

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

**ЛАПАСОВ ЖАСУР ОЛИМЖОНОВИЧ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЕРЛАРИНИНГ (3D) ФАЗОВИЙ МОДЕЛИНИ  
ЛАЗЕРЛИ СКАНЕР ЁРДАМИДА ЯРАТИШ УСЛУБИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ  
(Жиззах вилояти мисолида)**

**06.01.10 – Ер тузиш, кадастр ва ер мониторинги**

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

**Тошкент – 2021**

УДК: 631.111:528.721.28:004.352.2(575.114)(043.3)

**Техника фанлари бўйича фалсафа (PhD) доктори диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Лапасов Жасур Олимжонович**

Қишлоқ хўжалиги ерларининг (3D) фазовий моделини лазерли сканер  
ёрдамида яратиш услубини такомиллаштириш (*Жиззах вилояти  
мисолида*)..... 5

**Лапасов Жасур Олимжонович**

Совершенствование методики создания пространственной (3D) модели  
сельскохозяйственных угодий с помощью лазерного сканера (*на примере  
Джизакской области*)..... 21

**Lapasov Jasur**

Development of the methodology for creating a spatial model (3D) of  
agricultural lands using a laser scanner (*in case of Jizzakh region*)..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 43

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

**ЛАПАСОВ ЖАСУР ОЛИМЖОНОВИЧ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЕРЛАРИНИНГ (3D) ФАЗОВИЙ МОДЕЛИНИ  
ЛАЗЕРЛИ СКАНЕР ЁРДАМИДА ЯРАТИШ УСЛУБИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ  
(Жиззах вилояти мисолида)**

**06.01.10 – Ер тузиш, кадастр ва ер мониторинги**

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

**Тошкент – 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т2031 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tiame.uz](http://www.tiame.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Абдуллаев Тўлқин Мансурович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Авезбаев Саъдулла Авезбаевич**  
иқтисод фанлари доктори, профессор

**Жўракулов Дониёр Очилович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc. 03/30.12.2019.Т.10.02 рақамли Илмий кенгашнинг 20\_\_ йил «\_\_» июнь соат \_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент ш, Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.: (+99871) 237-22-09; Факс: (+99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz))

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент ш, Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.:(+99871) 237-19-45.

Диссертация автореферати 20\_\_ йил \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(20\_\_ йил «\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**Т.З.Султанов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д. профессор

**А.А.Янгиев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д. профессор

**Э.Ю.Сафаров**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, т.ф.д.,  
профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори PhD диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда қишлоқ хўжалиги ерларининг ва ишлаб чиқариш комплексларининг жой объектлари ҳамда рельеф тўғрисидаги фазовий моделларини яратишда замонавий усуллар ва лазерли сканерлардан фойдаланиш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида лазерли сканерлардан фойдаланиб қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий моделини яратишнинг такомиллаштирилган услубини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан ҳудудларни геоахборот таъминоти асосида уч ўлчамли моделини тузиш ҳамда уни бошқаришнинг автоматлаштирилган усулларини жорий этиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда ер кадастри ва ер тузишда геодезик ишларни амалга оширишнинг замонавий усулларини яратиш, қишлоқ хўжалиги ерларининг хариталарини тузиш ва уч ўлчамли фазовий моделларини яратиш учун аниқлиги юқори, тезкор усуллари ва воситаларини қўллашнинг янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли фазовий моделларини яратишда моделнинг аниқлигини ошириш ва уни яратиш вақтини камайтиришни таъминлайдиган ҳамда ердан фойдаланиш самарадорлигини оширишга қаратилган тадқиқотларга алоҳида аҳамият берилмоқда.

Республикамизда ер тузишда ва геодезик ишлар соҳаси бўйича комплекс чора-тадбирларни амалга ошириш, хусусан, ерга доир барча ахборотларни рақамлаштириш, қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли фазовий моделларини яратиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...иқтисодиётни янада ривожлантиришга йўналтирилган макроиқтисодий барқарорликни мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш, қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш ва жадал ривожлантириш»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, қишлоқ хўжалиги ерларини замонавий усуллар асосида уч ўлчамли моделини қуриш, лойиҳавий ишланмаларни амалга ошириш, ердан мақсадли ва самарали фойдаланиш учун фазовий моделлар яратишда ер усти лазерли сканерларидан фойдаланиш бўйича илмий изланишлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги ПФ-5742-сон «Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармони ва Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 22 июндаги 397-сон «Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

меъерий-хукукий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг III. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, сув муаммолари» ҳамда IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Соҳага тегишли илмий адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, қишлоқ хўжалиги ерларини уч ўлчамли моделини яратишда лазерли сканердан фойдаланиш услубиятини ишлаб чиқиш бўйича чет эл олимлари қатори республикамизда ҳам илмий тадқиқотлар олиб борилган. Муаммонинг лазерли сканерлар ёрдамида қишлоқ хўжалигининг уч ўлчамли моделини яратиш жиҳатларини назарий ва услубий асосларини чет эл олимларидан W.Boehler, L.Gruending, H.Ingensand, D.Lichti, I.Milev, J.Norton, A.Rietdorf, J.Riegl, A.Ullrich, S.Zlatanova, M.Zamechikova ва бошқалар тадқиқ этишган. Шунингдек, И.Т. Антипоап, Ф.В. Дробышев, В.Б. Дубиновский, А.П. Гук, И.Г. Журкин, А.П. Карпик, Е.Б. Ключин, Д.В. Лисицкий, А.Н. Лобанов, Ф.Ф. Лисенко, А.П. Михайлов, С.С. Нехин ва бошқа олимлар фотограмметрия, ерни масофадан зондлаш ва геодезия соҳаларининг назарий ва услубий асосларини тадқиқ этган бўлса, лазерли сканерларни қишлоқ хўжалигига қўллашнинг назарий ва услубий асосларини эса Н.Н. Погорелов, В.П. Пяткин, В.П. Савиних, В.А. Середович, Л.К. Трубина, Ю.С. Тюфлин, В.Ф. Чекалин, А.Г. Чибуничев ва бошқалар ишлаб чиқишган.

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги ерларини геодезик асбоблар ёрдамида тадқиқ этишга оид илмий тадқиқотлар Э.Нурматов, М.Кенжаев, Б.Хушвақтов ва бошқа маҳаллий олимлар томонидан, қишлоқ хўжалиги ерларини масофадан зондлаш материалларидан фойдаланиб таҳлил қилиш ва хариталаштиришга оид илмий тадқиқотлар эса И.М.Мусаев, Э.Р.Мирмахмудов, Б.А.Мейлиев ва бошқа олимлар томонидан олиб борилган ва ижобий натижаларга эришилган.

Мазкур тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган усуллар ва воситалар ер тузиш, кадастр ва ер мониторингида муайян даражада ижобий натижаларга эришилган ҳолда қўлланилиб келинаётган бўлсада, аммо лазерли сканер ёрдамида уч ўлчамли сьемка қилиш технологиясини қўллаш, қишлоқ хўжалиги ерларини фазовий уч ўлчамли моделини яратиш ва таҳлил қилиш услубиятини такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий - тадқиқот ишлари режасининг БФ-44-010-сонли «Давлат ер кадастрини юритишда ахборотлаштиришнинг назарий ва методологик асослашни тадқиқ этиш» мавзусидаги амалий лойиҳаси (2015–2018), «Ўқув илмий ишлаб чиқариш

маркази ҳудудида ер кадастрини ўтказишда топографо-геодезик иш услубларини такомиллаштириш» (2015–2017), «ГАТ дастурлари асосида ерларни сифат ҳисоби маълумотлари базасини яратиш» (2020–2022), Европа иттифоқи Erasmus+ 585718-EPP-1-2017-1-HUEPPKA2-SVNE-JP халқаро лойиҳасининг «DSinGIS: Геоинформатика соҳасида докторантура» (2017–2020) мавзусидаги амалий тадқиқотлар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** қишлоқ хўжалиги ерларининг 3D фазовий моделини лазерли сканер ёрдамида яратиш услубини такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

лазерли сканерлар ёрдамида яратиладиган геофазовий моделлар ва виртуал топографик асослар аниқлиги бўйича координаталар тизимини белгилаш ва илмий-услубий жиҳатдан асослаш;

лазерли сканер ахборотларига геомаълумотлар базасида ишлов бериш технологиясини такомиллаштириш;

қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий моделини яратишда лазерли сканерлардан фойдаланиш бўйича комплекс услубини ишлаб чиқиш;

қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли моделини ва виртуал топографик асосини яратиш учун кетма-кет лазерли сканерлаш механизми, лазерли сканерлашда база ва сфералар кўчиши усулининг алгоритми ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Жиззах вилояти ҳудудидаги қишлоқ хўжалиги ерлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** дастурий таъминотлар, қишлоқ хўжалигида фойдаланиладиган замонавий геодезик асбоблар, геомаълумотлар базаси, виртуал топографик асос ҳамда электрон рақамли карталар ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий модели, масофадан зондлаш материаллари, электрон рақамли карталар, Trimble Real Works, Agisoft Metashape Professional, ArcGIS ва SASPlanet дастурларида ахборотларни рақамлаштириш, қиёсий таҳлил, монография усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

координата қийматларини геофазовий боғлаш технологияси асосида уч ўлчамли моделни трансформация қилиш аниқлиги оширилди ва натижада қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли модели 1:500 масштаб (50 см) аниқлигида яратиш услуби такомиллаштирилган;

қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли моделини қайта ишлаш ва ташқи муҳит хатолари(шовқинлар)дан тозалаш усули ишлаб чиқилган ва моделни бошқа формат бирлигига конвертация қилиш механизми такомиллаштирилган;

қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий моделини яратиш усули, ер усти лазерли сканерлаш ва нуқталарнинг булутли тасвирини рақамлаштириш механизмлари Trimble Real Works дастуридан фойдаланиб ишлаб чиқилган;

қишлоқ хўжалиги ерларида база ва сфералар кўчишини олдиндан аниқлашнинг технологик тизими масофадан зондлаш услубиятини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

геофазовий моделлар ва виртуал топографик асослар аниқлиги бўйича умумий қоидалар ишлаб чиқилиб, илмий-услубий жиҳатдан асосланган;

лазерли сканер ахборотларини геомаълумотлар базасида жамлаш, қайта ишлаш ва конвертация қилиш механизмларини мақбул ва самарали усулларда олиб бориш бўйича тавсияномалар ишлаб чиқилган;

қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий моделини яратишда қўлланиладиган техника ва технологиялардан фойдаланиш бўйича комплекс технология ишлаб чиқилган;

қишлоқ хўжалиги ерларини кетма-кет усулда лазерли сканерлаш технологияси ишлаб чиқилган, база ва сфералар алмашинуви жараёни алгоритмлар ёрдамида кетма-кет лазерли сканерлаш механизми ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги Ўзбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитасининг «Ўздаверлойиха» давлат илмий-лойиҳалаш институти, «Геоинформкадастр» давлат унитар корхонаси, Жиззах вилояти ер ресурслари ва давлат кадастри бошқармаси материалларидан фойдаланилганлиги ва тадқиқот натижалари амалиётга жорий этилганлиги, олинган натижаларнинг ваколатли тузилмалар томонидан тасдиқланганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти лазерли съёмкада лазерли сканерлашдан фойдаланишнинг рақамли имкониятларини очиб бериши ҳамда масофадан зондлаш соҳасини кенгайтириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти лазерли съёмка ишларини ўтказиш, унинг натижаларига ишлов бериш ва лазерли сканерлаш маълумотлари бўйича талаб қилинадиган сифатга эга маҳсулотларни яратиш учун мўлжалланган технологик операцияларни бажариш, натижаларнинг аниқлигини ҳисоб-китоб қилиш, методологик амалий асосларини кенгайтириш ва тўлдириш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Қишлоқ хўжалиги ерларининг 3D фазовий моделини лазерли сканер ёрдамида яратиш услубини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

координата қийматларини геофазовий боғлаш технологияси асосида уч ўлчамли моделни трансформация қилиш ҳамда қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли моделини қайта ишлаш ва ташқи муҳит хатолари(шовқинлар)дан тозалаш усули Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитаси тасарруфидаги «Геоинформкадастр» давлат унитар корхонаси амалиётига жорий этилган (Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитасининг 2020 йил 14 сентябрдаги 03-05-7986-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижалари бўйича қишлоқ хўжалиги ерларини виртуал тадқиқ қилиш, ерларни замонавий усулларда уч ўлчамли



фазовий моделини яратиш ҳамда фазовий маълумотларни қайта ишлаш бўйича тавсияномалар ишлаб чиқиш имконини берган;

қишлоқ хўжалиги ерларининг фазовий моделини яратиш усули Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитаси тасарруфидаги «Ўздаверлойиха» давлат илмий-лойиҳалаш институти амалиётига жорий этилган (Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитасининг 2020 йил 14 сентябрдаги 03-05-7986-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижалари бўйича чорвачилик, боғдорчилик, мева-сабзавот ва пахта-ғаллачилик йўналишларини виртуал топографик моделда илмий лойиҳалаш, ерлардан мақсадли фойдаланиш самарадорлигини ошириш ва рақамли маълумотларга ишлов бериш имконини берган;

қишлоқ хўжалиги ерларида база ва сфералар кўчишини олдиндан аниқлашнинг технологик тизими Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитаси тасарруфидаги Жиззах вилояти ер ресурслари ва давлат кадастри бошқармаси амалиётига жорий этилган (Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат кўмитасининг 2020 йил 14 сентябрдаги 03-05-7986-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижалари бўйича ер ишлари картограммасини тузиш, тупроқ ҳажмини ҳисоблаш, ернинг электрон моделини геомаълумотлар базасига боғлаш, база ва сфераларни жойлаштириш алгоритминини ишлаб чиқиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 мақола, жумладан, 5 таси республика ва 1 таси хорижий илмий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, учта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 106 бетни ташкил этган.

