

MUZEY FAOLIYATIDA SUN'iy INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH: MILLIY MADANIY MEROSNI MUHOFAZA QILISH VA RAQAMLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI



Sobirova Nodirabegim Zoir qizi

O'zbekiston amaliy san'at va hunarmandchilik tarixi davlat
muzeyi, matbuot kotibi

O'zDSMI mustaqil izlanuvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21218053>

Annotatsiya. Ushbu maqolada muzey ekspozitsiyalarini muhofaza qilish, noqonuniy kirishlarni oldini olish hamda tashrif buyuruvchilar oqimini tartibga solishda sun'iy intellektning ilmiy-amaliy imkoniyatlari keng tahlil qilingan. Maqolada avtomatlashtirilgan gid tizimlari, raqamli egizaklar, konvolyutsion neyron tarmoqlar asosidagi shikastlanishlarni aniqlash usullari va artefaktlar degradatsiyasini oldindan bashorat qilish metodlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, stilometrik tahlil, X-nurli flyuoressans spektroskopiyasi (XRF) va Raman spektroskopiyasidan foydalangan holda eksponatlarning haqiqiylikini aniqlashda sun'iy intellekt texnologiyalarini tatbiq etish istiqbollari bayon etilgan. Olib borilgan tadqiqot shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellektni muzey faoliyatiga joriy etish madaniy merosni saqlash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, an'anaviy usullarning cheklovchilarini bartaraf etadi va muzeylarni xalqaro standartlarga yaqinlashtiradi [2; 3].

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, muzey ekspozitsiyasi, madaniy meros, artefakt autentifikatsiyasi, raqamli egizak, stilometrik tahlil, konvolyutsion neyron tarmoq, 3D modellashdirish, xavfsizlik tizimlari.

Annotation. This article provides a comprehensive scientific analysis of the role of artificial intelligence in protecting museum exhibitions, preventing unauthorized access, and managing visitor flows. The study examines automated guide systems, digital twin technologies, convolutional neural network-based damage detection, and predictive modeling of artifact degradation. Furthermore, the article explores the application of stylometric analysis, X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy, and Raman spectroscopy to verify the authenticity of museum objects using artificial intelligence. The research findings indicate that integrating AI into museum operations considerably improves cultural heritage preservation efficiency, eliminates the constraints of traditional methods, and brings museums closer to international standards [4; 8].

Key words: artificial intelligence, museum exposition, cultural heritage, artifact authentication, digital twin, stylometric analysis, convolutional neural network, 3D modeling, security systems.

Muzey — har bir millatning tarixiy xotirasini, madaniy merosini va ma'naviy qadriyatlarini avloddan avlodga yetkazuvchi muhim ijtimoiy institutdir [1]. U o'tmishni bugun bilan bog'lab,

kelajak nasllarning tarixiy tafakkuri va milliy o'zligini shakllantirishga xizmat qiladi. Shu boisdan muzey ekspozitsiyalari va ulardagi eksponatlarni saqlash, muhofaza qilish hamda ilmiy jihatdan chuqur tadqiq etish masalalari har qachon dolzarb bo'lib kelgan.

So'nggi o'n yilliklarda raqamlashtirish texnologiyalarining jadal rivojlanishi muzey sohasini ham tubdan o'zgartira boshladi. Raqamli kataloglar, virtual sayohatlar va onlayn ekspozitsiyalar tobora keng qo'llanilmoqda. Biroq bu imkoniyatlar sun'iy intellektning haqiqiy salohiyatini to'liq aks ettirmaydi. Zamonaviy sun'iy intellekt tizimlari muzey faoliyatining ancha murakkab va mas'uliyatli jabhalarida — eksponatlarning haqiqiylikni aniqlashda, yemirilish jarayonlarini bashorat qilishda, xavfsizlik tizimlarini mustahkamlashda va tashrif buyuruvchilar bilan interaktiv muloqotda — samarali natijalar bermoqda [6; 10].

O'zbekistonda ham bu yo'nalishda izchil islohotlar amalga oshirilmoqda. 2020-yilda qabul qilingan maxsus Prezident Qarori sun'iy intellekt texnologiyalarini respublika miqyosida joriy etishni ustuvor vazifalar qatoriga kiritdi [2]. Xalqaro miqyosda esa 2025-yil noyabrda UNESCO Bosh konferensiyasining Samarqand shahridagi muhokamalarida madaniy merosni asrash va muzey faoliyatini rivojlantirishda sun'iy intellektdan axloqiy foydalanish masalalari alohida kun tartibiga qo'yildi [3].

