UO‘K: 338.48:004.8(575.1)

NOGIRONLIGI BO‘LGAN SAYYOHLAR UCHUN OPTIMAL MARSHRUTLARNI SHAKLLANTIRISHDA GIBRID GEOFAZOVIY SUN’IY INTELLEKT MODELLARI

Sayidqulov Asliddin, **Mustafayev Muzaffar**, **Farruxov Davlatjon**
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti
https://doi.org/10.5281/zenodo.21299321

Annotatsiya. *Maqolada inklyuziv turizmni rivojlantirishda sun’iy intellektga (SI) asoslangan geofazoviy tavsiya tizimlarining roli inson markazli loyihalash tamoyillari asosida tahlil qilinadi. Tadqiqot ob’ekti — Navoiy viloyatining Xatirchi, Nurota va Qiziltepa tumanlarida joriy etilgan “Navoi Turism” platformasi (tourism-for-everyone.uz). Uning markaziy yechimi — foydalanuvchi ob’ektiga eng yaqin madaniy meros nuqtasini avtomatik aniqlovchi geofazoviy algoritm va kontentni inson nazoratidagi moderatsiyasini birlashtirgan gibrid modeldir. Natijalar SI’ning shaffof va inson nazoratidagi (“human-in-the-loop”) qo‘llanilishi nogironligi bo‘lgan sayyohlarning turizm resurslariga teng kirishini oshirishini ko‘rsatadi. Texnologik samaradorlik bilan ijtimoiy tenglikni muvozanatlovchi metodik yondashuv taklif etiladi.*

Kalit so‘zlar: *inklyuziv turizm, sun’iy intellekt, geofazoviy tavsiya tizimi, gibrid model, raqamli kirish imkoniyati (accessibility), inson markazli dizayn, madaniy meros, Navoiy viloyati.*

Аннотация. *Анализируется роль геопространственных рекомендательных систем на базе искусственного интеллекта (ИИ) в развитии инклюзивного туризма с позиций человекоориентированного проектирования. Объект исследования — платформа «Navoi Turism» (tourism-for-everyone.uz), внедрённая в Хатырчинском, Нуратинском и Кызылтепинском районах Навоийской области. Ключевое решение — гибридная модель, объединяющая геопространственный алгоритм определения ближайшего объекта историко-культурного наследия и модерацию контента под контролем человека. Результаты показывают, что прозрачное «человек-в-контуре» применение ИИ повышает равный доступ туристов с инвалидностью к региональным ресурсам. Предлагается подход, балансирующий технологическую эффективность и социальное равенство.*

Ключевые слова: *инклюзивный туризм, искусственный интеллект, геопространственная рекомендательная система, гибридная модель, цифровая доступность, человекоориентированный дизайн, культурное наследие, Навоийская область.*

Abstract. *This article analyzes AI-based geospatial recommendation systems for inclusive tourism through human-centered design principles. The research object is the “Navoi Turism” platform (tourism-for-everyone.uz), deployed across the Khatyrchi, Nurata, and Qiziltepa districts of the Navoi region. Its core solution is a hybrid model combining a geospatial algorithm that automatically identifies the nearest cultural heritage site relative to user-added content with a human-supervised moderation mechanism. The results show that transparent, human-in-the-loop AI significantly improves equitable access to regional tourism resources for travelers with*

disabilities. A methodological approach balancing technological efficiency with social equity is proposed.

Keywords: *inclusive tourism, artificial intelligence, geospatial recommendation system, hybrid model, digital accessibility, human-centered design, cultural heritage, Navoi region.*

KIRISH

So‘nggi yillarda turizm sohasi raqamli transformatsiya va ijtimoiy inklyuzivlik talablarining kesishuvida rivojlanmoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo aholisining qariyb 16 foizi sezilarli nogironlik bilan yashaydi [4]. Bu — turizm xizmatlarining “o‘rtacha sog‘lom sayyoh” uchun emas, balki **barcha uchun** loyihalanishi zarurligini ko‘rsatuvchi obyektiv talabdir. Nogironligi bo‘lgan sayyohlar (people with disability, PwD) bugungi kunda internetdan faol foydalanuvchi, ammo kirish imkoniyatiga oid aniq va ishonchli ma’lumotga eng muhtoj guruhlardan biri hisoblanadi [7]. Ayni shu ehtiyoj **zamon talabi** sifatida raqamli yechimlarni inklyuzivlik tamoyillari asosida qayta ko‘rib chiqishni taqozo etadi.

