

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD 26/26.01.2023.Т.109.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ
АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ УНИВЕРСИТЕТИ**

УРОКОВ ОЛИМ АБДИҒОФИРОВИЧ

**ДОИМИЙ СУНЪИЙ ЙЎЛДОШЛИ ДАВЛАТ ГЕОДЕЗИК
ТАРМОҚЛАРИНИНГ АНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ ВА ЎЛЧАШ
УСУЛЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ (Самарқанд вилояти
мисолида)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

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

Самарқанд- 2025

УДК: 528.31:027(004.92)(528.061.3)

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

Уроков Олим Абдиғофирович

Доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларининг аниқлигини
баҳолаш ва ўлчаш усулларини такомиллаштириш (*Самарқанд вилояти
мисолида*)

3

Уроков Олим Абдиғофирович

Совершенствование методов измерения и оценка точности действующих
спутниковой государственных геодезических сетей (*на примере
Самаркандской области*)

21

Urokov Olim Abdigofirovich

Improving measurement methods and evaluating the accuracy of existing
satellite state geodetic networks (*on the example of the Samarkand region*)
.....

39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....

43

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD 26/26.01.2023.Т.109.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ
АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ УНИВЕРСИТЕТИ**

УРОКОВ ОЛИМ АБДИҒОФИРОВИЧ

**ДОИМИЙ СУНЪИЙ ЙЎЛДОШЛИ ДАВЛАТ ГЕОДЕЗИК
ТАРМОҚЛАРИНИНГ АНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ ВА ЎЛЧАШ
УСУЛЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ (Самарқанд вилояти
мисолида)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

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

Самарқанд- 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.2.PhD/Т3789 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.samdaqu.uz) ва “ZiyoNet” ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Суюнов Абдусоли Саматович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Аббасов Субхон Бурхонович
география фанлари доктори, профессор
Абдурахмонов Сарвар Нарзуллаевич
техника фанлари фалсафа доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Қарши давлат техника университети

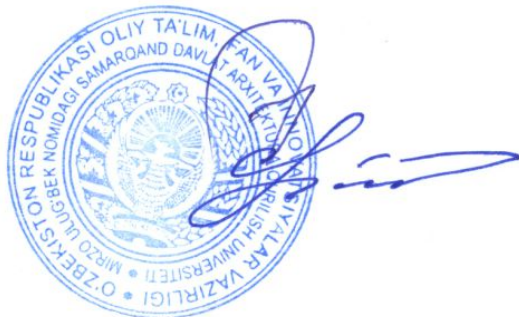
Диссертация химояси Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университети ҳузуридаги PhD.26/26.01.2023.Т.109.04 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 й. «16» 07 соат 16:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 140147, Самарқанд ш., Лолазор ко‘часи, 70-уй. Тел.: (0366) 237-15-93; факс: (0366) 237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

Диссертация билан Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№258 рақами билан ро‘йхатга олинган). (Манзил: 140147, Самарқанд ш., Лолазор ко‘часи, 70-уй. Тел. (0366) 237-06-06, e-mail: samdaquarm@edu.uz).

Диссертация автореферати 2025-йил “01” 07 кунни тарқатилди.
(2025-йил “01 ” 07 даги 3 рақамли реестр баённомаси).



Д.Ш. Фаилова
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси
ўринбосари, ф-м.ф.д., профессор



В.Р. Ниязов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
т.ф.ф.д. (PhD)

С.Б. Аббасов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш қошидаги илмий
семинар раиси, г.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори PhD диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ва унинг турли минтақаларида сунъий йўлдош давлат тармоқларини ривожлантириш, уларни картографик – геодезик таъминлаш сифатини яхшилаш, тизимдаги ахборотларнинг ишончилигини ошириш муносабатларини тартибга солиш ва тубдан такомиллаштириш алоҳида аҳамият касб этмоқда. Ҳозирги кунда жаҳоннинг ривожланган мамлакатларида юқори аниқликдаги картографик – геодезик маълумотлар билан таъминлаш сифатини яхшилаш, тизимдаги ахборотларнинг ишончилигини ошириш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Бу борада БМТнинг Космосдан тинчлик мақсадларида фойдаланиш қўмитасининг 50-сессиясида “...GNSS технологияси ва географик ахборот тизимларидан фойдаланган ҳолда ҳудудларнинг zilzilалар каби бахтсиз ҳодисалар оқибатларини ҳисобга оладиган деформация моделларини ишлаб чиқиш”¹ зарур эканлиги алоҳида белгиланган. Шунингдек, геодезик ишлар тизимда замонавий технологияларга асосланган GPS/GNSS сунъий йўлдош тизимларини, геоинформацион тизимларни, рақамли ва лазерли-электрон ўлчаш ҳамда ҳисоблаш техника-технологияларини ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш каби муҳим масалаларга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда доимий фаолият кўрсатадиган сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқларини яратиш, такомиллаштириш, юқори аниқликдаги геодезик ўлчаш ишларининг тезкор усуллари ва воситаларини қўллашнинг янги илмий-техника ечимларни ишлаб чиқишга қаратилган илмий-тадқиқот ишларига устувор масала сифатида қаралмоқда. Шу жиҳатдан, геодезик тармоқларни модернизация қилиш, объектларнинг координаталарини аниқлашда сунъий йўлдош геодезик усулларида фойдаланиш, халқаро сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқлардан фойдаланиш усулларида қаратилган тадқиқотлар асосида такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамизда дифференциал сунъий йўлдошли геодезик тармоқларини жойлаштириш, доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқ (CORS) станцияларини лойиҳалаш, давлат геодезик тармоқларини барпо қилишда сунъий йўлдошлар тизимини қўллаш ва геодезик ўлчаш натижаларини мукамаллаштириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, «сунъий йўлдош технологияси орқали масофадан зондлаб аниқлаш ва таъмирлашга замонавий технологияларни жорий этиш»² бўйича вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, давлат геодезик тўрларини барпо қилишда сунъий йўлдошлар тизимини қўллаш, геодезик ўлчаш усулларни тадқиқ қилиш, доимий ишлаб турувчи сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқ

¹ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1022R.pdf

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

аниқлигини баҳолаш ва геодезик ўлчаш усулларни такомиллаштириш бўйича илмий изланишлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 23-ноябрдаги ПҚ-429-сон «Космик тармоқни янада ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги ва 2013-йил 25-сентябрдаги ПҚ-2045-сон «Миллий географик ахборот тизимини яратиш» инвестиция лойиҳасини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2017-йил 26-декабрдаги 1022-сон «Ўзбекистон Республикаси ҳудудида халқаро геодезия координата тизимларини қўллаш ва очиқ фойдаланиш тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги: Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожлантириш дастурининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналишларига мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси: Соҳага оид мавжуд илмий адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, сунъий йўлдошли геодезик тармоғи бўйича маълумотларни тўплаш, юқори аниқликдаги сунъий йўлдош геодезик тармоғида кузатиш усулларини асослаш ва юқори аниқликдаги геодезик ўлчаш ишларидан фойдаланиш тизимини такомиллаштириш бўйича чет эл олимлари қатори республикамизда ҳам илмий тадқиқотлар олиб борилган. Бинобарин, доимий фаолият кўрсатадиган сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларининг аниқлигини ошириш усулларини такомиллаштириш бўйича хорижий олимлардан Hofmann Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J.B., C.Ambrotsius, R.N.Haagmans, Y.E.Vermaat, L.Degbegnon лар томонидан деформация мониторинги учун CORS тармоқлари ва GNSS қабул қилувчиларидан фойдаланишда масофа чекловлари бўйича тадқиқот ишлари олиб борганлар. МДҲ давлатлари олимлари В.И.Бойков, О.В.Евстафев, П.С.Закатов, А.П.Герасимов, К.М.Антонович, В.В.Яковлев, А.А.Генике, А.В.Голубев, Л.А.Липатников, Г.Г.Побединский, П.А.Медведов ва бошқалар глобал сунъий йўлдош жойлашишни аниқлаш тизими GPS ва унинг геодезияда қўлланилиши аниқлиги устида назарий ва тажриба тадқиқот ишлари олиб боришган.

Республикамизда сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларини ривожлантириш, уларни картографик – геодезик таъминлаш ишларини ташкил этиш ва юритишга оид илмий тадқиқотлар И.И.Померанцев, Д.Д.Гедеонов, М.П.Вронченко, Т.М.Абдуллаев, Э.Р.Мирмахмудов, Д.Ш.Фазилова, В.Р.Ниязов, Б.О.Абдумўминов, республика аэрогеодезия маркази Самарқанд вилояти ҳудудий бўлинмаси муҳандиси Д.Ҳусанов ва бошқа маҳаллий олимлар томонидан олиб борилган. Жумладан, давлат

геодезик тармоқлари ва сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқларига оид илмий тадқиқотлар олиб борганлар ва ижобий натижаларга эришишган.

Бугунги кунда мамлакатимизда давлат геодезик тўрларини барпо қилишда сунъий йўлдошлар тизимини қўллаш, геодезик ўлчаш усулларни тадқиқ қилиш, доимий ишлаб турувчи сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқ аниқлигини баҳолаш ва геодезик ўлчаш усулларни такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган. Шу сабабли, доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоғини барпо этиш ва унинг аниқлигини баҳолаш усулини такомиллаштириш зарурати пайдо бўлди.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги:

Диссертация тадқиқотлари Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтининг илмий тадқиқот ишлари режасининг Европа иттифоқи томонидан эълон қилинган ERASMUS+ дастурининг 585718-EPP-1-2017-1-HUEPPKA2-CVHE-JP «DSinGIS: Геоинформатика соҳасида докторантура» халқаро грант лойиҳаси (15.10.2017-14.10.2020 йй.), «Зарафшон минтақасида жойлашган ДСЙГТ (ёки GNSS) тармоғи пунктларнинг фазовий координаталари аниқлигини баҳолаш» (2019-2024 йй.) мавзусидаги лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади: Самарқанд вилоятида жойлашган доимий ишлаб турувчи сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқ аниқлигини баҳолаш ва геодезик ўлчаш усулларини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг вазифалари қуйидагилардан иборат:

CORS геодезик тармоқларини лойиҳалашда илғор хорижий тажрибалар ва илмий адабиётлар таҳлили ҳамда Самарқанд вилоятининг табиий-географик хусусиятларини тадқиқ қилиш, CORS станцияларининг оптимал сонини аниқлашнинг аналитик усулини ва график усулини такомиллаштириш;

CORS станцияларини жойлаштиришга таъсир қилувчи омилларни таҳлил қилиш, Самарқанд худуди рельефининг рақамли моделини (DEM) яратиш, рельефни CORS станцияларини жойлаштиришга таъсирини моделлаштириш ва Самарқанддаги CORS лойиҳаси асосида GNSS ўлчаш дастури ва схемаси ишлаб чиқиш;

GNSS ўлчаш усулларини тадқиқ қилиш, CORS станциялари асосида RTK ва PPP усулларини бирлаштиришнинг асосий афзалликларини таҳлил қилиш ва Самарқанд вилоятида CORS станцияларининг RTK ва PPP учун қўлланилиши;

GNSS ўлчаш натижалари ва ГАТ дастурлари ёрдамида CORS станциялари координаталарининг аниқлигини баҳолаш.

Тадқиқот объекти сифатида Самарқанд вилоятида жойлашган доимий ишлаб турувчи сунъий йўлдош давлат геодезик тармоғи олинган.

Тадқиқотнинг предмети доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқ (ДСЙГТ) пунктлари аниқлигини баҳолаш усулини такомиллаштириш ташкил этади.

Тадқиқот усуллари: Тадқиқот жараёнида дала тадқиқотлари, гуруҳлаштириш, аэрокосмик, картографик, масофадан зондлаш, статистик, фазовий таҳлил, математик моделлаштириш, географик таққослаш, замонавий геодезик ва ГАТ дастурлардан фойдаланиб таҳлил қилиш, геовизуаллаштириш ва бошқа усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:

илғор хорижий тажрибалар, илмий адабиётлар ва Самарқанд вилоятининг табиий-географик хусусиятлари асосида CORS станцияларини жойлаштиришнинг оптимал сонини аниқлаш учун аналитик усул такомиллаштирилган ва вилоят худудининг топографик харитаси орқали буфер зоналарга ажратиш асосида график усул ишлаб чиқилган;

ГАТ дастурларидан фойдаланган ҳолда, Самарқанд вилояти худуди рельефининг рақамли модели яратилди ҳамда шу асосда CORS станцияларини максимал аниқлик ва самарадорлигини таъминлаш учун оптимал жойлаштириш схемаси такомиллаштирилган;

Самарқанд вилояти худудида CORS станцияларини жойлаштириш лойиҳаси асосида RTK ва PPP усулларини бир вақтда қўллаш орқали GNSS ўлчаш усулини такомиллаштирилган;

замонавий сунъий йўлдош геодезик ўлчаш технологияси ёрдамида олинган GNSS ўлчаш натижалари ва математик моделлаштириш усули асосида Самарқанд вилоятида яратилган CORS геодезик тармоғининг аниқлиги баҳоланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:

CORS станцияларни оптимал сонини аниқлаш формуласи такомиллаштирилган, натижада мазкур формуладан фойдаланиб Самарқанд вилояти бўйича CORS станцияларнинг оптимал сонини аниқлади ва мақбул жойлаштириш схемаси ишлаб чиқилди;

Самарқанд вилоятига 26 донга CORS станциялар жойлашуви учун энг мақбул худудлар аниқланиб, Самарқанддаги CORS лойиҳаси асосида GNSS ўлчаш дастури ва схемаси ишлаб чиқилди, CORS станцияларнинг жойлашув лойиҳаси такомиллаштирилди;

дала тадқиқотлари натижаси таққосланиб, давлат сунъий йўлдошли геодезик тармоқ аниқлигини баҳолаш усули ишлаб чиқилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги: Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги Ўзбекистон Республикаси Ҳукуматининг очик маълумотлар порталида жойлашган барча вазирлик ва идораларнинг очик маълумотлари, хусусан, Ўзбекистон Республикаси Иқтисодиёт ва молия вазирлиги ҳузуридаги Кадастр агентлиги, Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд худудлараро бўлинмаси, Самарқанд вилояти «SAMGEODEZIST» MChJ корхонасининг очик рақамли материалларидан, шунингдек, муаллифнинг тадқиқот доирасидаги тажриба-синовлари хулосаларидан фойдаланилганлиги, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилганлиги ҳамда ваколатли тузилмалар томонидан тасдиқланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти: Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларини лойиҳалашда CORS станцияларининг оптимал сонини аналитик усулда аниқлаш формуласига рельефнинг мураккаблик коэффициенти, техник инфратузилмалар ва аҳоли зичлиги коэффициентларни ишлаб чиқиш ва киритиш орқали такомиллаштириш, ГАТ дан фойдаланиб, буфер зоналарга ажратиш орқали график усули такомиллаштирилганлиги асосида методикани асослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти диссертация натижасида олинган илмий хулоса ва тавсиялар ҳамда CORS станцияларни мақбул жойлаштириш схемаси ишлаб чиқилганлиги, давлат сунъий йўлдошли геодезик тармоқ аниқлигини баҳолаш усулларини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши: Доимий фаолият кўрсатадиган сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларининг аниқлигини баҳолаш усулини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

