TOSHKENT, SAMARQAND VA XIVA SHAHARLARIDAGI MADANIY MEROS ZONALARIDA GEOEKOLOGIK VAZIYATNING QIYOSIY GEOGRAFIK TAHLILI

Yo‘ldoshev Jahongir Odilbek o‘g‘li

Alfraganus universiteti Turizm fakulteti

Umumkasbiy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

Safarov E.Y.

O‘zMU Geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrasi t.f.d. professori

Prenov Sh.M.

Aniq va ijtimoiy fanlar universiteti O‘quv-uslubiy bo‘lim boshlig‘i

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O'zbekistonning uchta yirik tarixiy-madaniy markazi — Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlaridagi madaniy meros hududlarining geoekologik barqarorligi qiyosiy geografik nuqtai nazardan tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi — mazkur shaharlarning tarixiy yadrolarida shakllangan geoekologik vaziyatni belgilovchi tabiiy-iqlimiy, antropogen-urbanistik va institutsional-me'yoriy omillarni aniqlash hamda ularni geoaxborot-kartografik va sun'iy intellekt vositalari yordamida baholash imkoniyatlarini asoslashdan iborat. Tadqiqot metodologiyasi qiyosiy-geografik tahlil, kartografik qatlamlash (overlay) usuli, ko'p mezonli qaror qabul qilish (AHP) yondashuvi hamda mualliflarning ilgari e'lon qilingan geoportal va sun'iy intellekt asosidagi ishlanmalariga tayanadi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, uchala shahar ham umumiy muammolarga — himoya (bufer) zonalarining buzilishi, monitoring tizimlarining parchalanganligi va yagona geoaxborot platformasining yo'qligiga — ega bo'lsa-da, har bir shahar o'ziga xos geoekologik xavf profiliga ega: Toshkentda iqlim-mikroiqlim va havo ifloslanishi, Samarqandda urbanizatsiya va bufer zona bosimi, Xivada esa arid iqlim va tuproq sho'rlanishi bilan bog'liq xavflar ustuvorlik qiladi. Xulosa qilib aytganda, tadqiqot natijalari milliy miqyosda yagona geodezik-kartografik monitoring va sun'iy intellektga asoslangan baholash tizimini yaratish*

zaruratini asoslab beradi va ushbu maqola dissertatsiyaning nazariy-uslubiy asosini tashkil etadi.

Kalit so'zlar: *geoekologik barqarorlik, madaniy meros, geoaxborot tizimlari (GAT), geodezik monitoring, kartografik ta'minot, sun'iy intellekt, qiyosiy tahlil, bufer zona, Toshkent, Samarqand, Xiva.*

Аннотация: *В данной статье с позиций сравнительной географии анализируется геоэкологическая устойчивость территорий объектов культурного наследия в трех крупных историко-культурных центрах Узбекистана — Ташкенте, Самарканде и Хиве. Цель исследования — выявить природно-климатические, антропогенно-урбанистические и институционально-правовые факторы, определяющие геоэкологические условия в исторических ядрах этих городов, а также обосновать методы их оценки с применением геоинформационно-картографических инструментов и технологий искусственного интеллекта. Методология исследования базируется на сравнительно-географическом анализе, методе картографического наложения, подходе многокритериального принятия решений (метод анализа иерархий — МАИ) и ранее опубликованных разработках авторов, использующих геопорталы и искусственный интеллект. Результаты показывают, что, несмотря на наличие общих проблем (таких как посягательства на охранные/буферные зоны, разрозненность систем мониторинга и отсутствие единой геоинформационной платформы), каждый город характеризуется специфическим профилем геоэкологических рисков: в Ташкенте преобладают риски, связанные с климатом/микроклиматом и загрязнением воздуха; в Самарканде основную обеспокоенность вызывают урбанизация и антропогенная нагрузка на буферные зоны; а в Хиве доминирующими проблемами являются аридные климатические условия и засоление почв. В заключение обосновывается необходимость создания единой национальной системы геодезическо-картографического мониторинга и оценки на базе*

искусственного интеллекта; данная статья служит теоретико-методологической основой диссертационного исследования.