## **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 очиқ берилиб, тадқиқот натижаларининг жорий қилинганлиги, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Лазерли сканерлар ва улардан фойдаланиш**» деб номланган биринчи бобида ер усти лазерли сканерларининг мазмун-моҳияти,

вазифалари ва афзалликлари, лазерли съёмканинг умумлаштирилган технологияси, ер усти лазерли сканерларини классификацион усулда таққослашнинг хорижий тажрибалари каби масалалари ёритилган.

Мамлакат иқтисодиёти ривожининг ҳозирги кундаги босқичи ҳудуд тўғрисидаги анча катта ҳажмдаги фазовий ахборотни талаб этади. Фазовий ахборотни тўплашнинг барча услублари бевосита ва билвосита услубларга бўлинади. Тўпланган ахборотларни геомаълумотлар базасига киритиш ва атрибутлаштириш уч ўлчамли векторли моделларни тўлдиришда хизмат қилади. Атрибутив ахборот мустақил моделни ташкил қилмайди, балки ҳудуднинг уч ўлчамли векторли моделини тўлдиради. Бунда ҳар бир фазовий объектнинг таърифига таркибий қисм бўлиб кириши ёки кўрилаётган бутун ҳудуд учун ягона маълумотлар атрибутив базасида бўлиши мумкин. Фазовий объектлар турли қисмларининг бир тизимда боғланиши идентификаторлар ёрдамида таъминланади.

Ҳудуднинг уч ўлчамли модели, одатда, тематик қатламлардан иборат бўлади, уларга бир мавзуга тегишли бўлган фазовий объектлар киради. Ер юзаси алоҳида қатламга моделланади. Бунда моделлаш учун мунтазам ва мунтазам бўлмаган структуравий тўрнинг чегаравий баландликлари ёки чуқурликларининг белгиларидан фойдаланилади.

Ҳудуднинг моделлаш жараёнини ва натижаларини назорат қилиш манбалари 1-расмда кўрсатилган ахборот тўплаш жараёнидан олинган ёрдамчи материаллар бўйича амалга оширилади.



**1-расм. Лазерли сканерлаш технологиясида маълумотлар олишнинг функционал схемаси**

Расман фазовий таҳлилга қуйидаги ифодага мувофиқ келади

$$F_a : M \rightarrow A. \quad (1)$$

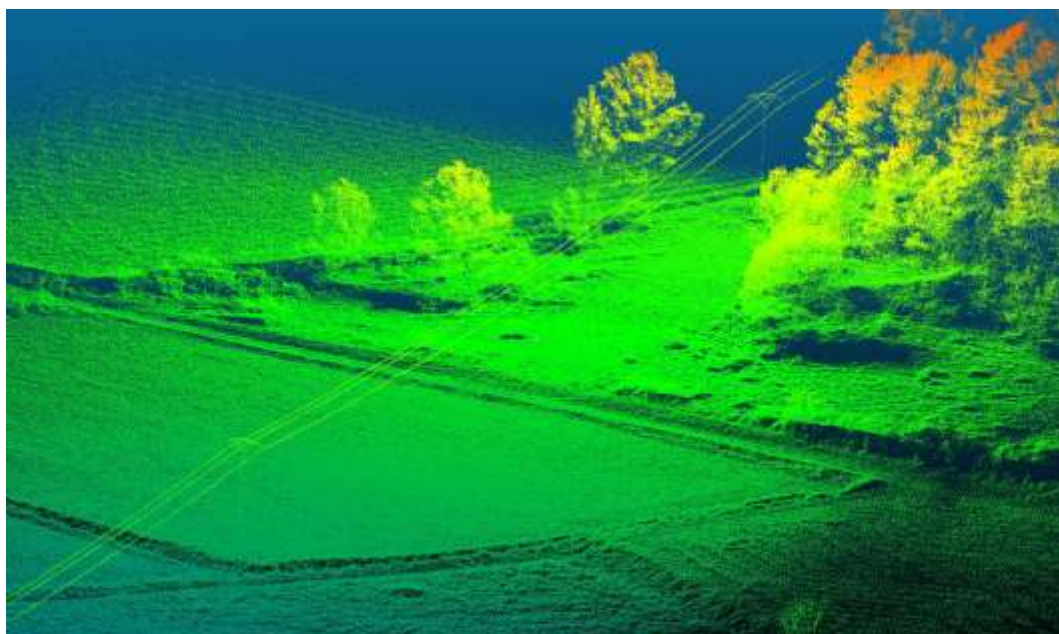
Ушбу функционал боғлиқлик моделлаш жараёнининг олинган рақамли модель билан боғланишини кўрсатади.

Музкур бобда лазерли сканерлашнинг мақсади, функцияси, лазерли сканердан тизимли фойдаланиш, лазер сканерлар ёрдамида қишлоқ хўжалик ерлари тўғрисидаги фазовий ахборотларни олишнинг назарий ва амалий қисмлари ёритилди.

Диссертациянинг «**Қишлоқ хўжалиги ерларини тадқиқ этишда сканерлаш натижаларини баҳолаш**» деб номланган иккинчи боби лазерли сканерлаш натижаларидаги хатоликлар классификацияси ва ташқи омилларнинг таъсири, ер усти лазерли сканерлаш ва текстура учун фотосъёмка материаллари бўйича олинган маълумотларни умумлаштириш, ер усти лазерли сканерлаш маълумотларидан фойдаланиб ер тузиш ва ер ресурсларини бошқариш йўналишларида қўллашнинг илмий асослари тадқиқ қилинган.

Сканерлаш жараёнида лазер нурунинг тарқалиш йўналиши ва объект нуқталаригача бўлган масофа қайд этилади. Ер усти лазерли сканерларнинг иш натижаси растрли тасвир саналади (2-расм), унинг пикселлари сони қуйидаги компонентларга эга бўлган вектор элементларини ўзида ифодалайди: ўлчанган масофа, қайтадиган сигналнинг интенсивлиги ва нуқтанинг ҳақиқий рангини тавсифловчи RGB спектор ранглари. Олинган растрнинг ҳар бир элементи (пиксели) ҳолати (сатр ва устуни) ўлчанган вертикал ва горизонтал бурчакларнинг қийматларини акс эттиради. Ер усти лазерли сканерларнинг аксарият моделлари ҳар бир нуқта учун ҳақиқий ранг характеристикаси рақамли камера ёрдамида олинади.

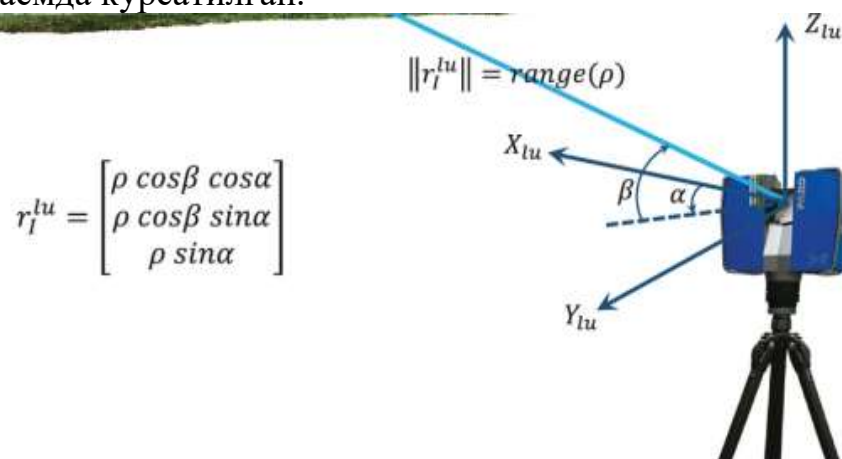
Ер усти лазерли сканерлаш натижаларини ифодалашнинг бошқа шакли сканернинг кўриш майдонида бўлган объектлардан лазерли қайтган нуқталар массивидир (2-расм), у бешта характеристикага, айнан эса фазовий координаталарга ( $X, Y, Z$ ), интенсивлик каби ҳақиқий рангга эгадир.



**2-расм. Ер усти лазерли съёмкасининг натижаси булутли нуқталар кўринишида**

Масофаларни триангуляцион сканерлар билан аниқлашнинг биринчи услубининг моҳияти қуйидагидан иборат. Проектор ёрдамида паст қувватли лазер нури бошланғич йўналишдан оғади. Сканер базиси  $d$  ва лазер нури билан ташкил бўладиган  $\theta_1$  бурчак лазер доғининг биринчи ЗАА-камера приёмнигидаги тасвирининг ҳолати бўйича ҳисоблаб чиқилади.  $\theta_2$  бурчак сканернинг ўқи (базиси) ва объектдан қайтган, иккинчи ЗАА-камера билан қайд этиладиган сигналнинг тарқалиш вектори билан ташкил топади. «Триангуляцион лазерли сканер» термини инглиз тили адабиётидан олинган ва бирмунча мос келмайди, зеро сканернинг ишлаш принципи объектгача бўлган масофаларни  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  ва  $d$  катталиклар ёрдамида тўғридан-тўғри бурчак кесиштириши услуби билан аниқлашга асосланган. Лекин, жаҳон тажрибаларида бу номга ҳеч қандай аналог йўқ экан, у ҳолда иш матнида «Триангуляцион лазерли сканер» термини қўлланилди.

Масофаларни триангуляцион лазерли сканерлар билан аниқлашнинг моҳияти 3-расмда кўрсатилган.



**3-расм. Ер усти лазерли сканернинг умумий ишлаш принципи**

Муаллиф томонидан ер усти лазерли сканерлаш ишларини бажариш технологияси қабул қилинган ва съёмка ҳамда рақамли суратларга ишлов бериш жараёнларини инобатга олиб тўлдирилган услубият таклиф қилинди.

Ер усти лазерли сканерлар ва уларнинг афзалликларини таҳлил қилиш ҳамда таққослаш учун биринчи навбатда ердан туриб лазерли сканерлашнинг моҳияти ўрганилди. Ердан туриб лазерли сканерлаш технологиясини ривожлантириш, ер усти лазерли сканер натижаларига ишлов бериш, алгоритм ва дастурий таъминотлар ишлаб чиқиш каби масалаларга ўзининг муносиб ҳиссасини қўшган бир қанча чет эллик олимларнинг илмий изланишлари ўрганилиб, таҳлилий хулосалар олинди.

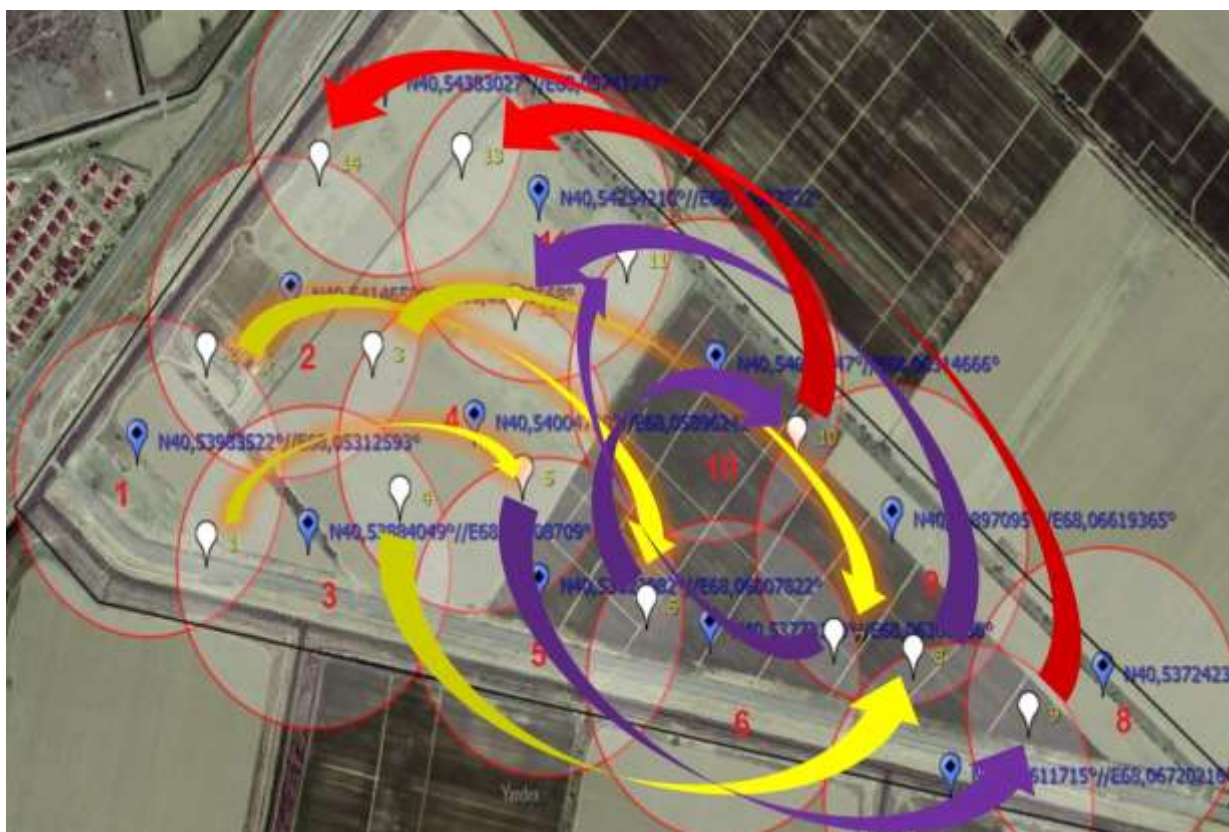
Диссертациянинг «Қишлоқ хўжалиги ерларини ер усти лазерли сканер ёрдамида 3D моделини яратиш услубини такомиллаштириш» деб номланган учинчи боби қишлоқ хўжалиги ерларинининг 3D моделини яратишнинг илмий-услубий асослари, қишлоқ хўжалиги ерларини ер усти лазерли сканер ёрдамида 3D моделини яратишнинг текшириш услубияти, Жиззах вилояти қишлоқ хўжалиги ерларида ер усти лазерли сканерларидан фойдаланиб ер тузиш ва ер ресурсларини бошқариш йўналишларининг комплекс услубиятига бағишланган.

