

Нивелирлашда вертикал рефракцияни замонавий ҳисобга олиш усуллариининг қисқача шарҳи.

Атмосфера рефракцияси физик ҳолат сифатида қадимдан олимларни қизиқтириб келган. XIX асрнинг охирларигача мавжуд бўлган рефракциянинг эмпирик тадқиқотлари атмосферанинг юқори қатламларининг тузилиши ҳақидаги аниқ маълумотларнинг йўқлиги сабабли интуитив асосларда тузилган. Шу сабабли рефракция соҳасидаги кўплаб назарий тадқиқотлар узоқ вақт амалга оширилмасдан қолган.

XX асрнинг бошларида метеорология ва аэрологик воситаларнинг жадал ривожланиши 25 км баландликда аэрологик зондлаш йўли билан атмосферанинг физикавий параметрларини ўлчаш имконини берди. Бу метеопараметрларни баландлик билан тарқалиши тўғрисидаги кенг ва бой маълумотларни оммавий тўплашнинг, шу билан бирга атмосферанинг юқори қатламларининг тузилиши ва физик ҳолатини деталли ўрганишнинг бошланиши бўлди. Метеопараметрларни реал ўлчашдан олинadиган маълумотлар тадқиқотчиларга атмосфера рефракцияси табиатини янада аниқроқ ўрганишга, янада сифатли тавсифларини ва улар тўғрисидаги тушинчаларни олишга имкон берди.

Шуни таъкидлаш керакки, горизонтга яқин зонада вертикал рефракцияни ўрганишга бағишланган ишлар физика атмосферасини ўрганишга асосланган. П.Гарцер[1] илк бор оптик нурнинг тарқалиш йўлида рефракцияни ҳисоблаш учун 25 км баландликгача атмосферани аэрологик зондлашнинг катта статистик материалларидан фойдаланди.

Ф.Линк ва Л.Нежил [2] томонидан Ер юзасининг тўртта нуқтаси (Эквадор, Шарқий Ҳиндистон, АҚШ ва Канада)да $85^{\circ} \leq Z \leq 90^{\circ}$ зонада аэрологик зондлаш материаллари асосида бажарилган тадқиқотлар амалиётда қизиқиш уйғотади. Ундан олинган натижалар Ф.Линк ва Л.Нежилга ёзги ва

кишки давр учун оптик нурнинг горизонтал траекторияси учун ўртача рефракция қийматини ҳисоблаш имконини берди.

Ер рефракцияси назариясини ривожлантиришга

Ер рефракциясини ҳисобга олиш назарияси ва амалиёти масалаларига геодезия соҳасининг рус олимлари А.А.Изотов, Л.П.Пеллинен, Н.В.Яковлев, М.Т.Прилепин, И.Ф.Куштин, А.Л.Островский, Г.А.Мешееков, Л.С.Юношев, Б.М.Джуман, И.С.Пандул, М.В.Ратинскийлар шунингдек чет эл олимлари Ангус Леппан, Мориц, Куккамяки, Саасамойнен, Джейнс, Вейс, Лейонхувуд, Годзон, Бреттербауэр, Кобольд ва бошқалар ҳам ўз хиссаларини қўшишган.

Г.С.Татерев [3], ўз тадқиқотларида жой рельефининг ва шамолнинг рефракция аномалиясига таъсири ҳақидаги тахминлар келтирган. Унинг айтилишича, шамолсиз атмосферада рельефдан қатъий назар хавонинг зичлиги тенг қатламларида садхий юза бўйича жойлашади. Шамолнинг пайдо бўлиши билан хаво массаси ҳаракатга келади. Шунда хаво зарраларининг кўчиши ер юзасининг рельефида параллел равишда содир бўлади, яъни эквискаляр юза жой рельефига амал қилади.

Амалиётда эса, атмосферанинг горизонтга яқин зонасида бажариладиган геодезик ўлчаш аниқлигини рефракция таъсирини ҳисобга олмасдан ошириб бўлмайди. Рефракция аномалиясини ўрганишда реал атмосферага кўпроқ тўғри келадиган атмосфера қатламлари тузилиши ҳақидаги маълумотлар керак бўлади.

Ҳозирги вақтда атмосферанинг тузилишини таснифлаш учун тадқиқотчилар кўпроқ метеопараметрларнинг ва хаво атмосферасининг зичлигини ўзгаришига тўғри келишини такидлайди. Бунинг учун эса аэрологик маълумотлардан фойдаланилади. Ер атмосферасида физик жараёнларнинг кўплаб тадқиқотлари олиб борилмоқда. Атмосферанинг тузилиши ва таркиби ўрганилмоқда, рефракциянинг замонавий назарияси таҳлил қилинмоқда, уни ҳисобга олишнинг янги усуллари ишлаб чиқилмоқда. Бу масалаларга бағишланган энг янги фундаментал тадқиқотлар эътиборлидир.