Ключевые слова: *геоэкологическая устойчивость, культурное наследие, геоинформационные системы (ГИС), геодезический мониторинг, картографическое обеспечение, искусственный интеллект, сравнительный анализ, буферная зона, Ташкент, Самарканд, Хива.*

Annatation: *This article analyzes the geo-ecological stability of cultural heritage areas in three major historical-cultural centers of Uzbekistan—Tashkent, Samarkand, and Khiva—from a comparative geographical perspective. The study aims to identify the natural-climatic, anthropogenic-urban, and institutional-regulatory factors shaping the geo-ecological conditions within the historical cores of these cities, and to substantiate methods for evaluating them using geoinformation-mapping tools and artificial intelligence. The research methodology relies on comparative geographical analysis, the cartographic overlay method, the multi-criteria decision-making (AHP) approach, and the authors' previously published developments based on geoportals and artificial intelligence. The results indicate that while all three cities share common challenges—such as the encroachment on protection (buffer) zones, fragmented monitoring systems, and the absence of a unified geoinformation platform—each city possesses a distinct geo-ecological risk profile: risks associated with climate/microclimate and air pollution predominate in Tashkent; urbanization and pressure on buffer zones are primary concerns in Samarkand; and arid climate conditions and soil salinization are the dominant issues in Khiva. In conclusion, the research findings substantiate the need to establish a unified national system for geodetic-cartographic monitoring and AI-based assessment, and this article forms the theoretical and methodological basis of the dissertation.*

Keywords: *geo-ecological stability, cultural heritage, geographic information systems (GIS), geodetic monitoring, cartographic support, artificial intelligence, comparative analysis, buffer zone, Tashkent, Samarkand, Khiva.*

1. KIRISH

O'zbekiston hududida joylashgan besh YuNESKO jahon merosi obyektidan to'rttasi — Buxoro tarixiy markazi, Shahrisabz tarixiy markazi, "Samarqand — madaniyatlar chorrahasi" va Xivadagi Ichan-Qala — mamlakatning tarixiy shaharsozlik merosini namoyon etadi [12, 16]. Ushbu zonalar bir vaqtning o'zida faol turizm, shaharsozlik va ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish jarayonlariga tortilgan bo'lib, bu esa ularning geoekologik barqarorligiga jiddiy bosim o'tkazmoqda. So'nggi yillarda YuNESKO Jahon merosi qo'mitasi Samarqand markazidagi tarixiy turar-joy massivlarining buzilishi va bufer zonalar yaxlitligining buzilishi yuzasidan bir necha bor tashvish bildirgan [16, 17], Shahrisabz esa 2016-yildan buyon xavf ostidagi meros ro'yxatida turibdi. Xiva Ichan-Qalasida esa qurg'oqchil iqlim sharoitida tuproq va gruntlarning tabiiy namlik rejimi hamda drenaj tizimlaridagi kamchiliklar tarixiy inshootlarning barqarorligiga ta'sir ko'rsatmoqda [12]. Bunday vaziyat tarixiy shaharlar hududlarida geoekologik jarayonlarni yagona ilmiy-uslubiy yondashuv asosida, zamonaviy geodezik-kartografik va geoaxborot texnologiyalari yordamida doimiy kuzatib borishni taqozo etadi.

Jahon amaliyotida madaniy meros obyektlarini geoaxborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash (MZ) ma'lumotlari asosida baholash borasida keng tajriba to'plangan. Xususan, Kipr orolidagi Pafos hududi misolida ko'p mezonli tahlil (Analytic Hierarchy Process — AHP) usuli yordamida tabiiy va antropogen xavflarni xaritalashtirish namunasi ishlab chiqilgan [10], Gretsiyaning Rodos oroli tarixiy markazida esa tabiiy ofatlardan kelib chiqadigan zararlarni bosqichma-bosqich baholash metodikasi qo'llanilgan [11]. Xitoyning Szinan shahrida olib borilgan tadqiqotda GAT va AHP integratsiyasi orqali madaniy meros obyektlarining qariyb 29 foizi tabiiy ofatlar bo'yicha o'rta va yuqori xavf guruhiga kiritilgani aniqlangan [11]. So'nggi yillarda esa GAT bilan mashinali o'qitish algoritmlarini (Random Forest, CatBoost, chuqur neyron tarmoqlar) uyg'unlashtirgan gibrid yondashuvlar shahar landshaftlarining iqlimga moslashuvchanligini baholashda samarali vosita sifatida e'tirof etilmoqda [15]. Bu

tendensiyalar madaniy meros geoekologiyasi bo'yicha xalqaro tadqiqotlarning umumiy tizimli tahlili orqali ham tasdiqlangan [18].

