UDK 72.025

# BUXORODAGI ARSLONXON MINORASI ATROFIDAGI YO‘QOLGAN TARIXIY QURILISHLARNI ARXIV XARITALARI VA RASMLAR ASOSIDA VIRTUAL QAYTA QURISH

**Ibragimov Sh.J.**

**katta o‘qtuvchi, TAQU**

**Annotatsiya.** Arslonxon minorasi atrofida yo‘qolgan inshootlarning tarixiy joylashuvi va o‘zaro fazoviy aloqalari alohida manbalarda tarqoq aks etgani sababli yodgorlik ansamblining dastlabki tuzilishini aniq talqin qilish muammosi mavjud. Mazkur tezis tarixiy muhitni arxiv xaritalari va tasviriy dalillar orqali virtual qayta qurishning restavratsion imkoniyatlarini belgilashga qaratildi. Tarixiy-qiyosiy tahlil, kartografik qatlamlashtirish, fotogrammetrik talqin va georeferensiyalash usullari birlashtirilib, xaritadagi chegaralar, yo‘laklar, hovli konturlari hamda tasvirlarda ko‘rinadigan hajmiy belgilar yagona fazoviy modelga kiritildi. Tahlil uchta tarixiy qatlamni ajratdi; yettita yo‘qolgan qurilish izi qayd etildi, ularning beshtasi kamida ikki xil dalil bilan tasdiqlandi. Qayta tiklangan sxemada minoraga yo‘nalgan ikki asosiy harakat o‘qi va markaziy ochiq makon bilan bog‘langan to‘rtta funksional zona aniqlandi. Natijada virtual model mavjud inshootlarni taxminiy bezak bilan to‘ldirish emas, balki dalillar darajasini ko‘rsatadigan qatlamli rekonstruksiya vositasi sifatida shakllantirildi. Taklif etilgan uslub tarixiy muhitni muhofaza qilish, restavratsiya konsepsiyasini asoslash va keyingi BIM modellashtirish uchun tekshiriladigan fazoviy baza yaratadi.

**Kalit so‘zlar:** arxiv kartografiyasi, fotogrammetrik talqin, georeferensiyalash, tarixiy muhit, virtual rekonstruksiya, yo‘qolgan inshootlar

**Аннотация:** Пространственная структура ансамбля вокруг минарета Арслонхана остается трудно интерпретируемой, поскольку сведения об исчезнувших сооружениях разрознены по картографическим и изобразительным материалам. Тезис посвящен определению возможностей виртуальной реконструкции исторической среды для реставрационного проектирования. Историко-сравнительный анализ, послойная обработка карт, фотограмметрическая

интерпретация и геопривязка были объединены в единой процедуре; контуры границ, проходов, дворов и объемные признаки изображений перенесены в пространственную модель. Анализ выявил три исторических слоя и зафиксировал семь следов утраченных построек, причем пять из них подтверждены как минимум двумя различными свидетельствами. В реконструированной схеме определены две главные оси движения к минарету и четыре функциональные зоны, связанные с центральным открытым пространством. Виртуальная модель представлена не как свободное восстановление декоративных деталей, а как послойный инструмент, отображающий степень доказательности каждого элемента. Предложенная методика формирует проверяемую пространственную основу для охраны исторической среды, обоснования реставрационной концепции и последующего BIM-моделирования.

**Ключевые слова:** архивная картография, фотограмметрическая интерпретация, геопривязка, историческая среда, виртуальная реконструкция, утраченные сооружения

**Abstract:** The spatial structure of the ensemble around the Arslonkhan minaret remains difficult to interpret because evidence about its vanished buildings is dispersed across maps and visual records. This thesis examines how virtual reconstruction can support the restoration-oriented reading of the historical environment. Historical comparison, layered map analysis, photogrammetric interpretation, and georeferencing were combined in one workflow; boundary lines, paths, courtyard outlines, and volumetric features visible in images were transferred into a unified spatial model. The analysis distinguished three historical layers and recorded seven traces of lost structures, five of which were supported by at least two independent types of evidence. The reconstructed scheme identified two principal movement axes directed toward the minaret and four functional zones connected to a central open space. The virtual model therefore operates not as an unrestricted completion of decorative details, but as a layered reconstruction tool that displays the evidential status of each element. The proposed method provides a verifiable spatial basis for historical-environment protection, restoration-concept development, and subsequent BIM modeling.

**Keywords:** archival cartography, photogrammetric interpretation, georeferencing, historical environment, virtual reconstruction, lost structures

Buxorodagi Arslonxon (Kalon) minorasi 1127-yilda Qoraxoniy hukmdor Arslonxon Muhammad davrida barpo etilgan bo‘lib, Markaziy Osiyo me’morchiligining yetakchi yodgorliklaridan biri hisoblanadi [1]. Minora atrofidagi Poi-Kalon ansambli Shayboniylar davrida yakuniy shaklga kelgan, biroq keyingi asrlarda uni o‘rab turgan turar joy, savdo va yordamchi inshootlarning katta qismi yo‘qolgan [2; 3]. Natijada yodgorlik o‘z tarixiy muhitidan ajralgan holda idrok etiladi, bu esa Jahon merosi ro‘yxatidagi “Buxoro tarixiy markazi” muhofazasi uchun fazoviy yaxlitlikni ilmiy asosda tiklash masalasini dolzarb qiladi.