Астрономик ва ер рефракцияси соҳасидаги назарий ва амалий тадқиқотларни ривожлантиришнинг замонавий босқичида тўпланган тажрибаларни умумлаштириб рефракция таъсирни ҳисобга олишнинг учта асосий усуллари кўрсатиш мумкин:

1. Стандарт атмосфера моделини қўлловчи статистик усул.

2. Рефракция бурчакларини тўғридан-тўғри ўлчовчи инструментал усул.

3. Атмосферани зондашда асосланган метеорологик усул.

Агар рефракцияни ҳисобга олишни сифатли таҳлил қиладиган бўлсак, улардан биринчиси оддийдир. Афсуски, у атмосферанинг пастки қатламида рефракциянинг яқинлашган қийматларининг аберации, унинг эса аниқлиги анчагина паст.

Инструментал усул — истиқболли ва катта фойда келтиради. У келажакда чизикли бурчакли геодезик

ўлчаш ларамалиётида такки ўринлардан бирини эгаллайди.

Охирийилларда мамлакатимизда, МДХ давлатлари давахорижда рефракция бурчакларини дисперсион усуллар билан ўлчаш учун, электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш йўлидаги кўриш нурунинг синиш кўрсаткичлари интеграл қийматларини аниқлашга мўлжалланган. Инструментал усул бир неча йиллар олдин кашф этилган бўлсада, бугунги кунгача у тажрибадан ўтмаган ва ишлаб чиқаришда қўлланилмаган. Бурчак дисперсиясини 0,01" гача аниқлик билан билиш зарурати геодезия рефрактометриясида инструментал усулларни ривожлантиришга тўсиқ бўлмоқда. Бундай аниқликка эришиш катта техник қийинчиликни туғдиради. Баланд объектлар рефракциясига келсак, атмосферадаги тинимсиз ўзгарувчанлик ҳолатлари ва турли омилларнинг геодезик ўлчаш ишларига таъсири, уларни дисперсион усулларда аниқлаш янада жиддий техник қийинчиликларга олиб келади.

Геодезия соҳасида илмий техник тараққиётнинг замонавий босқичида электрон ўлчаш асбоблари кенг қўлланилмоқда. Компьютер технологиялари ривожланган асрида физик ҳисоблашларга ва чизишга эҳтиёж қолмади —

буларни барчасини тегишли дастурлар билан таъминланган компьютер бажаради.

Универсал геодезик асбоб – охирги авлод электрон тахеометрлари қисқа вақт ичида, маълум аниқликдаги натижалар билан ҳар қандай жойни суратга олишни ва зарурияти бўлган тегишли геодезик масалаларни ечиш мумкинлигини таъминлайди.

Электрон теодолитдасаноқлар (отсчет) автоматик равишда махсус қурилма ёрдамида туширилади [10; 101-б.]. Бу қурилма шиша диск,

ундаги бурчак катталиклари шаффоф бўлмаган штрихлар тизимикўринишида ёпи кодлий ўлаклар кўринишида ёзилган бўлади ва электрик сигналда ўзгаради.

Диск ёруғлик нури билан ёритилади; теодолит буралганида фотоприёмникда икки ламчикода сигнал пайдо бўлади, у расшифровка қилинган дан кейин рақамлик кўринишда таблода, яъни кичик маниторга пайдо бўлади.

Электрон тахеометр, электрон теодолит, кичик ҳажмли фазали светодално мерва микрокомпьютернинг битта конструкцияда жамланганини англатади.

Вертикал рефракция назарияси ва уларни геодезик нивелирлаш усуллари га таъсирини ҳисобга олишда ишлаб чиқилган тадқиқотлар, О.В. Вишевкова [4], В.Г. Фесенков [5], А.С. Суюнов [6], ларга тегишли.

Улар рефракция билан курашишнинг иккита йўли кўрсатилган:

1) зенит масофани кузатишда рефракция коэффициентни ёки (бурчаги) ни аниқлаш;

2) барча йўналишлар бўйлаб вертикал рефракциянинг бир хил бўлган коэффициентлиги даврида қўйилган кузатишлар.

Ҳозирги вақтда маълумки, рефракция билан курашишнинг иккинчи йўли яъни барча йўналишлар бўйича атмосферанинг ерга яқин қатламини ташқи муҳитнинг таъсири бир хил бўлган нейтрал стратификацияси даврида

мумкин. Бироқ бу даврлар (эрталаб ва кечкурун) жуда қисқа ва ҳаво атмосферасининг барқарор антициклон ҳолатида бу 20...30 дақиқани ташкил этади, бу геодезистларниасло қониктирмайди. Шунинг учун биз шу жойда кузатиш вақтини узайтириш зарур бўлганда кузатиш жараёнини давом эттириш рефракция (коэффициенти) бурчакларини аниқлаш усулларини қўллаш кераклиги тўғрисидаги хулосага келамиз.

Бугунги кунгача вертикал рефракцияни ҳисобга олишнинг 20 дан ортиқ усуллари ишлаб чиқилган. Бироқ буларнинг баъзи бирларини алоҳида йўналишлар бўйича рефракцияни ҳисобга олиш имконини берувчиларини замонавий ва истиқболли дейиш мумкин.

