

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДА ТУЗИЛГАН БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

СУЮНОВ ШУҲРАТ АБДУСАЛИЕВИЧ

**АТМОСФЕРАНИНГ ЕРГА ЯҚИН 500 МЕТРЛИК ҚАТЛАМИНИНГ
ГЕОДЕЗИК ЎЛЧАШ ИШЛАРИГА ТАЪСИРИ ВА УНИ
ҲИСОБГА ОЛИШНИНГ ЯНГИ УСУЛИ
(Ўзбекистон Республикаси шароитида)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БУЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Суёнов Шухрат Абдусалиевич

Атмосферанинг ерга яқин 500 метрлик қатламининг геодезик
ўлчаш ишларига таъсири ва уни ҳисобга олишнинг янги усули
(Ўзбекистон Республикаси шароитида)3

Суёнов Шухрат Абдусалиевич

Влияние на геодезические измерения 500 метрового
слоя атмосферы и новые методы его учета
(В условиях республики Узбекистан)21

Suyunov Shuhrat Abdusaliyevich

The influence on geodetic measurements of the 500-meter
layer of the atmosphere and new ways of its recording
(In conditions Republic of Uzbekistan)39

Эълон қилинган ишлар руйхати

Список опубликованных работ
List of published works43

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДА ТУЗИЛГАН БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

СУЮНОВ ШУҲРАТ АБДУСАЛИЕВИЧ

**АТМОСФЕРАНИНГ ЕРГА ЯҚИН 500 МЕТРЛИК ҚАТЛАМИНИНГ
ГЕОДЕЗИК ЎЛЧАШ ИШЛАРИГА ТАЪСИРИ ВА УНИ
ҲИСОБГА ОЛИШНИНГ ЯНГИ УСУЛИ
(Ўзбекистон Республикаси шароитида)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (Doctor of Philosophy) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.1.PhD/T575 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифада (www.tiim.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Тошпулатов Сарвар Анварович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Бакиев Машариф Рузметович
техника фанлари доктори, профессор,
Қорақолпоғистон Республикасида хизмат
кўрсатган фан арбоби

Рахматуллаев Арзимурод
география фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc. 27.06.2017.Т.10.02 рақамли Илмий кенгаш асосида тузилган бир марталик илмий кенгашнинг 2018 йил «__» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент шаҳри, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел.: (+998-71) 237-19-61, 237-22-09, факс 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.)

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100000, Тошкент шаҳри, Қори Ниёзии кўчаси, 39-уй. Тел.: (+99871) 237-19-45).

Диссертация автореферати 2018 йил «__» _____ кунни тарқатилди.
(2018 йил «__» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

Т.З. Султонов

Илмий даражалар берувчи бир
марталик Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

А.А. Янгиев

Илмий даражалар берувчи бир
марталик Илмий кенгаш котиби, т.ф.д., доцент

Э.Ю.Сафаров

Илмий даражалар берувчи
бир марталик Илмий кенгаш ҳузуридаги
бир марталик илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда геодезия соҳасининг ривожланиши билан бугунги кунда унинг замонвий электрон технологияларидаги ўлчаш аниқлиги муаммоларини ечиш ва уни лойиҳалаш усуллари ҳамда технологияларини яратиш алоҳида аҳамият касб этмоқда. Шу жиҳатдан, атмосферанинг ерга яқин қатламини геодезик ўлчаш ишларига таъсирини ҳисобга олган ҳолда электрон тахеометр билан зенит масофани ўлчашда тузатмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш усуллари ва технологияларини такомиллаштириш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Ушбу йўналишда кўпгина ривожланган давлатларда, жумладан АҚШ, Германия, Россия ва бошқа давлатларда геодезик асбобларда ўлчаш ишларини амалга ошираётганда ташқи муҳит таъсирини ҳисобга олишга, ўлчаш натижаларига сезиларли таъсирини ўтказадиган рефракция хоссаларини эътиборга олиб ўлчаш аниқлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилган.

Жаҳонда геодезик ўлчаш ишларининг барчасига ташқи муҳит тасирини ўтказаетган, хатоликларни келтириб чиқараётган рефракцияни ҳисобга олиш усуллари такомиллаштиришга йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишларини олиб бориш алоҳида аҳамият касб этади. Бу борада, жумладан ташқи муҳит ҳар доим ҳам турғун ҳолатда бўлавермаслиги, унинг вақти-вақти билан ўзгариб туриш қонуниятлари ўрнатилган ҳамда уларни ўлчаш усуллари такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга, жумладан метеорологик элементлардан фойдаланиб геодезик ўлчаш аниқлигини ошириш ҳамда геодезик ўлчаш усуллари такомиллаштириш зарур вазифалардан ҳисобланади.

Ҳозирги кунда республикамизда қуруқ ва иссиқ иқлим шароитида атмосферанинг ерга яқин қатлами (АЕЯК)да, ернинг юза қисми микро-масштабли хилма-хиллигини инобатга олиб геодезик ўлчаш ишларининг аниқлигини ошириш, ўлчаш натижаларига тузатмалар киритишнинг янги усуллари ишлаб чиқиш бўйича чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...архитектура ва қурилиш комплексини инновацион ривожлантириш, янги саноат корхоналарини қуриш, хитмат кўрсатиш объектларини ишга тушириш...»¹ вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, атмосферанинг ерга яқин қатламида ташқи муҳитнинг барча геодезик ўлчашларига таъсирини аниқлаш, уни ҳисобга олиш усуллари такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг “Геодезия ва картография тўғрисида”ги Қонуни (1997), Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 31 майдаги ПФ-5065-сон «Ўзбекистон республикаси ер ресурслари, геодезия, картография ва кадастри давлат қўмитаси фаолиятини янада такомиллаштириш тўғрисида»ги Фармонлари ва 2017 йил

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

31 майдаги ПҚ-3024-сон Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу тадқиқот иши маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларга мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ер рефракцияси назарияси бўйича илмий тақиқот ишлари аввало Европа олимлари томонидан амалга оширилган. Булар Н.Я.Цингер, П.И.Померанцев, А.Нефедьевалар. Улар 1900-2000 йилларда атмосфера рефракцияси назарияси, рефракцияни оптик нур, электромагнит ва ёруғлик нури тарқалишига таъсирини ўрганишди. Сўнгра П.Гарцер, С.Блажко ва Л.Хижакнинг аэрозондлаш материаллардан фойдаланган ҳолда оптик нурнинг тарқалиш йўлида олиб борган илмий ишлари эътиборли;

Ер рефракциясини ўлчаш натижаларида ҳисобга олиш бўйича В.Д. Струве, Х.Ж.Маттхиаас, В. Иордан, А.А. Изотов, Л.П. Пеллинен Н.В. Яковлев, А.Л. Островский, А.И. Мороз, Б.М. Джуманлар катта илмий тадқиқотлар олиб боришган. Ўрта Осиёда рефракцияни геодезик ўлчаш натижаларига таъсири ва уни ҳисобга олишни республикамиз олимлари А.С.Суюнов, А.А.Салахиддинов ва Т.М.Абдуллаевлар илмий изланишларида ўрганишган ҳамда уларнинг барчаси маълум даражада ижобий натижаларга эришилган.

Бугунги кунда мамлакат Президентининг кўрсатмалари асосида шаҳар, шаҳар типидagi посёлкалар ва қишлоқ аҳоли пунктларининг илмий асосланган бош режа лойиҳалари ҳаётга тадбиқ этилмоқда. Уларда янгидан қурилаётган бино ва иншоотлар комплекси яхлит тарзда геодезик назорат асосида юқори аниқликда, тўғри ва талаб меъёрларида қурилишига катта эътибор қаратилмоқда. АЕЯҚнинг геодезик ўлчаш натижаларига таъсир этиш даражасини топиб аниқликни ошириш усулини ишлаб чиқиш Ўзбекистон шароитида етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация иши бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтининг илмий тадқиқот ишлари режасининг №6.2 «Архитектура ёдгорликларини кузатишда геодезик ўлчаш аниқликларини таҳлил қилиш» (2006-2011) ва «Ташқи муҳитнинг геодезик ўлчаш ишларга таъсири ва уни ҳисобга олиш» (2011-2016) мавзулари лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади атмосферанинг ерга яқин қатламида бурчак ва чизикли геодезик ўлчашларни амалга оширишда ташқи муҳит таъсирини метеорологик материаллар асосида самарали ҳисобга олишнинг янги усулини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Ўзбекистоннинг қуруқ иқлим шароитида бажариладиган бурчак ва чизикли масофа ўлчашларга рефракция таъсирини ҳисобга олишнинг замонавий усулини ишлаб чиқиш;

Ўзбекистон Республикаси шароитида зондлаш ва спутник орқали олинган метеорологик элементлар асосида 500 м ли атмосфера қатламининг ҳаво

харорати ва босимининг вертикал тақсимланиш қонуниятларини ўрганиш ҳамда уларнинг боғлиқлигини ўрнатиш;

ўрганилаётган шароитда, 500 м қатламнинг исталган нуқтасида ҳаво харорати ва босимини аниқлаш йўлини ишлаб чиқиш;

тадқиқот ўтказилаётган шароитда жой рельефи ва атмосферанинг 500 м қатламини геодезик ўлчашларга таъсирини ҳисобга олиб ёруғлик нури рефракцияси учун тузатмалар формуласини ишлаб чиқиш;

ишлаб чиқилган усулда рефракция учун тузатмаларни ҳисоблаш аниқлигини тажриба натижаларида асосланган усулини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ўзбекистон шароитида барча турда бажариладиган геодезик ўлчаш пунктлари, мураккаб рельефли трассалар, уларга таъсир этувчи омиллар ва баланд объектлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети Самарқанд шаҳри атрофидаги дала тажриба майдонидаги геодезик ва метеорологик натижалар, уларни амалда бажарувчи замонавий электрон геодезик ва метеорологик ўлчаш асбоблар ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида рефракцияни ҳисобга олиш учун ишлаб чиқилган усул, ўлчаш натижаларига таъсир этувчи тузатмаларни ҳисоблаш, аниқлигини баҳолашда геодезик натижаларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

атмосферанинг 500 метрли қатламида ҳаво харорати ва босимининг вертикал тақсимланиши метеорологик маълумотлар асосида ўрнатилган ва уларни исталган баландликларда аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

атмосферанинг 500 метрли қатламининг ҳаво харорати, босими ва ёруғлик нурининг синиш кўрсаткичларини аниқлаш усули метеорологик параметрларнинг ўзгарувчанлигини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

ёруғлик нури рефракцияси учун жой рельефи ва атмосферанинг 500 метрли қатлами таъсирини камайтириш учун дала тажриба маълумотлари асосида тузатмаларни ҳисоблаш формуласи ишлаб чиқилган;

метеорологик элементлар ёрдамида геодезик ўлчаш натижаларини аниқлигини яхшилайдиган, тузатмаларни ҳисоблаш усули 2-синф нивелирлаш натижаларига таққослаш орқали такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

атмосферанинг ерга яқин 500 метрли қатламининг геодезик ўлчаш натижаларига таъсири ва уни ҳисобга олиш усули метеорологик маълумотлар асосида ишлаб чиқилган;

қуруқ ва иссиқ иқлим шароитида атмосферанинг турли баландлиги ва стратификацияси учун ҳавонинг синиш кўрсаткичи, харорат ва босимни аниқлаш усули дала тажриба материаллари асосида такомиллаштирилган;

ушбу иш далада ишлаб чиқарувчилар томонидан бажарадиган геодезик ўлчаш жараёнида қўлланилган янги метеорологик усули ишлаб чиқилган;

ўлчанган метеорологик элементлар ёрдамида ер юзаси атрофида рефракция тузатмаларини ҳисобга олиш учун эркин муҳитда ва унинг ташқарисида жойлашган баланд объектлардаги геодезик ўлчашларга таъсир этувчи рефракция тузатмаларини ҳисоблаш учун формула ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги умумий қабул қилинган тадқиқот усуллари ва математик статистика усулларидан фойдаланилганлиги экспериментал ва назарий ҳисоблашлардаги боғлиқликларни қиёсий солиштиришда бир-бирига яқинлиги, ўтказилган тажрибалар орқали амалиётга жорий этилганлиги, натижалар республикадаги шу соҳанинг ваколатли корхоналари тамонидан тузилган маълумотномалари ҳамда а жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Ўзбекистон Республикаси шароитида ёруғлик нури рефракцияси учун жой рельефи ва атмосферанинг 500 метрли қатлами таъсирини камайтириш учун тузатмаларни ҳисоблаш формуласи ишлаб чиқарилганлиги, 500 м қатламининг исталган баландлигида ҳаво ҳарорати ва босими метеорологик маълумотлар асосида аниқланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти атмосферанинг 500 метрли қатламида ҳаво ҳарорати ва босимининг вертикал тақсимланиши Ўзбекистоннинг бир қатор ҳудудидан тўпланган метеорологик маълумотлар асосида аниқланганлиги, геодезик ўлчашларнинг амалга оширилишида тузатмаларни киритиш туфайли аниқликнинг ошиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Атмосферанинг ерга яқин 500 метрлик қатламининг геодезик ўлчаш ишларига таъсири ва уни ҳисобга олишнинг янги усулини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

