ISSN: 2181-3906 2026

International scientific journal
«MODERN SCIENCE AND RESEARCH»
VOLUME 5 / ISSUE 11 / UIF:8.2 / MODERNSCIENCE.UZ

TARIXIY BINONING RAQAMLI PASPORTINI YARATISH: ME'MORIY MEROS OBYEKTLARINI HUJJATLASHTIRISH VA MONITORING QILISH METODIKASI

Yunusov Shokir Mamatovich
(ilmiy rahbar), arxitektura bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
Buxoro davlat texnika universiteti Arxitektura kafedrasi.
Bekmurodova Shaxnoza Elmurod qizi
Buxoro davlat texnika universiteti 1-bosqich magistri.
e-mail: *sh907116118@icloud.com*
https://doi.org/10.5281/zenodo.24551992

Annotatsiya. *Maqolada tarixiy binolarning tarixiy, me'moriy, konstruktiv va texnik holati haqidagi ma'lumotlarni yagona raqamli muhitda jamlash, muntazam yangilash va monitoring qilish metodikasi taklif etilgan. «Raqamli pasport» modeli to'qqizta o'zaro bog'langan ma'lumot qatlamidan (tarix, fotosurat, chizma, 3D model, materiallar, shikastlanishlar, restavratsiya tarixi, monitoring, tavsiyalar) iborat. Texnik holat indeksi, xavf va qadriyatga asoslangan ustuvorlik ko'rsatkichi hamda monitoring protokoli ishlab chiqilgan. Metodika qarorlarni subyektiv baholashdan ma'lumotga asoslangan boshqaruvga o'tkazadi va raqamli platforma ko'rinishida joriy etilishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *raqamli pasport, me'moriy meros, hujjatlashtirish, monitoring, HBIM, 3D skanerlash, fotogrammetriya, texnik holat indeksi.*

Аннотация. *В статье предложена методика создания цифрового паспорта исторического здания, объединяющего историко-архивные, архитектурно-обмерные, конструктивные и технические сведения в единой информационной среде и обеспечивающего мониторинг его состояния. Модель включает девять взаимосвязанных информационных слоёв. Разработаны интегральный индекс технического состояния, показатель приоритетности работ на основе риска и ценности объекта, а также протокол мониторинга.*

Ключевые слова: *цифровой паспорт, архитектурное наследие, документирование, мониторинг, HBIM, 3D-сканирование, фотограмметрия, индекс технического состояния.*

Abstract. *The paper proposes a methodology for creating a digital passport of a historic building that integrates historical, architectural, structural and technical information in a single environment and supports condition monitoring. The model comprises nine interlinked data layers. A technical condition index, a risk-and-value-based priority indicator and a monitoring protocol are introduced.*

Keywords: *digital passport, architectural heritage, documentation, monitoring, HBIM, 3D scanning, photogrammetry, condition index.*

1. Kirish

Tarixiy binolar madaniy merosning moddiy va qaytarib bo'lmaydigan qismidir. Ularning yo'qolishi nafaqat me'moriy shaklni, balki tarixiy va ilmiy ma'lumotlarni ham yo'qotishga olib keladi.

Tarixiy binolarni samarali muhofaza qilish uchun ularning tarixiy, me’moriy, konstruktiv va texnik holati haqidagi ma’lumotlarni muntazam yangilab borish zarur. Amaliyotda esa bu ma’lumotlar turli idoralar arxivlarida, qog‘oz hujjatlarda va alohida loyihalarda tarqoq holda saqlanadi, ko‘pincha eskirgan yoki o‘zaro mos kelmaydi. Natijada konservatsiya va ta’mirlash qarorlari to‘liq bo‘lmagan, vaqt bo‘yicha uzilgan ma’lumotga tayanadi.

