TURAR-JOY BINOLARINI LOYIHALASHDA ZAMONAVIY DASTURLAR

Rasulov Javohir Akmal o‘g‘li
Doctoral student at Namangan State Technical University, Uzbekistan
Tel: 998951544333
E-mail: javohirrasulov7922@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada seysmik faol hududlarda turarjoy binolarining muhandislik kommunikatsiyalarini bloklash tizimlari uchun innovatsion materiallar va ilg‘or texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Xususan, IoT texnologiyalari, smart materiallar va avtomatlashtirilgan xavfsizlik tizimlarining zilzila paytidagi samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari zilzilalarga bardoshli muhandislik tizimlarini takomillashtirish va ularning amaliy qo‘llanilishi bo‘yicha tavsiyalarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: Seysmik xavfsizlik, muhandislik kommunikatsiyalari, zilzila vaqtida bloklash tizimlari, innovatsion materiallar, IoT texnologiyalari, smart tizimlar, zilzilabardosh inshootlar, avtomatlashtirilgan monitoring, sensor texnologiyalari, qurilish materialshunosligi, muhandislik infratuzilmasi, favqulodda vaziyatlar boshqaruvi.

Annotation: This article analyzes the possibilities of using innovative materials and advanced technologies for blocking systems of engineering communications of residential buildings in seismically active regions. In particular, the effectiveness of IoT technologies, smart materials and automated security systems during earthquakes is considered. The research results include recommendations for improving earthquake-resistant engineering systems and their practical application.

Keywords: Seismic safety, engineering communications, earthquake blocking systems, innovative materials, IoT technologies, smart systems, earthquake-resistant structures, automated monitoring, sensor technologies, building materials science, engineering infrastructure, emergency management.

Аннотация: В статье анализируются возможности применения инновационных материалов и передовых технологий для систем блокировки инженерных коммуникаций жилых зданий в сейсмоактивных регионах. В частности, будет изучена эффективность технологий Интернета вещей, интеллектуальных материалов и автоматизированных систем безопасности во время землетрясений. Результаты исследований включают рекомендации по совершенствованию сейсмостойких инженерных систем и их практическому применению.

Ключевые слова: Сейсмическая безопасность, инженерные коммуникации, системы сейсмоблокировки, инновационные материалы, технологии Интернета вещей, интеллектуальные системы, сейсмостойкие конструкции,

автоматизированный мониторинг, сенсорные технологии, строительное материаловедение, инженерная инфраструктура, управление в чрезвычайных ситуациях.

Kirish

So‘nggi yillarda turar-joy binolarini loyihalashda raqamli texnologiyalardan foydalanish qurilish sohasining asosiy rivojlanish yo‘nalishiga aylandi. An’anaviy loyihalash usullari ko‘p vaqt va mehnat talab qilgani, ma’lumotlar oqimida uzilishlar yuzaga kelgani hamda loyihalash va qurilish jarayonlari o‘rtasida muvofiqlashtirish yetarli darajada samarali bo‘lmagani tufayli zamonaviy dasturlar joriy etilishi zaruratga aylandi (Liu, Lu & Peh, 2019). Bugungi kunda Building Information Modeling (BIM) texnologiyasi loyihalashning barcha bosqichlarini yagona raqamli muhitda olib borish imkonini yaratmoqda. Bu texnologiya yordamida nafaqat arxitektura va konstruktiv yechimlar, balki muhandislik tarmoqlari ham birgalikda modellashtiriladi va loyiha ishtirokchilari o‘rtasida real vaqt rejimida hamkorlikni ta’minlaydi (Boje et al., 2021). Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, BIM asosida ishlab chiqilgan loyihalar 15–20% gacha vaqtni tejash va ekspluatatsiya davrida xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi (Durdyev et al., 2021).