ёруғлик нури рефракцияси учун жой рельефи ва атмосферанинг 500 метрли қатлами таъсирини камайтириш учун тузатмаларни ҳисоблаш формуласи Ўзбекистон Республикаси “Давергеодезкадастр” давлат кўмитаси тасарруфидаги Самарқанд аэрогеодезия корхонасида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси “Давергеодезкадастр” давлат кўмитасининг 2018 йил 9 октябридаги 02-09-7791-сон маълумотномаси). Натижада ўлчашлар аниқлиги 40%га ошиши, меҳнат унумдорлигининг яхшиланиши имконияти яратилган;

Ўзбекистон шароитида атмосферанинг 500 метрли қатламининг исталган баландлигида ҳаво ҳарорати ва босимини аниқлашнинг номограмма усули Ўзбекистон Республикаси “Давергеодезкадастр” давлат кўмитаси тасарруфидаги Самарқанд аэрогеодезия корхонасига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси “Давергеодезкадастр” давлат кўмитасининг 2018 йил 9 октябридаги 02-09-7791-сон маълумотномаси). Натижада тузилган номограмма ёрдамида атмосфера қатламининг исталган баландлигида ҳаво ҳарорати ва босимини тез ва аниқ аниқлаш имконияти яратилган;

атмосферанинг 500 метрли қатламида ҳаво ҳарорати ва босимининг вертикал тақсимланиш қонуниятлари Ўзбекистон Республикаси давлат архитектура ва қурилиш кўмитаси тасарруфидаги “Қурилишда муҳандислик қидирувлари геоахборот ва шаҳарсозлик кадастри лойиха илмий текшириш давлат институти”нинг Самарқанд филиали, топографик-геодезик бўлимида ишлаб чиқаришга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси “Давергеодезкадастр” давлат кўмитасининг 2018 йил 9 октябридаги 02-09-7791-сон маълумотномаси). Натижада жорий қилинган қонуниятлар асосида рефракция хатолигини ҳисобга олиб ўлчаш аниқлигининг 3,5–4 баробаргача ошириш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари халқаро ва республика илмий-амалий анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, жумладан 2 та халқаро ва 2 та республика илмий - амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилнганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари учун тавсия этилган журналларда 7 та мақола, жумладан 2 та хорижий, 5 та республика журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 98 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган ҳамда тадқиқотнинг илмий янгилиги, амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “**Атмосфера таъсирини ҳисобга олиш бўйича асосий ишлар таҳлили**” деб номланган биринчи бобида рефракциянинг назарий, амалий ва тажриба майдонидаги тадқиқотлари атрофлича кўриб чиқилган. Атмосфера рефракцияси физик ҳолат сифатида қадимдан олимларни қизиқтириб келган. XIX асрнинг охиригача мавжуд бўлган рефракциянинг эмпирик тадқиқотлари атмосферанинг юқори қатламларининг тузилиши ҳақидаги аниқ маълумотларнинг йўқлиги сабаб интуитив асосларда тузилган. Шу сабабли, рефракция соҳасидаги мавзуга оид кўплаб назарий тадқиқотлар узоқ вақт амалга оширилмай келинган.

XX асрнинг ўрталарида метеорологик ва аэрологик воситаларнинг жадал ривожланиши 11 км гача баландликда аэрологик зондлаш йўли билан атмосферанинг физикавий параметрларини ўлчаш имконини беради. Бу эса метеопараметрларнинг баландлик бўйича тарқалиши тўғрисидаги кенг ва бой маълумотларни оммавий тўплашнинг, атмосферанинг юқори қатламининг тузилиши ва физик ҳолатини батафсил ўрганишнинг бошланиши бўлади.

Ф.Линк ва Л.Нежил томонидан бажарилган Ер юзасининг тўртта нуқтаси (Эквадор, Ҳиндистон, АҚШ, Канада)да $85^{\circ} \leq Z \leq 90^{\circ}$ зонада аэрологик зондлаш материаллари асосидаги тадқиқотлари амалий қизиқиш уйғотди. Ундан олинган натижалар Ф. Линк ва Л. Нежилга ёзги ва қишки давр учун оптик нурнинг горизонтал траекторияси учун ўртача рефракция қийматларини ҳисоблаш имконини берди.

Ер рефракцияси назариясини ривожлантиришга дунё олимларидан: В.Д. Струве, Н.Я. Цингер, П.И. Померанцев, А.А. Изотов, Л.П. Пеллинен, А.Л. Островский, В.А. Яковлев, Г. Мориц, Т. Куккамьяки, М.Хеннес, В. Гарднер,

В. Гарфинкел ва бошқалар ўзларининг катта хиссаларини қўшишган.

Ҳозирги вақтда атмосфера тузилишини таснифлашда тадқиқотчилар кўпроқ аэрологик ва спутник орқали олинадиган ва ҳаво зичлигини баландлик бўйича ўзгаришини ўрганишда метеорологик маълумотлардан фойдаланади. Ер рефракцияси тўғрисидаги назарий ва амалий тадқиқотларни ривожлантиришнинг замонавий босқичида тўпланган тажрибаларни умумлаштириб рефракцияни ҳисобга олишнинг учта асосий усуллари кўрсатилди. Булар:

1. Стандарт атмосфера моделини қўлловчи статистик усул.
2. Рефракция бурчакларини тўғридан-тўғри ўлчовчи инструментал усул.
3. Атмосферани зондлашда асосланган метеорологик усул.

Агар рефракцияни ҳисобга олиш статистика усулда сифатли таҳлил қилинса, атмосферанинг пастки қатламида рефракциянинг яқинлашган қийматларинигина беради, бунинг эса аниқлиги анча пастлигини кўрсатади.

Инструментал усул – истиқболли ва катта фойда келтиради. У келажакда чизикли ва бурчакли геодезик ўлчаш амалиётида етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. Охирги йилларда мамлакатимизда ва хорижда рефракция бурчакларини дисперсион усуллар билан ўлчаш учун электромагнит тўлқинларнинг тарқалишидаги кўриш нури синиш кўрсаткичларининг интеграл қийматларини аниқлаш учун мўлжалланган рефрактометрларни яратиш бўйича назарий ва амалий ишланмалар жадал олиб борилмоқда.

Баланд объектлар рефракциясига келсак, атмосферадаги ҳар хил ҳолатлар ва турли омилларнинг геодезик ўлчаш ишларига таъсири, уларни дисперсион усуллар билан аниқлаш янада жиддий техник қийинчиликларга олиб келади.

Геодезия соҳасида илмий техник тараққиётнинг замонавий босқичида электрон ўлчаш асбоблари кенг қўлланилмоқда. Компьютер технологиялари ривожланган асрда физик ҳисоблаш ва чизишга эҳтиёж қолмади – ҳаммасини тегишли дастур билан таъминланган компьютер бажаради.

Охирги йилларда рефракция назарияси ва уларни геодезик нивелирлаш усулларига таъсирини ҳисобга олишда ишлаб чиқилган тадқиқотлар А.Л. Островский, В.В. Носов, О.В. Вишевкова ва А.С. Суюновларга тегишли.

Ҳозирги вақтда маълумки, рефракция билан курашишнинг асосий йўли барча йўналишлар бўйича атмосферанинг ерга яқин қатламини нейтрал стратификацияси давридагина мумкин. Бироқ бу давр (эрталаб ва кечқурун) жуда қисқа ва у ҳаво атмосферасининг барқарор антициклон ҳолатида 20–30 дақиқани ташкил этади холос, бу эса далада геодезик ўлчаш ишларини амалга оширувчи мутахассисларни қониқтирмайди.

Ҳаво атмосферасини ўрганиш шуни кўрсатдики, ерга яқин қатламдаги метеорологик ўзгарувчанлик атмосферанинг юқори қатламида кузатиладиган метеопараметрларнинг ўзгаришларидан устунлиги таъкидланган. Юқори қатламдан фарқли ўлароқ, ерга яқин қатламда ҳаво ҳароратининг градиенти ўзгарувчанлиги билан ажралиб туради.

АЕЯҚда суткалик изотермик ҳолати кундуз ва кечаси кузатилади. Барча ўлчашлар учун кечки ҳолат кўпроқ тўғри келади: инверсия секин ривожланганида ва атмосфера нобарқарорлиги даврида ҳаво атмосфераси изотермияси сутканинг бошқа вақтидагига нисбатан бузилиши кузатилади.

Тахеометрни визир марказига йўналтириш горизонтал йўналишни, вертикал бурчакни (зенит масофани ёки қиялик бурчагини) ва масофани ўлчашга имкон беради. Асбоб ичидаги микрокомпьютернинг борлиги унинг кўп функциялиги ва тезкорлигини таъминлайди. Замонавий юқори аниқликдаги электрон тахеометрнинг асбоб аниқлиги 0,5" ва (1 мм +1 мм/км) ни, таъсир узоклиги эса 5 км ни ташкил этади. Юқори аниқлик, тезкорлик ва кўп функционаллик туфайли электрон тахеометр кўплаб геодезия масалаларни ҳал қилишда муҳим асбоб ҳисобланади. Бугунги кунда республикада унинг кўп функционаллиги ва юқори самардорлигини ҳисобга олиб, ушбу геодезик асбобдан барча геодезия бўлинмалари фойдаланади.

Бироқ, юқорида айтилган электрон тахеометрларнинг универсаллиги билан анъанавий геодезик ўлчашлар солиштирилганида, атмосферанинг таъсирини ҳисобга олишда катта қийинчиликни келтириб чиқаради. Электрон тахеометр билан масофани аниқлаш усули электрон дальномернинг анъанавий усулларида фарқ қилмайди, оқибатида ўлчаш натижаларига таъсир этиш механизми ва даражаси бунда ўзгаришсиз қолади.

Шундай қилиб, асбоб ва нур қайтарувчи орасидаги атмосфера ҳолати ва АЕЯҚнинг турли хиллиги электрон тахеометр билан бажарилган ўлчаш натижаларига таъсир этади; бир томондан, сигналнинг тарқалиш тезлигининг ўзгариши ўлчанган масофаларнинг ўзгаришига олиб келади, бошқа томондан, бурчак ўлчаш натижаларига рефракция таъсири туфайли хатога йўл қўйилади. Электрон тахеометр ёрдамида бажариладиган барча турдаги геодезик ўлчаш ишларини юқори аниқликда бажарилиши талаб қилинса, ўлчаш натижаларига атмосферанинг таъсирини ҳисобга олиш зарур.

Атмосфера таъсирини ҳисобга олиш усули бурчак ва чизиқли масофа ўлчашларга киритиладиган тузатмаларни бир вақтда киритиш керак бўлади. Асосий эътиборни вертикал бурчаклар ўлчовининг аниқлигига қаратиш лозим. Бажарилган таҳлиллар шуни кўрсатдики, атмосферанинг чизиқли ўлчов аниқлигига таъсирини ҳисобга олиш бурчак ўлчовларига нисбатан осонроқ. Вертикал рефракция бурчаги 5 км ли трассада 100" га етиши мумкин. Масофа 1,3 км бўлган трассада (30-40") га тенг бўлган вертикал рефракция қиймати ёзда деярли ҳар куни кузатилган. Қиялик бурчагини ўлчашдаги бу хато, нисбий баландликни аниқлашда 20 см га тенг бўлади.

Бажарилган таҳлилларга яқун ясаб, таъкидлаш керакки, атмосферанинг таъсири, айниқса АЕЯҚда бажарилган барча турдаги геодезия ўлчашларига таъсири сезиларли даражада. Ҳар қандай ҳолатда юқори аниқликдаги ўлчашларни талаб этувчи геодезик вазифаларни бажариш учун атмосферанинг таъсирини ҳисобга олиш усулларида фойдаланмай керакли натижага эришиб бўлмайди. АЕЯҚ таъсирини ҳисобга олишнинг самарали усулини ишлаб чиқиш рефракциянинг таъсирини, синиш кўрсаткичлари майдонларини шакллантириш, қонуниятларини билишни тақозо этади.

Диссертациянинг **“Қуруқ ва иссиқ иқлим шароитда атмосфера қатлами метеопараметрларнинг тақсимлаш қонуниятлари”** деб номланган иккинчи боби атмосферанинг 500 метрли қатламида метеорологик элементларнинг тарқалиш қонуниятларини тадқиқ қилишга бағишланган. Бунда атмосферанинг ўрганилаётган қатламида ҳаво ҳарорати ва босими майдони ўрганилди.