Mavjud pasportlashtirish tizimlarining uchta kamchiligi bor: (1) ma’lumotlar o‘zaro bog‘lanmagan, ya’ni fotosurat chizma bilan, shikastlanish material bilan bog‘lanmagan; (2) holat dinamikasi kuzatilmaydi; (3) ma’lumotdan qaror chiqarishning rasmiylashtirilgan mexanizmi yo‘q. Raqamli pasport ushbu ma’lumotlarni yagona tizimda saqlash va obyekt holatini monitoring qilish imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi — me’moriy meros obyekti uchun raqamli pasport yaratish, uni muntazam yangilash va monitoring qilishning yaxlit metodikasini ishlab chiqish. **Vazifalar:** pasport qatlamlari tuzilmasini aniqlash; hujjatlashtirish usullari va aniqlik darajalarini tizimlashtirish; texnik holatning miqdoriy indeksini taklif etish; monitoring protokoli va tavsiyalarni ustuvorlashtirish mexanizmini ishlab chiqish; metodikani platforma sifatida amalga oshirish arxitekturasi va xavflarini baholash. **Tadqiqot obyekti** — tarixiy binolar va me’moriy yodgorliklar; **predmeti** — ularni hujjatlashtirish, raqamli modellashtirish va holat monitoringining metodik asoslari. **Ilmiy yangilik** — pasportning to‘qqiz qatlamli o‘zaro bog‘langan modeli, hujjatlashtirish aniqligining uch darajali tizimi hamda texnik holat va ustuvorlik indekslarining yagona metodikaga birlashtirilishidan iborat.

2. Adabiyotlar tahlili

Meros obyektlarini hujjatlashtirish tamoyillari xalqaro hujjatlarda mustahkamlangan. Venetsiya xartiyasi (1964) yodgorliklarni saqlashda hujjatlashtirish zarurligini belgilagan [1]; ICOMOS yozib olish tamoyillari (1996) uni konservatsiyaning ajralmas bosqichi deb biladi [2]; Burra xartiyasi (2013) avval obyektning ahamiyatini aniqlab, so‘ngra choralarni tanlashni nazarda tutuvchi qadriyatga asoslangan yondashuvni asoslaydi [3]. ICOMOS ISCARSAH tamoyillari (2003) tashxis, monitoring va minimal aralashuv qoidalarini belgilaydi [4]. Getty konservatsiya instituti nashri hujjatlashtirish va axborotni boshqarishni konservatsiya jarayoni bilan bog‘lashni tavsiya etadi [5].

Texnik usullar bo‘yicha Remondino fotogrammetriya va lazerli skanerlash imkoniyatlarini, ularning aniqlik va narx jihatidan farqini tizimlashtirgan [6]; Hassani hujjatlashtirish texnikalarining imkoniyat va cheklovlarini ko‘rib chiqqan [7]. Axborot modellashtirish yo‘nalishida Murphy va hamkasblari tarixiy binolar uchun HBIM tushunchasini kiritgan [8]; Volk va hamkasblari mavjud binolar uchun BIM qo‘llanishidagi qiyinchiliklarni, jumladan nostandart geometriya va ma’lumotni yangilash muammolarini tahlil qilgan [9]; Barazzetti va hamkasblari lazer skanerlash ma’lumotidan tarixiy BIM yaratish va uni konstruktiv hisobga uzatish yo‘lini ko‘rsatgan [10]. Ma’lumot almashinuvi uchun IFC (ISO 16739-1) [11], madaniy meros ontologiyasi uchun CIDOC CRM (ISO 21127) [12], axborotni boshqarish uchun ISO 19650 seriyasi [13] asos bo‘ladi. Shikastlanishlarni sun’iy intellekt yordamida aniqlash usullari ko‘rib chiqilgan [14].

Shunday qilib, geometriyani olish, axborotni modellashtirish va konservatsiya tamoyillari alohida rivojlangan, biroq ularni tarix, materiallar, shikastlanishlar, monitoring va tavsiyalarni bitta aylanma jarayonda birlashtiruvchi yaxlit metodika yetarlicha ishlab chiqilmagan. Mahalliy sharoitda meros obyektlarini muhofaza qilishning huquqiy asosi qonunchilikda belgilangan [15], ammo pasportlarni raqamli, yangilanadigan va o‘zaro bog‘langan shaklda yuritish keng yo‘lga qo‘yilmagan. Bu bo‘shliq tadqiqotning dolzarbligini tasdiqlaydi.