Фазовий маълумотлар ва бошқа турдаги рақамли ахборотларни умумлаштириш натижасида олинган юқори самарадорлик кўрсаткичларидан келиб чиқиб, муаллиф томонидан Жиззах вилояти Дўстлик тумани ҳудудида ер усти лазерли сканери ёрдамида илмий тадқиқот ишлари олиб борилди. Тадқиқот жараёнида Trimble компаниясининг TX5 маркадаги ер усти лазерли сканер қурилмасидан фойдаланилди.

Мазкур тадқиқот ишлари «Шахина-Жасмина» номли фермер хўжалиги ер майдонларида «Санзор бизнес парранда» МЧЖ кластерини ташкил этиш жараёнида қўлланилди. Қишлоқ хўжалиги ерларида топографик ва геодезик дала тадқиқот ишларини олиб боришда энг аввало техник лойиҳа ишларини бажариш талаб этилади. Техник лойиҳа ишлари дала тадқиқот ишини олиб бориш жараёнидан тортиб камерал шароитда маълумотларни қайта ишлаш жараёнигача бўлган кетма-кетликларни ўз ичига олади.

Белгиланган ҳудудни топографик жиҳатдан ўрганиб, қишлоқ хўжалиги ерларини ер усти лазер сканерида тадқиқ этган ҳолда уч ўлчамли моделини қуришда қуйида келтириладиган кетма-кетлик тавсиялари асосида бажарилди.

Дастлаб техник лойиҳа ишлаб чиқилгач, ҳудуд масофадан туриб таҳлил қилинди ва унга кўра, 5,72 га бўлган ер майдони ўрганилди. SAS Planet дастури ёрдамида ер усти лазер сканерини ўрнатиш мумкин бўлган база жойлари, базаларни боғлаш учун ўрнатилиши лозим бўлган сфера жойлари аниқлаб олинди ва координатлари белгиланди (4-расм).



4-расм. База ва сфераларнинг алмашинув схемаси

Камерал шароитда олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, 5,72 га майдонга тенг бўлган ҳудудда жами бўлиб 12 та база ва 14 та сфераларни ўрнатиш талаб этилади. Ўрнатилиши талаб этилган базалар 190-200 метр радиус оралиғида доира шаклидаги айланалар чизиби олинади. Натижадан келиб чиқиб базаларни кўчиришда кесишиш айланаларига сфераларни жойлаштириш талаб этилади (сфералар базаларни дастури таъминотда боғлаш учун хизмат қилади).

Ҳудудда сфераларнинг жойлашувчига кўра алмашилиш кетма-кетлиги схемаси яратилади. Trimble TX5 ер усти лазерли сканерининг умумий сфералари сони 4 та бўлганлиги, тадқиқот ҳудудида эса сфералар сони 14 та бўлганлигини инобатга олган ҳолда, мавжуд 4 та сферани кетма-кетликда алмашилиши амалга оширилади. Сфераларнинг алмашилиши базаларнинг кўчиши билан чамбарчас боғлиқ ҳолда бажарилади. Сфералар қуйидаги келтирилган алгоритм асосида алмашинади:

1-----5-----9-----13//2-----6-----10-----14//3-----7-----11//4-----8-----12

Ишлаб чиқилган алгоритм асосида камерал тадқиқ этиш жараёнида яратилган схемада сфераларнинг алмашинувини 4-расмда кўриш мумкин.

Шу тариқа сфераларнинг кўчиш схемаси ва географик координаталар тизимида кенглик ҳамда узоқлик қийматлари аниқлаб олинади. Камерал шароитда олиб борилган техник топшириқлар ва лойиҳалар якунига етгач, дала тадқиқот ишларини олиб бориш учун ҳудудга чиқилади.

Ҳудудда GPS ёрдамида ер усти лазер сканери (базалар) ва сфералар турган нуқталар лойиҳани жойига кўчириш йўли орқали аниқлаб олинади. Биринчи база ўрнатилгач, биринчи ва иккинчи сфералар белгиланган жойга қўйилади. Иш мазмунидан келиб чиқиб янги лойиҳа очилади ва унга ном берилади. Об-ҳаво шароитидан келиб чиқиб ( $5^{\circ}$  С дан  $+40^{\circ}$  С гача), ёмғирли, қорли ва кучли шамол бўлганида лазерли сканерда тадқиқ этиш тавсия этилмайди. Мазкур кундаги об-ҳаво маълумотларига таяниб лойиҳа тузатмасига ҳаво ҳарорати, ҳаво босими, шамол тезлиги ва кун ҳолати(қуёшли, булутли ва шу кабилар) бўйича маълумотлар киритилади. Сўнгра горизонтал ва вертикал ҳолат бўйича бурчак қийматлари белгиланади. Тадқиқот ишлари қишлоқ хўжалиги ерларида олиб борилишини инобатга олсак горизонтал  $360^{\circ}$  ва вертикал  $300^{\circ}$  максимал қийматини танлаш мумкин.

Горизонтал ва вертикал бурчаклар бўйича даража қийматларини ўзгартириш мумкин. Бундай ҳолат жой шароитидан келиб чиқади. Кейинги тузатмага кўра ерни сканер қилиш мураккаблиги танланади. Мураккаблик уч турда юқори, ўрта ва паст сифатда бўлади. Энг юқори сифатдаги мураккаблик сониясига 976 000 та нуқта кўринишидаги векторларни яратади (аниқлик даражаси  $0,015^{\circ}$ ). Албатта иш моҳияти ва аниқлик даражасидан келиб чиқиб мураккаблик даражасини танлаш тавсия этилади. Қишлоқ хўжалиги ерларини тадқиқ этишда ўрта мураккабликдаги тури танланади. Барча қийматлар ва тузатмалар лазер сканерга киритилгач, «старт сканирования» тугмачаси босилади. Сканернинг лазер нурлари инсоният

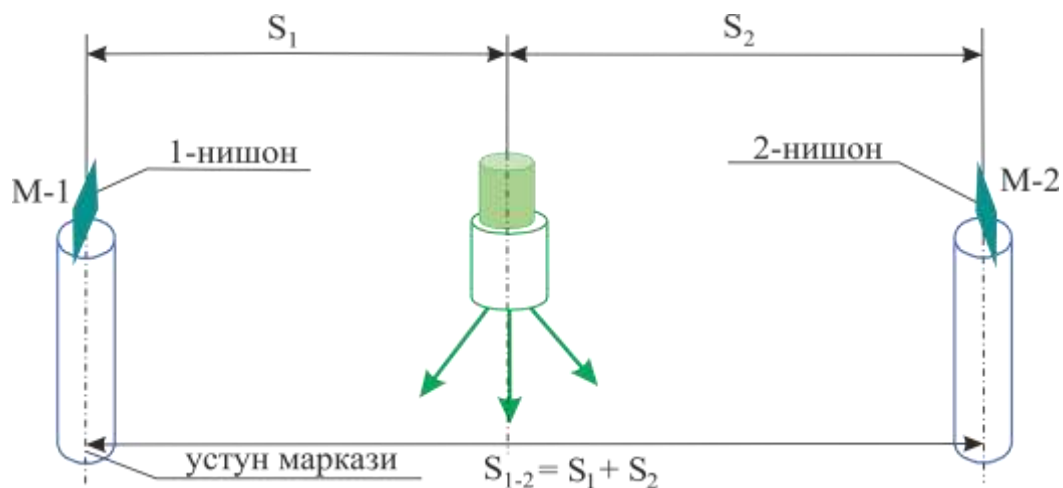
ҳаёти учун хавfli бўлганлиги боис, махсус лазер нурларидан ҳимоялаш кўзойнақларини тақиб олиш шарт. Лазер сканери атрофни тадқиқ қилиш жараёнини бошлаганда товушли белги чиқариб туради.

Сканер қилиш услубиятига кўра дастлаб горизонтал бурчак бўйича қурилма ҳаракатланади сўнгра, вертикал бурчак бўйича сканер қилиш жараёни амалга оширилади.  $360^0$  бурчак бўйича ҳаракатланиши ҳар  $1^0$  горизонтал бурчакда  $300^0$  вертикал бурчак бўйича сканер қилиши амалга оширилади. Демак,  $360^0$  горизонтал бурчакларнинг ҳар бир даражасида қурилма  $300^0$  бўйича вертикал бурчак қийматларини тадқиқ этади. Натижада лазерли сканер қурилмаси умумий ҳисобда 350 млн.дан ортиқ вектор нуқталарни юқори аниқликдаги даражада 4 соат мобайнида тадқиқ қилади (қурилма қувватининг ишлаш давомийлиги 5 соат).

Сканерлаш жараёни якунига етгач, фотокамера текстура учун фото суратларни 70 Мр сифатида тасвирга олади. Тадқиқотлар иш ниҳоясида лазерли сканер қурилмасининг дисплейида визуаллашади. Шу тариқа бир базада съёмка ишларини бажариш амалга оширилади. Лазерли сканер базаси ўзгарганда юқорида келтирилган кетма-кетликлар сингари иш жараёни амалга оширилади. Сфералар база кўчганда юқорида келтирилган схемадаги каби ўзгартирилади. Дала тадқиқот ишлари умумий якунига етгач маълумотларни қайта ишлаш учун махсус дастурий таъминот (Trimble Real Works) ўрнатилган компьютерга ахборотлар юкланади.

Ахборотлар дастурга қўшилгандан сўнг, сфералар кетма-кетлигида рақамлаш ва географик координаталар тизимида аниқланган кенглик ҳамда узоклик қийматлари бўйича фазовий боғлаш талаб этилади. Фазовий боғланган ахборотлар метамаълумотлар деб юритилади. Метамаълумотларни қайта ишлаш натижасида қишлоқ хўжалиги ерларининг уч ўлчамли модели яратилади. Фотокамерада олинган суратлар моделга текстура сифатида бириктирилади. Шу тариқа қишлоқ хўжалиги ерларини тадқиқ этиш ва уч ўлчамли моделини яратиш жараёни амалга оширилади ҳамда ишлаб чиқаришда фойдаланишга фазовий маълумотлар махсули саналга уч ўлчамли модел тақдим этилади. Барча таҳлилий жараёнлар лавҳаси иловада келтирилади.

Ер усти лазерли сканерларини текшириш услубини такомиллаштиришда, дастлаб қурилмани ишчи ҳолатга келтириш учун юстировка ишлари олиб борилади ва бу жараёнда юстировкалаш масофасининг ўрни муҳим саналади. Шу боис узунлиги 24 дан 7 500 м гача бўлган чизиқли базиснинг бештадан 12 тагача эталон интерваллари танлаб олинади, уларнинг сони сканернинг ишлаш узоклиги билан шартланади. Улар ўлчанадиган узокликнинг муайян сканер типи учун минималдан максималгача чегарасида диффуз акс этиш коэффициентига риоя қилинган ҳолда ётиши лозим. Сўнгра сканер иккита пункт марказларини боғловчи чизиқ ўртасида ўрнатилади (5-расм), бунда елкалар фарқи ( $S_1-S_2$ ) 1 м дан ошмаслиги керак. Маркалар (пластиналар) пунктлар устида марказлаштирилади, уларнинг вертикал ўқлари эса осма ҳолатга келтирилади.



**5-расм. Дала шароитида масофаларнинг хатолигини ва ўлчаш ишларининг диапазонини аниқлашда сканерни ўрнатиш схемаси**

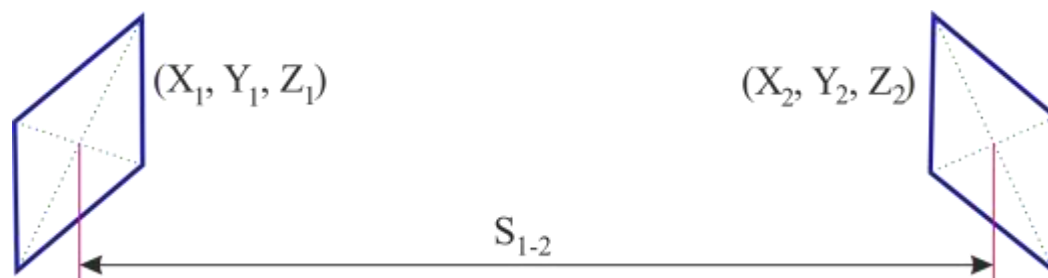
Ер усти лазерли сканерлари билан ўлчанганда сканерлашнинг бурчак имконият аниқлиги вертикаль ва горизонталь бўйича сканернинг техник характеристикасига мувофиқ максимал бўлиши лозим.

Сканер тасвирига кўра М-1 ва М-2 нишон пластинасининг ўлчамларини, сканер тасвирининг диагоналлари кесишуви каби 0,005 м хатолик билан ўлчанадиган базисга кўндаланг йўналишда аниқлаш мумкин (6-расм). Сканер билан ўлчаш натижаларига ишлов бериш дастурий маҳсулот ёрдамида бажарилади ва 1-ҳамда 2-пластиналар марказларининг координаталари олинади. Пластиналар марказларининг олинган координаталари бўйича  $S_{1-2}$  масофа баҳоланади ва у қуйидаги формула бўйича аниқланади

$$S = S_{1-2} + S_2, \quad (2)$$

бу ерда:  $S_1$  ва  $S_2$  – сканердан мутаносиб равишда 1- ва 2-пластиналарнинг марказларигача бўлган масофа.

