ARXITEKTURA VA QURILISHDA GEOAXBOROT TIZIMLARIDAN FOYDALANISH USULLARI

Po‘latov Muhammadumar Ilhomovich
Toshkent arxitektura va qurilish universiteti talabasi
polatovmuhammadumar@gmail.com (+998917888203)

Anotatsiya. *Ushbu maqolada arxitektura va qurilish sohalarida Geoaxborot tizimlaridan (GAT) foydalanishning asosiy usullari va ularning amaliy ahamiyati ilmiy tahlil asosida ko‘rib chiqiladi. Kirish qismida GAT texnologiyalarining jadal rivojlanishi, qurilish jarayonlarini optimallashtirishdagi o‘rni va shaharsozlikdagi zamonaviy talablar yoritiladi. Metodologiya bo‘limida tahliliy va komparativ usullar orqali ilg‘or tajribalar, ilmiy maqolalar hamda amaliy misollar asosida o‘rganilgan yondashuvlar bayon qilinadi. Natijalar bo‘limida GATning raqamli kadastr, 3D modellashtirish, xavfsizlik monitoringi, ekologik tahlil, joy tanlash va urbanistik rejalashtirishdagi qo‘llanilish usullari, ularning imkoniyatlari, afzallik va kamchiliklari keng yoritiladi. Xulosa qismida GATning arxitektura va qurilishda samarali qo‘llanilishi texnik, iqtisodiy va ekologik barqarorlikka xizmat qilishi ta’kidlanadi. Tadqiqot natijalari GAT texnologiyalarini loyiha va dizayn jarayonlariga keng joriy etish bo‘yicha amaliy tavsiyalarni ham o‘z ichiga oladi.*

Аннотация. *В данной статье рассматриваются основные методы использования геоинформационных систем (ГИС) в архитектуре и строительстве, а также их практическое значение. В введении подчеркивается стремительное развитие ГИС-технологий и их роль в оптимизации строительных процессов и удовлетворении современных требований градостроительства. В методологической части используются аналитический и сравнительный подходы, основанные на анализе научных публикаций, передового опыта и практических кейсов. В результатах подробно описываются применения ГИС: цифровой кадастр, 3D-моделирование, мониторинг строительных объектов, экологический анализ, оценка пригодности участков и планирование городской среды. Каждый метод анализируется с точки зрения его возможностей, преимуществ, недостатков и потенциала для внедрения в профессиональную деятельность. В заключении подчеркивается, что эффективное использование ГИС в архитектуре и строительстве способствует технической эффективности, экономичности и экологической устойчивости. Полученные результаты включают практические рекомендации по интеграции ГИС в проектно-строительные процессы и подчеркивают направления цифровой трансформации в сфере строительства.*

Annotation. *This article explores the primary methods of using Geographic Information Systems (GIS) in the fields of architecture and construction, along with their practical applications. The Introduction section highlights the rapid development of GIS technologies and their growing importance in optimizing construction processes and meeting modern urban planning requirements. In the Methodology section, analytical and comparative approaches are used to examine current practices, scholarly articles, and real-world case studies. The Results section elaborates on the various applications of GIS, such as digital cadastre, 3D modeling, construction monitoring, environmental analysis, site suitability evaluation, and urban planning. Each method is discussed in terms of its capabilities, advantages, limitations, and potential for integration in professional workflows. The Conclusion emphasizes that the effective use of GIS in architecture and construction contributes significantly to technical efficiency, cost-effectiveness, and environmental sustainability. The findings also include practical recommendations for implementing GIS technologies in design and project development processes, offering insight into future directions for digital transformation in the built environment sector.*

Kalit so‘zlar. *Geoaxborot tizimlari, arxitektura, qurilish, 3D modellashtirish, shaharsozlik.*

Ключевые слова. *Геоинформационные системы, архитектура, строительство, 3D моделирование, градостроительство.*

Key words. *Geographic Information Systems, architecture, construction, 3D modeling, urban planning.*