Статистик таҳлил қилиш йўли билан ҳароратни баландлик бўйича тақсимлаш қонуниятини ўрнатиш ер юзи қопламасидан, шамол тезлигидан ва ҳаво атмосферасининг 1,5 ва 10 м баландликдаги ҳароратнинг фарқлари ϕ дан кидирилди. Сўнгра, бу масалани ҳал қилиш учун Жамбул, Чоржўй ва Тошкент вилоятларида бажарилган аэростатли зондлаш ва спутник орқали Самарқандга оид метеорологик маълумотларидан фойдаланилди. Ҳисоблашлар учун 1,5-500 м қатламда 9 та баландликда (1,5;10; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 500 метр) ҳаво ҳароратини ўлчанган натижалари киритилди. Маълумотлар массиви 1000 дан ортиқ зондлашни ўз ичига олган, бу қарийб 5500 та умуммураккаб аниқлашларни ташкил этади. Маълумотларни текшириш жараёнида 1,5 м баландликда аниқланган шамол тезлигига кўра учта гуруҳга бўлинди: Буларнинг биринчисига 0 дан 5 м/сек; иккинчисига 5 дан 10 м/сек; учинчисига эса 10 дан 15 м/сек; шамол тезлигида олинган натижалар. Ҳар бир гуруҳ ўз навбатида ϕ бўйича бешта кичик гуруҳларга бўлинди. Ҳар бир кичик гуруҳчаларда ϕ нинг ўртача қиймати деярли бир хил. Ўртача гуруҳчалардан ҳар бири зондлашнинг барча баландликлари учун ҳарорат ўлчовининг 108 та натижаларини ташкил қилди. Кейинчалик ҳароратнинг ўртача қийматлари ва 1,5 м баландликдаги ҳароратнинг ўртача қийматлари фарқи Dt_o ҳисобланди. Dt_o нинг натижалари, шамол тезлигининг ўртача қийматлари ва ϕ нинг вертикал фарқлари 1–жадвалда келтирилди.

1– жадвал

1,5 - 500 метр баландликдаги ҳаво ҳароратининг ўртача фарқи Dt_o

Зондлар баландлиги, м	1-гуруҳ					2-гуруҳ					3-гуруҳ				
	0-5 м/сек шамол тезлигида					5-10 м/сек шамол тезлигида					10-15 м/сек шамол тезлигида				
	кичик гуруҳчалар					кичик гуруҳчалар					кичик гуруҳчалар				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	-1,9	-1,2	-0,5	0	1,7	-0,7	-1,2	-0,5	0	1,5	-1,5	-1,2	-0,7	0	1,8
50	-1,9	-1,2	-0,6	0	2,6	-1,9	-1,4	-0,7	0	2,6	-2,0	-1,4	-0,5	-0,4	2,2
100	-2,1	-1,4	-0,8	0,3	3,4	-2,2	-1,5	-1,2	0,6	3,2	-2,6	-1,8	-1,4	-0,6	2,6
150	-2,1	-1,4	-1,2	0,5	3,9	-2,5	-1,8	-1,2	-1,2	3,6	-2,9	-2,3	-1,7	0,7	2,1
200	-1,9	-1,4	-1,3	0,6	4,0	-2,8	-1,9	-1,3	0,9	3,8	-3,3	-2,6	-1,9	-0,6	1,9
300	-2,5	-1,7	-1,6	0,3	3,3	-3,4	-2,1	-1,4	1,2	3,6	-3,7	-3,2	-2,0	-0,5	1,6
400	-3,4	-1,9	-2,2	-0,4	2,7	-3,9	-2,6	-1,5	0,8	3,0	-4,9	-3,9	-2,3	-0,6	-1,4
500	-3,7	-2,2	-2,4	-1,7	2,9	-4,7	-3,1	-1,8	0,3	2,4	-5,3	-4,5	-2,5	-0,7	0,9
$\phi_{\text{ўрт}}$	-1,9	-0,8	-0,3	0,2	1,6	-1,4	-0,8	-0,4	0	1,6	-1,4	-1,8	-0,4	0	1,5
$V_{\text{ўрт}}$	1,7	1,7	-1,8	1,7	1,9	3,8	3,9	3,9	3,4	3,7	5,9	6,0	6,2	5,4	4,9

Шундай қилиб 1,5 м баландликда Dt_o нинг қиймати ўз навбатида деярли нолга яқинлиги кўринди.

Dt_o ни баландлик билан тақсимланиш боғлиқлигини ўрнатиш учун уларни бешинчи даражали полиномлар билан аппроксимацияланди:

$$Dt_o = ah + bh^2 + ch^3 + dh^4 + eh^5 \quad (1)$$

Формулада h – юзлаб метрда ифодаланган зондлаш баландлиги.

Тадқиқотда, (1) ёрдамида a, b, c, d, e полиномлар коэффициентлари барча гуруҳчалар учун энг кичик квадратлар усулида ҳисобланди. Уларнинг қийматлари 1 - жадвалда келтирилган, a, b, c, d, e коэффициентларининг чизиқли боғлиқлигини тасвирлаш учун график тузилди (1-расм). e нинг коэффициентлари кичик бўлганлиги сабаб графикга туширилмади. Атмосферанинг 500 м қатламида исталган баландликда ҳаво ҳарорати куйидаги формула билан аниқланади.

$$t = t_o + \Delta t_o, \quad (2)$$

бунда t_o – ер юзасидан 1,5 метр баландликда ўлчанган ҳарорат. (2) – формула бўйича Δt_o тузатмани аниқлаш жуда катта ҳисоблашларни талаб этади.

Ишда Δt_o ни тез ва қулай аниқлаш учун номограмма тузилди.

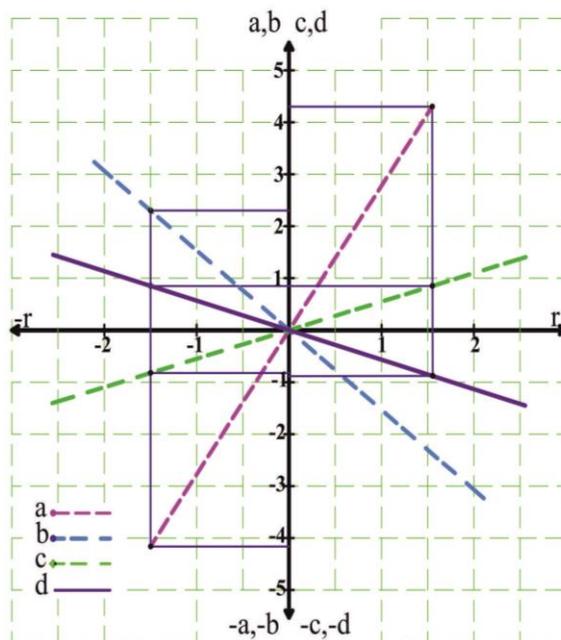
Номограммани ишда тузатмалари аниқлиги $+10^\circ\text{C} \leq t_o \leq 20^\circ\text{C}$, ҳаво ҳарорати диапозонида баҳоланди. Номограммани тузишда ҳисоблашда, сайлашда киритилган маълумотлар, зондлаш натижаларида бажарилган ҳамда текширилган. Ҳароратнинг ҳақиқий ва номограмма қийматлари (2) формула бўйича олинган. Ҳароратлар оралиғидаги фарқлар эса иккинчи фарқ ва ер усти қопламасига боғлиқ. Номограмма таҳлили шуни кўрсатадики, унинг барча эгрилари тахминан 500 м дан баландроқда бир нуқтада ўзаро кесишади. Бу ϕ нинг амалда Δt_o қийматларига таъсир этмай қўйганлигини билдиради.

Яна бир таҳлил зондлашнинг турли баландликларида ҳароратнинг ўлчанган натижалари ва уларнинг фарқларидан топилди.

$$t_{z\phi} = t_x - t_n, \quad (3)$$

бу ерда t_x, t_n – ҳақиқий ва номограмма бўйича олинган ҳарорат.

Номограммани ҳисоблаш ва тузишда танланма киритилган маълумотлар, зондлаш натижаларида бажарилган ҳамда текширилган. Ҳароратнинг ҳақиқий ва номограмма ёрдамида олинган қийматларидан (3) формула бўйича олинган фарқлар 4 та гуруҳга бўлинган: биринчисига ҳароратли $t_{z\phi}$ фарқи t_o навбати билан, $0^\circ\text{C} \leq t_o \leq +10^\circ\text{C}$ оралиғига тўғри келади, кейингиси $+10^\circ\text{C} \leq t_o \leq 20^\circ\text{C}$; $+20^\circ\text{C} \leq t_o \leq 30^\circ\text{C}$; $\leq 30^\circ\text{C}$; ва $t_o \geq 40^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиқлари фарқи бўлади. Булардан танланмалар олишнинг ҳар бир гуруҳи берилган баландлик учун зондлашнинг ўртача 120 та натижаларига эга. Ушбу натижаларнинг ўртача яхлитланган қийматлари 2-жадвалда келтирилди.



1- расм. Полином коэффициентларининг баландлик бўйича ϕ га боғлиқлиги

$t_{z\phi}$ нинг ўртача қийматлари

Зондлаш баландлиги, м	1,5 метр баландликдаги ўртача ҳаво ҳарорати			
	-15,00	+15,00	+20,00	+30,00
10	0,049	0,201	-0,102	-0,204
50	0,201	0,321	0,133	-0,213
100	0,943	0,443	0,300	-0,366
150	1,745	0,565	0,205	-0,605
200	2,505	0,901	0,251	-0,702
300	4,751	1,501	0,611	-0,824
400	6,845	2,213	1,324	-0,402
500	9,154	3,412	2,236	-0,416

2-жадвал маълумотлари $t_{z\phi}$ нинг фарқлари t_o нинг ўртача қийматига боғлиқлигидан далолат беради. Баландлик катта бўлса, боғлиқлик ҳам катта бўлади. Зондлашнинг барча баландлигида t_o нинг қийматлари ошиши билан $t_{z\phi}$ нинг камайиши кузатилади. Тузатма $t_{z\phi}$ ни ҳисоблашларсиз топиш учун ҳам номограмма тузилди.

Формула (3) ёрдамида ҳаво атмосферасининг 500 м қатламида исталган баландликда ҳарорат қийматларини қуйидаги формула ёрдамида топамиз

$$t = t_o + Dt_o + (t_{z\phi})_i, \quad (4)$$

бу ерда ($i=1,2,3$) t_o ҳароратнинг қабул қилинган оралиқларига тўғри келувчи полином рақамлари. (4) ёрдамида атмосферанинг 500 м қатлами баландликлари билан ҳаво ҳароратининг вертикал тақсимланиши боғлиқлигини англатади. Бу идеал эмас, бироқ бундай усулда ернинг юза қисмида аниқланган метеонатижалар атмосфера қатламларидаги ҳарорат қийматларини топишга бўлган биринчи ҳаракат ҳисобланади. Бу формулани амалда қўллаш диапазони, иссиқ иқлим шароитда ҳаво ҳарорати $+40^0$ кўтариладиган Республика туманлари билан чекланади. Аниқ натижаларни олиш учун (4) боғлиқликнинг таҳлили текширувни талаб қилади. Бундай текшириш амалга оширилди. Ҳарорат аниқлиги 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 м баландликлар учун мўлжалланди. Ҳарорат аниқлигининг ўрта квадрат хатоси m_i ҳисобланди, улар 3 - жадвалда келтирилди.

Жадвалда – m_i қийматлари ҳам «боғлиқ», ҳам «боғлиқмас» натижалар барча баландликларда яхши келишади. Бунда натижалар “боғлиқ” ва “боғлиқмас”га ажратилди. “Боғлиқ” материаллар деганда, номограммани тузишда қўлланилган натижалар, “боғлиқмас” эса аэрологик, спутник ёрдамида қўлга киритилган материаллар тушунилади.

3-жадвал маълумотларини таҳлил қилиб, қўшимча усул билан ҳарорат аниқлиги атмосфера стратификациясига боғлиқлиги ва зондлаш усулига, жойига, вақти ва тадқиқот маълумотларига боғлиқмаслиги аниқланди.

Атмосферанинг 1,5-500 м қатламида $m_{t_i}^{\circ C}$ хатолик қийматлари

№ Т. р.	Фойдаланилган материаллар	Аниқлаш усуллари	Аниқлашлар сони	Баландлик, м.						
				50	100	150	200	300	400	500
1.	боғлиқ	аэро-статдан	195	0,62	1,18	1,49	1,83	2,16	2,49	2,77
2.	боғлиқмас	- .. -	162	0,73	1,23	1,56	2,14	2,53	2,61	2,97
3.	боғлиқ	сунъий йўлдошларидан	48	0,67	1,44	1,55	2,23	2,83	3,50	2,92
4.	боғлиқмас	- .. -	32	0,59	0,86	1,17	1,60	1,98	2,30	2,43

3-жадвал маълумотларини солиштириш шундан далолат берадики, m_{t_i} , хатолари бир хил баландлик учун зондлаш усули, жойи ва вақтидан қатъий назар деярли бир хил. Баъзи ҳолатларда m_{t_i} катталигининг умумий тенденциядан ажралиб туриши кузатилади. Охирги маълумотларни синчковлик билан ўрганишда аниқ бўлдики, m_{t_i} қийматларнинг зондлаш вақтидаги атмосферани стратификациялашга узвий боғлиқлиги кўринади.