Yo‘qolgan inshootlar haqidagi ma’lumotlar arxiv xaritalari, tarixiy fotosuratlar va tavsiflar orasida tarqoq bo‘lib, ularni o‘zaro qiyoslashning tekshiriladigan uslubi hali shakllanmagan. Mahalliy restavratsiya tadqiqotlari asosan saqlangan inshootlarning tarixi va texnik holatiga qaratilgan [4; 5], yo‘qolgan muhitni dalillarga tayangan holda tiklash esa yetarlicha o‘rganilmagan. Tadqiqot obyekti — Arslonxon minorasi atrofidagi tarixiy muhit, predmeti — uning yo‘qolgan qurilishlari fazoviy tuzilmasini virtual qayta qurish usullari. Ishning maqsadi — arxiv xaritalari va tasviriy manbalar asosida har bir elementning dalil darajasi ko‘rsatilgan virtual rekonstruksiya uslubini ishlab chiqish. Vazifalar: 1) arxiv xaritalarini georeferensiyalab, yo‘qolgan qurilishlar izlarini aniqlash; 2) tasviriy manbalar orqali hajmiy-kompozitsion belgilarni aniqlash; 3) natijalarni dalil darajasiga ko‘ra qatlamlangan BIM modeliga birlashtirish.

Tadqiqot to‘rt bosqichda olib borildi. Birinchi bosqichda turli davrlarga oid arxiv xaritalari va shahar rejalari raqamlashtirilib, saqlangan yodgorliklar — minora, Kalon masjidi va Mir Arab madrasasi — tayanch nuqtalar sifatida olingan holda zamonaviy topografik asosga georeferensiyalandi; eski xaritalarning geometrik aniqligi transformatsiya qoldiqlari orqali baholandi [6]. Ikkinchi bosqichda tarixiy fotosuratlar va chizmalardagi inshootlar perspektiv geometriya hamda saqlangan obyektlarning ma’lum o‘lchamlari yordamida talqin qilindi [7]. Uchinchi bosqichda aniqlangan izlar Buxoro guzarlari va mahalla tuzilmasiga oid tarixiy-etnografik ma’lumotlar bilan qiyoslandi [2]. To‘rtinchi

bosqichda natijalar tarixiy binolarni axborot modellashtirish (HBIM) yondashuvi asosida parametrik modelga o‘tkazildi [8; 9].

Rekonstruksiyaning ilmiy shaffofligini ta’minlash uchun har bir elementga London xartiyasi tamoyillariga mos dalil darajasi berildi [10]: A — saqlangan yoki o‘lchangan element; B — kamida ikki mustaqil manba bilan tasdiqlangan element; C — bitta manbaga tayangan gipotetik element.

Ushbu tadqiqot natijalari va tahlili Georeferensiyalangan xaritalarni qatlamma-qatlam qiyoslash minora atrofida uchta tarixiy qatlamni ajratish imkonini berdi: saqlangan minora va ansambl yadrosi; xaritalarda qayd etilgan, biroq hozir mavjud bo‘lmagan qurilishlar; faqat tasviriy manbalarda ko‘rinadigan fasad qismlari. Jami yettita yo‘qolgan qurilish izi aniqlanib, ular uch tipga ajratildi: hovli perimetri, yo‘lakni chegaralovchi yordamchi inshoot va marosimiy kompozitsiyani to‘ldiruvchi ayvon. Ushbu tasnif Markaziy Osiyo yodgorliklarida hajmiy tuzilma bilan shahar muhitining o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatgan tipologik tadqiqotlarga tayanadi [1]. Xaritadagi devor chiziqlari tasvirlardagi fasad ritmi bilan solishtirilganda, minoraga yaqin qurilishlar past qavatli, gorizontal yo‘nalishdagi kompozitsiya hosil qilgani va shu orqali minoraning vertikal dominantligini kuchaytirgani aniqlandi.

***1-jadval. Arxiv xaritalari va rasmlar asosida tarixiy qatlamlar qiyosi***

| Dalil turi | Aniqlangan belgi | Virtual modeldagi ifoda |
|---|---|---|
| Arxiv xaritasi | Devor va yo‘lak o‘qlari | Georeferensiyalangan reja |
| Tarixiy rasm | Ayvon ritmi va muqarnas bezak elementi | Fasad moduli |
| Qiyosiy tipologiya | Hovli-perimetr aloqasi | BIM hajmiy birligi |

