



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

The Role of Modern Geodetic Equipment in Topographic Works

Karimov Fakhriddin Alievich

“ARCHICO MUYNAK” Permanent Establishment.

Abstract

Topographic mapping has fundamentally transformed from discrete point measurements to continuous spatial data acquisition. This thesis comparatively evaluates the economic and metrological efficiency of traditional total stations against automated measurement complexes (GNSS, RTK, LiDAR, UAV). Field tests were conducted on a 450-hectare site with complex terrain utilizing traditional polygonometry (Leica FlexLine TS07) and an integrated digital approach (Trimble R12i GNSS, DJI Matrice 300 RTK). Results demonstrated that modern equipment reduced surveying time per hectare from 8.4 to 0.35 hours. The Digital Elevation Model (DEM) generated via laser scanning achieved a density of 450-500 points per square meter, reflecting the morphological features of the terrain with absolute precision. Implementing innovative geodetic tools exponentially minimizes labor costs while establishing a reliable spatial foundation for Smart City and BIM infrastructures.

Keywords:

Topographic surveying, Spatial data, GNSS RTK, Laser scanning (LiDAR), Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Digital Elevation Model (DEM), Geodetic polygonometry.

Topografik ishlarda zamonaviy Geodeziya uskunalarining tutgan o‘rni

Karimov Faxriddin Alievich

“ARCHICO MUYNAK” doimiy muassasasi.

Annotatsiya



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Topografik xaritalash amaliyoti diskret o‘lchovlardan uzluksiz fazoviy ma’lumotlar yig‘ish tizimiga o‘tish orqali tubdan transformatsiyaga uchradi. Mazkur tezis an’anaviy taxeometrlar hamda avtomatlashtirilgan o‘lchov komplekslarining (GNSS, RTK, LiDAR, UAV) iqtisodiy va metrologik samaradorligini qiyosiy baholaydi. 450 gektar murakkab relyefli maydonda an’anaviy poligonometriya (Leica FlexLine TS07) va raqamli yondashuv (Trimble R12i GNSS, DJI Matrice 300 RTK) sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy uskunalar o‘lchash tezligini 1 gektar uchun 8.4 soatdan 0.35 soatgacha qisqartirdi. Lazerli skanerlash orqali yaratilgan raqamli relyef modelining (DEM) nuqtalar zichligi 1 kvadrat metrga 450-500 tani tashkil etib, relyef morfologiyasini mutlaq aniqlikda aks ettirdi. Innovatsion geodezik uskunalar mehnat sarfini eksponensial kamaytirib, aqlli shahar (Smart City) va BIM infratuzilmasi uchun ishonchli geofazoviy poydevor yaratishi isbotlandi.

Kalit so‘zlar: Topografik syomka, Fazoviy ma’lumotlar, GNSS RTK, Lazerli skanerlash (LiDAR), Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA), Raqamli relyef modeli (DEM), Geodezik poligonometriya.

Kirish

Global raqamlashtirish davrida arxitektura va sanoat injeneriyasi loyihalarining muvaffaqiyati geofazoviy ma’lumotlarning aniqligi hamda yig‘ish tezligiga bevosita bog‘liq. O‘nlab yillar davomida topografik syomka teodolit yo‘llari va elektron taxeometrlar orqali diskret (alohida nuqtalarni yozib olish) metodologiyaga tayanib keldi. Ushbu usullar yuqori aniqlikni ta’minlasa-da, qamrov tezligi va inson omili sababli kelib chiqadigan tizimli xatoliklar kabi o‘ta zaif nuqtalarga ega. Zamonaviy kosmik geodeziya (GNSS) va masofadan zondlash texnologiyalari sohaga tub inqilob olib kirdi, biroq ko‘plab tashkilotlar eskirgan QMQ standartlari sababli bu resurslardan to‘laqonli foydalana olmayapti. Integratsiyalashgan UUA va LiDAR tizimlari qisqa vaqt



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

ichida o‘nlab kvadrat kilometr hududning 3D modelini yaratishga qodir. Ushbu tadqiqotning bosh maqsadi yirik o‘lchamli maydonlarda an’anaviy taxeometriya va innovatsion (GNSS + LiDAR) komplekslarning unumdorligi hamda yakuniy mahsulot sifatini qiyosiy-miqdoriy baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar

Tadqiqotning amaliy-eksperimental qismi landshaft morfologiyasi o‘ta murakkab bo‘lgan, zich sanoat infratuzilmasi, turli balandlikdagi sun’iy to‘siqlar va notekis qiyaliklarni o‘zida qamrab olgan 450 gektar poligonda amalga oshirildi. Asosiy vazifa hududning 1:500 masshtabdagi, relyef kesimi o‘ta aniq ifodalangan geofazoviy xaritasini yaratish etib belgilandi. Eksperiment qat’iy nazorat ostida ikkita mustaqil o‘lchov metodologiyasini parallel qo‘llash orqali bajarildi. Birinchi bosqichda klassik geodezik yondashuv (an’anaviy uslub) sinovdan o‘tkazilib, barcha o‘lchov ishlari 5 sekundlik burchak aniqligiga va 1.5 mm + 2 ppm masofa o‘lchash xatoligiga ega bo‘lgan Leica FlexLine TS07 elektron taxeometri yordamida olib borildi. Geodezik asoslash tarmog‘i yopiq poligonometriya yo‘llarini tortish orqali barpo etildi. Jami 3 nafar mutaxassisdan (1 nafar injener-geodezist va 2 nafar reykach) iborat dala brigadasi har bir piket nuqtasini vizual nishonga olish, prizmani vertikal saqlash va polar usulda fiksatsiya qilish yordamida apparat xotirasiga kiritdi. Bu mexanik jarayon bevosita insonning jismoniy tezligiga va optik ko‘rinish darajasiga to‘liq qaram bo‘lib, to‘siqlar ko‘p bo‘lgan sanoat zonalarida asbob stansiyalarini tez-tez o‘zgartirishni taqozo etdi.

Ikkinchi bosqichda topografik qidiruv ishlariga inson omilini keskin cheklovchi, to‘liq avtomatlashtirilgan raqamli kompleks (GNSS va UUA integratsiyasi) jalb qilindi. O‘lchov tarmog‘ini yaratish va yer usti tayanch nuqtalarining (Ground Control Points) mutlaq koordinatalarini aniqlash maqsadida Inertsial o‘lchov bloki (IMU) datchigi bilan jihozlangan Trimble R12i GNSS RTK qabul qilgichlari qo‘llanildi. Ushbu datchik



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

geodezik vaxa tayog‘ining 60 gradusgacha bo‘lgan og‘ish burchaklarini avtomatik ravishda matematik kompensatsiya qilib, ob-havo va to‘siqlardan qat‘i nazar nuqtani bir necha soniyada xatosiz yozib olish imkonini berdi. Hududning to‘liq relyef va vaziyat syomkasi esa DJI Matrice 300 RTK sanoat droni hamda unga integratsiya qilingan Zenmuse L1 lazerli skaneri (LiDAR) yordamida bajarildi. Parvozlar 80 metr barqaror balandlikda, marshrutlararo 70% qoplash (overlap) indeksi bilan amalga oshirildi. Lazer impulsining chastotasi soniyasiga 240,000 faol nuqta uzatish rejimida sozlandi. Ushbu yuqori chastota lazer to‘lqinlarining o‘simlik qoplami orasidan ham teshib o‘tib, bevosita yer sirtidan aniq signal qaytarishini kafolatladi.

Olingan ulkan hajmdagi syomka natijasi ma‘lumotlarini kameral qayta ishlash hamda metrologik sintez qilish jarayoni ilg‘or muhandislik dasturlari muhitida yagona standart asosida bajarildi. An‘anaviy guruhning taxeometrik ma‘lumotlari AutoCAD Civil 3D platformasida chiziqli interpolyatsiya qilinib, TIN (Triangulated Irregular Network) modeli yasalgan bo‘lsa, lazerli skanerlashdan olingan milliardlab “bulut nuqtalari” (Point Clouds) Trimble Business Center va Agisoft Metashape dasturiy majmualarida avtomatik tasniflandi hamda begona shovqinlardan tozalandi. Ikkala metodologiyaning yakuniy ishlab chiqarish va iqtisodiy samaradorligi vaqt xronometraji (sarflangan odam-soat miqdori), shakllantirilgan piketlar zichligi (1 kvadrat metrdagi informativ nuqtalar soni) hamda nazorat nuqtalariga nisbatan vertikal va gorizontal o‘rtacha kvadratik xatolik ($O'KX, M \pm m$) parametrlari bo‘yicha qat‘iy qiyoslandi. Miqdoriy axborotlarning statistik ishonchliligi IBM SPSS Statistics 26.0 dasturida dispersiyaviy tahlil va parametrik mezonlar (Styudentning t-mezoni) asosida $p < 0.05$ darajasida to‘liq tasdiqlandi.