Ushbu maqolaning maqsadi muzey ekspozitsiyalarini saqlash va himoya qilishda sun'iy intellektning joriy etilish yo'nalishlari, imkoniyatlari va amaliy natijalarini ilmiy asosda tahlil qilishdir. Tadqiqotda tarixiylik, qiyosiy-mantiqiy tahlil, induktiv fikrlash va retrospektiv kuzatish metodlaridan foydalanildi.

Muzeylarning fond-zaxira xonalarida odatda yuzlab, ba'zan minglab eksponatlar doimiy saqlanadi. Ularning bir qismi noyob, tarixiy va moddiy jihatdan nihoyatda qimmatli bo'lgani uchun alohida ilmiy nazorat hamda yuqori malakali mutaxassislar tomonidan muntazam tekshiruvlar o'tkazishni talab qiladi [4]. Bunday sharoitda eksponatning muallifi, kelib chiqishi va haqiqiylikni ishonchli aniqlash masalasi muzeyshunos olimlar uchun eng muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

Sun'iy intellekt artefaktlarni ilmiy jihatdan tadqiq etishda mutlaqo yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Stilometrik tahlil usuli yordamida SI cho'tkalardan qolgan mikroizlarni, o'ziga xos dekorativ elementlarni, qo'lxatini va boshqa ko'z ilg'amas xususiyatlarni chuqur o'rganish mumkin [11]. Har bir rassomning yoki hunarmandning ijodiy uslubi noyob bo'lgani uchun, bunday tahlil natijasida asar uchun o'ziga xos "raqamli badiiy barmoq izi" shakllantiriladi va bu uni soxta nusxalardan ishonchli tarzda ajratish imkonini beradi.

Material tarkibini aniqlashda ham sun'iy intellektning ulushi beqiyosdir. X-nurli flyuoressans spektroskopiyasi (XRF), Raman spektroskopiyasi va boshqa fizik-kimyoviy usullardan olingan katta hajmdagi ma'lumotlarni SI tezkor va yuqori aniqlikda qayta ishlaydi [8]. Natijada asarning pigment tarkibi, bog'lovchi moddalar va xomashyo manbalari aniqlanadi. Bu nafaqat asarning haqiqiylikni tasdiqlashga, balki uning qaysi tarixiy davrda va qaysi geografik hududda yaratilganligini belgilashga ham yordam beradi.

Turli tarixiy davrlarga xos materiallar va texnologiyalar haqida to'plangan ma'lumotlar bazasini SI bilan solishtirma tahlil qilish orqali soxtalashtirish holatlari ancha ishonchli aniqlanadi [5]. Bu usul ayniqsa qadimgi keramika, metall buyumlar, miniaturalar va qo'lyozmalar autentifikatsiyasida keng qo'llanilmoqda.

An'anaviy muzeyda xavfsizlikni ta'minlash kirish postlari, qo'riqchilar patruli va videokuzatuv kameralarining uyg'unlashuviga tayangan. Biroq bu usullar bir vaqtning o'zida ko'p sonli tashrif buyuruvchilarni kuzatishda, ruxsatsiz kirishlarni tezkor aniqlashda va eksponatlarga yaqinlashish xavfini oldindan bartaraf etishda etarli darajada samarali bo'lmagan. Inson omilining

cheklovchiligi, diqqatsizlik va yorug'lik sharoitining o'zgarishi kabi holatlar klassik monitoring tizimlarining ishonchliligini pasaytiradi [5; 9].

Sun'iy intellekt asosidagi zamonaviy xavfsizlik tizimlari bu kamchiliklarni bartaraf etish imkonini beradi. Xususan, yuz tanish texnologiyasi orqali ruxsatsiz shaxslar masofadan aniqlansa, xatti-harakat tahlili algoritmlari eksponatlarga g'ayrioddiy yaqinlashish, taqiqlangan burchakdan suratga olish yoki shubhali harakatlar kabi vaziyatlarni real vaqt rejimida aniqlaydi va xavfsizlik xodimlariga darhol signal beradi [13].