Базис пунктлари орасидаги ўлчанган  $S_{1-2}$  масофа мутаносиб равишда биринчи ва иккинчи пластиналар марказларининг координаталари ёрдамида ҳисоблаб чиқилади.



**6-расм. Пластиналар марказларининг координаталарини аниқлаш схемаси**

Ўлчанган масофа ва базис интервалининг эталон қиймати ўртасидаги фарқлар хатоликнинг йўл қўйилган қуйидаги формуласи бўйича ҳисобланади ҳамда  $m_s^{\text{доп}}$  қийматидан ортмаса ўлчов натижалари ижобий деб ҳисобланади.

$$m_s^{\text{доп}} = 4 m_s, \quad (3)$$



бу ерда:  $m_s = (a + b \times 10^{-6} S_{1-2})$  – масофаларни ўлчашнинг муайян сканер тури учун эксплуатацион ҳужжатларда кўрсатилган ўрта квадратик хатолиги;

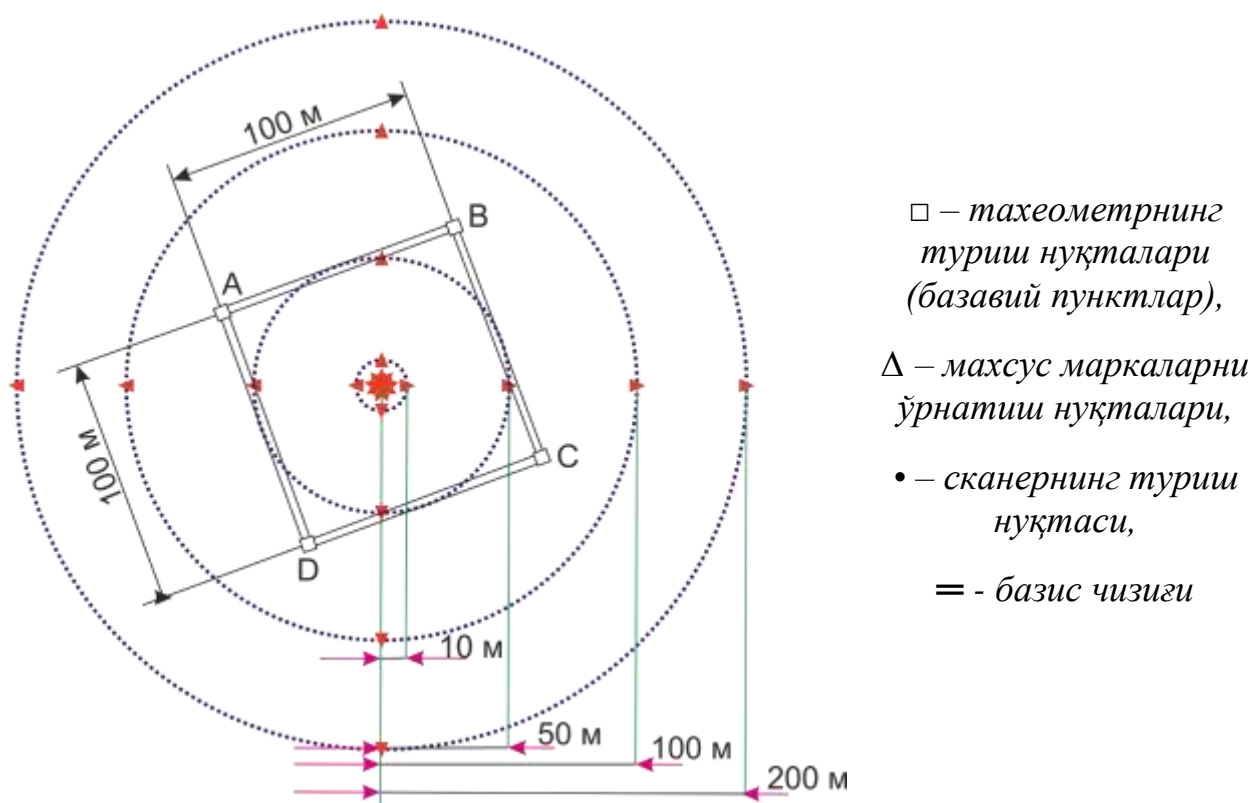
$(a + b \times 10^{-6})$  мм – масофа ўлчашларнинг муайян сканер тури учун электрон ҳисоблашларда кўрсатилган «а» ўзгармас (ускунавий) ва «b» конуний хатолиги.

Ўлчовлар натижаларига ишлов берилади ва 6-расмда кўрсатилганидек, пластиналарнинг сканер тасвирининг диагоналлари кесиштириш йўли билан 1- ва 2-пластиналар марказларининг координаталари ҳисобланади. Ер усти лазерли сканерлаши маълумотларига ишлов бериш дастурий маҳсулот ёрдамида бажарилади.

Агар ўлчанган масофа ва интервалнинг эталон қиймати ўртасидаги фарқлар хатоликнинг (3) формула бўйича ҳисобланган  $m_s^{\text{доп}}$  йўл қўйилган қийматидан ортмаса, ўлчовлар натижалари ижобий деб ҳисобланади.

**Бурчакларни ўлчаш хатолигини ва диапазонини аниқлаш.** Горизонтал бурчакларни  $0^\circ$  дан  $360^\circ$  гача бўлган диапазонда ўлчаш хатолигини аниқлаш. Горизонтал бурчакларни ўлчашлар хатоликлари  $0^\circ$  дан  $360^\circ$  гача бўлган диапазонда аниқланади. Лаборатория шароитида текшириладиган сканернинг бутун кўриш майдони бўйича, ҳалқани эслатадиган кўринишда тажриба майдони яратилади.

Тажриба майдонида ер усти лазерли сканерлаш ишлари бўйича ҳудудларда махсус маркалар жойлаштирилади. Маркалар тажриба майдончасининг ҳар 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ва 200 м бўлган масофаларига ўрнатилади. Маркалар лазерли сканерларнинг ишлаш узоклигидан келиб чиққан ҳолда танлаб олинган (7-расм).



7-расм. Радиал кўпбурчакнинг схемаси

Радиал тест полигонини яратишда полигон нуқталарининг координаталарини аниқлаш учун геодезик тузилишлар услубини танлаш муҳим масала ҳисобланади. Ушбу ҳолда координаталар тизми эркин тарзда берилиши мумкин.

**Тўғри бурчакли кесиштириш.** Тўғри бурчакли кесиштириш усули билан тузилган тармоқларнинг аниқлиги триангуляцион тузилишларнинг аниқлигига мувофиқ келади.

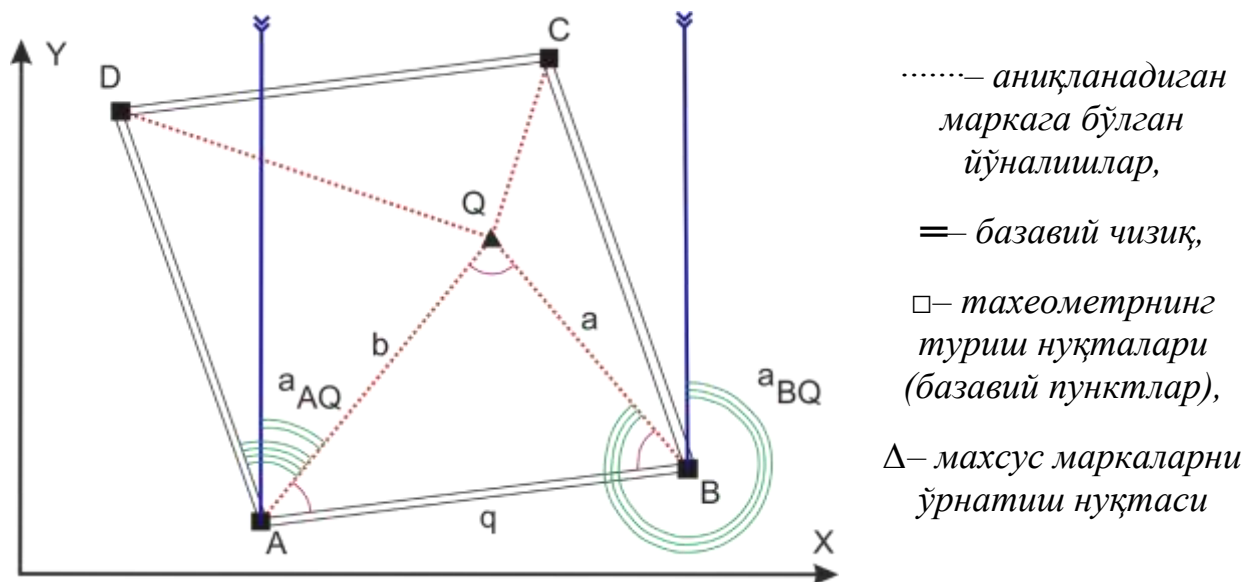
Тўғри бурчакли кесиштиришни лойиҳалашда аниқланадиган нуқта ҳолатининг ўқси асосан ўзгармас кесиштириш бурчагида  $a$  ва  $b$  нинг ортиши билан кесиштириш бурчагининг  $90^\circ$  дан катта бўлиши ортиб боради.

Тўғри чизикли кесиштиришнинг шакли махсус марканинг  $Q$  планли жойлашишини топиш аниқлигига бир хил таъсир кўрсатади (8-расм).

Тўғри бурчакли кесиштиришни ечиш учун кўпинча учбурчак бурчакларининг котангенслари формулалари ёки Юнг формулалари дея аталмиш формулалардан фойдаланилади.

Бурчак кузатишларида мунтазам хатоликларнинг асосий манбалари қуйидагилардир:

- ташқи шароитларнинг: атмосфера рефракцияси ва турбулентлигининг таъсири билан боғлиқ хатоликлар;
- кузатувчининг шахсий хатоликлари;
- асбоб хатоликлари.



**8-расм. Махсус марканинг координаталарини тўғри бурчакли кесиштириш билан аниқлашда геометрик боғланишлар**

Жиззах вилояти қишлоқ хўжалиги ерларини ер усти лазерли сканер ёрдамида тадқиқ қилиш натижасида Дўстлик туманидаги «Санзор бизнес парранда» МЧЖ кластерининг 3D кўринишидаги фазовий модели(булутли тасвири)ишлаб чиқилди (9-расмда).



**9-расм. «Сангзор бизнес парранда» МЧЖ кластери 38-контур ер майдонининг 3D кўриниши**

Қишлоқ хўжалиги ерлари фазовий моделини яратиш услубини такомиллаштириш жараёнида ер усти лазерли сканерини ўрнатиш, сфераларни жойлаштиришда масофаларни инобатга олиш, сфералар алмашинувини таъминлаш, базани кўчириш ва дастурий таъминотда дала тадқиқот ишларини қайта ишлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди ҳамда қишлоқ хўжалиги вазирлиги ва унинг тасарруфидаги ташкилотлар амалиётига тадбиқ қилинди.

## **Х У Л О С А**

Қишлоқ хўжалиги ерларининг (3D) фазовий моделини лазерли сканер ёрдамида яратиш услубини такомиллаштириш (Жиззах вилояти мисолида) мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Лазерли сканерлашнинг методологик, техник ва технологик ечимларини такомиллаштириш, уларнинг жорий этилиши лазерли сканерлашни объектлар тўғрисида фазовий ахборот олиш воситаси сифатида ривожлантиришга ва соҳага ахборот-коммуникация технологияларини кенг жорий этиш, илм-фан ютуқларидан самарали фойдаланиш ҳамда кадрлар салоҳиятини ошириш имконини берди;

2. Лазерли сканерларда дала тадқиқот ишларини олиб боришда рефракция таъсирини инобатга олаган ҳолда дала тадқиқот ишларини юқори аниқликда бажариш учун дала тадқиқот ишларини олиб боришнинг мақбул бўлган вақт оралиқлари аниқлаб чиқилди ва мавсумий тадқиқотлар олиб бориш графиги ишлаб чиқилди;

3. Ер усти лазерли сканерлари билан ўлчаш ва сканерларга ишлов бериш жараёнларининг умумий принципларини назарий асосини ишлаб

чиқиш ва уч ўлчамли моделлар тузиш мақсадида экспериментал тадқиқ қилиш ишларини ўтказиш, ушбу жараёнларни бажариш аниқлигига таъсир кўрсатувчи омилларни аниқлаш ва ҳисобга олиш имкониятини берди;

4. Ер усти лазерли сканерлар ва уларнинг афзалликларини таҳлил қилиш ҳамда таққослаш учун биринчи навбатда ердан лазерли сканерлашнинг моҳиятини ўрганиш, ердан лазерли сканерлаш (ЕЛС) технологиясини ривожлантириш, ер усти лазерли сканер натижаларига ишлов бериш, алгоритм ва дастурий таъминотлар ишлаб чиқишга ўзининг муносиб ҳиссаларини қўшган бир қанча чет эллик олимларнинг илмий изланишларини ўрганилиб таҳлилий хулосалар қилиш имконини берди;

5. Trimble (АҚШ), Leica (Швейцария), Riegl (Австрия), I-Site (Австралия), Zoller +Fröhlich (Германия) ва Topcon (Япония) фирмалари томонидан ишлаб чиқарилган геодезик асбобларнинг техник тавсифлари ўрганиб чиқилиб, шароитларга ва мақсадларга кўра фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш имконини берди;

6. Trimble (АҚШ) компанияси томонидан ишлаб чиқарилаётган лазерли сканерларни чуқур таҳлил қилиш натижасида қайси масалани ечишга қўлланилиши мумкинлиги, бунинг натижасида ерустли лазерли сканерларини ўрганиш кўлами ва геодезик асбобларни қабул қилинган классификацияси бўйича ер сканерларни классификациялаш белгилари бўйича таклифлар ишлаб чиқиш имконини берди;

7. Рақамли камера ва ер усти лазерли сканер билан олинган маълумотлардан биргаликда фойдаланишда юзага келадиган асосий масалалар белгилаб олиниб, ер усти лазерли сканерлаш ва рақамли съёмка маълумотларини биргаликда олиш ҳамда ишлов бериш методологиясини ишлаб чиқиш имкони яратилди;

8. Trimble компаниясининг TX5 марकाдаги лазерли сканер қурилмаси, GPS приёмниги, SAS Planet ва Trimble Real Works дастурий таъминотларидан фойдаланиб, қишлоқ хўжалиги ерларини ер усти сканерлаш усулбиятини ишлаб чиқиш имконияти яратилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ  
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ЛАПАСОВ ЖАСУР ОЛИМЖОНОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ  
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ (3D) МОДЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
УГОДИЙ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА  
*(на примере Джизакской области)***

**06.01.10 - Землеустройство, кадастр и мониторинг земель**

**АФТОРЕФЕРАТ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент - 2021**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) технических наук зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.4.PhD/T2031.**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Абдуллаев Тулкин Мансурович**  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Авезбаев Саъдулла Авезбаевич**  
доктор экономических наук, профессор  
**Жўракулов Дониёр Очилович**  
кандидат технических наук, доцент

**Головная организация:** **Каршинский инженерно-экономический институт.**

Защита диссертации состоится «\_\_» июня 2021 года в \_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc 03/30.12.2019.T.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязий 39, тел.: (+99871) 237-22-09; факс: (+99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiiame.uz](mailto:admin@tiiame.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. (регистрационный номер №\_\_). Адрес 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязий 39, тел.: (+99871)237-19-45.

