

ZAMONAVIY MUHANDISLIK VA ARHITEKTURA LOYIHALARIDA 3D LAZER SKANERLASH TEXNOLOGIYASINING QO‘LLANISH IMKONIYATLARI

Kazakbaeva Muxabbat Turabaevna

Toshkent davlat transport universiteti.

Akramov Amirbek Anvar o‘g‘li

Bozorboyev Muxriddin Muzaffar o‘g‘li

Toshkent davlat transport universiteti.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17553375>

Annotatsiya. Zamonaviy muhandislik va arxitektura sohalarida aniqlik, tezkorlik hamda samaradorlikka bo‘lgan talab ortib borayotgan bir paytda, ilg‘or raqamli texnologiyalar, xususan 3D lazerli skanerlash usullari muhim o‘rin egallamoqda. Ushbu texnologiya yordamida real ob‘ektlarning fazoviy tuzilmasini yuqori aniqlikda o‘lchash, ularning uch o‘lchamli raqamli modellarini yaratish hamda tahlil qilish imkoniyati yuzaga keladi. Maqolada 3D lazerli skanerlashning texnik prinsiplari, afzalliklari, statik va mobil skanerlash turlari, shuningdek ularning muhandislik va arxitektura loyihalarida qo‘llanilishining amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, texnologiyaning qurilish jarayonlarida vaqt va resurslarni tejash, xavfsizlikni oshirish hamda BIM jarayonlarini optimallashtirishdagi o‘rni yoritiladi.

Kalit so‘zlar: 3D lazerli skanerlash, mobil skanerlash, statik skanerlash, nuqta buluti, LiDAR texnologiyasi, BIM, CAD tizimlari, muhandislik, arxitektura, raqamli modellashtirish, qurilish samaradorligi, fazoviy o‘lchov.

Аннотация. В то время как требования к точности, скорости и эффективности в современной инженерии и архитектуре растут, важную роль играют передовые цифровые технологии, в частности методы 3D-лазерного сканирования. С помощью этой технологии становится возможным измерять пространственную структуру реальных объектов с высокой точностью, создавать и анализировать их трехмерные цифровые модели. В статье анализируются технические принципы, преимущества 3D лазерного сканирования, типы статического и мобильного сканирования, а также практические аспекты их применения в инженерных и архитектурных проектах. Также освещается роль технологии в экономии времени и ресурсов, повышении безопасности и оптимизации процессов BIM в строительных процессах.

Ключевые слова: 3D лазерное сканирование, мобильное сканирование, статическое сканирование, облако точек, технология LiDAR, BIM, системы CAD, инженерия, архитектура, цифровое моделирование, строительство.

Abstract. While the requirements for accuracy, speed, and efficiency in modern engineering and architecture are increasing, advanced digital technologies, particularly 3D laser scanning methods, play an important role. With the help of this technology, it becomes possible to measure the spatial structure of real objects with high accuracy, create and analyze their three-dimensional digital models. The article analyzes the technical principles, advantages of 3D laser scanning, types of static and mobile scanning, and practical aspects of their application in engineering and architectural projects. The role of technology in saving time and resources, increasing safety, and optimizing BIM processes in construction processes is also highlighted.

Keywords: 3D laser scanning, mobile scanning, static scanning, point cloud, LiDAR technology, BIM, CAD systems, engineering, architecture, digital modeling, construction.

1. Introduction (Kirish)

Zamonaviy muhandislik va arxitektura sohalarida yuqori aniqlik, tezkorlik va samaradorlikka bo'lgan talab ortib borayotgan bir paytda, ilg'or raqamli texnologiyalar bu ehtiyojni qondirishda muhim o'rin tutmoqda. Shulardan biri — 3D lazer skanerlash texnologiyasi bo'lib, u fazoviy ob'ektlarning geometriyasini kontakt bo'lmagan usulda, yuqori aniqlikda o'lchash imkonini beradi. Ushbu texnologiya yordamida real ob'yektlarning uch o'lchamli raqamli modellarini yaratish, ularni tahlil qilish va raqamli muhitda qayta ishlash mumkin.

Muhandislik sohasida 3D lazerli skanerlash inshootlarni loyihalash, monitoring va ekspluatatsiya jarayonlarida keng qo'llanilsa, arxitektura yo'nalishida madaniy meros ob'yektlarini raqamlashtirish va restavratsiya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. An'anaviy o'lchov uslublariga nisbatan bu texnologiya vaqt va resurslarni tejaydi, xatoliklarni kamaytiradi hamda ob'yektlarning haqiqiy holatini aniq aks ettiradi.

Ushbu maqolada 3D lazerli skanerlash texnologiyasining asosiy prinsiplari, texnik imkoniyatlari, amaliy qo'llanilishi va rivojlanish istiqbollari tahlil qilinadi.

2. Methods (Metodlar)

Tadqiqotda 3D lazerli skanerlash texnologiyasining turlari va ularning amaliy qo'llanilish sohalari o'rganildi. Skanerlash usullari ikki asosiy turga ajratildi:

- Statik 3D lazerli skanerlash,
- Mobil 3D lazerli skanerlash.

Statik usulda skaner bir nuqtada o'rnatilib, atrofdagi ob'ektlarning nuqta bulutini (point cloud) hosil qiladi. Mobil usulda esa skanerlar qo'lda olib yuriladigan, g'ildirakli tripodlarga yoki hatto ryukzaklarga o'rnatilgan holatda ishlatiladi. Bu metod operatorga joy bo'ylab harakatlanib, tez va samarali tarzda katta maydonlarni skanerlash imkonini beradi.