Бундай усулларга қисқача тўхталамиз.

Вертикал рефракцияни ҳисобга олишнинг метеорологик усуллари.

Метеорологик параметрлар бўйича вертикал рефракция коэффициентларини аниқлаш учун биринчи формула В.Я.Струве [7], томонидан ишлаб чиқилган. Афсуски, муаллиф унда рефракция коэффициентини бевосита босим ва ҳароратдан кўра босим ва ҳарорат градиентлари билан узвий боғлиқлигини билмаган.

Атмосферанинг баъзи нуқтасида вертикал рефракция коэффициентини аниқлаш учун назарий жиддий формулани [6] келтирган.

$$K = 502,4 \frac{P}{T^2} \left(0.0342 + \frac{dT}{dh} \right) \quad (1.1)$$

Унда P - ҳаво босими мб да; T - ҳаво атмосферасининг абсолют ҳарорати Кельвинда ($T=273,16+t$); t - Цельсий градусида ҳаво ҳарорати; dT/dh - ҳаво ҳароратининг вертикал градиенти. (1.1) формула бир турдаги рефракцион майдонда амалий кучга эга. Яъни $dT/dh = \gamma_a = \text{const}$; $\gamma_o=0$. Бунинг камчилиги эса ана шу. У ўзининг ишида рефракциянинг нуқтали коэффициентидан ўртача, самарали эквивалент баландликка ўтишни таклиф қилган.

Эквивалент баландлик $h_э$

$$h_э = \frac{S^2}{2 \int_0^S \frac{1}{h} dl} , \quad (1.2)$$

(1.2) формула бўйича ҳисобланади.

бунда, dl -трасса профилининг букилмаган рельефикичиккесмаси;

l - визир нуқтасидан dl кесма ўртасига чабўлган масофа;

h – dl кесма гада визир нурнинг баландлиги;

S -визирлашчи зиги узунлиги.

Ҳаво ҳароратнинг эквивалент градиент формуласи қуйидагича ифодаланади [6]:

$$\left(\frac{dT}{dh} \right) = \frac{\gamma_1}{h_э} , \quad (1.3)$$

бунда, γ_1 -бир метр баландликда ҳаво ҳароратнинг аномал градиенти.

рефракция коэффициентини K аниқлаш учун қуйидаги формула ниқаш қилган:

$$K = K_H + \alpha \frac{\gamma_1}{h_э} ; \quad (1.4)$$

$$K_H = 12.259 \frac{P}{T^2} ; \quad (1.5)$$

$$\alpha = 502.4 \frac{P}{T^2} . \quad (1.6)$$

Бу усуланиқ метеорологик усуллардан бири ҳисобланади. Эквивалент баландлик параметрларини $h_э$ кiritиш вертикал рефракцияни ҳисобга олиш ўлидаги муҳим қадам бўлиди.

Бироқ ҳароратнинг аномал градиентини γ_1 тўғри аниқлаш қийин масала бўлиб қолади. Ундан ташқари 1 м баландликда ҳароратнинг аномал градиенти кўрсаткичи турли юза устида бир хил бўлмайди. Бир хил юзада ўтказилган

тажрибалар ҳисобга олинса, бу усул самарали бўлиши мумкин, бу усулнинг аниқлигини Самарқанд шаҳридаги метеостанциядан олиган бир неча йиллик метеорологик маълумотлар асосида мунтазам текширдик ва усулнинг геодезик ўлчаш ишларида қўлланилиши мумкинлиги тўғрисидаги хулосага келдик.

АДАБИЁТЛАР:

1. Harzer P. Gebrauchstabellen zur Berechnung der Ablenkungen der Lichtstrahlen in der Atmosphäre der Erde für die Beobachtungen am Grossen Koller Meridiankreise. // Publ. der Sternwarte in Kiel, 1924. P. 137-159.
2. Link F., Neuzil. Tables mondiales der refraction et de la masse d, air. // Bull. Astr. Inst. Chehosl., 1958, 9, 1.
3. Татерев Г.С. Аномалии рефракции. - В сб. Астрономия и геодезия, Изд. АН, 1975, вып. 7. С. 3 - 23.
4. Вшивкова О.В. Учет, влияния атмосферы на результаты измерения расстояний электронным тахеометром. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. М., 2007. № 1. С. 3-12.
5. Nosov V. V., Grigoriev V. M., Kovadlo P. G., Lukin V. P., Nosov E. V., Torgaev A. V. Coherent structures in turbulent atmosphere // Proc. SPIE, USA, 2008, v. 7296, [7296-08], p. 53-70.
6. Суюнов А.С., Суюнов Ш.А. О точности геодезического измерения в условиях Республики Узбекистан. Узбекское агентство по печати и информации Типографии ООО «ILM NUR-FAYZ», С. 2017. - 160 с.
7. Struwe W. Beschreibung der zur Ermittlung des Höhenunterschiedes des Schwerzen und des Caspischen Meeres ausgeführten Messungen, - СПб, 1949. 388 p.