O'zbekiston shaharlari, xususan Toshkent misolida ham GAT asosidagi geoekologik tadqiqotlar olib borilgan: shahar issiqlik oroli hodisasi, ko'kalamzorlashtirishning mikroiqlimga ta'siri hamda oltingugurt dioksidi (SO_2) tarqalishining fazoviy dinamikasi kartalashtirilgan [13, 14]. Bu tadqiqotlar 2008-yildan keyin issiqlik elektr stanciyalarida mazutdan foydalanishning kamayishi hisobiga markaziy tumanlardagi SO_2 konsentratsiyasi sezilarli pasayganini, biroq shahar issiqlik oroli va chang-changgazsimon ifloslanish muammosi hamon dolzarb ekanini ko'rsatadi [14]. Xiva joylashgan Xorazm vohasi va Samarqand vodiysi bo'yicha esa asosan sug'oriladigan yerlarning meliorativ holati, sho'rlanish jarayonlari va masofadan zondlash ma'lumotlaridan foydalanish masalalari o'rganilgan, jumladan muallifning ilgari Farg'ona va Xorazm viloyatlari sug'oriladigan yerlari bo'yicha olib borgan tadqiqotlari ham shu yo'nalishga mansub [8, 9].

Shu bilan birga, yuqorida sanab o'tilgan tadqiqotlarning aksariyati alohida shahar yoki alohida ekologik omil (masalan, faqat havo ifloslanishi yoki faqat urbanizatsiya bosimi) doirasida chegaralangan. O'zbekistonning uchta tarixiy-madaniy markazini — Toshkent, Samarqand va Xivani — bir vaqtning o'zida, yagona mezonlar tizimi asosida qiyoslab, ularning geoekologik barqarorligini geodezik-kartografik ta'minot va sun'iy intellekt vositalari nuqtai nazaridan baholaydigan kompleks tadqiqotlar amalda deyarli yo'q. Ayni shu bo'shliq muallifning milliy geoportalni sun'iy intellekt asosida takomillashtirish [2], adaptiv boshqaruv tizimlarida neyron tarmoqlarni qo'llash imkoniyatlari [3] hamda web-kartografiyada geoportal xizmatlarining nazariy asoslari [4] bo'yicha ilgari e'lon qilingan ishlarini davom ettirgan holda, ularni madaniy meros zonalarini monitoring qilish vazifasiga tatbiq etish zaruratini keltirib chiqaradi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, ushbu tadqiqotning maqsadi — Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlaridagi madaniy meros zonalarining geoekologik

holatini qiyosiy geografik tahlil qilish hamda ularni geodezik-kartografik va sun'iy intellektga asoslangan monitoring tizimiga integratsiya qilishning nazariy-uslubiy asoslarini shakllantirishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: 1) uchala shaharning tarixiy-madaniy zonalarini umumiy geografik va institutsional jihatdan tavsiflash; 2) har bir zona uchun geoekologik xavf omillarini aniqlash va qiyoslash; 3) mavjud milliy va xalqaro tajribani tahlil qilib, integratsiyalashgan monitoring modelining kontseptual asoslarini shakllantirish.

2. TADQIQOT MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Tadqiqot obyekti sifatida uchta shaharning tarixiy yadrosi — Toshkentning Eski shahar (Chorsu, Xastimom atrofi) qismi, Samarqandning YuNESKO ro'yxatidagi "Samarqand — madaniyatlar chorrahasi" markaziy zonasi (Registon, Shohi Zinda, Go'ri Amir majmualari atrofi) va Xivaning Ichan-Qala devor ichidagi tarixiy shahar qismi tanlab olindi. Tadqiqot uchun quyidagi ma'lumot manbalaridan foydalanildi: O'zbekiston Respublikasi statistik va kadastr fondi ma'lumotlari [6], YuNESKO Jahon merosi qo'mitasining saqlanish holati (State of Conservation) hisobotlari [16, 17], ochiq kosmik suratga olish (Landsat, Sentinel seriyasi) ma'lumotlari asosidagi ilgari e'lon qilingan tadqiqotlar natijalari [13, 14], shuningdek muallifning geoportal, kadastr va kartografik ta'minot bo'yicha ilgari nashr etilgan ishlari [2, 3, 4, 6, 7].

