանցեն ՄՆիՊ 3.02.01-87-ի Աղյուսակ 12-

ում տրված արժեքները:

Աղյուսակ 8.7-ում ցույց են տրված ՀՀՇՆ IV-10.01.01-2006-ից որոշ հատվածներ հավաքովի կոստրուկցիաների համար:



Նկ. 8.18. Վանդակաճաղերի պլանաբարձրության դիրքի կատարողական սխեմա

Գոյություն ունեն բարձր ճշտության պահանջներ՝ նախամշակված բետոնե սյուների և պողպատե սյուների տակ խարիսխի (անկերային) պտուտակների կրող մակերևույթների տեղադրման համար: Նշահարման առանցքներն ու հենանիշներն անհրաժեշտ են մակերևույթների տեղադրման համար, հենարանների եզրագծից դուրս ամրացվում են դրանք կրկնակի օգտագործման նպատակով մինչև կառույցը շահագործման հանձնելը: Անկերային պտուտակների տեղակայման թույլատրելի շեղումները կարգավորվում են հետևյալ արժեքներով պլանում. երբ գտնվում է հենարանի եզրագծի ներսում՝ ± 5 մմ, եզրագծից դուրս՝ ± 10 մմ, բարձրությունը՝ ± 20 մմ:

8.9. Շենքերի ստորգետնյա կառույցների բարձրացման ստուգումներ

Կառույցների պլանային, բարձունքային ու ուղղաձիգ դիրքը որոշելու համար ստուգողական գեոդեզիական չափումներ են իրականացվում տեղադրումից ու ժամանակավոր ամրացումից հետո: Միաձույլ բնակարանաշինության մեջ մոնոլիտ կառույցների ամրագրված կաղապարն ենթակա է ստուգման: Ստուգողական չափումներն ամենակարևորն են, քանի որ կառույցների նախագծային դիրքից իրական շեղման մեծությունը կախված է դրանց ճշտությունից:

Գեոդեզիական ստուգումը ներառում է կառույցների իրական պլանային, բարձունքային ու ուղղաձիգ դիրքի որոշումը նշահարման առանցքների նկատմամբ և չափված արժեքների համեմատումը նախագծային արժեքների հետ:

Ստուգողական չափումները, ինչպես նաև նշահարման աշխատանքները ներկայումս նախընտրելի են իրականացնել էլեկտրոնային տախտմետրերով:

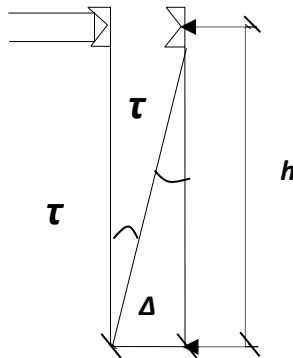
Կետի պլանային դիրքի ՄՔՄ-ն հաշվարկվում է՝ ենթադրելով, որ նշահարումն իրականացվում է «ազատ կայանից» էլեկտրոնային տախտմետրով՝ օգտագործելով բևեռային կոորդինատների եղանակը: Որպես դիտման նշանակետ կիրառվում են անկյունակներով անդրադարձիչներ՝ պրիզմայի տեսքով, կլոր բշտիկով հեռադիտակային ձողի վրա: Վերցնենք կլոր բշտիկի տեղադրման բաժանմունքի արժեքը՝ 10': Բևեռային նշահարման եղանակի համար, հաշվի առնելով $m_{կայ}$ կայանի դիրքի ու m_{Φ} ֆիքսման սխալները, կետի պլանային դիրքում ստացված սխալը հավասար կլինի:

$$m_T^2 = m_S^2 + \frac{m_\beta^2 S^2}{\rho^2} + m_\Phi^2 + m_{կայ}^2, \quad (8.40)$$

որում m_S -ը S բևեռային հեռավորության կառուցման սխալն է, m_β -ն՝ բևեռային անկյան կառուցման սխալը:

Ընդունելով բևեռային հեռավորությունները ոչ ավելի, քան 50 մ, սխալները՝ $m_S = 2$ մմ, $m_\beta = 5''$, $m_{կայ} = 3$ մմ, ամրացման սխալը $m_\Phi = 2$ մմ, ստանում ենք $m_T = 4,3$ մմ, այսինքն՝ լիովին ընդունելի արժեք կառույցի ստորգետնյա մասի կառուցման ժամանակ հատակագծերի գրեթե բոլոր տեսակների համար:

Այնուամենայնիվ, ավելի մանրամասն ուսումնասիրենք ամրացման սխալը: Այն գնահատելու համար դիմենք Նկար 8.19-ին:



Նկ. 8.19. Նշահարման կետի ամրացման սխալը

Նկար 8.19-ից պարզ է դառնում, որ ամրացման սխալն առաջանում է անդրադարձի ձողը ուղղաձիգից m_Φ շեղման պատճառով:

Ձողը հենվում է իր ծայրին, պահվում է ուղղահայաց՝ ըստ կլոր հարթաչափի ցուցման ու դիտորդի հրամանով շարժվում է դեպի նախագծային դիրք: Բնականաբար, նշաձողի դիրքն անկայուն է, և այն խիստ նախանշված դիրքում պահելը խիստ խնդրահարույց է: Ֆիքսման սխալը կարող է լինել երկու

հավասարապես հավանական բաղադրիչների Δ արժեքով՝ տեղակայված ուղղաձիգ հարթություններում, որոնցից մեկը պարունակում է հեռավորության տեղակայումը, իսկ երկրորդը ուղղահայաց է դրան:

Եթե h -ը բևեռի բարձրությունն է, τ -ն՝ դրա թեքության անկյունը, որը կարելի է հավասարեցնել հարթաչափի բաժանմունքի արժեքի երեք կամ ավելի արժեքներին, քանի որ դժվար է բևեռն ուղղահայաց պահել առանց լրացուցիչ սարքերի, ապա՝

$$\Delta = h \cdot \operatorname{tg} \tau \text{ կամ } \Delta \approx \frac{h \cdot \tau}{\rho}: \quad (8.41)$$

Ենթադրենք $\tau = 30'$, կստանանք $\Delta = 13,1$ մմ: Ձողի թեքության արդյունքում առաջացած ազդեցությունը կարելի է համարել հավասարաչափ ամրացման սխալին՝ առանց հաշվի առնելու կետի ամրացման եղանակը (մեխ, ամրան, մատիտ և այլն) ու տակի մակերեսի (հող, բետոն, նրբատախտակ և այլն) մաքրությունը: Այսպիսով՝ $m_{\Phi} = \Delta\sqrt{2}$ կամ մոտ 18,5 մմ: Հասկանալի է, որ հաշվարկները կատարվել են բավականին ծայրահեղ պայմանների համար, և արդյունքը, այնուամենայնիվ, տպավորիչ ու տագնապալի է ստացվել: Այս առումով նկարագրված տեխնոլոգիան ու սարքավորումները կարող են օգտագործվել համեմատաբար կոպիտ նշահարումների համար, օրինակ՝ հողային աշխատանքների համար նշահարումներ կատարելիս ու կոմունալ կառույցները տեղանք տեղափոխելիս: Հետևաբար ավելի ճշգրիտ ու նուրբ նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու համար եռակի պրիզմա պահող տելեսկոպիկային ձողը հագեցած է փոփոխական երկարության երկու հենարաններով, կամ նշումն իրականացվում է երկու փուլով. կետը մոտավորապես բաժանվում է նկարագրված ձևով, որի վրա դրված է տրիպլե պրիզման, որի դիրքը որոշվում է օպտիկական կենտրոնադիրով՝ կայանում տեղադրված եռոտանու միջոցով: Բայց ամենաճիշտ ճանապարհը անդրադարձչի կատարելագործումն է՝ նվազագույնի հասցնելով ձողի բարձրությունը (տե՛ս 8.41 բանաձևը): Նշահարման համար նմանատիպ անդրադարձիչներ պատրաստվում են կոմերցիոն նպատակներով և հասանելի են որպես լրացուցիչ պարագաներ: Նման անդրադարձիչ կարող էք ինքներդ պատրաստել՝ շինարարական մատիտի վրա ամրացնելով անդրադարձիչ դրոշմանիշը:

Շենքերի կամ շինությունների բոլոր փուլերի կառուցման գործընթացը պարտադիր ուղեկցվում է գեոդեզիական ստուգողական չափումներով, որոնց նպատակն է ապահովել իրականացված կառույցների համապատասխանությունը դրա նախագծային ձևերին ու չափերին: Գեոդեզիական ստուգումները ներառում են կառույցների իրական պլանային, բարձունքային ու ուղղահայաց դիրքի որոշումն ու այդ դիրքի համապատասխանությունը նա-

խագծային արժեքին: Ստուգողական չափումները կատարվում են նշահարման առանցքների, նշանների տեղադրման, հենանիշների, նշանների ու մայակների համեմատ:

Փարոսների հանույթների կատարման տեխնոլոգիան սկզբունքորեն նման է համապատասխան ձևի կոնստրուկցիայի նշահարման աշխատանքներին: Տարբերությունն այն է, որ կատարողական հանույթների ժամանակ չափումներ են կատարվում արդեն տեղադրված կառույցի, դրա առանցքի կամ մակերևույթի նկատմամբ: Կատարողական հանույթների ընթացքում վերականգնվում են առանցքներն ու տեղադրման ռիսկերը: Ծածկագծերը կարող են ստացվել թեոդոլիտի դիտման հարթությամբ կամ ձգված լարով, իսկ կառուցված ծածկագծերի նկատմամբ չափումները կատարվում են ժապավենի միջոցով՝ ուղղահայացի երկայնքով: Հաճախ կիրառվում է կողային նիվելիրացման եղանակը:

Հետևաբար պլանային գեոդեզիական ստուգումը ներառում է կառույցների երկայնական ու լայնակի առանցքների կամ կոնստրուկցիաների եզրերի դիրքի որոշումը նշահարման առանցքների կամ դրանց զուգահեռ գծերի նկատմամբ:

Բարձունքային գեոդեզիական ստուգումներով որոշվում է կառույցների կոնստրուկցիաների հարթությունների իրական դիրքը բարձրության վրա՝ նախագծով տրված թույլատրելի սահմաններին համապատասխան: Այս ստուգումներն իրականացվում են բարձունքային հիմքի աշխատանքային հենանիշներից երկրաչափական նիվելիրացման եղանակով:

Հիմքի բլոկների, կաղապարների, ցցայուների կամ սյուների ուղղահայացության գեոդեզիական ստուգումը մինչև 5 մ բարձրությամբ իրականացվում է չափաձողով-ուղղալարով: 5 մ-ից ավելի բարձրություն ունեցող կառույցի դիրքը որոշվում է թեոդոլիտի ուղղաձիգ շրջանի երկու դիրքերով ու երկու փոխադարձ ուղղահայաց հարթությունների միջոցով:

Նկարներ 8.16-ում ու 8.18-ում տրվել են ստորգետնյա կառույցների կատարողական հանույթների օրինակներ:

Ժամանակակից քաղաքացիական շենքերի ստորգետնյա մասերը կարող են լինել տասնյակ մետր խորությամբ՝ թաղված բազմամակարդակ ավտոկայանատեղեր, խանութներ, պահեստներ և այլն: Ստորգետնյա կառույցների նախագծերը կարող են հագեցած լինել բարդ տարրերով ու կապերով: Միաձույլ ու ցանկացած բնակարանային այլ շինարարությունում ստորգետնյա մասերի կրող կառույցների զգալի մասը վերգետնյա կոնստրուկցիաների կրող մասն է, որոնց համար հատուկ ուշադրություն են դարձնում ստորգետնյա կառույցների պլանային ու բարձունքային դիրքերին: Այս առումով հա-

տուկ խնամքով ու պատասխանատվությամբ են իրականացվում կառույցի ստորգետնյա հատվածի կառուցվածքային տարրերի գեոդեզիական ստուգումներն ու պլանային, բարձունքային ուղղահայաց դիրքի կատարողական հանույթները:

8.10. Գեոդեզիական աշխատանքներ շենքերի վերգետնյա հատվածի կառուցման ժամանակ

Շենքերի ու շինությունների վերգետնյա մասերի կառուցման ժամանակ գեոդեզիական աշխատանքները ներառում են.

- նշահարման առանցքների կառուցում սկզբնական հորիզոնում,
- նշահարման առանցքների նախագծում ու բարձունքային նիշերի փոխանցում դեպի վերադիր մոնտաժային հորիզոններ,
- մոնտաժային հորիզոնների վրա նշահարման առանցքների կառուցում,
- մոնտաժային հորիզոնում կոնստրուկցիաների տեղակայման մանրամասն նշահարում,
- կոնստրուկցիաների տեղադրման ու դրանց ուղղման ստուգումներ,
- պատրաստի տարրերի ու կոնստրուկցիաների կատարողական հանույթ:

Շենքի նշահարման (մոնտաժային) առանցքների կամ ներքին նշահարման ցանցի կառուցման էլային փաստաթղթերն են շենքի արտաքին նշահարման ցանցի հատակագիծը, առանցքների հատակագիծն ու կառուցման սխեմաները:

Շենքի վերգետնյա հատվածի կառուցման ժամանակ գեոդեզիական աշխատանքների ամենակարևոր մասը *շենքի ներքին նշահարման ցանցի կառուցումն է*, որը հաճախ կոչվում է բազիսային ցանց:

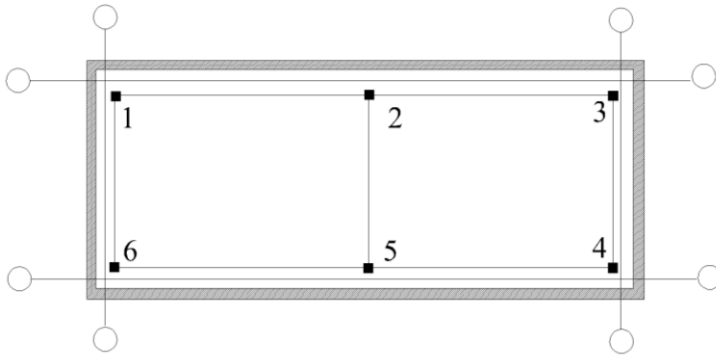
Սկզբնական հորիզոնը, որի վրա կառուցված են բազիսային ցանցի պատկերները, կարող է լինել ստորգետնյա կառույցների հատակի մակերևույթը, տեխնիկական ստորգետնյա է հիմքի սալը կամ հիմքերի համար բետոնային նախապատրաստումը:

Այս գլխի սկզբում տրվեցին շենքի ներքին նշահարման ցանցի մասին ընդհանուր տեղեկություններ: Դիտարկենք սկզբնական մոնտաժային հորիզոնում հիմնական պատկերների կառուցման եղանակները և ավելի մանրամասն կանոնադրաբանաբար բարձրահարկ բնակարանային շինարարության ընթացքում մոնտաժային հորիզոններում բազիսային պատկերների կառուցման առանձնահատկություններին:

Շենքի կամ կառույցի ներքին նշահարման ցանցը կառուցվում է սկզբնական մոնտաժային հորիզոնում կանոնավոր երկրաչափական պատկերների տեսքով, որը կրկնում է շենքի ընդհանուր կոնֆիգուրացիան: Ցանցի կողմերը Նկար 8.20-ում պատկերված են շենքի առանցքներին զուգահեռ և դրանցից որոշ հեռավորության վրա ($0.5 \div 1.0$ մ) այնպես, որ կողմերից բարձրահարկ կառույցների շինարարության ընթացքում մոնտաժային առանցքների նշահարումն իրականացվի պարզ գծային չափումներով՝ անմիջապես բազիսային ցանցից:

Բազիսային ցանցը կառուցվում է արտաքին նշահարման ցանցի կետերից բևեռային եղանակով՝ օգտագործելով հիմնային ցանցի կետերի նախագծային կոորդինատները: Այս դեպքում տեղադրվում է պատկերի ամենաերկար կողմը, երկու կետերն ամրացվում են բետոնե հատակի մակերևույթի վրա, օրինակ՝ 6-րդ ու 4-րդ կետերը: Հետագա կառուցումները կատարվում են մոնտաժային հորիզոնի մակերևույթի վրա: Դա արվում է այնպես, որ արտաքին ցանցի կետերի դիրքի սխալները չազդեն բազիսային ցանցի կառուցման ճշտության վրա: Քանի որ բազիսային ցանցի կողմերի երկարությունները մեծ չեն և չեն գերազանցում մի քանի տասնյակ մետրը, հնարավոր չէ նման կարճ հեռավորությունների դեպքում մեծ ճշտությամբ կատարել անկյունային չափումներ: Այդ իսկ պատճառով բարձրահարկ շենքերի ներքին նշահարման ցանցերը (բազիսային պատկերները) կառուցվում են տրիլատերացիոն եղանակով: Արդյունաբերական ձեռնարկությունների ներքին նշահարման ցանցերը կարող են ունենալ զգալի երկարության կողմեր, և դրանց կառուցումը կարող է իրականացվել պոլիգոնոմետրիայի եղանակով:

Բետոնի մակերևույթի վրա պատկերի նախնական նշահարումից հետո 100×100 մմ կամ 150×150 մմ չափսերով մետաղական թիթեղները տեղադրվում են ապագա ցանցային նշանների տեղադրման համար: Ճշգրիտ պատկերների կառուցումը, ներառյալ անկյունագծերի չափումներն ու կետերի դիրքի ուղղումը, կատարվում են թիթեղների մակերևույթների վրա՝ մատիտով գծանշումներ կատարելով: Շինարարությունն ավարտելուց հետո կատարվում են վերջնական չափումներ, պատկերը նշահարվում է, և որպես նախագծային զազաթներից մեկի կոորդինատներ հաշվարկվում են մնացած բոլոր կետերի կոորդինատները: Հաշվարկները պարզեցնելու համար օգտագործվում է պայմանական կոորդինատային համակարգ:



Նկ. 8.20. Մոնտաժային հորիզոնի բազիսային ցանցի սխեմա

Տրիլատերացիայի բնորոշ պատկերներն են քառակուսիները, ուղղանկյուններն ու կենտրոնական համակարգերը, որոնց համար մշակվում են հավասարեցման հաշվարկների պարզ եղանակներ [43]: «Կիրառական խնդիրների լուծման օրինակներ» բաժնում տրված է տրիլատերացիոն քառանկյան հավասարեցման օրինակ:

Գտնելով ցանցի կետերի իրական կոորդինատները՝ դրանք համեմատվում են նախագծայինների հետ, և նախագծային ու իրական կոորդինատների միջև եղած տարբերություններից հաշվարկում են ռեդուկցիայի գծային ու անկյունային արժեքները:

Ռեդուկցիաներ մտցնելու ու ցանցային կետերը դրանց նախագծային դիրքեր տեղափոխելու համար կազմվում են ռեդուկցիայի թերթիկներ: Գրաֆիկորեն միլիմետրային թղթի վրա կառուցվում են կետի դիրքը, առնվազն ցանցի երկու կետերի ուղղությամբ՝ ռեդուկցիայի գծային ու անկյունային արժեքը: Անկյունը կառուցվում է անկյունաչափով, գծային ռեդուկցիայի արժեքը՝ մասշտաբային քանոնով: Ռեդուկցիայի ուղղման համար ռեդուկցիայի թերթիկի վրա կետի իրական դիրքի պատկերը համատեղվում է տեղանքում կետի դիրքի հետ: Այնուհետև ռեդուկցիայի թերթիկը կողմնորոշվում է թերթիկի վրա նշված ուղղությունների երկայնքով, և ցանցի կետերի ուղղված դիրքը փոխանցվում է (անցք է արվում) տեղադրված թիթեղների վրա: Ստուգողական չափումներ կատարելուց հետո ու կոնստրուկցիաների ճշտության հարցում վստահ լինելու համար սալերի վրա ամրացվում են կետերը կետնով, կամ անցքեր են արվում թիթեղի վրա:

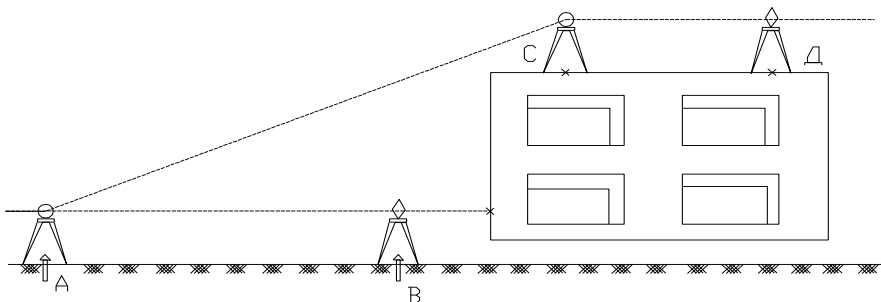
Առանցքների կառուցում բարձր մոնտաժային հորիզոններում: Ցածր ու միջին բարձրահարկ շենքերի կառուցման ժամանակ հիմնական կամ գլխավոր առանցքների տեղափոխումը վերադիր մոնտաժային հորիզոններ կարող է իրականացվել թեք նախագծման եղանակով. այն իրականացվում է թեղող-

լիտով առանցքային այն կետերից, որոնցից պետք է նշահարվեն (Նկ. 8.21):

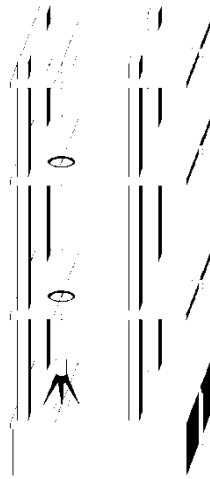
Նկար 8.21-ից պարզ է դառնում, որ եղանակի իրականացման համար անհրաժեշտ է ունենալ շինհրապարակի սահմաններում բավականին ազատ տարածքներ: Այս եղանակով մոնտաժային հորիզոնի վրա կետի նախագծման ՄՔՄ-ն մեծապես կախված է օգտագործվող թեղողիտից, դրա հարթաչափի կամ կոմպենսատորի զգայունությունից ու դիտախողովակի խոշորացումից: Բացի դրանից՝ պրոյեկտման սխալի վրա կազդեն թեղողիտի կենտրոնացման ու փոխանցման կետին ուղղելու սխալները, ինչպես նաև կառույցի բարձրությունն ու շենքից մինչև թեղողիտի տեղակայման եղած հեռավորության սխալները: Բնականաբար, գործիքը պետք է մանրամասն ստուգվի:

Մոնտաժային հորիզոնում առանցքների դիրքը որոշվում է ծածկի եզրագծի հակառակ կողմերում փոխանցված երկու նշահարման կետերով: Տվյալ դեպքում առաջանում է ծածկի վրա ստուգողական չափումների հնարավորություն. թեղողիտը տեղադրելով փոխանցված կետերից մեկի վրա՝ ուղղվում է առանցքային (ծածկագծի) կետին, և չափվում է անկյունը դեպի երկրորդ փոխանցված կետը: Եթե անկյունը տարբերվում է 180° -ից, ապա նշահարումը կրկնվում է, և փոխանցված կետերի դիրքը շտկվում է: 4-րդ կետ տեղափոխելուց հետո կատարվում են կառուցված պատկերի կողմերի ու անկյունագծերի ստուգողական չափումներ:

Բազիսային պատկերների կետերը (շենքի ներքին նշահարման ցանցի կետերը) կարող են տեղափոխվել ավելի բարձր մոնտաժային հորիզոններ ծածկերի տեխնոլոգիական անցքերի միջոցով՝ օգտագործելով ուղղահայաց նախագծման գործիքներ, օրինակ՝ *զենիթային սարքեր*: Կետերի ու առանցքների փոխանցման գործընթացը պատկերված է Նկար 8.22-ում:



Նկ. 8.21. Թեք պրոյեկտման եղանակով առանցքների փոխանցման սխեմա



Նկ. 8.22. Կետի տեղափոխում դեպի վերին մոնտաժային հորիզոններ

Սարքը (օպտիկական կամ լազերային) կենտրոնացվում է բազիսային պատկերի կետի վրա: Վերին մոնտաժային հորիզոնի առաստաղի անցքի վերևում տեղադրված է պալետկա: Պալետկան պատրաստված է թափանցիկ նյութից, օրինակ՝ մոմաթղթից, որի վրա անցկացվում է կոորդինատային ցանց: Մոմաթուղթը կացվում է թափանցիկ հիմքի վրա, օրինակ՝ օրգապակու, որն ամրացվում է առաստաղի անցքի վերևում:

Ստորին հորիզոնից վերին կետ տեղափոխելու գործընթացը սարքի գենիթային ցանցաթելերի հասման (կամ լազերային ճառագայթի էներգիայի կենտրոնի) կետը կոորդինատացնելն է պալետկայի վրա: Կոորդինատավորումը կատարվում է գործիքի զենիթի հորիզոնական շրջանի չորս դիրքերում, ինչը վերացնում է գործիքի որոշ սխալներ: Գործիքի պատվանդանը եռոտանու վրա նույնպես տեղադրվում է նվազների միջև 120° ով՝ կենտրոնացման սխալներից խուսափելու համար:

Նախկինում նշվել է, որ ելակետերից շենքի ներքին նշահարման ցանցի առնվազն երեք կետերը պետք է տեղափոխվեն մոնտաժային հորիզոններ: Տրամաբանական է ենթադրել, որ ՄՆԻՊ-ի այս պահանջը պայմանավորված է մոնտաժային հորիզոնում կառուցված ներքին նշահարման ցանցում ստուգողական չափումներ կատարելու հանգամանքով: Բնականաբար, հնարավորություն է ընձեռվում, երբ կառուցված կետերի միջև առկա է փոխադարձ տեսանելիություն, նման ստուգողական չափումներ իրականացնել:

Եթե բազիսային պատկերի կետն ուղղահայաց պրոյեկցիայի միջոցով փոխանցվում է տեխնոլոգիական անցքով, ապա դրա վերևում տեղադրվում է տախտմետրը, որը կողմնորոշվում է հիմքի ցանկացած տեսանելի կետի վրա,

և կատարվում են նշահարման աշխատանքներ: Եթե չկա տեխնոլոգիական անցք, հետևաբար չկան նշահարման ցանցի կետեր, ապա դրանք կառուցելու համար օգտագործվում են այլ եղանակներ:

Նշահարման հիմքի կառուցում հակադարձ հատումներով: Այն դեպքում, երբ տեղանքում, հետևաբար մոնտաժային հորիզոնում չկան ներքին նշահարման ցանցի կետեր, ապա նշահարման առանցքների կառուցման խնդիրը կարող է լուծվել, եթե մոնտաժային հորիզոնից տեսանելի լինեն շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերը կամ կառուցվող կառույցի շրջակայքում նախապես տեղադրված այլ կետեր: Այդպիսի ելակետեր կարող են լինել նշահարման ցանցի անդրադարձչային դրոշմանիշները:

Այս դեպքում տախտմետրի կանգնած կետի պլանային դիրքը կամ աշխատանքների համար հարմար ցանկացած այլ կետ որոշվում է հակադարձ հատումների եղանակով՝ օգտագործելով երեք կամ ավելի կետեր: Հակադարձ հատումներ կարող է լինել զուտ անկյունային (Պոտենոտի խնդիր) կամ գծաանկյունային: Եթե ունենք էլեկտրոնային տախտմետր, բնական է օգտվել ժամանակակից բարձր ճշտության սարքի ու դրա ներկառուցված ծրագրերի հնարավորություններից, ներառյալ հակադարձ գծաանկյունային հակադարձ հատումներ ծրագրիր: Այս դեպքում մոնտաժային հորիզոնում առանցքների նշահանումն իրականացվում է «ազատ կայանից» կոորդինատային ռեժիմում սովորական նվազներով:

Առանցքների նշահարման սխալները բաղկացած կլինեն ելակետերի պլանային դիրքի հակադարձ հատումների ու նշահարման աշխատանքների սխալներից: Եթե կա ուղղահայաց պրոյեկտման եղանակով կառուցված ներքին կետ, ապա ստուգողական չափումներ ու գծանշման աշխատանքներ իրականացնելու համար կրկին անհրաժեշտ է տեսանելիություն կառույցի արտաքին ցանցի կետերին: Ինչը թույլ կտա կատարել գործիքի կանգնած կետի կոորդինատների որոշման ստուգում՝ կողմնորոշելով այն: Եթե շենքը հարկերի քանակի ավելացմանը զուգընթաց կորցնում է արտաքին ցանցային նշանների տեսանելիությունը, և հնարավոր չէ շրջակա շենքերի վրա անդրադարձչային դրոշմանիշներ տեղադրել, ապա, սկսած նշահարման որոշակի հորիզոնից, հստակորեն տարբերվող տեղանքի շրջակա օբյեկտները (գտնում են սայրեր, ալեհավաքներ, կայծակաձողեր և այլն) կարող են ծառայել որպես լավ կողմնորոշման կետեր և ստուգել փոխանցված կետերը: Նկար 8.23-ում սխեմատիկորեն ցույց է տրված մոնտաժային հորիզոնում նման հնարավոր իրավիճակը: A ու B -ն ուղղության կետեր են, որոնք գտնվում են աշխատանքային տեղամասից համապատասխանաբար S_1 ու S_2 հեռավորությունների վրա: D կետը համապատասխանում է ներքին (հիմնական) ցանցի ուղղահա-

Ուղղահայաց փոխանցման ստուգումը, ինչպես նշվել է ավելի վաղ, իրականացվում է տեղանքի օբյեկտների հորիզոնական ուղղությունները չափելու միջոցով: Այլ կերպ ասած՝ կետի ուղղահայաց փոխանցման որակը դիտարկվում է համապատասխանաբար տվյալ մոնտաժային հորիզոնում չափված հորիզոնական անկյունների x ու y արժեքների տարբերությամբ: Հեշտ է տեսնել, որ վերը նշված սխեմայում x - y տարբերության սխալն առաջացել է անկյունը չափելիս e սխալի պատճառով, այսինքն՝ հայտնի կենտրոնացման սխալը: Դասական ձևով կենտրոնացման սխալի ազդեցությունը հորիզոնական անկյան չափման ճշտության վրա արտահայտվում է հետևյալ կախվածությամբ.

Այստեղ L -ը A և B ելակետերի միջև եղած հեռավորությունն է:

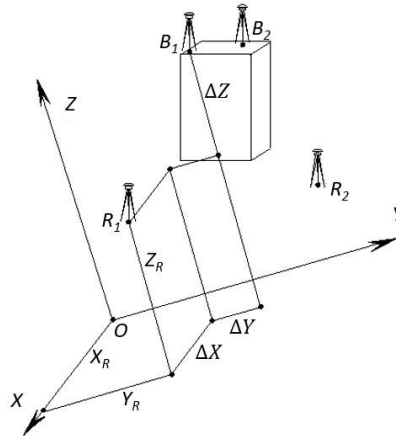
$$e = S \cdot \frac{m_{\text{quinn}}}{\rho\sqrt{2}}; \quad (8.43)$$

498

Նշահարման հիմքի կառուցում բևեռային հատումներով: Նախկինում նկարագրված թեք պրոյեկտման եղանակը կարող է կիրառվել որոշակի փոփոխությամբ, երբ կառուցված ներքին պլանային նշահարման ցանցի կետից ուղիղ թեք դիտումով մոտակա մոնտաժային հորիզոնից առկա է անմիջական տեսանելիության կետ:

Մի կետ կամ մի քանի կետեր կառուցվում են բևեռային կոորդինատների եղանակով ստորին մոնտաժային հորիզոնից՝ թեք դիտմամբ ուղիղ ու հակառակ ուղղություններով: Չափված մեծություններն են բևեռային (ուղղության) անկյունն ու բևեռային հեռավորությունը:

Էլեկտրոնային տախտմետրի առկայության դեպքում կետի կառուցումն իրականացվում է «կոորդինատներով», հետևաբար ամրագրված կետի կոորդինատները անմիջապես գրվում են: Կառուցված կետից ստուգման համար հակադարձ չափումներ են կատարվում՝ օգտագործելով շենքից դուրս գտնվող արտաքին նշահարման ցանցի առնվազն մեկ կետից:



Նկ. 8.24. GPS ընդունիչների հարաբերական դիրքի սխեմա

Նշահարման հիմքի կառուցումն արբանյակային եղանակներով: Բաց մոնտաժային հորիզոնում նշահարման հիմքը կարող է կառուցվել արբանյակային եղանակների կիրառմամբ: Այդ նպատակների համար անհրաժեշտ է ունենալ մի քանի արբանյակային GPS ընդունիչներ, որոնցից մի քանիսը տեղադրվում են շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կամ շինհրապարակի նշահարման ցանցի կետերին: Սովորաբար դրանք երկու R_1 ու R_2 ընդունիչներ են (Նկ. 8.24): Բացի դրանից՝ բաց հորիզոնով տեղեկում ծածկի վրա տեղադրվում են մեկ կամ երկու ընդունիչներ (B_1 ու B_2 կետեր): Ընդունիչների տեղադրման տեղերը, ինչպես ելային պլան-բարձունքային հիմքի նշաններից վեր, այնպես էլ մոնտաժային հորիզոնում մանրակրկտորեն ընտրվում են, որպեսզի բացառվի արբանյակներից արտացոլված ազդանշանների բազմա-

փայլ ընդունումը: Դիտարկումներ կատարելուց հետո արդյունքները մշակվում են հատուկ համակարգչային ծրագրերով, և հաշվարկվում են մոնտաժային հորիզոնի կետերի կոորդինատները:

Բարձր օբյեկտների (բարձրահարկ շենքեր, աշտարակատիպ կառույցներ և այլն) արբանյակային որոշումների ժամանակ լրացուցիչ խնդիրներ են առաջանում՝ պայմանավորված քամու բեռնվածքի ազդեցության տակ գտնվող կառույցների շարժումներով, արևի անհավասար լուսավորման հետևանքով աշտարակի ոլորման և այլ գործոններով: Այս առումով կարևոր է դիտարկման ժամանակի ընտրությունը: Սա կարող է լինել հանգիստ գիշերային ժամեր կամ ամպամած հանգիստ եղանակ:

8.11. Նշահարման աշխատանքներ մոնտաժային հորիզոնում

Առանցքները նշահարելու կամ հատակի մակերևույթին տեղադրելու մի քանի եղանակ կա: Ամենատարածվածն առանցքների նշահարում ծածկագծային-գծային ու գծային հատումներով ու էլեկտրոնային տախտմետրի օգտագործումը «կոորդինատներով»:

Կառուցելով բազիսային պատկերը մոնտաժային հորիզոնում ու ավարտելով առանցքների նշահարումը՝ սկսում ենք նշահարել կոնստրուկցիաների տեղադրման տեղերը: Շենքերի ու շինությունների կրող կառուցվածքային տարրերի առանցքները (պատեր, հենասյուներ, սյուներ) մեծ մասամբ համընկնում են կառույցի հիմնական կամ նշահարման առանցքներին կամ գտնվում են դրանց մոտակայքում: Այս հանգամանքը մեծապես նպաստում է նշահարման աշխատանքների կատարմանը, և այդ ամենը հեշտությամբ իրականացվում է:

Կառուցվածքային ավելի բարդ տարրերի առանցքները կամ ուրվագծերը (պատուհաններ, պատշգամբներ, վերելակների հորաններ և այլն) կարող են կառուցվել շինհրապարակի գեոդեզիական ծառայության կողմից՝ օգտագործելով նշահարման սովորական եղանակները: Առավել պարզ ու բավարար ճշտությամբ, գծային ու ծածկագծային հատումների, ուղղանկյուն կոորդինատների եղանակներով դրանց համակցություններն իրականացվում են հատակի կադապրի վրա կամ հենց հատակի հարթ բետոնային մակերևույթի վրա: Բնականաբար, այս մանրամասն հատակագծերը ստեղծելու համար անհրաժեշտ է կատարել նախնական վերլուծական պատրաստում՝ օգտագործելով հատակագիծը, առանցքների կոորդինատներն ու կառուցվածքային տարրերի կապակցումը կառույցի առանցքներին:

Մանրամասն հատակագծերի նկարագրված տեխնոլոգիան փոխկապակցված շինարարական ու գեոդեզիական չափագրման աշխատանքների

հաջորդական փուլերի շղթա է, որի վերջնական արդյունքը կոնստրուկցիաների պլանային-բարձունքային դիրքն է: Այն կատարվում է հետևյալ քայլերով՝

- մոնտաժային հորիզոնում բազիսային պատկերների կառուցում,
- ուղղահայացի պրոյեկտում ու ավելի բարձր մոնտաժային հորիզոններում բազիսային պատկերների կառուցում,
- մոնտաժային հորիզոնում հիմնական ու նշահարման առանցքների կառուցում,
- հատակին կոնստրուկցիաների տարրերի նշահարում:

Աշխատանքի յուրաքանչյուր փուլ ուղեկցվում և ավարտվում է ստուգողական չափումներով: Եվ, այնուամենայնիվ, սխալների կուտակումից խուսափել հնարավոր չէ: Հեշտ է նկատել, որ հաջորդական կառուցումների շղթայի յուրաքանչյուր օղակ ոչ միայն պարունակում է որոշ սխալներ, այլև ազդում է նրանց վերջնական արդյունքի վրա: Որքան շատ լրացուցիչ կառուցումները, այնքան մեծ է սխալը վերջնական արդյունքում: Ուստի անհրաժեշտ է ձգտել նվազեցնել շինարարության միջանկյալ փուլերի թիվը:

Ներկայումս մոնտաժային հորիզոնում մանրամասն նշահարման ամենապարզ ու լայնորեն կիրառվող սխեման էլեկտրոնային տախտմետրի օգտագործումն է «ազատ կայանի» նշահարման տեխնոլոգիան: Աշխատանքային գործընթացքն այս դեպքում ունի հետևյալ տեսքը՝

- գործիքի կայանման կետի կոորդինատների որոշում մոնտաժային հորիզոնում հակադարձ հատումներով,
- հատակին առանցքների կամ կոնստրուկցիաների տարրերի նշահարումը:

Վերոնշյալ սխեման իրականացնելիս պետք է պահպանել որոշակի պայմաններ.