Kirish. Zamonaviy arxitektura va qurilish sohasi texnologik taraqqiyot natijasida keskin o‘zgarishlarga duch kelmoqda. Loyihalashdan tortib qurilish jarayonlarini boshqarishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda axborot texnologiyalarining, xususan, geoaxborot tizimlarining (GAT) qo‘llanilishi strategik ahamiyat kasb etmoqda. GAT-bu fazoviy (geografik) ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, tahlil qilish va vizual tarzda ifodalash imkonini beruvchi integratsiyalashgan tizimlar majmuasidir. Bugungi kunda GAT qurilish maydonlarini tanlash, ekologik tahlil, 3D modellashtirish, yer osti kommunikatsiyalarini aniqlash, xavfsizlik monitoringi kabi ko‘plab funksiyalarni bajarishda muhim vositaga aylanmoqda. Shuningdek, shaharsozlikda barqaror rivojlanish, yer resurslaridan oqilona foydalanish va muhandislik infratuzilmasini rejalashtirishda GAT texnologiyalaridan keng foydalanilmoqda. Ushbu maqolada GATning arxitektura va qurilishdagi asosiy usullari, ularning imkoniyatlari, afzalliklari va amaliy qo‘llanilishi chuqur ilmiy asosda yoritiladi. Shuningdek, har bir usulning ijobiy va salbiy jihatlari hamda kelgusidagi potentsial rivojlanish yo‘nalishlari tahlil qilinadi.

Tadqiqot materiallari va uslubi. Ushbu ilmiy tadqiqot ishida arxitektura va qurilish jarayonlarida geoaxborot tizimlaridan (GAT) foydalanishning samarali usullari tahlil qilindi. Tadqiqotlar Toshkent shahri, Qarshi, Urganch hamda yangi rivojlanayotgan sanoat hududlari misolida o‘rganildi. Asosiy e’tibor GAT texnologiyalarining loyihalashtirish, joy tanlash, xavfsizlik monitoringi, ekologik baholash va 3D modellashtirishdagi funksional imkoniyatlariga qaratildi. Tadqiqot davomida “ArcGIS Pro”, “QGIS”, “AutoCAD Civil 3D”, “Google Earth Engine (GEE)”, “SketchUp” va “Revit” dasturlari orqali tahlillar va kartografik modellashtirish ishlari amalga oshirildi.

Ishda quyidagi metodlardan foydalanildi: kuzatuv va eksperimental metod, komparativ (qiyosiy) tahlil, masofadan zondlash (MZ) asosidagi fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish va raqamlashtirish, kartografik vizualizatsiya, statistik hisob-kitoblar, fazoviy qaror qabul qilish modullari, mantiqiy-matematik tahlil hamda tizimli yondashuv. Masofaviy ma’lumotlar Sentinel-2, Landsat 8 sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va OSM (OpenStreetMap) platformasi orqali to‘plandi.

Tadqiqot usullari nafaqat nazariy tahlil uchun, balki real loyiha faoliyatida - yangi inshootlar qurilishida xavfsizlik, barqarorlik va ekologik muvozanatni ta’minlashda ham qo‘llash uchun tavsiya etiladi. Shuningdek, bu metodlar oliy ta’lim muassasalarida arxitektura va muhandislik sohalaridagi mutaxassislarni tayyorlashda qo‘llanilishi mumkin.

Tahlil va natijalar. Geoaxborot tizimlari (GAT) zamonaviy arxitektura va qurilish sohasida nafaqat axborot vositasi, balki strategik qaror qabul qilish mexanizmi sifatida keng foydalanilmoqda. GAT texnologiyalari yordamida fazoviy ma’lumotlar to‘planadi, ular asosida loyihaviy kartalar tuziladi, inshootlarning joylashuvi aniqlanadi, qurilish xavfsizligi baholanadi, tabiiy va antropogen omillar tahlil qilinadi. GAT loyihalashtirishda optimal joy tanlash, 3D modellashtirish, yer osti tarmoqlarini aniqlash, ekologik monitoring, transport oqimlarini tahlil qilish, aholining yashash muhitini baholash kabi sohalarda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu tadqiqotda arxitektura va qurilishda eng ko‘p uchraydigan va samarali hisoblangan quyidagi GATga asoslangan usullar chuqur tahlil qilindi:

3D modellashtirish va vizualizatsiya: 3D modellashtirish arxitektura va qurilish jarayonlarida obyektlarning uch o‘lchamli ko‘rinishini yaratishga xizmat qiladi. Ushbu usul orqali bino, inshoot va atrof-muhitni vizual tarzda baholash, loyihani real holatga yaqin ko‘rinishda namoyish etish mumkin [1]. GIS texnologiyalari bilan birgalikda bu yondashuv loyihaning relef, kommunikatsiya va ijtimoiy infratuzilmasi bilan uzviy integratsiyasini ta’minlaydi [2].