O‘zbekiston Respublikasida ushbu yo‘nalish davlat siyosati darajasida e’tirof etilgan. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining **2024-yil 18-iyuldagi “Turizm sohasida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-269-son qarori** sohani zamonaviy texnologiyalar asosida rivojlantirishni nazarda tutadi [1]. Shuningdek, Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirining **2026-yil 16-yanvardagi 11-son buyrug‘i** [2] hamda “Inklyuziv turizmni tashkil etishning metodik asoslarini ishlab chiqish (Navoiy viloyatining Xatirchi, Nurota va Qiziltepa tumanlari misolida)” mavzusidagi innovatsion loyiha (grant raqami: IL-9124093892) doirasida mintaqaviy inklyuziv turizmning raqamli asoslari ishlab chiqilmoqda [3]. Mazkur maqola ushbu loyihaning amaliy yechimi natijalariga tayanadi.

Nogironligi bo‘lgan sayyohlar uchun asosiy to‘siq ko‘pincha jismoniy emas, axborot bilan bog‘liq [8]. An’anaviy platformalar umumiy ma’lumot beradi; ochiq tizimlarda noto‘g‘ri kontent xavf tug‘diradi; ob’ekt atrofidagi meros bilan bog‘lanmaslik esa mintaqa salohiyatini to‘liq ochmaydi.

Ilmiy yangilik: geofazoviy avtomatik tavsiya (mashina) va inson nazoratidagi moderatsiya birlashtirilib, SI avtonom qaror qabul qiluvchi emas, balki inson nazorati ostidagi yordamchi (“human-in-the-loop”) sifatida ishlovchi gibrid model qo‘llanadi [11]. Maqolaning maqsadi — SI’ga asoslangan geofazoviy tavsiya tizimini inson manfaatlariga yo‘naltirilgan tarzda loyihalash metodikasini ishlab chiqish va “Navoi Turism” misolida asoslash.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Inklyuziv turizm bo‘yicha ilmiy adabiyotda asosan uchta yo‘nalish ajralib turadi. Birinchisi — **kirish imkoniyati (accessibility) muhandisligi**, ya’ni muhitni nogironligi bo‘lgan foydalanuvchilar uchun moslashtirish. So‘nggi tadqiqotlar accessibilityni inklyuziv turizmning asosiy, dinamik sharti sifatida qayta kontseptuallashtirishni taklif etadi [6]. Domínguez Vila va Darcy esa saytlardagi kirish imkoniyati ma’lumotlari raqamli vositalar samaradorligini oshirishini, mavjud kontent ko‘pincha PwD ehtiyojlariga javob bermasligini va kirish imkoniyati turizm raqobatbardoshligining muhim omili ekanini ko‘rsatadi [7].

Ikkinchi yo‘nalish — **raqamli turizm va SI vositalari**: aqlli navigatsiya va moslashuvchan rejalashtirish orqali nogironligi bo‘lgan sayyohlarning mustaqilligi oshadi [5]. Uchinchi yo‘nalish — **mas’uliyatli SI (responsible AI)**: algoritmlarning ishonchliligi va

shaffofligi [10] hamda SI tavsiyalarini oshkor qilib, inson–SI hamkorligini ta'minlash [11]. Ushbu yo'nalishlar ko'pincha alohida o'rganiladi; tuman miqyosidagi madaniy meros kontekstida inklyuziv raqamli yechimlar kam tadqiq etilgan. Mazkur maqola shu bo'shliqni — inklyuzivlik, geofazoviy SI va mintaqaviy merosni bir tizimda birlashtirib — to'ldiradi.