*Manba: muallif tomonidan tuzilgan*

1-jadvaldan ko‘rinadiki, xaritalar inshootlarning rejadagi joylashuvini, tasviriy manbalar esa ularning hajmiy-kompozitsion belgilarini aniqlaydi, ya’ni ikki manba turi bir-birini to‘ldiradi. Yettita izning beshtasi kamida ikki xil dalil bilan tasdiqlanib, B darajasiga kiritildi; qolgan ikkitasi bitta manbaga tayangani uchun C darajasidagi gipotetik qatlamda qoldirildi. Tasvirlardagi perspektiv qisqarishlar bevosita o‘lcham sifatida qabul qilinmay, saqlangan yodgorliklarning ma’lum o‘lchamlari bilan tekshirildi. Muqarnas bezak elementi,

ayvon oralig‘i va devor balandligi modelga faqat dalil darajasi bilan birga kiritildi; bu tarixiy shaklni taxminiy bezakdan ajratish talabiga mos keladi [5].

Qayta tiklangan sxemada minoraga yo‘nalgan ikki asosiy harakat o‘qi va markaziy ochiq makon bilan bog‘langan to‘rtta funksional zona aniqlandi. Hajmiy nisbatlarni tekshirishda Temuriylar davri me’morchiligiga oid qiyosiy tavsiflardan foydalanildi [11], chunki ansamblning minoradan keyingi qatlamlari shu an’ana davomida shakllangan. Arxiv tasvirlari, konstruktiv holat va restavratsiya bosqichlarini birgalikda talqin qilish tajribasi [4] model qatlamlarini restavratsiya qarorlari bilan bog‘lash imkonini berdi. Natijada BIM modelidagi har bir element manbasi va dalil darajasi bilan atributlandi; bu modelni oddiy vizualizatsiyadan tekshiriladigan ilmiy hujjatga aylantiradi [9].

Ushbu tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar kelib chiqdi:

1. Arxiv xaritalari va tasviriy manbalarni yagona georeferensiyalangan fazoviy tizimga birlashtirish Arslonxon minorasi atrofida uchta tarixiy qatlam va yettita yo‘qolgan qurilish izini aniqlash imkonini berdi; ularning beshtasi kamida ikki mustaqil dalil bilan tasdiqlandi.

2. Dalil darajasiga (A, B, C) ko‘ra qatlamlangan BIM modeli virtual rekonstruksiyani taxminiy vizualizatsiyadan ajratadi hamda restavratsiya konsepsiyasi va muhofaza zonalarini asoslash uchun tekshiriladigan baza yaratadi.

3. Keyingi bosqichda C darajasidagi elementlarni arxeologik zondajlar va fotogrammetrik o‘lchovlar bilan tekshirish, shuningdek, 8–9 ballik (MSK-64) seysmik hududda rekonstruksiya takliflarining konstruktiv xavfsizligini baholash maqsadga muvofiq.

**Adabiyotlar ro‘yxati**

1. Пугаченкова Г.А., Рempель Л.И. История искусств Узбекистана с древнейших времен до середины девятнадцатого века. — М.: Искусство, 1965. — 688 с.

2. Сухарева О.А. Бухара. XIX – начало XX в. (Позднефеодальный город и его население). — М.: Наука, 1966. — 327 с.

3. Historic Centre of Bukhara // UNESCO World Heritage Centre. — URL: https://whc.unesco.org/en/list/602/ (murojaat sanasi: 13.10.2026).

4. Beknazarova M.B. To the Study of the History of Restoration and Architecture of

the Tashkent Madrasah Barakkhan of the 16th Century // Journal of Architectural Design. — 2023. — Vol. 17. — P. 28–36. — URL: https://geniusjournals.org/index.php/jad/article/view/3828 (murojaat sanasi: 13.10.2026).

5. Narkulov O.O. Directions for Restoration of Architectural Monuments // Journal of Architectural Design. — 2022. — Vol. 6. — P. 18–21. — URL: https://geniusjournals.org/index.php/jad/article/view/1513 (murojaat sanasi: 13.10.2026).

6. Balletti C. Georeference in the analysis of the geometric content of early maps // e-Perimetron. — 2006. — Vol. 1, No. 1. — P. 32–42.

7. Remondino F. Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning // Remote Sensing. — 2011. — Vol. 3, No. 6. — P. 1104–1138. — DOI: 10.3390/rs3061104.

8. Murphy M., McGovern E., Pavia S. Historic building information modelling (HBIM) // Structural Survey. — 2009. — Vol. 27, No. 4. — P. 311–327. — DOI: 10.1108/02630800910985108.

9. López F.J., Lerones P.M., Llamas J., Gómez-García-Bermejo J., Zalama E. A review of heritage building information modeling (H-BIM) // Multimodal Technologies and Interaction. — 2018. — Vol. 2, No. 2. — Art. 21. — DOI: 10.3390/mti2020021.

10. The London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage. Version 2.1 / ed. H. Denard. — London: King‘s College London, 2009. — URL: https://londoncharter.org/ (murojaat sanasi: 13.10.2026).

11. Golombek L., Wilber D. The Timurid Architecture of Iran and Turan. — Princeton: Princeton University Press, 1988. — Vol. 1–2.