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года.  
(реестр протокола рассылки №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года.)

**Т.З.Султанов**  
Председатель научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

**А.А.Янгиев**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

**Э.Ю.Сафаров**  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Использование современных методов и лазерных сканеров при создании пространственных моделей расположения сельскохозяйственных угодий и промышленных комплексов, а также рельефа является одним из ведущих в мире. Использование лазерных сканеров мирового масштаба требует внедрения создания совершенного метода пространственной модели сельскохозяйственных земель. В связи с этим важно создание трехмерной модели территорий на основе геоинформации и внедрения автоматизированных методов ее управления.

В мире проводятся научно-исследовательские работы, направлены на лазерное сканирование в рамках новых мировых многоуровневых технических средств, в развитии теоретических основ и практики фототопографических методик сбора пространственных данных в силу их возможностей. В этой связи создание трехмерной пространственной модели сельскохозяйственных угодий и совершенствование ее теоретического и практического метода является одной из важных задач.

В республике осуществляются широкомасштабные в области землеустройства и геодезических работ в землеустройстве, в частности, использование современных методов оцифровки всей земельной информации. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в частности, ставит задачу «... укрепления макроэкономической стабильности и поддержания высоких темпов экономического роста, модернизации и ускоренного развития сельского хозяйства, направленных на дальнейшее развитие страны». При выполнении этих задач важно проведение исследований по применению поверхностных лазерных сканеров при построении трехмерных моделей сельскохозяйственных угодий на основе современных методов, разработке проектов, создании пространственных моделей для целевого и эффективного использования земель.

В целях обеспечения реализации Указа Президента Республики Узбекистан от 17 июня 2019 года № ПФ-5742 «О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве» и Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 22 июня 2020 года № 397 «О мерах по дальнейшему развитию хлопковой и текстильной промышленности» данное диссертационное исследование в определенной степени служит проектированию земель сельскохозяйственного назначения, прогнозированию мероприятий по повышению эффективности использования и реализации проектных разработок в организации инновационных кластеров, а также реализации задач, изложенных в других нормативных актах, связанных с данной деятельностью.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование было выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и

техники в республике III. «Сельское хозяйство, биотехнология, водные проблемы» и IV. «Автоматизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Анализ научной литературы в данной области показывает, что вместе с зарубежными учеными в нашей стране проводились научные исследования по разработке методики использования лазерного сканера для создания трехмерной модели сельскохозяйственных угодий. Теоретические и методологические основы проблемы создания трехмерной модели сельского хозяйства с помощью лазерных сканеров изучены зарубежными учеными - В. Бехлер, Л. Груендинг, Х. Ингенсанд, Д. Лихти, И. Милев, Дж. Нортон, А. Ритдорф, Дж. Ригль, А. Ульрих, С. Златанова, М. Замечикова и другие. В Содружестве Независимых Государств: И. Антипоап, А. Гук, Ф. Дробышев, В. Дубиновский, И. Юркин, А. Карпик, Э. Ключин, Д. Лисицкий, А. Лобанов, Ф.Ф. Лысенко, А. Миксайлов, С. В.Нехин и других ученые охватывают теоретические и методологические основы областей фотограмметрии, дистанционного зондирования и геодезии, теоретические и методологические основы применения лазерных сканеров в сельском хозяйстве отражены в научных трудах Н.Н. Погорелова, В. Пяткина, В. Савиника, В. Середовича, Л. Трубиной, Ю.С. Тюфлины, В.Ф. Чекалина, А. Чибуничева и других учёных.

Научные исследования по изучению сельскохозяйственных земель в Узбекистане с помощью геодезических инструментов проводили Э.Нурматов, М.Кенжаев, Б.Хушвактов и другие местные ученые, исследования по анализу и картографированию сельскохозяйственных земель с помощью дистанционного материалы зондирования проводили М.Мусаев, Э.Р.Мирмахмудов, Б.А. Мейлиев и другие ученые и достигли положительных результатов.

В настоящее время исследования технологии трехмерной съемки с использованием лазерных сканеров в разных регионах страны, методов создания и анализа пространственных трехмерных моделей сельскохозяйственных земель, преимуществ и точности лазерных сканеров, доступа к геофизическим данным в соответствии с потребностями различных секторов экономики недостаточно изучены. Поэтому возникла необходимость в усовершенствовании теоретического и технологического метода лазерного сканирования.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертация проведена в рамках исследований объявленного Европейским союзом Erasmus+ 585718-EPP-1-2017-1-HUEPPKA2-SVNE-JP «DSinGIS: докторантура в отрасли Геоинформатики» международный проект (15.10.2017-14.10.2020), «Создание базы данных учета качества земель на основе программ ГИС» (2020-2022 годы), «Совершенствование методологий топографо-геодезических работ при проведении земельного кадастра на территории учебного научно-производственного центра» (2015-2017 годы), по научно-исследовательскому плану Ташкентского института ирригации и



инженеров сельского хозяйства БФ-44-010 «Исследование теоретико-методологического обоснование информатизации при ведении Государственного земельного кадастра» (2015-2018).

**Цель исследований:** Совершенствование создания 3D пространственной модели сельскохозяйственных земель с помощью лазерного сканера.

**Задачи исследований:**

научно-методическое обоснование и определение системы координат по точности виртуальных топографических баз, создаваемых с помощью лазерных сканеров геопространственных моделей;

совершенствование технологии обработки данных лазерного сканирования;

разработка комплексных методики по использования лазерных сканеров при создании пространственной модели сельскохозяйственных угодий;

разработка последовательного механизма лазерного сканирования, алгоритма метода перемещения базы и сферы при лазерном сканировании для создания трехмерной модели сельскохозяйственных земель и виртуальную топографическую основу.

**Объект исследований:** является земли сельскохозяйственного назначения на территории Джизакской области.

**Предмет исследований:** программное обеспечение, современные геодезические инструменты, используемые в сельском хозяйстве, геоданные, виртуальный топографический каркас и электронная цифровая карта.

**Методы исследований.** В исследованиях использовались пространственное моделирование сельскохозяйственных земель, материалы дистанционного зондирования, электронные цифровые карты, оцифровка данных, сравнительный анализ, методы монографии в программах Trimble Real Works, Agisoft Metashape Professional, ArcGIS и SASPlanet.

**Научная новизна исследований:**

на основе технологий геопространственных привязки показателей координат повышена точность преобразования трехмерной модели и в результате был у совершенствован метод создания трехмерной модели сельскохозяйственных земель с точностью до 1: 500 масштаб (50 см);

разработан метод обработки трехмерной модели сельскохозяйственных земель и очистки ее от ошибок (шума) внешней среды, а также у совершенствован механизм конвертации модели в единицу другого формата;

разработан метод создания пространственной модели сельскохозяйственных земель на основе программы Trimble Real Works механизмов оцифровки изображений облаков точек и лазерного сканирования поверхности;

разработана технологическая система предварительного выявления перемещение базы и сферы на сельскохозяйственных землях с учетом методологии дистанционного зондирования.

**Практические результаты исследований заключаются в следующем:**

разработаны общие правила точности геофизических моделей и виртуальных топографических баз, которые научно и методически обоснованны;

разработаны рекомендации по оптимальному и эффективному использованию механизмов сбора, обработки и преобразования информации лазерного сканирования в геоданные;

разработана комплексная технология приемов и технологий, используемых при создании пространственной модели сельскохозяйственных земель;

разработана технология лазерного сканирования сельскохозяйственных угодий в последовательном порядке, с помощью алгоритмов математически смоделирован процесс обмена базами и сферами.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность результатов исследования подтверждается в использовании материалов Государственного института земельных ресурсов, геодезии, картографии и государственного кадастра Республики Узбекистан "Уздаверлойиха", Государственного унитарного предприятия "Геоинформкадастр", Департамента земельных ресурсов и государственного кадастра Джизакской области и внедрением результатов исследований в практику, а также, подтверждением компетентными органами полученных результатов.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.** Научная значимость результатов исследования заключается в том, что они открывают новые возможности использования лазерного сканирования в лазерной визуализации и расширяют область дистанционного зондирования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в выполнении технологических операций по лазерной визуализации, обработке ее результатов и создание изделий требуемого качества на основе данных лазерного сканирования, расчета точности результатов, методического расширения практических основ и их наполнение.

и начинка.

**Внедрение результатов исследований.** На основе усовершенствования методики создания трехмерной пространственной модели сельскохозяйственных угодий с помощью лазерного сканера:

методы трансформации геопространственных моделей, преобразования и обработки лазерной сканирующей информации на основе геоданных внедрены в практику Государственного унитарного предприятия «Геоинформкадастр» при государственном комитете земельных ресурсов, геодезии, картографии и Государственного кадастра (Справка Государственного комитета земельных ресурсов, геодезии, картографии и кадастра № 03-05-7986 от 14 сентября 2020 г.). Результаты научных исследований позволили провести виртуальные исследования сельскохозяйственных угодий, создать трехмерную пространственную модель земель современными методами, а также разработать рекомендации по обработке пространственных данных;

метод создания пространственной модели земель сельскохозяйственного назначения внедрен в практику Государственного научно-проектного института «Уздаверлойиха» при Государственном комитете земельных ресурсов, геодезии, картографии и Государственного кадастра. (Справка Государственного комитета земельных ресурсов, геодезии, картографии и кадастра № 03-05-7986 от 14 сентября 2020 г.). По результатам проведенных научных исследований появилась возможность научного проектирования напреалений животноводства, садоводства, плодоовощеводства и хлопчато-зернового в виртуальной топографической модели, повышена эффективность целевого использования земель и обработки цифровых данных;

предварительного выявления перемещение базы и сферы на сельскохозяйственных землях с учетом методологии дистанционного зондирования внедрена в практику Управления государственного кадастра и земельных ресурсов Джизакской области, при Государственном комитете земельных ресурсов, геодезии, картографии Государственного кадастра. (Справка Государственного комитета земельных ресурсов, геодезии, картографии и кадастра № 03-05-7986 от 14 сентября 2020 г.). По результатам научных исследований разработан алгоритм размещения баз и сфер в базе данных, составлена картограмма земельных работ, расчету объема грунта, привязке электронной модели земель к базе данных.

**Апробация результатов исследований.** Результаты исследования обсуждались на 3 международных и 5 национальных научных конференциях.

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертационной работе было опубликовано всего 15 научных работ, из них 6 научных статей рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов в том числе из них 5 статей в республиканских и 1 зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 108 страниц текста.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**В вводной части** приведены актуальность и необходимость диссертационного исследования, цели и задачи объекты и предметы исследований соответствие исследований приоритетным направлениям науки и технологий Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследований, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, а также информация о внедрении результатов исследований, опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «**Лазерные сканеры и их использование**» описывает содержание, функции и преимущества поверхностных лазерных сканеров, обобщенную технологию лазерной визуализации, зарубежный опыт классификации поверхностных лазерных сканеров.

Современный этап экономического развития страны требует гораздо большего объема пространственной информации о регионе. Все методы сбора пространственной информации делятся на прямые и косвенные. Ввод и привязка собранной информации к геоданным служит для заполнения трехмерных векторных моделей. Информация об атрибутах не образует независимую модель, а дополняет трехмерную векторную модель региона. В этом случае каждый пространственный объект может быть включен как компонент определения, или отдельные данные для всей рассматриваемой области могут находиться в базе данных атрибутов. Соединение разных частей пространственных объектов в одной системе обеспечивается с помощью идентификаторов.

Трехмерная модель местности обычно состоит из тематических слоев, которые включают пространственные объекты, принадлежащие одному и тому же предмету. Поверхность моделируется в отдельный слой. В этом случае для моделирования используются символы высот или глубин границ регулярной и нерегулярной структурной сети.

Источники управления процессом моделирования и результаты участка выполняются на вспомогательных материалах, полученных в процессе сбора данных, показанных на рисунке 1.



**Рис. 1. Функциональная схема сбора данных в технологии лазерного сканирования**

Формально пространственный анализ соответствует следующему выражению

$$F_a : M \rightarrow A. \quad (1)$$

Эта функциональная взаимосвязь указывает на то, что процесс моделирования связан с полученной цифровой моделью.