TADQIQOT METODLARI VA MATERIALLAR

Tadqiqot **loyiha asosida ishlab chiqish (design-based research)** metodologiyasiga tayanadi: nazariy tamoyillar amaliy tizimga aylantiriladi va uning ishlashi tahlil qilinadi. Empirik material sifatida muallif tomonidan ishlab chiqilgan va Navoiy viloyatining Xatirchi, Nurota va Qiziltepa tumanlarida joriy etilgan **"Navoi Turism"** web-platformasi (tourism-for-everyone.uz) olingan.

Texnik arxitektura: server — Node.js/Express va MongoDB, mijoz — React; geofazoviy vizualizatsiya MapLibre orqali. Tizimga to'rtta metodik tamoyil singdirilgan:

1. **Hududiy chegaralash.** Ma'lumot kiritish faqat loyiha qamrab olgan uch tuman bilan cheklanadi — bu mintaqaviy fokusni va ma'lumot aniqligini ta'minlaydi.
2. **Inson nazoratidagi moderatsiya.** Mehmonxona egalari va xizmat ko'rsatuvchilar yuborgan kontent ommaga ko'rinishidan oldin administrator tomonidan tasdiqlanadi — bu mas'ul insonga yakuniy qarorni qoldiruvchi xavfsizlik mexanizmi [12].
3. **Meros ob'ektlari ustuvorligi.** Tarixiy va madaniy meros nuqtalari faqat administrator tomonidan kiritiladi, bu ularning ishonchliligini kafolatlaydi.
4. **Geofazoviy avtomatik bog'lash.** Yangi ob'ekt qo'shilganda tizim eng yaqin meros nuqtasini avtomatik aniqlab taklif etadi.

Geofazoviy yaqinlikni aniqlash uchun ikki nuqta orasidagi sferik masofani hisoblovchi Haversine formulasidan foydalaniladi. Yer sirtidagi ikki koordinata (φ — kenglik, λ — uzunlik) orasidagi markaziy burchak yarmi sinusi orqali (1) ifoda bilan, masofa esa (2) ifoda bilan hisoblanadi:

$$a = sin\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right)^2 + cos\,\varphi_1 \cdot cos\,\varphi_2 \cdot sin\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)^2 \quad (1)$$

$$d = 2R \cdot arcsin\left(\sqrt{a}\right) \quad (2)$$

bu yerda R — Yer radiusi (≈ 6371 km), Δφ, Δλ — koordinatalar farqi, a — oraliq kattalik; tizim barcha nuqtalargacha d masofalarni hisoblab, eng yaqinini tavsiya etadi.

NATIJALAR

Tizimni loyihalash va sinov natijasida quyidagi asosiy natijalar olindi.

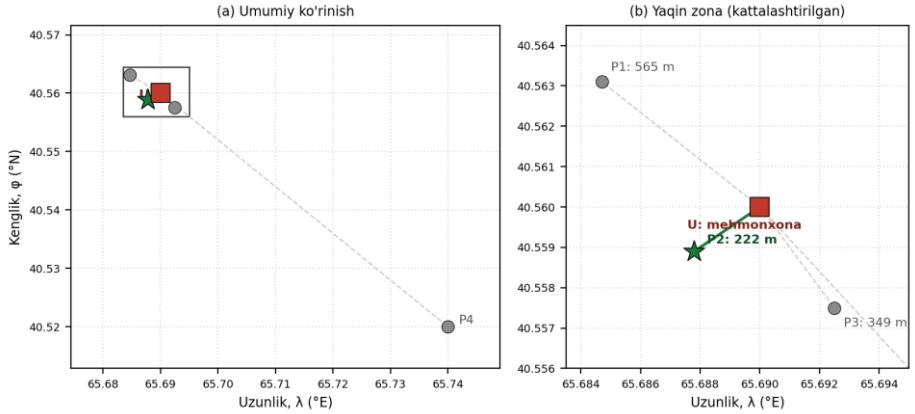
1. **Geofazoviy bog'lash mintaqa salohiyatini ochib beradi.** Eng yaqin meros nuqtasini avtomatik tavsiya etish har bir xizmat ob'ektini madaniy kontekst bilan bog'laydi; bu harakatlanishi cheklangan sayyoh uchun marshrutni rejalashtirishni osonlashtiradi.
2. **Inson nazoratidagi moderatsiya ishonch va xavfsizlikni oshiradi.** Kontentning administrator tasdig'idan o'tishi noto'g'ri ma'lumotlarning oldini oladi va kirish imkoniyatiga muhtoj sayyoh uchun ishonchli axborot muhitini ta'minlaydi.
3. **Hududiy chegaralash ma'lumot sifatini kafolatlaydi.** Faqat uch tuman doirasida ma'lumot qabul qilinishi platformani "aniq hudud haqida chuqur" qiladi — bu inklyuziv turizmda ishonchlilikning muhim shartidir.

