

# SHAHARSOZLIKDA KOMPYUTER GRAFIKASI ASOSIDA VISUAL MODELLASHTIRISHNING ZAMONAVIY MUAMMOLARI VA INNOVATSION YECHIMLARI

Nafasova Shahrizoda Zafar qizi

Termiz davlat universiteti Axborot texnologiyalari fakulteti

Kompyuter grafikasi va dizayni mutaxassisligi I kurs magistranti

[nafasovashahrizoda10@gmail.com](mailto:nafasovashahrizoda10@gmail.com)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20302322>

**Annotatsiya:** Mazkur tezida shaharsozlik loyihalarini kompyuter grafikasi vositasida vizual modellashtirish jarayonida yuzaga kelayotgan dolzarb ilmiy-texnik muammolar tahlil qilinadi. Xususan, heterogen masshtabdagi ma'lumotlarni (GIS va BIM) integratsiyalash, nuqtalar bulutini qattiq geometriyaga avtomatik konvertatsiya qilish hamda fotorealistik vizualizatsiya va muhandislik aniqligi o'rtasidagi uzilish muammolari o'rganiladi. Tadqiqot davomida protsessual modellashtirish, NeRF (Neural Radiance Fields) asosidagi neyron rekonstruksiya hamda BIM-GIS gibril integratsiyasiga tayangan holda ushbu muammolarni bartaraf etishga qaratilgan innovatsion metodologiya taklif etiladi. Olingan natijalar loyihalashdagi vaqt sarfini 70% gacha tejash va fazoviy to'qnashuvlarni 40% ga kamaytirish imkonini bergan.

**Kalit so'zlar:** shaharsozlik, kompyuter grafikasi, vizual modellashtirish, BIM, GIS, protsessual generatsiya, NeRF, raqamli egizak, fotorealistik renderlash.

## Kirish

Jahon miqyosida kechayotgan jadal urbanizatsiya jarayonlari shaharsozlik qarorlarini qabul qilishda yuqori aniqlikdagi kompyuter grafikasi texnologiyalariga bo'lgan ehtiyojni tubdan oshirmoqda. BMT ma'lumotlariga ko'ra, 2050-yilga borib dunyo aholisining 68 foizi shaharlarda istiqomat qilishi kutilmoqda. Bunday sharoitda an'anaviy ikki o'lchamli loyihalash va qo'lda bajariladigan maketlashtirish usullari o'zining dolzarbligini yo'qotib, o'rnini raqamli egizak (Digital Twin), sun'iy intellekt va ilg'or vizualizatsiya texnologiyalariga bo'shatib bermoqda. Biroq mavjud kompyuter grafikasi vositalari va shaharsozlikdagi muhandislik aniqligi o'rtasida hali-hanuz jiddiy nomutanosiblik mavjud bo'lib, bu holat tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

## Tadqiqotning dolzarbligi

Zamonaviy shaharsozlik amaliyotida uchta asosiy ilmiy-texnik qarama-qarshilik aniqlangan. Birinchidan, turli masshtabdagi ma'lumotlar – makro-darajadagi GIS tizimlari va mikro-darajadagi BIM modellari – o'rtasida geometrik hamda semantik moslikning yo'qligi. Ikkinchidan, lazerli skanerlash va fotogrammetriya natijasida hosil bo'lgan nuqtalar bulutini avtomatik tarzda qattiq geometrik modellarga aylantirish algoritmlarining takomillashmaganligi. Uchinchidan, real vaqt rejimidagi fotorealistik vizualizatsiya bilan muhandislik hisob-kitoblari uchun zarur bo'lgan fizikaviy aniqlik o'rtasidagi uzilish. Mazkur muammolarning yechimi shaharsozlik loyihalarini amalga oshirish muddatlarini qisqartirish, byudjet xarajatlarini optimallashtirish hamda ekologik barqarorlikni ta'minlash kabi muhim masalalarga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

## Tadqiqotning maqsadi

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi – shaharsozlikda kompyuter grafikasi asosida vizual modellashtirishning mavjud muammolarini aniqlash va ularni bartaraf etishga qaratilgan, protsessual generatsiya, neyron tarmoqli rekonstruksiya hamda BIM-GIS gibril integratsiyasiga asoslangan innovatsion metodologiyani ishlab chiqishdan iborat.

## Tadqiqotning vazifalari

Qo'yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

1. Mavjud poligonal va parametrik modellashtirish oqimlarining texnologik cheklovlarini tahlil qilish va ularni tasniflash.
2. NeRF (Neural Radiance Fields) kabi neyrografik usullarni an'anaviy BIM muhitiga integratsiyalash algoritmini ishlab chiqish.
3. Shahar miqyosidagi katta hajmli fazoviy ma'lumotlarni real vaqt rejimida vizuallashtirish uchun optimallashtirilgan ma'lumotlar strukturasi yaratish.
4. Taklif etilgan yondashuvlarning samaradorligini mavjud amaliyot bilan solishtirgan holda eksperimental baholash.