- илғор хорижий тажрибалар, илмий адабиётлар ва Самарқанд вилоятининг табиий-географик хусусиятлари асосида CORS станцияларини жойлаштиришнинг оптимал сонини аниқлаш учун аналитик усул такомиллаштирилди ва вилоят ҳудудини топографик харитаси орқали буфер зоналарга ажратиш асосида график усул ишлаб чиқилган илмий натижа Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд ҳудудлараро бўлинмаси амалиётига жорий қилинди (Ўзбекистон Республикаси Иқтисодиёт ва молия Вазирлиги ҳузуридаги Кадастр агентлигининг 2024 йил 30 ноябрдаги 05/08-11533-сонли маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган аналитик ва график усуллардан фойдаланиб, Самарқанд вилояти учун CORS станцияларининг оптимал сони ва жойлашуви аниқланди, шунингдек CORS станциялари тармоғини Самарқанд вилоятида самарали ва юқори сифатли тармоқ сифатида ривожлантириш имконияти пайдо бўлган;

- ГАТ дастурларидан фойдаланган ҳолда, Самарқанд вилояти ҳудуди рельефининг рақамли модели яратилди ва шу асосда CORS станцияларини максимал аниқлик ва самарадорлигини таъминлаш учун оптимал жойлаштириш схемаси такомиллаштирилган, олинган натижаларни Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд ҳудудлараро бўлинмаси амалиётига жорий қилинди (Ўзбекистон Республикаси Иқтисодиёт ва молия Вазирлиги ҳузуридаги Кадастр агентлигининг 2024 йил 30 ноябрдаги 05/08-11533-сонли маълумотномаси). Натижада, Самарқанд вилояти ҳудудининг рақамли рельеф модели ишлаб чиқилган ва CORS станцияларининг жойлашув схемаси орқали ҳудудда сифатли, аниқ ва узлуксиз қамровни таъминловчи CORS тармоғи яратилди. Рельефни инобатга олган ҳолда ҳар бир станциянинг оптимал жойлашуви аниқланди ва сигнал сифатини ошириш имконияти яратилган. Шунингдек, Самарқанд вилояти ҳудудидаги CORS геодезик тармоқ пунктлари координаталарининг аниқлигини 3 – 5% га ошириш имконини яратган;

- Самарқанд вилояти ҳудудида CORS станцияларини жойлаштириш лойиҳаси асосида RTK ва PPP усулларини бир вақтда қўллаш орқали GNSS ўлчаш усулини такомиллаштирилган илмий янгилик Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд ҳудудлараро бўлинмаси амалиётига жорий қилинди (Ўзбекистон Республикаси Иқтисодиёт ва молия Вазирлиги ҳузуридаги Кадастр агентлигининг 2024 йил 30 ноябрдаги 05/08-11533-сонли маълумотномаси). Натижада, CORS станцияларини жойлаштириш лойиҳаси асосида RTK ва PPP усулларини бир вақтда қўллаш, Самарқанд вилояти каби мураккаб топографик ҳудудларда GNSS ўлчашларини такомиллаштиришда муҳим аҳамият касб этади. Бу ёндашув икки усулнинг афзалликларини бирлаштириб, юқори аниқлик, кенг қамров ва иш самарадорлигини ошириш имконини беради;

- замонавий сунъий йўлдош геодезик ўлчаш технологияси ёрдамида олинган GNSS ўлчаш натижалари ва математик моделлаштириш усули асосида Самарқанд вилоятида яратилган CORS геодезик тармоғининг аниқлигини баҳолаш усули ишлаб чиқилган илмий янгилик Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд ҳудудлараро бўлинмаси амалиётига жорий қилинди (Ўзбекистон Республикаси Иқтисодиёт ва молия Вазирлиги ҳузуридаги Кадастр агентлигининг 2024 йил 30 ноябрдаги 05/08-11533-сонли маълумотномаси). Натижада, сунъий йўлдош сигналлари ва топографик маълумотлардан фойдаланган ҳолда станцияларнинг координаталаридаги хатоларни минималлаштириш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси: Мазкур тадқиқот натижалари 6 та илмий – амалий анжуманларда, жумладан, 1 та DGU, 3 та халқаро ва 2 та Республика илмий – амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши: Тадқиқот натижалари бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган, шулардан 7 та илмий мақола Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган журналларида, жумладан 4 та Республика ва 3 та хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми: Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар руйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 115 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ.

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари шакллантирилиб, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамиятлари кенг очиб берилиб, тадқиқот натижаларининг жорий қилинганлиги, нашр этилган

илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “**Доимий сунъий йўлдошли геодезик тармоқларни тадқиқ этиш ва лойиҳалашнинг илмий-методологик асослари**” деб номланган биринчи бобида дифференциал сунъий йўлдошли геодезик тармоқларини тадқиқ этишнинг назарий масалалари, CORS геодезик тармоқларини лойиҳалашда илғор хорижий тажрибалар ва Ўзбекистон Республикасида давлат геодезик тармоқларини барпо этишнинг назарий услубий асослари тадқиқ қилинди. Шунингдек, CORS станцияларининг оптимал сонини аниқлашнинг аналитик усули ва Самарқанд вилоятининг топографик харитаси орқали буфер зоналарга ажратишга асосланган график усулни ишлаб чиқиш бўйича илмий - тадқиқот олиб борилди ва илмий асосланди.

Илмий – техник манбалар, дала тадқиқотлари, картографик материаллар асосида дифференциал сунъий йўлдош геодезик тармоқларини лойиҳалашнинг илғор хорижий тажрибалари ва илмий адабиётлар тадқиқ қилинди. Ундан ташқари, Ўзбекистон Республикасида давлат геодезик тармоқларини GNSS қурилмаси ёрдамида барпо этишнинг назарий услубий асосларини ўрганиш давомида мамлакатимизда мавжуд геодезик тармоқлар турлари, қўлланиладиган координаталар системалари, шунингдек уларнинг ҳозирги ҳолати ҳамда ўлчаш аниқликлари атрофлича таҳлил қилинди.

Дастлаб, Ўзбекистон ҳудудида жойлашган РГП (референц геодезик пункт (РГП)) ва ДСГТ-0 (давлат сунъий йўлдош геодезик тармоғи 0 – синф (ДСГС-0)) тармоқларининг жойлашув схемаси тадқиқ қилинди. Унга кўра Республика ҳудудида жами 5 та РГП пунктлари (Китоб (Қашқадарё), Ургенч (Хива), Джарқўрғон (Термез), Тошкент, Фарғона) ўрнатилган. Шунингдек, 15 та ДСГТ-0 пунктлари (Сарикамиш, Кес Булак, Сулома, Кунгират, Чорток Дала, Мингбулак, Бархан (Марат), Дангилата, Акбута, Кермене, Янгикишлак, Даштабат, Карамазар, Сарик жар ва Андижан) ўрнатилган. Ундан ташқари Ўзбекистон бўйича ўртача ҳар 80 км масофада битта пункт, жами 50 та ДСГТ-1 (давлат сунъий йўлдош геодезик тармоғи 1 – синф (ДСГС-1)) тармоғининг CORS станциялари ўрнатилган. Жумладан, Самарқанд вилояти ҳудудида жами 3 та CORS станциялари (SAMD (Самарқанд шаҳри), ISTD (Иштихон тумани) ва AKTD (Оқтош тумани)) жойлашган (диссертацияда 1.3-параграфда расм келтирилган).

Юқорида келтирилган маълумотлар ҳамда жойларда олиб борилган геодезик ўлчашлари ҳамда илмий-тадқиқот ишлари натижасига асосан CORS станцияларнинг ҳозирги ҳолати ва аниқликлари таҳлил қилинганида Самарқанд вилояти ҳудудида жойлашган 3 та CORS станцияларининг (SAMD (Самарқанд шаҳри), ISTD (Иштихон тумани) ва AKTD (Оқтош тумани)) вилоят ҳудудининг ҳамма жойида ҳам DOP (dilution of precision (DOP)) қиймати аниқлиги юқори эмаслиги кузатилди. Шунинг учун CORS станциялари сонини янада кўпайтириш кераклиги таъкидланди. Бунинг учун Самарқанд вилоятининг умумий ер майдони юзаси аниқланди. Унга кўра

вилоятнинг умумий ер майдонининг топографик юзаси 16,8 минг км² ни ташкил этади. Ушбу майдон учун ўрнатиладиган CORS станцияларининг оптимал сони аналитик усулида қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N = \frac{A}{\pi r^2} \quad (1)$$

бу ерда: N – талаб қилинадиган станциялар сони; A – умумий ҳудуд (км²); r – бир CORS станциясининг қамров радиуси.

$$A = L \cdot W \text{ ва } r = R - O \quad (2)$$

бу ерда: L - ҳудуд узунлиги; W - ҳудуд эни; R – ҳар бир станциянинг қамров радиуси; O – станциялар орасидаги қопланиш масофаси.

(1) ва (2) формулаларни бирлаштирсак (1) формулани қуйидагича ифодаланиш мумкин:

$$N = \frac{(L \cdot W)}{\pi \cdot (R - O)^2} \quad (3)$$

бу ерда: N - станциялар сони; L - ҳудуд узунлиги; W - ҳудуд эни; R - битта станциянинг иш майдони радиуси (максимум 80-100 км); O -станциялар орасидаги ишчи зоналарнинг бир-бирини қоплаши. Юқорида келтирилган аналитик формулада ҳудуд рельефининг мураккаблиги, инфратузилма талаблари (Аэропортлар, йирик саноат корхоналари, йўллар, бино ва иншоотлар ва ҳ.к.) эътиборга олинмаганлиги сабабли CORS станцияларининг оптимал сонини аниқлашнинг аналитик усули формуласи қуйидагича такомиллаштирилди:

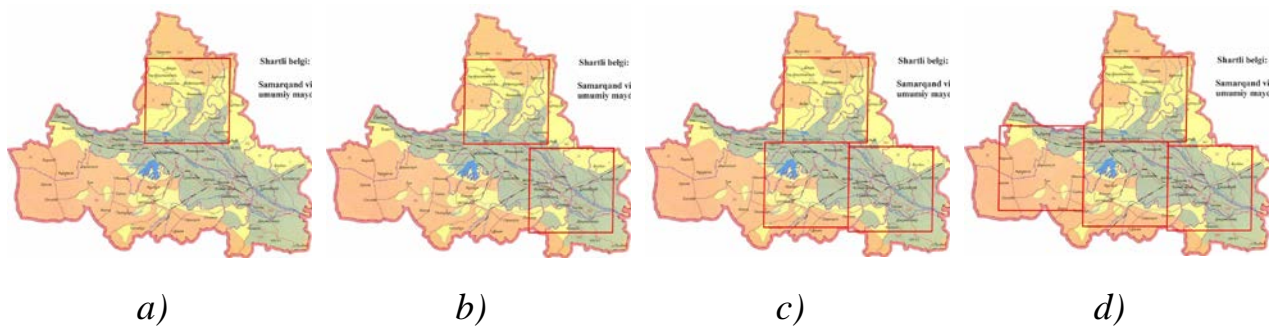
$$N_{opt} = \frac{L \cdot W}{\pi \cdot (R_{эфф} - O_{opt})^2} \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_t \quad (4)$$

бу ерда: L ва W — ҳудуднинг узунлиги ва кенглиги; K_i — аҳоли зичлиги коэффиценти, ҳудуднинг қайси қисмида станцияларга кўпроқ эҳтиёж борлигини кўрсатади; $R_{эфф}$ — ҳар бир станциянинг самарали қамров радиуси, бу оддий қамров радиусидан фарқ қилиб, ҳақиқий қамровни ҳисобга олади; O_{opt} — станциялар орасидаги ўзаро қопланиш масофаси, бу қопланиш зонасининг қанчалик кенглигини кўрсатади; K_r — рельеф мураккаблиги коэффиценти, ҳудуднинг тоғли ёки текислик бўлишини ҳисобга олади ва станцияларнинг қамровига таъсир этади.

Такомиллаштирилган формуладан (4) фойланилганидан формулага (3) нисбатан, ҳудудни тўлиқ ва самарали қамраб олиш учун CORS станцияларнинг оптимал сонини янада аниқ ҳисоблаш имкони яратилади. Шунингдек, CORS станцияларнинг оптимал сонини аниқлашнинг график усулини такомиллаштириш учун 4 босқичда ишлар амалга оширилди:

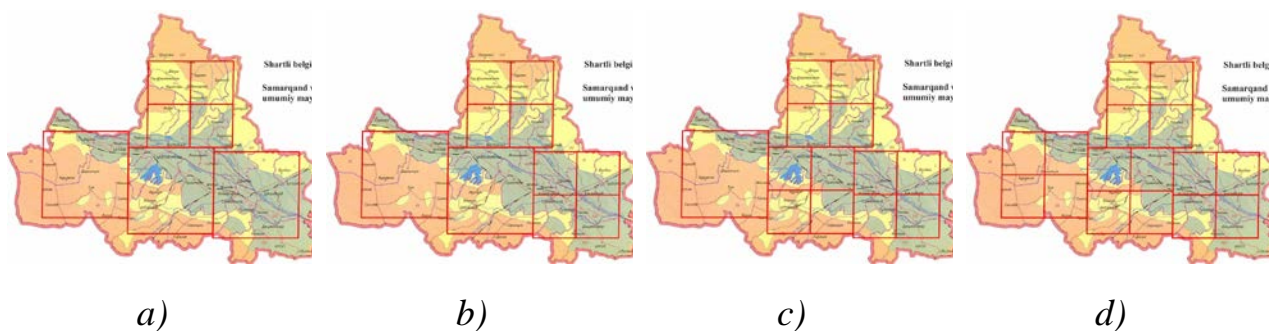
1-босқичда – Самарқанд вилояти ҳудудининг топографик картаси олиниб, ҳар бири 60км × 60км квадрат катаклар ҳосил қилинди;

2-босқичда – Самарқанд вилояти ҳудудининг топографик картаси орқали ҳудуднинг жойлашув схемасидан келиб чиқиб, буфер зоналарга ажратилди (1-расм). Бунда, вилоят ҳудудининг шимолий қисмига 1 та, шарқий қисмига 1 та, ғарбий қисмига 1 та ва марказий қисмига 1 та, жами бўлиб, 4 та катаклар жойлаштирилди (1-расм a, b, c, d).