4. **Ochiq texnologiyalar arzon yechim beradi.** Ochiq manbali stek (MapLibre, Node.js, MongoDB, React) tijoriy litsenziyasiz, moliyaviy barqaror raqamli infratuzilma yaratish imkonini beradi.

Algoritmning ishlashini namoyish etish uchun Nurota tumani hududidagi namunaviy koordinatalar bo‘yicha hisoblash o‘tkazildi. Foydalanuvchi qo‘shgan mehmonxona U (φ = 40,5600°; λ = 65,6900°) uchun to‘rtta meros nomzodigacha bo‘lgan Haversine masofalari hisoblanib, eng kichigi tavsiya etildi (1-jadval, 1-rasm). Eng yaqin nuqta — **P2 (Chashma majmuasi)**, 222 m; eng uzog‘i — P4, 6135 m.

1-jadval. Haversine masofasi bo‘yicha eng yaqin meros nuqtasini tanlash (namunaviy koordinatalar)

Meros nomzodi	φ (°N)	λ (°E)	d, m	Holat
Nurota qal’asi (P1)	40,5631	65,6847	565	rad etildi
Chashma majmuasi (P2)	40,5589	65,6878	**222**	**tanlandi**
Tarixiy masjid (P3)	40,5575	65,6925	349	rad etildi
Arxeologik yodgorlik (P4)	40,5200	65,7400	6135	rad etildi



1-rasm. Foydalanuvchi ob’ektiga (U) eng yaqin meros nuqtasini (P2) tanlash: (a) umumiy ko‘rinish, (b) yaqin zona

Eslatma: *1-jadval va 1-rasm algoritmning ishlash mantig‘ini namunaviy koordinatalarda ko‘rsatadi. Platformaning amaldagi to‘liq statistikasi (ro‘yxatdan o‘tgan ob’ektlar va meros nuqtalari soni, foydalanuvchilar dinamikasi) tegishli jadvalda keltirilishi va matnda havola qilinishi mumkin.*

MUHOKAMA

Natijalar muhim metodik xulosani tasdiqlaydi: **SI’ning qiymati uning avtonomligida emas, balki insonga xizmat qilish darajasida o‘lchanadi.** “Navoi Turism”da SI insonni qo‘llab-quvvatlashga yo‘naltirilgan: algoritm tavsiya beradi, yakuniy qarorni inson qabul qiladi — bu mas’uliyatli SI [10] va inson–SI hamkorligi modellariga [11] mos keladi va aynan gibrid (inson + mashina) yondashuvni ifodalaydi.

Ijtimoiy tenglik nuqtai nazaridan model raqamli tengsizlikni kamaytiradi: nogironligi bo‘lgan sayyohlarning teng ishtiroki internetdagi axborot sifatiga bevosita bog‘liq [9], ochiq va aniq ma’lumotga asoslangan platforma esa to‘siqlarni pasaytiradi. Bu inklyuzivlikning shunchaki texnik emas, **axloqiy va insonparvarlik** o‘lchovidir.