- մոնտաժային հորիզոնում նշահարման աշխատանքները պետք է իրականացվեն մեկ «ազատ կայանից», որի կոորդինատները որոշված են,
- նշահարումների հետագա հարմարության համար այդ «ազատ կայանից» անհրաժեշտ է կառուցել մի քանի երկրորդական կայաններ, որոնք հարմար են նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու համար:

Նշված պայմանների կատարումը հնարավորություն է տալիս խուսափելու կոնստրուկցիաների փոխադարձ դիրքի վրա ազդող նշահարման սխալներից:

Մանրամասն նշահարման երկրորդ սխեման հիմնված է արբանյակային որոշումների օգտագործման վրա: Այս տեխնոլոգիան նաև բավականին գրավիչ է, հատկապես աշտարակների ու շատ բարձր շենքերի կառուցման դեպ-

քում, երբ շենքի տարածական նշահարման ցանցի կետերը կառուցման ընթացքում գտնվում են մոնտաժային հորիզոնի համեմատ շատ ցածր: Այս դեպքում աշխատանքային սխեման ներկայացվում է հետևյալ կերպ.

- մոնտաժային հորիզոնում արբանյակային GPS ընդունիչներով երկու կետերի կոորդինատների որոշում,

- մոնտաժային հորիզոնում նշահարման աշխատանքների իրականացումը էլեկտրոնային տախտետներով:

Այս սխեմայում կարող ենք սահմանափակվել՝ մոնտաժային հորիզոնում արբանյակային GPS ընդունիչով մեկ կետի կոորդինատների որոշմամբ, եթե շենքի արտաքին տարածական ցանցի առնվազն մեկ կետ կամ շինհրապարակի նշահարման ցանցի մեկ կետ տեսանելի է:

Հեշտ է նկատել, որ մոնտաժային հորիզոնում աշխատանքի վերջին երկու սխեմաները պահանջում են ավելի քիչ աշխատուժի ծախսեր, քան առաջինը, բայց դրանք բավականին ծավալուն են և պահանջում են բարձր տեխնոլոգիական գեոդեզիական ժամանակակից սարքավորումների առկայություն:

Մոնտաժային հորիզոնում առանցքների իրական նշահարումը կարող է իրականացվել նաև մի քանի ձևով՝ կախված մոնտաժային հորիզոնում բազիսային պատկերների փոխանցման ու կառուցման եղանակից: Դիտարկենք հաճախակի հանդիպող մի քանի դեպքեր:

1. Բազիսային պատկերների կետերը փոխանցվում են ուղղահայաց պրոյեկտման եղանակով: Բազիսային պատկերի կողմերի ու անկյունագծերի ստուգողական չափումներից հետո նշահարման առանցքները կառուցվում են ըստ դրանց պատկերի կողմերի նշահարման՝ օգտագործելով ծածկագծային-գծային ու գծային հատումների եղանակները: Նշահարման առանցքների հատումները նախ մատիտով նշվում են մոնտաժային հորիզոնի բետոնե մակերևույթին, այնուհետև կրկնամեխով ամրացվում և ներկվում են:

2. Ազատ կայան մոնտաժային հորիզոնում: Եթե բազիսային պատկերի կետը հնարավոր չէր կառուցել մոնտաժային հորիզոնում, օգտագործելով ուղղահայաց պրոյեկտման եղանակը, բայց կամայական կետի պլանային դիրքը որոշվում է հակադարձ գծաանկյունային հատումներով շենքի արտաքին ցանցի պլանային հիմնակետերից, ապա այդ կետից «ազատ կայան» ծրագրով կատարվում են նշահարումը հետևյալ հաջորդականությամբ: Էլեկտրոնային տախտետը միացվում է «նշահարման աշխատանքներ» ռեժիմին: Այնուհետ, մուտքագրվում է կանգնած կետի կոորդինատները, այսինքն. ազատ կայանի կոորդինատները և այն կողմնորոշման կետի կոորդինատները, որտեղ դրանք ուղղված են: Հաջորդաբար մուտքագրելով առանցք-

ների հատման կետերի կոորդինատները՝ դրանք նշահարվում և ամրացվում են: Այս դեպքում առանցքների (կամ կառույցների) նշահարման սխալները բաղկացած կլինեն m_{el} ելային տվյալների, ազատ կայանի կոորդինատները որոշելու $m_{ալ}$, բևեռային հատումներով կետի տեղադրման $m_{բևեռ}$ ու կառուցված կետի ամրացման m_{Φ} սխալներից: Ազատ կայանի միջոցով մոնտաժային հորիզոնում առանցքի նշահարման վերջնական սխալը հավասար կլինի՝

$$m_0^2 = m_{el}^2 + m_{ալ}^2 + m_{բևեռ}^2 + m_{\Phi}^2: \quad (8.44)$$

Նախկինում ուսումնասիրել ենք նշված սխալներից մի քանիսը: Այսպիսով՝ նկարագրված իրավիճակում ելային տվյալների սխալը անդրադարձչային նշանների կենտրոնների պլանային դիրքի սխալն է, որը մենք ավելի վաղ հաշվարկել ենք շենքի արտաքին պլանային ցանցի համար: Փոքր շինհրապարակների համար (մոտ 50 մ պայմանական շրջանագծի շառավղով) այս սխալը կկազմի մոտ 3 մմ: 30 մ հեռավորությունների համար տախտմետրի միջոցով բևեռային հատման կետը որոշելու սխալը հաշվարկվել է 8-րդ բաժնում՝ կազմելով 2,5 մմ: Ամրագրված սխալը կարող է հավասարվել 2 մմ: Ազատ կայանի կոորդինատների սխալի վերաբերյալ պետք է ասել հետևյալը: Ազատ կայանի պլանային դիրքի կոորդինատները կարելի է որոշել մի քանի եղանակով.

ա) անկյունային հատումների լուծմամբ, որը հիմնված է հայտնի կոորդինատներով երեք կամ ավելի կետերի դիտարկումների վրա,

բ) գծային հակադարձ հատումների լուծմամբ՝ հիմնված հայտնի կոորդինատներով երկու կամ ավելի կետերից չափված հեռավորություններով,

գ) գծաանկյունային հատումներով՝ ըստ երկու կամ ավելի կետերից չափված հեռավորությունների ու կետերի ուղղությունների միջև ընկած հորիզոնական անկյունների:

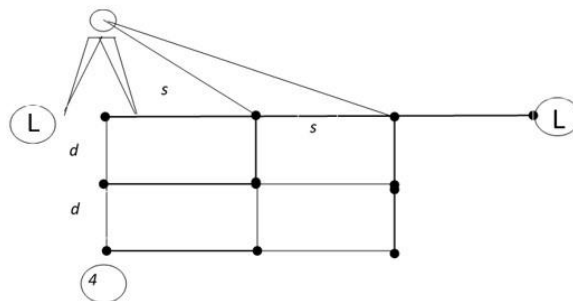
Էլեկտրոնային տախտմետրերի շահագործման ցուցումներում չի ասվում, թե որն է չափման եղանակը, և հաշվարկային ինչ քայլաշար է ներառված տախտմետրի պրոցեստրում: Այսպիսով՝ Sokkia-ի տախտմետրերի համար հրահանգները ցույց են տալիս, որ հնարավոր են իրավիճակներ, երբ գործիքը կարող է հայտնվել «վտանգավոր» շրջանակի վրա, և այս դեպքում հակադարձ հատումները չեն լուծվում: Գործիքը պետք է տեղափոխվի նոր կետ: Այստեղից կարելի է եզրակացնել, որ սարքը պարունակում է անկյունային հատումներ լուծելու քայլաշար (Պոտենտի խնդիր): Trimble սարքերի հրահանգներն ասում են, որ խնդիրը կարող է լուծվել, եթե կա երկու ելակետ: Հետևաբար այս գործիքները պարունակում են խնդրի լուծման քայլաշար (ալգորիթմ)՝ հիմնված չափված հեռավորությունների վրա մինչև ելակետերը կամ դեպի ելակետ ուղղությունների միջև անկյունները:

Նախկինում մենք ստացել ենք (8.39) բանաձևը ազատ կայանի պլանային դիրքի ՄՔՄ-ի համար, եթե դրա կոորդինատները ստացվել են հակադարձ գծաանկյունային հատումներից: Եթե վերցված են դրանցից ավելի շատ ելակետեր, քան անհրաժեշտ է, ապա միջինացված են ազատ կայանի կոորդինատների հաշվարկման արդյունքները, ինչպես դա արվում է շատ էլեկտրոնային տախտմետրերով:

Այսպիսով՝ երեք ելակետերի համար հաշվի առնելով տախտմետրով հեռավորությունների չափման սխալները $m_L = 3$ մմ, անկյունների չափման սխալները $m_\beta = 5''$, 50 մ սահմաններում L հեռավորությունների համար՝ ստանում ենք ազատ կայանի սխալը 3,0 մմ-ի սահմաններում՝ առանց հաշվի առնելու ելային տվյալների սխալները: Արդյունքում մոնտաժային հորիզոնում բևեռային կոորդինատների կիրառմամբ ազատ կայանից մինչև 50 մ հեռավորության վրա բևեռային կոորդինատները կարող են որոշել մոտ 4 մմ սխալով: Հետևաբար ինչ-որ կերպ թուլացնելով ազատ կայանից կետերի տեղադրման սխալների ազդեցությունը՝ դրանք ձգտում են մոնտաժային հորիզոնում նշահարումներ կատարել մեկ կայանից, որի համար այն պետք է ուղղվի: Հակառակ դեպքում մի քանի ազատ կայաններից մեկ մոնտաժային հորիզոնում կետերի տեղադրման սխալները կարող են հասնել անընդունելի արժեքների:

Ամեն դեպքում հատումների ստուգումն իրականացվում է միջառանցքային չափերի ուղղակի չափումներով:

Գծային ու գծաանկյունային հատումներով առանցքների մանրամասն նշահարում: Եթե առանցքները նշահարվում են հատումներով՝ օգտագործելով չափերիզ ու թեոդոլիտ, ապա որպես ելային վերցվում են բազիսային պատկերի առնվազն երկու կետեր: Այս դեպքում նշահարումը կատարվում է թեոդոլիտով, իսկ բետոնե մակերևույթի գծային չափերը կառուցվում են չափերիզի չափով՝ նշագծվելով մատիտով (Նկ. 8.25):



Նկ. 8.25. Հատումներով առանցքների նշահարում

Կատարելով առանցքների նշահարում ծածկագծային եղանակով, օրինակ՝ տառային առանցքի երկայնքով թեռոդոլիտով ուղիղ անկյուն են կառուցում և կրկնում են նշահարումը թվային առանցքի երկայնքով: Այնուհետ ստացված քառակուսին լրացնում են նշահարման միջանկյալ առանցքներից գծային հատումներով:

Դժվար չէ հաշվարկել նման հատման սխալը: Նախկինում բանաձևով տրվել է գծային հատումներով նշահարվող կետի միջին քառակուսային սխալի համար.

$$m_{qh} = \frac{m_s}{\sin \gamma} \sqrt{2}, \quad (8.45)$$

որում γ -ը հատվող կետում անկյունն է:

Քանի որ մոնտաժային հորիզոնում տեղադրված այս անկյունը հավասար է 90° -ի, ապա, ենթադրելով, որ ժապավենի չափով հատված կառուցելիս սխալը 2 մմ է, այդ դեպքում գծային հատման սխալ կստանանք 2,8 մմ: Կետի կառուցման արդյունքում առաջացող սխալը կլինի կառուցման եղանակի հաշվարկված սխալի ու ելային տվյալների սխալի գումարը: Նշահարման սխեմայում ընդունված առանցքների ելակետ են համարվում ծածկագծային-գծային հատումների եղանակով կառուցված կետերը: Այս կետերի համար կառուցման ՄՔՄ-ն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$m_{կայ}^2 = m_{ել}^2 + m_{կենտ}^2 + m_s^2 + m_{դիտ}^2 + m_{\Phi}^2: \quad (8.46)$$

Քննարկվող ելակետերը, իրենց հերթին, բազիսային պատկերի կետեր են, որոնք կարող են կառուցվել մոնտաժային հորիզոնում մոտ 1 մմ սխալով մինչև 100 մ բարձրության վրա՝ օգտագործելով զենիթային գործիքներ: Ընդունենք, որ կենտրոնացման սխալը հավասար կլինի $m_{կենտ} = 0,5$ մմ, իսկ 30 մ երկարությամբ հատվածի կառուցման սխալը չափված չափերիցով կարելի է վերցնել 3 մմ-ի սահմաններում: Հեռավորությունից կախված դիտման սխալն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$m_{դիտ} = \frac{20'' \cdot S \cdot \sqrt{2}}{\Gamma^x \cdot \rho''}, \quad (8.47)$$

որը 30 մ հեռավորությունների ու թեռոդոլիտի դիտախողովակի խոշորացման $30^\times$ դեպքում կհանգեցնի $m_{դիտ} = 0,1$ մմ աննշան սխալի, որը, բնականաբար, չպետք է հաշվի առնել հաշվարկներում: Այսպիսով՝ նշահարման ընդհանուր սխալը ծածկագծային-գծային եղանակով, թեև հաշվի առնելով կետի ամրացման սխալը $m_{\Phi} = 2$ մմ, կկազմի $m_{կայ} = 3,7$ մմ: Հետևաբար, գծային հատումներով կետը նշահարելու արդյունքում առաջացած սխալը հավասար կլինի $m_p^2 = m_{qh}^2 + m_{կայ}^2$: Փոխարինելով թվային արժեքներով՝ ստանում ենք $m_p = 4,6$ մմ:

***Առանցքների մանրամասն նշահարում տախտմետրի «կոորդինատներ»
ռեժիմով:***

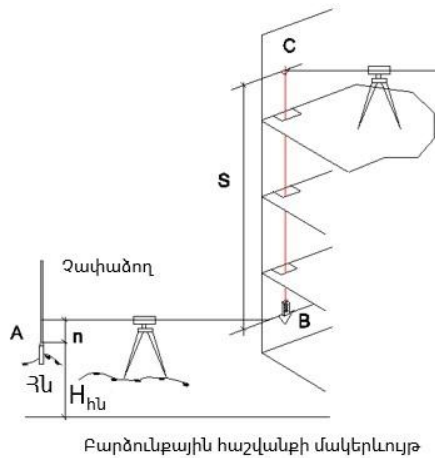
Էլեկտրոնային տախտմետրը տեղադրվում է բազիսային պատկերի կետերից մեկի վրա և բերվում աշխատանքային դիրքի: Մտնելով «նշահարման աշխատանք» ռեժիմ՝ մուտքագրվում են դիրքի, կոդմնորոշման կետի ու նշահարվող կետերի կոորդինատները, և կատարվում են նշահարումները: Նշահարման կետի սխալը կորոշվի բազիսային պատկերի կետի պլանային կոորդինատների սխալներով (մոտ 1 մմ), կենտրոնացման սխալով (0,5 մմ) և կոդմնորոշման սխալներով (մոտ 1 մմ): Հաշվարկենք 30 մ հեռավորության բևեռային նշահարմամբ կետ տեղադնելու սխալը: Բևեռային անկյուն կառուցելիս սխալը ընդունենք 10", իսկ բևեռային հեռավորությունը՝ 2 մմ: Արդյունքում Բևեռային նշահարման սխալը կկազմի 2,5 մմ, ամրացման սխալը ընդունենք հավասար 2 մմ: Տախտմետրով առանցքների նշահարման ընդհանուր սխալը «կոորդինատներ» ռեժիմով կկազմի 3,5 մմ:

8.12. Բարձրությունների փոխանցում մոնտաժային հորիզոններին

Բարձրությունների տեղափոխումը մոնտաժային հորիզոններ իրականացվում է շինհրապարակի բարձունքային հիմքի հենանիշներից հայտնի եղանակով: Ընտրում են կրող կոնստրուկցիաների կողային մակերևույթը կամ վերելակների հորանների, հենասյուների և այլնի պատերն այնպես, որ այդ մակերևույթների երկայնքով հնարավոր լինի գծային ուղղաձիգ չափումներ կատարել օդափոխման խողովակների, տեխնոլոգիական բացվածքների ու այլ բացվածքների միջոցով: Ընտրված մակերևույթի վրա հարմար տեղերում նշվում է կետ, որին նիշ է փոխանցվում տարբեր հենանիշներից (առնվազն երկու):

Այդ դեպքում կարող եք չափել B ու C կետերի միջև ընկած ուղղաձիգ հատվածը (Նկ. 8.26) չափել սովորական չափերիզով կամ DISTO տիպի մեխանիկական, առանց անդրադարձչի հեռաչափով:

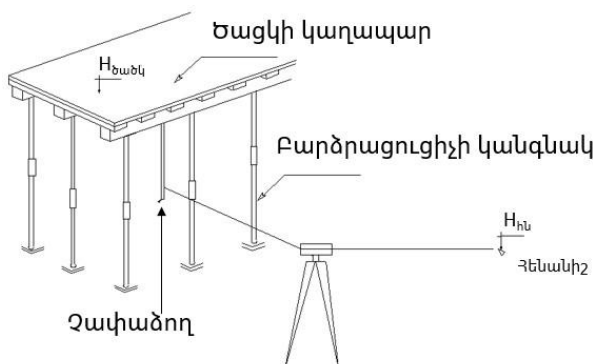
Ձեռքի լազերային անդրադարձչային հեռաչափը Leica-ից, օրինակ՝ Disto classic 5a-ով, նախատեսված է մինչև 200 մ հեռավորությունները 1,5 մմ-ից ոչ ավելի սխալով չափելու համար: Դպրոցական մատիտատուփի չափս ունեցող սարքը կշռում է 310 գ և սնվում է 2 AA մարտկոցով: Նկար 8.26-ում A կետը ելային հենանիշ է հայտնի նիշով, B կետում ուղղաձիգ տեղադրված է լազերային ժապավեն, իսկ C կետում սեղմված է ուղղանկյուն եզրերով ցանկացած առարկա:



Նկ. 8.26. Նիվելիրով ու ժապավենով բարձրության փոխանցումը մոնտաժային հորիզոն

Լազերային ժապավենի ուղղահայացությունը կարող է ապահովել ցանկացած շինարարական հարթաչափ, իսկ ժապավենի եզրը, նրա հեռավորությունների հաշվման սկիզբը պետք է համապատասխանեցվեն կոնստրուկցիայի շտրիխին: Դժվար չէ տեսնել, որ մոնտաժային հորիզոնում շտրիխ գծի բարձրությունը հավասար կլինի հենանիշի H_{Rp} բարձրությանը՝ գումարած այդ հենանիշի վրա տեղադրված չափաձողի n հաշվեցույցն ու լազերային հեռաչափի S ցուցմունքը: Այս եղանակով բարձրության փոխանցման սխալը չի գերազանցի 3 մմ-ը:

Բարձրությունները դեպի մոնտաժային հորիզոն կարող են փոխանցվել եռանկյունաչափական նիվելիրացման միջոցով՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր (Նկ. 8.27): Նկարում շինարարական հենանիշը գրունտային նշանի տեսքով է, և դրա բարձրությունը նշանակված է H_{hi} :



Նկ. 8.27. Բարձրությունները դեպի մոնտաժային հորիզոն փոխանցման սխեմա

Հենանիշի վրա ուղղահայաց տեղադրվում է սանտիմետրային բաժանմունքով նիվելիրացման չափաձող: Հենանիշի ու կառուցվող օբյեկտի միջև տեղադրվում է էլեկտրոնային տախտմետրը: Ցանկացած մոնտաժային հորիզոնում տեղադրվում է անդրադարձիչով դիտարկման դրոշմ կամ սոսնձված թաղանթով անդրադարձիչ (կատաֆոտ): Անդրադարձչային թաղանթը կարող է նաև սոսնձվել ցանկացած տեսանելի, հարմար մակերևույթով կոնստրուկցիայի վրա: Այստեղ պետք է նշել, որ եթե ունենանք առանց արտացոլող հեռավորության չափման ռեժիմով էլեկտրոնային տախտմետր, ապա հնարավոր կլինե՞ր չափել ցանկացած տեսանելի կետի բարձրությունը ընտրված մոնտաժային հորիզոնում: Այնուամենայնիվ, քանի որ այս ռեժիմում հեռավորությունները չափվում են գրեթե երկու անգամ ավելի կոպիտ, քան անդրադարձիչով, վերազանցումներն ու բարձրությունները որոշ չափով ավելի կոպիտ կլինեն:

Չափման գործընթացը հետևյալն է դիտախոդովակը հորիզոնական դիրքում ուղղվում է նիվելիրային չափաձողին, վերցվում է հաշվեցույց (այս հաշվեցույցը նշանակենք a -ով), այնուհետև դիտախոդովակը ուղղվում է անդրադարձչի կենտրոնին (կամ կատաֆոտին)՝ մեջտեղի հորիզոնական ցանցաթելով, և միացվում է չափման ռեժիմը: Եթե չափումներով գտնում ենք h - վերազանցումը, ապա մոնտաժային հորիզոնում H_m անդրադարձչի (կամ կատաֆոտի) կենտրոնի բարձրությունը հաշվարկվում է պարզ գումարելիներով.

$$H_m = H_{Rp} + a + h: \quad (8.48)$$

Մոնտաժային հորիզոնում բարձրությունը, մնացած բարձրությունների տարածումն ու ամրացումը կարելի է հեշտությամբ կատարել փոխհատուցիչով պարզ նիվելիրով:

Նիվելիրը տեղադրվում է «հորիզոնում» անդրադարձչի կամ կատաֆոտի կենտրոնում: Նիվելիրը «հորիզոնին» դնելը նշանակում է, որ օգտագործելով եռոտանու ոտքերը՝ տեղափոխում ենք նիվելիրն այն բարձրության վրա, մինչև հորիզոնական ցանցաթելը հավասարվի անդրադարձչի կենտրոնին: Նիվելիրը հարթության է բերվում բարձրացուցիչ պտուտակներով: Միայն, որը կգտնվի մոնտաժային հորիզոնում գտնվող կետի բարձրությանը, կարելի է հաշվարկել՝ (8.48) բանաձևի հիման վրա հաշվելով h վերազանցման արժեքը:

Եթե h վերազանցումը հաշվարկելու համար չափվել են S թեք հեռավորությունը և V թեքության անկյունը, ապա դրանք որոշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$h = S \cdot \sin v, \quad (8.49)$$

իսկ հաշվարկված վերազանցման միջին քառակուսային սխալը հավասար կլինի՝

$$m_h^2 = \sin^2 v m_S^2 + S^2 \cos^2 v \frac{m_v^2}{\rho^2}, \quad (8.50)$$

որում m_S և m_v սխալներն են համապատասխանաբար թեք հեռավորությունն ու անկյունը չափելիս:

Հասկանալի է, որ մոնտաժային հորիզոնում հենանիշի բարձունքային դիրքից ստացված m_H սխալը կախված կլինի նաև գործիքի բարձրության ընդհանուր m_i սխալից, որը ներառում է հաշվեցույցի ընթերցման սխալը և գործիքի փոխհատուցիչի պտտման առանցքի թեքության անկյան սխալը: Բացի այդ, վերջնական արդյունքը պետք է հաշվի առնի մոնտաժային հորիզոնում կետի ամրացման սխալը:

Վերցնելով $S=50$ մ, $m_S=2$ մմ, $v=30^\circ$, $m_v=10''$, $m_i=1$ մմ, $m_\Phi=1$ մմ՝ ստանում ենք փնտրվող սխալը $m_H=2,8$ մմ: Այլ կերպ ասած՝ նկարագրված եղանակները լիովին փոխադարձ փոխարինելի են:

8.13. Կառույցների նախագծի վերլուծության նախապատրաստում

Կառույցների նախագծի վերլուծության նախապատրաստման տեխնոլոգիան կարելի է դիտարկել մի խումբ շենքերի համար նախագծի օրինակով (Նկ. 8.28):

Շենքի գտնվելու տեղը տեղանքում որոշվում է դրա հիմնական առանցքներով ու այդ առանցքների կապակցմամբ գեոդեզիական հիմքի գոյություն ունեցող նշաններին:

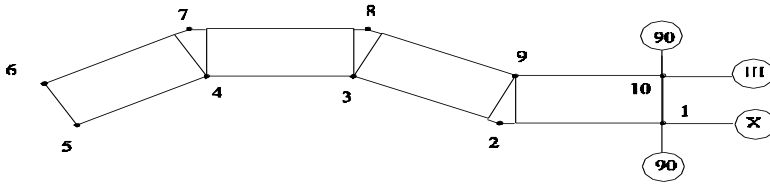
Պոլիգոնմետրիական որոշ նշաններ ծառայում են որպես պլանային գեոդեզիական հիմքի ելակետեր (այս ՈՅ 17 և ՈՅ 18 նշանները պատկերված չեն նկարում. դրանց կոորդինատները պետք է հայտնի լինեն):

Աշխատանքի նպատակն է հաշվարկել նշահարման տարրերը և տեղանքում նշահարել կառույցի մի քանի կետեր՝ օգտագործելով հայտնի եղանակները (բևեռային կոորդինատներ, ուղղանկյուն և գծային հատումներ):

Կառույցի նախագծի նախապատրաստման վերլուծության նախնական տվյալներն են.

1. կառույցի հիմնական առանցքների տեղակայման ու ամրացման սխեման,
2. շինհրապարակի նշահարման ցանցի կետերի կոորդինատները,
3. կառույցի անկյուններից մեկի կոորդինատները,
4. ելային ուղղության դիրեկցիոն անկյունը,

5. փոխանցվող կետի պլանային դիրքի միջին քառակուսային սխալը:



Նկ. 8.28. Կառույցների սխեմա

Կառույցի հիմնական առանցքների մանրամասն նշահարման սխեման կարելի է տալ առանձին: Նկար 8.28-ում ներկայացված է կառույցի ուրվագծային սխեման: Սխեմայում տրված են 1 կետի կոորդինատները, 90-90 առանցքի դիրեկցիոն անկյունն ու հայտնի ՈՅ 17 և ՈՅ 18 հիմնակետերի կոորդինատները, որոնք նշահարման ցանցի հիմնակետեր են և ամրացված են տեղանքում:

Առաջին փուլում անհրաժեշտ է հաշվարկել կառույցի բնորոշ կետերի նախագծային կոորդինատները. դրանք 1, 2...10 կետերն են: Կոորդինատները հաշվարկվում են՝ հաջորդաբար լուծելով ուղիղ գեոդեզիական խնդիր՝ 1-2, 2-3 և այլն, 10-1 կետերի միջև, որոնք կազմում են թեոդոլիտային փակ ընթացք: Ընթացքի կողմերի երկարությունները, նաև կողմերի միջև աջ հորիզոնական անկյունները վերցվում են կառույցի հիմնական առանցքների ու կապակցման սխեմայից: Որպես ելային տվյալներ են 1 հիմնակետի կոորդինատներն ու 10-1 ուղղության դիրեկցիոն անկյունը: Կառույցին բնորոշ կետերի կոորդինատների հաշվարկմանն առնչվող տվյալները տեղադրվում են թեոդոլիտային ընթացքի կոորդինատների հաշվարկման տեղեկագրում: Քանի որ հաշվարկներում օգտագործվում են նախագծային տվյալներ (հորիզոնական անկյուններ ու հորիզոնական հեռավորություններ), փակ ընթացքի կոորդինատային աճերի գումարը պետք է հավասար լինի զրոյի կլորացման սխալների սահմաններում, ինչը հաշվարկների ստուգումն է:

Երկրորդ փուլում անհրաժեշտ է հաշվարկել նշահարման տարրերը՝ կառույցի մի քանի կետեր տարածք տեղափոխելու համար:

Եթե կետը որոշվում է գծային հատման եղանակով, ապա նշահարման տարրերը երկու հատված են, որոնք ձևավորվում են ՈՅ 17 ու ՈՅ 18 ելակետերից ու տրված կետից:

Եթե կետը կառուցվում է ուղիղ անկյունային հատման եղանակի կիրառմամբ, ապա նշահարման տարրերը երկու հորիզոնական անկյուններ են ՈՅ 17 ու ՈՅ 18 հիմնակետերում, որոնք ձևավորվում են նշահարման բազիսով, և դեպի որոշվող կետի ուղղությունները:

Եթե կետը որոշվում է բևեռային կոորդինատների եղանակով, ապա որպես բևեռ ընտրվում է այն կետը, որն ամենամոտոն է պոլիգոմետրիական հիմնակետերից: Եղանակի նշահարման տարրերն են բևեռային անկյունն ու բևեռային հեռավորությունը:

Նշահարման եղանակներից որևէ մեկում նշահարման տարրերը հաշվարկվում են հակադարձ գեոդեզիական խնդիրների լուծմամբ՝ ըստ գեոդեզիական հիմքի հիմնակետերի ու նշահարվող կետի կոորդինատների:

Երրորդ փուլում պետք է հաշվարկվի տեղանք տեղափոխվող նշահարման տարրերի կառուցման ճշտությունը՝ ելնելով նշահարվող կետի պլանային դիրքի ՄՔՄ-ից:

Եթե կետը նշահարվում է գծային հատման եղանակով, ապա խնդիրը լուծելու համար կարելի է օգտագործել (8.30) բանաձևը, որում m_s սխալն անհայտ մեծությունն է: Իմանալով մնացած մեծությունները՝ m_s -ի նկատմամբ հավասարումը լուծվում է թվային արժեքները տեղադրելով, և գտնում ենք գծային մեծություններ կառուցելու ՄՔՄ-ն:

Եթե կետը դուրս է բերվում ուղիղ անկյունային հատումների եղանակով, ապա այս հաշվարկների համար կարող ենք օգտագործել (8.22) բանաձևը, որտեղ անհայտ մեծությունը կլինի m_β միջին քառակուսային սխալը հորիզոնական անկյունը կառուցելիս: (8.22) հավասարումը պետք է լուծվի m_β -ի համար և փոխարինելով հորիզոնական անկյունների հայտնի արժեքներն ու կետի դիրքի սխալը՝ կգտնենք m_β -ի արժեքը: Բնականաբար, խնդրի ավելի ճշգրիտ լուծման համար պետք է հաշվի առնել եղանակի հետ կապված ու տարրական այլ սխալներ (կենտրոնացման սխալներ, ամրացման սխալներ և այլն): Այնուամենայնիվ, այս փուլում կարող ենք սահմանափակվել ձեռք բերված արդյունքով՝ խնդիրը համարելով լուծված:

Եթե կետը կառուցված է բևեռային կոորդինատների եղանակով, ապա հաշվարկների համար պետք է օգտագործենք այս եղանակի ՄՔՄ-ն հետևյալ բանաձևով.

$$m_{\text{plun}}^2 = m_s^2 + S^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \quad (8.51)$$

որում հավասարման աջ կողմում կան m_s ու m_β երկու անհայտ:

Խնդիրը կարող ենք լուծել հետևյալ պայմանով. բևեռային կոորդինատների (β անկյունն ու S հեռավորությունը) կառուցման սխալների ազդեցությունը կետի դիրքի վրա պետք է լինի հավասար: Այլ կերպ ասած՝ կետ կառուցելու սխալի էլիպսը պետք է մոտ լինի շրջանագծին: Այսպիսով՝ պետք է վերցնել

$m_s^2 = S^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}$, կամ $m_{\text{բևեռ}}^2 = 2m_s^2$. Այստեղից կարող էք գտնել m_s -ը տրված

$m_{\text{բևեռ}}$ արժեքից: Նույն կերպ կարելի է գտնել m_β անկյան կառուցման սխալը:

Աշխատանքը ձևակերպվում է A4 թղթի վրա: Տրվում են նախնական տվյալները, առաջադրանքների լուծման հաջորդականությունն ու եղանակը: Աշխատանքի բացատրությանն ուղեկցում է, այսպես կոչված, նշահարման սխեման, որը կազմվում է միլիմետրային թղթի վրա կամայական մասշտաբով: Գծագրում ցույց են տրվում ելային գեոդեզիական նշաններն ու նշահարման կետերը, նշահարման տարրերը, որոնց միջոցով կետերը տեղափոխվում են տեղանք:

ԳԼՈՒԽ 9

ՄՈՆԻՏԻՆԳԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄ

9.1. Մոնիտինգային աշխատանքների գեոդեզիական պլանաբարձունքային հիմք

Շինարարական կոնստրուկցիաների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնիտինգային գեոդեզիական ապահովությունը ընկալվում է որպես կառույցների կոնստրուկցիաների հավաքման ու մոնիտինգային տարբեր փուլերի գեոդեզիական չափումների կատարման մի շարք հաջորդական գործընթաց:

Կոնստրուկցիաների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների նախագծային դիրքի տեղադրումը կամ մոնիտինգային իրականացվում է դրանց մոնիտինգային առանցքների նկատմամբ, որոնք նշվում են կառույցների վրա կամ դրանց գտնվելու տեղը նշված է աշխատանքային նախագծերում: Կոնստրուկցիաների պլանային, բարձունքային ու ուղղահայացության դիրքերի տեղադրումն իրականացվում է շենքի առանցքներից ու կապակցման հիմնակետերից:

Կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների մոնիտինգային ժամանակ գեոդեզիական ստուգման են ենթարկվում հետևյալ հիմնական կառուցվածքային տարրերն ու դրանց փոխադարձ դիրքերը.