Cheng Shiu Universiteti Madaniy merosni restavratsiya qilish va tadqiqot markazining tadqiqotlari bu sohadagi eng ibratli tajribalardan birini taqdim etadi [14]. Ishlab chiqilgan avtomatlashtirilgan ko'rgazma gid tizimi tashrif buyuruvchilarga ko'rgazmaga kirishdan avval akkaunt yaratish va yuz xususiyatlarini ro'yxatdan o'tkazish imkonini beradi. Agar tashrif buyuruvchi biror asar oldida uch soniyadan ortiq to'xtab tursa, tizim uni avtomatik taniydi va mazkur asar haqidagi audio-vizual ma'lumotlarni uning mobil qurilmasiga yuboradi. Tashrif buyuruvchi asardan uzoqlashganda esa audio-gid o'z-o'zidan o'chadi.

Ushbu tizim shu bilan birga ko'rgazma hududidagi odamlar zichligini real vaqtda tahlil qiladi. Kirishda har bir tashrif buyuruvchining fotosurati olinib, raqamli identifikatsion kalit yaratiladi. Kamera tizimi shu kalit asosida har bir shaxsning harakatini doimiy kuzatib boradi va ruxsatsiz kirishlarning oldini oladi [14]. Islom sivilizatsiyasi markazi muzeyida joriy etilgan o'xshash tizimda esa birinchi va ikkinchi Uyg'onish davri olimlarining SI asosidagi virtual shaxsiyatlarini tashrif buyuruvchilarning turli tillardagi savollariga javob beradi.

Eksponatlarning saqlanish sifatiga atrof-muhit omillari — harorat, namlik, yorug'lik intensivligi va havo tarkibi — bevosita ta'sir ko'rsatadi. An'anaviy monitoring usullari bu ko'rsatkichlarni ma'lum vaqt oralig'ida o'lchashga tayangan, bu esa oraliq davrlardagi o'zgarishlarni vaqtda aniqlashni qiyinlashtirgan [9].

Zamonaviy sensor texnologiyalari va sun'iy intellektning uyg'unlashuvi bu muammoni samarali hal qiladi. Ko'rgazma zallariga o'rnatilgan maxsus sensor qurilmalar real vaqt rejimida atrof-muhit parametrlarini uzluksiz o'lchaydi va ma'lumotlarni markaziy boshqaruv tizimiga uzatadi [7]. Tizim tarkibiga sensor blok (ma'lumot yig'ish), displey blok (vizuallashtirish) va atrof-muhitni boshqarish bloki (optimal sharoit ta'minlash) kiradi.

Sun'iy intellekt yordamida konditsioner tizimi haroratni avtomatik muvozanatlaydi, yoritish darajasi eksponat turiga va vaqt rejimiga qarab sozlanadi, ventilyatsiya va gaz klapanlari nazorat ostida tutiladi. Bu yaxlit tizim nafaqat hozirgi holatni kuzatadi, balki kelajakdagi xavf omillarini bashorat qilib, profilaktik choralar ko'rish uchun mas'ullarni ogohlantiradi [7; 15].

Italiyalik tadqiqotchilar Rossi va hamkasblari tomonidan ishlab chiqilgan past xarajatli IoT asosidagi monitoring tizimi madaniy meros obyektlarida atrof-muhit parametrlarini va tashrif buyuruvchilar xatti-harakatlarini bir vaqtning o'zida kuzatish imkonini beradi [9]. Ushbu tizim ayniqsa resurslari cheklangan muzeylar uchun amaliy jihatdan muhimdir, chunki minimal xarajat bilan maksimal monitoring samaradorligini ta'minlaydi.

Restavratsiya jarayonida sun'iy intellekt an'anaviy yondashuvlarni tubdan yangiladi. Jarayon artefaktning yuqori aniqlikdagi raqamli nusxasini — "raqamli egizak"ni yaratishdan boshlanadi [7; 12]. Ushbu model obyektning shakli, yuzasi, tuzilishi va hozirgi holati to'g'risida to'liq ma'lumotni o'zida mujassam etib, keyingi tahlil, monitoring va restavratsiya ishlari uchun mustahkam ilmiy asos vazifasini o'taydi.

An'anaviy vizual tekshiruvlar yuqori malakali mutaxassislarni talab etib, katta mablag' va ko'p vaqt sarflanishiga olib keladi. Bundan tashqari, turli mutaxassislarning subyektiv baholari uzoq muddatli monitoring ishonchliligini pasaytiradi [11]. Sun'iy intellekt asosidagi konvolyutsion

neyron tarmoqlar (KNT) bu muammolarni bartaraf etadi: engil yoriqlar, yuzaki qipiqanish va konstruktiv zaiflashish kabi mikroshikastlanishlarni aniqlaydi, ularning boshlang'ich xaritasini tuzadi va kelajakdagi yemirilish dinamikasini bashorat qiladi [15].