3. Tadqiqot metodikasi

3.1. Konsepsiya. Raqamli pasport bir martalik hujjat emas, balki obyektning butun hayot sikli davomida yangilanuvchi ma’lumot modeli sifatida qaraladi. Metodika quyidagi tamoyillarga tayanadi: yagona ma’lumot manbai; har bir yozuvning obyekt elementi (devor, ustun, gumbaz, bezak bo‘lagi) va sanaga bog‘lanishi; manbaning izlanuvchanligi (muallif, usul, sana, ishonchlilik darajasi); minimal aralashuv va qaytariluvchanlik tamoyili [3, 4]; uzoq muddatli saqlash uchun ochiq formatlar [11–13].

3.2. To‘qqiz qatlamli ma’lumot modeli. Pasportning mantiqiy zanjiri: **tarix → fotosurat → chizma → 3D model → materiallar → shikastlanishlar → restavratsiya tarixi → monitoring → tavsiyalar.** Zanjir yopiq sikl sifatida ishlaydi: monitoring natijalari tavsiyalarni, tavsiyalarning bajarilishi esa restavratsiya tarixi va shikastlanishlar qatlamini yangilaydi (1-jadval).

1-jadval. Raqamli pasportning ma’lumot qatlamlari

№	Qatlam	Mazmuni	Usul va format	Yangilanishi
1	Tarix	Qurilish davri, ustalar, funksiyalar, egalik, xronologiya	Arxiv tadqiqoti, CIDOC CRM tuzilmasi	Yangi manba topilganda
2	Fotosurat	Umumiy, fasad, interyer, detal, tarixiy suratlar	RAW/JPEG, EXIF, koordinata bog‘lanishi	Yiliga 1 marta
3	Chizma	Reja, kesim, fasad, tarixiy chizmalar	CAD (DWG/DXF), vektor	Aralashuvdan keyin
4	3D model	Nuqtalar buluti, mesh, HBIM	Lazer skaner, fotogrammetriya (E57, glTF, IFC)	3–5 yilda
5	Materiallar	G‘isht, tosh, yog‘och, suvoq, naqsh; tarkibi va xossalari	Vizual tahlil, laboratoriya, noinvaziv usullar	Sinovdan keyin
6	Shikastlanishlar	Yoriq, namlik, tuz chiqishi, deformatsiya, yo‘qotish	Fasadda xaritalash	Yiliga 1–2 marta
7	Restavratsiya tarixi	O‘tgan ta’mir va konservatsiya ishlari	Loyiha hujjatlari, dalolatnomalar	Har bir ishdan keyin
8	Monitoring	Datchik va davriy tekshiruv ma’lumotlari, chegaralar	IoT, UAV, vaqt qatorlari	Uzluksiz yoki davriy
9	Tavsiyalar	Ustuvorlashtirilgan chora-	Qoidaga asoslangan tahlil,	Har

ISSN: 2181-3906 2026

International scientific journal
«MODERN SCIENCE AND RESEARCH»
VOLUME 5 / ISSUE 11 / UIF:8.2 / MODERNSCIENCE.UZ

№	Qatlam	Mazmuni	Usul va format	Yangilanishi
		tadbirlar	ekspert xulosasi	monitoring siklida

3.3. Hujjatlashtirish darajalari. Obyektlarning ahamiyati va moliyaviy imkoniyatlari turlicha bo‘lgani uchun hujjatlashtirish uch darajaga bo‘linadi (2-jadval). Hujjatlashtirishda CIPA tomonidan ishlab chiqilgan «3x3» qoidalaridan foydalanish tavsiya etiladi [16].