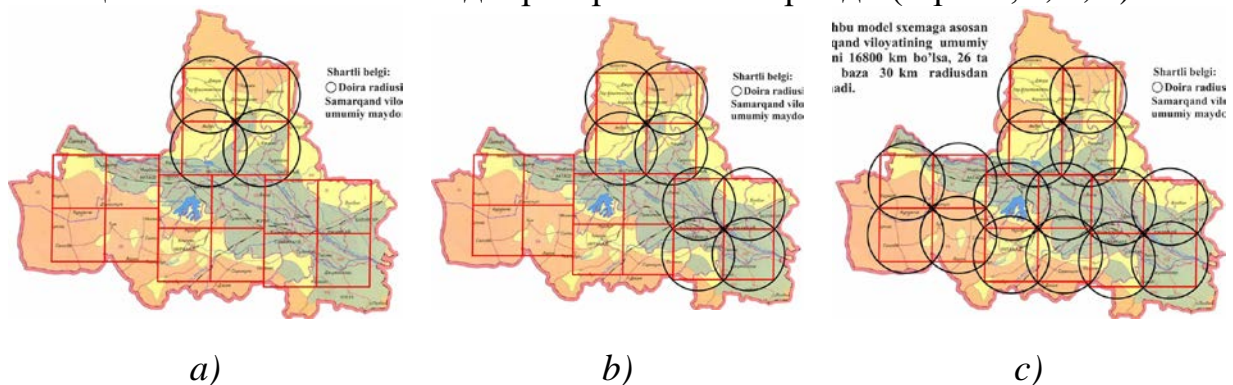
1-расм. Самарқанд вилояти ҳудудини буфер зоналарга ажратиш схемаси

3-босқичда – 60км×60км квадрат катакларни ҳар бирини 4 га бўлиб олинди, яъни 4 марта катталаштирилди ва Самарқанд вилояти ҳудудининг буфер зоналарига жойлаштирилди (2-расм, *a, b, c, d*);



2-расм. Самарқанд вилояти ҳудудидаги буфер зоналарни 4 марта катталаштириш схемаси

4-босқичда – Самарқанд вилояти ҳудудининг 4 марта катталаштирилган буфер зоналари ичига CORS станцияларининг қамров радиуси масофаси 30 км ва қопламаси 5 км га тенг доиралар жойлаштирилди (3-расм, *a, b, c*).



3-расм. Самарқанд ҳудудини буфер зоналари схемаси

Шунингдек, Самарқанд вилояти ҳудуди рельефининг мураккаблиги, инфратузилмалари (аэропортлар, йирик саноат корхоналари, йўллар, бино ва иншоотлар ва ҳ.к.) зичлигини эътиборга олган ҳолда яна қўшимча зоналарга ажратилганлиги сабабли CORS станцияларининг опатимал сони 22 тани ташкил этди.

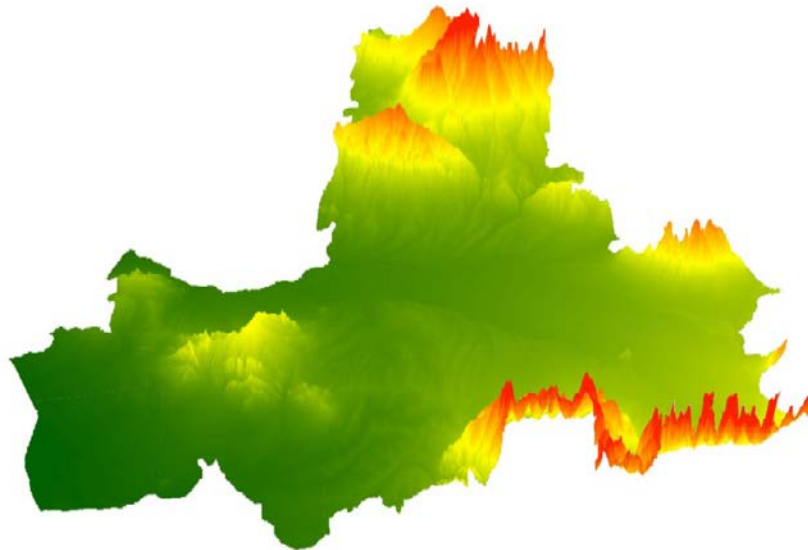
Диссертацияда сунъий йўлдош технологиялари, Самарқанд вилояти худудининг топографик картаси орқали CORS геодезик тармоғини зичлаштириш учун аналитик ва график усулларда пунктларнинг оптимал сонини аниқлаш услубларини такомиллаштириш схемалари берилган. Ушбу схемага асосан, сунъий йўлдош технологиялари орқали CORS геодезик тармоғини лойиҳалаштиришнинг асосий параметрлари аниқлик, ишончлилик ва тежамкорликдан иборат бўлиб, у тармоқ ўлчашдаги тасодифий хатоларни тарқатиш, модель хатоларини аниқлашда ортиқча ўлчашларнинг хусусиятларини инобатга олиб, керакли вариантни танлаш ва нархини, яъни таянч пунктларини қуриш, ўлчашларни амалга ошириш, ташиш ҳамда бошқаларнинг нархини ифодалаш зарурлиги ушбу бобда таҳлил қилинди.

Диссертациянинг **“Самарқанд вилояти худуди рельефининг рақамли моделидан фойдаланиб доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоғини (CORS станция) лойиҳалаш механизмлари”** деб номланган иккинчи бобида Самарқанд вилоятининг табиий-географик хусусиятларини тадқиқ қилиш, CORS станцияларини жойлаштиришга таъсир қилувчи омилларни таҳлил қилиш, ГАТ дан фойдаланиб Самарқанд вилояти рельефининг рақамли моделини (DEM) яратиш, Вилоят худуди рельефининг турли параметрларини (баландликлар, қияликлар, тоғ тизмалари) CORS станцияларини жойлаштиришга таъсири лойиҳасини моделлаштириш каби масалалар асосланган.

Тадқиқот давомида Самарқанд вилояти худуди зонасидаги геодезик тармоқларни (CORS станциялари) лойиҳалаш учун Самарқанд вилоят худудининг ўзига хос хусусиятлари, табиий-географик шароитлари ва рельефи тадқиқ қилинди. Самарқанд вилояти худудининг ер юзаси ғарбдан шарққа томон ва марказдан шимолга ҳамда жанубга томон аста-секин кўтарила боради. Самарқанд худудининг абсолют баландлиги ғарбда Пахтакор қўрғони атрофида 340 м, Каттақўрғон шаҳрида 485 м, Самарқанд шаҳрида 695 м ва шарқда Ургут шаҳрида 1000 м атрофида.

CORS станцияларининг самарадорлиги ва аниқлигини таъминлаш учун жойлаштириш жараёнида турли омиллар таҳлил қилинди. жойлаштиришга таъсир қилувчи омиллар (топографик омиллар, географик омиллар, техник омиллар, иклимий ва табиий шароитлар, CORS станциялари жойлаштиришда қонунчилик ва мулкый масалалар, худудий талаблар ва мақсадлар, молиявий ва иқтисодий омиллар) таҳлил қилинди.

Объектлар ва табиат ҳодисаларини ўрганиш, ердан фойдаланиш жараёнларини аниқлаш, табиий муҳитнинг бузилиши, ифлосланиши ва деградацияси билан боғлиқ худудларни тадқиқ қилиш ҳамда геодезик тармоқни (CORS станцияларини) лойиҳалаш ва моделлаштиришда худуднинг юқори сифатли рельефнинг рақамли моделлари зарурлиги талаб қилинади. Ушбу масалани ҳал қилиш мақсадида ГАТ дан фойдаланиб Самарқанд вилояти рельефининг рақамли моделини (DEM) яратилди (4-расм)



4-расм. Самарқанд вилояти рельефининг фазовий модели

Юқорида космик сурат ва ArcGIS дастури ёрдамида Самарқанд вилояти худуди рельефининг 3 ўлчамли модели яратилди. Бунда Рельеф параметрларини таҳлил қилиш учун ГАТ дастурларидан (ArcGIS дастури) фойдаланилди. Бу дастур асосида Самарқанд вилояти худудининг рақамли рельеф моделларини (DEM) яратилди, бу эса CORS станцияларини жойлаштиришни ва радио тўлкининг тарқалишида баландликларнинг таъсирини моделлаштиришга имкон бериши исботланди.

Диссертациянинг “Самарқанд вилояти худудида CORS станцияларини жойлаштириш лойиҳаси асосида GNSS ўлчаш усулларини ишлаб чиқиш” деб номланган учинчи бобида GNSS ўлчаш усулларини таҳлил қилиш, CORS станциялари асосида RTK ва PPP усулларини бирлаштиришнинг асосий афзалликларини таҳлил қилиш, Самарқанд вилоятида CORS станцияларининг RTK ва PPP учун қўлланилиши, Самарқанд вилояти худудидаги CORS станцияларини зичлаштириш лойиҳаси асосида GNSS ўлчаш дастури ва схемаси ишлаб чиқиш ишлари амалга оширилган.

Тадқиқот давомида илмий – техник, топо-геодезик маълумотларга асосан, GNSS ўлчаш усулларини таҳлил қилинди. CORS станциялари асосида RTK ва PPP усулларини бирлаштиришнинг асосий афзалликлари таҳлил қилинди. Шундан сўнг Самарқанд вилоятида CORS станцияларининг RTK ва PPP учун қўллаш учун вилоят худудида қуйидаги 2 та нуқтада ўлчашлар олиб борилди:

1-нуқта – Ургут туманида янги қурилиши режалаштирилган темир йўл бўлиб, CORS станциялар тармоғининг SAMD станциясига яқин жойлашган бўлиб, референц станциялар орасидаги ўртача масофа тахминан 43 км ни ташкил этган.

2-нуқта – Нуробод тумани Сахоба МФЙ да жойлашган бўлиб, CORS тармоқдаги АКTD станцияга яқин жойлашган бўлиб, референц станциялар орасидаги ўртача масофа тахминан 53 км ни ташкил этган.

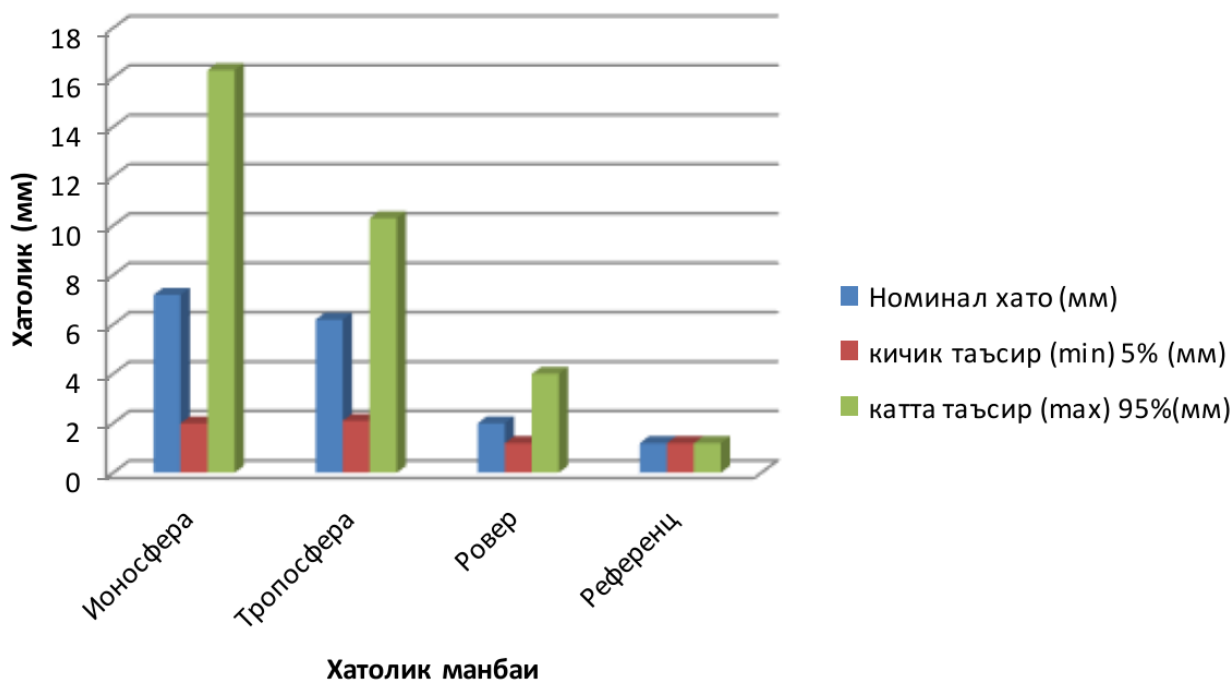
Ўлчаш натижалари 4-жадвал ва 5-расмда график маълумотлар асосида келтирилди.

4-жадвал

Турли хато манбалари ва уларнинг зенит йўналишида ўлчанган фазага қандай даражада таъсир кўрсатиш

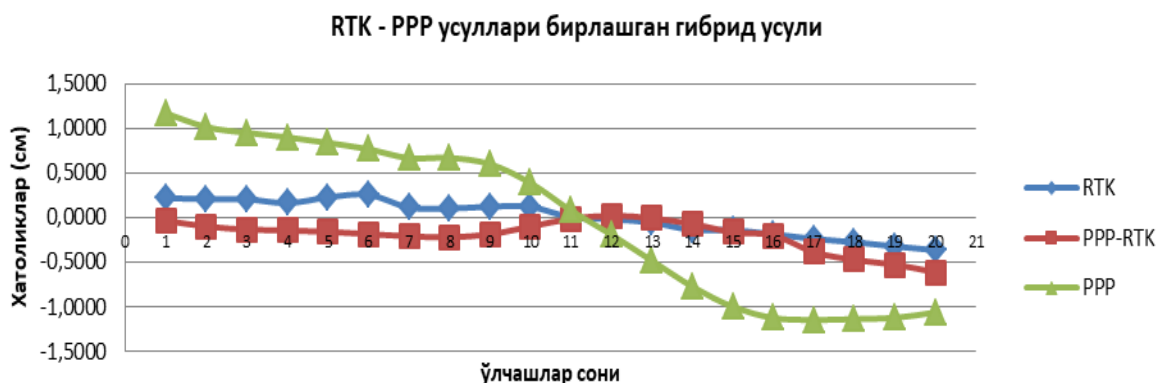
Хатолик манбаи	Номинал хато (мм)	кичик таъсир (min) 5% (мм)	катта таъсир (max) 95%(мм)
Сунъий йўлдош соатлари хатолиги	0	0	0
Суръий йўлдош орбиталари	0	0	0
Ионосферадаги кечикишлар	7,2	2,0	16,3
Тропосферадаги кечикишлар	6,2	2,1	10,3
Кўптармоқли маҳаллий эффе́ктлар	Ровер	2,0	4,0
	Референц	1,2	1,2
Жами (ЎКХ)	16,6	6,5	31,8

Горизонтал ва вертикал йўналишларда ровер (GNSS қабул қилувчи) позициясининг хатоликлари мазкур хато манбаи ҳамда 2024 йил август ойига тегишли GPS ва GLONASS сунъий йўлдош тизими конфигурацияси асосида статистик моделлаштирилди (хатоликларни тарқалиш таҳлили орқали).