Modellashtirishda ArcGIS Pro, SketchUp, AutoCAD Civil 3D kabi dasturlar keng qo‘llaniladi. Shuningdek, BIM (Building Information Modeling) texnologiyasi yordamida loyiha bo‘yicha axborotlar qatlamlar asosida tashkil etiladi [3]. Bu esa

rejalashtirish, monitoring, muhandislik tahlili va loyiha bosqichlarini aniq rejalashtirishda muhim ahamiyatga ega [4].



1-rasm. *BIM (Building Information Modeling)*

Kamchiliklari sifatida kuchli kompyuter texnikasi, tajribali mutaxassislar va sifatli fazoviy ma’lumotlarga bo‘lgan ehtiyojni ko‘rsatish mumkin [5]. Biroq, 3D modellashtirish qaror qabul qilishni soddalashtiradi, xatoliklar ehtimolini kamaytiradi va loyiha sifatini oshiradi.

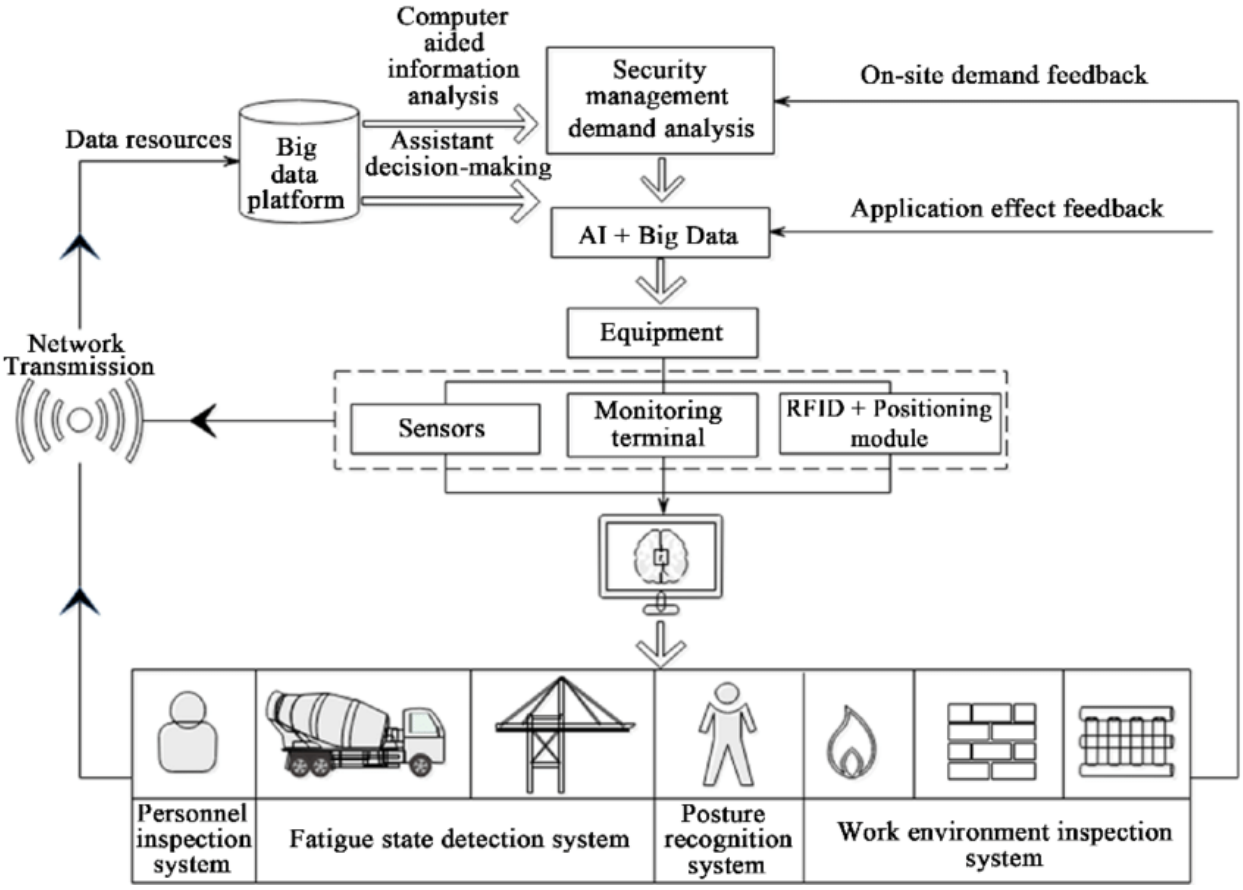
Shaharsozlik va yer rejalashtirish: Geografik axborot tizimlari (GAT) shaharsozlik va yer rejalashtirishda samarali fazoviy tahlil vositasi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. GAT texnologiyalari yordamida aholining joylashuvi, transport tarmoqlari, infratuzilma, ekologik cheklovlar va er resurslaridan foydalanish holati aniq ko‘rinishda aks ettiriladi. Bu esa hududni rejalashtirishda eng optimal joyni tanlash, xizmat ko‘rsatish muassasalarini joylashtirish, transport harakatini yaxshilash va yashil zonalarni kengaytirish imkonini beradi [6].Masalan, shahar chegarasini kengaytirishda tuproq sifati, relef, suv manbalari, mavjud infratuzilma va ekologik xavfsizlik mezonlari GAT orqali fazoviy baholanadi [7].