2-jadval. Hujjatlashtirish darajalari

Daraja	Maqsad	Geometriya usuli	Aniqlik (yo‘naltiruvchi)
A (bazaviy)	Inventarizatsiya	Kamera, oddiy fotogrammetriya	santimetr
B (standart)	Holatni baholash, monitoring	UAV va yerdan fotogrammetriya	mm – sm
C (yuqori)	Restavratsiya loyihasi, konstruktiv tahlil	Yerdan lazer skanerlash, HBIM	millimetr

3.4. Texnik holat indeksi (THI). Obyekt holatini miqdoriy baholash uchun elementlar guruhlari bo‘yicha ekspert balli asosida integral indeks taklif etiladi. Har bir guruh uchun holat bahosi s_i 0 dan 5 gacha shkalada beriladi (0 — shikast yo‘q; 5 — avariya), guruh ahamiyati esa og‘irlik koeffitsiyenti w_i bilan ifodalanadi ($\Sigma w_i = 1$):

$$\mathbf{THI = 100 - 20 \cdot \Sigma (w_i \cdot s_i)}$$

3-jadval. Baholash guruhlari va dastlabki og‘irliklar

Guruh	Mazmuni	w_i
Yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar	poydevor, devor, ustun, arka, gumbaz	0,30
Fasad va bezak	suvoq, naqsh, sirlangan bezak	0,15
Tom va suv chiqarish	yopma, tomchi suv oqizish	0,15
Namlik rejimi	kapillyar namlik, kondensat, tuz	0,15
Material degradatsiyasi	eroziya, biologik shikast	0,10
Muhandislik tizimlari	elektr, suv, yong‘in xavfsizligi	0,10
Atrof-muhit ta’siri	zilzila, yer osti suvi, tebranish	0,05

Og‘irliklar dastlabki qiymat bo‘lib, Delphi va ierarxiyalar tahlili (AHP) usullari bilan kalibrlanishi lozim. Holat toifalari: 80–100 — yaxshi; 60–79 — qoniqarli (rejali kuzatuv); 40–59 — qoniqarsiz (aralashuvni rejalashtirish); 20–39 — yomon (shoshilinch konservatsiya); 20 dan past — avariya xavfi.

3.5. Monitoring protokoli uch pog‘onali: (1) *vizual davriy tekshiruv* — yiliga kamida 1–2 marta va zilzila, kuchli yog‘in kabi hodisalardan keyin; (2) *geometrik monitoring* — UAV fotogrammetriyasi yoki lazer skanerlash bilan bir xil nazorat nuqtalarida takroriy o‘lchash va davrlar bo‘yicha nuqtalar bulutini taqqoslash; (3) *datchikli monitoring* — kritik zonalarda yoriq o‘lchagich, qiyalik, harorat va namlik datchiklari. Har bir ko‘rsatkich uchun ikki chegara belgilanadi: *ogohlantirish* (kuzatuvni kuchaytirish) va *harakat* (mutaxassis chaqirish). Chegaralar obyekt turiga qarab, kamida bir mavsum sikli kuzatuvi asosida ekspertlar tomonidan aniqlanadi.

3.6. Tavsiyalarni ustuvorlashtirish. Har bir muammo uchun xavf ko‘rsatkichi R = L · C hisoblanadi, bunda L — yuz berish ehtimoli (1–5), C — oqibat jiddiyligi (1–5). Qadriyat ko‘rsatkichi V (1–5) obyekt yoki elementning tarixiy, me’moriy va ilmiy ahamiyatini ifodalaydi va Burra xartiyasi mezonlariga ko‘ra belgilanadi [3]. Ustuvorlik ko‘rsatkichi:

P = R · V

P yuqori bo‘lgan tavsiyalar birinchi navbatda bajariladi. Tavsiyalar profilaktik (tom, drenaj, mikroiqlim nazorati), konservatsion (mustahkamlash, tuzsizlantirish) va restavratsion toifalarga ajratiladi va minimal aralashuv tamoyiliga ko‘ra tartiblanadi. Tizim tavsiya loyihasini shakllantiradi, qaror esa mutaxassis-restavrator tomonidan tasdiqlanadi.