Атмосфера босимнинг тақсимланишини ўрнатиш учун эса экспоненциал қонун бўйича апроксимация қилинди. Бунда атмосферанинг баланд қатлами учун босимнинг вертикал профили умумий кўринишда гидростатика тенгладмасидан келтириб чиқарилган функционал боғлиқлик билан таснифланди

$$P(h) = P_0 \int_0^h q \rho(h) dh \quad (5)$$

Формулада P_0 – босимнинг 1,5 м баландликдаги қиймати, (мбар); q – тажрибада аниқланган параметрлар, h - метрда берилган баландлик. Кўплаб берилганлардан фойдаланиб, статистик усулда қабул қилинган 1,5 м баландликда ҳаво босимига боғлиқмас қиймати $q = -0,000121$. Маълумотлар асосида P ни тез ва қулай аниқлаш учун 1,5-500 м қатламда P нинг вертикал тарқалиши яъни номограммаси тузилди. Унда P нинг қийматларини ҳам мбарда, ҳам мм. сим. уст. да аниқлашнинг имкони бўлади. Атмосфера босимини аниқлашнинг кўплаб интервалларида ўрта квадратик хатоси m_p аниқланди. Нормал атмосфера босимда ҳавонинг 200 м ли қатламида m_{p_i} нинг қийматлари деярли бир хил. 500 м баландликда $m_{p_i} \pm 6$ мбарга етади.

Ишда метеоэлементларни тақсимлашнинг ўрнатилган қонунларини ҳисобга олиб, ҳавонинг синиш кўрсаткичининг аниқлиги ҳам ўрганилди.

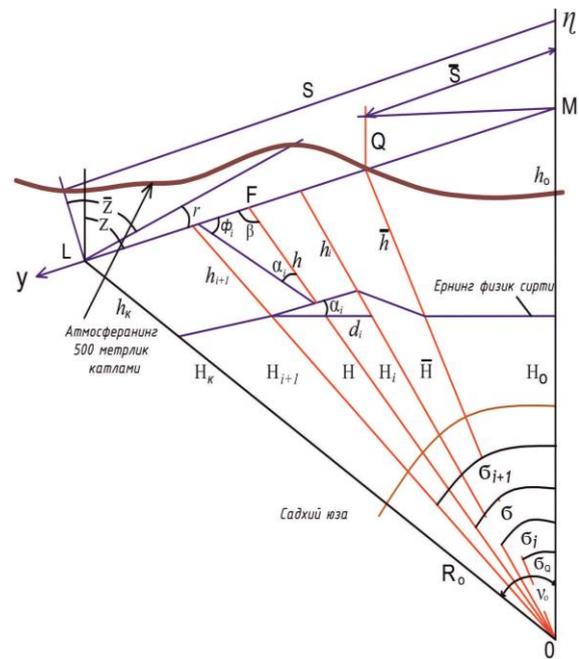
Шундай қилиб, атмосфера қатламининг 200 м гача ҳавонинг синиш кўрсаткичи максимум ўзгаради.

Ишда ҳисоблаш ишларини камайтириш мақсадида синиш кўрсаткичлари индексини аниқлаш номограммаси ҳам тузилди.

Диссертациянинг “Мураккаб рельефли жойларда баланд объектларни кузатишда вертикал рефракцияни аниқлаш” деб номланган учинчи бобида баланд объектларни геодезик кузатишда вертикал рефракция қийматини аниқлаш ва жой рельефи таъсирини ҳисобга олиб вертикал рефракция учун тузатма формуласи ишлаб чиқилди. Бунинг учун биринчи яқинлашишда рефракция таъсирини ҳисобга олишга ҳаракат қилинди. Чизмадан (2-расм), M нуқтада L нуқтадан кузатиладиган объект жойлашсин. Айтайлик, LM ватарда 500-м атмосфера қатламини Q нуқтасида кесиб ўтади. L нуқтада рефракциянинг қиймати қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланди².

$$r_B'' = \frac{\rho''}{S} \int_0^S \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} y dy, \quad (6)$$

бунда n - ҳавонинг синиш кўрсаткичи, y - ўқ LM хорда бўйлаб йўналтирилган, η - ўқ y га ортогонал бўлиб y осилма яссиликда жойлашган; S - ёруғлик эгрилик ватари узунлиги; $\rho'' = 206265$. LQ ва QM оралиқлар учун LM хордалар интеграл асосида формула кўринишни қабул қилади.



2- расм. Оптик нур йўли ва формулани чиқаришга қабул қилинган белгилар

$$r_B'' = \frac{\rho''}{S} \int_0^S \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} y dy + \frac{\rho''}{S} \int_{S-\bar{S}}^S \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} y dy. \quad (7)$$

LQ участкасини k кесмаларга бўламиз, уларнинг учлари кузатилган йўналиш профилининг эгилиш нуқтасига тўғри келади. Формула (7) ни ўрнига қабул қиламиз.

$$r_B'' = \frac{\rho''}{S} \int_0^{\bar{S}} \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} y dy + \frac{\rho''}{S} \sum_{i=0}^K \int_{S_i}^{S_{i+1}} \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} y dy. \quad (8)$$

Бунда $i = 0, 1, 2, 3 \dots k$; $S_0 = S$; y, M, η координаталарнинг тўғри бурчакли системасидан $(R_0 + H_0 + h_0)$, n кутбли системасига яъни O нуқтадаги кутбга ўтамиз. Бунинг учун OFM учбурчагидан қуйидагини оламиз

$$y = \frac{(R_0 + H_0 + h_0) \sin \sigma}{\sin(z - \varphi_0 + \sigma)}, \quad (9)$$

² Moritz H. Zur Geometrie der Refraktion. - Цстер. Z. Vermessungswesen, 1982, №1. P.1-50.

Формула (9) ни дифференциаллаб қуйидагича ёзамиз:

$$dy = \frac{(R_0 + H_0 + h_0)[\cos \sigma \sin(z - \nu_0 + \sigma) - \sin \sigma \cos(z - \nu_0 + \sigma)]}{\sin^2(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma . \quad (10)$$

Баъзи бир ўзгартиришлардан сўнг, қуйидагиларни оламиз

$$dy = \frac{(R_0 + H_0 + h_0) \sin(z - \nu_0)}{\sin^2(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma. \quad (11)$$

Бунда (2-расм)дан, (11) шартли белгиланиб (12) кўринишга қелади.

$$\begin{aligned} r''_{\sigma} &= \frac{\rho''}{S} \sum_{i=0}^K \int_{\sigma_i}^{\sigma_{i+1}} \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} \frac{(R_0 + H_0 + h_0)^2 \sin(z - \nu_0) \sin \sigma}{\sin^3(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma + \\ &+ \frac{c_{\lambda} \rho_0 b (R_0 + H_0 + h_0)^2 \sin(z - \nu_0)}{S} = \\ &= \int_{s-s}^s \frac{e^b \sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2 - R_0}}{1 + c_{\lambda} \rho e^b \sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2 - R_0}} \cdot \\ &\cdot \frac{y dy}{\sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2}} \end{aligned} \quad (12)$$

бунда n ва $dn/d\eta$ қийматлари (6) формула ёрдамида ҳисобланади.

Формулада R_0 – Ернинг ўртача радиуси, (H_0+h_0) – сатхий юздан кузатилаётган объектга бўлган масофа, Z_n – назарий зенит масофаси, ν_0 – объект ва кузатув пункти орқали ўрнатилган геомарказий бурчак, y – геомарказий бурчакнинг жорий қиймати, $(i=1,2,3...k)$ кузатилаётган йўналиш учун топографик харитадан тузилган бурилиш профили бўлақлари. ρ_0 – Ер юзасидаги атмосфера зичлиги, C_{λ} – электромагнит нурланиш узунлиги учун доимий, b – тажрибада ўрнатилган мутаносиблик коэффициенти (12) чи формуладаги биринчи интеграл рефракциянинг тузатмаларини инобатга олади. Атмосфера қатлами рефракциясининг иккинчи ярми эса метеорологик элементларнинг баландлик бўйича деярли чизикли ўзгаришини кўрсатади.

Ушбу усулда рефракцияни аниқлаш аниқлиги тажриба материаллари ёрдамида мураккаб рельефли жойларда синовдан ўтказилди. Шу билан бир қаторда, атмосферанинг айнан 500 метрли қатламида рефракция таъсирини ҳисобга олиш аниқлигини текшириш натижалари таснифланди. Ушбу усулни янада ишончли текшириш учун амалда унчалик баланд бўлмаган жойда, геодезик ўлчашлар олиб борилиб синаб кўришга қарор қилинди.

Агар формула мана шундай мураккаб шароитда “ишласа”, унинг натижаси баланд объектларни кузатишда янада ҳам яхши бўлади.

Вертикал рефракция учун ҳисобланган тузатмаларни ўлчаш натижаларга киритиб текшириб кўрилди. Бу ишлар Самарқанд вилоятида, махсус геодезик

полигонда 2015 йил бажарилди. Полигонда, II синф триангуляция пунктларидан бирида 8 сутка давомида узлуксиз уч йўналишлар бўйлаб, TrimbleM3 dr5" электрон тахеометри билан зенит масофалар ўлчанди.

Барча ўлчаш жараёнларида бир вақтнинг ўзида зенит масофаларини ўлчаш билан бирга, метеорологик элементлар кўрсаткичлар: ҳаво ҳарорати, босими, намлиги, шунингдек, ҳаво ҳарорати градиентлари ва шамол тезлиги ҳам аниқланди. Геодезик пунктлар орасидаги масофалар илгари бажарилган юқори аниқликдаги ўлчаш натижаларидан олинган. Барча пунктларнинг баландлик белгилари II синф нивелирлашда аниқланган.

Тажриба шуни кўрсатадики, ўлчаш ишлари қандай вақтда бажарилмасин, рефракция қийматларини аниқлигини $\pm 3''$ атрофида аниқлаш имконини кўрсатди.

Масалани ечишда замоновий технологиялардан фойдаланиб Чўпон-ота – Сиёб бозор (Ч-С), Чўпон-ота – Фарход посёлка (Ч - Ф) ва Чўпон-ота – Аэропорт (Ч-А) йўналишлари бўйича ўлчанган зенитли масофаларнинг 554 та натижалари қўлланилди. Ундаги полигон томонлари узунлиги 6,8 км; 3,2 км; ва 4,4 км ни ташкил этди. Барча йўналишлар учун М.1:25000 лик харитадан профиллар тузилди.

Тажриба майдонида визир нурунинг эквивалент баландлиги (Ч–С) йўналишида 160,1 м; (Ч–Ф) йўналишида 145 м; (Ч–А) йўналишида эса 122 м ни, ташкил этди. Учала йўналиш учун ҳам ерни қопловчи юза деярли бир хил сатҳга эга эди. Рефракциянинг ҳақиқий бурчаги ва биз ишлаб чиққан метеорологик усулда ҳисобланган натижалар 4-жадвалда келтирилди.

4-жадвал

(Ч – А); (Ч – Ф) ва (Ч – С) йўналишлар учун кундузги r_e қийматлари

Йўналишлар	Ч-А	Ч-Ф	Ч-С
ўлчашлар сони	130	132	132
$r_{e \text{ ҳақ}}$	33,31	35,13	36,22
$r_{e \text{ ҳис}}$	25,34	26,87	28,11
r_e	7,97	8,26	8,11
$M_{r_e} = m/\sqrt{n'}$	1,12	1,02	1,22

(Ч – А); (Ч – Ф) ва (Ч – С) йўналишлар учун тунги r_e қийматлари

Йўналишлар	Ч-А	Ч-Ф	Ч-С
ўлчашлар сони	54	54	52
$r_{e \text{ ҳақ}}$	39,95	37,37	37,00
$r_{e \text{ ҳис}}$	38,57	36,40	35,57
r_e	1,38	0,97	1,43
$M_{r_e} = m/\sqrt{n'}$	1,74	1,86	1,80

Бу жадвалда Dr_e рефракциянинг ҳақиқий ва таклиф этилган усулда ҳисобланган бурчак қийматлари ўртасидаги фарқ, n' - ўлчанган зенит масофалари сони. Манба маълумотлари Z_n ва Dr_e ҳар бир приём (ўлчашлар серияси) учун $\pm 1.5-2''$ аниқликда ўлчаш имконини берди.

Жадвал шуни кўрсатадики, учала йўналиш бўйлаб ҳисобланган рефракция бурчаклари кундузги ўлчашлар учун ўзининг ҳақиқий қийматларига яқиндир ва тунги ўлчовлар учун деярли мосдир. Бу шундан далолат берадики, метеорологик элементлар ва жой рельефининг статистик тақсимланишини ҳисобга олиш кундузги ўлчов натижаларини ўртача 60-70% га, тунги натижаларни 75-85% га яхшилайти.

Кундузги ва тунги ўлчашлар натижаларидаги Dr_e қийматларини солиштириш шуни кўрсатадики, рефракция бурчаклари йўналишлардан қатъий назар, тунги кузатиш даври учун кундузгига қараганда қарийб 6 барабар аниқроқ экан.