- հիմքերի վերին մասերի, հիմքի ծածկերի, օղակների, անկերային պտուտակների և այլնի դիրքը,
- հիմնային ու կրող կառույցների ուղղահայացությունը (սյուներ, կայմեր, հենասյուներ),
- կրող մակերևույթների միջև փոխադարձ դիրքն ու առանցքային չափերը,
- կոնստրուկցիաների ու ուղղությունների ուղղահայացությունը կամ հորիզոնականությունը (անցումային հեծաններ, կոունկների ու վերելակների ռելսեր),
- տեխնիկական սարքերի ու սարքավորումների առանցքների երկրաչափական կապերն ապահովելու տեխնոլոգիական պահանջները (ուղիղություն, համակցվածություն, զուգահեռություն, ուղղահայացություն),
- կորագիծ ու ծավալային կառուցվածքների հատվածների ձևն ու չափերը (գազի տարաներ, նավթի պահեստարաններ, ռեակտորներ, կաթսաներ և այլն):

Մոնտաժային աշխատանքների ժամանակ նախատեսված գեոդեզիական չափումների ճշտության թույլատրելի շեղումները որոշվում են աշխատանքային գծագրերով, նորմատիվային ու տեխնիկական փաստաթղթերով, կանոնակարգերով և այլն: Գեոդեզիական ստուգողական չափումների գործընթացում ճշտության ՄՔՍ-ն, մոնտաժային աշխատանքների թույլատրելի շեղումները պետք է լինեն ոչ ավելի, քան $0,1 \div 0,2$ մմ:

Կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների մոնտաժային տարրերի ճշտության ընդհանուր պահանջներն են.

- անկերային սարքերի առանցքների ու երկաթբետոնե հեծանների, մետաղական ու երկաթբետոնե սյուների առանցքների, գերանների, ֆերմայի, խաչաձողերի, պատի պանելների ու բլոկների առանցքների տեղադրման պլանային դիրքի ստուգում: Այս աշխատանքները կատարվում են $1 \div 2$ մմ ՄՔՍ-ով,

- մետաղական ու երկաթբետոնե սյուների հենման մակերևույթների բարձունքային դիրքի ստուգումը, բլոկների հենարանային հարթակները, խաչաձողերի ֆերմաները, պատային պանելների ու բլոկների մակերևույթները նույնպես իրականացվում են $1 \div 2$ մմ-ից ոչ ավելի սխալներով,

- մետաղական ու մինչև 5 մ բարձրությամբ երկաթբետոնե սյուների առանցքների ուղղահայացության ստուգումներն իրականացվում են 2 մմ սխալով, 5-15 մ բարձրությանը՝ 3 մմ սխալով, պատի վահանակների ու բլոկների առանցքները՝ 1 մմ սխալով:

- Ամբարձիչների ու մեքենաների ուղեցույցների ոչ ուղիղությունը $1:5000 \div 1:10000$ կախված կոմպոզիտային ռելսի երկարությունից:

- Ռեզուկտորների ու շարժիչի լիսեռների անհամապատասխանությունը դրանց երկարության $1:10000$ է:

- Մոնտաժային սեղանների անհարթությունն ու անհորիզոնականությունը դրանց երկարության $1:10000$ է:

Հիմքերի վրա կառույցներ ու սարքավորումներ տեղադրելիս նախ ստուգվում է դրանց պլանային դիրքը, իսկ հետո՝ բարձրությունը: Ագրեզատների կոաքսիալ տեղադրումն իրականացվում է հորիզոնական ու ուղղահայաց տեղադրվող բարձրացուցիչների (домкратов) համակարգի միջոցով:

Փորձը ցույց է տալիս, որ սարքավորումների տեղադրման ժամանակ կատարված ճշգրտումը երկար չի տևում, ուստի շահագործման ընթացքում այն պետք է պարբերաբար կրկնվի: Ինչ վերաբերում է շինարարական կառույցներին, ապա դրանց երբեմնի ստուգված ու ապահովված տարածական դիրքը (ամրացված, եռակցված) չի կարող փոխվել՝ բացառությամբ ոչնչացման ու վերատեղադրման հնարավոր դեպքերի:

Կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների տարրերի դասավորության գեոդեզիական հիմքը տեխնոլոգիական առանցքներն են, որոնց կետերը որոշակի ձևով ամրացվում են կառույցների վրա: Տեխնոլոգիական առանցքները կարող են համընկնել ագրեգատների աշխատանքային առանցքներին կամ տեղակայվել դրանց զուգահեռ:

Կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների առանցքները դրանց կառուցման ու տեղադրման ժամանակ նախագծային դիրքը տեղադրելու, ինչպես նաև շահագործման ընթացքում կայունությունը ստուգելու համար կառուցվում է գեոդեզիական պլանաբարձունքային հիմք: Կառուցվածքային տարրերը նշահարելու համար օգտագործվում է կառույցի ներքին նշահարման ցանցը, սարքավորումների մոնտաժման համար կառուցվում է հատուկ արտադրամասի նշահարման ցանց:

Ցանցերի կառուցման ճշտությունը կախված է մոնտաժման տարրերի փոխադարձ դիրքի տեխնիկական պահանջներից: Մոնտաժային աշխատանքների գեոդեզիական ապահովման պրակտիկան մշակվել է մի շարք պահանջներ նշահարման ցանցերի գեոդեզիական կետերի ճշտության, խտության ու փոխադարձ դիրքի համար, որոնցից հիմնականներն են.

- ցանցի հարակից կետերի փոխադարձ դիրքի սխալները պետք է համապատասխանեն կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների զուգակցման ճշտությանը,

- կետերի խտությունը պետք է բավարար լինի նշահարման աշխատանքների արագ կատարման ու նշահարման ստուգողական չափումների համար՝ առանց լրացուցիչ միջանկյալ կառուցումների,

- ցանցի կետերի տեղակայումը պետք է ապահովի դրանց հուսալի պահպանվածությունն ու հասանելիությունը գեոդեզիական չափումների ժամանակ,

- ցանցի հարակից կետերի հարաբերական դիրքի սխալներն ինչպես պլանում, այնպես էլ բարձրությամբ պետք է լինեն 2÷3 անգամ պակաս, քան սարքավորման տարրերի հավաքման սխալը:

Սարքավորումների մոնտաժման ու շահագործման համար ստեղծված գեոդեզիական պլանային հիմքի կառուցումը կախված է օբյեկտի ձևից, տեսանելիության պայմաններից, գեոդեզիական սարքավորումների առկայությունից և այլն:

Գործնականում առավել լայնորեն կիրառվում են գծաանկյունային ու տրիլատերացիայի ցանցերը: Ցանցի տեսքն ու ձևը սովորաբար կախված են կառույցի կամ սարքավորումների ուրվագծերից և ներկայացնում են կանոնավոր երկրաչափական պատկերներ՝ եռանկյունների շղթա, քառակուսիներ

ու ուղղանկյուններ: Ցանցի կողմերը, որպես կանոն, գուգահեռ են սարքավորումների ու տեխնոլոգիական գծերի առանցքներին, և կետերը հակված են տեղադրել այնպես, որ դրանք ապահովեն կա՛մ հիմնական առանցքներին, կա՛մ մոտ լինեն սարքավորումների հիմնական ուրվագծերին ու ուղեցույցներին: Քանի որ գեոդեզիական նշահարման ցանցերի պատկերների գազաթներն ամրացված են արտադրամասերի հատակների բետոնե մակերևույթների վրա, դրանց երկարությունները նախագծվում են 10-20 մետր բազմապատիկներով՝ պողպատե ու ինվար ժապավեններով գծային չափումներ կատարելու հարմարության համար:

Մոտ մեկ տասնյակ տարի առաջ բազիսային գործիքների (լարերի) ու ինվար ժապավենների միջոցով կողմերի երկարությունները չափելը տրամաբանական ու արդարացված է, բայց ներկայումս այս մեթոդները կարող են որոշակի հնացած լինել, քանի որ գծերի երկարություններն ու անկյունները չափվում են հիմնականում էլեկտրոնային տախտմետրերով: Անկյունները չափվում են մի քանի վայրկյան, կողմերը՝ 1-2 մմ սխալներով:

Եռանկյունավորման ցանցերի ոչ կոշտության պատճառով դրանք, որպես կանոն, կառուցվում են գծային գեոդեզիական քառանկյուններով (ուղանկյուններ կամ քառակուսիներ), կենտրոնական համակարգերով կամ դրանց համակցությամբ՝ միանման սիմետրիկ պատկերների տեսքով: Նման ցանցերն ունեն նույն ճշտությունը կետերի փոխադարձ դիրքը որոշելիս, ինչը կարևոր է տեխնոլոգիական երկար գծերի վրա տեղադրման միատեսակ ճշտությունն ապահովելու համար: Դրանք նաև ձեռնտու են կազմակերպչական տեսանկյունից, քանի որ գծային չափումների համար օգտագործում են նույն գործիքները:

Գեոդեզիական ցանցերի մոնտաժային նախագծերը գնահատելիս որոշվում են կամ ցանցի հարակից կետերի (կողմերի) փոխադարձ դիրքի սխալը կամ ճշտված կողմերի հավասարությունը (անկյուններ, ազիմուտներ, կոորդինատներ): Ֆունկցիայի սխալը որոշվում է հայտնի բանաձևով՝

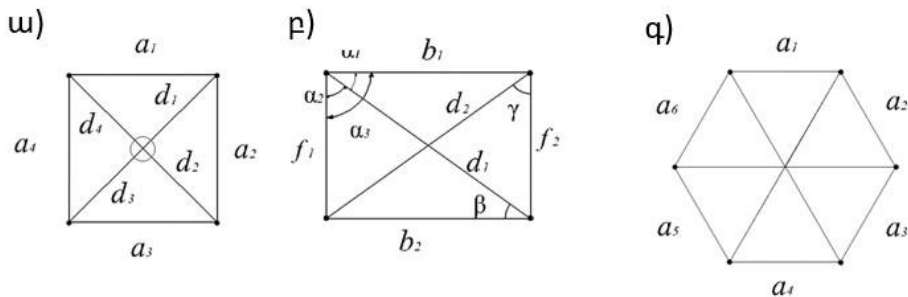
$$m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{p_F}}, \quad (9.1)$$

որում μ -ն $p = 1$ կշիռ ունեցող կողմի ՄՔՄ-ն է, $1/p_F$ -ը ֆունկցիայի հակադարձ կշիռն է:

Չափված կողմի կշիռը հակադարձ համեմատական է դրա չափման միջին քառակուսային սխալի արմատի քառակուսուն: Տիպիկ տրիլատերացիոն ցանցերի (կենտրոնական համակարգեր, եռանկյունների ու ուղղանկյունների շղթաներ) ճշտության և հավասարեցման բանաձևերը տրված են տարբեր աշխատություններում ու ձեռնարկներում [43, 50]:

Բարձրահարկ շենքերի կառուցման ժամանակ մոնտաժային յուրաքանչյուր հորիզոնում (յուրաքանչյուր հարկում) անհրաժեշտ է մի քանի անգամ կատարել կառույցի նույն տեսակի կոնստրուկցիաների տարրերի նշահարումը: Դրանք կրող կառույցներ են (սյուներ, հենասյուներ, պատեր), պարսպապատ կառույցներ, շենքի աստիճանավանդակներ ու այլ բացվածքներ, վերելակների հորաններ և այլն: Այդ ցանցը կառուցվում է սկզբնական նշահարման հորիզոնում (կառույցների ստորգետնյա հատվածի հատակին), որը կոչվում է կառույցի ներքին նշահարման ցանց և կրկնվում է հետագա բոլոր մոնտաժային հորիզոններում: Արդյունաբերական շենքերի համար նման ցանցը կառուցվում է տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժման նպատակով:

Քանի որ շենքերի լայնակի կտրվածքը փոքր է, ներքին նշահարման ցանցի կողմերը նույնպես մեծ չեն (մի քանի տասնյակ մետր), ինչը նշանակում է, որ նման ցանցերում բարձր ճշտության անկյունային չափումները բավականին դժվար են: Այս առումով բարձրահարկ շենքերի ներքին նշահարման ցանցերը կառուցվում են միկրոտրիլատերացիայի եղանակով: Տրիլատերացիայի ցանցի ձևը կրկնում է շենքի լայնակի կտրվածքի ձևը, և նախագծվում են ստանդարտ կանոնավոր երկրաչափական պատկերների տեսքով, ինչպիսիք են քառակուսիները (Նկ. 9.1, ա), ուղղանկյունները (Նկ. 9.1, ճ), կենտրոնական համակարգերը (Նկ. 9.1, Վ): Դրանք կոչվում են բազիսային պատկերներ:



Նկ. 9.1. Միկրոտրիլատերացիայի ցանցեր

Տրիլատերացիոն ցանցի հիմնական կամ հիմնական պատկերը եռանկյունն է՝ a , b , c չափված կողմերով (տե՛ս Նկ. 9.2):

Տրիլատերացիայի պատկերների կողերի երկարությունները չափվում են էլեկտրոնային տախտմետրերով ու լուսահեռաչափներով, իսկ շենքերի կառուցման ժամանակ նշահարման հիմնային ցանցի կողմերը չափվում են 30 կամ 50 մետր ստուգաչափված չափերիզներով, ինչը շատ հարմար է բետոնե մակերևույթին չափելու համար:

Տրիլատերադիայի եռանկյան α անկյունը (Նկ. 9.2) կարելի է հաշվարկել՝ օգտագործելով եռանկյունաչափական ֆունկցիաները կամ օգտագործելով բանաձևերը.

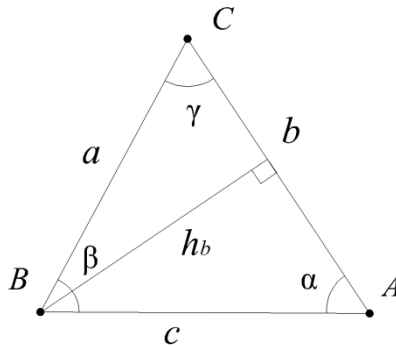
$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{bc}{p(p-a)}} - 1, \quad (9.2)$$

$$\cos \alpha = \frac{2p(p-a)}{bc} - 1, \quad (9.3)$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}. \quad (9.4)$$

Ընդլայնված գծային օբյեկտների համար տրիլատերադիայի ցանցերը ստեղծվում են եռանկյունների կամ քառանկյունների շղթայով:

Տրիլատերադիայի ցանցի նախագծի գնահատումը կարող է իրականացվել ինչպես համակարգչով, համապատասխան ծրագրով, այնպես էլ տիպային պատկերների ճշտությունը գնահատելու մոտավոր բանաձևերի միջոցով: Ամեն դեպքում անհրաժեշտություն կա նշելու ցանցի կողմի չափման բացարձակ սխալը: 4-րդ դասի ցանցերի համար կողմի չափման հարաբերական միջին քառակուսային սխալը պետք է լինի ոչ ավելի, քան 1:100000: Հետևաբար տարբեր կողմերի երկարությունների բացարձակ սխալը տարբեր կլինի: Դրա պատճառով անհրաժեշտ է նախօրոք որոշել պահանջվող էլեկտրոնային տախտմետրը կամ ստուգաչափված չափերիզը, որն ապահովում է այդ ճշտությունը նախագծվող գծերի նվազագույն երկարություններում:



Նկ. 9.2. Տրիլատերադիայի եռանկյուն

Բարձունքային գեոդեզիական հիմքն արդյունաբերական օբյեկտի կառուցումն ապահովելու, սարքավորումների մոնտաժումն ու շահագործման ընթացքում նստվածքներն ու ձևախախտումները չափելու նպատակով ստեղծվում է, որպես կանոն, երեք ուրվագծերից՝ հիմնային, կարկասային ու աշխատանքային: Առաջին ուրվագիծը հիմնված է խորքային հենանիշների

վրա, երկրորդը ներառում է գրունտային ու պատի հենանիշներ ու դրոշմանիշներ, իսկ երրորդը՝ աշխատանքային հենանիշներ (անկերային պտուտակներ, հեղեղաձողեր և այլն), որոնք առկա են օբյեկտի կամ դրա մոտակայքում գտնվող կառույցների կայուն պատերին:

Խորքային հենանիշները՝ առավելապես ցցայունների կամ բիմետալիկ, դրվում են հիմնաքարի, կայուն ապարների մեջ՝ ապահովելով բարձրության հուսալի ու երկարաժամկետ պահպանում: Խորքային հենանիշի ամենապարզ ձևավորումը տրված է «Կառուցվածքների ձևախախտումների գեոդեզիական դիտարկումներ» բաժնում [26]:

Կարկասային նիվելիրացման ցանցի հենանիշները տեղադրվում են գրունտային կամ պատային հենանիշներով: Գրունտային հենանիշը երկաթբետոնե հենարան է, որի վերին ծայրում ամրացված է գնդաձև գլխով մետաղական նշան, իսկ ստորին ծայրը գտնվում է հողի սառեցման խորությունից 0,5 մ ցածր: Գրունտային ու պատային հենանիշները տեղադրվում են կառուցվող օբյեկտի հնարավոր նստեցման գոտուց 60- 80 մ հեռավորության վրա:

Բարձունքային ցանցերի բարձր դասը որոշվում է կառույցների կոնստրուկցիաների բարձր ճշտության տեղադրման ու սարքավորումների ճշգրիտ մոնտաժման պահանջներով, որոնց համար կատարվում է I ու II դասերի ճշգրիտ ինժեներատեխնիկական նիվելիրացում, սովորական սարքավորումների համար III ու IV դասերի նիվելիրացումն է:

Ճշգրիտ ինժեներական նիվելիրացման հիմնական եղանակներն են՝ երկրաչափական նիվելիրացում, հիդրոստատիկ նիվելիրացում ու միկրոնիվելիրացում: Երկրաչափական նիվելիրացման ժամանակ 10-20 մետր հեռավորության վրա գտնվող երկու կետերի բարձրության տարբերությունը որոշելու սխալը կազմում է 0,03-0,05 մմ, իսկ 300-500 մ հեռավորության վրա՝ 0,1-0,2 մմ: Նման բարձր ճշտությունը ձեռք է բերվում ճշգրիտ օպտիկական ու թվային նիվելիրների օգտագործմամբ, որոնք համալրվում են ինվար չափաձողերով, միկրոմետրային մասշտաբների մանրակրկիտ ստանդարտացմամբ՝ պաշտպանելով նիվելիրները արևի ուղիղ ճառագայթներից և այլն:

Հիմնային ցանցը սովորաբար հիմք է աշխատանքային ցանցը հիմնային ցանցի ելակետերին կապակցելու համար:

9.2. Նշահարման ցանցի նախագծային ճշտության գնահատում առանց պայմանների

Ազատ եռանկյունավորման շարքի ցանցի նախագծման ճշտության մոտավոր նախնական գնահատման բանաձևերը տրվել են Գլուխ 2-ում:

Չափված կողմերով եռանկյունների շղթայի երկարաձգված շարքի թերություններից մեկը, ինչպես նշվել է, շղթայի վերջնակետերի լայնակի տեղաշարժի զգալի գերազանցումն է երկայնականի նկատմամբ: Տրիլատերաճիայի եռանկյուններից կախված ցանցերի թերությունը նույնպես դաշտային պայմաններում գծերի չափումների որակի ստուգման բացակայությունն է: Իրոք, եռանկյան հաշվարկված անկյունների գումարը միշտ հավասար կլինի 180° -ի կողմերի չափման ցանկացած սխալի դեպքում, նույնիսկ կոպիտ սխալներով: Այս առումով գործնականում եռանկյունների պատկերների փոխարեն կառուցվում է տրիլատերաճիայի քառանկյունների ցանց:

Յուրաքանչյուր տրիլատերաճիայի քառանկյան մեջ չափվում են երկու անկյունագծերն ու բոլոր չորս կողմերը (Նկ. 9.1, բ): Հասկանալի է, որ այդ չափումներից մեկն ավելորդ է և կարող է հաշվարկվել մյուս կողմերի չափումների արդյունքներով: Սա կարող է ծառայել դաշտային չափումների գծի երկարության որակի ստուգման համար: Բացի դրանից՝ տրիլատերաճիայի քառանկյունին ավելի կոշտ պատկեր է և մի շարք եռանկյունների բաղկացած ցանցի նկատմամբ ավելի բարձր ճշտություն ունի:

Գեոդեզիական ցանցերի ճշտության առաջնահերթ գնահատումը շենքերի կոնստրուկցիաների կամ տեխնոլոգիական սարքավորումների տեղադրման նպատակով գեոդեզիական նշահարման ցանցեր նախագծելիս, ինչպես նշվել է, կարող է իրականացվել պատրաստի բանաձևերի կամ ֆունկցիայի սխալի գնահատման միջոցով (9.1): Նախ գտնում են կետերի պլանային դիրքի հնարավոր սխալները, իսկ հետո բարձունքայինը:

Ցանցի ցանկացած տարրերի ՄՔՄ-ները որոշված կետերի աբսցիսն ու օրդինատը, կողմերի երկարություններն ու դիրեկցիոն անկյունները ցանկացած զույգ կետերի միջև ամեն դեպքում հաշվարկվում են (9.1) բանաձևով, որը կիրառվում է ինչպես ցանցի կառուցման ճշտության նախնական հաշվարկի, այնպես էլ դրա հավասարեցման փուլում: Ճշտության գնահատման փուլում ՄՔՄ արժեքի կշռի միավորները որոշվում են նախապես ընտրված գործիքների ու չափման տեխնոլոգիայի հիման վրա: Հավասարեցման փուլում μ -ն հաշվարկվում է հայտնի բանաձևի միջոցով՝ չափված արժեքների ուղղումների p կշիռով ու ցանցում ավելորդ չափումների r քանակով:

Էլեկտրոնային տախտմետրերի լայնածավալ ներդրմամբ ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում, շինհրապարակը շրջապատող օբյեկտներին կայցված դրոշմ անդրադարձիչների նշահարման տարածական հավասարեցման ցանցերը դառնում են ավելի տարածված: Արտադրամասում այդ օբյեկտները կրող կոնստրուկցիաներ կամ պարսպող կառույցներ են, իսկ շենքի մոնտաժային հորիզոնում՝ շրջակա բարձր շինություններ: Նման ցանցի կետերի կոորդինատները որոշվում են հիմնային կետերից բևեռային եղանակներով՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր: Այս ցանցն օգտագործվում է նաև հակադարձ հատումների եղանակով՝ էլեկտրոնային տախտմետրով ստեղծելով տարածական ցանցի կետեր հետագա նշահարման աշխատանքների կատարման համար:

Որոշվող կետի կոորդինատները բևեռային եղանակով որոշելու համար լուծում են գեոդեզիական ուղիղ խնդիրը՝

$$\Delta x = s \cos \alpha; \quad \Delta y = s \sin \alpha, \quad (9.5)$$

որում α -ն ուղղության դիրեկցիոն անկյունն է, s -ը՝ կողմի երկարությունը:

Դիֆերենցելով (9.5) ու անցնելով միջին քառակուսային սխալներին՝ ստանում ենք.

$$\begin{aligned} m_{\Delta x}^2 &= \cos^2 \alpha m_s^2 + s^2 \sin^2 \alpha \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}; \\ m_{\Delta y}^2 &= \sin^2 \alpha m_s^2 + s^2 \cos^2 \alpha \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}, \end{aligned} \quad (9.6)$$

իսկ կետի դիրքի ՄՔՍ գումարային արժեքը կլինի՝

$$M^2 = m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 = m_s^2 + s^2 \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}: \quad (9.7)$$

Կետերի սխալի էլիպսները շրջանակին մոտ լինելու համար անհրաժեշտ է ցանցում հորիզոնական ուղղությունների (ազիմուտների) ու կողմերի երկարությունների չափման ճշտության որոշակի համակարգում, մասնավորապես.

$$\frac{m_s}{s} = \frac{m_A}{\rho}: \quad (9.8)$$

Այնուհետև կորոշվի կետի դիրքի ընդհանուր սխալը՝

$$M = m_s \sqrt{2}: \quad (9.9)$$

Քանի որ գծի չափման սխալները կախված են դրա երկարությունից, (9.9) բանաձևը ճիշտ է որոշակի գծի համար, ասենք՝ s_0 երկարության: Այլ գծերի չափման սխալները կարելի է գտնել, եթե հայտնի են դրանց երկարություն-

ներն ու s_0 -ի հարաբերակցությունը, այսինքն՝ $k = \frac{s}{s_0}$: Այդ դեպքում (9.9) արտահայտությունը կգրվի այսպես՝

$$M = m_{s_0} \sqrt{2k} : \quad (9.10)$$

Դիտարկվող պայմանների համար ՄՔՄ միավոր կշիռ կարելի է համարել $\mu = m_{s_0} \sqrt{2}$, այսինքն՝ 100 մ երկարության գծի համար կետի կշիռը, որի դիրքի ՄՔՄ-ն հավասար է M -ի, կլինի.

$$p = \frac{\mu^2}{M^2} = \frac{1}{k} : \quad (9.11)$$

Ճշտությունը գնահատելիս ու տրիլատերացիան հավասարեցնելիս ավելի հեշտ է հաշվի առնել այն արժեքները, որոնք հակադարձ համեմատական են դրանց երկարություններին որպես կողմերի կշիռներ:

Եթե որոշակի C կետը որոշվում է $p_1, p_2, \dots, p_n$ կշիռներով մի շարք այլ կետերի համեմատ, ապա դրա դիրքի կշիռը կգտնենք հետևյալ բանաձևով.

$$p_c = \sum_{i=1}^n p_i. \quad (9.12)$$

Նման կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կգտնենք նախկինում տրված (9.1) հարաբերությունից՝

$$M_c = \frac{\mu}{\sqrt{p_c}} : \quad (9.13)$$

Եթե տրված է M_c -ի արժեքը, ապա կարող ենք լուծել հակադարձ խնդիրը, գտնել μ ու հաշվարկել հեռավորության (անկյան) չափման ՄՔՄ-ն ու ընտրել գործիքներ: Կետերի դիրքի կշիռները կարելի է գտնել տարբեր ձևերով, մասնավորապես գծաանկյունային սխեմաների համար դրանք կարող են հաշվարկվել հաջորդական մոտարկումների կամ էկվիվալենտ փոփոխականներով: Նշված կարգը կիրառելի է նաև գեոդեզիական այլ կառուցվածքների ճշտությունը հաշվարկելու համար: Քանի որ սխեմաների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժման համար հաճախ ընդունվում են գծաանկյունային ու տրիլատերացիայի ցանցեր: Դիտարկենք սովորական տրիլատերացիայի ցանց եռանկյունների տեսքով (Նկ. 9.2), որի անկյունները որոշվում են չափված կողմերով:

$$\text{Եռանկյունից գտնում ենք } \cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \text{ կամ } \cos \gamma = \frac{a}{2b} + \frac{b}{2a} - \frac{c^2}{2ab} :$$

Դիֆերենցելով ստանում ենք՝

$$d\gamma = \frac{c\rho}{ab \sin \gamma} \left(dc - \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} db - \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} da \right). \quad (9.14)$$

Հաշվի առնելով, որ h_b եռանկյան բարձրությունը կազմում է՝

$$h_b = a \sin \gamma, \quad (9.15)$$

(9.14)-ից ստանում ենք՝

$$d\gamma = \frac{c\rho}{bh_b} (dc - db \cos \alpha - da \cos \beta): \quad (9.16)$$

Քանի որ եռանկյան մակերեսը $S = bh_b/2$, ապա (9.16)-ից կստանանք՝

$$d\gamma = \frac{c\rho}{2S} (dc - db \cos \alpha - da \cos \beta): \quad (9.17)$$

Եթե $a = b = c = l$; $\cos \alpha = \cos \beta = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$, $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$, ապա $s = 0,43l^2$: Տեղադրելով այս արժեքները (9.17)-ում՝ ստանում ենք $d\gamma = \frac{\rho}{0,87l} (dc - 0,5db - 0,5da)$, անցնելով ՄՔՍ-ներին՝ կունենանք.

$$m_\gamma^2 = \frac{\rho^2}{0,75l^2} (m_c^2 + 0,25m_b^2 + 0,25m_a^2): \quad (9.18)$$

Եթե եռանկյան կողմերը հավասար են, հետևաբար այդ կողմերի չափման սխալները $m_a = m_b = m_c = m_l$ նույնպես պետք է հավասար լինեն, այդ դեպքում՝

$$m_\gamma = \rho \frac{m_l}{l} \sqrt{2}: \quad (9.19)$$

Եթե եռանկյան կողմերը չափվում են 1/50000 սխալով, ինչը միանգամայն իրատեսական է հատակների բետոնե մակերևույթի վրա, ապա հավասարակողմ եռանկյան անկյունները հաշվարկելիս սխալը կլինի $m_\gamma = 5,6$ ":

Այս պատկերն արտացոլում է հավասարակողմ եռանկյան հատկությունները, բայց հենց որ կողմերի երկարությունների միջև հարաբերությունները սկսեն փոխվել, հաշվարկված անկյուններն անհավասար կլինեն: Կամայական ձևի եռակողմ եռանկյունների հաշվարկված անկյուններում սխալների կուտակման օրինաչափություններն ուսումնասիրելու համար դիտարկենք ուղղանկյուն եռանկյուն՝ $\gamma = 30^\circ$, $\alpha = 90^\circ$ ու $\beta = 60^\circ$ անկյուններով (Նկ. 9.3):

Այս եռանկյունում $a = 2c$; $b = 1,73c$; $b = 0,87a$, $\cos \alpha = 0$; $\cos \beta = 0,5$; $\cos \gamma = 0,87$, $s = 0,87c^2 = 0,29b^2 = 0,22a^2$:

Տրված արժեքները տեղադրելով (9.17) բանաձևում՝ կստանանք՝

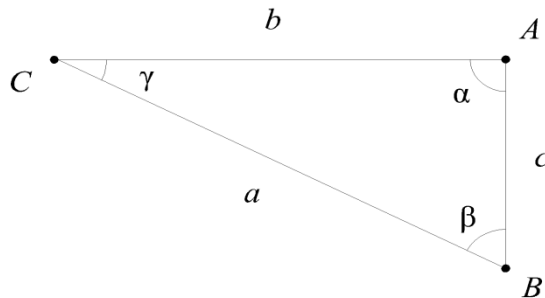
$$d\gamma = \frac{cp}{2 \cdot 0,87c^2} (dc - 0,5da): \quad (9.20)$$

Անցնելով միջին քառակուսային սխալներին ու հաշվի առնելով, որ գծերի չափման սխալները կախված են դրանց երկարությունից՝ $m_a = 2m_c$ կունենանք.

$$m_\gamma^2 = \frac{2,0\rho^2}{1,75^2 c^2} m_c^2 = 0,65\rho^2 \frac{m_c^2}{c^2},$$

կամ՝

$$m_\gamma = 0,81\rho \frac{m_c}{c} :$$



Նկ. 9.3. Տրիլատերադիայի ուղղանկյուն եռանկյուն

Վերցնելով նախորդ անգամ դիտարկված 1/50000 կողմերը չափելու հարաբերական սխալը՝ ստանում ենք $m_\gamma = 3,3''$: Հետևելով վերը նշված տրամաբանությանն ու հաշվարկների հերթականությանը՝ կարող եք գտնել A գագաթում ճիշտ անկյունն ու B գագաթի անկյունը հաշվարկելու սխալը: Այս սխալները համապատասխանաբար հավասար կլինեն $m_\alpha = 11,6''$ և $m_\beta = 9,6''$: Այս դրույթների մանրամասն ածանցումը կարելի է գտնել [57]-ում:

Այսպիսով՝ կարող ենք եզրակացնել, որ որքան ավելի սուր է տրիլատերադիայի ուղղանկյուն եռանկյան անկյունը, այնքան ավելի ճշգրտորեն կարող է որոշվել այն:

Եթե ելակետի կոորդինատները, դիցուք A կետի $AB = c$ հեռավորությունը, AB ուղղության անկյունը հայտնի են, ապա B կետի դիրքի ՄՔՄ-ն կորոշվի (9.7)-ից:

$$m_B^2 = m_c^2 + c^2 \frac{m_A^2}{\rho^2} : \quad (9.21)$$

Հավասարակողմ եռանկյան դեպքում, եթե AB կողմի ուղղության անկյունը որոշվում է հորիզոնական անկյուններով, ապա ուղղության սխալը կարե-

լի է հավասարեցնել $m_A = 5,6''$: Վերցնենք $c=50$ մ չափման հարաբերական սխալը նախկինի պես՝ 1:50000, այդ դեպքում B կետի դիրքի սխալը հավասար կլինի $m_B = 1,7$ մմ:

Բարդ ցանցերի համար, ինչպես նշվեց, անհրաժեշտ է անցնել կետերի կշիռների հաշվարկին՝ կշիռների միջոցով հաշվարկելով դրանց դիրքի սխալները: Կոդմի կշիռը հաշվարկվում է որպես դրա երկարությանը հակադարձ համեմատական արժեք:

9.3. Նշահարման աշխատանքների գործընթացների օպտիմիլացում

Նշահարման աշխատանքների պարամետրերի օպտիմալացումը նշանակում է դրանց իրականացման համար ընտրել լավագույն, առավել շահավետ պայմաններ, սխեմաներ կամ տեխնոլոգիաներ: Այսպիսով, օրինակ, նշահարման աշխատանքների տեխնոլոգիայի օպտիմալացման մասին խոսելիս նկատի ունեն դրանց իրականացումը նվազագույն աշխատուժի ծախսերով՝ օգտագործելով գեոդեզիական գործիքների առկա բազան: Հանութային նշահարման ցանցի օպտիմալացումը նշանակում է ստեղծել այնպիսի ցանց, որ այն ունենա նվազագույն թվով հիմնակետեր այնպիսի փոխադարձ դիրքերով, որն ապահովում է ցանցերի ստեղծման անհրաժեշտ ու բավարար ճշտություն: Այնուամենայնիվ, հաճախ օպտիմալացման խնդիրն առաջանում է արդյունաբերական օբյեկտների կոնստրուկցիաների որոշակի ձևեր կառուցելիս, ինչպիսիք են, օրինակ, տվյալ կորի երկայնքով ուղիղության, հարթության, ուռուցիկության (գոգավորություն) և այլ խնդիրներ: Սա կարող է լինել տվյալ առանցքի երկայնքով (ծածկագծություն) տեխնոլոգիական սարքավորումների ու հավաքովի խոշոր վահանակների տարրերից կառուցվածքների կառուցման ժամանակ (հարթություն) կամ ռադիոաստղագիտական աստղադիտակների համար ալեհավաքի տարրերի մոնտաժում (գոգավորություն): Նման դեպքերում օպտիմալացման խնդիրը լուծվում է մի քանի փուլով. առաջին փուլում նախապես տեղադրվում են կառույցի կոնստրուկցիաների տարրերը: Այնուհետև կատարողական հանությունների արդյունքների հիման վրա որոշվում են կառույցի կետերի շեղումները նախագծից (ուղիղ գծից, հարթությունից կամ տվյալ կորությունից): Ավարտական փուլում կոնստրուկցիաների տարրերը ճշտվում կամ ուղղվում են հնարավոր նվազագույն շարժումներով՝ օպտիմալ կերպով հասնելով օբյեկտի նախագծին: Դիտարկենք որոշ պարզ օրինակներ, որոնք արտացոլում են օպտիմիզացման սկզբունքները [34, 57]:

Նշահարման հիմնային ցանցի սխեմայի օպտիմիզացում: Օպտիմալացման նպատակը պլանային ցանցի նախագծման ժամանակ կարող է լինել չափված տարրերի նվազագույն քանակի, ինչպես նաև ցանցում ելակետերի հայտնաբերումը դրանց գտնվելու տեղերը նշահարվող կոնստրուկցիաների նկատմամբ, ցանցի օպտիմալ պատկերը նշահարման հիմնակետերի քանակի ընտրման համար և այլն: Նման խնդիրներ լուծելիս օպտիմալացման հիմնական պայմանը, այսպես կոչված, օբյեկտիվ այնպիսի ֆունկցիաների էքստրեմումի որոնումն է, որոնք կազմվում են առաջադրանքի պայմանների հիման վրա: Նման ֆունկցիաները կարող են լինել.

$$W = \sum_{i=1}^n v_i^2 = \min, \quad (9.22)$$

$$W = \sum_{i=1}^n v_i = \min, \quad (9.23)$$

$$W = \sum_{i=1}^n |v_i| = \min, \quad (9.24)$$

որում v_i -ն կետի կոորդինատների շեղումն է փաստացի նախագծային կոորդինատներից, n -ը կետերի քանակն է:

Կախված W նպատակային ֆունկցիայի տեսակից՝ նույն խնդրի օպտիմալացման արդյունքը կարող է տարբեր լինել: Դիտարկենք նշահարման սխեմայով տրված կետի դիրքի օպտիմալացման օրինակով՝ օգտագործելով անկյունային ուղիղ հատման եղանակը:

1. Որպես նվազագույնի հասցված ՄՔՍ ֆունկցիա ընդունենք անկյունային ուղիղ հատումներով կառուցված կետերը, որը որոշվում է 9.22 բանաձևով.

$$m_{\text{հաւ.}}^2 \left(\frac{m_\beta}{p} \right)^2 b^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma};$$

Հաշվի առնելով, որ $S_2 = b \frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma}$, և $S_1 = b \frac{\sin \beta_2}{\sin \gamma}$, ստանում ենք՝

$$M^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{S_1^2 + S_2^2}{\sin^2 \gamma}; \quad (9.25)$$

Հաշվարկները պարզեցնելու համար ընդունենք $S_1 = S_2 = S$: Այդ դեպքում՝

$$M = \frac{m_\beta \cdot S \cdot \sqrt{2}}{\rho \cdot \sin \gamma} = \min: \quad (9.26)$$

Եթե հատումներից ստացված եռանկյան $S_1 = S_2 = S$, ուրեմն եռանկյունը հավասարասրուն է, մենք կարող ենք գրել՝ $S = \frac{b}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}$, որը կորոշի (9.26) ֆունկցիայի ձևը

$$M = \frac{b \cdot m_{\beta}}{\sqrt{2} \cdot \rho \cdot \sin \gamma \cdot \sin \frac{\gamma}{2}} = \min : \quad (9.27)$$

Ակնհայտ է, որ (9.27) ֆունկցիայի նվազագույն արժեքը կլինի, երբ.

$$u = \sin \gamma \sin \frac{\gamma}{2} = \max : \quad (9.28)$$

Իմաստ ունի վերափոխելու այս արտահայտությունը ու այն բերելու հետևյալ տեսքի՝

$$u = 2 \sin^2 \frac{\gamma}{2} \cos \frac{\gamma}{2} = 2 \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \cos^3 \frac{\gamma}{2} \right) = \max , \quad (9.29)$$

կամ նշելով $\cos \frac{\gamma}{2} = t$ ՝ կունենանք՝

$$u = 2(t - t^3) = \max : \quad (9.30)$$

Այս ֆունկցիայի առավելագույն արժեքը կստանանք՝ դրա ածանցյալը հավասարեցնելով զրոյի $\frac{\partial u}{\partial t} = 2(1 - 3t^2) = 0$, որից գտնում ենք $t = \cos \frac{\gamma}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

և $\gamma = 108^\circ 28'$ անկյունը:

2. $S_1 = S_2 = S$ պայմանով (9.26) բանաձևով որպես ընտրված նպատակային ֆունկցիա կարող ենք գտնել հատումների հարաբերական սխալը՝

$$\frac{m_s}{S} = \frac{m_{\beta} \sqrt{2}}{\rho \cdot \sin \gamma} = \min : \quad (9.31)$$

Ակնհայտորեն նկատելի է՝ (9.31) ֆունկցիայի նվազագույնը կլինի $\sin \gamma$ առավելագույն արժեքների դեպքում, այսինքն՝ $\sin \gamma = 1$: Հետևաբար տվյալ պայմանների համար նախատեսված օպտիմալ անկյունը կլինի $\gamma = 90^\circ$:

3. Որպես նպատակային ֆունկցիա կարող ենք ընտրել նշահարվող կետի սխալի էլիպսի շրջանակը հայտնի բանաձևով ($S_1 = S_2 = S$ համար), որն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$P_t = \frac{m^2 \cdot S^2}{\rho^2 \cdot \sin \gamma} = \min : \quad (9.32)$$

Վերը նշվածից կարող ենք հետևություն անել, որ նշահարվող կետի օպտիմալացման անկյունը կարող ենք ստանալ $\gamma = 120^\circ$ անկյան դեպքում: Այս դրույթների ածանցման մանրամասները կարելի է գտնել [34, 57]-ում:

Այսպիսով՝ նկատելի է, որ օպտիմիզացման արդյունքները կարող են լինել տարբեր՝ կախված տրված պայմաններից ու նպատակային ֆունկցիայի տեսակից:

Նշահարման տարրերի կառուցման ճշտության օպտիմալացում: Նշահարման ցանցի սխեմայի օպտիմալացման խնդիրներ լուծելիս տվյալ ֆունկցիայի սխալը օպտիմիզացվում է ըստ մեկ պարամետրի՝ γ անկյան: Եթե անհրաժեշտություն կա օպտիմիզացնելու ֆունկցիայի սխալը մի քանի արգումենտների համար, ապա խնդիրը որոշ չափով ավելի բարդ է դառնում: Օպտիմալացման նպատակով ամենապարզ ֆունկցիան գծային ֆունկցիան է՝

$$m_F^2 = f_1^2 m_{x_1}^2 + f_2^2 m_{x_2}^2 + \dots + f_n^2 m_{x_n}^2 : \quad (9.33)$$

Նման գործառույթների օպտիմալացման խնդիրը հանգում է m_{x_i} -ի արժեքների որոշմանը, որի դեպքում m_F ֆունկցիան կլինի նվազագույն f_i -ի կայուն արժեքների համար: Մաթեմատիկորեն առաջադրված խնդիրը գրենք հետևյալ կերպ.

$$\min m_F^2 = \min \frac{1}{P_F} = \left(\sum_{i=1}^n |f_i| \right)^2 = \eta^2 : \quad (9.34)$$

Այս բանաձևից հետևում է, որ

$$m_{x_i}^2 = \frac{1}{P_{x_i}} = \frac{\eta}{|f_i|} : \quad (9.35)$$

Երկու A ու B կետերից բևեռային հատումների եղանակի համար դիտարկենք նշահարման տարրերի հակադարձ կշիռների օպտիմալ արժեքները գտնելու խնդիրը (Նկ. 9.4): Նախագծային առանցքի երկարությունը հավասար է L -ի, ելային տվյալների սխալները աննշան են և կարող են անտեսվել: Հետևաբար օպտիմալացման խնդիրը կձևակերպվի հետևյալ կերպ. ի՞նչ ճշտությամբ պետք է կառուցվեն S_i ու β_i հավասարեցման տարրերը, որպեսզի շենքի առանցքի նախագծային L չափը որոշվի նվազագույն սխալով: Այս խնդիրը լուծվում է հետևյալ կերպ [57]:

1) Կազմվում է նախագծային L չափի ու նշահարման տարրերի վերլուծական կապի ֆունկցիա՝

$$L = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2}, \quad (9.36)$$

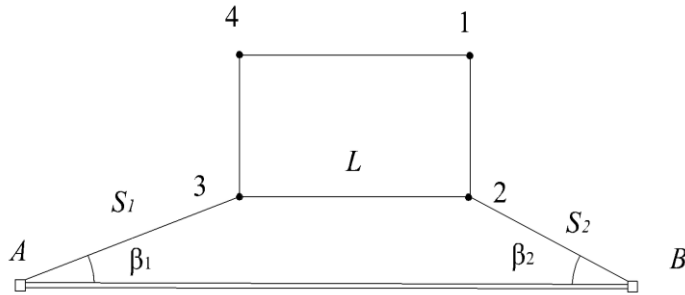
կամ մի փոքր ընդլայնված տեսքով՝ վերցնելով L առանցքը X առանցքին զուգահեռ.

$$L = \sqrt{(S_1 \cos(\alpha_0 - \beta_1) - S_2 \cos(\alpha_0 + \beta_2))^2 + (S_1 \sin(\alpha_0 - \beta_1) - S_2 \sin(\alpha_0 + \beta_2))^2} : \quad (9.37)$$

Դիֆերենցելով (9.37) S ու β փոփոխականների նկատմամբ՝ որոշ փոխակերպումներից հետո ստանում ենք.

$$\delta L = \cos(\alpha_0 - \beta_1) \delta S_1 + \frac{S_1}{\rho} \sin(\alpha_0 - \beta_1) \delta \beta_1 + \cos(\alpha_0 + \beta_2) \delta S_2 - \frac{S_2}{\rho} \cos(\alpha_0 + \beta_2) \delta \beta_2, \quad (9.38)$$

որում α_0 -ն ելակողմի դիրեկցիոն անկյունն է:



Նկ. 9.4. Կառույցի առանցքների տեղափոխումը բևեռային հատումներով

Մտցնելով $(\alpha_0 - \beta_1) = \alpha_1$; $(\alpha_0 + \beta_2) = \alpha_2$ նշանակումներն ու անցնելով միջին քառակուսային սխալներին՝ ստանում ենք՝

$$m_L^2 = \cos^2 \alpha_1 m_{S_1}^2 + \frac{S_1^2}{\rho^2} \sin^2 \alpha_1 m_{\beta_1}^2 + \cos^2 \alpha_2 m_{S_2}^2 + \frac{S_2^2}{\rho^2} \cos^2 \alpha_2 m_{\beta_2}^2 : (9.39)$$

2) Արգումենտներին տանք որոշակի արժեքներ (օրինակը փոխառված է [57]-ից) .

$$\alpha_0 = 3^\circ 49' 28''; S_1 = 226,309 \text{ մ}; \beta_1 = 48^\circ 53' 13''; S_2 = 187,532 \text{ մ}; \beta_2 = 66^\circ 17' 29'' :$$

Հաշվենք (9.39) հավասարման գործակիցները.

$$m_L^2 = 0,706^2 m_{S_1}^2 + 0,777^2 m_{\beta_1}^2 + 0,340^2 m_{S_2}^2 + 0,855^2 m_{\beta_2}^2 : (9.40)$$

3) Հաշվարկենք $\sum |f| = 2,578$; $\eta^2 = (\sum |f|)^2 = 6,646$ և օգտագործենք (9.35) բանաձևը՝ հակադարձ կշիռների արժեքները գտնելու համար.

$$\frac{1}{P_{S_1}} = \frac{2,578}{0,706} = 3,65; \quad \frac{1}{P_{\beta_1}} = 3,32; \quad \frac{1}{P_{S_2}} = 7,58; \quad \frac{1}{P_{\beta_2}} = 3,02:$$

4) Հաշվարկենք նշահարման տարրերի կառուցման ճշտությունը $m_L = 10$ մմ ֆունկցիայի տրված սխալի հիման վրա.

$$\mu = \frac{m_L}{\sqrt{\frac{1}{P_L}}} = \frac{10}{2,578} = 3,9 \text{ մմ}, \quad m_{S_1} = \mu \sqrt{\frac{1}{P_{S_1}}} = 3,9 \sqrt{3,65} = 7,5 \text{ մմ},$$

$$m_{S_2} = 10,7 \text{ մմ} \quad m_{\beta_1} = 3,9 \sqrt{3,32} = 7,1'', \quad m_{\beta_2} = 6,8'':$$

Հաշվարկներից հետևում է, որ հավասարեցման տարրերը պետք է կառուցվեն տարբեր աստիճանի ճշտությամբ: Գործնականում դա լիովին հարմար չէ: Բերված օրինակում ավելի հեշտ է կառուցել գծերի երկարությունները 8 մմ-ից ոչ ավելի սխալով, իսկ բևեռային անկյունները՝ 7'' սխալով:

9.4. Բազիսային ցանցի հավասարեցում

Քաղաքացիական շենքերի կամ արդյունաբերական արտադրամասերի ներքին հատակագծային ցանցերը, որոնք իրենց ձևով կրկնում են կառույցների հորիզոնական կտրվածքը, գեոդեզիական առումով պարզ երկրաչափական պատկերներ են, ինչպիսիք են ուղղանկյունները, քառակուսիները, եռանկյունների շղթաներն ու կենտրոնական համակարգերը: Բացառություն են կազմում ճշգրիտ կառույցների նշահարման ցանցերը՝ լիցքավորված մասնիկների արագացուցիչներ, ռադիոաստղադիտակներ և եզակի այլ օբյեկտներ:

Եթե կառույցը կազմված է մի քանի սեկցիաներից, որոնք միացված են ջերմաստիճանի (ընդլայնման) միացումներով, ապա յուրաքանչյուր հատված ունի իր նշահարման ցանցը: Այնուամենայնիվ, եթե սեկցիաներում տեղադրված արդյունաբերական սարքավորումները տեխնոլոգիապես փոխկապակցված են, ապա այդպիսի օբյեկտի նշահարման ցանցերը պետք է լինեն մեկ ամբողջություն:

Նշահարման ցանցերի հավասարեցումը կարող է իրականացվել տարբեր եղանակներով՝ ներառված գեոդեզիական չափումների մշակման ժամանակակից համակարգչային ծրագրերում: Բայց ճշգրիտ եղանակների կիրառումը միշտ չէ, որ արդյունավետ է, ինչն օգնում է բարձրացնել ցանցի կետերի կոորդինատների ճշտությունը: Երբեմն բավական է իրականացնել հավասարեցման հաշվարկների մոտավոր մեթոդներից մեկը, բայց այն, որը կպահանջի ավելի քիչ աշխատանք՝ հանգեցնելով չափումների արդյունքների նվազագույն հնարավոր շեղումներ:

Եթե, օրինակ, ներդրված է գծաանկյունային նշահարման ցանց, ապա այն ավելի հեշտ է հավասարեցնել առանձին՝ նախ հավասարեցնելով չափված հորիզոնական ուղղությունները կամ անկյունները յուրաքանչյուր կայանում, ապա հաշվարկել դիրեկցիոն անկյունները՝ օգտագործելով հաջորդական մոտարկումների եղանակը: Օգտագործելով ուղղված դիրեկցիոն անկյուններն ու կողմերի չափված երկարությունները, հաշվարկվում են կոորդինատային աճերը, և հաջորդական մոտարկումների եղանակով կատարվում է աբսցիսների ու օրդինատների առանձին ուղղում և ցանցի կետերի կոորդինատների վերջնական արժեքների հաշվում:

Հաջորդական մոտարկումների եղանակը հիմնված է ընդհանուր միջին թվաբանականի միջինի սկզբունքի հիման վրա: Եթե ցանցի բոլոր կետերում անկյունների չափման արդյունքները համարվում են հավասարապես ճշգրիտ, ապա դիրեկցիոն անկյան որոշման ՄՔՄ-ն կլինի՝

$$m_{\alpha_n} = m_\beta \sqrt{n}, \quad (9.41)$$

որում m_β -ն անկյան չափման ՄՔՄ-ն է, n -ը՝ փոխանցվող անկյունների թիվը:

Եթե ՄՔՄ $\mu = m_\beta$ կշռի միավորն է, ապա դիրեկցիոն անկյան կշիռը m_{α_n} -ը կլինի՝

$$p_{\alpha_n} = \frac{\mu^2}{m_{\alpha_n}^2} = \frac{1}{n}: \quad (9.42)$$

Որևէ կողմի դիրեկցիոն անկյունը կարելի է գտնել տարբեր ընթացքներից, ուստի դրա կշռի վերջնական արդյունքը կլինի ընթացքների կշիռների գումարը:

$$p_{\alpha_n} = p'_{\alpha_n} + p''_{\alpha_n} + \dots \quad (9.43)$$

Նման կշռով դիրեկցիոն անկյան ՄՔՄ-ն կլինի՝

$$m_{\alpha_n} = \frac{\mu}{\sqrt{p_{\alpha_n}}}: \quad (9.44)$$

Դիրեկցիոն անկյունների կշիռների ու միջին կշռային արժեքների հավասարակշռումն իրականացվում է հաջորդական մոտարկումների եղանակով: Ուղղված դիրեկցիոն անկյուններով ու չափված կողմերի միջին արժեքներով հաշվարկվում են կոորդինատային աճերը: Հաջորդական մոտարկումների եղանակը օգտագործվում է նաև ցանցի կետերի կոորդինատների միջին կշռային արժեքները որոշելու, առանձին աբսցիսի ու օրդինատի համար:

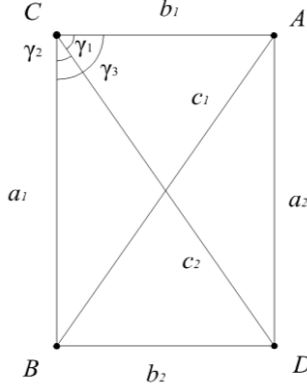
Քաղաքացիական շենքերի ներքին նշահարման ցանցի ամենատարածված ձևը տրիլատերացիայի քառանկյունն է (Նկ. 9.5): Պատկերը կառուցվում է սկզբնական մոնտաժային հորիզոնի վրա, այնուհետև այն պրոյեկտվում է հաջորդ բարձր հորիզոնների վրա: Մա բարձրահարկ շենքի բազիսային ցանցն է: Մեկ հարկանի արդյունաբերական շենքի համար սա պարզապես արտադրամասի նշահարման ցանց է: Եթե նման քառանկյունում չափվում է միայն մեկ անկյունագիծ, ասենք՝ $AB = c_1$, ապա հավասարեցման հաշվարկներ կատարելու համար ավելորդ տվյալներ չկան: Եթե չափվում է կողային $CD = c_2$, ապա պայմաններ կստեղծվի պատկերի հավասարեցման պայմանը: Այն պայմանը, որն առաջանում է քառանկյունում, որտեղ բոլոր կողմերը չափված են, և երկու անկյունագծերը կարող են արտահայտվել անկյուններով, օրինակ՝ C գագաթի.

$$\gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_3 = 0: \quad (9.45)$$

Հաշվի առնելով անկյունները γ_1, γ_2 ու γ_3 -ի որոշման սխալները՝ պայմանական ուղղման հավասարումը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$(\gamma_1) + (\gamma_2) - (\gamma_3) + W = 0: \quad (9.46)$$

Այս հավասարումում (γ_1) , (γ_2) , (γ_3) ուղղումները տրվում են γ_1, γ_2 և γ_3 անկյուններին, իսկ W -ն պայմանական հավասարման ազատ անդամն է:



Նկ. 9.5. Տրիլատերադիպիքի քառանկյունի

Անկյունների պայմանական հավասարումն ուղղակիորեն չափված գծերի ուղղումներով արտահայտելու համար դիտարկենք տրիլատերադիպիք եռանկյունի (Նկ. 9.2), և դրա չափված անկյունների ու կողմերի կախվածությունից կստանանք հետևյալը.

$$\cos \gamma = \frac{a}{2b} + \frac{b}{2a} - \frac{c^2}{2ab}: \quad (9.47)$$

Դիֆերենցենք (9.47) բանաձևը՝ ուշադրություն դարձնելով, որ $h_b = a \sin \gamma$ և $\sin \gamma = h_b / a$, հետևաբար և $\sin \gamma = h_b / a$, ստանում ենք.

$$d\gamma = -\frac{\rho}{2abh_b}(a^2 - b^2 + c^2)da - \frac{\rho}{2b^2h_b}(-a^2 + b^2 + c^2)db + \frac{c\rho}{bh_b}dc: \quad (9.48)$$

Այս բանաձևում մենք դիֆերենցիալներից անցնում ենք ուղղումների դեպի չափված գծեր և հաշվի առնելով, որ S -ը եռանկյան մակերեսն է՝ ստանում ենք.

$$(\gamma) = \frac{\rho}{4aS}(b^2 - a^2 - c^2)(a) + \frac{\rho}{4bS}(a^2 - b^2 - c^2)(b) + \frac{c\rho}{2S}(c). \quad (9.49)$$

Սա γ անկյունների ուղղումները հաշվարկելու ընդհանուր հավասարումն է: (9.46) հավասարման մեջ ներառված ուղղումներից յուրաքանչյուրը կհաշվարկվի յուրաքանչյուր եռանկյան կողմերի ու դրանց ուղղումների միջոցով՝ համաձայն (9.49) բանաձևի, օրինակ՝

$$(\gamma_1) = \frac{p}{4c_2S}(b_1^2 - a_2^2 - c_2^2)(c_2) + \frac{p}{4b_1S_1}(c_2^2 - b_1^2 - a_2^2)(b_1) + \frac{a_2^2p}{2S_1}(a_2): \quad (9.50)$$

(9.46)-ում ամփոփված է երեք նման հավասարում: Բաց թողնելով միջանկյալ հաշվարկներն ու ընդունելով $a_1 = a_2 = a$; $b_1 = b_2 = b$; $c_1 = c_2 = c$, հետևաբար $S_I = S_{II} = S_{III} = S$, այդ դեպքում կունենանք ուղղումների պայմանական հավասարման վերջնական արտահայտությունը.

$$\frac{(c^2 - b^2)}{2aS} \rho(a_1) + \frac{a}{2S} \rho(a_2) + \frac{(c^2 - a^2)}{2bS} \rho(b_1) + \frac{b}{2S} \rho(b_2) - \frac{c}{2S} \rho(c_1) - \frac{c}{2S} \rho(c_2) + W = 0: \quad (9.51)$$

Ընդհանուր առմամբ, այս արտահայտությունն ունի այսպիսի տեսք՝

$$\alpha_1(a_1) + \alpha_2(a_2) + \alpha_3(b_1) + \alpha_4(b_2) + \alpha_5(c_1) + \alpha_6(c_2) + W = 0:$$

Հետևաբար անհայտ ուղղումներով պայմանական հավասարման (9.51) գործակիցները կորոշվեն հետևյալ հարաբերություններով՝

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{c^2 - b^2}{2aS} p = \frac{103}{S} \cdot \frac{c^2 - b^2}{a}, & a_2 &= \frac{a}{2S} p = \frac{103}{S} a, \\ a_3 &= \frac{c^2 - a^2}{2bS} p = \frac{103}{S} \cdot \frac{c^2 - a^2}{b}, & a_4 &= \frac{b}{2S} p = \frac{103}{S} b, \\ a_5 &= -\frac{c}{2S} p = -\frac{103}{S} \cdot c, & a_6 &= -\frac{c}{2S} p = -\frac{103}{S} c: \end{aligned} \quad (9.52)$$

Կորելատի նորմալ հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$\left[\frac{\alpha\alpha}{r} \right] k + W = 0: \quad (9.53)$$

Տրիլատերացիայի ցանցը հավասարեցնելիս կողմերի կշիռներն ընդունվում են որպես դրանց երկարություններին համաչափ արժեքներ, մասնավորապես.

$$r_1 = r_2 = \frac{1}{a}, r_3 = r_4 = \frac{1}{ab}, r_5 = r_6 = \frac{1}{c}: \quad (9.54)$$

Նորմալ հավասարման ազատ անդամը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$W = \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_3: \quad (9.55)$$

γ անկյունները հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\begin{aligned} tg \frac{\gamma_1}{2} &= \sqrt{\frac{(p_1 - c_1)(p_1 - b_1)}{p_1(p_1 - a_2)}}, & p_1 &= \frac{c_2 + b_1 + a_2}{2}, \\ tg \frac{\gamma_2}{2} &= \sqrt{\frac{(p_2 - a_1)(p_2 - c_2)}{p_2(p_2 - b_2)}}, & p_2 &= \frac{a_1 + c_2 + b_2}{2}, \\ tg \frac{\gamma_3}{2} &= \sqrt{\frac{(p_3 - a_1)(p_3 - b_1)}{p_3(p_3 - c_1)}}, & p_3 &= \frac{a_1 + b_1 + c_1}{2}. \end{aligned} \quad (9.56)$$

Կորելատի k -ի հարաբերակցությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$k = - \frac{W}{\left[\frac{\alpha\alpha}{r} \right]}. \quad (9.57)$$

Կոդմնակի ճշտումները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\begin{aligned} (a_1) &= k \frac{a_1}{r_1}, & (b_1) &= k \frac{a_3}{r_3}, & (c_1) &= k \frac{a_5}{r_5}, \\ (a_2) &= k \frac{a_2}{r_1}, & (b_2) &= k \frac{a_4}{r_3}, & (c_2) &= k \frac{a_6}{r_5}. \end{aligned} \quad (9.58)$$

Հարմարության համար բոլոր հաշվարկները տեղադրվում են աղյուսակներում: «Գեոդեզիական խնդիրների լուծման օրինակներ» բաժնում տրված է տրիլատերացիայի քառանկյան հավասարեցման օրինակ:

Եռանկյան մակերեսը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}: \quad (9.59)$$

Քանի որ եռանկյան մակերեսը պետք է հայտնի լինի միայն նորմալ հավասարման մեջ անհայտների գործակիցները հաշվարկելու համար, կարիք չկա ստանալու եռանկյունիներից յուրաքանչյուրի ճշգրիտ մակերեսի արժեքը, իսկ դրա մոտավոր արժեքը բավարար է ստանալու եռանկյուններից մեկի համար՝ կլորացնելով մինչև մետրի տասներորդական մասը:

9.5. Կոնստրուկցիաների, սարքավորումների պլանային տեղադրում ու կարգաբերում

Կոնստրուկցիաների կամ սարքավորումների տեղադրումն իրականացվում է մոնտաժային ու տեխնոլոգիական առանցքների նկատմամբ, որոնց կետերն այս կամ այն կերպ ամրացվում են: Այդ առանցքները կարող են համընկնել մեխանիզմների ու ագրեգատների աշխատանքային առանցքների հետ կամ տեղակայվել դրանց զուգահեռ:

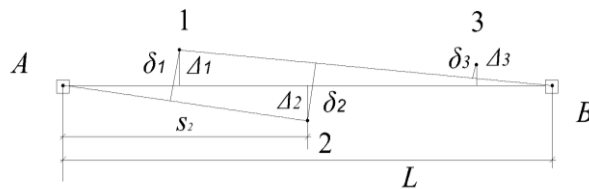
Առանցքները նշահարվում են ներքին գեոդեզիական հիմքի կամ շինարարական առանցքներն ապահովող կետերից:

Մոնտաժային առանցքն ուղիղ հատված է կամ միմյանց նկատմամբ պտտվող հատվածների շարք, որոնց ծայրերն ամրացվում են (նշվում) մոնտաժային մակերևույթի (հիմքի) վրա: Մոնտաժային առանցքի զգալի երկարության դեպքում, ի լրումն վերջնական կետերի, առանցքը կարող է նշանակվել միջանկյալ կետերով: Կախված կառուցվածքի, սարքավորումների նշահարման բնույթից՝ մոնտաժային առանցքի ճշտությունը կարող է տարբեր լինել՝ 1-2 մմ-ից մինչև 0,1-0,05 մմ՝ մի քանի հարյուր մետր հեռավորության վրա:

Շենքերի կոնստրուկցիաների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների դիրքի տեղադրման կամ մշտադիտարկման խնդիրը մոնտաժային առանցքների նկատմամբ լուծվում է առանձին ծածկագծային կամ ոչ ծածկագծային ստուգողական կետերով ու դրանց բարձունքային դիրքով:

Ծածկագծային ասելով՝ հասկանում ենք ուղղահայաց հարթություն, որն անցնում է երկու հիմնակետեր միացնող ուղիղ գծում. սկիզբը՝ A կետը, ծածկագծի վերջը՝ B կետը՝ իր ընդհանուր L երկարությամբ (Նկ. 9.6):

Եթե մոնտաժվող կառույցներին պատկանող 1, 2 ու 3 կետերը տեղակայված չեն AB ծածկագծի հարթությունում, ապա դրանց անհամապատասխանությունը կորոշվի Δ_1 , Δ_2 ու Δ_3 հատվածներով: Այսպիսով՝ ոչ ծածկագծությունը ստուգողական կետից ուղղահայաց հարթություն կազմող ուղղահայացի երկարությունն է: Ոչ ծածկագծությունը համարվում է դրական, եթե ստուգողական կետը գտնվում է AB ծածկագծից աջ, իսկ բացասականը՝ ձախ կողմում:



Նկ. 9.6. Ծածկագծի սխեմա

Եթե ընդհանուր AB ծածկագիծը բաժանվում է մասերի, ապա առաջանում են, այսպես կոչված, $A2$ ու $1B$ մասնակի ծածկագծեր (Նկ. 9.6): Ստուգողական կետերից ուղղահայացներն իջեցնելով այդ ծածկագծերին՝ ստանում ենք մասնակի δ_1 , δ_2 ու δ_3 ոչ ծածկագծեր: Այս դեպքում ընդհանուր ծածկագծության Δ_i -ն չափված մասնակի δ_i ոչ ծածկագծության ու s_i -ի ստուգողական կետերի հեռավորությունների ֆունկցիան է:

Ծածկագծային չափումների եղանակներն ու միջոցները լայնորեն կիրառվում են շենքերի կոնստրուկցիաների ու տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժման ու կարգաբերման մեջ:

Հավասարեցման չափումների բարձր ճշտության եղանակներն ու միջոցները, ըստ դրանց հիմքում ընկած ֆիզիկական սկզբունքների, կարելի է բաժանել չորս հիմնական տեսակի.