Shuningdek, IoT (Internet of Things) va BMS (Building Management Systems) texnologiyalari binolarda energiya samaradorligini oshirish, xavfsizlikni ta’minlash hamda muhandislik tarmoqlarini avtomatik boshqarishda muhim rol o‘ynaydi (Rashid, Gill & Beydoun, 2022). Zamonaviy loyihalash dasturlarining integratsiyasi nafaqat qurilish jarayonida, balki ekspluatatsiya davrida ham barqarorlikni oshirishi ilmiy jihatdan isbotlangan (Chen et al., 2023). O‘zbekiston sharoitida ham BIM, CAD va IoT texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha dastlabki qadamlar qo‘yilmoqda. Jumladan, Toshkent arxitektura-qurilish institutida olib borilgan ilmiy ishlarda raqamli loyihalashning mahalliy qurilish bozoriga tatbiq etilishi istiqbollari yoritib berilgan (Buronov, 2021). Mahalliy olimlar fikriga ko‘ra, bu kabi texnologiyalarni keng tatbiq etish turar-joy binolarining sifatini oshirish, zilzilabardoshlik darajasini yaxshilash hamda energiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi (Karimov, 2018).

Turar-joy binolarini loyihalashda zamonaviy dasturlar va texnologiyalardan foydalanish nafaqat loyihalash jarayonini tezlashtiradi, balki binolarning ekspluatatsiya samaradorligi va xavfsizligini oshiradi. Bu esa O‘zbekistonning qurilish sohasini xalqaro standartlarga moslashtirish va innovatsion rivojlanishga olib keluvchi muhim omil hisoblanadi.

Mavzuning dolzarbligi (O‘zbekiston va xorijiy tajriba)

Zamonaviy qurilish sohasida turar-joy binolarini loyihalash jarayonida innovatsion dasturiy vositalar va raqamli texnologiyalarni qo‘llash dunyo

ISSN 3030-3907

miqyosida eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Global urbanizatsiya jarayonlari, aholi sonining o‘sishi va energiya samaradorligiga bo‘lgan talabning ortishi natijasida binolarni loyihalashda BIM, IoT, CAD va BMS kabi texnologiyalarning qo‘llanilishi kengaymoqda (Liu, Lu & Peh, 2019). Masalan, Yaponiya, AQSh va Yevropa davlatlarida BIM texnologiyasi yordamida loyihalashtirilgan turar-joy binolari 15–30% gacha energiya tejamkorligi va 20% gacha ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishi bilan ajralib turadi (Boje et al., 2021). Shuningdek, IoT va aqlli boshqaruv tizimlari integratsiyasi orqali muhandislik tarmoqlarini masofadan boshqarish, nosozliklarni erta aniqlash va xavfsizlik darajasini oshirish imkoniyatlari yaratilmoqda (Chen et al., 2023). Bugungi kunda smart building konsepsiyasi Singapur, Janubiy Koreya va Germaniya kabi mamlakatlarda milliy qurilish strategiyasining ajralmas qismi sifatida rivojlantirilmoqda.

O‘zbekiston sharoitida ham so‘nggi yillarda qurilish sohasini raqamlashtirish va zamonaviy dasturlarni tatbiq etish borasida bir qator tashabbuslar amalga oshirilmoqda. Jumladan, 2021-yilda Qurilish vazirligi tomonidan BIM texnologiyasini bosqichma-bosqich joriy etish bo‘yicha normativ-huquqiy hujjatlar ishlab chiqildi. Shu bilan birga, Toshkent Arxitektura-qurilish instituti va Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida BIM va raqamli loyihalash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda (Buronov, 2021). Mahalliy tadqiqotlarda, xususan Karimov (2018) va Ismoilov (2020) tomonidan turar-joy binolarida muhandislik tarmoqlarini samarali boshqarish va seysmik xavfsizlikni oshirish masalalari yoritilgan. Shunday qilib, xorijiy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy dasturlar va texnologiyalarni loyihalash jarayonida qo‘llash nafaqat qurilish samaradorligini oshiradi, balki barqaror rivojlanish tamoyillarini amalga oshirishga xizmat qiladi. O‘zbekiston sharoitida esa bu jarayon endigina shakllanmoqda va xorijiy tajribani milliy normativlar hamda tabiiy-iqlim sharoitlariga moslashtirish bugungi kunda ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi.