Tadqiqot metodologiyasi quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi. Birinchi bosqichda qiyosiy-geografik tahlil usuli yordamida uchala shaharning umumiy fizik-geografik, demografik va institutsional xususiyatlari tizimlashtirildi. Ikkinchi bosqichda geoekologik xavf omillari uch guruhga ajratildi: a) tabiiy-iqlimiy omillar (harorat rejimi, namlik, sho'rlanish, seysmik xavf); b) antropogen-urbanistik omillar (qurilish zichligi, turizm yuklamasi, transport-ifloslanish bosimi, bufer zona yaxlitligi); v) institutsional-me'yoriy omillar (monitoring tizimining mavjudligi, raqamli kadastr va geoportal infratuzilmasining darajasi, qonunchilik-boshqaruv mexanizmlari). Uchinchi bosqichda har bir omil guruhi bo'yicha uchala shahar sifat jihatidan (yuqori, o'rta, past darajadagi xavf) baholandi va kartografik

qatlamlash (overlay) mantig'iga asoslangan qiyosiy jadval shaklida taqdim etildi. Bunda xalqaro amaliyotda keng qo'llaniladigan ko'p mezonli qaror qabul qilish (Analytic Hierarchy Process — AHP) yondashuvining mezonlarni guruhlash va vazn berish tamoyillaridan foydalanildi [10, 11, 15].

Kelgusi bosqichlarda (dissertatsiyaning navbatdagi boblarida) ushbu nazariy modelni son jihatidan asoslash uchun geodezik monitoring (takroriy nivelirlash va GNSS kuzatuvlari), masofadan zondlash indekslari (NDVI — o'simlik qoplami indeksi, LST — yer yuzasi harorati, NDBI — qurilgan maydonlar indeksi) hamda mashinali o'qitish algoritmlari (Random Forest, chuqur neyron tarmoqlar) asosida sun'iy intellektga tayangan baholash modelini ishlab chiqish rejalashtirilgan [1, 2, 3, 15]. Ushbu maqola aynan shu keyingi bosqichlar uchun nazariy-uslubiy poydevor vazifasini o'taydi.

3. NATIJALAR.

1-jadvalda uchala tarixiy-madaniy zonaning umumiy qiyosiy tavsifi keltirilgan [12, 16].

Ko'rsatkich	Toshkent (Eski shahar)	Samarqand	Xiva (Ichan-Qala)
YuNESKO holati	Rasmiy ro'yxatga kiritilmagan, milliy ahamiyatga molik	1-2001-yildan Jahon merosi ro'yxatida	1990-yildan Jahon merosi ro'yxatida
Iqlim mintaqasi	Quruq subtropik, kontinental	Kontinental, yarim quruq	Arid (cho'l) iqlim
Asosiy antropogen bosim	Zich qurilish, transport, sanoat chiqindilari	Turizm oqimi, yo'l qurilishi, ko'chirish loyihalari	Turizm mavsumiyligi, cheklangan hudud
Ustuvor geoekologik xavf	Shahar issiqlik oroli, havo ifloslanishi	Bufer zona yaxlitligining buzilishi	Tuproq-grunt namligi, sho'rlanish

2-jadvalda uch guruh omil bo'yicha sifat jihatidan baholangan geoekologik xavf darajalari (yuqori — Y, o'rta — O', past — P) keltirilgan. Baholash mezonlari 2-bo'limda tavsiflangan AHP asosidagi guruhlash tamoyiliga muvofiq shakllantirilgan [10, 11, 15].