Rejalashtirishda ArcGIS, QGIS, CityEngine kabi dasturlar yordamida interaktiv xaritalar tuzilib, muqobil loyihaviy stsenariylar sinovdan o‘tkaziladi [8].

Shuningdek, GAT raqamli kadastr tizimlari bilan integratsiyalashgan holda yer hujjatlari, mulk egaligi, soliq va rejalashtirish huquqlari bo‘yicha ishonchli ma’lumotlar bazasini yaratadi [9]. Real vaqt rejimida ma’lumotlar oqimini boshqarish orqali GAT strategik qarorlarni asoslashda muhim vositaga aylanadi [10].

Qurilish xavfsizligi va monitoring tizimlari: Qurilish xavfsizligi va monitoring tizimlari uchun Geografik Axborot Tizimlari (GAT) orqali loyihalash, nazorat va xavf tahlili jarayonlari ancha takomillashtiriladi. Qurilish maydonlarida real vaqtli monitoring GAT yordamida amalga oshirilib, geosensorlar orqali tuproq siljishi, konstruksiyalarning deformatsiyasi, harorat va namlik kabi parametrlar kuzatiladi [11]. Bu usul ishchilar xavfsizligini ta’minlash, avariyalarni oldini olish va qurilish sifati ustidan doimiy nazoratni yo‘lga qo‘yishda yordam beradi.

Shuningdek, dronlar orqali olingan ortofotosuratlar GAT tizimiga yuklanib, binolarning joriy holati va yoriqlar aniqlanadi. Bu esa an’anaviy tekshiruvlarga nisbatan tez va aniq yechimlarni taqdim etadi [12].

