

УЎТ: 528.024.4

ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА ТРИГОНОМЕТРИК НИВЕЛИРЛАШДА РЕФРАКЦИЯНИ ҲИСОБГА ОЛИШНИНГ ЯНГИЧА ЙЎЛИ

А.С. Суюнов - т.ф.д. проф., Ш.А. Суюнов - магистр, У.А. Бердикулов - магистр
Самарқанд давлат архитектура-қурулиш институти

Аннотация

Ўзбекистон шароитида вертикаль рефракциянинг коэффициенти ёки бурчакни ҳисобламасдан нисбий баландликларни аниқлашда рефракциянинг оддий ва содда усули кўрсатилган. Бу усуллар икки томонлама, бироқ бир вақтда бажарилган ёки бир вақтда бажарилмайдиган геодезик ўлчашларнинг талаб этилиши таъкидланган. Геодезик ўлчаш пунктларда вертикаль градиентларни ҳисоблаш йўли билан вертикаль рефракцияни ҳисобга олиш учун ишчи формулалар келтирилган.

Таянч сўзлар: вертикаль градиентлари, эквивалент баландликлар, рефрактометрия, рефракция коэффициенти, геодезик ўлчашлар, геодезик пункти, геодезик тармоқ, геодезик полигон.

НОВЫЕ СПОСОБЫ УЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ ПРИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОМ НИВЕЛИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

А.С. Суюнов, Ш.А. Суюнов, У.А. Бердикулов

Аннотация

В работе приведен достаточно простой метод учета вертикальной рефракции при нивелировании в условиях республики Узбекистан без вычисления коэффициентов или углов рефракции. Эти методы требуют двухсторонних одновременных или неодновременных геодезических измерений. Показаны пути вычисления вертикальных градиентов температуры на пунктах геодезических измерений, а также приведены их рабочие формулы.

Ключевые слова: Вертикальные градиенты, эквивалентные высоты, рефрактометрия, коэффициенты рефракции, геодезические измерения, геодезический пункт, геодезическая сеть, геодезический полигон.

NEW METHODS OF ACCOUNTING FOR VERTICAL REFRACTION WITH TRIGONOMETRIC LEVELING IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

A.S. Suyunov, Sh.A. Suyunov, U.A. Berdiculov

Abstract

In the conditions of Uzbekistan, a simple and ordinary method of refraction is used to determine the relative elevations without vertical refraction coefficient or angle. Described that these methods require a two-sided simultaneous or non-simultaneous geodetic measurements. Working formulas for vertical refraction are presented by calculating vertical gradients in geodetic measurement points.

Key words: Vertical gradients, equivalent heights, refractometry, refraction factors, geodetic measurement, geodetic point, geodetic network, geodetic ground.

Кириш. Дунёда геодезия соҳасида фан ва техниканинг замонавий ривожланиш босқичи юксалаверди. Атмосферанинг ерга яқин қатлами (АЕЯҚ)да бажариладиган геодезик ўлчаш ишлари аниқлигини ошириш катта аҳамиятга эга бўлиб, жуда ҳам долзарб ҳисобланади.

ЭҳМдан фойдаланиб бу масалаларни ҳал қилиш ва унда Сунъий йўлдошли (спутник) геодезияси ўлчаш ишларнинг электрон усуллари янги жорий этилиши, геодезистларнинг барча бажариши керак бўлган ишларининг

унумли ва самарали бўлишини таъминлайди. Бу эса давлат геодезия ва картография хизматида халқ хўжалигида, фанда жорий ва истиқболли эҳтиёжларни таъминлашда янада мураккаб бўлган масалаларни ҳал қилиш имконини беради.

Ҳозирги даврда мамлакат асосида шаҳар, шаҳарчалар ва қишлоқ аҳоли пунктларининг илмий асосланган бош режа лойиҳалари ҳаётга татбиқ этилмоқда. Уларда барча янгидан қурилаётган бино ва иншоотларни ва ком-

плексларнинг яхлит тарзда геодезик ўлчашлар асосида тўғри, юқори аниқликда ва талаб меъёрларида қурилишига катта эътибор қаратилмоқда.

Ушбу масалалар билан бир қатор олимлар оптик нурнинг тарқалиш йўлида рефракцияни ҳисоблаш учун 25 м баландликкача АЕЯҚнинг аэрологик зондлаш статистик материалларидан фойдаланиб келишган.

Ф.Линк ва Л.Нежил томонидан Ер юзасининг тўртта нуқтаси (Эквадор, Шарқий Ҳиндистон, АҚШ, Канада)да бажарилган тадқиқотлар амалий қизиқиш уйғотади. Олинган натижалар ёзги ва қишки даврлар учун оптик нурнинг горизонтал фактори учун рефракцияни ҳисоблаш имконини беради.