Omillar guruhi	Toshkent	Samarqand	Xiva

Tabiiy-iqlimiy (harorat, namlik, sho'rlanish)	O'	O'	Y
Antropogen-urbanistik (qurilish, turizm, transport)	Y	Y	O'
Institutsional-me'yoriy (monitoring, raqamli kadastr)	O'	O'	Y

Toshkent misolida ilgari o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, 1998—2003-yillar oralig'ida markaziy tumanlarda SO_2 konsentratsiyasi 30—40 mkg/m³ darajasida bo'lgan bo'lsa, 2008-yildan keyin issiqlik elektr stansiyalarida mazut yoqishning kamayishi hisobiga bu ko'rsatkich 2023-yilga kelib 2—4 mkg/m³ gacha pasaygan [14]. Shunga qaramay, shahar ko'kalamzorlashtirilgan hududlarida ham so'nggi yillarda harorat ko'tarilish tendensiyasi kuzatilmoqda, bu esa shahar issiqlik oroli muammosining hal etilmaganini ko'rsatadi [13]. Demak, Toshkent Eski shahar zonasi uchun institutsional monitoring nisbatan rivojlangan bo'lsa-da, mikroiqlim va havo sifati borasidagi antropogen bosim yuqoriligicha qolmoqda.

Samarqand markazida esa asosiy muammo tarixiy turar-joy massivlarining buzilishi va bufer zona chegaralarining bosqichma-bosqich toraytirilishi bilan bog'liq. 2006-yildayoq YuNESKO Jahon merosi qo'mitasi shahar markazini qayta qurish loyihasi doirasida qurilgan yo'l tarmog'ining tarixiy muhitga va bufer zonaga jiddiy ta'sir ko'rsatganini qayd etgan edi [16]. So'nggi ma'lumotlarga ko'ra, 2025-yilda al-Moturidiy maqbarasi atrofidagi himoyalangan zonada butun bir mahalla buzib tashlangani xalqaro tashkilotlar tomonidan tashvish bilan qayd etilgan [17]. Bu holat Samarqand uchun antropogen-urbanistik omillar guruhini yuqori xavf darajasiga qo'yishga asos bo'ldi.

Xiva Ichan-Qalasi nisbatan ixcham va yaxshi saqlangan devor ichi hududi bo'lgani bois urbanizatsiya bosimi boshqa ikki shaharga nisbatan pastroq, biroq Xorazm vohasining arid iqlimi, yer osti suvlarining yuza joylashuvi va tuproq sho'rlanishi jarayonlari tarixiy xom g'isht va loy suvoqli inshootlarning namlik rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [8, 12]. Bundan tashqari, mintaqada raqamli geoaxborot infratuzilmasi va doimiy asosdagi geodezik monitoring tizimi hali

yetarli darajada rivojlanmagan, bu esa institutsional-me'yoriy omillar guruhi bo'yicha yuqori xavf darajasini belgilaydi [2, 6].

4. MUHOKAMA

Olingan qiyosiy natijalar uchala shahar uchun bir qator umumiy va farqlanuvchi xususiyatlarni ochib beradi. Umumiy muammo sifatida barcha uchta zonada bufer zonalarni huquqiy-kartografik jihatdan aniq belgilash va nazorat qilish tizimining yetarli darajada mustahkam emasligini, shuningdek yagona milliy geoaxborot platformasining mavjud emasligini ko'rsatish mumkin [16, 17]. Ayni paytda, har bir shahar o'ziga xos ustuvor xavf profiliga ega: Toshkentda mikroiqlim va havo sifati [13, 14], Samarqandda urbanizatsiya-huquqiy bosim [16, 17], Xivada esa tabiiy-iqlimiy (sho'rlanish, namlik) omillar [8, 12] ustuvor ahamiyat kasb etadi. Bu farqlar shuni ko'rsatadiki, yagona, universal monitoring modeli emas, balki umumiy metodologik asosga ega, ammo mahalliy xususiyatlarni hisobga oluvchi moslashuvchan (adaptiv) baholash tizimi zarur.

Muallifning ilgari amalga oshirgan tadqiqotlari ushbu moslashuvchan tizimni shakllantirish uchun aniq texnologik asos yaratadi. Xususan, milliy geoportalni sun'iy intellekt vositalari yordamida takomillashtirish bo'yicha ishlanma [2] geoportal darajasida heritage-qatlamlarini (madaniy meros obyektlari, bufer zonalar, monitoring nuqtalari) integratsiya qilish imkonini beradi; adaptiv boshqaruv tizimlarida neyron tarmoqlarni qo'llash bo'yicha funksional-texnik imkoniyatlarni tahlil qiluvchi ishlanma [3] esa geoekologik ko'rsatkichlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini avtomatik aniqlash (change detection) va xavfni bashorat qilish modullarini yaratishga asos bo'la oladi. Bundan tashqari, web-kartografiyada geoportal va kartografik xizmatlarning nazariy masalalari bo'yicha ilgari e'lon qilingan ish [4] ushbu integratsiyalashgan platformaning kartografik-vizual qatlamini loyihalashtirishda uslubiy tayanch vazifasini o'tashi mumkin, raqamli kadastr tizimlari bo'yicha tadqiqot [6] esa huquqiy-kadastr qatlamining texnik asosini ta'minlaydi.