5-расм. Турли хато манбаларининг зенит йўналишидаги таъсирини интерполяцияланган фаза хатоси сифатида келтирилган

CORS станциялар тармоғининг SAMD станциясидан фойдаланиб Ургут туманида янги қурилиши режалаштирилган темир йўл ҳудудида олиб борилган RTK-PPP усулидан фойдаланиб амалга оширилган ўлчашларни тенглаштириш натижалари 6-расмда келтирилган.



6-расм. Самарқанд вилояти Ургут туманида олиб борилган RTK - PPP усуллари бирлашган гибрид усули

6-расм график маълумотлар шаклига эътибор берадиган бўлсак, Самарқанд вилояти Ургут туманида олиб борилган PPP-RTK (гибрид) усули натижаларида хатолик анча камайганлигини ва аниқлик см-мм даражасида эканлигини кўришимиз мумкин.

Ушбу тадқиқотлар давомида PPP-RTK орқали олинadиган позициялаш аниқлиги ўсиб боргани кўзга ташланади: дастлабки тадқиқотларда RTK усулида горизонтал аниқлик 15–20 мм, вертикал аниқлик эса 35–40 мм ($\sigma=1$) даражасида бўлган бўлса, ҳозирги тадқиқотларда PPP-RTK гибрид усули қўлланилганда бу кўрсаткичлар горизонтал бўйича 10–15 мм, вертикал бўйича 20–25 мм даражасига тушган.

Диссертациянинг “GNSS ўлчаш натижалари ва математик моделлаштириш усули асосида Самарқанд вилоятида яратилган CORS геодезик тармоғининг аниқлигини баҳолаш” деб номланган тўртинчи бобида сунъий йўлдош GNSS геодезик ўлчаш натижаларини дастлабки тенглаштириш, CORS станцияларининг координаталарини аниқлаш, ўлчанган микдорларни эллипсоиддан текисликка редуциялаш, Самарқанд вилоятида яратилган CORS геодезик тармоғининг аниқлигини баҳолаш амалга оширилган.

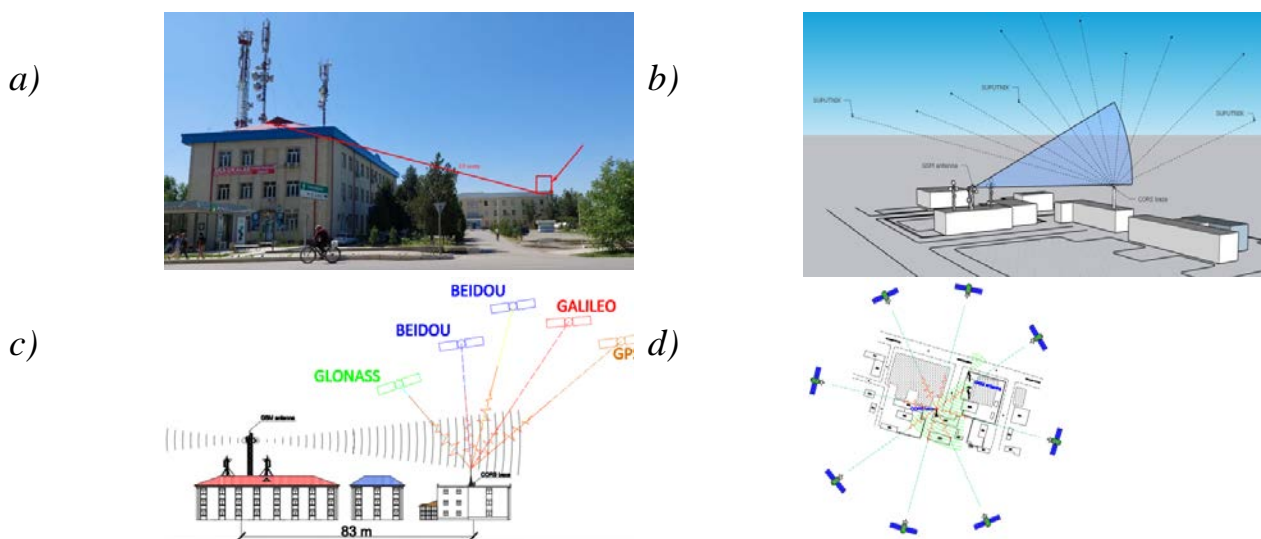
Мақсадли олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, Самарқанд вилояти ҳудудида жойлашган ДСЙДГТ 3 та CORS станцияларининг (SAMД, ISHT1 ва AKTD) 3 йиллик маълумотлари (RINEX файллари) олиниб текширилиб, қуйидагилар аниқланди: SAMД CORS пунктида DOP қиймати ўртача 1,97, AKTD пунктида DOP 3,82 ва ISHT1 CORS пунктида эса DOP қиймати ўртача 7,43 экани кузатилди. Меёрий техник ҳужжатларга асосан геодезик ўлчашларда DOP қиймати 3 дан 4 гача рухсат этилган. Бунда GNSS ўлчашларига таъсир қилувчи омиллар ва ушбу ҳудуд ўрганилиб чиқилганда, пункт ўрнатилган жой атрофида, 83 м масофада радиотўлқин алоқа антеннаси ўрнатилганлиги маълум бўлди.

ISHT1 CORS пунктдаги GNSS ўлчашларга кўптармоқли электромагнит, радиотўлқин таъсирини моделлаштирилди, корреляцион ва регрессион таҳлил ўтказилди. Ўтказилган таҳлил натижасига кўра ушбу пунктдаги ноаниқликка ($DOP=7,43$) сабаб радиотўлқин таъсирида эканлиги, корреляцион

боғлиқлик борлиги аниқланди. Демак, хатоларнинг келиб чиқишига энг катта сабаб радиотўлқин таъсири катта эканлиги тасдиқланди.

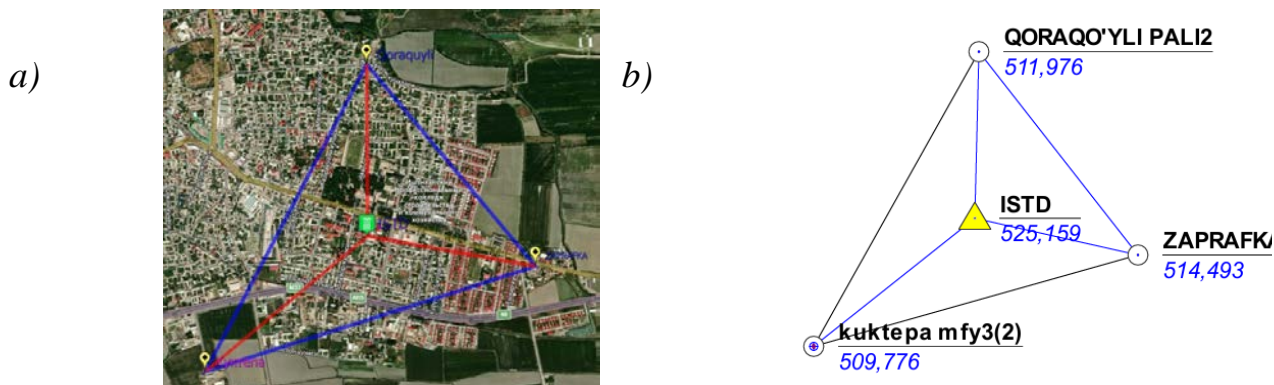
Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда Самарқанд вилоятида жойлашган 3 та CORS станцияларидан (SAMD, ISHT1 ва AKTD) олинган RINEX файл маълумотлари тенглаштирилди. Шунда тенглаштириш натижаларида ISHT1 CORS пункти томонидан олинган GNSS ўлчаш маълумотларида DOP қиймати 7.43 эканлиги аниқланди. Шундан сўнг ушбу пунктда хатоликларни минималлаштириш орқали координатасининг аниқлигини ошириш зарурлиги таъкидланди.

Самарқанд вилояти Иштихон туманида жойлашган CORS геодезик пункти туман кадастр палатаси жойлашган бинонинг том қисмида жойлашган (7-расм).



7-расм. ДСЙГТ (CORS) пункти (ISHT1) станцияси ўлчашларига радиотўлқин узатиш антенналарининг таъсирини моделлаштириш

Илмий тадқиқот давомида муаллифлар О.А.Уроков, СамДАҚУ доценти, т.ф.ф.д. (PhD) В.Р.Ниязов ва Республика аэрогеодезия маркази Самарқанд ҳудудлараро бўлинмаси геодезия бўлими бошлиғи, муҳандис Д.Хусановлар билан биргаликда ISHT1 CORS пункти координатаси аниқлигини ошириш мақсадида тактик технологик геодезик ўлчаш схемаси ишлаб чиқилди (8-расм.).



8-расм. ISHT1 CORS пункти геодезик ўлчаш схемаси

Бунда ковариацион матрицасининг ўртача қийматлари $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, $PDOP=1,75$, Планли $0,012 m$, Баландлик бўйича $0,097m$ ва $\dot{YKX} 0,0016 m$ эканлиги аниқланди.

Самарқанд вилояти Иштихон тумани ҳудудидаги ISHT1 CORS пункти хатоликлар эллипсларининг маълумотлари катта ярим ўқ $a=0,002$, кичик ярим ўқ $b=0,001$ ва азимунти $A=348^\circ 40' 38''$ ShG' аниқланди. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида хулоса ва таклифлар ишлаб чиқилди.

ХУЛОСА

Доимий фаолият кўрсатадиган сунъий йўлдош давлат геодезик тармоқларининг аниқлигини баҳолаш ва ўлчаш усулларини такомиллаштириш (Самарқанд вилояти мисолида) мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Дифференциал сунъий йўлдошли геодезик тармоқларини тадқиқ этишнинг назарий масалалари, ДСЙДГТ (CORS) тармоқларини лойиҳалашда илғор хорижий тажрибалар ва илмий адабиётлар таҳлил қилинди. Шунингдек, Ўзбекистон Республикасида давлат геодезик тармоқларини GNSS қурилмаси ёрдамида барпо этишнинг назарий услубий асослари ҳам тадқиқ қилинди. Натижада Самарқанд вилояти ҳудудида ўрнатилган амалдаги CORS (SAMD, ISHT1, AKTD) станциялари орасидаги масофалар ўртача 80 км ўрнатилганлиги ва жойлашув конфигурацияси ҳам стандарт талаблари даражасида эмаслиги аниқланди. Жумладан, Самарқанд вилоятидаги ушбу CORS станциялари бутун вилоят ҳудудини тўлиқ қамрай олмаслиги ҳамда тармоқни зичлаштириш зарурлиги исботланди;

2. Илғор хорижий тажрибалар, илмий адабиётлар ва Самарқанд вилоятининг табиий-географик хусусиятлари шунингдек, CORS станциялари аниқлигига таъсир қилувчи бир қанча омиллар ўрганилиб чиқилганда, станцияларнинг оптимал сонини аниқлашнинг аналитик усулини такомиллаштириш зарурлиги исботланди.

3. CORS станцияларнинг оптимал сонини аниқлашнинг аналитик усули формуласига қўшимча критериялар кириш ҳамда коэффициентлар ишлаб чиқиш асосида формула такомиллаштирилди. Натижада, Самарқанд вилояти ҳудудининг тўлиқ қопланиши учун CORS станцияларининг оптимал сони аниқланди ва қамров радиусининг аниқлиги ошди;

4. ArcGIS дастуридан фойдаланиб Самарқанд вилоят ҳудудининг топографик харитасини буфер зоналарга ажратиш асосида график усул ишлаб чиқилди. Натижада, ишлаб чиқилган график усулдан фойдаланиб, Самарқанд вилояти учун CORS станцияларининг оптимал сони ва жойлашуви аниқланди, шунингдек CORS станциялари тармоғини Самарқанд вилоятида самарали ва юқори сифатли тармоқ сифатида ривожлантириш имконияти пайдо бўлди;

5. CORS станцияларини жойлаштиришга таъсир қилувчи омиллар таҳлил қилинди. Жумладан, Самарқанд вилояти ҳудуди рельефининг

хусусиятлари тадқиқ қилинганда, ҳар бир географик хусусият (баландликлар, қияликлар, тоғ тизмалари ва ҳоказо) станциялар учун радиолокация, сигналларни қабул қилиш ва техник хизмат кўрсатиш шароитларига таъсир қилиши мумкинлиги исботланди;

6. ГАТ дан фойдаланиб Самарқанд вилояти рельефининг рақамли 3D модели (DEM) яратилди. Шунингдек, Самарқанд вилояти ҳудуди рельефининг 3D моделидан фойдаланиб, вилоят ҳудуди рельефининг турли параметрларининг (баландликлар, қияликлар, тоғ тизмалари) CORS станцияларини жойлаштиришга таъсири лойиҳаси моделлаштирилди. Шунингдек, Самарқанд вилояти ҳудудидаги CORS геодезик тармоқ пунктлари координаталарининг аниқлигини 3 – 5% га ошириш имконини яратган;

7. Станциялар орасидаги масофанинг қисқалиги сабабли, RTK усулининг аниқлиги горизонтал бўйича 0.02 м (95%), вертикал бўйича эса 0.03 м (95%) даражасида таъминланмоқда. Автоматлаштирилган PPP ва RTK усуллари бирлаштирилганда, бу кўрсаткичлар янада яхшиланиши мумкинлиги исботланди. Дастлабки тадқиқотларда RTK усулида горизонтал аниқлик 15–20 мм, вертикал аниқлик эса 35–40 мм ($\sigma=1$) даражасида бўлган бўлса, ҳозирги тадқиқотларда PPP-RTK гибрид усули қўлланилганда бу кўрсаткичлар горизонтал бўйича 10–15 мм, вертикал бўйича 20–25 мм даражасига тушган.