ХУЛОСАЛАР

Атмосферанинг ерга яқин 500 метрлик қатламининг геодезик ўлчаш ишларига таъсири ва уни ҳисобга олишнинг янги усули (Ўзбекистон Республикаси шароитида) мавзусидаги фазафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган назарий ва тажриба тадқиқотлари натижаларига кўра қуйидагича хулоса қилиш мумкин:

1. Атмосферанинг чегара қатламида статистик усул билан аэрологик зондлаш ва спутник орқали олинган материаллар асосида атмосферанинг 500 м қатламида ҳаво ҳарорати ва босимининг вертикал тақсимланиш қонунлари белгиланди ва математик таснифланди. Ҳароратнинг тарқалиш профили бешинчи даражали полиномалар билан аппроксимация қилинди. Босим эса экспонента билан полинома коэффициентлари атмосфера қатламидаги метеопараметрлар билан ўзаро мослиги асосланди.

2. Мураккаб ва катта ҳаражат талаб этадиган аэрозондлашлар ўрнига атмосфера қатламида ёруғлик нурунинг синиш кўрсаткичи N , ҳаво ҳарорати ва атмосфера босимини аниқлаш усули ишлаб чиқилди ва бу усулни қўллаш бўйича тавсиялар беришга имкон яратилди.

3. Атмосферанинг турли баландлиги ва стратификацияси учун қўшимча усул билан ҳавонинг синиш кўрсаткичи, ҳарорат ва босимни аниқлиги таҳлил қилинди ва баҳоланди. Микдорли баҳолаш натижалари кўрсатишича, оддий атмосфера шароити учун 100-500 м баландликда, ҳаво ҳарорати ва босимни аниқлашнинг ўрта квадратик хатоси $\pm 2,5-4^\circ\text{C}$, $\pm 2,5-3,5$ мбар, N нинг олтинчи даражасининг 1-4 бирлигини ташкил этди. Бундай аниқлик чегара қатламида радиозондлаш усули билан метеопараметрларни аниқлаш имконини беради.

4. Ҳавонинг синиш кўрсаткич индекси, ҳаво ҳарорати ва босимни тезкор исталган баландликда аниқлаш учун бу параметрлар маъносини аниқлашга имкон берувчи махсус номограммалар тузилган. Номограммалар бўйича рефракция қийматини, ҳаво ҳароратини ва босимини аниқлашнинг график аниқлиги $\pm 0,2^\circ\text{C}$, $\pm 0,2$ мбар, $\pm 0,6 N$ бирлигини аниқлаш имкони яратилди.

5. Атмосферанинг горизонтга яқин зонасидаги баланд объектларни кузатишда 500 м баландликкача бўлган ер юзи рельефи ва ернинг яқин қатлами таъсирини ва 500 м дан 11 км гача бўлган қатламлардаги рефракция асосини қатламли аниқлашни ҳисобга олиб рефракция учун тузатмаларни аниқлаш усули ишлаб чиқилди ва формулани ишлаб чиқиш имкони яратилди.

6. Асосий эътибор атмосферанинг қуйи қатламидаги вертикал рефракция асосини таснифловчи рефракция учун тузатма формуласининг биринчи интегрални синашга қаратилган. Бу интегрални текшириш катта нисбий баландликларда мураккаб рельефли жойларда, тригонометрик нивелирлашнинг таянч тармоғида, тажриба майдонида амалга оширишга имкон берилди.

7. Натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, ер объектларини кузатиш бўйича қуйи қатламда таклиф этилган усул билан рефракцияни аниқлаш $\pm 4''$ ни ташкил этади. Шубҳасиз, баландлиги бунданда юқори, рельефи эса мураккаб бўлган объектларни кузатишда рефракция қийматларини тўғри аниқлаш имконияти яратилди.

8. Мазкур ишда бажарилган тадқиқотлар ва олинган натижалар таҳлили тавсия этилган усуллар билан ҳавонинг синиш кўрсаткичини аниқлаш ва атмосфера рефракциясини ҳисоблаш, атмосферанинг АЕЯҚда бажариладиган бурчак ва чизиқли ўлчовлар аниқликни оширишга имкон яратилди.

9. Тадқиқотлар натижасида геодезик ўлчаш аниқлигини ошириш учун ишлаб чиқилган метеорологик усул ва рефракция учун тузатмаларни ҳисоблаш формуласи тўғри ва ишончли ишлашини таъминлаш билан бирга амалда ишлаб чиқаришда қўлланилаётган илмий ишлар натижасида ўртача 22,2 млн. сўм иқтисод қилишга эришилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НА УЧНОГО
СОВЕТА DSc.27.06.2017.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ
СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ
ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

СУЮНОВ ШУХРАТ АБДУСАЛИЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
500 МЕТРОВОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ И
НОВЫЕ МЕТОДЫ ЕГО УЧЕТА
(в условиях Республики Узбекистан)**

11.00.06 - Геодезия. Картография

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент-2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2018.1.PhD/Т575.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tiim.uz). информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziynet.uz.

Научный руководитель:

Ташпулатов Сарвар Анварович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Бакиев Машариф Рузметович
доктор технических наук, профессор.
Заслуженный деятель наук Республики
Каракалпакстан

Рахматуллаев Арзимурод
доктор географических наук, доцент

Ведущая организация:

Каршинский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2018 года в _____ часов на заседании разового Научного совета DSc.27.06.2017.Т.10. при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39, тел.: (99871) 237-19-61, 237-22-09, факс: 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.

С докторской диссертацией (PhD) можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. (регистрационный номер _____). Адрес: 100000, г. Ташкент, улица Кары Ниязи, 39, тел.: (+99871 237-19-45).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2018 года.
(Реестр протокола рассылки № ___ от «___» _____ 2018 года).

Т.З. Султанов
Председатель разового научного Совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

А.А.Янгиев
Ученый секретарь разового научного Совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

Э.Ю.Сафаров
Председатель разового научного семинара при разовом
научном Совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. С развитием геодезической отрасли в мире на сегодняшний день особое значение имеет решение проблем точности измерений при современных электронных технологиях. В этой связи одной из важных задач является совершенствование расчёта поправок при измерении зенитного расстояния электронными тахеометрами с учетом воздействия атмосферы приземного слоя. В этом направлении во многих развитых странах, в частности, США, Германии, России и др., при осуществлении измерительных работ на геодезических приборах особое внимание уделяется повышению точности измерений с учётом воздействия внешней среды, в частности явления рефракции, оказывающей ощутимое влияние на результаты измерений.

Особое значение придаётся проведению целевых научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование методов учета рефракции, влияющей на все геодезические измерительные работы и приводящей к погрешностям. В частности, установлены закономерности её изменчивости. Ввиду этого, одной из важных задач является совершенствование методов измерения. В месте с тем, важной задачей является повышение точности геодезических измерений с использованием метеорологических элементов, а также совершенствование методов геодезических измерений.

На сегодняшний день в нашей республике, характеризующейся наличием сухого и жаркого климата, осуществляются меры по повышению точности геодезических измерительных работ с учётом микромасштабного разнообразия поверхностной части земли в приземном слое атмосферы (ПСА), по разработке новых методов внесения поправок в результаты измерений. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы намечены задачи по «...инновационному развитию архитектурно-строительного комплекса, строительству новых промышленных предприятий, запуску объектов обслуживания...»¹. Осуществление данных задач, уточнение воздействия внешней среды на геодезические измерительные работы всех типов в ПСА и совершенствование методов его учёта является одной из важных проблем.

Данная исследовательская работа в известной мере послужит осуществлению задач, регламентируемых Законом Республики Узбекистан «О геодезии и картографии» (1997), Указом Президента Республики Узбекистан УП-4997 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Указом Президента Республики Узбекистан УП-5065 от 31 мая 2017 года «О дальнейшем совершенствовании деятельности государственного комитета земельных ресурсов, геодезии, картографии и государственного кадастра» и Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-3024 от 31 мая 2017 года, а также другими нормативно-правовыми документами, касающимися данной деятельности.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года. УП-4947 « О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Связь диссертации с ведущими направлениями развития науки и технологий. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий П. «Энегетика, энергия и экономия ресурсов».

Степень изученности проблемы. Начало научно-исследовательским работам было положено осуществлены европейскими учёными П.И. Померанцевым, Н.Я. Цингером, А. Нефедьевой и др. В 1900-2000 годах ими было разработана теория атмосферной рефракции, а также воздействия рефракции на распространение оптического луча электромагнитного и светового луча. В последствии достойными внимания являются научные работы П. Гарцера, С.Н. Блажко, Л.С. Хижак, проведенные в области распространения оптического луча с использованием большого статистического материала по аэрологическому зондированию.

Большую исследовательскую работу по учёту результатов измерения земной рефракции провели В. Струве, Х. Маттхиаас, В. Иордан, А.А. Изотов, Л.П. Пеллинен, Н.В. Яковлев, А.Л. Островский, А.И. Мороз, Б.М. Джуман и др. Научные изыскания по оценке воздействия внешней среды на геодезические измерительные работы и его учет в условиях Средней Азии проведены учеными нашей республики А.С. Суюновым, А.А.Салахиддиновым и Т.М. Абдуллаевым и др.

На сегодняшний день на основании указов Президента претворяются в жизнь научно обоснованные генеральные плановые проекты, городов, посёлков городского типа и сельских населённых пунктов. В них большое внимание уделяется высокоточному, правильному, отвечающем современным требованиям строительства геодезическому контролю. В условиях Узбекистана воздействие ПСА на результаты геодезических измерений в достаточной мере не изучено.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с научно-исследовательским планом Самаркандского архитектурно-строительного института № 6.2 по темам: «Анализ точности геодезических измерений при наблюдении архитектурных памятников» и «Влияние внешней среды на геодезические измерительные работы и его учет» (2011–2016).

Целью исследования является разработка новых методов учета влияния внешней среды (рефракции) при угловых и линейных измерениях, выполняемых с использованием метеорологических материалов в условиях приземной атмосферы.

Задачи исследования:

разработка современных методов учета влияния рефракции на угловые и линейные измерения в условиях сухого и жаркого климата Узбекистана;

установление закономерности и связь вертикального распределения температуры воздуха и давления 500-м слоя атмосферы на основе метеорологических результатов, полученных зондированием и через спутниковые средства;

разработка способа определения температуры воздуха и давления в любой точке 500-метрового слоя атмосферы в изучаемых условиях;

разработка формулы поправок для рефракции светового луча с учетом рельефа местности, влияния 500-метрового слоя атмосферы, в условиях проведения исследования;

совершенствование экспериментальной проверки формул и провести оценку точности вычисления поправок за рефракцию разработанным методом.

Объектами исследования являются все виды геодезических измерений, геодезические пункты, трассы со сложным рельефом, современные геодезические приборы, а также влияющие на них факторы и высокие объекты.

Предметом исследования: геодезические и метрологические результаты, полученные на полевых экспериментальных площадках окрестностей города Самарканда и современные электронные геодезические, а также метеорологические измерительные приборы.

Методы исследования. В процессе исследований использованы геодезические результаты вычисления поправок за рефракцию на основе разработанного в работе метода оценки точности измерения.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

установлено вертикальное распределение температуры воздуха и давление 500-метрового слоя атмосферы на основе собранных метеорологических результатов и разработан метод определения его на любой высоте;

разработан метод определения температуры, давления и показателя преломления воздуха в 500-метрового слоя атмосферы с учетом изменчивости метеорологических параметров;

разработана формула расчета поправок для рефракции светового луча с учетом рельефа местности и влияния 500-метрового слоя атмосферы, на основе материалов полевых экспериментов;

усовершенствован метод расчёта поправок с помощью метеорологических элементов, которое улучшает точность измерения, посредством сопоставления результатов нивелирования 2-го класса.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основе метеорологических сведений разработан метод расчета воздействия 500-метрового приземного слоя атмосферы на результаты геодезических измерений;

на основе материалов полевых экспериментов усовершенствован метод определения показателя преломления, температуры и давления воздуха для атмосферы различной высоты и стратификации в условиях сухого климата;

разработан новый метеорологический метод, который был применён в процессе геодезических измерительных работ, выполненных производителями на данном рабочем поле;

разработана с помощью измеренных метеорологических элементов, формула для вычисления поправок рефракции, влияющей на геодезические измерения высоких объектов, расположенных в свободной среде и за её

пределами для вычисления поправок рефракции.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов исследования обоснована применением общепринятых методов исследования и методов математической статистики, близостью при сопоставительном сравнении результатов экспериментальных и теоретических вычислениях, внедрением в практику посредством проведённых экспериментов, отзывами, составленными представительными предприятиями данной отрасли республики внедрением.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается разработкой формулы вычисления поправок для уменьшения воздействия рельефа местности и 500-метрового слоя атмосферы за рефракцию светового луча в условиях Республики Узбекистан; уточнением на основе метеорологических сведений температуры и давления воздуха на любой высоте 500-метрового слоя.