Xalqaro tajriba, xususan Pafos (Kipr) [10] va Rodos (Gretsiya) [11] misolidagi AHP asosidagi baholash modellari hamda Szinan (Xitoy) shahridagi

GAT-AHP integratsiyasi natijalari [11] shuni ko'rsatadiki, ko'p mezonli vaznlashtirilgan yondashuv turli tabiat-iqlim va shaharsozlik sharoitidagi tarixiy zonalarni qiyoslash uchun yetarlicha moslashuvchan vosita hisoblanadi. Shu bilan birga, so'nggi yillarda paydo bo'lgan mashinali o'qitish va AHP uyg'unlashgan gibrid modellar (masalan, arid shahar sharoitida o'simlik qoplami barqarorligini bashorat qilish uchun ishlab chiqilgan ML-AHP freymvorklar) [15] O'zbekistonning arid va yarim arid mintaqalarida joylashgan Samarqand hamda Xiva kabi shaharlar uchun ayniqsa dolzarb bo'lishi mumkin, chunki bunday modellar iqlim o'zgarishi stsenariylari asosida kelajakdagi geoekologik holatni ham bashorat qilish imkonini beradi. Bu yondashuv muallifning Ugam-Chatkal milliy bog'i misolida iqlim va kriosfera dinamikasini monitoring qilish bo'yicha ilgari qo'llagan uslubiy tajribasi bilan ham uyg'undir [1].

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilayotgan nazariy-uslubiy model asosida keyingi bosqichda uchala shahar uchun yagona kartografik-me'yoriy asosda madaniy meros geoekologik kadastri qatlamini shakllantirish [6], unga geodezik monitoring natijalarini muntazam yangilab borish hamda sun'iy intellekt asosidagi o'zgarishlarni aniqlash modulini integratsiya qilish [2, 3] mumkin bo'ladi. Bu, o'z navbatida, mas'ul davlat organlari (Madaniy meros agentligi, mahalliy hokimiyat organlari, Yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastri qo'mitasi) uchun qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Tadqiqotning cheklovlari sifatida shuni ta'kidlash lozimki, ushbu maqolada keltirilgan baholar asosan mavjud adabiyotlar va statistik ma'lumotlar tahliliga asoslangan sifat (qualitative) xarakterga ega. Keyingi bosqichlarda GNSS va takroriy geodezik o'lchash natijalari, yuqori ajratilganlikdagi kosmik suratlar (Sentinel-2, WorldView) hamda mahalliy monitoring stansiyalari ma'lumotlari asosida miqdoriy (kvantitativ) baholash zarur bo'ladi [1, 15].

5. XULOSA

O'tkazilgan qiyosiy geografik tahlil Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlaridagi madaniy meros zonalarining geoekologik barqarorligi turlicha,

ammo o'zaro bog'liq omillar majmuasi bilan belgilanishini ko'rsatdi. Uchala shahar uchun umumiy bo'lgan asosiy muammo — bufer zonalarni himoya qilish mexanizmlarining yetarli emasligi va yagona geoaxborot-kartografik monitoring platformasining mavjud emasligidir. Shu bilan birga, Toshkentda mikroiqlim va havo ifloslanishi, Samarqandda urbanizatsiya-huquqiy bosim, Xivada esa tabiiy-iqlimiy omillar ustuvor xavf sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu farqlarni hisobga olgan holda, geodezik monitoring, masofadan zondlash indekslari va sun'iy intellekt algoritmlarini uyg'unlashtirgan moslashuvchan baholash modelini yaratish maqsadga muvofiqdir [1, 2, 3, 15]. Mazkur maqolada shakllantirilgan nazariy-uslubiy asoslar dissertatsiyaning keyingi boblarida — aynan shunday integratsiyalashgan geoaxborot-kartografik va sun'iy intellektga asoslangan baholash va monitoring tizimini amaliy ishlab chiqish uchun boshlang'ich poydevor vazifasini o'taydi.