Cheklovlar: kirish imkoniyatining ayrim jihatlari (aravacha yo‘li, ekran o‘qish) hali to‘liq joriy etilmagan; natijalar bitta mintaqada olingan; inson nazoratining o‘zi ham sifat pasaysa xatoliklarga olib kelishi mumkin [11], shuning uchun moderatsiya aniq tartiblashtirilishi lozim.

XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR

Maqolada inklyuziv turizmda SI’ga asoslangan geofazoviy tavsiya tizimini inson manfaatlariga yo‘naltirilgan tarzda loyihalash metodikasi ishlab chiqildi va “Navoi Turism” misolida asoslandi. Asosiy xulosalar: geofazoviy avtomatik bog‘lash madaniy merosni xizmat ob’ektlari bilan bog‘lab, harakati cheklangan sayyohga to‘liqroq kontekst beradi; inson nazoratidagi moderatsiya samaradorlikni ijtimoiy javobgarlik bilan muvozanatlaydi; ochiq texnologiyalar raqamli infratuzilmani moliyaviy barqaror qiladi.

Amaliy tavsiyalar: (a) hududiy platformalarni loyihalashda kirish imkoniyati ma’lumotlari (aravacha uchun yo‘l, sanitariya tugunlari, dam olish nuqtalari) universal dizayn asosida boshlang‘ich bosqichdayoq kiritilishi; (b) har qanday avtomatik tavsiya inson nazorati bilan qo‘llanilib, SI yordami sifatida ochiq belgilanishi; (c) mahalliy davlat va jamoat tashkilotlari moderatsiyaga jalb etilib, ma’lumot ishonchliligi institutsional kafolatlanishi lozim.

Metodik xulosa: texnologiya insonni almashtirishi emas, insonga xizmat qilishi kerak — SI’ning muvaffaqiyati eng zaif foydalanuvchiga keltirgan foydasi bilan o‘lchanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 18-iyuldagi “Turizm sohasida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-269-son qarori. — Toshkent, 2024.
2. Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirining 2026-yil 16-yanvardagi 11-son buyrug‘i. — Toshkent, 2026.
3. “Inklyuziv turizmni tashkil etishning metodik asoslarini ishlab chiqish (Navoiy viloyatining Xatirchi, Nurota va Qiziltepa tumanlari misolida)” innovatsion loyihasi (grant raqami: IL-9124093892).
4. World Health Organization. Disability — Key facts. WHO, 2023.
5. Robina-Ramírez R., et al. AI-driven solutions for accessible, inclusive travel experiences for people with disabilities // Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. — 2025. — Vol. 20(7). — DOI: 10.1080/17483107.2025.2488391
6. Accessibility as the Core of Inclusive Tourism: Introducing the Circulative Accessibility Framework // Tourism Planning & Development. — 2025. — DOI: 10.1080/21568316.2025.2553815
7. Domínguez Vila T., Darcy S., Alén E. Competing for the disability tourism market: a comparative exploration of accessible tourism competitiveness in Spain and Australia // Tourism Management. — 2015. — Vol. 47. — P. 261–272. — DOI: 10.1016/j.tourman.2014.10.008; shuningdek: Domínguez Vila T., Darcy S. Beyond technical website compliance // Journal of Destination Marketing & Management. — 2024. — DOI: 10.1016/j.jdmm.2024.100912
8. McKercher B., Darcy S. Re-conceptualizing barriers to travel by people with disabilities // Tourism Management Perspectives. — 2018. — Vol. 26. — P. 59–66. — DOI: 10.1016/j.tmp.2018.01.003
9. Accessible tourism: using technology to increase social equality for people with disabilities // Tourism Review. — 2025. — Vol. 80(9). — DOI: 10.1108/TR-12-2024-1102

10. Shneiderman B. Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. — 2020. — arXiv:2002.04087.
11. Huang G. I., et al. Responsible AI and human collaboration in tourism management: Ethical considerations and identity disclosure // Tourism Management. — 2026. — DOI: 10.1016/j.tourman.2025.105315
12. Santoni de Sio F., Mecacci G. Four responsibility gaps with AI // Philosophy & Technology. — 2021. — Vol. 34. — DOI: 10.1007/s13347-021-00450-x