Практическое значение результатов исследования заключается в повышении точности геодезических измерений при их осуществлении благодаря введению поправок, уточнением на основе метеорологических сведений, собранных в ряде регионов Узбекистан, вертикального распределения температуры и давления воздуха в 500-метровом слое атмосферы.

Внедрение результатов исследования. На основе по совершенствованию нового метода вычисления воздействия 500-метрового слоя атмосферы на геодезические измерительные работы осуществлено:

внедрена формула вычисления поправок для уменьшения воздействия рельефа местности и 500-метрового слоя атмосферы за рефракцию светового луча на подведомственном предприятии «Самарканд аэрогеодезия» государственного комитета «Давергеодезкадастр» Республики Узбекистан (справка №02-09-7791 от 9 октября 2018 года государственного комитета «Давергеодезкадастр» Республики Узбекистан). В результате этого появились возможность повышения на 40% точности результатов измерения и улучшение продуктивности труда;

внедрен метод номограммы для определения температуры и давления воздуха на любой высоте 500-метрового слоя атмосферы в условиях Узбекистана на подведомственном предприятии «Самарканд аэрогеодезия» государственного комитета «Давергеодезкадастр» Республики Узбекистан (справка №02-09-7791 от 9 октября 2018 г государственного комитета «Давергеодезкадастр» Республики Узбекистан). В результате этого с помощью составленной номограммы появилась возможность быстрого и точного определения температуры и давления воздуха на любой высоте атмосферного слоя;

закономерности вертикального распределения температуры и давления воздуха в 500-метровом слое атмосферы внедрены в производство в топографо-геодезическом отделе Самаркандского государственного подведомственного проектного научно-исследовательского института инженерных изысканий в строительстве, геоинформации и кадастра градостроительства. В результате этого на основе внедрённых закономерностей появилась возможность повышения точности измерений в 3,5-4 раза с учётом погрешностей рефракции.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждены и одобрены на четырех научных конференциях, в том числе двух международных, а также на двух республиканских конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них: 1 монография; в научных издательствах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан по защите диссертации доктора философии (PhD) 7 статей, из них 2 в зарубежном журнале, 5 научных статей в республиканских изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации состоит из 98 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проведенных исследований, сформулированы цель, задачи, определены объекты и предмет исследования, указано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практическая значимость исследования, раскрыто научное и практическое значение полученных результатов, приведены сведения о практическом внедрении результатов исследования, изданных научных трудах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Анализ основных работ по учету рефракции» приведен краткий обзор выполненных теоретических и экспериментальных исследований по учету влияния атмосферы на точность геодезических измерений.

Атмосферная рефракция, как физическое явление, интересовала исследователей с давних времен. Существовавшие до конца XIX века эмпирические исследования рефракции, из-за отсутствия достоверных данных о строении высоких слоев атмосферы, в большинстве своем строились на интуитивных предположениях. Вследствие этого многие теоретические исследования в области рефракции также оставались долгое время несовершенными.

Лишь интенсивное развитие метеорологии и аэрологических средств в середине XX века дало возможность производить измерения физических параметров атмосферы путем аэрологического зондирования на высотах до 11 км. Это явилось началом массового сбора обширной информации и ценных данных о распределении метеопараметров с высотой и, таким образом, детального изучения структуры и физического состояния высоких слоев атмосферы.

Представляют практический интерес исследования, выполненные Ф.Линком и Л.Нежилом в зоне $85^{\circ} \leq Z \leq 90^{\circ}$ по данным зондирований в четырех точках земной поверхности (Эквадор, Восточная Индия, США, Канада). Полученные результаты позволили рассчитать величину средней рефракции оптического луча для летнего и зимнего периодов.

В развитие теории земной рефракции большой вклад внесли представители отечественной науки и зарубежные ученые В. Струве, Н.Я. Цингер,

П.И. Померанцев, А.А. Изотов, Л.П. Пеллинен, А.Л. Островский, В.А. Яковлев, Г. Мориц, Т. Куккамяки, М.Хеннес, В. Гарднер, В. Гарфинкел и другие.

В настоящее время для описания строения атмосферы исследователи все чаще используют аэрологические и спутниковые данные об изменении метеорологических параметров и плотности воздуха с высотой.

Обобщая опыт, накопленный на современном этапе развития теоретических и практических исследований в области земной рефракции, можно выделить три основных метода учета рефракционных влияний:

1. Статистический метод, использующий модели стандартной атмосферы;
2. Инструментальный метод, предполагающий прямое измерение углов рефракции;
3. Метеорологический метод, основанный на зондировании атмосферы.

Если провести анализ методов учета рефракции с точки зрения их точности и практического использования, можно отметить, что первый из них наиболее простой. К сожалению, он дает приближенные значения рефракции в нижних слоях атмосферы.

Инструментальный метод перспективен и сулит большие выгоды. В недалеком будущем он, бесспорно, займет одно из ведущих мест в практике линейных и угловых измерений. В последние годы в Узбекистане и за рубежом интенсивно ведутся теоретические и практические разработки по созданию рефракторов, предназначенных для измерения дисперсионными методами углов рефракции и интегрального значения показателя преломления.

Что касается рефракции высоких объектов, то из-за влияния различных факторов и эффектов, проявляющихся в атмосфере, определение ее дисперсионными методами наталкивается на еще более серьезные технические трудности.

На современном этапе научно - технического прогресса в геодезическом производстве нашла широкое применение электронная измерительная аппаратура. В век развитой компьютерной технологии исчезла потребность в физических вычислениях и чертежах; все делается на компьютере соответствующим программным обеспечением.

В последнее время наиболее важные исследования, в которых достаточно разработаны теория вертикальной рефракции и методы геодезического нивелирования, принадлежат ученым А.Л. Островскому, В.В. Носову, О.В. Вышевковой и А.С. Суюнову.

В настоящее время известно, что путь "борьбы" с рефракцией возможен только в периоды нейтральной стратификации приземного слоя атмосферы, когда имеет место только нормальная рефракция, действительно одинаковая по всем направлениям. Однако, эти периоды (утром и вечером) крайне короткие и при устойчивой, антициклональной погоде составляют около 20... 30 минут, что не устраивает геодезическое производство.

Изучение атмосферы показало, что метеорологические неоднородности, проявляющиеся в приземном слое, на порядок и более превосходят изменения метеорологических параметров, наблюдаемые в более высоких слоях атмосферы. В отличие от верхних слоев приземный слой отличается

особым непостоянством температурных градиентов.

В ПСА наблюдаются два суточных изотермических состояния: утреннее и вечернее. Для измерений предпочтение отдают вечернему состоянию, когда инверсия развивается медленнее и разрушение стабильности атмосферы протекает слабее, чем в другие периоды суток.

Одно, наведение тахеометра на визирную цель, роль которой играет отражатель, позволяет измерить горизонтальное направление, вертикальный угол (зенитное расстояние или угол наклона) и расстояние. Приборная точность современных высокоточных электронных тахеометров составляет 0,5" (1мм;1мм/км), а дальность действия, – 5 километров. Высокая точность, оперативность и многофункциональность делают электронный тахеометр незаменимым прибором при решении большинства геодезических задач от создания сетей сгущения до разбивочных работ. Однако, упомянутая выше универсальность электронных тахеометров создает большие, по сравнению с традиционными измерениями, сложности в учете влияния атмосферы.

Способ определения расстояний электронным тахеометром ничем не отличается от традиционных методов электронной дальнометрии. Характер и степень влияния ПСА на результаты угловых измерений при использовании электронного тахеометра остались прежними.

Таким образом, неоднородность ПСА между прибором и отражателем сказывается на результатах измерений, выполненных электронным тахеометром, двояко: с одной стороны, изменение скорости распространения сигнала приводит к искажению измеренных расстояний; с другой стороны, угловые измерения содержат ошибку за влияние угловой рефракции. В случае, когда выполняемые с помощью электронного тахеометра геодезические работы требуют высокой точности, учет влияния атмосферы на результаты измерений необходим. Методика учета влияния атмосферы должна быть рассчитана на одновременное введение поправок, как в угловые, так и в линейные измерения. Особое внимание следует уделить точности измерения вертикальных углов. Анализ выполненной работы показал, что учет влияния атмосферы на точность линейных измерений несколько проще, чем при угловых измерениях. Угол вертикальной рефракции на трассе протяженностью 5 км может достигать 100". Значения угла вертикальной рефракции, равные (30-40)", на трассе протяженностью 1,3 км, проходящей над степной поверхностью, наблюдались летом практически каждый день. Измерение угла наклона с ошибкой (30–40)" приведет к погрешности определения превышения 20 см.

Подводя итог выполненного анализа, следует отметить, что влияние атмосферы и, особенно, ПСА сказывается на всех видах геодезических измерений. Дальнейшее повышение точности других, целиком зависит от эффективности учета влияния приземного слоя воздуха. В любом случае, те геодезические и инженерно-геодезические задачи, которые требуют высокой точности измерений, не могут быть решены без привлечения методов учета атмосферного влияния. Разработка эффективных методов учета влияния ПСА, равно как и грамотное их применение, невозможно без знания явления

рефракции, закономерностей формирования полей показателя преломления.

Во второй главе диссертации «Исследование закономерностей распределения метеоэлементов в условиях сухого и жаркого климата» приводятся результаты исследования в 500 - метровом слое воздуха. В решении поставленной задачи использовались материалы по аэростатному зондированию, выполненные в Джамбуле, Чарджуе и в Ташкентской области, а также полученные спутниковые метеопараметры Самарканда. В исследуемом слое атмосферы изучалось температурное поле и поле давления атмосферы. Методом статистического анализа изыскивалась зависимость вертикального профиля температуры воздуха от скорости ветра у подстилающей поверхности и разность температур на высотах 1,5 и 10 м.

В выборки для расчетов включены результаты измерений температуры на 9 высотах 1,5, 10, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 м. Массив исходных данных содержал более 1000 зондирований что в общей сложности составило свыше 5500 определений. Все данные в процессе исследований по скорости ветра разделены на три группы. В первую - на высоте 1,5 м от 0 до 5 м/сек.; во вторую - от 5 до 10 м/сек.; в третью - от 10 до 15 м/сек. Каждая группа, в свою очередь, разделена по ϕ на пять подгрупп с таким расчётом, чтобы средние значения ϕ в каждой из подгрупп были примерно одинаковы.

Таблица 1

Средние разности Δt на высоте зондирования 1,5-500 м

Высота зондирования, м	1- группа					2- группа					3- группа				
	скорость ветра 0-5 м/сек					скорость ветра 5-10 м/сек					скорость ветра 10-15 м/сек				
	подгруппы					подгруппы					подгруппы				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	-1,9	-1,2	-0,5	0	1,7	-0,7	-1,2	-0,5	0	1,5	-1,5	-1,2	-0,7	0	1,8
50	-1,9	-1,2	-0,6	0	2,6	-1,9	-1,4	-0,7	0	2,6	-2,0	-1,4	-0,5	-0,4	2,2
100	-2,1	-1,4	-0,8	0,3	3,4	-2,2	-1,5	-1,2	0,6	3,2	-2,6	-1,8	-1,4	-0,6	2,6
150	-2,1	-1,4	-1,2	0,5	3,9	-2,5	-1,8	-1,2	-1,2	3,6	-2,9	-2,3	-1,7	0,7	2,1
200	-1,9	-1,4	-1,3	0,6	4,0	-2,8	-1,9	-1,3	0,9	3,8	-3,3	-2,6	-1,9	-0,6	1,9
300	-2,5	-1,7	-1,6	0,3	3,3	-3,4	-2,1	-1,4	1,2	3,6	-3,7	-3,2	-2,0	-0,5	1,6
400	-3,4	-1,9	-2,2	-0,4	2,7	-3,9	-2,6	-1,5	0,8	3,0	-4,9	-3,9	-2,3	-0,6	-1,4
500	-3,7	-2,2	-2,4	-1,7	2,9	-4,7	-3,1	-1,8	0,3	2,4	-5,3	-4,5	-2,5	-0,7	0,9
$\phi_{\text{урт}}$	-1,9	-0,8	-0,3	0,2	1,6	-1,4	-0,8	-0,4	0	1,6	-1,4	-1,8	-0,4	0	1,5
$V_{\text{урт}}$	1,7	1,7	-1,8	1,7	1,9	3,8	3,9	3,9	3,4	3,7	5,9	6,0	6,2	5,4	4,9

В среднем каждая из подгрупп содержала по 108 результатов измерений температуры для всех высот зондирования.

В дальнейшем автором были образованы разности Δt_0 между средними величинами температур на всех высотах и каждым средним значением температуры на высоте 1,5 м. Разности Δt_0 приведены в таблице 1, где даны

также средние значения скорости ветра и вертикальных разностей ϕ

На высоте 1,5 м величины Δt_o , соответственно, равны нулю. Для установления зависимости распределения Δt_o с высотой, последние аппроксимировали их полиномами пятой степени:

$$\Delta t_o = ah + Bh^2 + ch^3 + dh^4 + eh^5, \quad (1)$$

где h – высота зондирования, выраженная в сотнях метров.