8. Самарқанд вилояти ҳудудида жойлашган ДСЙДГТ 3 та CORS станцияларининг (SAMD, ISHT1 ва АКTD) 3 йиллик маълумотлари (RINEX файллари) олиниб текширилиб, қуйидагилар аниқланди: SAMD CORS пунктида DOP қиймати ўртача 1,97, АКTD пунктида DOP 3,82 ва ISHT1 CORS пунктида эса DOP қиймати ўртача 7,43 экани кузатилди. Бунда GNSS ўлчашларига таъсир қилувчи омиллар ва ушбу ҳудуд ўрганилиб чиқилганда, пункт ўрнатилган жой атрофида, 83 м масофада радиотўлқин алоқа антеннаси ўрнатилганлиги маълум бўлди.

9. ISHT1 CORS пунктдаги GNSS ўлчашларга кўптармоқли электромагнит, радиотўлқин таъсири моделлаштирилди, корреляцион ва регрессион таҳлил ўтказилди. Ўтказилган таҳлил натижасига кўра, ушбу пунктдаги ноаниқликка (DOP=7,43) сабаб радиотўлқин таъсирида эканлиги, корреляцион боғлиқлик борлиги аниқланди. Демак, хатоларнинг келиб чиқишига энг катта сабаб радиотўлқин таъсири катта эканлиги тасдиқланди.

10. ISHT1 CORS пункти координатаси аниқлигини ошириш мақсадида, муаллифлар томонидан тактик технологик геодезик ўлчаш схемаси ишлаб чиқилди. Натижада, ковариацион матрицасининг ўртача қийматлари $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, $PDOP=1,75$, Планли $0,012 m$, Баландлик бўйича $0,097m$ ва $\check{Y}KX 0,0016 m$ ҳамда хатоликлар эллипсларининг маълумотлари $a=0,002$, $b=0,001$ ва $A=348^{\circ}40'38'' ShG'$ ни ташкил қилди. Демак, ушбу схемадан фойдаланиб, олиб борилган геодезик ўлчашларда ISHT1 CORS пунктидаги DOP қиймати 1,75 гача аниқлиги ошганлигини кўришимиз мумкин.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD26/26.01.2023.Т.109.04
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

УРОКОВ ОЛИМ АБДИГОФИРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКА
ТОЧНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ СПУТНИКОВЫХ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ (на примере
Самаркандской области)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

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

Самарканд–2025

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2023.2.PhD/T3789.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу (www.samdaqu.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Суюнов Абдусоли Саматович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Аббасов Субхон Бурхонович
доктор географических наук, профессор

Абдурахмонов Сарвар Нарзуллаевич
доктор философии технических наук, доцент

Ведущая организация:

Каршинский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «16» 07 2025 года в 16: 00 часов на заседании Научного совета PhD26/26.01.2023.T.109.04 при Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека (Адрес: 140147, г. Самарканд, ул. Лолазор, дом 70. Тел.: (+99866) 237-15-93, факс: (+99866) 237-26-30. E-mail: samdaqu@edu.uz. Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека).

Диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета имени Мирзо Улугбека (зарегистрирована за №258). (Адрес:140147, г. Самарканд, ул. Лолазор, дом 70. Тел.: (0366) 237-06-06, e-mail: samdaqwarm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан “01” 07. 2025 года.

(реестр протокола рассылки №03 от “01” 07 2025 года).



Д.Ш.Фаилова

Заместитель председателя
научного совета по присуждению
научных степеней, д.ф-м.н.,
профессор

В.Р.Ниязов

Ученый секретарь научного
совета по присуждению научных
степеней, д.ф.т.н. (PhD)

С.Б.Аббасов

Председатель научного семинара
при научном совете по
присуждению научных степеней,
д.г.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире и в различных его регионах особое значение приобретает развитие спутниковых государственных сетей, повышение качества их картографо-геодезического обеспечения, увеличение достоверности данных и их систематизация. В развитых странах особое внимание уделяется повышению точности геодезических измерений и надежности спутниковых навигационных систем. В связи с этим на 50-й сессии Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях особо отмечалась необходимость «...разработки моделей деформации территорий с учетом последствий таких бедствий, как землетрясения, с использованием GNSS-технологий и географических информационных систем»³. Также особое внимание уделяется таким важным вопросам, как внедрение в систему геодезических работ современных технологий, основанных на GPS/GNSS спутниковых системах, геоинформационных системах, разработке цифровой и лазерно-электронной измерительной и вычислительной техники и технологий.

В мире приоритетное значение придается научно-исследовательским работам, направленным на создание, совершенствование постоянно действующих спутниковых государственных геодезических сетей, а также разработку новых научно-технических решений для применения оперативных методов и средств высокоточных геодезических измерений. В связи с этим, одной из важных задач является модернизация геодезических сетей и совершенствование методов использования международных спутниковых государственных геодезических сетей на основе исследований, направленных на использование спутниковых геодезических методов при определении координат объектов.

В нашей республике осуществляются масштабные меры по размещению дифференциальных спутниковых геодезических сетей, проектированию станций, постоянно действующих спутниковых государственных геодезических сетей (CORS), применению спутниковых систем при создании государственных геодезических сетей и совершенствованию результатов геодезических измерений. В стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи по «внедрению современных технологий дистанционного зондирования и определения с помощью спутниковых технологий»⁴. В реализации этих задач важное значение приобретает проведение научных исследований по применению спутниковых систем при создании государственных геодезических сетей, исследованию методов геодезических измерений, оценке точности постоянно действующих спутниковых государственных геодезических сетей и совершенствованию методов геодезических измерений.

³ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1022R.pdf

⁴ *Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг тараққийёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони*

Данная диссертационная работа в определенной степени способствует выполнению задач, определенных в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-429 от 23 ноября 2022 года «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию космической отрасли» и Постановлении № ПП-2045 от 25 сентября 2013 года «О мерах по реализации инвестиционного проекта создание национальной географической информационной системы», а также в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан № 1022 от 26 декабря 2017 года «О применении в открытом использовании международных геодезических координатных систем на территории Республики Узбекистан» и других нормативно-правовых актах, относящихся к данной деятельности.

Соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование соответствует приоритетным направлениям IV. «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий» программы развития науки и технологий Республики.

Степень изученности проблемы. Анализ существующей научной литературы по данной области показывает, что как зарубежные ученые, так и ученые нашей Республики проводили научные исследования по сбору данных спутниковых геодезических сетей, обоснованию методов наблюдения в высокоточных спутниковых геодезических сетях и совершенствованию системы использования высокоточных геодезических измерений. В частности, зарубежные ученые, такие как Hofmann Wellenhof B., H.Lichtenegger, J.B.Collins, C.Ambrotsius, R.N.Haagmans, Y.E.Vermaat, L.Degbegnon, проводили исследования по использованию сетей CORS и ограничению расстояний при использовании GNSS-приемников для мониторинга деформаций. Ученые стран СНГ В.И.Бойков, О.В.Евстафьев, П.С.Закатов, А.П.Герасимов, К.М.Антонович, В.В.Яковлев, А.А.Генике, А.В.Голубев, Л.А.Липатников, Г.Г.Побединский, П.А.Медведов и другие проводили теоретические и экспериментальные исследования точности глобальной спутниковой системы определения местоположения GPS и ее применения в геодезии.

В нашей республике научные исследования по развитию спутниковых государственных геодезических сетей, организации и ведению картографо-геодезического обеспечения проводились И.И.Померанцевым, Д.Д.Гедеоновым, М.П.Вронченко, Т.М.Абдуллаевым, Э.Р.Мирмахмудовым, Д.Ш.Фазилова, В.Р.Ниязовым, Б.О.Абдумуминовым, инженером-геодезистом Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения Д.Хусановым и другими местными учеными. В частности, они проводили научные исследования по государственным геодезическим сетям и спутниковым государственным геодезическим сетям и достигли положительных результатов.

На сегодняшний день в нашей стране недостаточно изучены исследования по применению спутниковых систем при создании

государственных геодезических сетей, исследованию методов геодезических измерений, оценке точности постоянно действующих спутниковых государственных геодезических сетей и совершенствованию методов геодезических измерений. В связи с этим возникла необходимость в создании постоянно действующей спутниковой государственной геодезической сети и совершенствовании метода оценки ее точности.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена диссертация.

Диссертационные исследования выполнены в рамках научно-исследовательского плана Самаркандского государственного архитектурно-строительного института, международного грантового проекта ERASMUS+ программы, опубликованной Европейским союзом, 585718-EPP-1-2017-1-НУЕРРКА2-CVHE-JP «DSinGIS: Докторантура в области геоинформатики» (15.10.2017-14.10.2020 гг.) и проекта на тему «Оценка точности пространственных координат пунктов сети постоянно действующих спутниковых геодезических сетей (или GNSS), расположенных в Зеравшанском регионе» (2019-2024 гг.).

Цель исследования - оценка точности, постоянно действующей спутниковой государственной геодезической сети, расположенной в Самаркандской области, и совершенствование методов геодезических измерений.

Задачи исследования состоят в следующем:

Анализ передового зарубежного опыта и научной литературы в проектировании геодезических сетей CORS и исследование природно-географических особенностей Самаркандской области, совершенствование аналитического метода и графического метода определения оптимального количества станций CORS;

Анализ факторов, влияющих на размещение станций CORS, создание цифровой модели рельефа (DEM) территории Самарканда, моделирование влияния рельефа на размещение станций CORS и разработка программы и схемы GNSS-измерений на основе проекта CORS в Самарканде;

Исследование методов GNSS-измерений, анализ основных преимуществ объединения методов RTK и PPP на основе станций CORS и применение станций CORS для RTK и PPP в Самаркандской области;

Оценка точности координат станций CORS с помощью результатов GNSS-измерений и ГИС-программ.

Объектом исследования является постоянно действующая спутниковая государственная геодезическая сеть, расположенная в Самаркандской области.

Предметом исследования является совершенствование метода оценки точности пунктов постоянно действующей спутниковой государственной геодезической сети (ПДСГГС).

Методы исследования: В процессе исследования использовались полевые исследования, группировка, аэрокосмические, картографические,

дистанционное зондирование, статистические, пространственный анализ, математическое моделирование, географическое сравнение, анализ с использованием современных геодезических и ГИС-программ, геовизуализация и другие методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе передового зарубежного опыта, научной литературы и природно-географических особенностей Самаркандской области усовершенствован аналитический метод определения оптимального количества станций CORS для их размещения, а также разработан графический метод на основе разделения территории области на буферные зоны посредством топографической карты;

с использованием ГИС-программ создана цифровая модель рельефа территории Самаркандской области, и на этой основе усовершенствована схема оптимального размещения станций CORS для обеспечения максимальной точности и эффективности;

усовершенствован метод GNSS-измерений путем одновременного применения методов RTK и PPP на основе проекта размещения станций CORS на территории Самаркандской области;

на основе результатов GNSS-измерений, полученных с помощью современной спутниковой геодезической измерительной технологии, и метода математического моделирования оценена точность геодезической сети CORS, созданной в Самаркандской области.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

усовершенствована формула определения оптимального количества станций CORS, в результате чего, с использованием данной формулы, определено оптимальное количество станций CORS по Самаркандской области и разработана приемлемая схема размещения.

определены наиболее подходящие территории для размещения 26 станций CORS в Самаркандской области, разработана программа и схема GNSS-измерений на основе проекта CORS в Самарканде, усовершенствован проект размещения станций CORS.

путем сопоставления результатов полевых исследований разработан метод оценки точности государственной спутниковой геодезической сети.

Достоверность результатов исследования: Достоверность результатов исследования объясняется использованием открытых данных всех министерств и ведомств, размещенных на портале открытых данных Правительства Республики Узбекистан, в частности, Агентства кадастра при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан, Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения, открытых цифровых материалов предприятия ООО «SAMGEODEZIST» Самаркандской области, а также заключений экспериментально-испытательных работ автора в рамках исследования,

внедрением результатов исследования в практику и их утверждением уполномоченными структурами.

Научно - практическая значимость результатов исследования:

Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании методики путем совершенствования формулы аналитического определения оптимального количества станций CORS при проектировании постоянных спутниковых государственных геодезических сетей посредством разработки и внесения коэффициента сложности рельефа, коэффициентов технической инфраструктуры и плотности населения, а также совершенствования графического метода с использованием ГИС путем деления на буферные зоны.

Практическая значимость результатов исследования объясняется разработкой научных выводов и рекомендаций, полученных в результате диссертации, а также разработкой схемы оптимального размещения станций CORS и методов оценки точности государственной спутниковой геодезической сети.

Внедрение результатов исследования: На основе результатов, полученных по совершенствованию метода оценки точности постоянно действующих спутниковых государственных геодезических сетей:

- аналитический метод для определения оптимального количества размещения станций CORS был усовершенствован на основе передового зарубежного опыта, научной литературы и природно-географических особенностей Самаркандской области, и научный результат, разработанный на основе графического метода путем деления территории области на буферные зоны через топографическую карту, был внедрен в практику Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения (справка Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан от 30 ноября 2024 года № 05/08-11533). В результате, с использованием разработанных аналитических и графических методов, было определено оптимальное количество и расположение станций CORS для Самаркандской области, а также появилась возможность развития сети станций CORS в Самаркандской области как эффективной и высококачественной сети;

- с использованием ГИС программ была создана цифровая модель рельефа территории Самаркандской области, и на этой основе была усовершенствована схема оптимального размещения для обеспечения максимальной точности и эффективности станций CORS, полученные результаты были внедрены в практику Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения (справка Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан от 30 ноября 2024 года № 05/08-11533). В результате была разработана цифровая модель рельефа территории Самаркандской области, и через схему расположения станций CORS была создана сеть CORS, обеспечивающая качественное, точное и непрерывное покрытие территории. Определено

оптимальное местоположение каждой станции с учетом рельефа и создана возможность повышения качества сигнала. Также создана возможность повышения точности координат пунктов геодезической сети CORS на территории Самаркандской области на 3 – 5%;

- научная новизна, усовершенствовавшая метод GNSS-измерений путем одновременного применения методов RTK и PPP на основе проекта размещения станций CORS на территории Самаркандской области, внедрена в практику Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения (справка Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан от 30 ноября 2024 года № 05/08-11533). В результате, одновременное применение методов RTK и PPP на основе проекта размещения станций CORS имеет важное значение для совершенствования GNSS-измерений в сложных топографических районах, таких как Самаркандская область. Этот подход объединяет преимущества двух методов, позволяя повысить высокую точность, широкий охват и эффективность работы;

- разработанный метод оценки точности геодезической сети CORS, является научной новизной, созданной в Самаркандской области на основе результатов GNSS-измерений, полученных с помощью современной технологии спутниковых геодезических измерений, и метода математического моделирования, внедрена в практику Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения (справка Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан от 30 ноября 2024 года № 05/08-11533). В результате, появилась возможность минимизировать ошибки в координатах станций с использованием спутниковых сигналов и топографических данных.