Natijalar



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Dala va kameral tahlillar zamonaviy texnologiyalarning mutlaq texnik ustunligini raqamlarda tasdiqladi. 450 gektar hududni an’anaviy taxeometrik guruh xaritalashi uchun jami 38 ish kuni (912 odam-soat) sarflandi, bunda tezlik kuniga o‘rtacha 350-400 piketdan oshmadi. Bunga qat’iy javoban, integratsiyalashgan raqamli guruh xuddi shu maydonni 1.5 ish kunida (24 odam-soat) to‘liq skanerlashga muvaffaq bo‘ldi. Trimble R12i yordamida RTK rejimida ishlash qator uzatish nuqtalarini qurish zaruratini yo‘q qilib, nuqtani fiksatsiya qilish vaqtini 3-5 soniyagacha tushirdi. Dala ishlari davomiyligi 25 barobarga, mehnat sarfi esa 97% ga qisqardi.

Eng diqqatga sazovor kashfiyot informativ zichlikda namoyon bo‘ldi. Taxeometrik piketlar orasidagi 15-20 metrlik masofa dastur tomonidan chiziqli interpolyatsiya qilinib, mikro-chuqurliklarni e’tibordan chetda qoldirdi. Zenmuse L1 tizimi esa jami 1.8 milliarddan ortiq faol koordinatalarni qayd etdi. O‘simlik qoplami filtrlangandan so‘ng, toza relyef (Bare Earth) modelidagi nuqtalar zichligi 1 kvadrat metrga 450 ± 15 tani tashkil qildi. Nazorat nuqtalari tahlilida RRM ning vertikal balandlik bo‘yicha O‘KX ± 3.8 sm, gorizontol xatoligi ± 2.5 sm ekanligi tasdiqlandi (QMQ bo‘yicha ruxsat etilgan xatolik ± 5.0 sm). An’anaviy teodolit yo‘llarida xatolik to‘planib borib oxirgi nuqtada $\pm 6-8$ sm ga yetgan bo‘lsa, sun’iy yo‘ldosh tizimlarida har bir nuqta xatoligi mustaqil shakllanadi.

Muhokama

Ushbu empirik tafvutlar muhandislik xaritalash sanoatida yuz berayotgan fundamental epistemologik va kognitiv o‘zgarishlarni bevosita aks ettiradi. An’anaviy topografiyaning qat’iy selektiv yondashuvi inson miyasining subyektiv filtrlash qobiliyatiga, aprior charchoqqa va vizual illuziyalarga to‘liq tobedir. Retrospektiv tahlillar shuni fosh etdiki, geodezistning e’tiborsizligi yoki jismoniy toliqishi oqibatida relyefning bir nechta kritik burilish nuqtalari abrisdan va yakuniy chizmadan mutlaqo



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

tushib qoldirilgan. Bunga o‘ta qarama-qarshi o‘laroq, LiDAR texnologiyasi tanlanmaslik (non-selective) prinsipida faoliyat yuritib, obyektни maksimal zichlikdagi uzluksiz matematik matrisaga aylantiradi. Lazer to‘lqinlarining Multi-return (ko‘p karrali qaytish) fizik xususiyati nafaqat qalin qamishzorlar va butazorlarni teshib o‘tish, balki o‘simlik qoplarning o‘zini algoritmik tahlil qilib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri tuproq sirtidan birlamchi aniq signal qaytarish imkonini taqdim etdi.

Ayni paytda, GNSS qabul qilgichlariga o‘rnatilgan IMU (Inertial Measurement Unit) datchiklari Kalman filtrlari vositasida asbobning fazoviy holatini soniyasiga yuzlab marta hisoblab, reykadagi majburiy mexanik vertikalni yo‘qqa chiqardi. Bu inson harakatidan va burchak og‘ishidan kelib chiquvchi tizimli xatoliklarni avtomatik ravishda kompensatsiya qiladi. Xalqaro geomatika amaliyotidagi kabi, ommaviy fazoviy xaritalashda insonning fizyologik mehnatini to‘liq avtomatlashtirilgan mashina intellekti siqib chiqardi. Shunga qaramay, mahalliy byurokratik apparat hamon qog‘oz formatidagi xom ma’lumotlarni (abris) talab qilib, QMQ (Qurilish me’yorlari va qoidalari) normalarning bugungi muhandislik tezligidan qanchalik ortda qolganligini tasdiqlamoqda. Bu eski qoidalar raqamli texnologiyalar integratsiyasini sun’iy ravishda tormozlayotgan yagona institutsional to‘siq bo‘lib qolmoqda.

Ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati Mazkur tadqiqot geofazoviy qidiruv jarayonlarida turli avlod asboblarining operativ unumdorligi hamda olingan axborot zichligini murakkab morfologik relyef sharoitida miqdoriy jihatdan qiyoslagan kashshof empirik ishlardan biridir. An’anaviy teodolit-taxeometrik vizual o‘lchovlardan uzluksiz 3D lazer skanerlashga o‘tish jarayoni geodezik xatoliklarning vektor to‘planish (akkumulyatsiya) qonuniyatini qanday qilib izolyatsiyalangan, boshqariluvchi stoxastik darajaga tushirishi matematik jihatdan asoslandi.



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Tadqiqotning amaliy ahamiyati muhandislik kompaniyalarining bevosita moliyaviy arxitekturasida namoyon bo‘ladi. Loyiha va qidiruv institutlari dala faoliyatida jismoniy brigadalar, maosh, uzoq muddatli logistika va xavfsizlik xarajatlarini 90% dan ortiq qisqartirishiga erishishi ilg‘or asbob-uskunalar sarmoyasini bor-yo‘g‘i 4-6 oy ichida to‘liq rentabellikka aylantirishini kafolatlaydi. Lazerli texnologiyalar vositasida yig‘ilgan ko‘p o‘lchovli “bulut nuqtalari” shunchaki chizma material emas. Ular arxitektura va shaharsozlikni interaktiv boshqaruvchi BIM (Building Information Modeling), muhandislik GIS platformalari hamda kelajakdagi Raqamli Egizaklar (Digital Twins) texnologiyasi uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri eksport qilinuvchi mutlaq aniq, xatosiz va tayyor axborot fundamenti hisoblanadi.

Xulosa

Geodeziya va muhandislik qidiruvlari sanoatida ortga qaytmas texnologik tranzit davri yakuniga yetdi. Klassik teodolit va elektron taxeometrik usullar operativ vaqt, jismoniy mehnat va fazoviy axborot qamrovi metrikalari bo‘yicha integratsiyalashgan uchuvchisiz komplekslar bilan boshqa raqobatlasha olmaydi. Dala-qidiruv obyektlariga ketadigan haftalarni soatlarga, o‘lchovlardagi metrli noaniqliklarni millimetrli xavfsizlikka aylantirgan GNSS hamda LiDAR texnologiyalari zamonaviy muhandislarga shunchaki relyefni xaritalashni emas, balki keng ko‘lamli uzluksiz ma’lumotlar bazasini masofadan boshqarish intellektini taqdim etmoqda. Davlat geodeziya standartlarini, normativ-huquqiy hujjatlarni va OTM o‘quv dasturlarini ushbu raqamli reallikka zudlik bilan moslashtirish — bu milliy va mintaqaviy infratuzilma loyihalarini global sarmoyaviy standartlar darajasida shakllantirishning yagona, qat’iy va ratsional strategiyasidir.



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Foydalanilgan adabiyotlar (References)

1. Torge W, Müller J. Geodesy. 4th ed. Berlin, Boston: De Gruyter; 2021.
2. Kavanagh B, Mastin T. Surveying: Principles and Applications. 9th ed. London: Pearson; 2018.
3. Vosselman G, Maas HG. Airborne and Terrestrial Laser Scanning. Boca Raton: CRC Press; 2010.
4. Gikas V, Stratakos I. Estimating the accuracy of UAV photogrammetry and LiDAR integration for high-precision topographic mapping. *Autom Constr.* 2021;124:103565.
5. Ogundare JO. Precision Surveying: The Principles and Geomatics Practice. Hoboken: John Wiley & Sons; 2016.
6. Li D, Wang M, Li J. Spatial Data Infrastructure and its application in modern civil engineering. *Int J Applied Earth Obs.* 2022;112:102914.
7. Raximov E, Karimov F. Zamonaviy qurilishda geodezik asbob-uskunalar tahlili va innovatsion rivojlanish bosqichlari. *O‘zbekiston arxitektura va qurilish jurnali.* 2024;4(1):55-62.
8. Brown R. GNSS and LiDAR integration for civil infrastructure deformation analysis. *ISPRS J Photogramm Remote Sens.* 2023;197:88-101.
9. Johnson A, Evans R. Building Information Modeling and its reliance on spatial geodetic data. *Eng Struct.* 2022;258:114120.
10. Petrie G, Kennie TJM. Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering. London: Whittles Publishing; 2019.