В наших исследованиях.. В проведенных исследованиях с помощью (1) коэффициенты полиномов a, b, c, d, e для всех 15 подгрупп вычислены по способу наименьших квадратов. Их величины даны в таблице 1, для наглядности представления линейной зависимости a, b, c, d, e нами построены графики (рис.1).

Коэффициент e , в силу своей малости, по график не носился.

Температура воздуха на любой высоте в 500-м слое атмосферы определится по формуле:

$$t = t_o + \Delta t_o, \quad (2)$$

где t_o - температура, измерения на высоте 1,5 метра у подстилающей поверхности. Определение поправки Δt_o по (2) требует больших вычислений. В работе рассчитана и построена номограмма для определения Δt_o .

Выполнена оценка точности определения этой поправки по номограмме для диапазона температуры $-10^{\circ}C \leq t_o \leq +40^{\circ}C$.

Сравнение разностей температур, определенных с помощью номограммы и по результатам зондирований атмосферы показало, что вторичные разности зависят от температуры у подстилающих поверхностей и она имеет линейный характер.

Анализ номограммы показывает, что все её кривые пересекаются взаимно в одной точке, примерно на высоте 500 с лишним м, где величина ϕ практически уже не оказывает влияния на значение Δt_o .

Для анализа номограммы автором найдены разности между измеренными значениями температур на различных высотах зондирования:

$$t_{zp} = t_{\phi} - t_n, \quad (3)$$

где t_{ϕ}, t_n – температура фактическая и полученная по номограмме. Проверка выполнялась на результатах зондирований, включенных в выборки при расчете и построении номограмм. Разности, полученные из фактических и номограммных значений температур по формуле (3), разделены на четыре

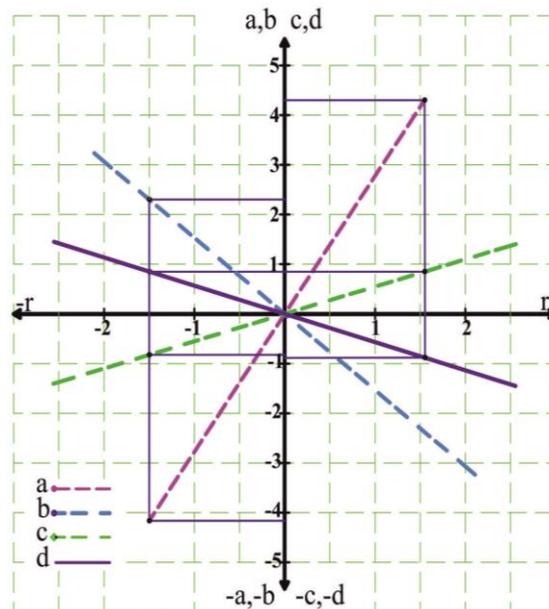


Рис.1 Зависимости a, b, c, d от вертикальных разностей температур ϕ

группы: в первую отнесены разности t_{zp} с температурами t_o , соответствующими интервалу $0^{\circ}C \leq t_o \leq +10^{\circ}C$; в последующие – разности с интервалами температур $+10^{\circ}C \leq t_o \leq +20^{\circ}C$; $+20^{\circ}C, \leq t_o \leq 30^{\circ}C$ и $t_o \geq 30^{\circ}C$. Каждая группа выборок содержала в среднем по 120 результатов зондирований. Значения t_{zp} и t_o приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения средних разностей t_{zp}

Высота зондирования, м	Средняя температура на высоте 1,5 м			
	-15,00	+15,00	+20,00	+30,00
10	0,049	0,201	-0,102	-0,204
50	0,201	0,321	0,133	-0,213
100	0,943	0,443	0,300	-0,366
150	1,745	0,565	0,205	-0,605
200	2,505	0,901	0,251	-0,702
300	4,751	1,501	0,611	-0,824
400	6,845	2,213	1,324	-0,402
500	9,154	3,412	2,236	-0,416

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что средние значения разностей t_{zp} зависят от температуры t_o ; зависимость нелинейная и тем большая, чем больше высота h . Помимо того, на всех высотах зондирования наблюдается тенденция уменьшения t_{zp} с увеличением t_o .

Для получения поправки t_{zp} автором также построена номограмма

С помощью (3) температуру воздуха в любой точке 500–метрового слоя атмосферы получим по формуле:

$$t = t_o + \Delta t_o + (t_{zp})_i, \quad (4)$$

где ($i=1,2,3$) – номера полиномов, принятых по интервалам температур t_o . Формула (6) представляет собой зависимость вертикального распределения температуры воздуха с высотой в 500–метровом слое атмосферы. Подобный метод – первая попытка извлечения информации о величине температуры в слоях атмосферы по измеренным данным подстилающей поверхности. Диапазон практического использования этой формулы ограничивается районами Республики со средними климатическими условиями, где колебания температуры находятся в пределах $+40^{\circ}$. Для получения точностных характеристик, зависимость (3) требует анализа и проверки. Такая проверка в работе выполнена. Точность определения температуры рассчитывалась для высот 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 м. Средние квадратические погрешности m_{t_i} приведены в таблице 3.

Таблица 3

Величины погрешностей m_{ti} в 1,5-500 м слое воздуха

№ п/п	Используемые материалы	Способ определения	Количество определений	Высоты, м						
				50	100	150	200	300	400	500
1.	зависимые	аэростатное	195	0,62	1,18	1,49	1,83	2,16	2,49	2,77
2.	независимые	- .. -	162	0,73	1,23	1,56	2,14	2,53	2,61	2,97
3.	зависимые	спутниковые	48	0,67	1,44	1,55	2,23	2,83	3,50	2,92
4.	независимые	- .. -	32	0,59	0,86	1,17	1,60	1,98	2,30	2,43

Сопоставления данных табл. 2.6 свидетельствует, что погрешности m_{ti} , независимо от места, времени и способов зондирований для одних и тех же высот, примерно одинаковы. В отдельных случаях наблюдаются отклонения величин m_{ti} от общей тенденции. При более пристальном изучении исходных данных установлено, что существует тесная связь и зависимость величин m_{ti} от стратификации атмосферы в моменты зондирований.

Распределение давления аппроксимировано по экспоненциальному закону. Для высоких слоев атмосферы вертикальный профиль давления в общем виде хорошо описывается функциональной зависимостью, полученной из уравнения гидростатики:

$$P(h) = P_0 \int_0^h -q \rho(h) dh \quad (5)$$

где P_0 – давление в миллибарах на высоте 1,5 м; q – коэффициент, определяемый экспериментально; h – высота, выраженная в метрах.

Используя массовые данные статистическим методом, получено значение коэффициента $q = -0,000121$.

Для удобства и быстроты определения P , построен график статистической зависимости вертикального распределения атмосферного давления в слое воздуха 2-500 м (номограмма). Номограмма составлена с таким расчетом, что позволяет определять атмосферное давление как в миллибарах, так и в миллиметрах ртутного столба. Средние квадратические погрешности m_p определения давления для различных интервалов его измерения в слое атмосферы - 0-500 м.

При нормальном давлении погрешности m_{pi} в 200-метровом слое воздуха примерно одинаковы. На высоте 500 м m_{pi} достигают ± 6 мбара.

В работе также предложен косвенный метод определения показателя преломления воздуха по результатам определения T, P .

Таким образом, максимальное изменение показатель преломления

$$y = \frac{(R_0 + H_0 + h_0) \sin \sigma}{\sin(z - \varphi_0 + \sigma)}, \quad (9)$$

дифференциал от (9) запишется в виде:

$$dy = \frac{(R_0 + H_0 + h_0)[\cos \sigma \sin(z - \nu_0 + \sigma) - \sin \sigma \cos(z - \nu_0 + \sigma)]}{\sin^2(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma. \quad (10)$$

После некоторых преобразований будем иметь.

$$dy = \frac{(R_0 + H_0 + h_0) \sin(z - \nu_0)}{\sin^2(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma, \quad (11)$$

С учетом принятых обозначений на рис.2, формула (11) примет вид:

$$\begin{aligned} r''_e &= \frac{\rho''}{S} \sum_{i=0}^K \int_{\sigma_i}^{\sigma_{i+1}} \frac{1}{n} \frac{dn}{d\eta} \frac{(R_0 + H_0 + h_0)^2 \sin(z - \nu_0) \sin \sigma}{\sin^3(z - \nu_0 + \sigma)} d\sigma + \\ &+ \frac{c_\lambda \rho_0 b (R_0 + H_0 + h_0)^2 \sin(z - \nu_0)}{S} = \\ &= \int_{s-s}^s \frac{e^b \sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2 - R_0}}{1 + c_\lambda \rho e^b \sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2 - R_0}} \cdot (12) \\ &\cdot \frac{y dy}{\sqrt{(R_0 + H_0 + h_0)^2 - 2(R_0 + H_0 + h_0)y \cos(z - \nu_0) + y^2}} \end{aligned}$$

Здесь, значения n и $dn/d\eta$ вычисляются по формуле (6), R_0 - средний радиус Земли; $(H_0 + h_0)$ - расстояние от урвненной поверхности до наблюдаемого объекта; Z - теоретическое зенитное расстояние; ν_0 - геоцентрический угол, образованный радиусами, проведенными через объект и пункт наблюдения, текущее значение геоцентрического угла, ($i=1.2.3.....k$) - количество отрезков, концы которых соответствуют точкам перегиба профиля, составленного по топографической карте для данного направления; ρ_0 - плотность атмосферы у поверхности Земли; C_λ - постоянная для данной длины электромагнитного излучения; b - коэффициент пропорциональности, устанавливаемый экспериментально.

В формуле (12) первый интеграл учитывает поправку за рефракцию; второй член рефракцию в слое атмосферы почти с линейным изменением метеопараметров с высотой.

Точность определения рефракции данным методом проверена на материале, полученном из экспериментальных наблюдений в сложнорельефной местности. Далее в работе описаны результаты проверки точности учета составляющей рефракции именно в 500-метровом слое

атмосферы. При этом, для более убедительной проверки было решено вести её по наблюдениям не высоких, а земных объектов, полагая, что если формула будет «работать» в таких наиболее трудных условиях, то при наблюдении высоких объектов результаты не могут быть худшими.

Проверка вычисления поправки за вертикальную рефракцию выполнена на данных, полученных в 2015 г. на геодезическом полигоне в Самаркандской области, где на одном из пунктов сети триангуляции II класса круглосуточно в течение 8 дней измерялись зенитные расстояния электронным тахеометром Trimble M3dr5 по трем направлениям. Одновременно с измерением зенитных расстояний, а также на пункте наблюдений фиксировались метеоэлементы: температура, давление и влажность воздуха, а также температурные градиенты и скорость ветра. Длины сторон сети триангуляции получены из ранее проведенных на полигоне высокоточных измерений. Отметки всех пунктов определены из нивелировок II класса.

Экспериментальные данные позволили по известным соотношениям вычислить с точностью порядка $\pm 3''$ углы рефракции для каждого приема измеренных зенитных расстояний дневного и ночного периодов наблюдений.

При решении задачи на современной технологии, использовалось 554 приема измеренных зенитных расстояний по направлениям Чупон-ота – Сияб бозор (Ч-С), Чупон-ота - Аэропорт (Ч-А) и Чупон-ота - посёлок Фарход (Ч-Ф) длины которых составляли 6,8 км, 4,4 км и 3,2 км соответственно.

Для всех направлений по топографической карте масштаба 1:25000 составлены продольные профили.

Эквивалентная высота визирного луча над подстилающей поверхностью по направлению (Ч-С) составила 160,1 м, (Ч-А) 122 м, а по направлению (Ч-Ф) 145 м. Результаты вычислений истинных углов рефракции, рассчитанных метеорологическим методом, приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Дневные значения r_e для направлений Ч-А, Ч-Ф и Ч-С

Йўналиш	Ч-А	Ч-Ф	Ч-С
Ўлчашлар сони	130	132	132
$r_{e \text{ хак}}$	33,31	35,13	36,22
$r_{e \text{ хис}}$	25,34	26,87	28,11
r_e	7,97	8,26	8,11
$M_{r_e} = m/\sqrt{n'}$	1,12	1,02	1,22

Ночные значения r_e для направлений Ч-А, Ч-Ф и Ч-С

Йўналиш	Ч-А	Ч-Ф	Ч-С
Ўлчашлар сони	54	54	52
$r_{e \text{ хак}}$	39,95	37,37	37,00
$r_{e \text{ хис}}$	38,57	36,40	35,57
r_e	1,38	0,97	1,43
$M_{r_e} = m/\sqrt{n'}$	1,74	1,86	1,80

Таблица показывает, что углы рефракции, рассчитанные по обоим направлениям, близки к своим истинным значениям для дневных измерений и почти совпадают с ночными. Это свидетельствует о том, что учет статистического распределения метеопараметров и рельефа местности улучшает результаты дневных измерений в среднем примерно на 60 – 70%, ночных - на 75 – 85%.