Апробация результатов исследования: Результаты данного исследования были обсуждены на 6 научно-практических конференциях, в том числе на 1 конференции ДГУ, 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования: По результатам исследования опубликовано 13 научных работ, из которых 7 научных статей опубликованы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

В введении обосновывается актуальность и необходимость диссертационного исследования, формулируются цели и задачи исследования, а также объекты и предметы, указывается соответствие

исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, описывается научная новизна и практические результаты исследования. Широко раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных в научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Научно-методические основы изучения и проектирования постоянных спутниковых геодезических сетей»** рассматриваются теоретические вопросы изучения дифференциальных спутниковых геодезических сетей, передовой зарубежный опыт проектирования геодезических сетей CORS, а также теоретические и методические основы создания государственных геодезических сетей в Республике Узбекистан. Также проведено научное исследование и научно обосновано по разработке аналитического метода определения оптимального количества станций CORS и графического метода на основе выделения буферных зон с использованием топографической карты Самаркандской области.

Разработаны теоретические вопросы исследования дифференциальных спутниковых геодезических сетей, схема определения точного местоположения проблем в областях геодезии и картографии с использованием данных, полученных со спутников. Также проанализированы преимущества станций CORS и возможные проблемы на станциях CORS, факторы, влияющие на работу сети CORS. На основе научно-технических источников, полевых исследований, картографических материалов изучен передовой зарубежный опыт проектирования дифференциальных спутниковых геодезических сетей и научная литература. Кроме того, в ходе изучения теоретических и методических основ построения государственных геодезических сетей в Республике Узбекистан с использованием приборов GNSS проведен подробный анализ существующих в нашей стране типов геодезических сетей, используемых систем координат, а также их современного состояния и точности измерений.

В первую очередь была изучена схема расположения сетей РГП (референц-геодезический пункт (РГП)) и ДСГТ-0 (государственная спутниковая геодезическая сеть 0-го класса (ГСГС-0)), расположенных на территории Узбекистана. Согласно ей, на территории республики установлено всего 5 пунктов РГП (Китаб (Кашкадарья), Ургенч (Хива), Джаркурган (Термез), Ташкент, Фергана). Кроме того, установлено 15 пунктов ДСГТ-0 (Сарыкамыш, Кес-Булак, Сулома, Кунгират, Чорток Дала, Мингбулак, Бархан (Марат), Дангилата, Акбута, Кермене, Янгикишлак, Даштабат, Карамазар, Сарык-Джар и Андижан). Кроме того, на всей территории Узбекистана установлено 50 ГСГС-1 станций CORS (государственная спутниковая геодезическая сеть 1-го класса (ГСГС-1)), по одной точке в среднем через каждые 80 км. В частности, в Самаркандской области размещено 3 станции CORS (SAMD (г. Самарканд), ISTD

(Иштыханский район) и АКTD (Акташский район)) (в параграфе 1.3 диссертации приведены рисунки).

На основании вышеизложенных данных и результатов геодезических измерений и исследований, проведенных на местности, при анализе текущего состояния и точности станций CORS было отмечено, что значение DOP (dilution of precision (DOP)) 3 станций CORS, расположенных в Самаркандской области (SAMD (г. Самарканд), ISTD (Иштыханский район) и АКTD (Акташский район)), не было высоким во всех районах области. Поэтому было отмечено, что необходимо дальнейшее увеличение количества станций CORS. Для этого была определена общая площадь земель Самаркандской области. Согласно ей, общая топографическая поверхность области составляет 16,8 тыс. км². Оптимальное количество станций CORS, которые необходимо установить для данной территории, определяется аналитически по следующей формуле:

$$N = \frac{A}{\pi r^2} \quad (1)$$

где: N - необходимое количество станций; A - общая площадь (км²); r - радиус покрытия одной станции CORS.

$$A = L \cdot W \text{ и } r = R - O \quad (2)$$

где: L - длина территории; W - ширина территории; R - радиус покрытия каждой станции; O - расстояние покрытия между станциями.

Объединив формулы (1) и (2), формулу (1) можно выразить следующим образом:

$$N = \frac{(L \cdot W)}{\pi \cdot (R - O)^2} \quad (3)$$

где: N - количество станций; L - длина территории; W - ширина территории; R - радиус рабочей зоны одной станции (максимум 80-100 км); O - перекрытие рабочих зон между станциями. Поскольку приведенная выше аналитическая формула не учитывает сложность рельефа местности, требования к инфраструктуре (аэропорты, крупные промышленные предприятия, дороги, здания и сооружения и т. д.), аналитический метод определения оптимального количества станций CORS был усовершенствован следующим образом:

$$N_{opt} = \frac{L \cdot W}{\pi \cdot (R_{эфф} - O_{opt})} \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_t \quad (4)$$

где: L и W - длина и ширина территории; K_i - коэффициент плотности населения, показывающий, в какой части территории имеется большая потребность в станциях; $R_{эфф}$ - эффективный радиус покрытия каждой станции, который учитывает фактическое покрытие, в отличие от обычного радиуса покрытия; O_{opt} - расстояние перекрытия между станциями, которое показывает, насколько широка зона покрытия; K_r - коэффициент сложности рельефа, который учитывает, является ли территория горной или равнинной и влияет на покрытие станций.

Использование усовершенствованной формулы (4) позволяет точнее, чем в формуле (3), рассчитать оптимальное количество станций CORS для полного и эффективного покрытия территории. Также в 4 этапа проводилась работа по совершенствованию графического метода определения оптимального количества станций CORS:

На 1-м этапе получена топографическая карта Самаркандской области, каждая из которых была разделена на квадратные ячейки $60\text{км} \times 60\text{км}$;

На 2-м этапе буфер был распределен по зонам с помощью топографической карты территории Самаркандской области, в зависимости от схемы расположения территории (рисунок 1). В этом случае 1 ячейка была размещена в северной части региона, 1 в восточной части, 1 в западной части и 1 в центральной части, всего 4 ячейки (рис. 1 а, б, в, г).

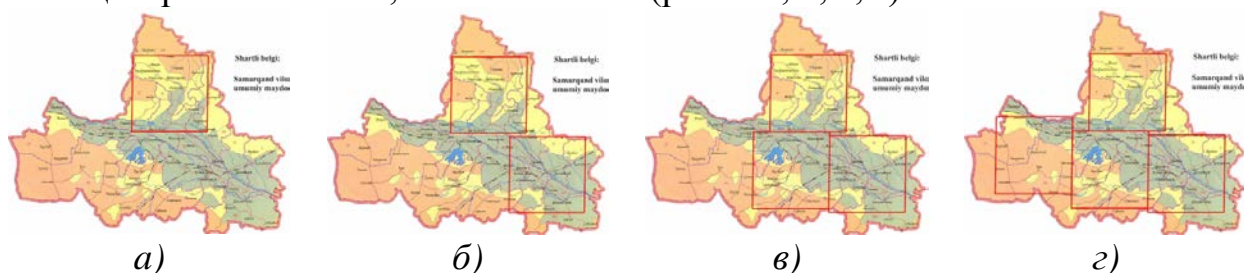


Рис.-1. Схема деления территории Самаркандской области на буферные зоны

На 3 этапе - каждая из квадратных ячеек $60\text{км} \times 60\text{км}$ была разделена на 4, то есть увеличена в 4 раза и размещена в буферных зонах территории Самаркандской области (рис. 2, а, б, в, г);

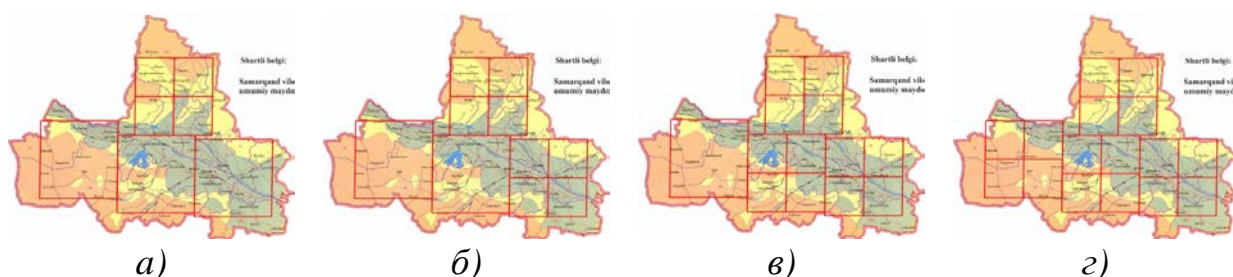


Рис.-2. Схема 4-кратного расширения буферных зон в Самаркандской области

На 4-м этапе в пределах 4-кратно расширенных буферных зон Самаркандской области были размещены круги с радиусом действия станций CORS 30 км и зоной действия 5 км (рис. 3, а, б, в).

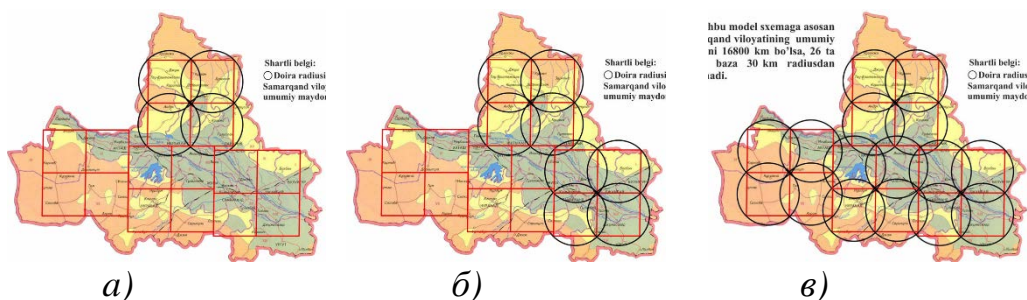


Рис.-3. Схема буферной зоны Самаркандской области

Также в связи с тем, что Самаркандская область разделена на дополнительные зоны, с учетом сложности рельефа, плотности инфраструктуры (аэропорты, крупные промышленные предприятия, дороги, здания и сооружения и т.д.), оптимальное количество пунктов CORS составило 22.

В диссертации представлены схемы совершенствования методов определения оптимального количества пунктов с использованием аналитических и графических методов уплотнения геодезической сети CORS с использованием спутниковых технологий и топографической карты Самаркандской области. Согласно данной схеме основными параметрами проектирования геодезической сети CORS с использованием спутниковых технологий являются точность, надежность и экономическая эффективность. В данной главе анализируется необходимость выбора подходящего варианта и выражения его стоимости, т.е. стоимости строительства опорных пунктов, проведения измерений, транспортировки и других, с учетом особенностей сети, распределения случайных погрешностей измерений и избыточных измерений при определении погрешностей модели.

Вторая глава диссертации под названием **«Механизмы проектирования постоянно действующей спутниковой государственной геодезической сети (станция CORS) с использованием цифровой модели рельефа Самаркандской области»** базируется на таких вопросах, как изучение природно-географических особенностей Самаркандской области, анализ факторов, влияющих на размещение станций CORS, создание цифровой модели (DEM) Самаркандской области с использованием ГИС, моделирование влияния различных параметров рельефа региона (высот, уклонов, горных хребтов) на размещение станций CORS.

В ходе исследования были изучены специфические особенности, природно-географических условия и рельеф Самаркандской области для проектирования геодезических сетей (станции CORS) на территории Самаркандской области. Поверхность Самаркандской области постепенно повышается с запада на восток и от центра на север и юг. Абсолютная высота Самаркандской области составляет на западе в районе кургана Пахтакор 340 м, в городе Каттакурган — 485 м, в городе Самарканд — 695 м, на востоке в городе Ургут — около 1000 м.

В целях обеспечения эффективности и точности станций CORS в процессе размещения были проанализированы различные факторы. Были проанализированы факторы, влияющие на размещение (топографические факторы, географические факторы, технические факторы, климатические и природные условия, правовые и имущественные вопросы при размещении станций CORS, территориальные требования и цели, финансово-экономические факторы).

Изучение объектов и природных явлений, выявление процессов землепользования, изучение территорий, связанных с повреждением, загрязнением и деградацией природной среды, а также проектирование и

моделирование геодезической сети (станций CORS) требуют высококачественных цифровых моделей рельефа региона. Для решения этой задачи с использованием ГИС была создана цифровая модель рельефа (DEM) Самаркандской области (рис. 4).

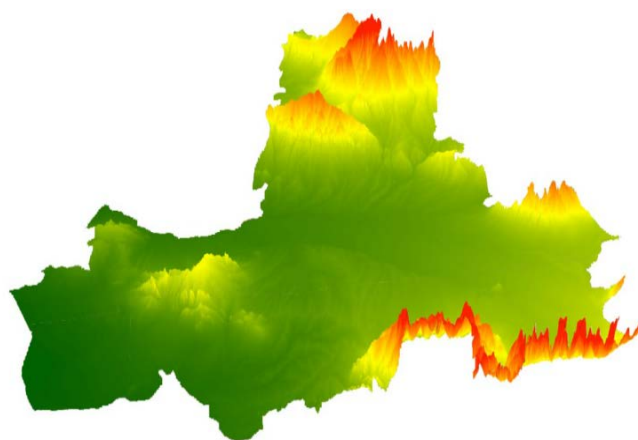


Рис. - 4. Пространственная модель рельефа Самаркандской области

Трехмерная модель рельефа Самаркандской области была создана с использованием спутникового снимка и программы ArcGIS. В данном случае для анализа параметров рельефа использовались программы ГИС (программа ArcGIS). На основе этой программы были созданы цифровые модели рельефа (DEM) Самаркандской области, которые оказались способны моделировать размещение станций CORS и влиянию высот на распространение радиоволн.

В третьей главе диссертации под названием «**Разработка методов измерений GNSS на основе проекта размещения станций CORS в Самаркандской области**» анализируются основные преимущества совмещения методов RTK и PPP на основе станций CORS, использование станций CORS в Самаркандской области для RTK и PPP, а также разработка программы и схемы измерений GNSS на основе проекта уплотнения станций CORS в Самаркандской области.