- լարային ծածկագծությունը տրվում է ձգված լարի առանցքով,
- օպտիկական ծածկագծությունը որոշվում է թեռոդոլիտների, կոլիմատորների, ավտոկոլիմատորների ու այլնի դիտախողովակների դիտման գծով,

- ճառագայթային ծածկագծությունը որոշվում է լույսի ճառագայթների առանցքով, ներառյալ լազերային ճառագայթի առանցքը,

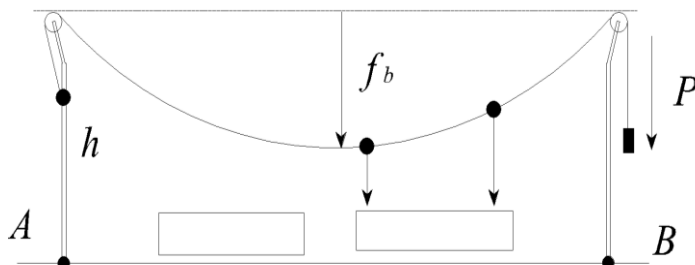
- ինտերֆերենցիայով, երբ ուղիղ գիծը որոշվում է ինտերֆերենցիոն պատկերի սիմետրիկության առանցքով ու նմանատիպ լույսի աղբյուրով:

Նշված մեթոդներով տեղանք են տեղափոխում աշխատանքային առանցքները, որոնք նույնպես ծածկագծեր են, որոնց համեմատ սարքավորումը տեղադրվում է նախագծային դիրքում՝ օգտագործելով ծածկագծերի չափման եղանակները:

Ծածկագծերի չափումների լարային եղանակ: Ինժեներագեոդեզիական աշխատանքների պրակտիկայում ձգված լարի առանցքը լայնորեն օգտագործվում է որպես հիմնային ուղիղ գիծ՝ շինարարական, մոնտաժային ու տեխնոլոգիական առանցքները հանութագրելու, ինչպես նաև բնակավայրերի ու ինժեներական կառույցների ձևախախտումների ուսումնասիրման համար:

0,5 - 1,0 մ տրամագծով ստուգաչափված պողպատե լարերն օգտագործվում են միջին ճշտության չափումների համար, քանի որ դրանք ունեն զգալի անկում ու թրթռման մեծ ամպլիտուդ: Նախընտրելի են 0,2-0,4 մ տրամագծով պողպատե լարերը, որոնք ունեն ավելի բարձր հաճախականության, բայց ավելի ցածր ամպլիտուդի ռեզոնանսային թրթռումներ:

Լարը ձգվում է P բեռի միջոցով A ու B կետերի միջև (Նկ. 9.7)՝ որոշելով ծածկագծի սկիզբն ու վերջը: Քանի որ լարն ունի որոշակի f_b անկում, այն բարձրացվում է h բարձրության վրա՝ ապահովելով լարային առանցքի ելակետային ելակետերը: Լարային առանցքի նախագծումը մոնտաժային մակերևույթի վրա իրականացվում է ուղղալարերի միջոցով, ինչն ինքնին բարդ ընթացակարգ է և պահանջում է որոշակի փորձ ու հմտություն:



Նկ. 9.7. Ծածկագծի կառուցման լարային եղանակ

Այս եղանակի սխալների հիմնական աղբյուրներն են՝

- լարերի թրթռումն աշխատանքի ընթացքում,

- լարերի պրոյեկտումը սարքավորման անկյան կամ կետի վրա՝ օգտագործելով ուղղալարը,

- դիտորդի սխալներ և այլն:

Փակ տարածություններում զգուշորեն իրականացվող աշխատանքի ու մինչև 100 մ հատվածի երկարությամբ, նկարագրված եղանակի կիրառմամբ հնարավոր է ապահովել մոտ 2-3 մմ տեղադրման ճշտություն: Մոնտաժային երկարության աճով տեղադրման սխալները կտրուկ աճում են:

Մինչդեռ լարը՝ որպես մոնտաժային առանցք, ունի մի շարք առավելություններ: Դրա վրա չեն ազդում օպտիկական համակարգերի այնպիսի սխալների աղբյուրները, ինչպիսիք են լուսաբեկումը, պատկերի տատանումները և դիտախողովակի կիզակետի փոփոխությունները: Ձգված լարը թույլ է տալիս միաժամանակ աշխատանք կատարել մի քանի հատվածների վրա: Եղանակի հետագա կատարելագործումն ուղղալարի փոխարինումն է օպտիկական համակարգով՝ լարը մոնտաժող մակերևույթի վրա պրոյեկտելու համար:

Լարային-օպտիկական եղանակ: Լարի առանցքը մոնտաժային հորիզոնին պրոյեկտելու համար օգտագործվում են հատուկ պրոյեկտման սարքեր, որոնք են՝ օպտիկական կենտրոնացման (ՕԿՍ), օպտիկական պրոյեկտման սարքերը (ՕՊՍ) և այլն: ՕՊՍ-ն մշակվել է МИИГАиК-ում, կառուցվածքային առումով բաղկացած է ուղղահայաց առանցքի շուրջը պտտվող դիտախողովակից, օպտիկական միկրոմետրից, տեղադրված դիտախողովակի օբեկտիվի դիմաց պտտման առանցքի երկայնքով տեղակայված կոնտակտային հարթության հենարանից ու գլանաձև հարթաչափից՝ 10" բաժանմունքի արժեքով:

Ըստ արտադրական տվյալների՝ մինչև 400 մ ծածկագծային երկարությունների դեպքում լարերի ու ՕՊՍ-ի միջոցով ծածկագծերի վրա սարքավորումների հավասարեցման միջին քառակուսային սխալը կազմում է մոտ 0,08 - 0,1 մմ:

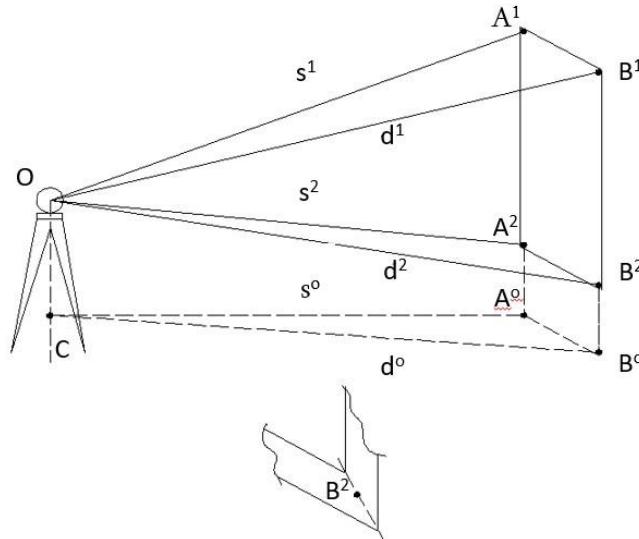
9.6. Կոնստրուկցիաների մոնտաժման կոորդինատային եղանակ

Նախագծային դիրքում կառույցների մոնտաժման կոորդինատային եղանակը հաջողությամբ օգտագործվում է տարածական բարդ կոնֆիգուրացիայով գմբեթների ու առաստաղների մոնտաժման ժամանակ:

Դիտարկենք եղանակի կիրառումը՝ օգտագործելով գերբարձր շենքի կախովի ճակատային վահանակների տեղադրման պարզ օրինակ՝ Մոսկվա քաղաքի Եվրասիա օբյեկտի աշտարակը: Շենքն ունի 69 հարկ ու 310 մետր

բարձրություն: Կախովի ճակատային կառույցները պատրաստված են ուղղանկյուն պանելների տեսքով՝ մոտ 1,7- 4,0 մ չափերով:

Նկար 9.13-ում ցույց է տրված նախագծային դիրքում ֆասադային կոնստրուկցիաների չորս կետով տեղադրման սխեման՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր:



Նկ. 9.13. Չորս կետերով պանելի տեղադրման սխեմա

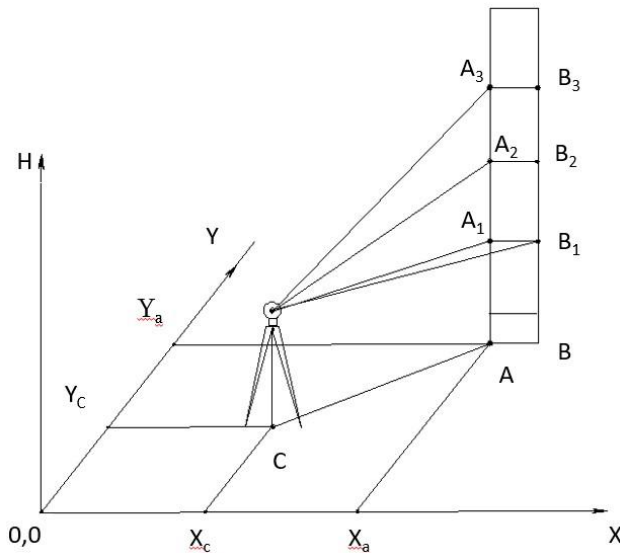
Xc, Yc կոորդինատներով գեոդեզիական հիմնավորման C կետում տեղադրված է էլեկտրոնային տախտմետրը: Գործիքը կենտրոնացվում է և բերվում աշխատանքային վիճակի: Այնուհետև գործիքը պետք է միացվի կոորդինատներով աշխատանքային ռեժիմին: Մուտքագրվում են գործիքի բարձրությունը՝ կետից վերև, կանգնած կետի ու կողմնորոշման կետի կոորդինատները: Կողմնորոշման համար ընտրվում է գեոդեզիական հիմնավորման հստակ տեսանելի հիմնակետ:

Հետագա գործողությունները բաղկացած են նախագծային դիրքում կոնստրուկցիաների ուղղակի տեղադրումից: Հերթականորեն մուտքագրվում են նշահարման կետերի կոորդինատները, կառույցի համապատասխան կետում տեղադրվում են անդրադարձիչները (պրիզմա), և բուն կոնստրուկցիան շարժելով՝ բերվում է նախագծային դիրքին:

Նկար 9.13-ում ցույց է տրված առանձին հատվածի վրա մոնտաժվող վահանակի կրող շրջանակի անկյունում գտնվող կետը, որտեղ պետք է տեղադրվի պրիզմա: Կետը գտնում ենք՝ ուղղակի կառուցվածքի շրջանակի անկյան երկու գագաթները միացնող ուղիղ գծով բաժանելով երկու հավասար մասերի:

Նկարից երևում է, որ բոլոր կետերը, որոնք գտնվում են նույն ուղղահայացի վրա՝ առաջինից մինչև վերջին հարկը, կունենան հորիզոնական հավասար ելուստներ, հետևաբար X ու Y կոորդինատները կլինեն նույնը: Տարբերությունները կլինեն միայն բարձրության մեջ:

Այս հանգամանքով էլ պայմանավորված՝ կոորդինատային եղանակով մոնտաժման գործընթացը զգալիորեն պարզեցվում և կրճատվում է գործիքի կանգնած կետից մինչև մոնտաժվող կոնստրուկցիաների ստուգողական կետերի հեռավորությունների գծային չափումները (Նկ. 9.14): Գործիքի կանգնած կետից մինչև մինևույն ուղղահայաց վրա գտնվող բոլոր կետերի հեռավորությունների հորիզոնական պրոյեկցիաները պետք է լինեն հավասար:

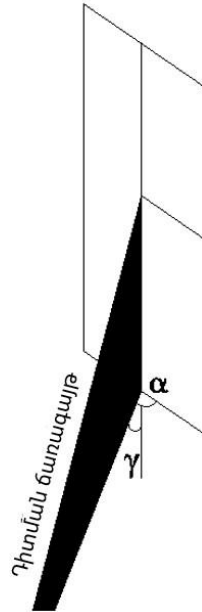


Նկ. 9.14. Կոորդինատային եղանակով մոնտաժման սխեմա

Այս հանգամանքը հնարավորություն է տալիս իրականացնելու մոնտաժված պանելների ստուգողական չափումներ, այլ կերպ ասած՝ ավարտված շինմոնտաժային աշխատանքների կատարողական հանույթ:

Ստուգողական չափումները բաղկացած են ճակատի նույն ուղղահայաց կետերի համար գծային հատվածների հորիզոնական պրոյեկցիաների համեմատությունից: Կատարողական հանույթների եղանակները բավականին պարզ են. չեն պահանջում գեոդեզիական հիմքի ելակետեր, կասկածներ չեն հարուցում դրա իրականացման վերաբերյալ, սակայն որոշ վերապահումներով: Նախ դրա պարագծի երկայնքով պետք է տեղադրվեն նախնական ճակատային որոշ կառույցներ: Այլ կերպ ասած՝ պետք է լինի ելակետ, որի համեմատ բոլոր մյուսները պետք է հավասարեցվեն մեկ ուղղահայաց ու մեկ հորիզոնական պրոյեկցիայի երկայնքով:

Եղանակի կիրառման սահմանափակումների է հանգեցնում մոնտաժային աշխատանքների ճշտության վրա դիտման հարթության ու ամրացված կոնստրուկցիայի հարթությանը (անկյուն α , Նկ. 9.15) ոչ ուղղահայացության ազդեցությունը:



Նկ. 9.15. Աշխատանքային հարթությունների երկրաչափությունը

Հանգամանքը հանգեցնում է եղանակի կիրառման սահմանափակումների: Խոսքը մոնտաժային աշխատանքների ճշտության վրա տեսանելի հարթության՝ ամրացված նշանի հարթությանը (անկյուն α , Նկ. 9.15) ոչ ուղղահայացության ազդեցության մասին է:

Դիտարկման հարթությունը ձևավորվում է դիտման գծով, երբ դիտախողովակը պտտվում է իր պտտման հորիզոնական առանցքի շուրջ: Եթե այդ հարթությունը մոնտաժված կոնստրուկցիայի հարթության հետ հատվում է 90° -ից տարբեր անկյան տակ, ապա ամրացված կոնստրուկցիաների տեղաշարժերը ճակատի հարթությանն ուղղահայաց ուղղությամբ համաչափ չեն լինի հեռավորությունների փոփոխությանն այն կետից, որտեղ կանգնած է հեռաչափը: Բացի դրանից՝ ուղղահայաց հարթությունում տեսանելի գիծը մոնտաժված կոնստրուկցիայի հարթության հետ կազմում է γ անկյուն: Այդ անկյունը կնվազի, քանի որ կառույցի հարկերի թիվը մեծանում է: Միայն $\alpha = 90^\circ$ -ի ու $\gamma = 90^\circ$ -ի դեպքում մոնտաժված կոնստրուկցիայի շարժերի ու չափված հեռավորության միջև կապը կլինի գծային հարաբերության մեջ: Ցանկացած անկյունային այլ արժեքների համար նշված հարաբերությունը

բարդ տանգենսիալ բնույթ ունի: Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ α անկյունը կարող է տարբերվել 90° -ից $\pm 15^\circ$ -ի սահմաններում, իսկ γ անկյան սահմանափակումները պայմանավորված են դիտախոտողական թեքության անկյան աճով գործիքի սխալների ավելացմամբ: Ենթադրվում է, որ γ անկյունը չպետք է թույլատրվի 45° -ից պակաս:

Նկարագրված կոորդինատների եղանակով մոնտաժումը կարող է օգտագործվել համակցման այլ եղանակների ու կոնստրուկցիաների ամրացման հետ:

Պանելների ամրացման նախագծային առանձնահատկությունների հիման վրա դրանց տեղադրումը նախագծային դիրքում չորս կետերի կոորդինատների երկայնքով հնարավոր է միայն առաջին՝ սկզբնական գոտում:

Երկրորդ գոտու պանելներն իրենց ստորին ծայրով տեղավորվում են ներքին գոտու արդեն տեղադրված պանելի ակոսում, հետևաբար դրանց դիրքը ստորին մասում ամրագրվում և որոշվում է նախկինում տեղադրված կոնստրուկցիայի տարածական տեղակայմամբ:

Այսպիսով՝ բացառությամբ սկզբնական ստորին պանելների՝ մնացած բոլորը գործնականում տեղադրվում են պանելի երկու վերին կետերի կոորդինատներին համապատասխան՝ դրա ստորին եզրագծի ամրագրված դիրքով:

Պանելների տեղադրման հետևյալ առանձնահատկությունները (բացառությամբ սկզբնական գոտու պանելների) որոշում են գեոդեզիական չափումների կատարման մեթոդաբանությունը, որն ապահովում է ճակատային կոնստրուկցիաների տեղակայումը նախագծային դիրքում:

- Էլեկտրոնային տախտմետրը տեղադրվում է շենքի մոտակայքում գտնվող կայուն մակերևույթի վրա այնպես, որ տեսանելի հարթությունը մոնտաժվող պանելի հարթության հետ ձևավորի 90° (անկյուն α) մոտ անկյուն, իսկ տեսողության առանցքն ունենա թեքության անկյուն՝ 45° -ից ոչ ավելի (γ անկյուն):

- Գործիքը բերելով աշխատանքային դիրքի՝ պետք է չափել սկզբնական գոտու պանելի համապատասխան կետի հեռավորությունը, որը գտնվում է նույն ուղղահայացի վրա, ինչ ամրացված է: Օրինակ, եթե A^3 կետը դրված է (Նկ. 9.14), ապա պետք է չափել հեռավորությունը A^1 կետից:

- Որպես սկզբնական հեռավորություն ընդունելով A^1 կետը՝ որոշենք A^3 կետը նույն հեռավորության վրա:

Երբ պանելի ստորին եզրի դիրքն ամրագրված է, դրա հարթությունն ունի ազատության միայն մեկ աստիճան, այն է՝ պտտվող եզրի շուրջը: Այլ կերպ ասած՝ այս պտույտը պետք է ապահովի մոնտաժվող պանելի ուղղա-

հայացությունը, որը ձեռք է բերվում շատ բարձր ճշտություն էլեկտրոնային տախտմետրերի միջոցով, որոնք կարող են կիրառվել մոնտաժվող պանելի հարթության վրա, ինչպես ճակատից, այնպես էլ շենքի ներսից:

Եվրասիայի շենքի ճակատային կառույցների տեղադրումն ապահովելու նպատակով վերևում մանրամասնորեն քննարկված գեոդեզիական չափումների սխեմաները հնարավորություն են տալիս ընդհանրացնելու ու ընդգծելու պանելների հավաքման ու շահագործման գործընթացում երեք հաջորդական փուլերը:

1. Առաջին փուլում նախագծային դիրքում տեղադրվում են ստորին սկզբնական գոտու պանելները: Գեոդեզիական աշխատանքն այս փուլում բաղկացած է մոնտաժման հորիզոններում կրոնշտեյներների ու պանելների պլանաբարձունքային դիրքի նշահարմամբ՝ ըստ դրա չորս ուրվագծային կետերի կոորդինատների: Նշահարման ու տեղադրման աշխատանքներն իրականացվում են էլեկտրոնային տախտմետրով՝ շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերից: Աշխատանքների այս համալիրի ելային սովյալներն են շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերի կոորդինատները, կրոնշտեյներների մոնտաժման տեղերի ու պանելների ուրվագծային կետերի կոորդինատները:

Առաջին փուլի աշխատանքն ամենակարևորն է և հիմք է ճակատային կոնստրուկցիաները նախագծային դիրքում տեղադրելու հետագա աշխատանքների համար: Ելային գոտու, ինչպես նաև տեղադրման ցանկացած այլ հորիզոնի պանելների, տեղադրումն ավարտից հետո պետք է իրականացվի մոնտաժված կոնստրուկցիաների հատակագծային դիրքի կատարողական հանույթ: Կատարողական հանույթի ու ստուգողական չափումների արդյունքների հիման վրա ընդունվում են մոնտաժված կոնստրուկցիաները: Ավելի բարձր հորիզոնների ճակատային կառույցների տեղադրումը հնարավոր է միայն այս գոտու պանելների տեղադրման արդյունքների ընդունումից ու հաստատումից հետո: Այս դիրքը հիմնարար է, քանի որ ստորին գոտու պանելները կապված են ավելի բարձր հորիզոնների պանելների հետ և ելային հիմք են դրանց տեղադրման համար: Հետևաբար ներքևի պանելի պլանաբարձունքային դիրքի ցանկացած անճշտություն կհանգեցնի վերևում գտնվող կոնստրուկցիաների ավելի կոպիտ անհամապատասխանության:

2. Երկրորդ փուլում նախագծային դիրքում տեղադրվում են երկրորդ գոտու պանելները, ապա՝ հաջորդաբար ավելի բարձր մոնտաժային հորիզոնները: Յուրաքանչյուր հաջորդ գոտու տեղադրումն իրականացվում է ճակատային կառույցների ստորին մասերի տեղադրման արդյունքների ընդունումից ու հաստատումից հետո: Այս փուլում գեոդեզիական աշխատանքները

ներառում են կրոնշտեյնների մոնտաժային տեղերի նշահարում ու մոնտաժված պանելի հավասարեցում: Աշխատանքն իրականացվում է շինարարական հարթակում էլեկտրոնային տախտմետրով:

Կրոնշտեյնների մոնտաժման տեղերը տախտմետրով նշվում են շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերից: Պլանային նշահարման տվյալները կրոնշտեյնների տեղադրման տեղերի ու արտաքին նշահարման ցանցի կետերի կոորդինատներն են: Աշխատանքն իրականացվում է գործիքի կոորդինատային ռեժիմում:

Նախագծային դիրքում պանելի նշահարումն իրականացվում է երկու վերին ստուգողական կետերով: Տեղադրված պանելի ստորին ծայրը ամրացվում է ստորին գոտու պանելի ակոսին՝ տեխնոլոգիապես ապահովվելով դրանց համարժեք հորիզոնական ու ուղղահայաց դիրքերը: Պանելը նշահարվում է ըստ տախտմետրով չափված հեռավորության մինչև ելային գոտու պանելի համապատասխան կետը: Միավներից խուսափելու համար պետք է ստուգվի պանելի տեղադրումը՝ օգտագործելով շենքի վերին մակերևույթը:

Նկարագրված տեխնոլոգիական սխեման ունի սահմանափակումներ: Տախտմետրի դիտախոդովակի դիտման ու պանելի հարթությունից ձևավորված անկյունը պետք է մոտ լինի $90^\circ \pm 15^\circ$: Դիտման առանցքի թեքության անկյունը չպետք է լինի 45° -ից ավելի (γ անկյուն):

γ անկյան սահմանափակումները հանգեցնում են նրան, որ երկրորդ փուլի տեխնոլոգիայի կիրառմամբ նշահարման աշխատանքը կարող է իրականացվել մոտավորապես մինչև 45° -րդ մոնտաժային հորիզոնը (մոտ 200 մ բարձրության), երբ ընդհանուր կայանի հեռավորությունը շենքից նույնպես 200 մ է: Հետագա նշահարման աշխատանքը պետք է իրականացվի ստորև տրված եղանակի համաձայն:

3. Երրորդ փուլում նշահարման աշխատանքները պետք է իրականացվեն էլեկտրոնային տախտմետրով՝ անմիջապես տեղադրման հորիզոնից՝ ըստ «ազատ կայան» սխեմայի: Այս սխեմայի իրականացման համար անհրաժեշտ է հարևան բարձրահարկ շենքերի վրա կառուցվող շենքի հարևանությամբ ունենալ անդրադարձչային թաղանթից պատրաստված մի շարք նշաններ, որոնք կոչվում են **կատաֆորտ**: Նշանները կցվում են հարևան շենքերին զգալի բարձրության վրա, որպեսզի տեսանելի լինեն կառուցվող շենքի տեղադրման հորիզոններից: Նշանների կենտրոնների կոորդինատները որոշվում են արտաքին նշահարման ցանցի կետերից՝ օգտագործելով բևեռային եղանակը՝ կողային կամ ուղիղ հատումներ:

Տվյալ մոնտաժային հորիզոնում նշահարման աշխատանքներ իրականացնելու համար այս հորիզոնի ծածկի վրա հարմար տեղում տեղադրվում է

Էլեկտրոնային տախտմետրը, և հակադարձ հատումների եղանակով որոշվում են կանգնած կետի կոորդինատները: Այնուհետև տախտմետրը միացվում է նշահարման աշխատանքի ռեժիմին, և դրանք նշահարվում են ըստ տեղանք դուրս բերվող կետերի կոորդինատների: Պանելները նշահարվում են ըստ դրա երկու վերին կետերի կոորդինատների, ճիշտ այնպես, ինչպես նշահարվել է գետնից, բայց այդ կետերը վերցվում են շենքի ներսից:

Գնահատենք կոնստրուկցիաների տեղադրման նկարագրված եղանակի ճշտությունը (Նկ. 9.14): Հաշվի առնելով ճակատային կոնստրուկցիաները նախագծային դիրքում նշահարելու տեխնոլոգիական գործողությունների հաջորդականությունը՝ հնարավոր է առաջին մոտավորությամբ նախանշել այդ գործողություններին ուղեկցող սխալների հնարավոր աղբյուրները:

1. Կոորդինատային եղանակի հիմքում ընկած է շենքի արտաքին նշահարման ցանցը, որը, իհարկե, չի կարող չունենալ իր շինարարական սխալները: ՄՆԻՊ 3.01.03-84-ի ու ՀՀՇՆ 13.01-2022 -ի համաձայն՝ տվյալ համալիրի շինհրապարակի արտաքին նշահարման ցանցը պետք է կառուցվեր 1:25000 գծային չափումների ու անկյունների 3" միջին քառակուսային սխալի ճշտությամբ, չնայած արտաքին նշահարման ցանցի իրական ճշտությունը հաստատելու համար անհրաժեշտ են հատուկ ստուգողական չափումներ:

Աղբյուրի տվյալների սխալները նշանակելիս որպես ելակետ վերցնենք տրված սխալի արժեքները, որոնք կմտնեն կանգնած կետի ու կողմնորոշման կետի կոորդինատներում: Այսինքն՝ խոսքը գեոդեզիական նշահարման հիմքի երկու ելակետերի դիրքի հարաբերական սխալի մասին է, որը որոշվում է կետերի միջև հեռավորության բացարձակ ու ուղղության դիրեկցիոն անկյան սխալների մեծությամբ: Այսպիսով՝ 100 մ կետերի միջև հեռավորության համար կունենանք $ms = 4$ մմ, $\frac{m_\beta}{p} S = 1,5$ մմ: Ելային տվյալների սխալների ընդհանուր ազդեցությունը կկազմի 4,3 մմ:

2. Գործիքի կենտրոնացումն օպտիկական կենտրոնացման սարքերի միջոցով կհանգեցնի կենտրոնացման $m_{կսխալի}$, որը գնահատվում է 0,5 մմ:

3. Էլեկտրոնային տախտմետրով ստեղծման նշանների գործընթացը հանգում է նրան, որ անդրադարձչի կենտրոնի կոորդինատները չափվում են տախտմետրով, և հաշվարկվում է նախագծային կետի կոորդինատների ու անդրադարձչի իրական տեղադրման կետի միջև եղած տարբերությունը:

Անդրադարձչի կենտրոնի կոորդինատները հաշվարկվում են ընդհանուր կայանի կողմից՝ հիմնվելով կանգնած կետի կոորդինատների ու բևեռային անկյան չափման արդյունքների վրա բևեռային ուղղությամբ, ինչպես նաև բևեռային հեռավորության վրա: Կոորդինատային աճերը հաշվարկվում են

վերջին երկու չափված արժեքներից: Հետևաբար նման չափման սխալներն ուղղակիորեն կազդեն կոնստրուկցիաների նշահարման արդյունքների վրա:

Հորիզոնական անկյան չափման սխալի մասին պետք է ասել հետևյալը: Շատ ժամանակակից էլեկտրոնային տախտմետրերի տեխնիկական բնութագրերը ցույց են տալիս անկյունը մեկ նվազով չափելու միջին քառակուսային սխալները: Այսպիսով՝ *SRX1* տախտմետրի համար այս արժեքը 1" է: Այնուամենայնիվ, ըստ կոորդինատների նշանների վրա տեղադրման գործընթացում հորիզոնական անկյունները չեն չափվում, այլ կառուցվում են, հատկապես ոչ մեկ նվազով (հորիզոնական անկյան չափման մեկ նվազը ներառում է չափում սարքի դիտախողովակի երկու դիրքերում՝ ՇՁ և ՇԱ), այլ կիսանվազով: Շինհրապարակի պայմաններում փոքր հեռավորությունների վրա անկյունների կառուցումը պետք է գնահատվի գործիքների գործարանային ցուցանիշները 3-5 անգամ գերազանցող սխալներով: Մոտավոր հաշվարկներ կատարելու համար վերցնենք միջին քառակուսային սխալը հորիզոնական անկյուններ կառուցելիս 300 մ հեռավորությունների համար, որոնք հավասար են $m_\beta = 5''$:

Տախտմետրի հեռաչափով չափվող հեռավորությունների հորիզոնական պրոյեկցիաները հաշվարկվում են դիտակի թեքության անկյան ցուցմունքի տվյալների հիման վրա: Դիտախողովակի թեքության անկյունը կարելի է չափել ինչպես հորիզոնից (թեքության անկյուններից), այնպես էլ ուղղաձիգից (զենիթային հեռավորությունների): Ամեն դեպքում հեռաչափի *D* հեռավորությունների հորիզոնական պրոյեկցիաները հաշվարկվում են բանաձևով, որը ներառում է *S* հեռավորությունն ու *v* թեքության անկյունը.

$$D = S \cdot \cos v: \quad (9.62)$$

Դիֆերենցելով այս բանաձևը փոփոխականների նկատմամբ ու անցնելով միջին քառակուսային սխալներին՝ կստանանք.

$$m_D^2 = m_S^2 \cos^2 v + S^2 \frac{\sin^2 v \cdot m^2 v}{\rho^2}, \quad (9.63)$$

որում $\rho = 206265''$ -ը վայրկյանների թիվն է արտահայտված ռադիաններով:

Հաշվարկների համար հեռավորությունները կվերցնենք $S = 300$ մ, իսկ թեքության *v* անկյունը հավասար կլինի 45° -ի, որը առավելագույն հնարավոր թեքության անկյունն է չափումներ կատարելու տեսանկյունից: Վերցնենք կոմպենսատորի հաշվեցույցի սխալը գործիքի ուղղաձիգ առանցքի թեքության անկյան համար՝ $m_v = \pm 5''$:

Ինչ վերաբերում է տախտմետրով m_S սխալով հեռավորությունը չափելուն, ապա պետք է ասել, որ այդ սխալը բաղկացած է երկու մասից՝ հաստատուն բաղադրիչից ու փոփոխական մասից՝ կախված չափված հեռավորու-

թյան երկարությունից: SRX1 տախոմետրի համար այս սխալը հավասար է $\pm(2 \text{ մմ} + 2 \times 10^{-6} \times S)$: 300 մ հեռավորությունների համար $m_S = \pm 2,6 \text{ մմ}$:

Հաշվարկված արժեքները տեղադրելով (9.63)-ում՝ ստանում ենք $m_D = \pm 5.6 \text{ մմ}$:

Անդրադարձյի կենտրոնի կոորդինատները հաշվարկելիս, բացի չափված հեռավորության հորիզոնական պրոյեկցիայից, ներգրավված է β բևեռային անկյունը, որի միջոցով հաշվարկվում է դիրեկցիոն անկյունը դեպի նախագծային կետ:

Բևեռային կոորդինատային եղանակով որոշված կետի դիրքի միջին քառակուսային սխալը կորոշվի հայտնի բանաձևով՝

$$m_{\text{բևեռ}}^2 = m_D^2 + m_\beta^2 \frac{S^2}{\rho^2}:$$

Տեղադրելով նախկինում քննված արժեքները այս բանաձևում՝ կստանանք $m_{\text{բևեռ}} = \pm 9,4 \text{ մմ}$:

Գեոդեզիական նշանների սխալների պատճառով ֆասադային կառույցների տեղադրման արդյունքում առաջացած սխալի մասին կոորդինատային եղանակով ամբողջական պատկերացում կազմելու համար պետք է գումարել բոլոր վերը նշված սխալների քառակուսիները՝ $m_{\text{բևեռ}}$, $m_{\text{կենտ}}$ և $m_{\text{ել}}$, իսկ արդյունքը դուրս բերել քառակուսի արմատի տակից: Արդյունքում ստանում ենք $m_{\text{երկ}} = \pm 10,3 \text{ մմ}$:

Այսպիսով՝ ստացանք 300 մ հեռավորության վրա հաշվարկված միջին քառակուսային սխալը՝ առաջացած ճակատային նշանների տեղադրման սխալների ազդեցության պատճառով:

Հաշվարկներում հաշվի չեն առնվել արտաքին միջավայրի ազդեցությանը առաջացած սխալները, որոնք իրենց բնույթով պատահական են: Դրանք, առաջին հերթին, շենքի կրող ու մոնտաժային կոնստրուկցիաների ձևախախտումներն են, որոնք առաջանում են ջերմաստիճանի փոփոխություններով, քամու վարդի ուղղությունից, ինչպես նաև մեխանիկական բնույթի կոնստրուկցիաների սեղմման ձևախախտումների մնացորդով:

Հաշվարկները կատարվել են 300 մ հեռավորությունների համար. դա վերաբերում է ինչպես մոնտաժված կոնստրուկցիաներից մինչև գործիք, այնպես էլ գեոդեզիական հիմնային ելակետերի միջև եղած հեռավորություններին:

Գեոդեզիական հիմնային հիմնակետերի միջև հեռավորություններն անհրաժեշտ են ելային տվյալների սխալների ազդեցությունը հաշվարկելու համար: Այնուամենայնիվ, ելային տվյալների սխալները կարելի է նվազագույնի հասցնել կամ անտեսել, եթե համապատասխան միջոցներ ձեռնարկ-

վեն: Այսպիսով, եթե տեղադրենք ճակատի ցանկացած երեսի նշաններ՝ չափումներ կատարելով մեկ կետից ու կենտրոնացնելով գեոդեզիական ցանցի նույն կետի վրա, ապա ելային տվյալների սխալները կհանգեցնեն նրան, որ երեսի բոլոր կառույցները կլինեն տեղափոխված նույն արժեքի սխալով (ասենք 5 մմ ինչ-որ հաստատուն ուղղության անկյան տակ), ինչն այնքան էական չէ:

Ինչ վերաբերում է գործիքից մինչև մոնտաժված կոնստրուկցիաներ հեռավորություններին, ապա դրանց ավելացմանը զուգընթաց գեոդեզիական նշանների սխալները միայն կավելանան: Հաշվարկներում ընդունված 300 մ թեք հեռավորությունը վերցված է այն ենթադրությունից, որ գործիքը գտնվում է շենքից մոտ 200 մ հեռավորության վրա, իսկ մոնտաժված կոնստրուկցիան գտնվում է մոտ 210 մ բարձրության վրա, այսինքն՝ 45-րդ հարկում: Տախտմետրի դիտախոդովակի թեքության անկյունն այս դեպքում կլինի մոտ 45°:

Քանի որ շենքի բարձրությունը մեծանում է, դիտախոդովակի թեքության անկյունը կավելանա, աշտարակի քամին կավելանա, և աշտարակի բնական թրթռումները կավելանան, այսինքն՝ դիտարկման պայմանները կբարդանան, և, որ ամենակարևորն է, կմեծանա գործիքի սխալների ազդեցությունը: Սրանք սխալներ են, որոնք առաջանում են գործիքի պտտման առանցքի դիտախոդովակի պտտման առանցքի ոչ ուղղահայացությունից, ինչպես նաև գործիքի պտտման ուղղահայաց առանցքի թեքության անկյան հետևանքով առաջացած սխալներից: Հարկերի քանակի ավելացմամբ դիտախոդովակի թեքության անկյան մեծացման հետևանքով անհրաժեշտություն կառաջանա մեծացնելու գործիքից մինչև շենք հեռավորությունը, ինչը կհանգեցնի նշահարման սխալների ավելացմանը: Հաշվի առնելով կառուցվող շենքի շուրջ ստեղծված իրավիճակը՝ կարող է գալ մի պահ, երբ ավելի հեշտ կլինի հրաժարվել ճակատային կառույցների տեղադրման կոորդինատային եղանակից:

Համակցված նշահարման եղանակի համար արդյունքում ստացված ՄՔՄ-ն նախագծային դիրքում կոնստրուկցիաների տեղադրման ժամանակ գեոդեզիական կոնստրուկցիաների սխալների պատճառով կլինի $m_{երկ} = 5,6$ մմ այն դեպքում, երբ $\alpha = 90^\circ$ և $\gamma = 90^\circ$: Այնուամենայնիվ, ինչպես արդեն նշվեց, հաշվարկները կատարվել են այն ՄՔՄ-ի համար, որի վստահության մակարդակը 0,67 է: Հաշվարկների ավելի մեծ հուսալիության համար պետք է օգտագործվի 0,95 վստահության հավանականություն: Սա սխալի առավելագույն հավանականությունն է: Այսպիսով՝ գեոդեզիական նշանների առավելագույն սխալը համակցված եղանակով ճակատային կառույցների տեղադրման ժամանակ կլինի $\delta_{երկ} = 11,2$ մմ: Սա այն արժեքն է, որի շրջանակում պետք է

սպասել գեոդեզիական ստուգողական չափումների զգալի զանգվածի ցրում: Միայն տարածման դաշտը կլինի 22 մմ:

Պանելները էլեկտրոնային տախտմետրի օգտագործմամբ տեղադրելիս, ըստ կրող շրջանակի անկյունների կոորդինատների, գեոդեզիական նշանները կուղեկցվեն 10 մմ կարգի միջին քառակուսային սխալներով կամ 20 մմ թույլատրելի սխալներով:

Պետք է ընդգծել, որ խոսքը չափումների նորմալ բաշխման օրենքին ենթարկվող պատահական սխալների մասին է: Կոպիտ սխալները հաշվի չեն առնվում, թեև դրանց առաջացումը որոշակի հավանականության աստիճան ունի:

9.7. Կոնստրուկցիաների բարձունքային տեղադրում

Բարձրությունների վրա կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների տեղադրման ու նշահարման ժամանակ հիմնականում օգտագործվում՝ նիվելիրացման երեք եղանակ՝ երկրաչափական, միկրոնիվելիրացման ու հիդրոստատիկ:

Երկրաչափական նիվելիրացումը՝ որպես ամենաարդյունավետ եղանակ, ամենատարածվածն է, որն ապահովում է պահանջվող ճշտությունը գրեթե ցանկացած տեսակի շինարարության համար: Մեծ բարձրության վրա կառույցներ նշահարելիս ներկայումս ավելի հաճախ օգտագործվում են կոմպենսատորներով օպտիկական նիվելիրները, այսինքն՝ ինքնակարգավորվող դիտարկմամբ: Դիտախողովակներն ունեն հիմնականում ուղիղ պատկեր: Բարձր ճշտության օպտիկական նիվելիրների դիտախողովակների խոշորացումը կարող է լինել մոտ 40*, տեխնիկականների համար՝ 20÷30*:

Գեոդեզիական գործիքներ արտադրող գրեթե բոլոր ընկերություններն ընդգրկված են նիվելիրների շուկայում: «YOM3» գործարանն արտադրում է 4H2KL, 3HN3KL, 3H5L նիվելիրներ, «SETL» ընկերությունը արտադրում է DSZ3, AT-20D, AT24D նիվելիրներ, ճապոնական «SOKKIA» ընկերությունը վաճառում է B1, B20, B21, S300, S310, S320, Շվեյցարական «Leica» ընկերությունը՝ Leica LS15 (0.2) գործիքներ և այլն: Գործիքների հայտարարված ճշտությունը, որը բնութագրվում է 1 կմ կրկնակի ընթացքի վերազանցումը չափելու ՄՔՄ-ով, կարող է լինել 0,2 մմ: Տեխնիկական նիվելիրների ճշտությունը տատանվում է 2-4 մմ-ի սահմաններում: Դրանց համար օգտագործվում են թեթև դյուրալյումինի համաձուլվածքներից պատրաստված վանդակավոր ծալովի 3-5 մ երկարության չափաձողեր:

Թվային նիվելիրները աստիճանաբար ավելի լայն տարածվում են գտնում: Սրանք ժամանակակից բազմաֆունկցիոնալ գործիքներ են, որոնք համատեղում են բարձր ճշտության օպտիկական նիվելիրին, էլեկտրոնային հիշողության սարքերով ու ստացված չափումների մշակման համար ներկառուցված ծրագրային ապահովման գործառնությունները: Նիվելիրի հավաքածուն ներառում է շտրիխ կոդերով չափաձողեր, լիցքավորման մարտկոցներ, հիշողության քարտ ու կարգաբերման գործիքներ: Trimble DINI 12 գործիքն ապահովում է 0,3 մմ չափման սխալ 1 կմ կրկնակի ընթացքի վրա ինվար չափաձողով ու 1,0 մմ վանդակավոր չափաձողով: Նիվելիրն ունի հորիզոնական լիմբ, ներքին ծրագրային փաթեթներ, թույլ է տալիս կատարել նիվելիրացման ընթացքի հավասարեցում, աշխատել տախտմետրի ռեժիմում՝ կատարելով նախագծային նիշերի տեղափոխում:

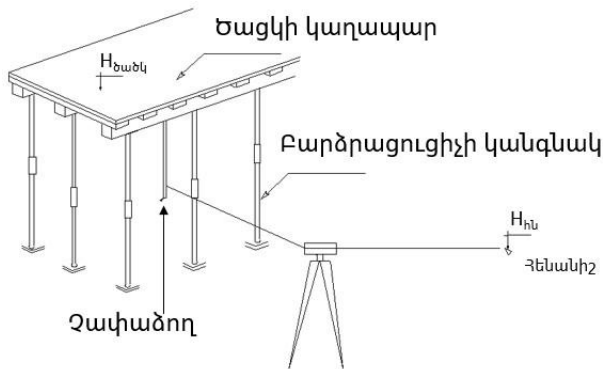
Այսպես կոչված լազերային նիվելիրները կամ հարթություն կառուցողները հաջողությամբ օգտագործվում են նշահարման ու մոնիտորինգային աշխատանքների համար: Նրանց բնորոշող առանձնահատկությունը կառուցվող աշխատանքային մակերևույթը դիտելու ունակությունն է: Նրանց օգնությամբ կարող ենք նշել հորիզոնական, ուղղահայաց կամ թեք հարթություններ: Լազերային նիվելիրներն օգտագործվում են նաև նախագծային դիրքում տեխնոլոգիական սարքավորումների տեղադրումը ստուգելու, ուղղություններ նշելու ու որոշելու, պատերի, սյուների ու կախովի առաստաղների տեղադրման, հատակների նիվելիրացման ու սալիկների տեղադրման համար և այլն: Նման գործիքներն արտադրողները նույնն են, ինչ նշվեց վերևում: Հիմնական տեխնիկական բնութագրերը, օրինակ, Trimble Spectra Precision 1242 լազերային նիվելիրինը, հետևյալն են.