По результатам выполненной работы установлено, что учет атмосферной рефракции и определение показателя преломления воздуха предложенными методами повысят точность угловых и линейных измерений, выполняемых в нижних слоях атмосферы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований доктора философии (PhD) на тему «Влияние на геодезические измерения 500 метрового слоя атмосферы и новые методы его учета (В условиях республики Узбекистан)» можно сделать следующие выводы:

1. На основе аэрологического зондирования в пограничном слое атмосферы методом статистики установлены и математически описаны закономерности вертикального распределения температуры и давления воздуха в 500-метровом слое атмосферы. Профили распределения температуры были аппроксимированы полиномами пятой степени; давления - экспонентой. Коэффициенты полиномов и экспоненты были обоснованы экспериментально из массовых определений метеопараметров в слоях атмосферы.

2. Разработан и рекомендован метод определения температуры, давления и индекс показателя преломления светового луча N в 500 м слое атмосферы в месте нетрудоемкий и недорогостоящий аэрозондировании.

3. Проведены анализ и оценка точности определения температуры, давления и показателя преломления косвенным методом для различных высот и стратификаций атмосферы. Результаты количественных оценок показали, что средняя квадратическая ошибка определения температуры, давления и показателя преломления на высотах 100–500м для обычных атмосферных условий составляют, соответственно, $\pm 2,5-4^{\circ}\text{C}$, $\pm 2,5-3,5$ мбар и 1–4 единицы шестого знака N . Найдена возможность определению метеопараметров в пограничном слое методом радиозондирования.

4. Для быстрого, оперативного определения значений температуры, давления и индекса показателя преломления были построены специальные номограммы, которые дает возможность определять значения этих параметров на любой высоте рассматриваемого слоя. Графическая точность определения температуры, давления и индекса рефракции по номограммам составляет $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,2$ мбар, $\pm 0,6$ единицы N , соответственно.

5. Выведена формула, разработан метод и найдена возможности определения поправки за рефракцию при наблюдении высоких объектов в сложно рельефной местности атмосферы с учетом влияний приземного слоя

и рельефа земной поверхности до высоты порядка 500 м и послойного определения составляющих рефракцию в слоях от 500 м до 11 км.

6. Особое внимание уделено апробации первого интеграла формулы поправки за рефракцию, описывающего составляющую вертикальной рефракции в нижнем слое атмосферы. Проверка этого интеграла выполнена на основе массовых экспериментальных данных которые позволяет возможности при тригонометрического нивелирования в сложнорельефном районе.

7. По анализу результатов появилась возможность, что точность определения рефракции предложенным методом в нижнем слое, по наблюдениям земных объектов, составляет $\pm 4''$. Несомненно, это означает, что при наблюдении высоких объектов, эта составляющая рефракции будет определяться точнее.

8. Исследования, выполненные в данной работе и анализ полученных результатов создает возможность определить показатель преломления воздуха предлагаемыми методами, рассчитать рефракцию атмосферы, повысить точность выполняемых в ПСА угловых и линейных измерений атмосферы.

9. В результате исследований и применяемых в производстве результатов научных работ, наряду с обеспечением правильной и надёжной работы метеорологического метода, разработанного для повышения точности геодезических измерений и формулы расчёта поправок за рефракцию, достигнут экономический эффект в 22,2 млн. сумов.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE
SCIENTIFIC COUNCIL DSc.27.06.2017.T.10.02 AWARDED SCIENTIFIC
DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION
AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

**SAMARKAND STATE ARCHITECTURAL AND CIVIL-
ENGINEERING INSTITUTE**

SUYUNOV SHUKHRAT ABDUSALIYEVICH

**THE INFLUENCE OF GEODETIC MEASUREMENTS OF THE
500-METER LAYER OF THE ATMOSPHERE AND NEW
WAYS OF ITS RECORDING
(in conditions of the Republic of Uzbekistan)**

11.00.06 – Geodesy. Cartography

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent - 2018

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with number B2018.1.PhD/T575

The doctoral dissertation (PhD) has been carried out at Samarkand state architectural and civil engineering institute

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on website (admin@tiame.uz) and information-educational portal «ZiyoNet»

Scientific supervisor:

Tashpulatov Sarvar Anvarovich
Candidate of technical sciences, dotsent

Official opponents:

Bakiev Masharif Ruzmetovich
Doctor of technical sciences, Professor. Honoured man of science of the Republic of Karakalpakistan

Rakhmatullaev Arzimurad
Doctor of geographical sciences, dotsent

Leading organization:

Karshi engineering-economic institute

The defense of the thesis will be held «__» _____ 2018 at _____ at the meeting of one-time Scientific Council № DSc.27.06.2017.T.10.02. at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (Address: 100000, Tashkent city, Kary Niyazi Str.,39.Tel.: +99871 237-19-61, 237-22-09, Fax: +99871 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Centre of Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers.(registration № ____). Address: 100000, Tashkent city, Kary Niyazi street,39. Tel.: +99871 237-19-45;

The abstract of dissertation is distributed on «__» _____ 2018
(Registry record № ____ dated «__» _____ 2018)

T.Z. Sultanov

Chairman of the one-time Scientific Council
for awarding academic degrees,
Doctor of technical sciences, dotsent

A.A. Yangiyev

Scientific secretary of the one-time Scientific Council,
for awarding academic degrees,
Doctor of technical sciences, dotsent

E.UY.Safarov

Chairman of a one-time academic seminar under the
Scientific Council for awarding of scientific degrees,
Doctor of technical sciences, dotsent

INTRODUCTION (abstract to PhD dissertation)

The aim of the research The research goal is development of new refraction accounting methods at angular and linear measurements carrying out with the use of the wave's length of the optical diapason in the conditions of earthy atmosphere.

The object of the research work The research objects are all kinds of geodetic measurements, geodetic points are performed, tracks with difficult relief, modern geodetic instruments and also high objects influencing on these factors.

Scientific novelty of the research work is as follows:

The scientific novelty of the research consists of the following:

-regularities of the vertical distribution are set and pressure of the 500-meter layer of the atmosphere is established on the basis of the collected meteorological results in some regions of Uzbekistan;

-on the basis of the collected meteorological materials, possibilities of determining the air temperature in any point of atmosphere are developed in the studying conditions;

-methods of determination of air temperature and pressure indices of a light ray refraction are worked out;

-on the basis of experimental materials, formulas are deduced for the amendments of a light ray refraction with regard for relief surroundings and the influence of the 500-meter layer of atmosphere;

-the results of amendments calculation is elaborated by means of comparing.

Implementation of the research results on the basis of the obtained results by perfection of a new method of calculation by the impact of 500-meter of the atmospheric surface layer on the geodetic measuring instruments:

At the jurisdictional enterprise Samarkand aero geodesy state committee

«Davergeodeskadastr» of the Republic of Uzbekistan, the formula of amendments calculation is introduced for decreasing of the impact of the locality relief and the 500-meter layer of atmosphere for the refraction of a light beam (reference №02-09 7791 from October 9, 2018) of the state committee «Davergeodeskadastr» of the Republic of Uzbekistan. Due to this, the opportunity has appeared for increasing by 40 % the exactness of the measurements results, improvements of labor productivity.

At the jurisdictional enterprise «Samarkand aerogeodesy» of the Republic of Uzbekistan the nomogram method is introduced for determining of temperature and air pressure at any height of the atmospheric layer.

Regularities of vertical distribution of temperature and air pressure in 500-meter atmospheric layer are introduced in production at the topographic and geodetic department of the Samarkand branch of the state jurisdictional designing research institute of engineering surveys in construction, geoinformation and urban planning cadastre. Due to this, on the basis of the introduced regularities there appeared an opportunity to increase the measurements accuracy in 3,5-4 times, taking into account the errors of refraction.

The volume and structure of the dissertation: The thesis consists of introduction, three chapters, recommendations, conclusion, list of the used literature and appendices. The volume of the thesis is 98 pages.

ЭЪЛОН КИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Суюнов А.С., Суюнов Ш.А. О точности геодезического измерения в условиях Республики Узбекистан // Монография. Узбекское агентство по печати и информации Типографии ООО «ILM NUR - FAYZ». 2017. – 160 с.
2. Суюнов Ш.А., Хамзаев С.С., Ибрагимов Л.Т., Худайназаров М.А. Марказий Осиё шароитидаги геодезик ўлчашларда рефракцияни ҳисобга олишнинг метеорологик усули// Меъморчилик ва қурилиш муаммолари журнали. 1-сон. Самарқанд, 2015.– Б. 90-93.(11.00.06; №2)
3. Суюнов Ш.А. Зенит масофаларини сутка давомида кузатиш натижалари-нинг статистик тадқиқ қилиш// Меъморчилик ва қурилиш муаммолари журнали. 4-сон.– Самарқанд, 2017.– Б. 73-78. (11.00.06; №2)
4. Ташпулатов С.А.,Суюнов Ш.А. Хаво атмосферасининг ерга яқин қатламида метеоэлементларнинг синхрон ўзгариши асосида синиш кўрсаткичининг ўзгаришини ўрганиш // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 52–жилд. – Тошкент, 2017. – Б. 175-178. (11.00.06; №6)
5. 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// Ирригация ва мелиорация журнали. – Тошкент, 2017.– № 4.(10) – Б.19-20. (11.00.06; №22)
6. Суюнов Ш.А., Суюнов А.С., Бердикулов У.А. Ўзбекистон шароитида тригонометрик нивелирлашда рефракцияни ҳисобга олишнинг янги йўли.// Ирригация ва мелиорация журнали. – Тошкент, 2018. – №2. (12) – Б. 55-57. (11.00.06; №22)
7. Suyunov A.S., Salahiddinov A.A., SuyunovSh.A. Analysis of the influence of the atmosphere surface layer on the measurement made by electronic total stations // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 4, Issue 1, January 2017. – P. 3098-3101 (№6). (Global Impact Factor, IF: 4.325.
8. Rahmatillayeva K.B., Suyunov SH.A., Tashpulatov S.A. Refraction systematics error of the geometric navelargation on the tightening inclines in the Republic of Uzbekistan // Asian research journals) International Journal of social Humanitarian research (ijshr). Vol. 1, Issue 1, February 2018. – P. 39 - 46. (№7). (Global Impact Factor,IF: 1.215).
9. Суюнов Ш.А. Комплексный подход учета приземного слоя атмосферы на геодезические измерения в условиях сухого и жаркого климата // Человек и общество в системе современных научных парадигм. Материалы III – Международной научно - практической конференции. Научно - изд. центр “НИКА”. – Россия. Уфа, 2017. – С. 42-46.

10. Суюнов Ш.А., Каримова У.Э., Файзиев Ш.Ш. Исследование переноса оптического изображения в облачной атмосфере по наклонным трассам// Сборник избранных научных работ Международной научно-практической конференции на тему: «Научно-исследовательской работы в области Геоинформатики: современное состояние и перспективы» по проекту «*DSinGIS*–Докторантура в области Геоинформационных наук» в рамках программы *Erasmus+*. Специальный том ИЗВЕСТИЯ географического общества Узбекистана. –Ташкент, Узб.НУ.2018. – С. 126-129.
11. Салахиддинов А.А., Суюнов Ш.А., Джавадов С.С. Характер и степень влияния атмосферы на точность GPS измерений // Вестник Госкомитета Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру. –Ташкент, 2016. – № 4 . – С. 58-59.
12. Суюнов А.С., Салахиддинов А.А. Суюнов Ш.А., Бекбаев Ғ.К. Светопреломляющие свойства и искривление траектории световых лучей над водной поверхностью // Ер ресурсларидан фойдаланишни ташкил этиш ва ер кадастри муаммолари. Республика илмий–амалий анжумани. Мақолалар тўплами ТИМИ. – Тошкент, 2005. – Б. 118-121.
13. Салахиддинов А.А. Суюнов Ш.А., Суюнова Н.А. Флюктуационный метод учета рефракции //Кадастр хизмати ва кўчмас мулк бозорини ривожлантириш муаммолари мавзусидаги 2–Республика илмий–амалий конференцияси материаллари. Мақолалар тўплами. СамДАҚИ. Самарқанд, – 2005. – Б. 62 - 64.
14. Суюнов Ш.А., Исаков М.К., Рахматиллаева К.Б. Ўрта осий шароитида геодезик рефракция // «Таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграциясида интеллектуал салохиятли ёшлар – мамлакат тараққиётининг муҳим омили» XIV - Республика илмий – амалий конференцияси материаллари. 2-кисм. – Самарқанд. 27 май, 2017. – Б. 36-39.

Автореферат «МЕЪМОРЧИЛИК ВА ҚУРИЛИШ МУАММОЛАРИ»
илмий-техник журнали тахририятида ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлар
мослиги тахрирдан ўтказилди (19.10.2018 йил).

Босишга рухсат этилди: 02.11.2018 йил Бичими 60x45 ¹/₈ ,
«Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 100. Буюртма: № 253

ТОШКЕН ТЎҶИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ БОСМАХОНАСИ
Босмахона манзили: 100100, Тошкент шаҳри, Шохжаҳон кўчаси, 5-уй