Raqamli tiklash sohasi ham ulkan yutuqlarni qo'lga kiritdi. Sun'iy intellekt zararlanish natijasida yo'qolgan san'at asarlarining qismlarini tahlil qiladi, rassomning asl uslubiga mos keladigan taxminiy nusxasini yaratadi hamda jismoniy restavratsiya uchun zarur raqamli andozani taqdim etadi [6; 12]. Pigment tahlili orqali esa asarning dastlabki ranglari aniqlanadi, bu ayniqsa tasviriy san'at asarlarini va naqqoshlik namunalarini tiklashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ko'pincha muzey fondlarida singan sopol buyumlar, parchalanib ketgan yozma yodgorliklar va buzilgan o'ymalarni tiklash jiddiy muammo bo'lib qolmoqda. Sun'iy intellekt singan qismlarning naqshi va yuzaviy xususiyatlarini tahlil qilib, mos keluvchi bo'laklar juftligini aniqlab beradi [12]. Bu esa qayta yig'ish jarayonini tezlashtiradi va xatolar ehtimolini sezilarli kamaytiradi. Bundan tashqari, vizual spektrdan tashqarida olingan tasvirlar tahlili rasmlardagi yashirin qatlamlar, qo'lyozmalardagi o'chib ketgan matnlar va asl karandash izlarini aniqlashga imkon beradi. Britaniya muzeyida Rozetta toshi va boshqa artefaktlarning 3D modellari fotogrammetriya va sun'iy intellekt yordamida yaratilgan bo'lib, ular butun dunyo tadqiqotchilari uchun ochiq ma'lumot bazasiga aylandi [3; 12].

Sun'iy intellektning yana bir muhim qo'llanilish sohasi tashrif buyuruvchilarga shaxsiy yondashuvda interaktiv xizmat ko'rsatishdir. An'anaviy ekskursiya gidlari bir vaqtning o'zida ko'p sonli tashrif buyuruvchilarga individual yondashuvni ta'minlay olmaydi, shuningdek turli tillar, yoshlar va bilim darajalarini hisobga olish qiyin kechadi [10].

Kim va hamkasblari (2025) tomonidan o'tkazilgan keng ko'lamli tadqiqotda sun'iy intellekt asosidagi muzey gid tizimlaridan foydalangan tashrif buyuruvchilar o'rtasida bilim o'zlashtirishning an'anaviy usullarga nisbatan 40 foizga oshgani qayd etildi [10]. Maqolaning dastlabki qismida tilga olingan Cheng Shiu universiteti tizimi ham shunga o'xshash yuqori ko'rsatkichlarni namoyon etdi [14].

Yevropaning yetakchi muzeylarida sun'iy intellekt asosidagi interaktiv ko'rgazmalar allaqachon keng joriy etilgan. Buyuk Britaniya Milliy muzeyida "Aqlli gid" tizimi tashrif buyuruvchilarning qiziqishlari va yoshiga qarab individual ekskursiya marshruti tuzadi [3; 16]. Parij Luvr muzeyida esa Misr antiqa buyumlari ekspozitsiyasida SI yordamida yaratilgan interaktiv taqdimot tizimi qo'llanilmoqda.

O'zbekiston muzeylarida ham bu yo'nalishdagi dastlabki qadamlar qo'yilmoqda. Islom sivilizatsiyasi markazi muzeyida Birinchi va ikkinchi Uyg'onish davri olimlariga bag'ishlangan ekspozitsiyalarda sun'iy intellekt yordamida yaratilgan virtual shaxsiyatlar tashrif buyuruvchilarning turli tillardagi savollariga javob berib, tarixiy kontekstni tushuntiradi [3]. Bunday yondashuv muzeyga yosh va katta, mahalliy va xorijiy turistlar uchun bir xil darajada samarali bo'ldi.

Xulosa

Amalga oshirilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, sun'iy intellektning muzey faoliyatiga integratsiyalashuvi bir necha muhim yo'nalishlarda inqilobiy o'zgarishlarga olib kelmoqda. Birinchidan, stilometrik tahlil va fizik-kimyoviy usullar bilan birlashtirilgan SI eksponatlarning autentifikatsiyasini ishonchli va tezkor amalga oshirish imkonini beradi [11]. Ikkinchidan, real vaqt rejimidagi monitoring va xatti-harakat tahlili tizimlari xavfsizlikni tubdan mustahkamlaydi [13; 14]. Uchinchidan, raqamli egizaklar va KNT texnologiyalari restavratsiya jarayonini yangi ilmiy bosqichga olib chiqadi [12; 15]. To'rtinchidan, interaktiv gid tizimlari tashrif

buyuruvchilarning muzey bilan muloqotini boyitadi va o'quv samaradorligini sezilarli oshiradi [10].