В ходе исследования были проанализированы методы измерений GNSS на основе научно-технических, топографо-геодезических данных. Были проанализированы основные преимущества объединения методов RTK и PPP на основе станций CORS. Затем с целью использования станций CORS для RTK и PPP в Самаркандской области были проведены измерения в следующих 2 точках на территории области:

Точка 1 - новая железная дорога, планируемая к строительству в Ургутском районе, расположена в непосредственной близости от станции SAMD сети станций CORS, со средним расстоянием между опорными станциями примерно 43 км.

Точка 2 - расположена в СГМ (MFY) Сахоба Нурабадского района, расположена в непосредственной близости от станции AKTD сети CORS, со средним расстоянием между опорными станциями примерно 53 км.

Результаты измерений представлены в таблице 4 и на рисунке 5 на основе графических данных.

Таблица 4

Различные источники погрешности и их влияние на измеряемую фазу в зенитном направлении

Источник погрешностей	номинальная погрешность (мм)	незначительное влияние (мин) 5% (мм)	большое влияние (макс) 95% (мм)
Погрешность часов спутника	0	0	0
Орбиты спутника	0	0	0
Задержки в ионосфере	7,2	2,0	16,3
Задержки в тропосфере	6,2	2,1	10,3
Многоканальный местный эффект	Ровер	2,0	4,0
	Референц	1,2	1,2
Всего	16,6	6,5	31,8

На основе данного источника погрешностей и конфигурации спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС на август 2024 года статистически смоделированы ошибки положения ровера (приемника ГНСС) в горизонтальном и вертикальном направлениях (путем анализа распределения погрешностей).

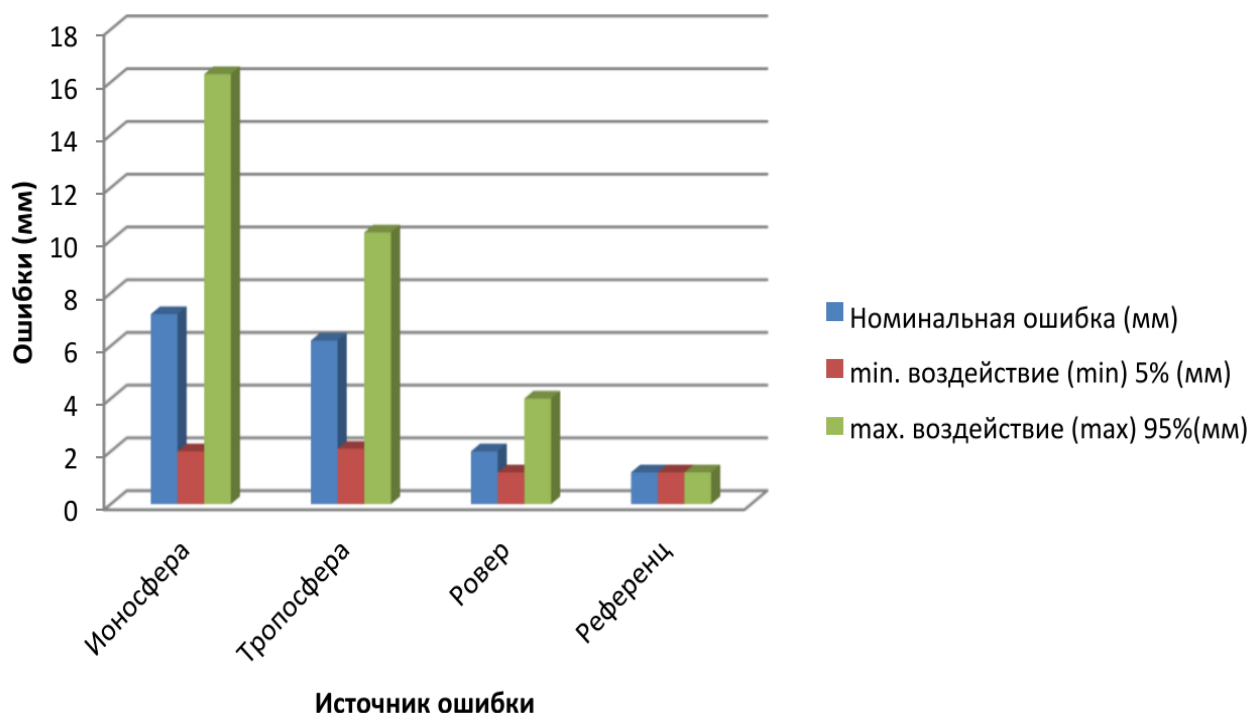


Рис.-5. Влияние различных источников погрешности в зенитном направлении представлено в виде интерполированной фазовой погрешности.

Результаты выравнивания измерений методом RTK-PPP, проведенного в районе новой железной дороги, планируемой к строительству в Ургутском районе с использованием станции SAMD сети станций CORS, представлены на рисунке 6.

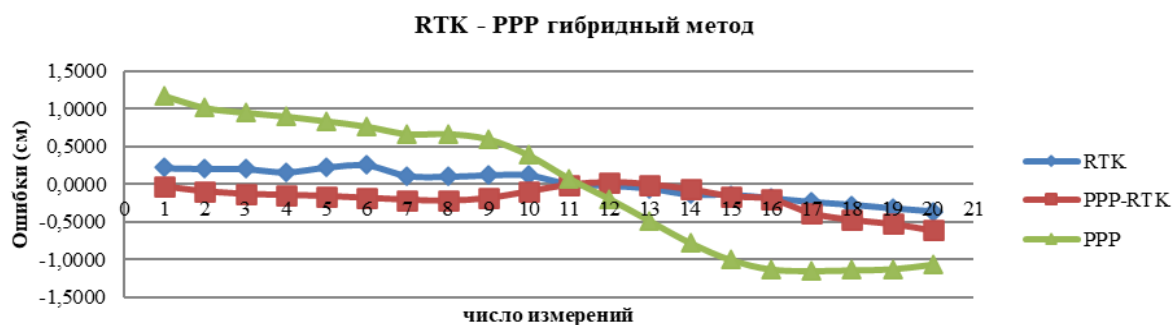


Рис.-6. Гибридный метод, объединяющий методы RTK и PPP, проведенный в Ургутском районе Самаркандской области

Если обратить внимание на графические данные на рисунке 6, то можно увидеть, что погрешность результатов метода PPP-RTK (гибридного), проведенного в Ургутском районе Самаркандской области, существенно снизилась, а точность находится на уровне см-мм.

В ходе данных исследований заметно, что точность позиционирования, полученная с помощью PPP-RTK, возросла: в первоначальных исследованиях горизонтальная точность метода RTK находилась на уровне 15–20 мм, а вертикальная точность — на уровне 35–40 мм ($\sigma=1$), в то время как в текущих исследованиях при использовании гибридного метода PPP-RTK эти показатели снизились до 10–15 мм по горизонтали и 20–25 мм по вертикали.

В четвертой главе диссертации под названием «**Оценка точности геодезической сети CORS, созданной в Самаркандской области на основе результатов измерений GNSS и метода математического моделирования**» проведено первичное уравнивание результатов геодезических измерений спутниковой GNSS, определение координат пунктов CORS, приведение измеряемых величин с эллипсоида на плоскость и оценка точности геодезической сети CORS, созданной в Самаркандской области.

Целенаправленные исследования показали, что получены и проверены 3-летние данные (файлы RINEX) 3-х станций CORS (SAMD, ISHT1 и AKTD) ДСГГС, расположенных в Самаркандской области, и установлено следующее: значение DOP в пункте SAMD CORS в среднем составило 1,97, значение DOP в пункте AKTD составило 3,82, а значение DOP в пункте ISHT1 CORS достигло 7,43. Согласно нормативно-техническим документам, значение DOP при геодезических измерениях допускается от 3 до 4. В данном случае при изучении факторов, влияющих на измерения GNSS и данной местности, было установлено, что на расстоянии 83 м вокруг точки, где была установлена точка, была установлена антенна радиоволновой связи.

Было смоделировано влияние многополосных электромагнитных радиоволн на измерения GNSS в пункте CORS ISHT1, проведен корреляционно-регрессионный анализ. По результатам анализа было определено, что неопределенность в данной точке ($DOP=7,43$) обусловлена влиянием радиоволн, и существует корреляционная связь. Таким образом, было подтверждено, что наибольшей причиной погрешностей является влияние радиоволн.

С учетом вышеизложенного были сопоставлены данные файла RINEX, полученные с 3 станций CORS (SAMD, ISHT1 и AKTD), расположенных в Самаркандской области. Затем в результате выравнивания было определено, что значение DOP в данных измерений GNSS, полученных точкой ISHT1 CORS, составило 7,43. После этого было отмечено, что необходимо повысить точность координат, минимизировав погрешности в этой точке.

Геодезический пункт CORS, расположенный в Иштыханском районе Самаркандской области, находится на крыше здания, где находится районная кадастровая палата (рис. 7).

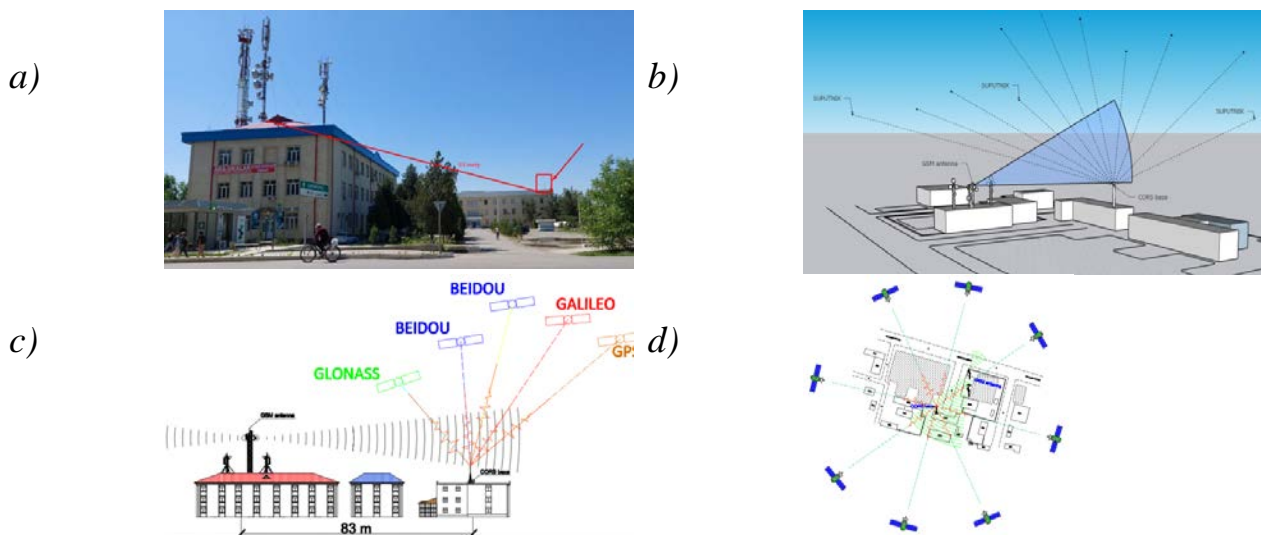


Рис.-7. Моделирование влияния антенн радиопередающих устройств на измерения ДСГГС (CORS) пункта (ISHT1)

В ходе проведения научных исследований автором О.А. Уроковым, совместно с доцентом Самаркандского государственного геодезического университета, доктором технических наук (PhD) В.Р. Ниязовым и начальником отдела геодезии Республиканского центра аэрогеодезии Самаркандского межрегионального отделения, инженером Д. Хусановым была разработана тактико-технологическая геодезическая схема измерений с целью повышения точности определения координат пункта ISHT1 CORS (рис. 8).

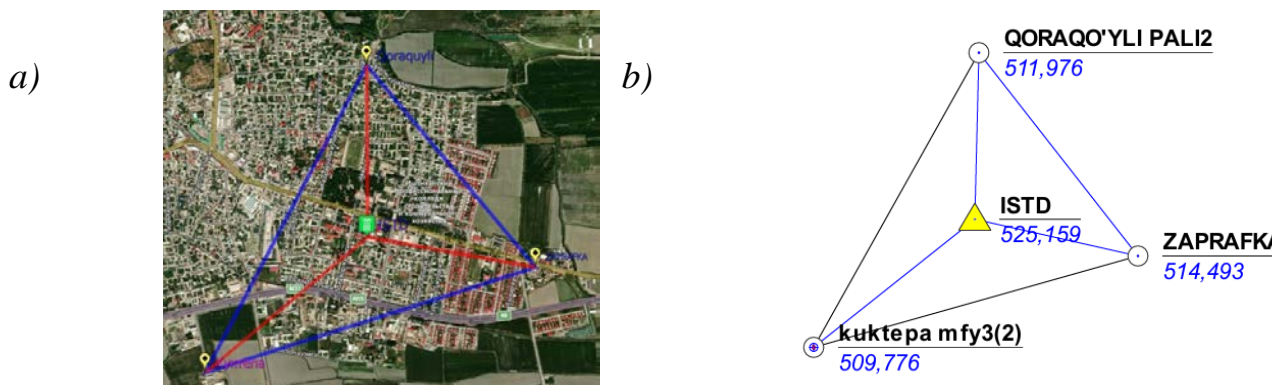


Рис.-8. Геодезическая схема измерений точки ISHT1 CORS

Было установлено, что средние значения ковариационной матрицы составляют $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, $PDOP=1,75$, Плановые $0,012$ м, Высотные $0,097$ м и Погрешность (СКО) $0,0016$ м.

Определены данные эллипсов ошибок пункта ISHT1 CORS в Иштиханском районе Самаркандской области, которые представляют собой большую полуось $a=0,002$, малую полуось $b=0,001$ и азимут $A=348^\circ 40' 38''$ СЗ. В результате проведенных исследований разработаны выводы и предложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Повышение точности непрерывно действующих спутниковых государственных геодезических сетей и методов измерений (на примере Самаркандской области)» представлены следующие выводы:

1. Проанализированы теоретические вопросы исследования дифференциальных спутниковых геодезических сетей, передовой зарубежный опыт проектирования сетей ДСГГС (CORS) и научная литература. Также изучены теоретико-методические основы построения государственных геодезических сетей Республики Узбекистан с использованием приборов ГНСС. В результате установлено, что расстояния между действующими CORS (SAMD, ISHT1, AKTD) станций, установленных в Самаркандской области, в среднем находятся на расстоянии 80 км, а конфигурация расположения также не соответствует нормативным требованиям. В частности, доказано, что данные станции CORS в Самаркандской области не могут полностью покрыть всю территорию области и необходимо уплотнение сети;

2. Доказана необходимость совершенствования аналитического метода определения оптимального количества станций путем изучения передового зарубежного опыта, научной литературы, природно-географических особенностей Самаркандской области, а также ряда факторов, влияющих на точность станций CORS.