3.7. Platforma arxitekturasi. Platforma to‘rt moduldan iborat: ma’lumot yig‘ish (mobil ilova, 3D modelni yuklash, annotatsiya); ma’lumotlar ombori (fazoviy baza, versiyalash); tahlil (THI, P, vaqt qatorlari, ogohlantirish); vizualizatsiya va hisobot (veb-3D ko‘rish, shikastlanish xaritasi, pasport hujjati). Standartlar: IFC [11], E57, glTF, CIDOC CRM [12], ISO 19650 [13]. Kirish huquqlari rollar bo‘yicha taqsimlanadi; zaif obyektlarning aniq joylashuvi ommaviy ko‘rinishdan yashiriladi.

4. Natijalar va muhokama

Tadqiqot natijasida to‘qqiz qatlamli ma’lumot modeli, hujjatlashtirishning A, B, C darajalari, THI va P indekslarini hisoblash tartibi, uch pog‘onali monitoring protokoli va platforma arxitekturasi olindi. Metodikaning asosiy farqi — ma’lumot to‘plashdan tavsiya chiqarishgacha bo‘lgan yopiq sikl bo‘lib, u monitoring natijasini amaliy qarorga aylantiradi.

Hisoblash mantig‘ini ko‘rsatish uchun shartli (illyustrativ) misol keltiramiz; raqamlar haqiqiy obyektga tegishli emas. Aytaylik, B darajada hujjatlashtirilgan bino uchun guruhlar bahosi: yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar 2, fasad 3, tom 4, namlik 3, material degradatsiyasi 2, muhandislik tizimlari 2, atrof-muhit 1. Unda $\Sigma w \cdot s = 0{,}30 \cdot 2 + 0{,}15 \cdot 3 + 0{,}15 \cdot 4 + 0{,}15 \cdot 3 + 0{,}10 \cdot 2 + 0{,}10 \cdot 2 + 0{,}05 \cdot 1 = 2{,}55$; $THI = 100 - 20 \cdot 2{,}55 = 49$, ya’ni «qoniqarsiz» toifa. Eng yuqori ball tom guruhida bo‘lgani uchun tizim birinchi navbatda tom va drenaj bo‘yicha profilaktik tavsiya beradi: bu namlikni ham, fasad shikastlanishini ham kamaytiradi. Qayta o‘lchashda THI oshsa, chora samarali hisoblanadi va natija restavratsiya tarixi qatlamida qayd etiladi. Haqiqiy pilot sinovda (kamida 3–5 obyekt) og‘irliklarni kalibrlash va ekspertlar bahosining mosligini tekshirish rejalashtirilgan.

Kutilayotgan samaralar: ilmiy-uslubiy jihatdan — qiyoslanadigan ma’lumotlar bazasining shakllanishi; texnik jihatdan — shikastlanishlarning erta aniqlanishi va qimmat restavratsiyaga nisbatan arzon profilaktik ishlarga o‘tish; tashkiliy jihatdan — ma’lumotlar tarqoqligining bartaraf etilishi va nazorat shaffofligi; ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan — 3D tur orqali madaniy turizmni qo‘llab-quvvatlash va yo‘qotish holatida obyektni tiklash uchun raqamli «zaxira nusxa».

Platforma xizmat (SaaS) ko‘rinishida taklif etilishi mumkin. Maqsadli foydalanuvchilar: meros obyektlarini muhofaza qiluvchi organlar, restavratsiya tashkilotlari, mulkdorlar, turizm operatorlari va ilmiy muassasalar. Joriy etish bosqichlari: (1) A darajadagi pasport va shikastlanishlarni xaritalash; (2) geometrik monitoring va THI; (3) datchiklar integratsiyasi va tavsiya mexanizmi; (4) HBIM va ommaviy veb-ko‘rish.