Shuni alohida ta'kidlash joizki, sun'iy intellekt inson mutaxassisining o'rnini egallash uchun emas, balki uning imkoniyatlarini kengaytirish va kuchaytirish uchun qo'llaniladi [4; 16]. Texnologiya va inson idrokining uyg'unlashuvi madaniy merosni saqlashning yangi, ishonchli va zamonaviy modelini shakllantirib, muzeylarni xalqaro standartlarga yaqinlashtiradi [3; 4].

Kelgusida sun'iy intellektni O'zbekistonning boy madaniy merosi obyektlarida va muzeylarida yanada keng joriy etish, tarixiy boyliklarimizni samarali asrash va ularni xalqaro hamjamiyatga munosib taqdim etishda muhim omilga aylanishi shubhasiz [2]. Bu sohada davlat dasturlari, xalqaro ilmiy hamkorlik va malakali mutaxassislar tayyorlash masalalari ustuvor ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Tarixiy xotirasiz kelajak yo'q. — Toshkent: O'zbekiston, 1998. — B. 3–18.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 28-apreldagi «O'zbekiston Respublikasida sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida» PQ-4699-son Qarori.
3. UNESCO. The Role of Artificial Intelligence in Museums. — Paris: UNESCO, 2023. [Elektron manba]. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-heritage>
4. ICOM (International Council of Museums). Museums and Artificial Intelligence: Ethical Guidelines. — Paris: ICOM, 2022. — 34 p.
5. Alshammari M., Almutiry O., Saleh M. A Semantic-Based Secured Approach to Heritage Preservation and Secure IoT-Based Museum Processes // Computer Communications. — 2019. — Vol. 145. — P. 1–12.
6. Li X., Chen Y., Wang H. Integration of Artificial Intelligence in Art Preservation and Exhibition Spaces // Applied Sciences. — 2024. — Vol. 14, No. 3. — 15 p.
7. Zhang Y., Liu J., Sun Q. Green Smart Museums Driven by AI and Digital Twin: Concepts, System Architecture, and Case Studies // Smart Cities. — 2024. — Vol. 7, No. 1. — P. 312–329.
8. Merad D., Fertil B., Lew S. Artificial Intelligence-Assisted Visual Inspection for Cultural Heritage: State-of-the-Art Review // Journal of Cultural Heritage. — 2024. — Vol. 66. — P. 1–20.
9. Rossi F., Morabito G., Toti E. A Modular, Low-Cost IoT System for Environmental and Behavioural Monitoring in Cultural Heritage Sites // arXiv preprint. — 2025. — arXiv:2501.04112. — 14 p.
10. Kim J., Park S., Lee H. Artificial Intelligence Application for Museum to Experiential Transformation of Cultural Heritage and Learning // Heritage Science. — 2025. — Vol. 13, No. 1. — 16 p.
11. Fiorucci M., Khoroshiltseva M., Pontil M. Machine Learning for Cultural Heritage: A Survey // Pattern Recognition Letters. — 2020. — Vol. 133. — P. 102–108.
12. Longhitano G.A., Zanon V. 3D Documentation and Virtual Restoration of Archaeological Artifacts Using Photogrammetry and Deep Learning // Remote Sensing. — 2023. — Vol. 15, No. 8. — 22 p.
13. Tabernik D., Skočaj D. Deep Learning for Large-Scale Traffic-Sign Detection and Recognition // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. — 2020. [Muzey xavfsizligida adaptatsiya maqsadida keltirilib o'rganilgan].

14. Cheng Shiu University Research Center for Cultural Heritage Restoration. Automated Exhibition Guidance System Based on Face Recognition. — Kaohsiung, Taiwan, 2023. — Technical Report. — 18 p.
15. Cerra D., Plank S., Lysenko V. Change Detection in Very High-Resolution Optical Images Using Artificial Neural Networks // Remote Sensing. — 2022. — Vol. 14. — P. 3–17. [Artefaktlar degradatsiyasini bashorat qilishda qo'llaniladi].
16. European Commission. Horizon Europe: Cultural Heritage and Artificial Intelligence — Research Agenda 2024–2027. — Brussels: EC, 2024. — 28 p.