Рефракция назариясининг ривожига: В.Д.Струве, Н.Я.Цингер, Т.А.Банахевич, В.Иордан, С.Бауэрнфейнд, А.А.Изотов, Л.П.Пеллинен, Н.В.Яковлев, А.Л.Островскийлар ҳисса қўшишган; юртимиз олимларидан: А.С.Суюнов, А.А.Салахиддинов, Т.М.Абдуллаевлар шунга яқин мавзуларда илмий изланишлар олиб боришган.

Қизиқарли ва аҳамиятли тадқиқотларнинг кўплигига қарамадан, АЕЯҚнинг геодезик ўлчашларга таъсирини ҳисобга олиш муаммоси ҳозиргача Ўзбекистон шароитида ўз ечимини топмаган.

Барча геодезик ўлчашлар ҳаво атмосферасида амалга оширилади. Ўлчов объектлари бўлиб, электромагнит нурланиши ва унинг йўналиши, тарқалиш траекторияси хизмат қилади. Ташқи муҳитнинг тезликка таъсири ундаги электромагнит тўлқин йўналишини ўзгартиради. Ҳаво атмосферасининг бир турдаги муҳитда нурланиши ўзгармас тезлик бўйича тарқалади. Атмосферада кўриш нури траекторияда эгилади ва у (рефракция) бурчак натижаларини ўзгаришига, яъни хатоликларга олиб келади. Бу эса нафақат бурчак ўлчаш, чизиқли ўлчаш аниқлигига ҳам таъсир этади.

Мақоланинг мақсади. Ҳозирги кунда қиялиқ бурчакларини ёки зенит масофасини ўлчаш аниқлигини ошириш учун геодезик рефрактометрияда бир неча усуллар мавжуд. Бироқ бу усуллар бизнинг иссиқ ва қуруқ иқлим шароитида қўлланилмаган ҳамда синовдан ўтмаган.

Биз ўтказган тадқиқотда вертикаль рефракциянинг коэффицентини ёки бурчагини ҳисобламасдан нисбий баландликларни аниқлашда вертикаль рефракцияни оддий ва содда усулида тузатмаларни ҳисоблаш мумкин бўлади. Бундай усулларга қуйидагилар киради:

1. Геодезик ўлчаш пунктларда вертикаль градиентларни ҳисоблаш йўли билан вертикаль рефракцияни ҳисобга олиш.

2. Трасса чизигининг эквивалент баландликларга боғлиқлигини ва нисбий баландликларни аниқлашда тузатмалар киритиш йўли орқали вертикаль рефракцияни ҳисобга олиш.

Бу икки усул ҳам икки томонлама бир вақтда бажарилган ёки бир вақтда бажарилмайдиган геодезик ўлчашларни талаб этади. Бу ишларнинг назарияси қуйидаги илмий ишларда акс эттирилган [1, 2].

Мақоланинг методикаси. Бу усулларнинг тригонометрик нивелирлашда усулида нисбий баландликларни аниқлашда тузатмаларни ҳисоблаш учун ишлатиладиган ишчи формулаларини келтираимиз.

Биринчи усул учун тузатмалар геодезик тўрнинг барча йўналишлари учун қуйидача бўлади:

$$\Delta h_{i-(i+1)} = a_{i-(i+1)} \cdot C_i \quad (1)$$

Бунда

$$a_i = 502.4 \frac{P}{T^2} \cdot \frac{S^2}{2R_{ep} \cdot h_s} \quad (2)$$

(1) ва (2) формулаларда: C_i – 1 метр баландликда ҳаво ҳароратининг вертикаль градиенти. Бу қиймат тармоқнинг математик қайта ишлашларидан энг кичик квадратлар усули орқали аниқланади; α_i – шартли тенгламалар коэффиценти, P – ҳаво босими; T – ҳаво ҳароратининг абсолют қиймати; R_{ep} – Ернинг радиуси; S – чизиқ узунлиги; h_s – аниқланаётган чизиқ бўйлаб эквивалент баландлик.

Тўғри ва тескари нисбий баландликларда Δh_i тузатмалари иккинчи усул учун қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta h_{(i+1)-i} = \frac{l \cdot h_{s-(i+1)}}{h_{s-(i+1)} + h_{s-(i+1)}} \quad (3)$$

$$\Delta h_{i-(i+1)} = l \cdot \Delta h_{(i+1)-i} \quad (4)$$

Бу ерда: l – нормал рефракция учун тузатмалар киритилган тўғри ва тескари нисбий баландликларни ўлчашлардаги фарқ.