1. Shukina, O., Abdukarimov, M., Ergashev, M. (2025). Creation of 1:1000 scales topographical plans for wind power plant design purposes using unmanned aerial photography // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – Vol. 3347, №1. – P. 020006.

2. Shukina, O., Abdukarimov, M., Valieva, A., Muminov, A. (2025). DJI Matrice 300RTK Topography Mapping for Khojikent PSPP, Uzbekistan // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Vol. 173. – P. 03020.

3. Abdukarimov, M.M. (2026). GNSS-based deformation monitoring of earthfill dams: methodology and application at the Topalang dam, Uzbekistan // BG Pulse Journal. – 2026. – Vol. 2, №6. – P. 4387–4393.

4. Schukina, O., Abdukarimov, M., Valieva, A. (2024). Creating a 3D terrain model for the territory of the Hasti-Imom ensemble in Tashkent, Uzbekistan // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Vol. 497. – P. 02024.

5. Yo'ldoshev, J. (2026). MILLIY GEOPORTALNI SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA TAKOMILLASHTIRISH VA OPTIMALLASHTIRISH (O 'ZBEKISTON MISOLIDA). Natsciences. uz-Topical Issues of Natural and Applied Sciences, 2(1), 19-24.

6. Yuldoshev, J. (2025). ROLLER OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURAL CROP VEGETATION. Экономика и социум, (2-1 (129)), 715-725.

7. Yuldoshev, J. (2024). GENERALIZATION OF SPECIAL CONTENT IN MAPS DESIGNED FOR AGRICULTURE. Экономика и социум, (12-2 (127)), 994-997.

8. Muslimbekov, B., Mukumov, A., Yuldoshev, J., Mirjalalov, N., Egamberdiev, A., & Choriyev, A. (2026). Assessment of urban heat island intensity in Tashkent city using Landsat 8/9. In BIO Web of Conferences (Vol. 257, p. 01020). EDP Sciences.

9. Ezquerro P., Del Soldato M., Solari L., Tomás R., Raspini F., Ceccatelli M., Fernández-Merodo J.A., Casagli N., Herrera G. Vulnerability Assessment of Buildings due to Land Subsidence Using InSAR Data in the Ancient Historical City of Pistoia (Italy) // Sensors. – 2020. – Vol. 20, No. 10. – 2749.

10. Cuca B., Zaina F., Tapete D. Monitoring of damages to cultural heritage across Europe using remote sensing and earth observation: Assessment of scientific and grey literature // Remote Sensing. – 2023. – Vol. 15, No. 15. – 3748.

11. Caspari G., Crespo P. Convolutional neural networks for archaeological site detection – Finding "princely" tombs // Journal of Archaeological Science. – 2019. – Vol. 110. – 104998.

12. Ma L., Liu Y., Zhang X., Ye Y., Yin G., Johnson B.A. Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2019. – Vol. 152. – P. 166-177.

13. Cultural heritage management and monitoring using remote sensing data and GIS: the case study of Paphos area, Cyprus // Journal of Cultural Heritage. – Elsevier, 2015.

14. Using RS and GIS for risk management of natural disasters consequences: the case of cultural heritage in Jinan city, China // Heliyon / PMC. – 2024.

15. Managing Change in Heritage Cities. Evolving Understanding of the Historic Urban Landscape in Khiva, Uzbekistan. – 2021.

16. Mukhamedjanov A., Isamukhamedova D., Bo-sin T. Green Spaces for Summer Cooling: Case Study Tashkent, Uzbekistan // SSRN Electronic Journal. – 2023.

17. Using GIS technologies to study sulfur dioxide air pollution in Tashkent // ResearchGate. – 2025.

18. A climate-smart suitability mapping framework for arid cities: Integrating machine learning and AHP to enhance vegetation resilience // Science of the Total Environment / ScienceDirect. – 2026.

19. UNESCO World Heritage Centre. State of Conservation Report: Samarkand – Crossroad of Cultures (Uzbekistan). – 2007.

20. OHCHR. Uzbekistan and UNESCO must address forced evictions at world heritage sites. – 2025-yil oktyabr.

21. Emerging trends in GIS application on cultural heritage conservation: a review // npj Heritage Science. – 2024.