- կոնպենսատորի աշխատանքային միջակայք 11՝,
- սնուցվում է 4 նիկել-կադմիումային մարտկոցներից՝ 40 ժամ ռեսուրսով,
- ճշտությունը՝ $30 \text{ մ} \pm 1,6 \text{ մմ}$, 1 կմ կրկնակի ընթացքի դեպքում՝ $\pm 1,7 \text{ մմ}$,
- աշխատանքային շառավիղը՝ 400 մ:

Նկար 9.16-ում ցույց է տրված միաձույլ առաստաղի կաղապարների նշահարման սխեման:

Նիվելիրը տեղադրվում է այնպես, որ հնարավորինս տեսանելի լինեն կաղապարամածին կապող կցորդիչները: Իմանալով տեղադրման հորիզոնում հենանիշի բարձրությունը՝ որոշվում է գործիքի հորիզոնը, իմանալով առաստաղի ստորին մակերևույթի նախագծային բարձրությունն (այսինքն՝ կաղապարի նրբատախտակի վերին մասը) ու փայտանյութի հաստությունը (տախտակներ ու նրբատախտակ)՝ որոշվում է սալիկի վրա անհրաժեշտ

ցուցմունքը: Նիվելիրացման չափաձողը ուղղահայաց դնելով բրյուսին, ինչպես ցույց է տրված նկարում, և պտտելով համապատասխան բարձրացուցիչը (դոմկրատը)՝ բերվում է չափաձողի վրա հաշվարկված ցուցմունքը:



Նկ. 9.16. Ծաղկի կաղապարի բարձրացուցիչի տեղակայում

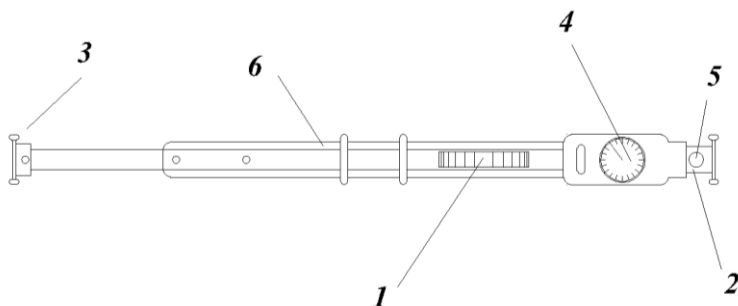
Նիվելիրի փոխարեն հայտնի բարձրության վրա կարող է տեղադրվել լազերային հարթություն կառուցող սարք: Աշխատողները միաժամանակ կկարողանան ինքնուրույն բարձրության վրա ինքնուրույն տեղակայել կաղապարը՝ ստացված հաշվեցույցով չափաձողը տեղափոխելով կանգնակից կանգնակ:

Միկրոնիվելիրացում: Միկրոնիվելիրացումն օգտագործվում է սարքավորումների, շինարարական կոնստրուկցիաների, ուղղությունների և այլնի բարձրության վրա տեղադրելու համար, այսինքն՝ այնտեղ, որտեղ լուծվում է մակերևույթների հորիզոնական դիրքը որոշելու խնդիրը:

Միկրոնիվելիրը (Նկ. 9.17) սարքավորում է, որը բաղկացած է կոշտ հիմքից, որի երկայնքով տեղադրված է գլանաձև հարթաչափ՝ 1 5" բաժանմունքի արժեքով, և եզրերում ունի երկու հենարան՝ շարժական ու ամրագրված, դրանց միջև հեռավորությունը կոչվում է քայլ կամ միկրոնիվելիրի հիմք:

Շարժական 2 հենարանը կոշտ միացված է ժամացույցի նման 4 ինդիկատորին, որը թույլ է տալիս ուղղակիորեն միլիմետրերով որոշել վերազանցումը:

Միկրոնիվելիրով աշխատելուց առաջ անհրաժեշտ է մակերևույթի վրա նշել այն տեղերը, որտեղ տեղադրվում են միկրոնիվելիրի հենարանները՝ ամրացնելով միկրոնիվելիրի հիմքին հավասար հեռավորություններ: Հաստատուն կետերը նշվում են 6-8 մմ տրամագծով շրջանակներով: Գործողության ընթացքում միկրոնիվելիրի հենարանները տեղադրվում են նշված շրջանակների կենտրոնում:



Նկ. 9.17. Միկրոնիվելիր

Դիտարկումները սկսվում են 1-ին կետում շարժական հենարանի տեղադրմամբ:

Օգտագործելով բարձրացնող պտուտակը՝ նիվելիրի բշտիկը բերում ենք զրոյական կետին և ցուցիչից վերցնում հաշվեցույց, որը կհամապատասխանի հետևի «3» ցուցմունքին: Այնուհետև միկրոնիվելիրը պտտում են 180° -ով, միկրոնիվելիրի բշտիկը հետ են բերում զրոյական դիրք և կատարում երկրորդ ընթերցումը «Ա» ցուցիչի վրա:

$$h = \frac{A - C}{2}: \quad (9.64)$$

Յուրաքանչյուր կայանում վերազանցումը որոշելու հետ միաժամանակ որոշվում է սարքի զրոյի տեղը:

Զրոյական կետը հաշվետվություն է այն ցուցանիշի վերաբերյալ, որում միկրոնիվելիրի առանցքը զուգահեռ է միկրոնիվելիրի հենարանները միացնող գծին, դրա արժեքը կարող է հաշվարկվել հետևյալ բանաձևով՝

$$QS = \frac{A + C}{2}: \quad (9.65)$$

Այնուհետև հաշվի առնելով (9.64)՝ կարելի է (9.65) գրել հետևյալ կերպ.

$$h = QS - C: \quad (9.66)$$

Սարքի զրոյական կետը պետք է լինի հաստատուն, QS-ի փոփոխականությունը կարող է տատանվել 0,05 մմ-ի սահմաններում:

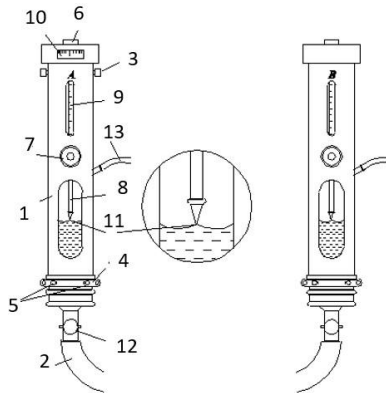


Նկ. 9.18. Նիվելիրային ընթացք

Եթե QS-ի տատանումը գերազանցում է նշված արժեքը, ապա դա վկայում է այն մասին, որ սարքը պետք է կարգաբերվի, կամ պետք է վերացնել նիվելիրացվող մակերևույթի անհավասարությունը:

Հիդրոստատիկ նիվելիրացումը հիմնված է հաղորդակից անոթներում

հեղուկի հատկության վրա, որը պետք է վերաբաշխվի մինչև հիդրոստատիկ հավասարակշռությունը: Ամենապարզ հիդրոստատիկ նիվելիրը բաղկացած է երկու անոթներից, որոնք միացված են խողովակներով: Համակարգի մեջ լցված հեղուկը (օրինակ՝ ջուր) տեղադրվում է մեկ հորիզոնական մակարդակով, որից բարձրության չափումներ են կատարվում: Հիդրոստատիկ նիվելիրի շատ սենսորներ կարող են միավորվել մեկ հաղորդակցման համակարգում, և հեղուկի մակարդակների չափման գործընթացը հեշտությամբ կարող է ավտոմատացվել: Ավտոմատ հիդրոստատիկ նիվելիրացման համակարգերը հատկապես արդյունավետ են նստվածքների մշտադիտարկման ու առարկաների կամ մեխանիզմների ձևախախտումների չափման համար, որտեղ ցանկալի չէ մարդկանց մոտ լինել, օրինակ՝ ճառագայթման առկայության պատճառով:



Նկ. 9.19. Հիդրոստատիկ համակարգ

Ներկայումս հիդրոստատիկ նիվելիրացումն օգտագործվում է տեխնոլոգիական սարքավորումների բարձրությունը ստուգելիս ու ինժեներական կառույցների մշտադիտարկման ժամանակ: Այն հաջողությամբ օգտագործվում է նեղ ու փակ տարածքներում, որտեղ երկրաչափական նիվելիրացումը դժվար է կամ անհնար է կիրառել:

Հիդրոստատիկ նիվելիրացման եղանակը հիմնված է հաղորդակցվող անոթների համակարգի վրա: Նման համակարգում հեղուկով անոթը տեղադրվում է մեկ մակարդակի մակերևույթի վրա: Մա հնարավորություն է տալիս այն օգտագործելու որպես հիմնային մակերևույթ վերազանցումները որոշելիս:

Գործնականում օգտագործվում են շարժական ու ստացիոնար հիդրոստատիկ համակարգեր: Առաջինը նախատեսված է տեղադրումներ կատարելու, երկրորդը՝ ինժեներական կառույցների նստվածքները դիտարկելու համար:

Ֆրայբերգի շարժական հիդրոստատիկ համակարգը (Նկ. 9.19) բաղկացած է երկու անոթներից՝ պիեզոմետրից, որոնք միացված են անոթներով (շլանգներով): Աշխատանքի ընթացքում պիեզոմետրերը կախված են պատի հատուկ հենանիշներից և ամրացվում են բռնակով ու սկոբներով: Պիեզոմետրի ուղղաձիգությունն ապահովվում է ուղղիչ պտուտակներով ու կլոր հարթաչափով:

Վերազանցումը չափվում է միկրոմետրական պտուտակներով՝ պտտելով շտուրվալը, մինչև չափիչ տվիչի ծայրը հպվի հեղուկի մակերևույթին: Հաշվեցույցները վերցվում են 9 (ամբողջ մմ-ով) ու 10 (մմ-ի հարյուրերորդական) պատուհաններում: Համակարգը տեղափոխելիս միացնելու համար օգտագործվում է փականը: Ճնշման տարբերությունների ազդեցությունը վերացնելու համար հիդրոստատիկ համակարգը կարող է հերմետիկացվել, դրա համար շտուցները պետք է միացված լինեն օդային խողովակներով:

Դիտարկումներ կատարելու կարգը: Հիդրոստատիկ սարքը չի պահանջում որևէ նախնական ստուգում: Սարքի աշխատանքը ստուգվում է՝ փոխելով պիեզոմետրերից մեկի բարձրությունը, որը երկու անոթներում փոխում է հեղուկի մակարդակը: Պիեզոմետրերը կախված են պատի հենանիշներից, և դրանց ուղղահայացությունը ստուգվում է 6 կլոր հարթաչափով:

Դիտարկումները սկսվում են՝ բացելով 12 երկու ծորակները: Դրանից հետո անհրաժեշտ է սպասել 1,5-2 րոպե, որ համակարգում ջուրը հասնի հավասարակշռության: Չափման գործընթացը ներառում է ձողերը (շտոկները) միաժամանակ իջեցնելը, մինչև դրանք երկու պիեզոմետրերում հպվեն հեղուկին: Ինչպես արդեն նշվեց, դա ձեռք է բերվում՝ շտուրվալը համապատասխան ուղղությամբ պտտելով, ինչն արվում է չափագրողներից մեկի հրամանով:

Պիեզոմետրի ձողն իջեցվում է, մինչև այն հպվի հեղուկ մենիսկի հետ, բայց ոչ հակառակը: Երբ ձողի ծայրը մոտենում է ջրի մակերևույթին, շտուրվալի պտույտը պետք է դանդաղի: Մետաղը ջրով լավ թրջվելու շնորհիվ ձողի շփման պահը հեշտությամբ հայտնաբերվում է մենիսկի կտրուկ բարձրացմամբ: Սա երաշխավորում է շփման փոքր սխալ (2 մկմ-ից պակաս): Մեկ ու մյուս պիեզոմետրերում շփման պահերի անհամապատասխանությունը չպետք է գերազանցի 5 վրկ-ը:

Հավելուց հետո չափագրողները ցուցմունքներ են վերցնում երկու պիեզոմետրերի կշեռքների վրա՝ արդյունքները գրանցելով մատյանում: Դրանից հետո ձողերը բարձրացնում են մենիսկի վերևում և նորից իջեցնելով դրանք՝ նոր հպում են առաջացնում: Առնվազն երեք այդպիսի հպում է իրականացվում: Եթե այս երեք չափումների արդյունքների միջև անհամապատասխան

նությունները թույլատրելի սահմաններում են, ապա չափագրողները փակում են համակարգի փականը, հետ ծալում սկոբները, հետո բաց թողնելով բռնակները՝ հեռացնում են պիեզոմետրերը չափման կետերից և փոխում դրանց տեղերը: Պիեզոմետրերը կախելուց հետո բացում են համակարգի փականները, ստուգում կասեցման ճշտությունը 6-րդ մակարդակում և սահմանված 2 րոպե սպասելուց հետո կրկնում են չափման գործընթացը:

Հենանիշների առաջին զույգի դիտարկումներն ավարտելուց հետո չափագրողը հանում է իր պիեզոմետրը և այն կախում ընթացքի երկայնքով հաջորդ հենանիշի վրա, իսկ առաջին չափագրողն իր պիեզոմետրի հետ միասին մնում է տեղում: Այս հաջորդականությամբ չափումները կատարվում են ողջ նախատեսված ընթացքի երկայնքով:

Չափման գործընթացում անհրաժեշտ է զգուշորեն վարվել պիեզոմետրերի հետ, հատկապես դրանք նորից կախելիս, ստուգել շլանգների վիճակը, թույլ չտալ, որ այն հպման պահին ուժեղ ոլորվի, և ձևավորվեն փոքր օղակներ, չքայլել շլանգների վրա, չդնել ջեռուցման համար մարտկոցներ: Ցանկալի է, որ պիեզոմետրերում մենիսիուսի վերազանցումն ու շլանգների միջև հեղուկը լինի նվազագույն չափով: Սա նվազեցնում է շլանգների ջերմաստիճանի տարբերությունների ազդեցությունը նիվելիրի ճշտության վրա:

Կայանում վերազանցումը հաշվարկվում է՝ հաշվի առնելով այն փաստը, որ պիեզոմետրերում շկալայի զրոները գտնվում են վերևում՝ ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$h = U - C, \quad (9.67)$$

որում U ու C համապատասխանաբար առջևի (ուղղության) ու հետևի պիեզոմետրերի ցուցմունքներ են:

Դիտարկումների որակի ստուգումը գնահատվում է չափումների արդյունքներով: Վերազանցումների միջև առավելագույն տարբերությունները չպետք է գերազանցեն 0,07 մմ-ը: Սարքի զրոյական դիրքը ստուգվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$2S = d_1 - d_2 = \frac{(U - C)_{միջ.1} - (U - C)_{միջ.2}}{2}, \quad (9.68)$$

որում d_1 ու d_2 -ը պիեզոմետրի սանդղակների զրոներից մինչև դրանց կախման հենանիշի հեռավորություններն են: $2S$ արժեքների տատանումները չպետք է գերազանցեն 0,15 մմ-ը:

Եթե դիտարկումները ուշադիր են իրականացվում, ապա պոլիգոնում վերազանցումների գումարի անհամապատասխանությունը սովորաբար չի գերազանցում $f_h \leq 0,4$ մմ-ը:

9.8. Կոնստրուկցիաների ուղղահայաց դիրքի տեղակայում

Շինմոնտաժային արտադրության մեջ, ինչպես նաև կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների ձևախախտումները դիտարկելիս, կառույցների ուղղահայացության ստուգումն ամենատարածված գործընթացն է: Կոնստրուկցիաների ուղղահայաց տեղադրումն իրականացվում է գործիքների ու սարքերի միջոցով, որոնք որոշում են ուղղահայաց գիծը կամ ուղղահայաց հարթությունը: Տեղադրման հիմնական եղանակներն են մեխանիկական ուղղահայաց (լարային ուղղալար, մոնտաժային քանոն՝ վերևի հարթաչափով կամ օպտիկական քառակուսով, չափաձող հարթաչափով, չափաձող-ուղղալար) ու օպտիկական ուղղահայաց եղանակները (զենիթային գործիքներ, նադիրի գործիքներ, թեոդոլիտ, օպտիկական կենտրոնադիր), նաև ուղղահայաց եղանակի ռեֆերենդ հարթությունը (թեոդոլիտի համադրման հարթություն, լազերային պլանասկաներ և այլն):

Ուղղահայացությունը կարգավորելիս լարային ուղղալարն ամրացվում է կոնստրուկցիայի վերին մասում գտնվող կրոնշտեյնին, իսկ ներքևում գտնվող լարի վրա ծանրոց է ամրացվում՝ ընկղմված խոնավացնող հեղուկի մեջ (տրանսֆորմատորային ու ավտոմոբիլային յուղ): Տեղակայումն ավարտված է հաշվվում կոնստրուկցիան տեղափոխելուց ու դրա մոնտաժային առանցքը պատվող գծի պրոյեկցիայի հետ տեղադրելուց հետո: Կոնստրուկցիաներն ուղղահայացից շեղումների չափումները կատարվում են, որպես կանոն, նուստրաչափիչի օգտագործմամբ:

Ուղղահայաց պրոյեկտման սարքեր: Բարձրահարկ շենքեր ու շինություններ կառուցելիս, ինչպես նաև նեղ շինհրապարակի պայմաններում ներքին նշահարման ցանցի առանցքների կամ կետերի տեղափոխումը (հիմնական պատկերներ) ավելի բարձր մոնտաժային հորիզոններ իրականացվում է ուղղահայաց պրոյեկտման եղանակով: Այդ նպատակների համար փոխանցվող կետերի վերևում գտնվող տեղադրման վերին հորիզոնների առաստաղներում պետք է նախապես տեղադրվեն մոտ 200×200 մմ չափերի անցքեր: Փոխանցումն իրականացվում է հատուկ սարքերով, որոնք կոչվում են ուղղահայաց պրոյեկտման սարքեր (ՈւՊՍ): Դրանք կարող են լինել լազերային ու օպտիկական (Նկ. 9.20, տեխնիկական պայմանագիրը՝ Աղ. 9.1-ում):

Եթե սարքով պլանային կետը ուղղահայաց ելքով ստորին հորիզոնից պրոյեկտում են դեպի վերև, ապա այդպիսի սարքը երբեմն կոչվում է զենիթային սարք: Հակադարձ ճարտարագիտության մեջ գործիքը կոչվում է նադիր գործիք: Որոշ սարքեր ունեն երկու գործառնություն:



Նկ. 9.20. Ուղղահայաց պրոյեկտման օպտիկական սարք FG-L100

Աղյուսակ 9.1.

FG-L100-ի տեխնիկական բնութագիրը

Դիտախողովակի խոշորացում	31,5
Օբյեկտիվի տրամագիծը, մմ	40
Տեսադաշտի անկյունը, °	1,3
Կոմպենսատորի աշխատանքային տիրույթը, '	±10
Կոմպենսատորի տեղադրման միջին սխալ, "	±0,15
Կոմպենսատորի տեղադրման ժամանակը, վրկ	< 1
Գլանային հարթաչափի բաժանմունքի արժեքը, "	30
Օպտիկական կենտրոնադիրի ֆոկուսավորման սահմանը, մ	0,5
Կենտրոնացման ճշտությունը 1,5 մ բարձրության վրա, մմ	0,5
Սարքի բարձրությունը, մմ	295
Սարքի քաշը, կգ	3,7

Զենիթային սարքի միջոցով կետն ուղղահայաց վերին մոնտաժային հորիզոններին փոխանցելու գործընթացը պարզ է: Սարքը կենտրոնացվում է այն կետի վրա, որը պետք է պրոյեկտիվի՝ բերվելով աշխատանքային դիրքի: Թափանցիկ հիմքի վրա պալետկան տեղադրվում է տեխնոլոգիական անցքի վերևում տեղադրման պահանջվող մակարդակում: Պալետկան ունի ուղղանկյուն կողորդինաստների ցանց: Կետի պրոյեկտման գործընթացը բաղկացած է պալետկայի վրա սարքի զենիթային դիտման առանցքի պրոյեկցիայի

կենտրոնի կոորդինատների որոշումից: Այդ կետը նշվում է պալետկայի վրա: Նշված կետի վերևում կենտրոնացվում է թեոդոլիտ կամ տախտմետր:

Փոխհատուցիչի սխալների, այլ կերպ ասած՝ դիտման առանցքի ոչ ուղղահայացության պատճառով առաջացող սխալների ազդեցությունը նվազեցնելու համար պալետկայի վրա կոորդինատները ամրագրվում են երկու անգամ (յուրաքանչյուր 180° պտույտի):

Դիտման առանցքի ու սարքի պտտման առանցքի անհամապատասխանության հետևանքով առաջացած կենտրոնացման սխալների ազդեցությունը նվազեցնելու համար դիտման առանցքի պրոյեկցիան պալետկայի վրա նշվում է եռոտանի վրա կանգնած գործիքի երեք դիրքում՝ յուրաքանչյուր 120° -ում:

FG-L100 ուղղահայաց պրոյեկտման օպտիկական սարքը հայտնի PZL-100-ի անալոգն է, որը նախկինում արտադրվել է Carl Zeiss Jena-ի կողմից: FG-L100 սարքը նախատեսված է սարքի կանգնած կետի պլանային դիրքը զենիթ (ուղղահայաց դեպի վերև) փոխանցելու համար (100 մ բարձրության դեպքում՝ ± 1 մմ սխալով): Սարքն ունի հուսալի կոմպենսատոր՝ օդային դեմպֆերով:

Կան ուղղահայաց պրոյեկտման այլ սարքեր, օրինակ՝ DZJ2՝ օպտիկական ուղղահայաց պրոյեկտման սարք՝ լազերային մարկերով: Այս սարքը թույլ է տալիս 100 մետրում 2,5 մմ ճշտությամբ փոխանցել կետի պլանային դիրքը զենիթային ուղղությամբ (Նկ. 9.21):



Նկ. 9.21. Ուղղահայաց պրոյեկտման սարք DZJ2

Ուղղահայաց պրոյեկտման լազերային սարքերն արտադրվում են գեոդեզիական սարքավորումներ արտադրող բազմաթիվ ընկերությունների կողմից: Այս սարքերը՝ որպես արտանետիչներ, օգտագործում են կիսահաղորդչային լազեր՝ առաջացնելով ճառագայթում սպեկտրի տեսանելի կարմիր (կապույտ) հատվածում: Սարքը կենտրոնացվում է մի կետի վրա՝ օգտագործելով ներկառուցված լազերային անկումներ մինչև 5 մ բարձրության վրա:

Սարքերը, որոնք ապահովում են ճառագայթի ուղղահայացությունը, կոմպենսատորներ են, հաճախ համակցված, օրինակ՝ օդամագնիսական:

Ուղղահայաց լազերային սարքերը բավականին մեծ պահանջարկ ունեն Եվրոպայում, Ռուսաստանում և այլ երկրներում: Դրանք հաջողությամբ օգտագործվում են ուղղահայաց վերև (ներքև) կետերի նշահարման համար, շինարարական կոնստրուկցիաների տեղադրման ժամանակ, մոնոլիտ տան շինարարության մեջ կաղապարի ուղղահայացությունը ստուգելու ու այլ աշխատանքներում:

Կոնստրուկցիաների ուղղահայաց առանցքների տեղադրումն ու հավասարեցումն առավել հաճախ իրականացվում են թեոդոլիտի միջոցով՝ թեք դիտման եղանակով:

Որպես օրինակ՝ Նկար 9.22-ում ցույց է տրված սյան տեղադրման սխեման՝ թեք ճառագայթով՝ օգտագործելով թեոդոլիտներ: Այս դեպքում թեոդոլիտը տեղադրվում է առանցքը ամրացնող նշանից վերև գտնվող կոնստրուկցիայի բարձրությունից ոչ պակաս հեռավորության վրա կամ դրան զուգահեռ գծի վրա, որը թեք ճառագայթով շարժվում է դեպի վերև:

Ուղղահայացը կառուցելիս սխալը կախված է սարքի պտտման առանցքի թեքման, դիտարկման ու կոնստրուկցիայի կառուցման սխալներից:

Գործիքի տեղադրման սխալները կախված են հորիզոնական շրջանի զգայունությունից ու թեոդոլիտի դիտախողովակի խոշորացումից:

Այսպիսով՝ թեոդոլիտով ուղղահայացի կառուցման սխալը հետևյալն է՝

$$m_{nli} = \sqrt{m_{\theta}^2 + m_h^2 + m_{\Delta l}^2 + m_{\omega}^2}, \quad (9.69)$$

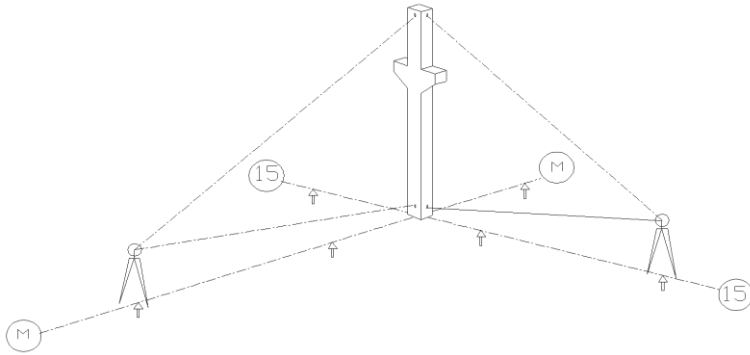
որում թեոդոլիտի պտտման առանցքի թեքության (սարքի հորիզոնականության սխալը)՝

$$m_h = \frac{0,5}{\rho} h,$$

ու դիտարկման սխալները՝

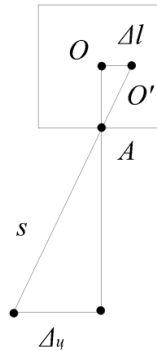
$$m_{\omega} = \frac{20''\sqrt{2}s}{v\rho},$$

m_{ω} -ն արտաքին պայմանների ազդեցության սխալն է, τ -ն՝ հարթաչափի բաժանմունքի արժեքը ($20''$), h -ը՝ կոնստրուկցիայի բարձրությունը, v -ն՝ դիտախողովակի խոշորացումը, s -ը՝ թեոդոլիտից մինչև կոնստրուկցիայի վերին կետի հեռավորությունը:



Նկ. 9.22. Մյան ուղղահայաց դիրքի տեղադրման սխեմա

Եթե ստորին առանցքային կետը A (Նկ. 9.23) ու վերին ստուգված կետը գտնվում են տարբեր ուղղահայացների վրա, օրինակ՝ առաջինը գտնվում է հիմքի ցուկուլի կտրվածքի վրա, իսկ երկրորդը՝ կոնստրուկցիայի երկայնական առանցքի վրա, ապա թեոդոլիտի շեղումն այս կետերի ուղղագծից $\Delta_{\text{կ}}$ կհանգեցնի սխալ՝ O կետը $\Delta_{\text{լ}}$ արժեքի վրա տեղադրելիս՝ $\frac{\Delta l}{\Delta_{\text{կենտ}}} = \frac{l}{s}$:



Նկ. 9.23. Թեոդոլիտի անուղղահայացության սխալը

Այս արտահայտության մեջ l-ը OA հատվածի պրոյեկցիան է հորիզոնական հարթության վրա: Տեղաշարժերն արտահայտելով ՄՔՄ-ով՝ կստանանք՝

$$m_{\Delta l} = m_{\text{կենտ}} \frac{l}{s}$$

Եթե ստուգվող կառույցում վերին ու ստորին առանցքային կետերը գտնվում են միևնույն սյունագծի վրա ($l = 0$), ապա թեոդոլիտի ֆիքսված տեղադրումը չի ազդում ուղղահայաց հարթության կառուցման վրա: T2 թեոդոլիտի համար ($\tau = 20''$, $\nu = 30^\circ$), $h = s = 50$ մ և բարենպաստ պայմանների դեպքում կստանանք $m_{\text{հ}} = 2,5$ մմ:

9.9. Մոնտաժային աշխատանքների ընթացքում գեոդեզիական չափումների ճշտությունը

Առավելագույն ուշադրություն է դարձվում գեոդեզիական նշահարման, հանույթներին, ինչպես նաև կիրառական գեոդեզիայում շինարարության ոլորտի հիմնախնդիրների լուծման գեոդեզիական հիմքի կառուցմանն առնչվող ճշտության հարցերին:

Շենքերի ու տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժման ժամանակ գեոդեզիական աշխատանքի ճշտության պահանջներն որոշվում են նախագծային ու կարգավորող փաստաթղթերով (ՄՆԻՊ ու ԳՈՍՏ)՝ բնութագրվելով կոնստրուկցիաների առանցքների համատեղման, նշահարման առանցքների, ինչպես նաև կոնստրուկցիաների տարրերի սմետրիկ տեղադրման թույլատրելիությամբ: Ճշտության վեց դասերի համար նման թույլտվությունների մասին ներկայացվել է Գլուխ 8-ում (համաձայն ԳՕՍՏ 21779-82 «Տեխնոլոգիական թույլտվությունների»):

Երկաթբետոնի, քարի, մետաղի, փայտի ու այլ տեսակի կոնստրուկցիաների մոնտաժման ճշտության ստանդարտ բնութագրերը կառավարման մեթոդների նկարագրությամբ կառուցված փաստաթղթերի տեսակով տրված են ՀՀՇՆ IV-10.01.01-2006 «Կրող ու պարսպային կոնստրուկցիաներում»:

Տեխնոլոգիական սարքավորումների մոնտաժման ու հավաքման ճշտության բնութագրերն որոշվում են այդ սարքավորումների մեխանիզմների ու ագրեգատների հավաքման պահանջներով՝ արտացոլվելով արտադրողների նախագծային փաստաթղթերում ու աշխատանքային գծագրերում: Հաստատված որոշ մեքենաների, մեխանիզմների, տեղակայանքների ու սարքավորումների համար մշակվել են գերատեսչական կարգավորող փաստաթղթեր: Օրինակ՝ թղթի արտադրության մեքենաների, գազատուրբինային ագրեգատների ու տեքստիլ սարքավորումների մոնտաժման առավելագույն շեղումները 0,05-0,7 մմ են. պլանում տեղաշարժերը կարող են սահմանափակվել 0,25-1,0 մմ, բարձրության վրա՝ 0,03-0,05 մմ՝ 1 մ երկարության համար: Այնուամենայնիվ, զգալի թվով կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների մոնտաժման ժամանակ գեոդեզիական աշխատանքների համար (հատկապես անհատական չափիչ գործողությունների առումով), ճշտության ստանդարտները, որպես կանոն, հստակորեն չեն տրվում և կարող են ստացվել միայն հաշվարկով:

Ճշտության հաշվարկը բաղկացած է ստացված պարամետրերի արժեքների որոշումից՝ լուծելով ճշտության հավասարումն ու համեմատելով դրանք գործառական պահանջների հիման վրա հաստատված արժեքների

հետ: Բաղադրիչ պարամետրեր են տարրերի չափերը, միջառանցքային ու միջբարձունքային չափերը և այլն: Ստացված պարամետրերն են տարրերի միջև եղած բացերը, տարրերի հենարանի խորությունը, տարրերի սխալ դասավորվածությունը, ոչ ուղղահայացությունը և այլն:

Ճշտությունը հաշվարկելու սկզբնական տվյալը կախվածության հավասարումն է ստացված X բաղադրիչի ու x_i պարամետրերի միջև, որոնք ներառված են հաշվարկման սխեմայում՝

$$X = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n = \sum_{i=1}^n C_ix_i,$$

որում C_i -ն գործակից է, որն արտացոլում է ստացված X պարամետրի երկրաչափական կախվածությունը x_i բաղադրիչներից, n -ը՝ բաղադրիչի պարամետրերի քանակը:

Կոնստրուկցիաների ու սարքավորումների կառուցման ու տեղադրման գործընթացը, անկախ շինարարության եղանակից ու սարքավորումների տեսակից, ուղեկցվում է ստուգողական գեոդեզիական չափումներով, որոնք կատարվում են կոնստրուկցիաների իրական պլանային ու բարձունքային դիրքը, ինչպես նաև դրանց ուղղահայացությունն որոշելու նպատակով:

Ստուգողական չափումների կատարման գեոդեզիական հիմքը շենքի կամ շինության արտաքին ու ներքին նշահարման ցանցերի նշաններն են: Կառույցի տարրերի ու կոնստրուկցիաների պլանային դիրքի գեոդեզիական հսկողություն իրականացնելիս ստուգում են լայնակի առանցքների կամ կոնստրուկցիաների երեսների իրական դիրքը նշահարման առանցքների կամ դրանց զուգահեռ գծերի նկատմամբ: Բարձրության հսկողության ժամանակ ստուգվում է կառույցների կրող հարթությունների բարձրության դիրքը: Կոնստրուկցիաների ուղղահայացությունը վերահսկվում է ուղղահայաց հարթության նկատմամբ:

Ստուգողական չափումներ կատարելու նախնական փաստաթղթերը, մի կողմից, ցույց են տալիս շինհրապարակի ու մոնտաժային հորիզոնների գեոդեզիական նշահարման նշանների տեղակայությունը, ուղղությունների պլաններն ու կապակցման սխեմաները: Մյուս կողմից էլ կան կոնստրուկցիաների տարրերի աշխատանքային գծագրեր՝ դրանց կապակցումը կոորդինատային առանցքներին:

Կոնստրուկցիաների տարրերի իրական դիրքը պլանում, բարձրության վրա, դրանց ուղղահայացությունը, համակցվածությունը, հորիզոնականությունը, թեքությունը, հարթությունների համադրությունը, ներկառուցված տարրերի դիրքը, անցքերն ու այլ առանձնահատկություններ որոշվում են առանցքների, տեղադրման կամ տեղադրված նշանների միջև հեռավորու-

թյունների ուղղակի չափումներով, իսկ մոնտաժված մասերի եզրերը՝ օգտագործելով ստանդարտացված չափիչ գործիքներ: Չափումների m միջին քառակուսային սխալն ու δ ստուգողական պարամետրի թույլատրելի (առավելագույն) շեղումը հետևյալ հարաբերություններում են՝

$$m \leq 0,2\delta : \quad (9.70)$$

Այս դեպքում չափիչ գործիքի ամենափոքր բաժանմունքի կամ սարքի հաշվեցույցի արժեքը պետք է լինի ոչ ավելի, քան ստուգվող պարամետրի թույլատրելիության 0,1-ը [4, 12]:

Շողային աշխատանքների ճշտությունը՝ փոստրակը փորելու, ճանապարհների հողային պաստառի, խրամուղիների կառուցման ու լիցքերի, տարածքների ուղղաձիգ պլանավորման ժամանակ իրականացվում են ինչպես պլանային, այնպես էլ բարձունքային ստուգումներ: Բարձունքային ստուգումն իրականացվում է երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ, իսկ պլանային ստուգումը՝ տարբեր եղանակներով կատարվող ուրվագծային հանույթով: Էլեկտրոնային տախոմետրի առկայության դեպքում ավելի հեշտ է ստուգողական աշխատանքները կատարել տախոմետրական հանույթով:

Հիմքերի պլանային դիրքի ստուգումներն իրականացվում են դրանց առանցքների միջև ներկառուցված մասերի առանցքների ու անկերային պտուտակների միջև եղած հեռավորությունների չափման միջոցով: Նշահարման առանցքները հիմքից վերև բարձրացնելով՝ դրանցից չափում են հիմքի իրական չափերն ու համեմատում նախագծային չափերի հետ՝ գտնելով թույլատրելի շեղումները: Երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ որոշում են հիմքի մակերևույթի բնորոշ կետերի բարձրությունները:

Ստորին հատվածում կրող կոնստրուկցիաների տարրերի (սյուներ, պատեր, հենասյուներ) պլանային դիրքը որոշվում է նշահարման առանցքներից կամ դրանց զուգահեռ գծերից՝ գծային չափումներով: Բացի դրանից՝ չափվում է կրող կոնստրուկցիաների հարթությունների շեղումն ուղղահայացից: Գծային չափումները սովորաբար կատարվում են չափերիզներով, իսկ ուղղահայացությունը ստուգվում է կա՛մ երկուստեանոց հարթաչափով չափաձողերով, կա՛մ նույն չափի ուղղալարով չափաձողերով: Փոքր բարձրության (մինչև երեք մետր) մեծ կրող տարրերի ուղղահայացությունը կարելի է հարմար կերպով ստուգել կողային նիվելիրացմամբ՝ օգտագործելով թեռոլիտ ու վանդակավոր չափաձողեր:

Միաձույլ շինարարական եղանակներով շենքեր ու շինություններ կառուցելիս բետոնապատումից առաջ ստուգվում է կաղապարի պլանային ու բարձունքային դիրքը:

Ի տարբերություն հավաքովի շինարարության՝ մոնոլիտ շենքեր կառուցելիս շինարարական տարրերի որակն ուղղակիորեն կախված է ինչպես կաղապարի որակից, այնպես էլ դրա մոնտաժման ճշտությունից: Կաղապարամածը կարող է տեղադրվել պլանային որոշակի տեղաշարժով, այն կարող է ենթարկվել ոլորման ազդեցության, և դրա ուղղահայացությունը կարող է խախտվել: Ամենից շատ կաղապարի տարածական դիրքը խախտվում է բետոնապատման գործընթացում. այն ոչ միայն ձևախեղվում է, այլև պարզապես կարող է տեղաշարժվել անբավարար կոշտ ամրացման պատճառով: Այս առումով կաղապարի տարածական դիրքի ստուգումն իրականացվում է հատկապես զգույշ ու ոչ ընտրովի, այլ բետոնացման համար պատրաստված յուրաքանչյուր տարրի համար:

Վերելակների հորանները շինարարության ընթացքում ստուգվում են՝ բացվածքի ներքին չափերը չափելով ու դրա մակերևույթների ուղղահայացությունը որոշելով: Բացվածքի պլանային դիրքը որոշվում է նշահարման առանցքներից կատարվող չափումներով, անկյունագծերի չափերը՝ պողպատե ժապավենով, իսկ շախտի բացվածքի ներքին մակերևույթների ուղղահայացությունը կարելի է ստուգել՝ օգտագործելով ուղղալարեր, օպտիկական կենտրոնադիրներ կամ լազերային ուղղահայաց պրոյեկտման սարքեր:

Մոնտաժային հորիզոնի կոնստրուկցիաների բարձունքային դիրքը ստուգվում է աշխատանքային հենանիշներից երկրաչափական նիվելիրացմամբ:

Յուրաքանչյուր տեսակի շինմոնտաժային աշխատանքների ավարտն ուղեկցվում է գեոդեզիական կատարողական հանույթով, որի նպատակն է որոշել կառուցված կառույցի կամ ամբողջ օբյեկտի կառուցված կամ մոնտաժային տարրերի ու կոնստրուկցիաների իրական պլանային ու բարձունքային դիրքը:

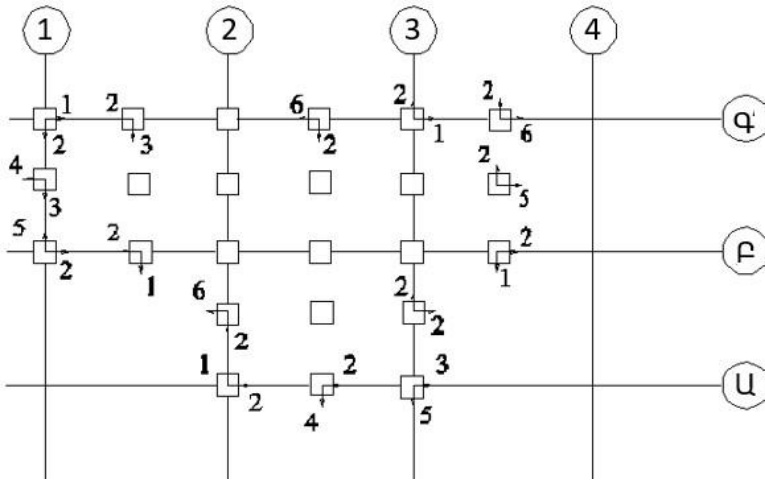
Պլանային կատարողական հանույթներն իրականացվում են կառույցի պլանային արտաքին կամ ներքին նշահարման ցանցի կետերից, նշահարման առանցքների կամ դրանց զուգահեռների ամրացված կետերից՝ ուղղանկյուն կոորդինատների, նշահարման ու գծային հատումների, կողային նիվելիրացման կամ բևեռային եղանակի միջոցով՝ էլեկտրոնային տախոմետրով: Ավարտված շինության տարրերի մեծ բարձրության վրա կառուցված հանույթն իրականացվում է երկրաչափական նիվելիրացմամբ՝ բարձր ճշտության աշխատանքային հիմքի նշաններից, բայց կարող է իրականացվել նաև եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ՝ էլեկտրոնային տախոմետրով: Կառուցված կառույցների ուղղահայաց դիրքը որոշվում է մեխանիկական կամ էլեկտրոնային ուղղալարերով ու հարթաչափ ունեցող չափաձողերով: Կա-

ռուցվածքների զգալի բարձրությունների համար (ավելի քան 5 մ) օգտագործվում է թեղողիտ:

Նախքան խրամուղիները հողով լցնելը կատարվում է ստորգետնյա հաղորդակցությունների գեոդեզիական շինարարական հանույթ: Այս դեպքում որոշվում են դիտահորերի իրական պլանային ու բարձունքային դիրքը, շրջադարձային կետերն ու ուղեգծի թեքությունների տարբերությունները: Ավելի հեշտ է հանութագրել ստորգետնյա հաղորդակցությունները՝ օգտագործելով էլեկտրոնային տախտմետր կոորդինատային ռեժիմով նշահարման հիմքի կետերից:

Կառուցված հողային կառույցների հանույթի ընթացքում որոշվում են փոսորակների եզրերը, խրամուղիների եզրագծերն ու պլանավորման նախագծային հարթությունների սահմանները: Վերին ու ստորին եզրերը հանութագրվում են, երբ փորվածքների խորությունը կամ փորվածքների բարձրությունը 3 մ-ից ավելի է, բարձրության ուսումնասիրության ենթակա են փոսորակների ուրվագծերը, հիմքերի բարձրությունների տարբերությունները և այլն: Փոսորակի հանույթի արդյունքների գրաֆիկական ներկայացման օրինակ ներկայացված է Նկար 8.8-ում:

Փոքր փոսորակի խորության վրա սյունացների դաշտի կառուցված հանույթը կարող է իրականացվել էլեկտրոնային տախտմետրով փոսորակի կողքից՝ շենքի արտաքին նշահարման ցանցի կետերից: Զգալի խորություններում տախտմետրը տեղադրվում է փոսորակի հատակին, իսկ կանգնած կետի կոորդինատները որոշվում են հակադարձ հատումներով՝ ըստ անդրադարձային նշանների, որոնք նախապես տեղադրվում են փոսորակի կողքերին, հենապատերին ու ցցասյուների երեսպատման հենապատերին: Հանույթն իրականացվում է բևեռային եղանակով: Ցցասյուների շեղումն իրենց նախագծային դիրքից որոշվում է մոտավորապես սանտիմետրով: Երբ սվայները գտնվում են մեկ շարքի վրա, բոլոր ցցասյուները ենթակա են հանութագրման: Ցցասյուների երկու ու եռաշար դիրքի շարքի սկզբում ու վերջում գտնվող ցցասյուները ենթակա են հանութագրման երկայնական ու լայնակի առանցքներից, իսկ մյուսները՝ երկայնական առանցքների նկատմամբ: Շարունակական ցցասյուների դաշտում ամենաարտաքին ու անկյունային ցցասյուները ենթակա են հանութագրման: Համատարած հանույթի դեպքում հանութագրվում են եզրային ու անկյունային ցցասյուները. եզրայինները՝ շրջագծերից, իսկ անկյունայինը՝ երկայնակի ու լայնակի առանցքներից: Կառուցված ցցասյուների դաշտի հանույթի մի հատվածը տրված է Նկար 9.24-ում:



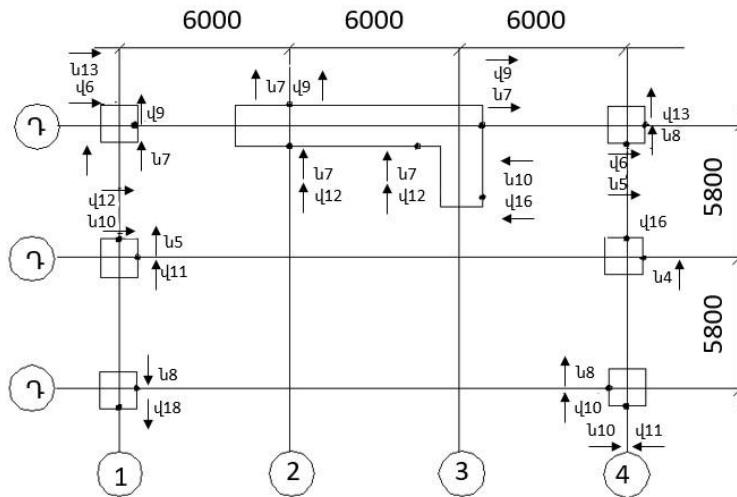
Նկ. 9.24. Ցասյանների (սվայների) դաշտի կատարողական հանույթ

Հիմքի կատարողական հանույթի համար նախ դրանց մակերևույթին տեղադրվում են նշահարման առանցքները, այնուհետև գծային չափումների միջոցով (չափերիզներով) որոշվում են հիմքի ցցասյուների չափերն ու շեղումը նախագծից: Հիմքի մակերևույթը հարթեցվում է երկրաչափական կամ եռանկյունաչափական նիվելիրացմամբ: Հիմքի կատարողական հանույթի օրինակելի սխեմա ցույց է տրվել Նկար 8.9-ում:

Կատարողական սխեմաներում ցույց են տալիս շեղումներ, հատակի վերևի ու ներքևի նախագծային բարձրություններից բոլոր հորիզոններում ու մոնտաժային հորիզոններում: Նիվելիրացումն ավելի հեշտ է անել երկրաչափական եղանակով՝ չափաձողը տեղադրելով առանցքների հատումներում (աչքաչափով) ու մեջտեղում:

Միաձույլ երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների կատարողական հանույթների ժամանակ հարթությունների ու դրանց հատման գծերի շեղումները նկուղային հատակի կոնստրուկցիաների, պատերի, սյուների, հենասյուների ուղղահայաց կամ նախագծային թեքությունից հանվում են և ցուցադրվում գծապատկերների վրա: Հանույթն իրականացվում է տեղանքի ողջ բարձրության կամ հարթության վրա: Պլանային տեղաշարժերը չափվում են չափերիզներով նշահարման առանցքներից կամ դրանց զուգահեռ գծերից: Ուղղահայացից շեղումները չափվում են ուղղալարով չափաձողով կամ երկար հիմքով (2-2,5 մ) կլոր հարթաչափով չափաձողով:

Մոնտաժային հորիզոնի կրող կոնստրուկցիաների կատարողական հանույթի մի հատված ներկայացված է Նկար 9.25-ում:



Նկ. 9.25. Մոնտաժային հորիզոնի կատարողական հանույթի սխեմա

Հավաքովի տարրերի կատարողական հանույթի ժամանակ գծապատկերների վրա ցուցադրվում են հիմքի բլոկների ու բաժակների, առանցքների ու հավաքովի տարրերի երեսների, կրող պատերի, սյուների, ինչպես նաև հեծանների ու ռիգելների շեղումները: Բարձրությունը պետք է որոշի սյուների, արտաքին պատերի կախովի պանելների, ծածկի պանելների հարթությունների հորիզոնականությունը:

Վերելակների կատարողական հանույթի ընթացքում չափվում են հորանի (շախտի) կողմերի հեռավորությունները հատակի մակերևույթի նշահարման առանցքներից՝ համեմատվելով նախագծային չափերի հետ: Հորանների պատերի շեղումներն ուղղահայացից չափվում են վերին հարկից իջեցված ծածկագծերի միջոցով: Անկյունագծերը չափվում են պլանում յուրաքանչյուր հորիզոնի հատվածների երկայնքով:

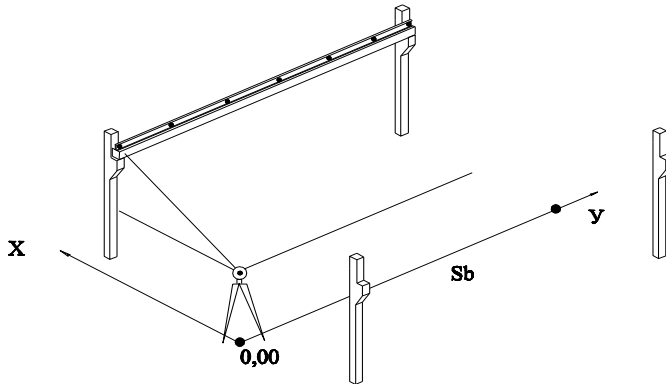
Արդյունաբերական շենքերի ու շինությունների համար սյուները, հենարանները, ֆերմաները, ռիգելները, բացվածքները, կռունկների ճառագայթները, պողպատե տախտակամածները, աշտարակներն ու աշտարակային կառույցները, խողովակները, բունկերները, գլխամասերը ու այլ կառույցներ ենթակա են կատարողական հանույթի:

Էլեկտրոնային տախտմետրով հարմար է թվարկված և, ընդհանրապես, անմատչելի կառույցների տարածական դիրքի կատարողական հանույթներ կատարել: Այդ նպատակների համար բնական կլինեն օգտագործել այն կետերը, առանցքներն ու հիմքերը, որոնցից կատարվել են մոնտաժային աշխատանքներ, կոնստրուկցիաների ճշտում ու սարքավորումների կարգաբերում: Եթե սարքավորման տեղադրման ընթացքում դրա հարթությունների ու եզրե-

րի վրա գծանշումներ են արվել, և ամրացվել են կետեր կամ անդրադարձիչ կատաֆոտեր, ապա ավելի հեշտ է օգտագործել այդ կետերը որպես կատարողական հանույթի կետեր: Եթե անդրադարձիչ կատաֆոտեր նշաններ չկան, ապա կարող եք օգտագործել էլեկտրոնային տախտմետրն առանց անդրադարձիչ չափման ռեժիմով:

Օրինակ՝ ամբարձիչների գծերի կատարողական հանույթի ժամանակ (Նկ. 9.26) արտադրամասի հատակի մակերևույթին հիմք է դրվում գծերի կրող կոնստրուկցիաներին զուգահեռ:

Որպես կոորդինատային ելակետ ընդունելով առաջին բազային կետը՝ հիմքի ուղղությունը համակցվում է կոորդինատային առանցքներից մեկի ուղղության հետ (օրինակ՝ Y առանցքը), այնուհետև երկրորդ բազային կետը կունենա $X = 0,000$ կոորդինատներ, $Y = S_b$, որում S_b -ն բազիսի երկարությունն է: Նման բազիսներ կարող են լինել մի քանիսը:



Նկ. 9.26. Ամբարձիչի տակի գծի կատարողական հանույթ

Էլեկտրոնային տախտմետրը տեղադրվում է առաջին ելակետի վրա, բերվում է աշխատանքային դիրքի, և մտնելով նշահարման ռեժիմ՝ մուտքագրվում են կանգնած կետի կոորդինատները: Տախտմետրը կողմնորոշվում է երկրորդ ելակետի երկայնքով՝ ցուցմունքը դնելով $90^{\circ}00'00''$:

Հետևողականորեն վերցնելով հանույթի կետերը, այսինքն՝ որոշվում են այդ կետերի կոորդինատները: Հանութագրվող կետերը պետք է ինչ-որ կերպ նշվեն: Այսպիսով, եթե հանութագրումն իրականացվում է «թաղանթի վրա», ապա կատաֆոտ նշանները (անդրադարձչային թաղանթ) պետք է սոսնձվեն նշահարման կետերին: Եթե անդրադարձչային թաղանթ չկա, ապա հանութագրվող կետերում տեղադրվում է անկյունային անդրադարձիչ: Եթե էլեկտրոնային տախտմետրն ունի առանց անդրադարձիչ չափման ռեժիմ, ապա վերցվող կետերը պարզապես նշվում են ներկով: Կախված աշխատանքային ռեժիմից՝ պետք է սահմանվի գործիքի համապատասխան մշտական ուղղում:

Առաջին բազիսային կետում աշխատանքն ավարտելուց հետո տախտմետրը տեղադրվում է երկրորդ կետի վրա և բերվում աշխատանքային դիրքի: Հանութագրման ռեժիմում մուտքագրվում են կանգնած կետի կոորդինատները՝ $X = 0.000$; $Y = Sb$: Տախտմետրն ուղղվում է առաջին բազիսային կետին և ցուցմունքը դրվում է $270^{\circ}00'00''$: Հանույթը կրկնում են՝ նորից որոշելով հանութագրվող կետերի կոորդինատները:

Երրորդ H կոորդինատը որոշվում է գործիքի $H\rho$ բարձրության միջոցով X ու Y կոորդինատների հետ միաժամանակ: Գործիքի բարձրությունը հաշվարկվում է ըստ շինարարական հենանիշի, որի վրա տեղադրվում է նիվելիրացման չափաձողը, իսկ տախտմետրի դիտախոդովակը դրվում է հորիզոնական դիրքի՝ ըստ ուղղաձիգ շրջանի (0° կամ 270°) ցուցմունքին: Հենանիշի բարձրության վրա ավելացնելով չափաձողի ցուցմունքը՝ ստանում ենք գործիքի բարձրությունը, որն օգտագործվում է հանութագրվող կետերի բարձրությունները հաշվարկելու համար:

Հանույթի արդյունքները կարող են ծառայել որպես կռունկների գծերի վերջնական պլանաբարձրության իրական, բայց նաև որպես սկզբնական տեղեկատվություն ռելսերի դիրքն ուղղելու համար:

9.10. Գեոդեզիական մեթոդներով ճակատների (ֆասադների) հանույթ

Ճակատային գեոդեզիական հանույթի նպատակն է որոշել հիմնական կոնստրուկցիաների կամ վերակառուցվող շենքի ճակատային հատվածը: Եթե խոսքը կառուցվող շենքի, այսպես կոչված, օղափոխվող ճակատների տեղադրման մասին է, ապա գեոդեզիական հանույթի նպատակն է ստուգել ճակատային տարրերի պլանային ու բարձունքային դիրքը (պատուհանների ու դռների բացվածքներ, պատշգամբներ, քիվեր, հովանոցներ, ցցված ցուկուներ, տարբեր դեկորատիվ տարրեր և այլն)՝ բացահայտելով նախագծից հնարավոր շեղումներն ու անհրաժեշտության դեպքում փոփոխություններ կատարել ճակատի մոնտաժման նախագծում:

Եթե խոսում ենք վերակառուցվող շենքերի կախովի ճակատների տեղադրման մասին, ապա ճակատների հանույթի անհրաժեշտությունը պայմանավորված է նախագծանախահաշվային փաստաթղթերի մշակմամբ:

Ճակատային ուսումնասիրությունների կարևոր նպատակն է որոշել շեղումները կառուցվող պատերի ու վերակառուցվող շենքերի նախագծային հարթություններից: Այս խնդիրը հատկապես արդիական է բարձրահարկ շենքերի շինարարական նախագծերի համար:

Նման խնդիրների լուծման համար կիրառական գեոդեզիայի ժամանակակից տեխնոլոգիաները ներառում են վերգետնյա լազերային սկաներների լայն կիրառում: Այնուամենայնիվ, հարկ է նշել, որ կառուցվող ու վերակառուցվող շենքերի մեծամասնությունը չի պահանջում ճակատների կատարողական հանույթների նման մանրակրկիտ իրականացում: Այս առումով առաջնորդվելով տնտեսական նկատառումներով՝ որոշ դեպքերում ավելի հեշտ և շահավետ է գեոդեզիական դասական մեթոդների կիրառմամբ գեոդեզիական աշխատանքներ կատարել էլեկտրոնային տախտմետրերով:

Այս նպատակների համար ամենահարմար սարքը էլեկտրոնային տախտմետրն է, որն ունի լավ կատարողականություն առանց անդրադարձիչ ռեժիմում, ինչպիսին է «Nikon NPL» շարքի տախտմետրը, որի հեռաչափի օպտիկան համակցված է դիտախողովակի կենտրոնացման համակարգով: Օգտագործվող գործիքների համար կարևոր պահանջ է նաև գործիքի պտտման երկու առանցքների թեքության փոխհատուցիչի (կոմպենսատորի) առկայությունը: Այս գործիքի առանձնահատկությունն այն է, որ այն ճշգրտորեն չափում է հեռավորությունները դեպի այն օբյեկտը, որի վրա կենտրոնացած է դիտախողովակը՝ չվախենալով սխալ արդյունք ստանալուց տեսադաշտ ընկած առարկաների չափումների պատճառով (սաղարթ, ծառի ճյուղեր, փայտամած և այլն): Նման գործիքի թերությունը յուրաքանչյուր չափումից առաջ դիտախողովակը կենտրոնացնելու անհրաժեշտությունն է, ինչը որոշակիորեն բարդացնում է աշխատանքը դիտախողովակի թեքության մեծ անկյուններում կամ շենքին մոտ գտնվող չափումներում:

Գոյություն ունեն ֆասադային հանույթներ պատրաստելու մի քանի հաստատված մեթոդներ, որոնք տարբերվում են ստացված տվյալների վերջնական ներկայացման ձևաչափով: Ամենապարզ մեթոդը շենքերի առանձին ճակատների ինքնուրույն լուսանկարումն է: Այս մեթոդը չի պահանջում հետազոտվող օբյեկտի շուրջ միասնական պլանաբարձունքային հիմքի ստեղծում:

Ցանկալի է օգտագործել ճակատների վերգետնյա հանութագրման մեթոդը փոքր շենքեր ու շինություններ հանութագրելիս, որոնք բավականին պարզ են կազմաձևով ու գուրկ ճարտարապետական որևէ ավելորդությունից:

Այս մեթոդի էությունը հանգում է հետևյալին. յուրաքանչյուր առանձին ճակատային մասի բնորոշ տարրերի հանութագրումն իրականացվում է ազատ՝ որոշված շենքի բարձունքային համակարգով:

Խորհուրդ է տրվում գործիքը տեղադրելու մոտավորապես ճակատի միջնամասում՝ խուսափելով ճակատի հարթության վրա սուր անկյան տակ չա-

փումներ կատարելուց. դա կարող է զգալիորեն նվազեցնել ճշտությունը ոչ անդրադարձչի ռեժիմում հեռաչափի սխալ աշխատանքի պատճառով: Հանութագրվող օբյեկտի հեռավորությունն ընտրվում է՝ հաշվի առնելով բարձր ճակատային տարրերը հանութագրելու հարմարությունը:

Կարևոր է որոշել կոորդինատային համակարգի կողմնորոշումը, քանի որ տվյալների մշակման ընթացքում աշխատանքի ծախսերի չափը մեծապես կախված է դրանից:

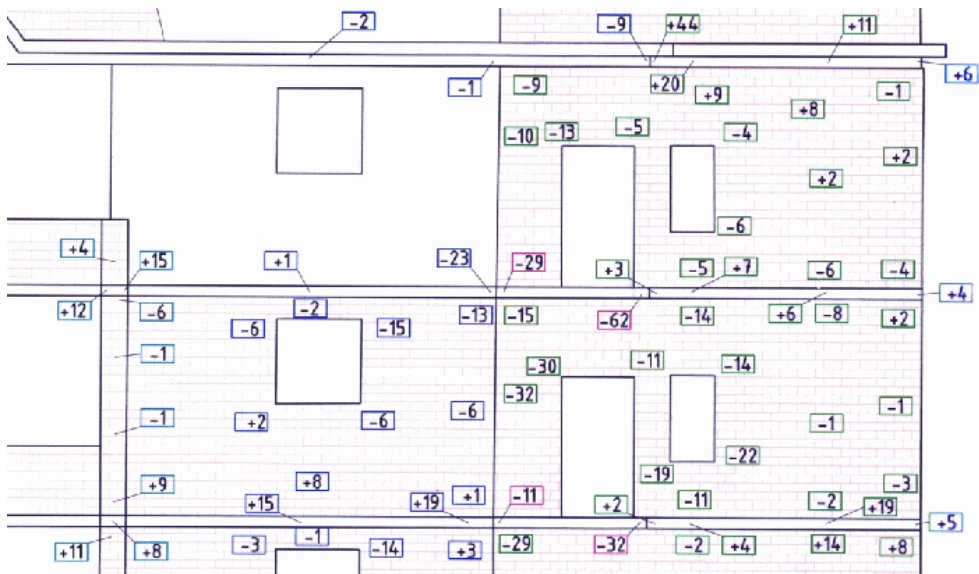
Կոորդինատների համակարգը պետք է ուղղված լինի այնպես, որ «X» առանցքը հորիզոնական դիրքով լինի կառուցվածքի ճակատի երկայնքով, «H» առանցքը՝ ուղղահայաց դեպի վեր՝ ճակատի երկայնքով, իսկ «Y» առանցքը լրացնի կոորդինատային համակարգը դեպի ձախ: Նման կողմնորոշման կարելի է հասնել, եթե նախքան հանույթ սկսելը կատարեք հանութագրվող ճակատային մասի անկյուններում՝ կոորդինատներ նշանակելով անկյուններից մեկին (0, 0), իսկ հակառակին՝ (b, 0), որտեղ b-ն ճակատով կառուցված բազիսն է:

Ճակատի վրա հիմք կառուցելու համար նրա անկյուններում՝ նախընտրելի է նույն հորիզոնում, նշել երկու կետ և մտնելով անհասանելի հեռավորությունը չափելու ռեժիմ՝ որոշել այդ կետերի միջև եղած հեռավորությունը: Այդ հեռավորությունը կլինի պահանջվող բազիսը:

Ճակատը հանութագրվում է գործիքի կամայական դիրքի կետից: Կանգնած կետի կոորդինատները որոշելու համար պետք է մտնել հակադարձ հատումներ ռեժիմ և հաջորդաբար մուտքագրել ելակետերի կոորդինատները (0, 0 և b, 0):

Ճակատի բնորոշ կետերի ստացված կոորդինատներն էլեկտրոնային տախտմետրից «Credo_DAT, Sokkia Link» կամ նմանատիպ ծրագրային փաթեթ ներմուծելիս աբսցիսներին պետք է վերագրվի «արևելք» արժեքը, նշաններին՝ «հյուսիս» արժեքը, իսկ օրդինատները պետք է նշանակվեն «բարձրություն» արժեքով: Այսպիսով՝ ստացված տվյալները վեկտորային տվյալների խմբագրիչ ներմուծելիս ստանում ենք շենքի հանված ճակատի «կողային դիրքը»: Դեկարտյան կոորդինատային համակարգում տվյալների գրաֆիկական մշակման դեպքում (ԱվտոՔԱԴ-ում սահմանվում է լռելյայն САПР AutoCAD) աբսցիսները չեն փոխում իրենց նշանակությունը, կիրառական առանցքը փոխարինվում է օրդինատային առանցքով: Հետևաբար տեսակաճորեն «Y» առանցքի երկայնքով կոորդինատները (մինչև փոխակերպումը) ցույց են տալիս ճակատի շեղումն ուղղահայացից ու դրա անհարթությունը և ցանկության դեպքում կարող են չցուցադրվել: Չափումների արդյունքների մշակման արդյունքը շենքի ճակատների մշակումն է: Եթե անհրաժեշտ է որո-

շել ճակատի շեղումն ուղղահայաց կամ նախագծային հարթությունից, ապա խորհուրդ է տրվում, որ գործիքը կողմնորոշելուց առաջ բազիսը բաժանել ուղղակի ճակատի վրա ու վերը նկարագրվածի համաձայն՝ դրա նկատմամբ կատարել հակադարձ հատումներ: Չափումների արդյունքները մշակելիս ճակատի բոլոր շեղումներն ուղղահայացից կցուցադրվեն հենց այդ հիմքի նկատմամբ: Սա մեծապես կհեշտացնի հետագա ճշտման աշխատանքները, և կվերացնի մշակման ընթացքում լրացուցիչ հաշվարկների անհրաժեշտությունը (կառուցվող մոնոլիտ շրջանակային շենքի ճակատի մշակման օրինակ՝ ուղղահայացից նշված շեղումներով, ցույց է տրված Նկար 9.27-ում):



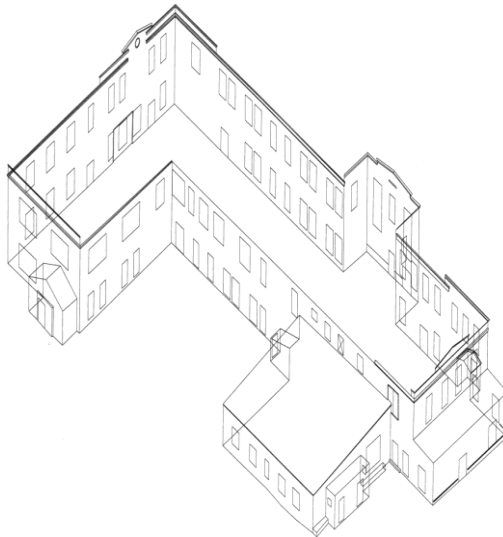
Նկ. 9.27. Աղյուսի շարվածքի ու կողային ծածկերի ճակատային փոխվածքի ուղղահայացությունից շեղումները