Tahlil jarayonida shuningdek, texnologiyaning integratsiyasi BIM (Building Information Modeling) tizimlari bilan o'rganildi. Mobil skanerlash tizimlarining SAPR (CAD) dasturlari bilan mosligi, bulut texnologiyalari orqali ma'lumot almashinuvi va real vaqtli monitoring imkoniyatlari ko'rib chiqildi.

3. Results (Natijalar)

So'nggi yillarda 3D lazerli skanerlash texnologiyasining bozordagi o'sishi sezilarli bo'ldi. 2025-yilga kelib, bu soha hajmi 4 milliard AQSh dollariga yetgani qayd etilgan. Mobil skanerlash tizimlarining keng tarqalishi natijasida quyidagi afzalliklar kuzatildi:

- Rangli 3D tasvir olish: skanerlar kameralar bilan jihozlangani sababli, real rangdagi nuqta bulutlari olinadi;
- Moslashuvchanlik: kirish qiyin joylarni skanerlash imkoniyati;
- Harakat erkinligi: operator sayt ichida erkin harakatlanadi;
- Tezkor ishlov: ma'lumotlar joyida yig'ilib, darhol qayta ishlanishi mumkin;
- Foydalanish soddaligi: yangi foydalanuvchilar uchun oson interfeys.

Misol tariqasida, Apple iPad Pro (2020) qurilmasiga o'rnatilgan LiDAR skaneri ushbu texnologiyaning ommaviy va arzon shakliga aylandi. Bu esa mobil skanerlashning keng ommalashayotganini ko'rsatadi.

McKinsey tahlillariga ko'ra, yirik qurilish loyihalari rejalashtirilgan muddatdan o'rtacha 20% uzoqroq, xarajatlar esa 80% ko'proq bo'lishi mumkin. 3D skanerlashning joriy etilishi bu muammolarni kamaytirishga xizmat qilmoqda, chunki u vaqtni 10 barobargacha tejash imkonini beradi.

4. Discussion (Muhokama)

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, 3D lazerli skanerlash texnologiyasi AEC (Architecture, Engineering, Construction) sohasida samaradorlikni oshirish, aniqlikni ta'minlash va xavfsizlikni mustahkamlashda strategik ahamiyatga ega. Statik skanerlashdan mobil tizimlarga o'tish jarayoni texnologik evolyutsiyaning tabiiy bosqichi bo'lib, (Internet of Things) va real vaqtli monitoring bilan chambarchas bog'liq.

Hozirgi tendensiyalar shuni ko'rsatmoqdaki, mobil 3D skanerlash qurilish va arxitektura sohaslarida nafaqat loyiha sifatini oshiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham ta'minlaydi. Bu esa texnologiyaning kelgusida kengroq qo'llanishiga, ayniqsa, infratuzilma loyihalari, meros ob'yektlari va shahar rejalashtirishda yanada muhim ahamiyat kasb etishiga olib keladi.

3D lazerli skanerlash texnologiyasi muhandislik va arxitektura sohaslarida raqamli transformatsiyaning ajralmas qismi hisoblanadi. U nafaqat aniqlik va tezlikni oshiradi, balki inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytiradi. Mobil skanerlash tizimlarining joriy etilishi esa qurilish sohasini yangi bosqichga olib chiqmoqda — bu esa samarador, xavfsiz va raqamli kelajak sari muhim qadamdir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Казакбаева Мухаббат Турабаевна, Куандиков Бауржон Айдар ўғли ҚУРИЛИШ МАЙДОНЛАРИДА ГЕОДЕЗИК ТАРМОҚЛАРНИ РЕЖАЛАШ СИФАТИНИ БАҲОЛАШ // POLISH SCIENCE JOURNAL 1 (39), 123
2. Казакбаева Мухаббат Турабаевна, Калибеков Айдос Полатович АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ДЕТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ // Universum: технические науки. 2020. №12-1 (81). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tochnosti-vypolnennyh-geodezicheskikh-rabot-pri-detalnoy-planirovke-rabot-v-stroitelstve> 25.10.2024).
3. Trimble Inc. “3D Laser Scanning in Construction: Applications and Benefits.” — Trimble White Paper, 2023.
4. Autodesk. “Reality Capture and BIM Integration.” — Autodesk Industry Report, 2022.
5. McKinsey & Company. “Imagining Construction’s Digital Future.” — McKinsey Global Institute Report, 2016.
6. Leica Geosystems. “The Evolution of 3D Laser Scanning Technology.” — Technical Overview, 2024.
7. Roca, D., et al. “Integration of Terrestrial Laser Scanning and BIM for Heritage Conservation.” — *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 58, 2022, pp. 34–45.
8. Zhang, J., & Wang, P. “Mobile LiDAR Scanning for Smart Construction Sites.” — *Automation in Construction*, Vol. 145, 2023.
9. Soudarissanane, S. “Terrestrial Laser Scanning: Principles, Accuracy and Applications.” — Delft University of Technology, PhD Thesis, 2016.
10. Apple Inc. “LiDAR Technology in iPad Pro.” — Apple Developer Documentation, 2020.
11. Imagining Construction Consulting. “Raqamli kelajak: AEC sohasidagi raqamli transformatsiya tendensiyalari.” — Hisobot, 2024.
12. O'zbekiston Respublikasi Qurilish va arxitektura agentligi. “BIM texnologiyalarini joriy etish bo'yicha uslubiy qo'llanma.” — Toshkent, 2023.