3. Усовершенствована формула аналитического метода определения оптимального количества станций CORS путем введения в формулу дополнительных критериев и разработки коэффициентов. В результате определено оптимальное количество станций CORS для полного покрытия территории Самаркандской области и повышена точность радиуса покрытия;

4. Разработан графический метод с использованием программы ArcGIS, основанный на разбиении топографической карты Самаркандской области на буферные зоны. В результате с помощью разработанного графического метода определены оптимальное количество и определены места размещения станций CORS для Самаркандской области, а также создана возможность развития сети станций CORS как эффективной и качественной сети в Самаркандской области;

5. Проанализированы факторы, влияющие на размещение станций CORS. В частности, при изучении особенностей рельефа Самаркандской

области доказано, что каждый географический объект (высоты, уклоны, горные хребты и т.д.) может влиять на условия радиолокационного размещения, приема сигналов и обслуживания станций;

6. Создана трехмерная цифровая модель (DEM) Самаркандской области с использованием ГИС. Также с использованием трехмерной модели Самаркандской области смоделировано влияние различных параметров регионального рельефа (высоты, уклоны, горные хребты) на размещение станций CORS. А также, позволило повысить точность координат пунктов геодезической сети CORS на территории Самаркандской области на 3–5%;

7. Благодаря небольшому расстоянию между станциями точность метода RTK обеспечивается на уровне 0,02 м (95%) по горизонтали и 0,03 м (95%) по вертикали. Доказано, что эти показатели могут быть дополнительно улучшены при комбинировании автоматизированных методов PPP и RTK. В первоначальных исследованиях точность метода RTK по горизонтали находилась на уровне 15–20 мм, а по вертикали – на уровне 35–40 мм ($\sigma=1$), в то время как в текущих исследованиях при использовании гибридного метода PPP-RTK эти показатели снизились до 10–15 мм по горизонтали и 20–25 мм по вертикали.

8. Получены и проверены 3-летние данные (файлы RINEX) 3-х станций CORS Государственного геодезического и геодезического управления (SAMD, ISHT1 и AKTD), расположенных в Самаркандской области, и установлено следующее: значение DOP в пункте CORS SAMD в среднем составило 1,97, значение DOP в пункте AKTD составило 3,82, а значение DOP в пункте CORS ISHT1 достигло 7,43. При этом, при изучении факторов, влияющих на измерения GNSS и данной местности, было установлено, что на расстоянии 83 м вокруг точки, где был установлен пункты, была установлена антенна радиоволновой связи.

9. Проведено моделирование влияния многополосных электромагнитных радиоволн на измерения GNSS в пункте CORS ISHT1, а также проведен корреляционно-регрессионный анализ. По результатам анализа определено, что неопределенность в данной точке ($DOP=7,43$) обусловлена влиянием радиоволн, причем имеет место корреляционная связь. Таким образом, подтверждено, что основной причиной возникновения ошибок является большое влияние радиоволн.

10. С целью повышения точности определения координат пункта ISHT1 CORS авторами разработана тактико-технологическая геодезическая схема измерений. В результате средние значения ковариационной матрицы составили $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, $PDOP=1,75$, Плановые 0,012 м, Высотные 0,097 м и Погрешность (СКО) 0,0016 м, а данные погрешностей эллипсов составили $a=0,002$, $b=0,001$ и $A=348^{\circ}40'38''$ СЗ. Таким образом, мы видим, что точность значения DOP в точке ISHT1 CORS возросла до 1,75 при геодезических измерениях, выполненных по данной схеме.

**SCIENTIFIC DEGREE-GIVING COUNCIL PhD 26/26.01.2023.T.109.04 AT
SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
UNIVERSITY NAMED MIRZO ULUGBEK**

**SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
UNIVERSITY NAMED MIRZO ULUGBEK**

UROKOV OLIM ABDIGOFIROVICH

**IMPROVING MEASUREMENT METHODS AND EVALUATING THE
ACCURACY OF EXISTING SATELLITE STATE GEODETIC
NETWORKS (on the example of the Samarkand region)**

11.00.06 – Geodesy. Cartography

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

Samarkand- 2025

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the number B2023.2.PhD/T3789

The dissertation is completed at Samarkand State Architecture and Construction University named after Mirzo Ulugbek.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.samdaqu.uz) and on the information and education portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Suyunov Abdusali Samadovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Abbasov Subkhon Burkhonovich
Doctor of geographical sciences, professor

Abdurakhmanov Sarvar Narzullaevich,
PhD of technical sciences, associate professor

Leading organization:

Karshi State Technical University

The Defense of the dissertation was held at the meeting of the Scientific Council numbered PhD26/26.01.2023.T.109.04 at Samarkand State Architecture and Construction University on 16,07, 2025 y. at 16:00. (Address: 70, Lolazor Street, 140147, Samarqand, Uzbekistan Tel.: (0366) 237-15-93; fax: (0366) 237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

The dissertation can be viewed at the Information and Resource Center of Samarkand State Architecture and Construction University (Registration №258). (Address: 70, Lolazor Street, 140147, Samarqand, Uzbekistan Tel.: (0366) 237-06-06; e-mail: samdaquarm@edu.uz).

Dissertation Abstract was distributed on 01. 07, 2025 y.
(Register statement No. 03 on 01. 07, 2025 y.).

D.Sh.Fazilova

Deputy chairman of the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of Physics and Mathematics sciences, professor

V.R. Niyazov

Secretary of the scientific council for awarding scientific degrees, PhD of technical sciences, associate professor

S.B. Abbasov

Chairman of the academic under the seminar scientific council for awarding scientific degrees, doctor of geography sciences, professor



INTRODUCTION (abstract to PhD dissertation)

The purpose of the research is to assess the accuracy of the permanently operational satellite state geodetic network located in Samarkand region and to improve geodetic measurement methods.

The object of research is the permanently operational state geodetic satellite network located in Samarkand region.

The scientific novelty of the research is in the following:

Based on advanced foreign experience, scientific literature and the natural and geographical features of the Samarkand region, an analytical method was improved to determine the optimal number of CORS stations and a graphical method was developed based on dividing the region's territory into buffer zones using a topographic map;

Using GAT programs, a digital model of the terrain of the Samarkand region was created and on this basis an optimal placement scheme was improved to ensure maximum accuracy and efficiency of CORS stations;

Based on the project for placing CORS stations in the Samarkand region, the GNSS measurement method was improved by simultaneously using RTK and PPP methods;

Based on the results of GNSS measurements obtained using modern satellite geodetic measurement technology and the method of mathematical modeling, the accuracy of the CORS geodetic network created in the Samarkand region was assessed.

Implementation of research results. Based on the results obtained on improving the method of assessing the accuracy of continuously operating satellite state geodetic networks:

- based on advanced foreign experience, scientific literature and the natural and geographical features of Samarkand region, an analytical method was improved to determine the optimal number of CORS stations, and the scientific result of developing a graphical method based on dividing the territory of the region into buffer zones using a topographic map was introduced into the practice of the Samarkand Interregional Branch of the Republican Center for Aerogeodesy (Reference No. 05/08-11533 of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan dated November 30, 2024). As a result, using the developed analytical and graphical methods, the optimal number and location of CORS stations for the Samarkand region were determined, and the opportunity arose to develop the CORS station network in the Samarkand region as an effective and high-quality network;

- Using GAT programs, a digital model of the relief of the Samarkand region was created, and on this basis, the optimal placement scheme for CORS stations was improved to ensure maximum accuracy and efficiency, and the results obtained were implemented in the practice of the Samarkand Interregional Branch of the Republican Center for Aerogeodesy (Reference of the Cadastral Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan No. 05/08-11533 dated November 30, 2024). As a result, a digital terrain model of

Samarkand region was developed and a CORS network was created in the region, providing high-quality, accurate and uninterrupted coverage through the layout of CORS stations. The optimal location of each station, taking into account the relief, was determined and the opportunity to improve signal quality was created. It also made it possible to increase the accuracy of the coordinates of CORS geodetic network points in the Samarkand region by 3-5%.

- Based on the project to deploy CORS stations in the Samarkand region, an improved scientific innovation of the GNSS measurement method through the simultaneous use of RTK and PPP methods was introduced into the practice of Samarkand Interregional Branch of the Republican Center for Aerogeodesy (Reference of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan dated November 30, 2024 No. 05/08-11533). As a result, the simultaneous use of RTK and PPP methods based on the CORS station deployment project is of great importance in improving GNSS measurements in complex topographic areas such as the Samarkand region. This approach combines the advantages of both methods, allowing for high accuracy, wide coverage, and increased work efficiency;

- a scientific novelty, developed based on the results of GNSS measurements obtained using modern satellite geodetic measurement technology and the method of mathematical modeling, has been implemented in the practice of the Samarkand Interregional Branch of the Republican Center for Aerogeodesy (Reference No. 05/08-11533 of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan dated November 30, 2024). As a result, it was possible to minimize errors in the coordinates of stations using satellite signals and topographical data.

Dissertation structure and volume. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The length of the dissertation is 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Urokov O.A., Niyazov V.R. Геодезические сети Республики Узбекистан и использование приборов GNSS при их установке и обновлении // International journal of innovations in engineering research and technology. –India, 2020. –P. 31-36. (№25. Directory of Open Access Journals; IF=7.525).

2. Urokov O.A., Niyazov V.R. About basic geodetic bases RGP SGS permanently operating in the Republic of Uzbekistan // International journal of advanced research in science, engineering and technology. –India, 2020. –Vol. 7, –ISSUE 10. – P. 15396- 15402. (05.00.00; №8).

3. Urokov O.A., Mirzayev A.A. Doimiy sun'iy yo'ldoshli geodezik tarmoq punktlari (CORS GNSS referens stansiyalari) «Muruntov» karyeri atrofidagi geodezik tarmoq punktlarini tadqiq qilish // Me'morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal. Maxsus son. – Samarqand, 2023. – b. 367-371. (05.00.00; №14).

4. Urokov O.A. Doimiy ishlovchi sun'iy yo'ldoshli tarmog'ini loyihalash metodikasini ishlab chiqish va CORS stansiyalarining oraliq masofalari hamda hududlardagi qamrovini baholash // Me'morchilik va qurilish muammolari ilmiy-texnik jurnal.– Samarqand, 2024. –№1. – b. 94-100. (05.00.00; №14).

5. Urokov O.A. Samarqand viloyatida CORS stansiyalarining optimal sonini aniqlash hamda ularning qamrov hududini kengaytirish uchun matematik model ish lab chiqish // Me'morchilik va qurilish muammolari ilmiy-texnik jurnal. – Samarqand, 2024. -№4-son.– B. 94-100. SamDAQI. (05.00.00; №14).

6. Urokov O.A., Tukhtamishev Sh.Sh., Suyunov Sh.A., Mirzaev A.A., Berdikulov U. Analysis of the quality of measurements of permanent base stations (UZPOS) in the territory of Samarkand // III International Conference “Current Issues of the Energy Sector: Mining, Extraction, Transportation, Processing and Environmental Protection”, E3S Web of Conferences. eISSN: 2267-1242. - Cheonan, South Korea. Volume 498, 2024. DOI:10.1051/e3sconf/202449802020 (№3. Scopus).

7. Urokov O.A. Doimiy ishlovchi sun'iy yo'ldoshli davlat geodezik tarmoqlari (CORS) stansiyalarining aniqligini o'lchangan masofalar orqali baholash // Geodeziya, kartografiya va geoinformatika ilmiy-texnik jurnal. – Toshkent, 2024. -1-son.– B. 45-49. (05.00.00; №14).

II бўлим (II часть; II part)

8. Ниязов В.Р., Уроков О.А., Рахимов У.А., Муллоджанова Г. Геодезия, маркшейдерия ва ё'лларни лойихалашда БИМ технологиясининг имкониятлари // “Геоахборот тизими (ГАТ) технологияси соҳасини ривожлантиришнинг долзарб муаммолари ва ечимлари” мавзусидаги

республика илмий - амалий конференция тўплами. Самарқанд. СамДАҚИ. 2019 йил 22-23 октябр. – Б.43-47.

9. Urokov O.A., Niyazov V.R., Azamov G.Kh. Survey (reconnaissance) of geodesic condition of Zarband marble mining area// ResearchJet Journal of Analysis and Inventions – RJAI. Indiya.Vol. 2, Issue 5. May, 2021. – P.406-413. DOI:10.17605/OSF.IO/GECJ3.

10. Уроков О.А. Доимий сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларининг муҳандислик-кидирув ишларидаги ўрни // “Архитектура-курулиш соҳаларида кадрлар тайёрлаш тизимини такомиллаштиришнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Самарқанд давлат архитектура-курулиш институтининг университет мақомига эришганлигининг 1-йиллигига бағишланган I-халқаро илмий-амалий анжуман. Самарқанд. СамДАҚУ, 2023. – Б.100-104.

11. Уроков О.А. Ўзбекистон доимий ишловчи сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқлари (CORS) пунктларининг аниқлигини баҳолаш // “Географик тадқиқотларда замонавий геоинформацион картография, масофадан зондлаш методлари ва технологияларининг роли” Мавзусидаги республика илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент 24-26 Апрель 2024 йил – Б.100-104.

12. Urokov O.A., Suyunov A.S., Mirzaev A.A., Berdikulov U. Principles of creation of permanently working satellite state geodesic networks (cors) points of Uzbekistan // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN(E):2938-3617. Volume 2, Issue 5, May – 2024

13. Уроков О.А. Мирзаев А.А., Тухтамишев Ш.Ш. Доимий фаолият кўрсатадиган сунъий йўлдошли давлат геодезик тармоқларининг аниқлигини баҳолаш усулини. Ўзбекистон Республикаси адлия вазирлиги ҳузуридаги Интеллектуал мулк агентлиги. Ўзбекистон Республикасининг Дастурий маҳсулотлар давлат реестрида 2024 йилда рўйхатдан ўтказилган. Гувохнома №-DGU 39497.

Автореферат «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий – техник журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (30.05.2025 й.).

2025-йил 26-йунда chop etildi.
Qog'oz bichimi A5, 60x84¹/₁₆, Ofset qog'ozi.
“Times New Roman” garniturasini.
Nashr bosma tabog'i 2,81
Buyurtma № 0068A/25. Adadi 70 nusxa

Samarqand iqtisodiyot va servis institutining
matbaa bo'limida chop etildi.
LICENSE № 025316.
REESTR № X-119112.
Manzil: Samarqand shahar, Shoxrux ko'chasi 60-uy.