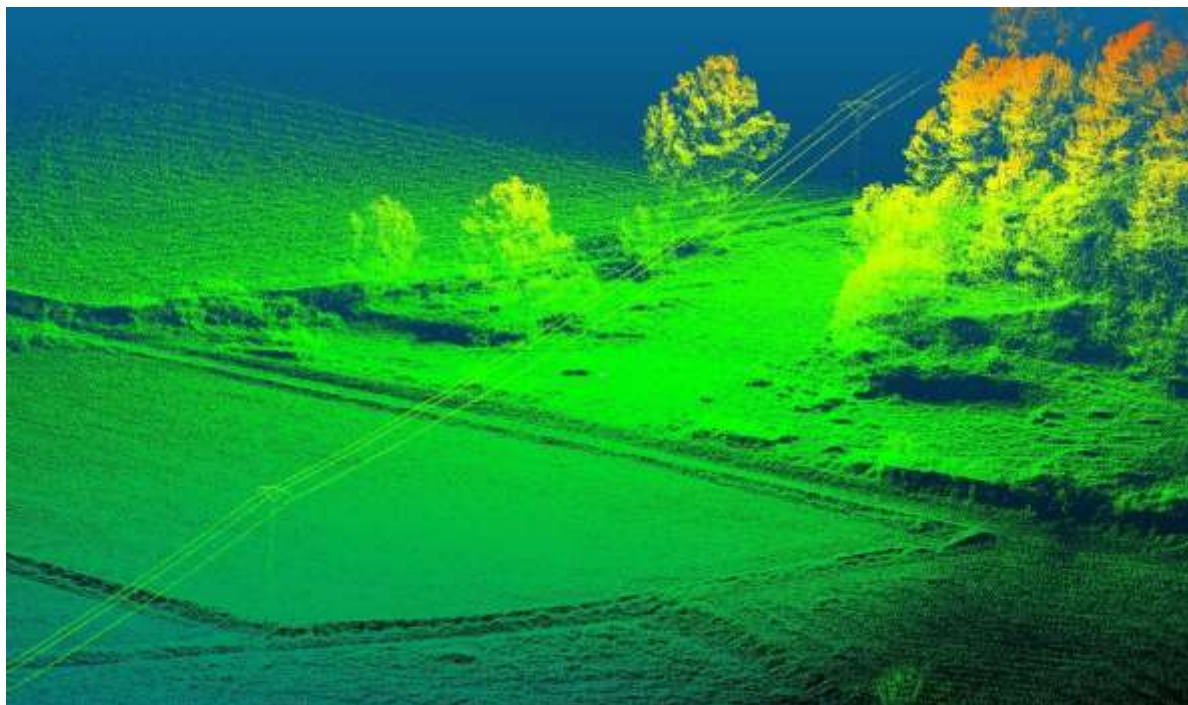
В этой главе были освещены назначение и функции лазерного сканирования, систематическое использование лазерных сканеров,

теоретическая и практическая части получения пространственной информации о сельскохозяйственных угодьях с помощью лазерных сканеров.

Вторая глава диссертации, озаглавленная **«Оценка результатов сканирования при изучении сельскохозяйственных угодий»**, классифицирует ошибки в результатах лазерного сканирования и влияние внешних факторов, изучены обобщение данных, полученных на фотоматериалах для лазерного сканирования поверхности и текстуры, научные основы применения в области землеустройства и управления земельными ресурсами с использованием данных лазерного сканирования поверхности.

В процессе сканирования регистрируются направление распространения лазерного излучения и расстояние до точек объекта. Результатом работы поверхностных лазерных сканеров является растровое изображение (Рисунок 2), количество пикселей которого представляет собой векторные элементы со следующими составляющими: измеренное расстояние, интенсивность обратного сигнала и спектральные цвета RGB, описывающие истинный цвет точки. Положение (строка и столбец) каждого элемента (пикселя) результирующего растра отражает значения измеренных вертикальных и горизонтальных углов. Большинство моделей наземных лазерных сканеров получают истинную цветовую характеристику для каждой точки с помощью цифровой камеры.

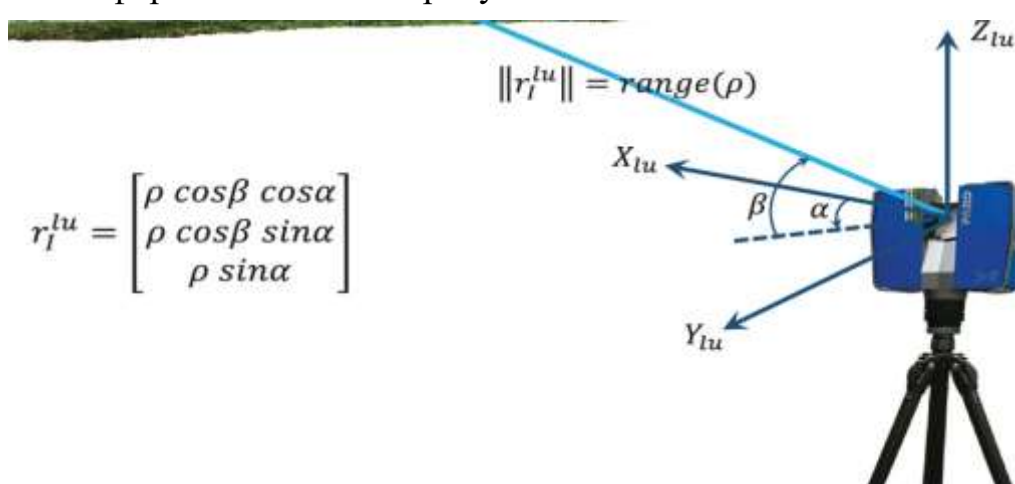
Другой формой представления результатов поверхностного лазерного сканирования является массив точек поворота лазера от объектов в поле зрения сканера (рис. 2), который имеет пять характеристик, а именно пространственные координаты ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ), истинный цвет, такой же как и интенсивность.



**Рис. 2. Результат наземного лазерного изображения в виде облачных точек**

Суть первого метода определения расстояний с помощью триангуляционных сканеров заключается в следующем. При использовании проектора маломощный лазерный луч отклоняется от исходного направления. Угол  $\theta_1$ , образованный основанием  $d$  сканера и лазерным лучом, вычисляется из положения изображения лазерного пятна на первом приемнике 3АА-камеры. Угол  $\theta_2$  образован осью (основанием) сканера и вектором распространения сигнала, регистрируемого второй 3АА-камерой, возвращающегося от объекта. Термин «триангуляционный лазерный сканер» заимствован из английской литературы и несколько противоречив, так как принцип работы нулевого сканера основан на методе прямого углового пересечения с использованием размеров  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  и  $d$ . Однако, поскольку аналога этому имени в мировых экспериментах нет, то в тексте работы используется термин «Треугольный лазерный сканер».

Важность определения расстояний с помощью лазерных сканеров треугольной формы показана на рисунке 3.



**Рис. 3. Общий принцип работы поверхностного лазерного сканера**

Автор адаптировал технологию выполнения лазерного сканирования поверхности и предложил методику, выполненную с учетом процессов фотографии и цифровой обработки изображений.

Для анализа и сравнения поверхностных лазерных сканеров и их преимуществ впервые была изучена сущность наземного лазерного сканирования. Аналитические выводы сделаны на основе научных исследований ряда зарубежных ученых, внесших достойный вклад в развитие технологии лазерного сканирования с земли, обработку результатов лазерного сканирования поверхности, разработку алгоритмов и программного обеспечения.

Третья глава диссертации, озаглавленная «**Совершенствование метода создания 3D-модели сельскохозяйственных угодий с использованием поверхностного лазерного сканера**», обеспечивает научную и методологическую основу для создания 3D-модели сельскохозяйственных угодий, методика тестирования создания 3D-модели сельскохозяйственных угодий с помощью поверхностного лазерного сканера посвящена комплексной методологии землеустройства и управления

земельными ресурсами с использованием поверхностных лазерных сканеров на сельскохозяйственных землях Джизакской области.

Исходя из высокой эффективности, полученной в результате обобщения пространственных данных и цифровой информации контрольного типа, автор провел исследование на территории Дусликского района Джизакской области с помощью поверхностного лазерного сканера. В исследовании использовался поверхностный лазерный сканер Trimble TX5.

Это исследование было использовано в процессе создания кластера ООО «Сангзор бизнес парранда» на землях фермерского хозяйства «Шахина-Жасмина». При проведении топографо-геодезических изысканий на землях сельскохозяйственного назначения, прежде всего, требуются проектно-технические работы. Техническое проектирование включает в себя последовательности от процесса полевых исследований до процесса обработки данных в камере.

Топографическое исследования обозначенной территории и изучение сельскохозяйственных угодий на поверхностном лазерном сканере проводились на основании следующих рекомендаций по последовательности построения трехмерной модели:

При первоначальной разработке технического проекта территория была проанализирована дистанционно и, соответственно, обследована площадь 5,72 га. С помощью программы SAS Planet были определены базовые области, на которых может быть установлен наземный лазерный сканер, сферические области, которые должны быть установлены для соединения баз, и определены координаты (рис. 4).

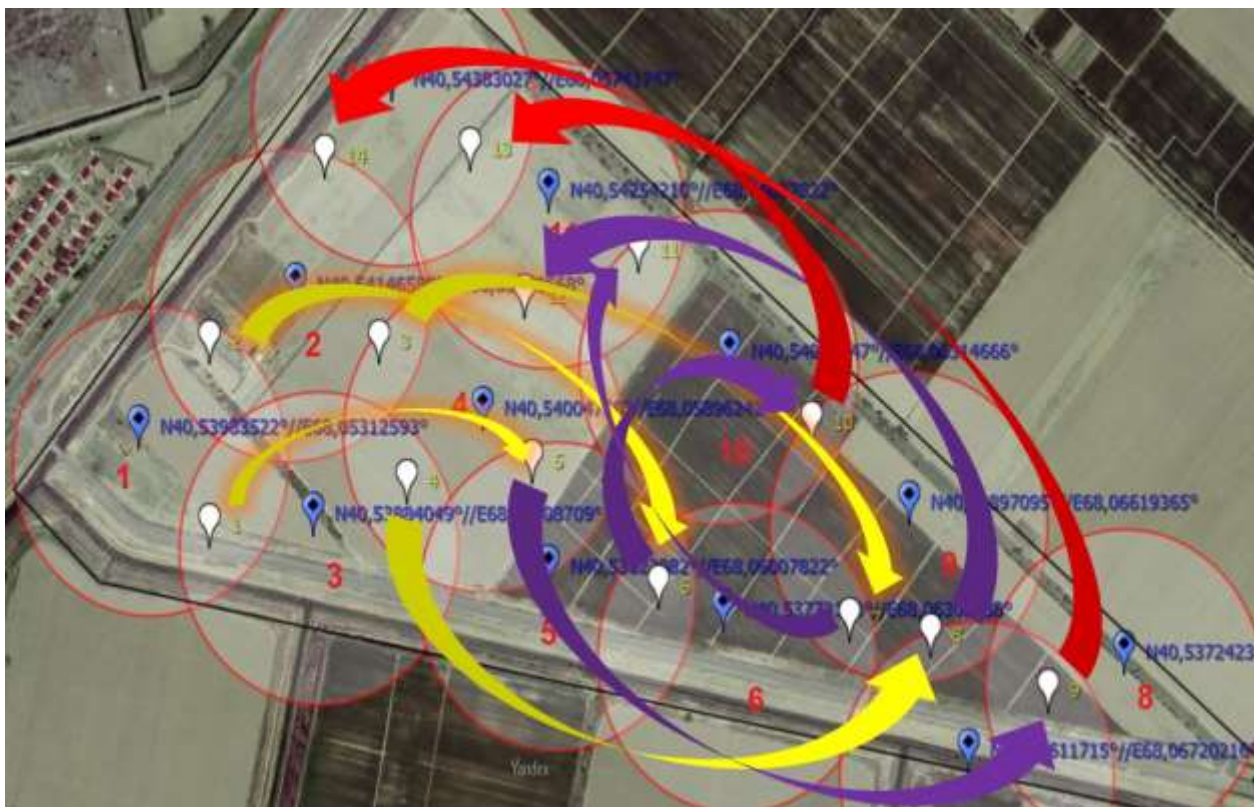


Рис. 4. Схема обмена базами и сферами

Исследования в камере показывают, что всего необходимо установить 12 баз и 14 сфер на площади 5,72 га. Устанавливаемые базы нарисованы в виде окружностей в радиусе 190-200 метров. В результате при перемещении баз необходимо размещать сферы в кругах пересечения (сферы служат для соединения баз в программе).

Создана схема последовательности обмена сферами в регионе в зависимости от их расположения. Учитывая, что общее количество сфер у поверхностного лазерного сканера Trimble TX5 равно 4, а количество сфер в исследуемой области - 14, замена имеющихся 4 сфер выполняется последовательно. Обмен сферами осуществляется в тесной связи с движением баз. Обмен сфер происходит по следующему алгоритму:

1-----5-----9-----13//2-----6-----10-----14//3-----7-----11//4-----8-----12

В схеме, созданной в процессе исследования камеры на основе разработанного алгоритма, показан обмен сферами на рисунке 4.

Таким образом, значения широты и долготы определяются в схеме движения сфер и в системе географических координат. По завершении технического задания и проектов, выполняемых в камеральных условиях, проводятся полевые исследования

Используя GPS в области, наземный лазерный сканер (базы) и точки, где расположены сферы, идентифицируются путем перемещения проекта на площадку. Как только первая база установлена, первая и вторая сферы помещаются в указанное место. В зависимости от содержания работы открывается новый проект и получает название. Из-за погодных условий (от 5 ° С до + 40 ° С) лазерное сканирование не рекомендуется использовать в дождь, снег и сильный ветер. Основываясь на текущих погодных данных, поправка к проекту будет включать данные о температуре воздуха, атмосферном давлении, скорости ветра и состоянии дня (солнечно, облачно и т. д.). Затем значения углов определяются для горизонтального и вертикального положения.