Metodikaning cheklovlari: THI ekspert bahosiga tayanadi va kalibrlashni talab qiladi; lazer skanerlash va datchiklar qimmat, shu bois A–B–C darajalari taklif etilgan; HBIM nostandart geometriyani modellashda mehnat sig‘imli [9]; ma’lumotlarning uzoq muddatli saqlanishi va kiberxavfsizligi alohida e’tibor talab qiladi; amaldagi hujjatlar pasportning raqamli shakliga moslashtirilishi lozim [15]. Keyingi tadqiqotlar shikastlanishlarni rasmlardan sun’iy intellekt bilan aniqlash [14], THI og‘irliklarini empirik ma’lumot bilan kalibrlash va holat prognoz modelini qurishga qaratiladi.

5. Xulosa

1. Tarixiy binolarni samarali muhofaza qilish ularning tarixiy, me’moriy, konstruktiv va texnik holati haqidagi ma’lumotlarni yagona tizimda saqlash va muntazam yangilashni talab qiladi; mavjud statik pasportlar bu talabni qondirmaydi.
2. To‘qqiz qatlamli raqamli pasport modeli (tarix → fotosurat → chizma → 3D model → materiallar → shikastlanishlar → restavratsiya tarixi → monitoring → tavsiyalar) ma’lumotlarni o‘zaro bog‘lagan holda yopiq boshqaruv siklini ta’minlaydi.
3. Hujjatlashtirishning A, B, C darajalari metodikani resurslari turlicha obyektlarga qo‘llash imkonini beradi.
4. THI va ustuvorlik ko‘rsatkichi (P) tavsiyalarni subyektiv baholashdan miqdoriy va takrorlanadigan mezonlarga o‘tkazadi.
5. Uch pog‘onali monitoring protokoli va ochiq standartlarga asoslangan arxitektura metodikani startap shaklida amalga oshirish uchun texnik asos yaratadi. Keyingi bosqichda pilot obyektlarda ko‘rsatkichlarni kalibrlash rejalashtirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter). ICOMOS, 1964.
2. Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites. ICOMOS, 1996.
3. The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS, 2013.
4. ICOMOS Charter – Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. ICOMOS, 2003.
5. Letellier R. Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2007.
6. Remondino F. Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning // Remote Sensing. 2011. Vol. 3, No. 6. P. 1104–1138.
7. Hassani F. Documentation of cultural heritage; techniques, potentials, and constraints // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2015. Vol. XL-5/W7. P. 207–214.
8. Murphy M., McGovern E., Pavia S. Historic building information modelling (HBIM) // Structural Survey. 2009. Vol. 27, No. 4. P. 311–327.

9. Volk R., Stengel J., Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs // Automation in Construction. 2014. Vol. 38. P. 109–127.
10. Barazzetti L., Banfi F., Brumana R., Previtali M. et al. Cloud-to-BIM-to-FEM: Structural simulation with accurate historic BIM from laser scans // Simulation Modelling Practice and Theory. 2015. Vol. 57. P. 71–87.
11. ISO 16739-1:2018. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema.
12. ISO 21127:2014. Information and documentation — A reference ontology for the interchange of cultural heritage information (CIDOC CRM).
13. ISO 19650 seriyasi. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM — Information management using BIM.
14. Mishra M., Lourenço P. B. Artificial intelligence-assisted visual inspection for cultural heritage: State-of-the-art review // Journal of Cultural Heritage. 2024. Vol. 66. P. 536–550.
15. O‘zbekiston Respublikasining «Madaniy meros obyektlarini muhofaza qilish va ulardan foydalanish to‘g‘risida»gi Qonuni (amaldagi tahrirda). Lex.uz.
16. Waldhäusl P., Ogleby C. 3x3 rules for simple photogrammetric documentation of architecture // The International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 1994. Vol. XXX, Part 5. P. 426–429.