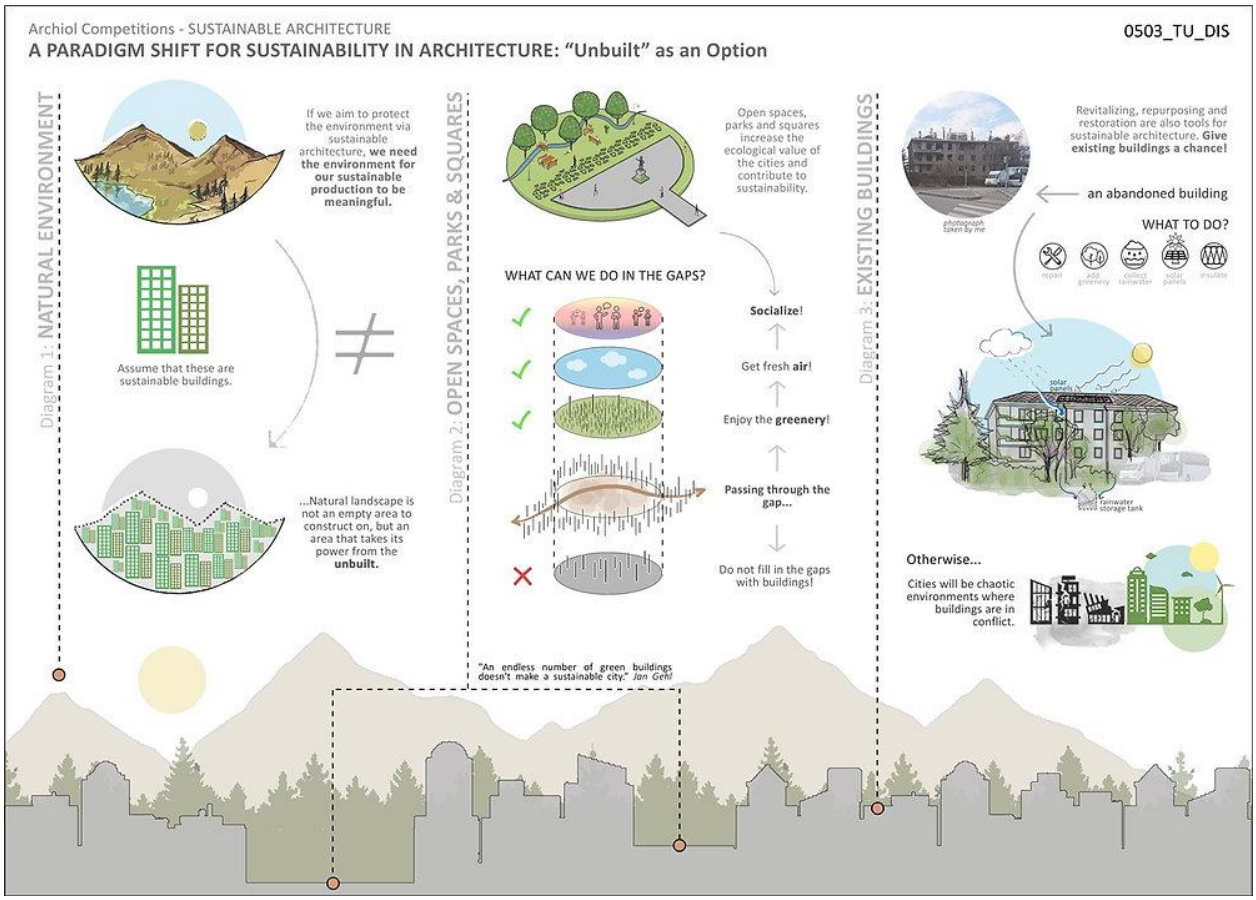


2-rasm. Sun’iy intellektga asoslangan qurilishdagi xavfsizlik boshqaruvi tizimi

Qurilish monitoringida AutoCAD Civil 3D, ArcGIS Pro, Revit kabi dasturlar bilan integratsiya qilingan GAT platformalari texnik holat tahlilini vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Monitoring tizimlari orqali xavfli zonalar, og‘ir texnika harakati, materiallar to‘plangan joylar xaritaga kiritilib, xavfsizlik bo‘yicha qarorlar aniq asoslanadi [13]. Bular zamonaviy qurilish boshqaruvida GATning muhim rolini isbotlaydi.

Atrof-muhit baholash va ekologik tahlil: Atrof-muhit baholash va ekologik tahlilda Geografik Axborot Tizimlari (GAT) yordamida hududdagi ekologik muammolarni aniqlash, tahlil qilish va ularni xaritalashtirish imkoniyati mavjud. GAT orqali havo, suv va tuproq ifloslanishi, shuningdek, bioxilma-xillikning kamayishi kabi muammolar fazoviy ma'lumotlar asosida o'rganiladi [14]. GAT orqali olingan ma'lumotlar monitoring orqali doimiy yangilanadi, bu esa ekologik xavflarni oldindan aniqlash imkonini beradi.

Masalan, NDVI, NDWI va boshqa masofaviy zondlash indekslari orqali o'simliklar holati, namlik darajasi va boshqa parametrlar aniqlanadi. Bu indikatorlar ekologik salomatlikni kuzatishda muhim rol o'ynaydi [15]. Ekologik monitoringda Sentinel-2, Landsat va MODIS sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan foydalaniladi.



3-rasm. Arxitektura va qurilishda barqarorlikka yo'naltirilgan atrof-muhit tahlili

GAT ekologik tahlilda model yaratish va bashorat qilish imkoniyatini ham beradi. Misol uchun, ifloslantiruvchi manbalarni aniqlab, ularning tarqalish yo'nalishlari simulyatsiya qilinadi. Bu esa ekologik xavflarga qarshi rejalashtirilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqishda foydalidir [16].