Ճակատային հանույթների արտադրության երկրորդ եղանակը շատ ավելի հարմար է գեոդեզիական աշխատանքի, ավելի տեսողական՝ տեղեկատվական բովանդակության տեսանկյունից, բայց ավելի բարդ է չափումների արդյունքների մշակումը:

Երկրորդ մեթոդի հիմնարար տարբերությունը հանութագրվող օբյեկտի շուրջ պլանաբարձունքային հիմնավորում ստեղծելու անհրաժեշտությունն է, և բոլոր ճակատային հարթությունների հանութագրումն իրականացվում է կոորդինատների ու բարձրությունների միասնական համակարգով, տվյալների մշակումն իրականացվում է եռաչափ ռեժիմով, որի արդյունքում կոորդինատների փոխակերպման կարիք չկա:

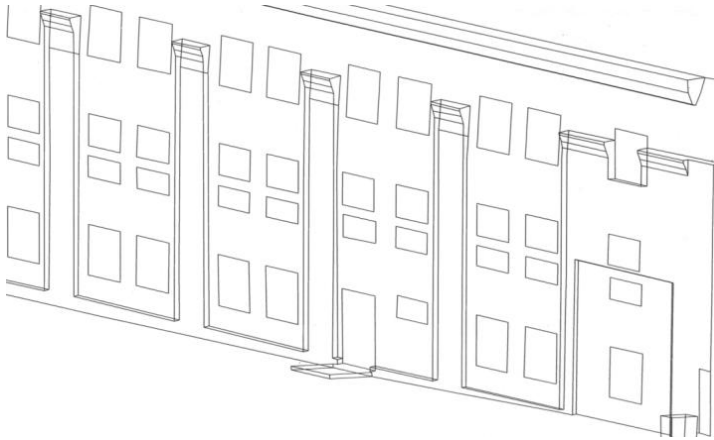
Պլանաբարձունքային հիմնավորումը ստեղծվում է ազատ կոորդինատային համակարգում: Որպես կանոն, ելային բարձրության նիշը կա՛մ շենքի մաքուր հատակի մակարդակն է, նորակառույցի դեպքում՝ կա՛մ շենքին կից ռելիեֆի ամենացածր կետի նիշը, եթե խոսքը գործող շենքի վերակառուցման մասին է: Պլանաբարձունքային հիմնավորման մշակումից հետո պլանաբարձունքային հիմքի կետերից կատարվում է հետաքրքրություն ներկայացնող ճակատային տարրերի հանույթ: Ավելին՝ ճակատի բոլոր տեսանելի տարրերն ենթակա են հանութագրման յուրաքանչյուր կետից՝ անկախ ճակատի մեկ կամ տարբեր հարթություններին պատկանելուց:

Հատուկ ուշադրության է արժանի նման հարցումների արդյունքների մշակումը: Հարցման արդյունքների մշակման հիմնական միջոցը CAD AutoCAD-ն է: AutoCAD ներմուծելուց հետո պատահականորեն կոդմնորոշված կետերի ամպ կստացվի, որը կազմում է ճակատների, բացվածքների ու պատերի եզրերը (Նկ. 9.28): Վերևում անհրաժեշտ է այդ կետերը այնպես կոդմնորոշել, որ կառույցի ճակատներից մեկը պատկանա «OX» առանցքին: Սա կհեշտացնի մշակման գործընթացը: Մի խումբ կետեր պտտելուց հետո առավել հարմար է ճակատները մշակել՝ գծելով իզոմետրիկ տեսարաններով, ուղղանկյան կառուցման ռեժիմով (Ortho), ինչը կհեշտացնի տարբեր կետերի նույնականացումը: Բոլոր գրանցված կետերի ուրվագծման արդյունքում ստացվում է շենքի ճակատների ամբողջական եռաչափ մոդել՝ նշված բացվածքներով և այլ անհրաժեշտ տարրերով:



Նկ. 9.28. Կառույցի ֆասադի եռաչափ մոդելը մշակումից հետո

Առանձին ճակատի կետային ամպի մանրակրկիտ մշակման արդյունքը, որը ցույց է տրված Նկար 9.28-ում, ներկայացված է Նկար 9.29-ում, մոտ 2500 միավոր կետերի ծավալով հանույթը մշակելու համար պահանջվող ժամանակը (աշխատանքի այս ծավալը մոտավորապես համապատասխանում է 1950-1960-ական թթ. կառուցված հինգհարկանի դպրոցի շենքին) 1-1,5 աշխատանքային օր է: Ավելին, եթե շենքի ճակատը ծանրաբեռնված չէ դեկորատիվ տարրերով, ապա նման եռաչափ մոդելը գրեթե նույնքան ճշգրիտ ու տեղեկատվական կլինի, որքան լազերային սկանավորման միջոցով ստացված մոդելը: Շենքի մոդելը գրեթե ցանկացած ճակատի հանութագրման շատ տեսողական, մանրամասն ու տեղեկատվական արդյունք է և նախագծողներին կծառայի որպես անփոխարինելի գործիք ճակատի տեղադրման նախագիծ մշակելիս:



Նկ. 9.29. Առանձին ֆասադի եռաչափ մոդելը

Եռաչափ մոդելը միշտ չի կարող ամբողջությամբ ցույց տալ շենքի ճարտարապետական տարրերի բոլոր երկրաչափական պարամետրերը: Ըստ այդմ՝ այս առումով անհրաժեշտություն է առաջանում եռաչափ գծագիրը վերածելու երկչափի: Վեկտորային տվյալների խմբագիրների հնարավորությունները հեշտացնում են նման մանիպուլյացիաների կատարումը: Փոխակերպման գործընթացը բաղկացած է՝ վերնից եռաչափ մոդելը բաժանելով իր առանձին բաղկացուցիչ ճակատային մասերի ու պտտելով ու հավասարեցնելով բոլոր ճակատային հարթությունները «OX» առանցքին զուգահեռ մեկ գծի մեջ: Այսպիսով՝ կողային տեսքում կստացվի ճակատների սկանավորում, որի վրա հնարավոր է ցույց տալ բոլոր անհրաժեշտ տվյալները:

РЕЗЮМЕ

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

В. Авагян, Г. Петросян, П. Эфендян

В книге представлены сведения о Национальной геодезической сети, порядке её создания, протяжённости и системе наблюдений. Подробно рассмотрены вопросы формирования, уравнивания и оценки точности высотной сети Республики Армения.

Изложены теоретические основы технологических и технических методов инженерно-геодезических работ при изысканиях, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Приведены современные требования к измерительным приборам, включая спутниковые геодезические приёмники, электронные тахеометры, цифровые нивелиры, а также к программному обеспечению для обработки результатов измерений.

Книга адресована студентам высших и средних специальных учебных заведений, обучающимся по специальностям «Инженерная геодезия», «Картография» и «Кадастровое дело», а также специалистам, выполняющим геодезические работы.

SUMMARY

APPLIED GEODESY

V. Avagyan, H. Petrosyan, P. Efendyan

This book covers the National Geodetic Network, including its installation procedures and long-term observation periods. It presents the theoretical foundations and technical methods for engineering geodetic work during the research, construction, and operation of engineering structures. Additionally, it details requirements for modern measuring instruments—such as satellite geodetic receivers, electronic tachometers, and digital levels—as well as software for processing measurement results.

The book is intended for students of higher and secondary specialized educational institutions specializing in Engineering Geodesy, Cartography, and Cadastral Affairs, as well as for practicing geodetic specialists.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. «Գեոդեզիայի, քարտեզագրության և տարածական տվյալների ենթակառուցվածքի մասին» ՀՀ օրենք:

2. Գեոդեզիական կետերի կենտրոնների և արտաքին մետաղական նշանների ՀՍ 226-2002, ՀՀ Կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 19.07.2002 թ. N 39-Վ հրաման, ընդունված ՀՀ Կառավարությանն առընթեր ստանդարտացման, չափագիտության և սերտիֆիկացման վարչության կողմից:

3. WGS-84 (ՎԻ ՋԻ ԷՍ-84) գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի բաց հրատարակման ընթացակարգը կարգավորելու մասին. ՀՀ Կառավարության 16.07.2009 թ. N 791-Ն որոշում:

4. ԳՕՍՍ 24846-19. «Գրունտներ. Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակերի ձևախախտումների չափման մեթոդներ» ստանդարտ

5. ԳՕՍՍ 18321-73. «Որակի վիճակագրական հսկողություն. Հատային արտադրանքի ընտրովի նմուշառման մեթոդները» ստանդարտ:

6. ԳՕՍՍ 26433.2-94. «Երկրաչափական պարամետրերի ճշտության ապահովման համակարգ շինարարությունում. Շենքերի և շինությունների պարամետրերի չափումների կատարման կանոններ» ստանդարտ:

7. ԳՕՍՍ 24846-19. «Գրունտներ. Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակերի ձևախախտումների չափման մեթոդներ» ստանդարտ:

8. ԳՕՍՍ 18321-73. «Որակի վիճակագրական հսկողություն. Հատային արտադրանքի ընտրովի նմուշառման մեթոդները» ստանդարտ:

9. ԳՕՍՍ 26433.2-94. «Երկրաչափական պարամետրերի ճշտության ապահովման համակարգ շինարարությունում. Շենքերի և շինությունների պարամետրերի չափումների կատարման կանոններ» ստանդարտ:

10. ՀՀ ազգային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի կոորդինատների կատալոգ, «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2008:

11. Հայաստանի Հանրապետության Կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի զարգացման 2014 թ. համալիր ծրագիրը հաստատելու մասին. ՀՀ Կառավարության 27.02.2014 թ. N 205-Ա որոշում:

12. Հայաստանի Հանրապետության գեոդեզիայի ոլորտի 2002-2006 թթ. զարգացման ծրագիրը հաստատելու մասին. ՀՀ Կառավարության 19.09.2002 թ. N 1530-Ն որոշում:

13. Հայաստանի Հանրապետության տարածքում CK-42 գեոդեզիական կոորդինատային համակարգից WGS-84 համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգ անցնելու կարգ, «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2007, 7 էջ:

14. ՀՀ պետական գեոդեզիական ցանցի հիմնականների վիճակի ուսումնասիրման աշխատանքներ: Տեխնիկական հաշվետվություն «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2001:

15. ՀՀ տարածքում WGS-84 համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգը ներդնելու մասին, ՀՀ Կառավարության 11.04.2002 թ. N 225 որոշում:

16. ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի բազային տեղագրական քարտեզների ստեղծման և օդալուսանկարահանման աշխատանքների իրականացման ծրագիրը հաստատելու մասին, ՀՀ Կառավարության 19.09.2002 թ. N 1565-Ն որոշում:

17. ՀՀՇՆ 13.01-2022 «Գեոդեզիական աշխատանքները շինարարությունում

18. ՀՀՇՆ IV-10.01.01-2006. «Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակեր»:

19. ՀՍ ԳՕՍ Ռ 53611-2022. «Գլոբալ տեղորոշման արբանյակային համակարգ. Գեոդեզիական և հողաշինարարական աշխատանքների կատարման մեթոդներ և տեխնոլոգիաներ. Ընդհանուր տեխնիկական պահանջներ»

20. ՀՍ ԳՕՍ Ռ 53611-2022. «Գլոբալ տեղորոշման արբանյակային համակարգ. Գեոդեզիական և հողաշինարարական աշխատանքների կատարման մեթոդներ և տեխնոլոգիաներ. Ընդհանուր տեխնիկական պահանջներ»:

21. ՀՍ ԳՕՍ Ռ 53611-2022. «Գլոբալ տեղորոշման արբանյակային համակարգ. Գեոդեզիական և հողաշինարարական աշխատանքների կատարման մեթոդներ և տեխնոլոգիաներ. Ընդհանուր տեխնիկական պահանջներ»:

22. ՇՆԶ I-2.102-2005. «Ինժեներագեոդեզիական հետազննություններ»:

23. Պետական արբանյակային (Դաբլյու-Ջի-Էս-84 (WGS-84) կոորդինատային համակարգում) գեոդեզիական ցանցի կառուցման հրահանգը. ՀՀ Կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 2007 թ. ապրիլի 23-ի N 88-Ն հրաման, գրանցված է ՀՀ արդարադատության նախարարության կողմից 2007 թ. սեպտեմբերի 3-ին, թիվ 32207314:

24. Պետական արբանյակային (Դաբլյու-Ջի-Էս-84 (WGS-84) կոորդինատային համակարգում) գեոդեզիական ցանցի կառուցման հրահանգը. ՀՀ Կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 2007 թ. ապրիլի 23-ի N 88-Ն հրաման, գրանցված է ՀՀ արդարադատության նախարարության կողմից 2007 թ. սեպտեմբերի 3-ին, թիվ 32207314:

25. Պետրոսյան Հ. Ս., Մանուկյան Լ. Վ., Մարգարյան Ժ. Ս., Շահինյան Շ. Զ., ՀՀ տարածքի երկրակեղևի ժամանակակից ուղղաձիգ շարժերի քարտեզի ստեղծումը 1910-2006 թթ. իրականացված կրկնակի նիվելիրացման տվյալներով, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 2017, հատոր III (66), Երևան, 2017, էջ 110-118:

26. Պետրոսյան Հ., Արբանյակային և տեղեկատվական տեխնոլոգիաները գեոդեզիայում, մենագրություն, հեղ. հրատարակություն, Երևան, 2022, 360 էջ:

27. Տեխնիկական հաշվետվություն ՀՀ տարածքում WGS-84 համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգում 2-րդ դասի ցանցի ստեղծում, «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2004:

28. Տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի թերթերի անվանակարգը սահմանելու կարգ, հաստատված 23.04.2007 թ. ՀՀ Կառավարությանն առնիթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի N 87-ն հրամանով, Երևան, 2007, 5 էջ:

29. 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 մասշտաբի տեղագրական հանույթների հրահանգ, Երևան, 2007, 111 էջ:

30. 1-ին, 2-րդ, 3-րդ ու 4-րդ դասերի նիվելիրացման հրահանգ, հաստատված ՀՀ Կառավարությանն առնիթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 2007 թ. ապրիլի 23-ի N 86-Ն հրամանով, գրանցված է ՀՀ արդարադատության նախարարության կողմից 2007 թ. սեպտեմբերի 3-ին, թիվ 32207312:

31. Авакян В. В., Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства», изд. «Академич. проект», 2017 г., с. 588.

32. Авакян В. В., Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ, М.: изд. «Инфра-Инженерия», 2016, с. 588.

33. Антонович К. М., Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии, т. 1, 2, М.: ФГУП «КАРТГЕОЦЕНТР», 2006.- 360 С.

34. Баран П. И., Геодезические работы при монтаже и эксплуатации оборудования, М.: «Недра», 1990, 233 с.

35. Большаков В. Д., Маркузе Ю. И., Городская полигонометрия (уравнивание и основы проектирования), М.: «Недра», 1979.

36. Брайт П. И., Геодезические методы измерения деформаций оснований и сооружений, М.: «Недра», 1965, с. 300.

37. Ворошилов А. П., Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ: Учебное пособие, Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007, 163 с.

38. Ганьшин В. Н., Стороженко А. Ф., Ильин А. Г. и др., Измерение вертикальных смещений сооружений и анализ устойчивости реперов, М.: «Недра», 1981, стр. 215.

39. Генике А. А., Побединский Г. Г., Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп., М.: «Картгеоцентр», 2004, 355 с.

40. Герасимов А. П., Назаров В. Г., Местные системы координат, М: ООО «Проспект», 2010, 64 с.

41. ГОСТ Р 51794-2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек.

42. Дементьев В. Е., Современная геодезическая техника и её применение. Тверь, ООО ИПП «АЛЕН», 2006.
43. Зайцев А. К., Трилатерация, М.: «Недра», 1989, 216 с.
44. Инженерная геодезия. Под ред. Михелева Д. Ш., М.: «Академия», 2008.
45. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и *GPS*. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, ЦНИИГАиК, 2002 г.
46. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500: ГКИНП-02-033-82, М.: «Недра», 1982.
47. Инструкция нивелирования I, II, III, IV классов, М.: ЦНИИГАиК, 2004, 226 с.
48. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР, М.: «Недра», 1966, 341 с.
49. Кузин Н. А., Лебедев Н. Н., Практическое руководство по городской и инженерной полигонометрии, М.: «Геодезиздат», 1954.
50. Левчук Г. П., Новак В. Е., Конусов В. Г., Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ, М.: «Недра», 1981, с. 438.
51. Левчук Г. П., Новак В. Е., Лебедев Н. Н., Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. Под ред. Г. П. Левчука. Учебник для вузов, М.: «Недра», 1983, с. 400.
52. Маркузе Ю. И., Бойко Е. Г., Голубев В. В., Геодезия. Вычисление и уравнивание геодезических сетей. Справочное пособие, М.: «Картгеоцентр-Геодезиздат», 1994, 431 стр.
53. Пеллинен Л. П., Высшая геодезия, М.: «Недра», 1978.
54. Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84). ЦНИИОМТП, М., «Стройиздат», 1985.
55. Пояснительная записка с описанием результатов уравнивания нивелирной сети I, II классов Армении/ ФГУП Московское аэрогеодезическое предприятие, 2007.
56. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. М. Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993, 104 с.: ил.
57. Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Ключин Е.Б., Михелев Д. Ш., Барков Д. П. и др., М.: «Недра», 1993.
58. Практикум по высшей геодезии (вычислительные работы). Н.В. Яковлев, Н.А. Беспалов, В.П. Глумов и др.: Учебное пособие для вузов, М.: «Недра», 1982. 368 с.
59. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и *GPS*. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03.

60. Руководство по расчёту точности геодезических работ в промышленном строительстве. ГУГиК при СМ СССР, М.: «Недра», 1979.
61. Руководство по применению стенных знаков в полигометрических и теодолитных ходах, М.: «Недра», 1972.
62. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами, М.: «Стройиздат», 1981, 56 с.
63. «Строительная климатология», Министерство градостроительства РА, 1996 г.
64. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
65. Сытник В. С., Основы расчёта и анализа точности геодезических измерений в строительстве (ЦНИИОМТП), М.: «Стройиздат», 1974, 192 с.
66. Сытник В. С., Строительная геодезия. М.: «Недра», 1974.
67. Тревого И. С., Шевчук П.М. Городская полигометрия, М.: «Недра», 1986, 199 с.
68. Уставич Г. А., Шаульский В. Ф., Винокурова О. И. Разработка и совершенствование технологии государственного нивелирования I, II, III и IV классов. Геодезия и картография. 2003, №7, №8.
69. Уставич Г. А., Технология выполнения высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами. Геодезия и картография, 2006, №2,
70. Шануров Г. А., Мельников С. Р., Геотроника. Наземные и спутниковые радиоэлектронные системы и методы выполнения геодезических работ: Учебное пособие, М.; УПП «Репрография», МИИГАиК, 2001, 136 с.; ил.
71. Яковлев Н. В., Высшая геодезия: учебник для вузов, М.: «Недра: 989, 445 с.: ил.
72. Яценко В. Р., Ямбаев Х. К. Геодезический мониторинг движений земной коры, М., 2007. 201 с.
73. GB-1000. Спутниковый GPS/ГЛОНАСС приёмник. Руководство пользователя. Перевод на русский язык ЗАО «ПРИН», 2004, с. 180.
74. GPT-7000, Электронный тахеометр. Руководство пользователя. Перевод на русский язык ЗАО «ПРИН», 2005, с. 220.
75. Armenia Continuouslu Operating Reference Stations Coordinates Computation, Yerevan, 20013, 21 p.
76. Zero-order network of Armenia, AM2-4-2, SWEDESERVEY, 2003, 52 p.
77. 1st Order Network of Armenia: Ref. No. 2002-004115, SWEDESERVEY, 2003, 161 p.
78. Schreutelkamp F. H., Schietloodafwijkingen bepaald uit geodetisch-astronomische waarnemingen. - geodesia (Netherlands), 2000, № 4, pp. 155-162.

Բովանդակություն

ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՑ.....	3
ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....	5
ԳԼՈՒԽ 1. ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՑԱՆՅԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆ ՈՒ ԴՐԱՆՑ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ.....	10
1.1. Հայաստանի Հանրապետության պետական գեոդեզիական ցանց	10
1.2. Հայաստանի Հանրապետության ազգային գեոդեզիական ցանց.....	14
1.3. Հայաստանի Հանրապետության ռեֆերենց կայանների գեոդեզիական ցանց	27
1.4. Հայաստանի Հանրապետության պետական բարձունքային գեոդեզիական ցանց	38
1.5. Հայաստանի Հանրապետության տարածքի քվադրգեոդի ձևաչափը.....	48
1.6. ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզների՝ CK-42 կոորդինատային համակարգից WGS-84 համակարգ անցման աշխատանքների վերլուծությունը.....	55
ԳԼՈՒԽ 2. ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳԵՂՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՀԻՄՔԸ.....	65
2.1. «Կիրառական գեոդեզիա» առարկան ու խնդիրները	65
2.2. Շինարարության համար գեոդեզիական աշխատանքների կազմը.....	68
2.3. Շինարարության ու հետազոտությունների համար գեոդեզիական հիմք.....	74
2.4. Ինժեներագեոդեզիական հիմնային ցանց.....	80
2.5. Գեոդեզիական հիմնային պլանային ցանցերի կառուցման եղանակները.....	88
2.6. Հիմնային ցանցերի կառուցումն արբանյակային եղանակներով	105
2.7. Պլանաբարձունքային հանութային գեոդեզիական ցանց	108
2.8. Հարաբերական մակերևույթն ինժեներագեոդեզիական աշխատանքներում	127
ԳԼՈՒԽ 3. ԲԱՐՁՈՒՆՔԱՅԻՆ ՑԱՆՅԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ ՈՒ ՄՇԱԿՈՒՄ ...	131
3.1. Բարձր ճշտության բարձունքային ինժեներագեոդեզիական ցանցեր.....	131
3.2. Բարձունքային ցանցերի նախագծերի գնահատում.....	141
3.3. Նիվելիրացման ցանցերի հավասարակշռում	146
ԳԼՈՒԽ 4. ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՐԲԱՆՅԱԿԱՅԻՆ ՑԱՆՅԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄ	150
4.1. Կոորդինատային համակարգեր արբանյակային գեոդեզիայում	150

4.2. Արբանյակային ռադիոնավարկման համակարգեր	166
4.3. Արբանյակային գեոդեզիական ցանցերի նախագծում ու կառուցում	189
4.4. Արբանյակային գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերի ամրացում	202
4.5. Գեոդեզիական արբանյակային սարքավորումներ ու դաշտային աշխատանքներ.....	204
4.6. Արբանյակային չափումների արդյունքների մշակում.....	213
ԳԼՈՒԽ 5. ՊՈԼԻԳՈՆՈՄԵՏՐԻԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ ՈՒ ՀԱՇՎԱՐԿՈՒՄ.....	223
5.1. Պոլիգոնոմետրիական ցանցերի նախագծերի ճշտության գնահատում ու նախագծում.....	223
5.2. Պոլիգոնոմետրիական հիմնակետերի ամրացում.....	233
5.3. Պատային նշանների կապակցում ու կոորդինատավորում	236
5.4. Պոլիգոնոմետրիական ընթացքների կապակցումը գեոդեզիական ցանցի հիմնակետերին	245
5.5. Բերման տարրերի որոշում ու հաշվառում.....	253
5.6. Չափումների արդյունքների նախնական մշակում	256
5.7. Գործիքներ, անկյունային ու գծային չափումների արտադրություն .	267
5.8. Պոլիգոնոմետրիական ցանցի հավասարեցումը մեկ հանգուցային կետով.....	287
5.9. Պոլիգոնոմետրիական ցանցի նախագծի գնահատման օրինակ	291
5.10. Պոլիգոնոմետրիական պատի նշաններին կապակցման ճշտության գնահատում	295
5.11. Պոլիգոնոմետրիայի գծային չափումների մշակման առանձնահատկությունները	298
5.12. Պոլիգոնոմետրիայում վերազանցումների հաշվարկումն ու հավասարեցումը	300
ԳԼՈՒԽ 6. ԳԾԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՈՒՂԵԳԾԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ	303
6.1. Ընդհանուր տեղեկություններ գծային կառույցների ուղեգծերի հետազոտության մասին	303
6.2. Ավտոճանապարհի հատակագծի ու պրոֆիլի տարրեր.....	308
6.3. Գրասենյակային ուղեգծում	312
6.4. Դաշտային ուղեգծում, շրջանային կորերի նշահարում	319
6.5. Անցումային կորեր.....	324
6.6. Ուղեգծի նիվելիրացում.....	329
6.7. Հողային պաստառի նշահարում.....	332

6.8. Մայրուղու հիմնային գեոդեզիական հիմնավորում	335
6.9. Գծային կառուցվածքի թվային մոդելի կառուցում.....	338
ԳԼՈՒԽ 7. ՏԵՂԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՇՈՐ ՄԱՍՇՏԱԲԻ ՀԱՆՈՒՑԹՆԵՐ	344
7.1. Տեղագրագեոդեզիական աշխատանքների նախագծում	344
7.2. Ինժեներատեղագրական խոշոր մասշտաբի հատակագծեր.....	352
7.3. Տեղագրական խոշորամասշտաբ հանույթների ստեղծման մեթոդներ.....	361
7.4. Տեղագրական հատակագծերի ու քարտեզների ստեղծումը նոր օդատեխնոլոգիաներով	380
7.5. Աերոնկարահանման աշխատանքների գեոդեզիական ապահովում	390
7.6. Տեղագրական հանույթ լազերային սկանավորման հիման վրա.....	396
7.7. Տեղագրական հանույթ արբանյակային տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ.....	409
7.8. Ստորգետնյա հաղորդակցուղիների հանույթ	414
7.9. Շելֆի ու ներքին ջրերի հանութագրում	426
ԳԼՈՒԽ 8. ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ՆՇԱՀԱՐՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ	431
8.1. Շինարարության համար նշահարման աշխատանքների կազմն ու սկզբունքները	431
8.2. Կառույցի նախագծի գեոդեզիական նախապատրաստում	434
8.3. Գեոդեզիական նշահարման հիմքը շինհրապարակում.....	439
8.4. Երկրաչափական ճշտությունը շինարարությունում.....	444
8.5. Կառույցների նշահարման ցանցերի կառուցում.....	455
8.6. Նշահարման աշխատանքների փուլերը և հիմնական տարրերը.....	465
8.7. Նշահարման աշխատանքի եղանակներ	469
8.8. Շենքերի կառուցման ստորգետնյա հատվածի նշահարումներ	481
8.9. Շենքերի ստորգետնյա կառույցների բարձրացման ստուգումներ	488
8.10. Գեոդեզիական աշխատանքներ շենքերի վերգետնյա հատվածի կառուցման ժամանակ	492
8.11. Նշահարման աշխատանքներ մոնտաժային հորիզոնում	500
8.12. Բարձրությունների փոխանցում մոնտաժային հորիզոններին.....	506
8.13. Կառույցների նախագծի վերլուծության նախապատրաստում.....	509
ԳԼՈՒԽ 9. ՄՈՆՏԱԺԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄ	513
9.1. Մոնտաժային աշխատանքների գեոդեզիական պլանաբարձունքային հիմք.....	513

9.2. Նշահարման ցանցի նախագծային ճշտության գնահատում առանց պայմանների.....	520
9.3. Նշահարման աշխատանքների գործընթացների օպտիմիլացում	525
9.4. Բազիսային ցանցի հավասարեցում	530
9.5. Կոնստրուկցիաների, սարքավորումների պլանային տեղադրում ու կարգաբերում	534
9.6. Կոնստրուկցիաների մոնտաժման կոորդինատային եղանակ	537
9.7. Կոնստրուկցիաների բարձունքային տեղադրում	548
9.8. Կոնստրուկցիաների ուղղահայաց դիրքի տեղակայում	555
9.9. Մոնտաժային աշխատանքների ընթացքում գեոդեզիական չափումների ճշտությունը	560
9.10. Գեոդեզիական մեթոդներով ճակատների (ֆասադների) հանույթ..	568
РЕЗЮМЕ	574
SUMMARY	575
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ	576

Վյաչեսլավ Վենյամինի Ավագյան – տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, պրոֆեսոր

Ծնվել է 1949 թ. Ղազախստանում: 1971 թ. ավարտել է Լվովի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի գեոդեզիական ֆակուլտետը՝ «Ինժեներական գեոդեզիա» մասնագիտությամբ: Ավարտել է Մոսկվայի գեոդեզիայի, աերոհանույթների և քարտեզագրության ինստիտուտի ասպիրանտուրան: 1981 թ. պաշտպանել է թեկնածուական ատենախոսություն:

Մեկ տարի վերապատրաստվել է Դրեգդենի տեխնիկական համալսարանում: 1971-1993 թթ. աշխատել է Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոնում որպես ասիստենտ, ապա՝ դոցենտ (1982 թ.): 1984-1987 թթ. աշխատել է Մալիի Հանրապետությունում որպես դասախոս: 2003 թվականից աշխատում է Մոսկվայի գեոդեզիայի, աերահանույթների և քարտեզագրության ինստիտուտում որպես դոցենտ, իսկ 2015 թվականից՝ որպես պրոֆեսոր:

Հեղինակել է 45 գիտական աշխատանք, որոնց թվում՝ 10 ուսումնական ձեռնարկ (հայերեն, ռուսերեն և ֆրանսերեն), ինչպես նաև 4 գյուտ:

Հովսեփ Մերգելի Պետրոսյան – տեխնիկական գիտությունների դոկտոր

Ծնվել է 1953 թ. ԼՂԻՄ-ի Մարդակերտի շրջանի Վաղուհաս գյուղում: 1972 թ. ավարտել է Երևանի Ա. Թամանյանի անվան շինարարական տեխնիկումի հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների բաժինը, 1972-1988 թթ. աշխատել է «Հայպետջրնախագիծ» ինստիտուտում որպես տեխնիկ, ապա՝ ավագ տոպոգրաֆ: 1983 թ. ավարտել է Մոսկվայի գեոդեզիայի, աերոֆարոհանույթների և քարտեզագրության ինստիտուտի կիրառական գեոդեզիայի ֆակուլտետը:

1981-1983 թթ. աշխատել է «Հայգեոդեզիա» ինստիտուտում որպես խմբի պետ, 1983-1985 թթ.՝ Երևանի հիդրոմեխանիկական ինստիտուտում որպես դասախոս: 1985-1993 թթ. գործունեություն է ծավալել «Հայգազնախագիծ» ինստիտուտում որպես բաժնի պետ, իսկ 1993-2000 թթ.՝ որպես ինստիտուտի գլխավոր ինժեներ:

2000-2003 թթ. եղել է Անշարժ գույքի կադաստրի գեոդեզիայի և գեոդեզիայի պետական տեսչության վարչության պետ, 2003-2011 թթ. ղեկավարել է «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոնը» որպես ՊՈԱԿ-ի գործադիր տնօրեն:

2014 թ. ստացել է տեխնիկական գիտությունների դոկտորի աստիճան:

2014-2018 թթ. աշխատել է որպես Կադաստրի կոմիտեի նախագահի խորհրդական, 2018-2022 թթ.՝ «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն»

ՊՈԱԿ-ի տնօրենի խորհրդատու: 2024 թվականից աշխատում է ԲՏԱ նախարարության «Գեոկոսմոս» ԱԲԸ-ում որպես բաժնի պետ:

Հեղինակել է 95 գիտական աշխատանք, որոնց թվում՝ 2 մենագրություն ու 2 դասագիրք, մշակել է շինարարական տարբեր հրահանգներ ու նորմեր:

Պարույր Սերգեյի Էֆենդյան – տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Ծնվել է 1952 թ. Ադրբեջանի Շամախու շրջանի Մադրասա գյուղում: Ավարտել է տեղի հայկական դպրոցը: 1969 թ. ընդունվել և 1974 թ. ավարտել է Կիևի ինժեներաշինարարական ինստիտուտի քաղաքաշինության ֆակուլտետը «Ինժեներական գեոդեզիա» մասնագիտությամբ:

1974-1999 թթ. աշխատել է «Հայպետտրանս» նախագծային ինստիտուտում որպես ինժեներ-գեոդեզիստ, խմբի ղեկավար, արշավախմբի պետ, ապա՝ բաժնի պետ: 1975-1995 թթ. համատեղությամբ դասավանդել է Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոնում, 1995 թ. աշխատել է Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանում որպես դոցենտ, ամբիոնի վարիչ, դեկան, ապա՝ պրոռեկտոր:

1984-1985 թթ. աշխատել է Ալժիրում որպես գեոդեզիստ: 1987 թ. ավարտել է Մոսկվայի գեոդեզիայի, աերոֆարոհանությունների և քարտեզագրության ինստիտուտի ասպիրանտուրան՝ պաշտպանելով թեկնածական ատենախոսություն:

2016 թ. ստացել է տեխնիկական գիտությունների դոկտոր աստիճան, 2017 թ. արժանացել է պրոֆեսորի գիտական կոչման:

2020 թվականից աշխատում է ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի քարտեզագրության և գեոմորֆոլոգիայի ամբիոնում որպես պրոֆեսոր:

Հեղինակել է 150 գիտական աշխատանք, որոնց թվում՝ 22 մենագրություն, դասագրքեր, ուսումնական ձեռնարկներ:

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Վյաչեսլավ Վենիամինի Ավագյան, Հովսեփ Սերգեյի Պետրոսյան,
Պարույր Սերգեյի Էֆենդյան

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԳԵՈՂԵԶԻԱ

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ԳԵՈՂԵԶԻԱԿԱՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄԸ

(մենագրություն)

Համակարգչային ձևավորումը՝ Կ. Չալաբյանի
Կազմի ձևավորումը՝ Ա. Պատվականյանի
Հրատ. խմբագրումը՝ Մ. Հովհաննիսյանի

Հեղինակները հաստատում են, որ ծանոթ են «ԵՊՀ գրահրատարակչական քաղաքականությանը», և գրքում առկա փաստերը, դիրքորոշումները, կարծիքները շարադրված են հեղինակային իրավունքի և էթիկայի միջազգայնորեն ընդունված սկզբունքների պահպանմամբ:

Տպագրված է «Մոնոպրինտ» ՄՊԸ-ում:
Ք. Երևան, Մալաթիա-Սեբաստիա թաղ., Անդրանիկի փ. 96, 8 բն.:

Հրատարակվել է՝ 07.05.2026:
Չափսը՝ 70x100 ¹/₈: Տպ. մամուլը՝ 36,75:
Տպաքանակը՝ 100:

ԵՊՀ հրատարակչություն
ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1
www.publishing.ysu.am



publishing-ysu.am