Масаланинг янгича ечими. Бу икки усулларнинг имкониятлари тригонометрик нивелирлаш усулида бажарилган геодезик ўлчашларида аниқланган. Ўлчаш натижаларига вертикаль рефракция учун ҳисобланган тузатмаларни киритиб текшириб кўрилди. Бу ишлар Самарқанд вилоятида, махсус геодезик полигонда 2015 йилда бажарилди. Олинган барча маълумотлар бажарилган геодезик ўлчаш ишлари, иккинчи синф триангуляция тармоқлари пунктларида амалга оширилди. Унда 3 кун давомида узлуксиз уч қатор йўналиш бўйлаб "TrimbleM3 dg5" электрон тахеометри билан зенит масофалари ўлчанди. Геодезик кузатувлар дастури, полигон схемаси, тавсияномаси ва тригонометрик тармоғи илмий ишда келтирилган [3,4].

Биринчи усулга тузатмалар киритиш учун ЭҲМда математик ҳисоблаш ишлари амалга оширилди. Унда 3 та ўзаро боғланган йўналишлардан фойдаланиб, 3 та шартли тенгламалар тузилиб тармоқ тўридаги пунктлар учун нормал тенгламалар ечилди.

Ҳавонинг 1 метр баландликдаги аномал вертикаль градиентлари қийматлари қуйидаги 1-жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики C_i нинг қийматлари анчагина катта ва у собиқ иттифоқнинг Европа қисмига

1-жадвал

Ҳаво ҳароратининг аномал вертикаль градиенти қийматлари

Тўрдаги пунктлар тартиб рақами	C_i	Тўрдаги пунктлар тартиб рақами	C_i
1	+0,299	4	+0,591
2	+0,314	5	+0,269
3	+0,390	6	+0,554

тегишли аналогик қийматлардан анчагина фарқ қилади.

Ўлчашлар натижасида (1) формула билан ҳисобланган тузатмалар тригонометрик усулда аниқланган нисбий баландликларга киритилиб қийматлар 2-синф геометрик нивелирлаш натижалари билан таққосланди. Нисбий баландликларни аниқлашдаги ўрта квадратик хатолар 2-жадвалда келтирилган.

Иккинчи усул анчагина кам ҳисоблашларни талаб этади. Шу тармоқ тўрида бир томонлама ва икки томонла-

2-жадвал

Биринчи усул билан нисбий баландликларнинг аниқлигини баҳолаш

Вақт (соат)	Бир томонлама нисбий баландликлар		Ўртача нисбий баландликлар	
	тузатмаларсиз	тузатмалар билан	тузатмаларсиз	тузатмалар билан
	Ўрта квадратик хатоси			
	m_h^I	m_h^{II}	m_h^{III}	m_h^{IV}
14 соат	0,106	0,055	0,047	0,045

ма тригонометрик нивелирлашнинг ўртаквадратик хатоси 3-жадвалда келтирилган.

Хулоса ва тавсиялар.

Юқоридаги натижаларни таҳлил қилиб қуйидаги хулосаларга келдик:

Бир томонлама тригонометрик нивелирлашда ҳар иккала усулда ҳам нивелирлашдаги нисбий баландликларни аниқлаш аниқлиги икки бараварга ошди.

3-жадвал

Иккинчи усул билан рефракцияни ҳисобга олиб нисбий баландликларни аниқлашнинг аниқлигини баҳолаш

Вақт (соат)	Бир томонлама нисбий баландликлар		Икки томонлама нисбий баландликлар	
	тузатмаларсиз	тузатмалар билан	тузатмаларсиз	тузатмалар билан
	Ўрта квадратик хатоси			
	m_h^I	m_h^{II}	m_h^{III}	m_h^{IV}
14 соат	0,106	0,055	0,047	0,045

Нисбий баландликнинг тўғри ва тескари натижаларининг ўртача қийматлари рефракцияни юқори ($m_{h,w} = 0,047m$) аниқликда ҳисобга олиш имкониятлари мавжудлигини кўрсатади.

Тўғри ва тескари йўналишларнинг эквивалент баландликлари фарқи кичик бўлса нисбий баландликларни ўртача қийматига рефракция тузатмаларни киритилиши аниқликни маълум миқдордагина яхшилайдди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Джуман Б.М. Островская С.А. Метод учета вертикальной рефракции в тригонометрическом нивелировании. Геодезия. Картография и аэрофотосъемка. – Львов, 1981. вып. 3. – С. 19-24.
2. Островская С.А. Одновременное взаимное тригонометрическое нивелирование с учетом, вычисления углов или коэффициентов рефракции. Маркшейдерское дело и геодезия. – Ленинград, 1996. – С.11-15.
3. Суюнов Ш.А. Зенит масофаларини кеча-кундуз кузатув натижаларини статистик тадқиқ қилиш// "Меъморчилик ва қурилиш муаммолари" журнали. – Самарқанд, 2017. № 4. – Б. 84-89.
4. Суюнов Ш.А., Мусаев И.М., Каримова У.Э. Атмосферанинг ерга яқин қатламининг иккала ҳолатида қиялик бурчагини назарий қийматларини геодезик ва метеорологик ўлчаш натижалари асосида аниқлаш // «Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали. – Ташкент, 2017. – № 4(10). – Б. 32-37.