Учитывая, что исследовательские работы ведутся на сельскохозяйственных угодьях, можно выбрать максимальное значение 360 градусов по горизонтали и 300 градусов по вертикали. Можно изменять значения градусов по горизонтали и вертикали. Такая ситуация обусловлена местными условиями. Сложность сканирования земель подбирается согласно следующей поправке. Сложность состоит из трех этапов высокого, среднего и низкого качества. Сложность высочайшего качества генерирует векторы в виде 976 000 точек в секунду (уровень точности 0,0150). Когда все значения и поправки введены в лазерный сканер, нажимается кнопка «начать сканирование». Поскольку лазерные лучи сканера опасны для жизни человека, необходимо носить специальные очки для защиты. Лазерный сканер издает звуковой сигнал, когда начинается процесс исследования окружающей среды. Согласно способу сканирования устройство сначала



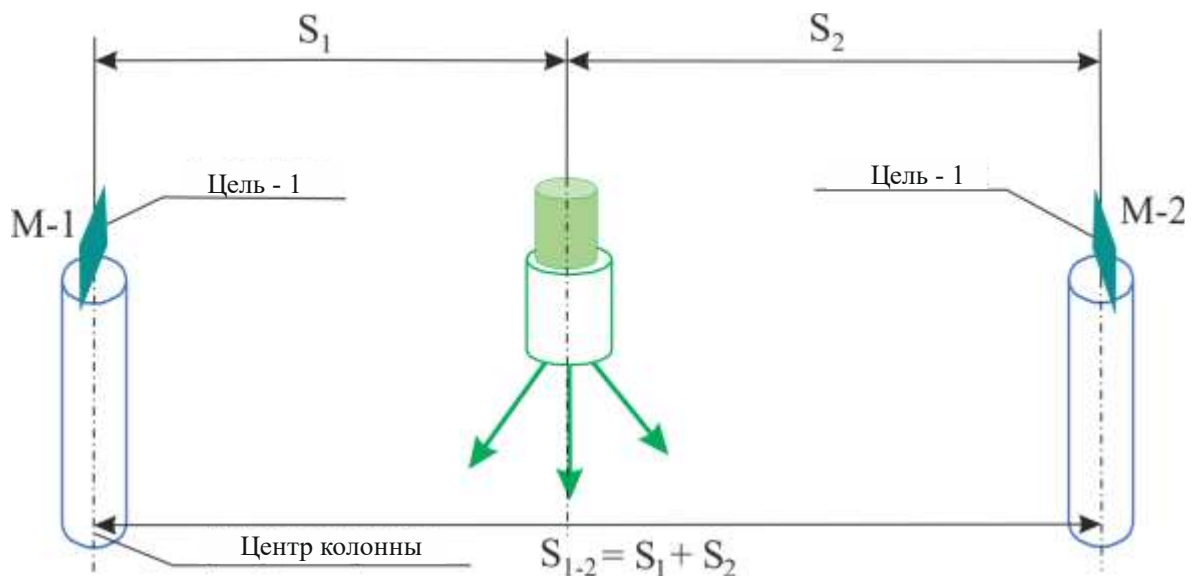
перемещают под горизонтальным углом, затем процесс сканирования выполняется под вертикальным углом.

Двигаясь под углом  $360^{\circ}$  через каждые  $1^{\circ}$  по горизонтали сканирование выполняется под вертикальным углом  $300^{\circ}$ . Это означает, что на каждом уровне горизонтальных углов в  $360^{\circ}$  устройство исследует значения вертикальных углов в  $300^{\circ}$ . В результате лазерный сканер может исследовать в общей сложности более 350 миллионов векторных точек за 4 минуты с высоким уровнем точности (продолжительность работы устройства зависит от мощности 5 часов).

По завершении процесса сканирования камера фиксирует фотографии с разрешением 70 Мр для текстуры. В конечном итоге результаты исследований будут отображаться на дисплее лазерного сканера. Таким образом, съемки ведутся в одной базе. При изменении основания лазерного сканера выполняется тот же рабочий процесс, что и в приведенных выше последовательностях. Когда сферы движутся к основанию, они меняются, как на диаграмме выше. По завершении полевых исследований информация загружается в компьютер, оснащенный специальным программным обеспечением (Trimble Real Works) для обработки данных.

После того, как информация добавлена в программу, требуется пронумеровать последовательность сфер и пространственную корреляцию в соответствии со значениями широты и долготы, определенными в системе географических координат. Информация, связанная с пространством, называется метаданными. В результате обработки метаданных создается трехмерная модель сельскохозяйственных угодий. Фотографии, сделанные камерой, прикрепляются к модели в виде текстуры. Таким образом, осуществляется процесс исследования сельскохозяйственных угодий и создания трехмерной модели, которая предоставляется на дату производства пространственных данных для использования в производстве. Таблица всех аналитических процессов приведена в приложении.

При разработке методов проверки поверхностных лазерных сканеров, прежде всего, проводятся наладочные работы для приведения устройства в рабочее состояние, и в этом процессе важную роль считают регулировочным расстоянием. Поэтому выбираются от 5 до 12 опорных интервалов линейной базы длиной от 24 до 7 500 м, количество которых определяется дальностью действия сканера. Они должны находиться в диапазоне от минимума до максимума для данного типа сканера измеряемого расстояния с учетом коэффициента диффузного отражения. Затем сканер устанавливают между линией, соединяющей центры двух точек (рис. 5), так, чтобы разница в плечах ( $S_1 - S_2$ ) не превышала 1 м. Марки (пластины) центрируются по точкам, а их вертикальные оси подвешены.



**Рис. 5. Схема установки сканера при определении погрешности расстояний и диапазона измерений в полевых условиях**

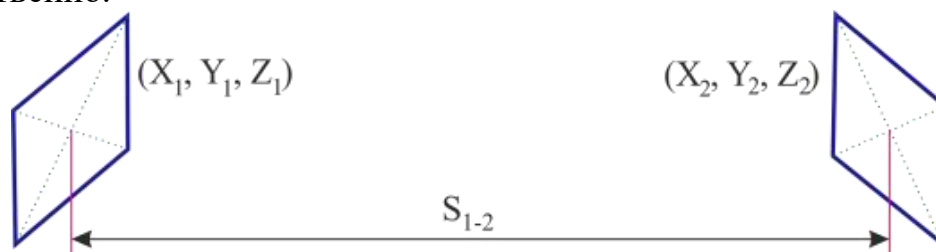
При измерениях поверхностными лазерными сканерами точность углового потенциала сканирования должна быть максимальной в соответствии с техническими характеристиками сканера по вертикали и горизонтали.

По сканерному изображению можно определить размеры визирной пластины M-1 и M-2 в поперечном направлении к основанию, которое измеряется с погрешностью 0,005 м, например, пересечение диагоналей сканерного изображения (рис.6). Обработка результатов измерений сканером производится с помощью программного продукта и получаются координаты центров 1-й и 2-й пластин. Расстояние  $S_{1-2}$  оценивается по полученным координатам центров пластин и определяется по следующей формуле

$$S = S_{1-2} + S_2, \quad (2)$$

где  $S_1$  и  $S_2$  - расстояния от сканера до центров пластин 1 и 2 соответственно.

Измеренное расстояние  $S_{1-2}$  между базовыми точками рассчитывается с использованием координат центров первой и второй пластин соответственно.



**Рис. 6. Схема определения координат центров пластин**

Разница между измеренным расстоянием и эталонным значением базового интервала рассчитывается в соответствии со следующей формулой погрешности, и результаты измерения считаются положительными, если они не превышают значение  $m_s^{доп}$ .

$$m_s^{доп} = 4 m_s, \quad (3)$$

где  $m_S = (a + b \times 10^{-6} S_{1-2})$  - стандартное отклонение измерения расстояния, указанное в эксплуатационной документации для конкретного типа сканера;  
 $(a + b \times 10^{-6})$  мм - постоянная (аппаратная) и допустимая погрешность «b» измерения расстояний, указанная в электронных расчетах для конкретного типа сканера.

Результаты измерений обрабатываются и вычисляются координаты центров пластин 1 и 2 путем пересечения диагоналей сканированного изображения пластин, как показано на рисунке 7. Обработка данных лазерного сканирования поверхности выполняется с помощью программного продукта.

Если разница между измеренным расстоянием и эталонным значением интервала не превышает допустимого значения  $m_S^{доп}$ , рассчитанного по формуле (3), результаты измерения считаются положительными.

### Определение погрешности измерений и диапазона углов.

Определение погрешности измерений горизонтальных углов в диапазоне от 0 ° до 360 °. Ошибки измерения горизонтальных углов обнаруживаются в диапазоне от 0 ° до 360 °. Тестовый полигон создается по всему полю зрения сканера, который будет тестироваться в лабораторных условиях, в форме, напоминающей кольцо.

Радиусы окружностей со специальными отметками в областях для лазерного сканирования поверхности 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 200 м; выбраны на основе дальности действия современных лазерных сканеров (рис. 7).

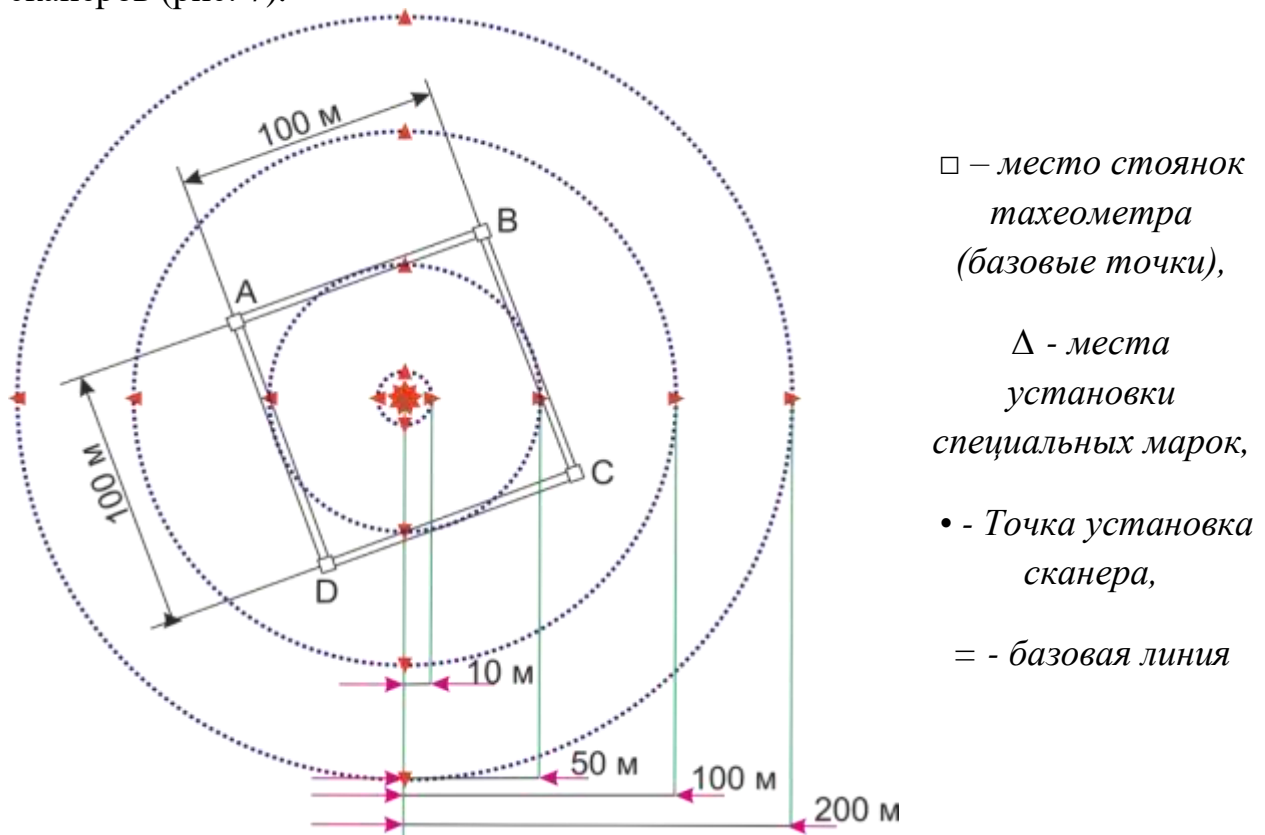


Рис. 7. Схема радиального многоугольника

При создании радиального тестового полигона важным вопросом является выбор метода геодезических построек для определения координат точек полигона. В этом случае систему координат можно указать произвольно.

**Прямоугольное пересечение.** Точность сетей, построенных методом прямоугольного пересечения, соответствует точности триангуляционных структур.