Yer osti kommunikatsiyalarini aniqlash: Yer osti kommunikatsiyalari - suv quvurlari, gaz tarmoqlari, elektr kabel tizimlari va kanalizatsiya liniyalari - shahar infratuzilmasining muhim qismini tashkil etadi. Geografik Axborot Tizimlari (GAT)

ushbu tarmoqlarni aniq aniqlash va xaritalashtirishda samarali vosita hisoblanadi. Maxsus GPR (Ground Penetrating Radar) uskunalari bilan yig‘ilgan yer osti signal ma’lumotlari GAT muhitiga integratsiya qilinib, ularning fazoviy joylashuvi aniqlanadi [17].

GAT yordamida yer osti infratuzilmasi bo‘yicha mavjud ma’lumotlar yagona platformada jamlanadi, bu esa rekonstruksiya yoki qurilish ishlarida xatoliklarni kamaytiradi [18]. Raqamli xaritalar qurilish oldidan aniq tahlil va loyihalash imkonini beradi. Bundan tashqari, GAT orqali yer osti infratuzilmasining yoshi, materiali, diametri, chuqurligi kabi atributiv ma’lumotlarni ham boshqarish mumkin. Bu esa avariya holatlarini oldindan prognoz qilish, texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash jarayonlarini rejalashtirishda katta yordam beradi [19].

Qurilish infratuzilmasida avtomatlashtirilgan boshqaruv: GAT (GIS) texnologiyalari qurilish infratuzilmasini avtomatlashtirilgan tarzda boshqarishda muhim ahamiyat kasb etadi. Qurilish maydonlaridagi obyektlar, resurslar, vaqt va moliyaviy axborotlar GAT orqali fazoviy va atributiv ma’lumot sifatida bir tizimda boshqariladi. Bu jarayon avtomatlashtirilgan qaror qabul qilish, monitoring, hamda loyiha holatini onlayn kuzatish imkonini yaratadi [20].

GAT qurilish texnologik jarayonlarini (masalan, yo‘l qurilishi, ko‘prik montaji, quvur yotqizish) xronologik va fazoviy asosda vizualizatsiya qilishga yordam beradi. Ushbu tizim qurilish jadvaliga real vaqt ma’lumotlarini bog‘lab, kechikishlar va ortiqcha xarajatlarning oldini olishga xizmat qiladi [21]. Bundan tashqari, GAT orqali ishchilar xavfsizligi, qurilish texnikalarining harakat trayektoriyasi va xavfli zonalar aniqlanib, ularga avtomatik ogohlantirishlar yuborilishi mumkin. Barcha resurslar (material, texnika, ishchi kuchi) onlayn kuzatuvda bo‘lib, samaradorlik ortadi [22]. Natijada, loyiha nazorati va muvofiqlashtirish darajasi sezilarli darajada oshadi.

Geografik axborot tizimlari (GIS) arxitektura va qurilish sohasida keng ko‘lamli vazifalarni hal etishda muhim vosita sifatida shakllanmoqda. 3D modellashtirish va vizualizatsiya orqali binolar va muhitlarning real shakliga yaqin tasvirlar olinib, loyiha aniqligi oshiriladi. Bu nafaqat arxitektorlar, balki investorlarga ham loyiha holatini oldindan ko‘rishga yordam beradi. Shaharsozlik va yer rejalashtirishda GIS yordamida infratuzilma, aholi zichligi, transport oqimi kabi ko‘rsatkichlar tahlil qilinib, barqaror rivojlanishga asoslangan qarorlar qabul qilinadi. Qurilish xavfsizligi va monitoring tizimlarida esa GIS texnologiyalari real vaqt rejimida holatni kuzatish, xavf-xatarlarni aniqlash va nazorat qilish imkonini beradi. Atrof-muhit bahosi va ekologik tahlil sohalarida GIS texnologiyalari orqali yer resurslarining ifloslanishi, suv zaxiralari va yashil hududlar o‘rganiladi, bu esa ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim. Yer osti kommunikatsiyalarini aniqlash GISning yana bir afzalligi bo‘lib, qazish ishlari vaqtida avariyalarni oldini olishda xizmat qiladi. Shuningdek, qurilish infratuzilmasini

avtomatlashtirilgan boshqaruv orqali loyiha va resurslar harakatini muvofiqlashtirish, vaqt va xarajatlarni kamaytirishga erishiladi.