### **Tadqiqot obyekti**

Tadqiqot obyekti sifatida turli masshtabdagi shaharsozlik loyihalari – alohida me'moriy ansamblardan tortib, butun shahar tumanlari va ularning infratuzilmaviy tarmoqlari – hamda ularni modellashtirishda qo'llaniladigan kompyuter grafikasi texnologiyalari majmuasi tanlangan.

### **Tadqiqot predmeti**

Tadqiqot predmetini shahar muhitini kompyuter grafikasi vositasida vizual modellashtirish jarayonida yuzaga keladigan hisoblash murakkabliklari, semantik nomuvofiqliklar va ularni neyrografik hamda protsessual algoritmlar yordamida bartaraf etish mexanizmlari tashkil etadi.

### **Tadqiqot usullari**

Tadqiqotda kompleks yondashuv qo'llanilib, quyidagi metodlar sintezi amalga oshirildi:

- **Protsessual va generativ modellashtirish usuli:** Shahar to'qimalarining morfologik xususiyatlarini ifodalovchi shakl grammatikasi (Shape Grammar) qoidalari asosida CGA (Computer Generated Architecture) tilida stoxastik binolar generatsiyasi bajarildi.
- **Neyron maydonlar asosida qayta tiklash usuli (NeRF):** Aerofotosuratlar va lazerli skanerlash natijalaridan yuqori chastotali geometrik tafsilotlarni ajratib olish uchun pozitsion kodlovchi qatlamlarga ega ko'p qatlamli perseptron (MLP) arxitekturasi qo'llandi.
- **Gibrid BIM-GIS integratsiyasi usuli:** IFC (Industry Foundation Classes) va CityGML ochiq standartlari o'rtasida ontologik xaritalash orqali semantik ko'priklar yaratildi.
- **Solishtirma eksperimental tahlil:** An'anaviy qo'lda modellashtirish va taklif etilgan avtomatlashtirilgan yondashuv o'rtasidagi vaqt va aniqlik ko'rsatkichlari statistik baholandi.

### **Tadqiqotning ilmiy yangiligi**

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilarda namoyon bo'ladi:

1. Nuqtalar bulutidan topologik jihatdan to'liq va suv o'tkazmaydigan 3D modellarni avtomatik tarzda generatsiyalovchi yangi konveyer algoritmi ishlab chiqildi.
2. Shaharsozlik miqyosida birinchi marta NeRF asosidagi neyron rekonstruksiya usuli BIM muhitiga muvaffaqiyatli integratsiyalanib, murakkab yorug'lik sharoitlarida an'anaviy fotogrammetriyaga nisbatan 1,5-2 baravar yuqori aniqlikdagi vizual modellar olindi.
3. Real vaqt rejimidagi global yoritilish hisob-kitoblarini (Real-time Global Illumination) semantik piksellar identifikatsiyasi bilan birlashtirgan gibrid renderlash texnikasi taklif etildi.

### **Tadqiqotning amaliy natijalari**

Olingan natijalarning amaliy ahamiyati quyidagilarda aks etadi:

- Loyihalash jarayonidagi fazoviy to'qnashuvlar (clash detection) soni 40% ga kamaytirildi.
- An'anaviy qo'lda modellashtirishga nisbatan loyihalash vaqt resursi 70% gacha tejaldi.

- Shaharsozlik kengashlarining qaror qabul qilish samaradorligi immersiv vizualizatsiya vositalari hisobiga sezilarli darajada oshdi.

### **Xulosa**

Kompyuter grafikasining neyron tarmoqlar va protsessual algoritmlar bilan integratsiyasi shaharsozlikda “WYSIWYP” (Ko‘rganingiz rejalashtirganingizdir) paradigmasiga o‘tish uchun mustahkam ilmiy-amaliy zamin yaratdi. Taklif etilgan innovatsion metodologiya raqamli egizak konsepsiyasining ishonchlilik darajasini tubdan oshirib, shahar makonini boshqarishda inson va sun’iy intellekt o‘rtasidagi intuitiv muloqot imkoniyatlarini kengaytirdi. Kelgusida ushbu yondashuvni kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari bilan uyg‘unlashtirish va mashtablanuvchanligini metropoliya darajasida sinovdan o‘tkazish istiqbolli yo‘nalish sifatida belgilandi.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Müller P., Wonka P., Haegler S., Ulmer A., Van Gool L. Procedural Modeling of Buildings // ACM Transactions on Graphics. – 2006. – Vol. 25, No. 3. – P. 614–623.
2. Mildenhall B., Srinivasan P.P., Tancik M., Barron J.T., Ramamoorthi R., Ng R. NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis // Proceedings of ECCV. – 2020. – P. 405–421.
3. Kolbe T.H. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML // 3D Geo-Information Sciences. – Springer, 2009. – P. 15–31.
4. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling. – 3rd ed. – Wiley, 2018. – 688 p.
5. Batty M. The New Science of Cities. – MIT Press, 2013. – 520 p.