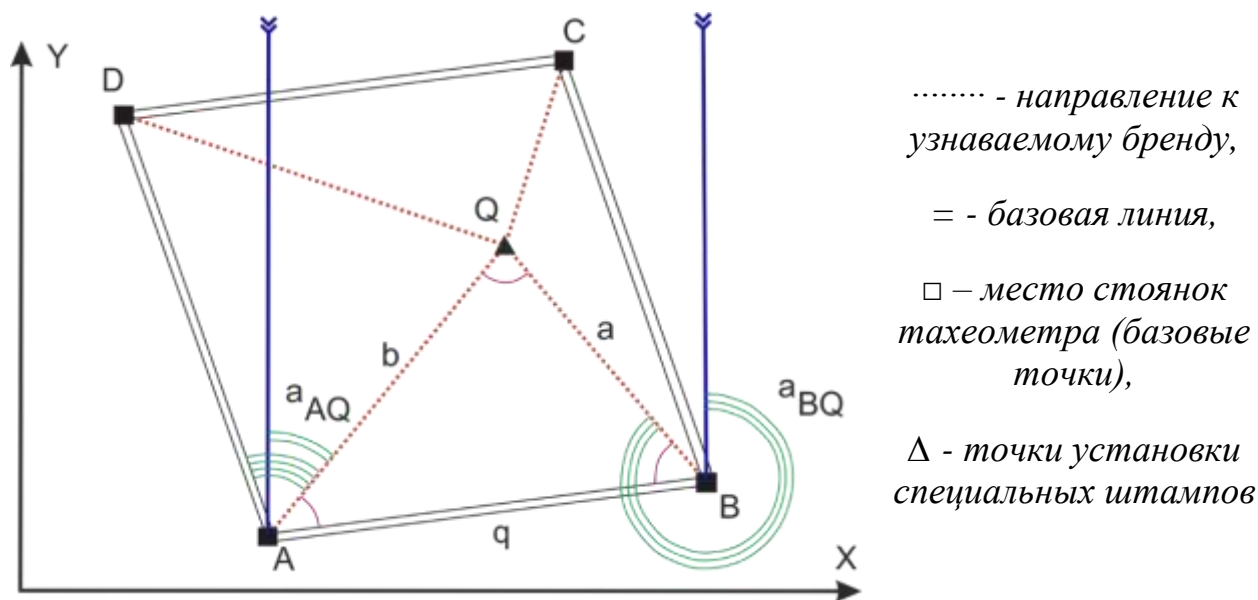
При проектировании прямоугольного пересечения  $OKX_i$  определяющего состояние точки в основном увеличивается за счет того факта, что угол пересечения более  $90^\circ$  увеличивается с увеличением  $a$  и  $b$  при постоянном угле пересечения.

Форма пересечения прямых линий так же влияет на точность определения местоположения  $Q$ -плана конкретной отметки (рис. 8).

Для решения прямоугольного пересечения часто используются формулы котангенсов треугольных углов или так называемые формулы Юнга.

Основными источниками регулярных ошибок в угловых наблюдениях являются:

- погрешности, связанные с влиянием внешних условий: атмосферной рефракции и турбулентности;
- личные ошибки наблюдателя;
- инструментальные ошибки.



**Рис. 8. Геометрические связи при определении координат конкретной отметки с прямым пересечением**

В результате обследования сельскохозяйственных земель Джизакской области с помощью поверхностного лазерного сканера разработана трехмерная пространственная модель (изображение облака) кластера ООО «Санзор бизнес парранда» в Дусликском районе (Рисунок 9).



**Рис. 9. Кластер ООО «Сангзор бизнес парранда» контура 38 го земельного участка в виде 3D**

В процессе разработки методики создания пространственной модели сельскохозяйственных земель разработаны рекомендации по установке поверхностного лазерного сканера с учетом расстояний при размещении сфер, обеспечении обмена сферами, перемещении базы и обработке полевых исследований в программном обеспечении и реализованных в Минсельхозе подведомственных ему учреждениях.

## **ВЫВОДЫ**

На основании исследования, по диссертации доктора философских наук по «Улучшению методики создания пространственной модели сельскохозяйственных угодий (3D) с помощью лазерного сканера» (на примере Джизакской области), были сделаны следующие выводы:

1. Совершенствование методических, технических и технологических решений лазерного сканирования, и их внедрение позволило развить лазерное сканирование как средство пространственной информации об объектах и повсеместное внедрение информационных и коммуникационных технологий в промышленность, эффективное использование научных достижений и человеческих ресурсов;

2. Анализ, обобщение и систематизация практического опыта использования лазерных сканеров, разработка алгоритма технологии лазерного сканирования позволил выделить основные этапы современной техники и параметры, связанные с контролем при лазерном сканировании для сбора геофизической информации об объектах;

3. Проведение экспериментальных исследований позволили определить и принять к расчету для разработки теоретические основы общих принципов измерения и сканирования процессов с помощью поверхностных лазерных сканеров, создания трехмерных моделей, для выявления и учета факторов, влияющих на точность этих процессов;

4. Изучив научные исследования зарубежных ученых и сделав аналитические выводы по их вкладу проанализированы и сравнены

поверхностные лазерные сканеры и их преимущества, изучена сущность наземного лазерного сканирования, развития технологии наземного лазерного сканирования, обработаны результаты поверхностного лазерного сканирования, разработаны алгоритмы и программное обеспечение.;

5. Изучение технических характеристик геодезических инструментов производства Trimble (США), Leica (Швейцария), Riegl (Австрия), I-Site (Австралия), Zoller + Fröhlich (Германия) и Topcon (Япония) в соответствии с условиями их работы позволило разработать рекомендации по их использованию;

6. Углубленный анализ лазерных сканеров производства Trimble (США) позволил разработать предложения по критериям классификации наземных сканеров по объему исследования поверхностных лазерных сканеров и принятой классификации геодезических инструментов;

7. Определены основные проблемы, возникающие при совместном использовании данных, полученных с помощью цифровой камеры и наземного лазерного сканера, и появилась возможность разработать методологию для совместного сбора и обработки данных наземного лазерного сканирования и данных цифровой съемки;

8. Используя лазерный сканер Trimble TX5, приемник GPS, программное обеспечение SAS Planet и Trimble Real Works, стало возможным разработать метод наземного сканирования сельскохозяйственных земель.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc 03/30.12.2019. T.10.02 AT TASHKENT INSTITUTE  
OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION  
ENGINEERS**

---

**TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL  
MECHANIZATION ENGINEERS**

**LAPASOV JASUR OLIMJONOVICH**

**DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR CREATING A  
SPATIAL MODEL (3D) OF AGRICULTURAL LANDS USING A LASER  
SCANNER  
(in case of Jizzakh region)**

**06.01.10- Land survey cadastre and land monitoring**

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

**Tashkent-2021**

**The subject of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan B2020.4.PhD/T2031.**

The dissertation is carried out at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on website (www.tiame.uz) and information-education portal «ZiyoNet» at the address (www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:**

**Tulkin Abdullaev**

Candidate of technical sciences, docent

**Official opponents:**

**Sadulla Avezbayev**

Doctor of economical sciences, professor

**Doniyor Jurakulov**

Candidate of technical sciences, docent

**Leading organization:**

**Karshi Engineering - Economic Institute**

Defence of the thesis will be held «\_\_\_\_\_» june 2021 at \_\_\_\_\_ hours meeting of Scientific Council DSc 03/30.12.2019.T.10.02 at Tashkent Institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyoziy srteet, 39. Phone: (+99871) 237-22-09; fax: (99871)237-54-79 e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)).

The dissertation is registreted in Information-resource center (IRC) of Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration number №\_\_\_\_\_) Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyoziy srteet, 39. Phone.: (+99871) 237-19-45

Abstract of dissertstion was sent out on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 year.  
(mailing report №\_\_\_\_\_ on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 year.)

**T.Z.Sultanov**

Chairman of the scientific council  
for awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**A.A.Yangiev**

Scientific secretary of scientific council  
for awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**E.Yu.Safarov**

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



## **Introduction (abstract to PhD dissertation)**

**The research goal.** Improving the method of creating a 3D spatial model of agricultural lands using a laser scanner.

**The object of the research:** Agricultural lands in Jizzakh region.

**The scientific novelty of the research** consists in the following:

the accuracy of transformation of the three-dimensional model based on the technology of geo-spatial binding of coordinate values was increased, and as a result, the method of creating a three-dimensional model of agricultural lands with an accuracy of 1: 500 scale (50 cm) was improved;

developed a method of processing a three-dimensional model of agricultural lands and cleaning it from external environmental errors (noise) and improved the mechanism of converting the model into another format unit;

a method for creating a spatial model of agricultural land, surface laser scanning, and cloud image digitization mechanisms for points developed using the Trimble Real Works program;

the technological system of pre-detection of base and sphere migration on agricultural lands has been developed taking into account the remote sensing methodology.

**Implementation of the research results:** Based on the results of improving the method of creating a 3D spatial model of agricultural land using a laser scanner:

The method of transformation of the three-dimensional model on the basis of geo-spatial binding technology and processing of the three-dimensional model of agricultural lands and cleaning from external environmental errors (noise) is applied in the practice of the State Unitary Enterprise "Geoinformkadastr" under the State Committee for Land Resources, Geodesy (Reference of the State Committee for Land Resources, Geodesy, Cartography and State Cadastre No. 03-05-7986 dated September 14, 2020). The results of the scientific research allowed to make a virtual study of agricultural lands, to create a three-dimensional spatial model of lands in modern methods and to develop recommendations for the processing of spatial data;

The method of creating a spatial model of agricultural lands was introduced in the practice of the State Research and Design Institute "Uzdaverloyiha" under the State Committee for Land Resources, Geodesy, Cartography and State Cadastre (September 14, 2020 03-05- Reference No. 7986). According to the results of scientific research, scientific design of livestock, horticulture, fruit and vegetable and cotton-grain crops in a virtual topographic model, increased the efficiency of targeted land use and digital data processing;

Technological system for early detection of migration of bases and spheres on agricultural lands was introduced into the practice of the Department of Land Resources and State Cadastre of Jizzakh region under the State Committee for Land Resources, Geodesy, Cartography and State Cadastre (State Committee for Land Resources, Geodesy, Cartography and State Cadastre September 14, 2020

Reference No. 03-05-7986). According to the results of scientific research, it was possible to create a cartogram of earthworks, calculate the volume of soil, link the electronic model of the earth to a geodata, develop an algorithm for the placement of databases and spheres.

**Dissertation composition and volume.** Dissertational work includes introduction, 3 chapters, conclusions and the list of the used works. The work volume consists of 108 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Лапасов Ж.О. Электрон карталарни маҳаллийлаштириш муаммолари ва уларни ечиш усуллари // Ўзбекистон Қишлоқ хўжалиги журнали. – Тошкент, 2012. – №9. – 36 б. (05.00.00, №8)

2. Шадманова Г., Лапасов Ж.О. Ердан фойдаланишни оптималлаштиришнинг фермер хўжалиги ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишдаги аҳамияти // Агро илм журнали. – Тошкент, 2014. – Махсус сон. – Б. 41-42. (05.00.00, №3)

3. Лапасов Ж.О., Инамов А.Н. Геодезик ва геоинформатик ишларни такомиллаштириш // Ўзбекистон Қишлоқ хўжалиги журнали. – Тошкент, 2014. – №8. – 38 б. (05.00.00, №8)

4. Лапасов Ж.О. Қишлоқ хўжалик ерларини ер усти сканерлаш услубиятини ишлаб чиқиш // Агро илм. – Тошкент, 2020. – 4(67), – Б. 76-79. (05.00.00, №3)

5. Lapasov J. Systematic Use of the Laser Scanner // International journal of advanced research in science, engineering and technology. India. Vol. 7, ISSUE 7, July 2020. – P. 14345-14349. (05.00.00, №8)

**II бўлим (II часть; II part)**

6. Abdullayev T., Lapasov J., Fayzullayev M. Possibilities, Advantages and Disadvantages of Surface Laser Scanning // Ўзбекистон замини журнали. – Тошкент, 2020. – №3. – P. 23-26.

7. Лапасов Ж.О. Directions and Basics of Using Digital Image Data in Laser Scanning of the Earth's Surface // With Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Theoretical and Empirical Scientific Research: Concept and Trends. United Kingdom, 2020. – P. 11-13.

8. Инамов А.Н., Лапасов Ж.О., Ойматов Р.Қ. Замонавий технологиялар билан космос суратларни экин ерларини камерал шароитда автоматик тарзда дешифровка қилиш. // География инновацион ғоялар, технодогиялар ва лойиҳалар: Иқтидорли талабалар ва ёш олимлар республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 2012. – Б. 232-233.

9. Лапасов Ж.О., Инамов А.Н. Сунъий йўлдош материаллари асосида томорқа ерларини камерал шароитда ер майдонини ўлчамини ҳисоблаш ва рақамли харитани яратиш масалалари // Архитектура – қурилиш фани ва даври: XXI анъанавий конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 2012. – Б. 124-126.

10. Лапасов Ж.О. Қишлоқ хўжалигини модернизациялаш шароитида ерлардан самарали фойдаланиш // Архитектура – қурилиш фани ва даври:

XXI анъанавий конференция. – Тошкент, 2012. – Б. 128-131.

11. Инамов А.Н., Лапасов Ж.О., Ражапбаев М.Х. Қишлоқ хўжалиги ерларидан самарали ва оқилона фойдаланишда ер хисобини замонавий геоахборот тизимида юритиш // Гидротехника иншоотларининг самарадорлигини, ишончилигини ва хавфсизлигини ошириш: Республика илмий – амалий конференция материаллари тўплами. – Тошкент, 2012. – Б. 651-653.

12. Файзуллаев М.Н., Лапасов Ж.О. Устройство и принцип работы наземного лазерного сканера // «Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: XIX ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Тошкент, 2020. – С. 392-398.

13. Ойматов Р.Қ., Лапасов Ж.О. Исследование точности геодезических работ при перенесении проектов каналов – отстойников в натуру // V-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных: Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных аграриев. – Москва, 2016. – С. 820-822.

14. Инамов А.Н., Лапасов Ж.О. Қишлоқ хўжалиги соҳасида қўлланилаётган электрон рақамли карталарнинг географик ахборот маълумотлар базасини яратиш // IV- й Международная научно-практическая конференция: Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов южного Приаралья. – Нукус, 2014. – Б. 187-188.

15. Инамов А.Н., Лапасов Ж.О., Маматкулов З.Ж. GPS навигаторлари ёрдамида мақбуллаштириш ишларини амалга оширишда эришиладиган иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари // Агро илм. – Тошкент, 2018. – Махсус сон. – Б. 88-92.

Автореферат «IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (05.02.2021 й.).

Босишга руҳсат этилди: \_\_\_ \_\_ 2021 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма тобоғи \_\_. Адади: 100. Буюртма № \_\_.

ТИҚХММИ босмахонасида чоп этилди.  
Тошкент шаҳри, Қори Ниёзий кўч., 39-уй