Xulosa va tavsiya: Yuqoridagi usullar orasida **3D modellashtirish va shaharsozlik rejalashtiruvi** eng ko‘p funksional imkoniyatlarga ega bo‘lib, loyihalashda vizual aniqlik, strategik qaror qabul qilish va resurslarni optimal boshqarishga katta hissa qo‘shadi. Shuningdek, **monitoring tizimlari** va **yer osti kommunikatsiyalarini aniqlash** usullari xavfsizlik va texnik nazoratda alohida ahamiyatga ega. Shu bois, arxitektura va qurilishda GIS texnologiyalarini joriy etishda aynan ushbu yo‘nalishlarga ustuvorlik berish tavsiya etiladi. Ular nafaqat samaradorlikni oshiradi, balki qurilish jarayonining barqarorligi va xavfsizligini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Biljecki, F., Ledoux, H., & Stoter, J. (2016), “An improved LOD specification for 3D building models”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 25–37. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.04.005

[2] Kopsida, M., Brilakis, I., & Vela, P. A. (2017), “A review of automated construction progress monitoring and inspection methods”, *Architectural Engineering and Design Management*, 13(6), 409–432. https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1281811

[3] Logothetis, S., Delinasiou, A., & Stylianidis, E. (2018), “Building Information Modelling for Cultural Heritage: A Review”, *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-2, 341–348. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-341-2018

[4] Gledson, B. J., & Greenwood, D. J. (2017), “The adoption of 4D BIM in the UK construction industry”, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(6), 950–967. https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2016-0126

[5] Zhang, C., & Goodchild, M. F. (2002), “Uncertainty in Geographical Information”, *Taylor & Francis*. https://doi.org/10.1201/b12360

[6] Batty, M. (2013), The New Science of Cities. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9435.001.0001

[7] Yao, Y., et al. (2017), “Urban form and density in sustainable city development”, Sustainable Cities and Society, 41, 234–245. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.005

[8] Carruthers, J. I., & Ulfarsson, G. F. (2003), “Urban sprawl and the cost of public services”, Environment and Planning B: Planning and Design, 30(4), 503–522. https://doi.org/10.1068/b12847

[9] Tang, L., et al. (2008), “A GIS-based spatial decision support system for land use planning”, Environment and Planning B: Planning and Design, 35(2), 279–295. https://doi.org/10.1068/b33038

[10] Al-Kodmany, K. (2018), "The role of GIS in the planning of smart cities", Journal of Urban Technology, 25(2), 65–95. https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1432405
[11] Teizer, J., Lao, D., & Sofer, M. (2007), "Rapid automated monitoring of construction site activities using ultra wideband", Automation in Construction, 17(2), 180–188. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.05.003
[12] Irizarry, J., Gheisari, M., & Walker, B. N. (2012), "Usability assessment of drone technology as a safety inspection tool", Journal of Information Technology in Construction, 17, 194–212.
[13] Zhang, C., & Arditi, D. (2013), "Automated progress control using laser scanning technology", Automation in Construction, 36, 108–116. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.08.013
[14] McDonnell, T. C., et al. (2015), "Using GIS and remote sensing to assess the impact of land use change on water quality in a tropical watershed", Environmental Monitoring and Assessment, 187, 1–14. https://doi.org/10.1007/s10661-015-4728-6
[15] Thenkabail, P. S., et al. (2004), "Vegetation indices and their use in remote sensing of vegetation", International Journal of Remote Sensing, 25(2), 391–406. https://doi.org/10.1080/0143116031000105962
[16] Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998), Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press.
[17] Tosti, F., et al. (2018), "Geophysical methods for subsurface utility detection: A review", *Engineering Geology*, 237, 111–124. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.02.003
[18] Anspach, J. H. (2000), "Locating underground utilities: A professional practice", *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(2), 109–115. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2000)126:2(109)
[19] Muggleton, J. M., et al. (2011), "Advances in the detection of buried utilities", *Proceedings of the ICE - Utilities Engineering*, 164(2), 65–73. https://doi.org/10.1680/uen.2011.164.2.65
[20] Isikdag, U., Zlatanova, S. (2009), "A framework for the integration of BIM and GIS for 3D city modelling", *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, 85–105. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87395-2_5
[21] Zhang, C., et al. (2018), "GIS-based dynamic modeling for construction management", *Automation in Construction*, 94, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.007
[22] Lee, S., Peña-Mora, F. (2007), "Visualization of construction progress monitoring using GPS and GIS technologies", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 22(7), 558–574. https://doi.org/10.1111/j.1467-8667.2007.00484.x