I. Zamonaviy loyihalash dasturlari va ularning imkoniyatlari

Ayni paytda zamonaviy loyihalash dasturlari quyidagilar:

1. BIM (Building Information Modeling)
2. CAD (Computer-Aided Design)
3. IoT (Internet of Things)

1.BIM (Building Information Modeling) – loyihaning barcha bosqichlarini yagona raqamli model asosida boshqarish. BIM (Building Information Modeling) – bu qurilish jarayonini loyihalashdan tortib, qurish va ekspluatatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni yagona raqamli muhitda boshqarish imkonini beruvchi texnologiya. BIM oddiy 3D-modellashtirish emas, balki binoning geometrik

ISSN 3030-3907

parametrlari, muhandislik tarmoqlari, materiallar haqidagi ma'lumotlar, energiyadan foydalanish ko'rsatkichlari va ekspluatatsiya xarajatlarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazasidir (Liu et al., 2019).

BIM yordamida:

- Loyihalash bosqichida barcha konstruktiv elementlar (poydevor, devorlar, karkas, tom) va muhandislik tarmoqlari (elektr, suv, issiqlik, ventilyatsiya, kanalizatsiya) integratsiyalashgan holda yaratiladi.
- Qurilish bosqichida material sarfi, xarajatlar va vaqt bo'yicha aniq hisob-kitoblar qilinadi.
- Ekspluatatsiya bosqichida esa bino "raqamli egizagi" (digital twin) orqali uning real holati monitoring qilinadi, nosozliklarni oldindan aniqlash va xizmat ko'rsatishni rejalashtirish mumkin bo'ladi (Boje et al., 2021).

Xorijiy tadqiqotlarda isbotlanganki, BIM texnologiyasidan foydalanish qurilish xarajatlarini o'rtacha 15–20% gacha kamaytiradi, ekspluatatsiya xarajatlarini esa 20–30% gacha qisqartiradi (Chen et al., 2023). Bundan tashqari, BIM yordamida kolliziyalar (loyihadagi muvofiqlik xatolari) aniqlanishi natijasida qurilish jarayonida yuzaga keladigan qo'shimcha xarajatlarning oldi olinadi. O'zbekiston sharoitida esa BIM texnologiyasi endilikda joriy etilmoqda. 2021-yilda Qurilish vazirligi tomonidan BIM'ni normativ-huquqiy bazaga kiritish bo'yicha qarorlar ishlab chiqildi. Toshkent Arxitektura-qurilish instituti va Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida bu yo'nalishda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda (Buronov, 2021). Shu bois, milliy sharoitda BIM'ni seysmik xavfsizlik, energiya samaradorligi va mahalliy materiallardan foydalanish bilan uyg'unlashtirish muhim masala hisoblanadi.

2. CAD (Computer-Aided Design) – konstruktorlik va chizmalar tayyorlashda asosiy vosita

CAD (Computer-Aided Design) dasturlari zamonaviy qurilish va muhandislik loyihalash jarayonining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya qurilish elementlari va konstruksiyalarini aniq geometrik modellashtirish, chizmalarni tayyorlash hamda loyihaviy hujjatlarni tezkor ishlab chiqish imkonini beradi. CAD tizimlaridan foydalanish loyihalash jarayonida inson omili tufayli yuzaga keladigan xatoliklarni keskin kamaytiradi, vaqt va resurslarni tejashga yordam beradi. Hozirgi vaqtda AutoCAD, SolidWorks, ArchiCAD, CATIA kabi dasturlar keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa, AutoCAD qurilish va muhandislik sohalarida 2D va 3D chizmalarni yaratishda universal vosita sifatida ishlatiladi. CAD dasturlari yordamida konstruktiv elementlarning o'lchamlari, kesimlari, materiallar tarkibi va ularning o'zaro joylashuvi aniq ifodalanadi. Bu esa loyihaning keyingi bosqichlarida BIM yoki CAM tizimlari bilan uzviy bog'lanish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

CAD dasturlarining qurilish sohasidagi asosiy afzalliklari:

- Aniqlik va tezkorlik – murakkab geometrik shakllar va konstruksiyalar qisqa vaqt ichida modellashtiriladi.
- Integratsiya imkoniyati – boshqa dasturlar (BIM, CAM, IoT) bilan uzviy ishlaydi.
- Resurslarni tejash – loyihalashdagi xatoliklar kamayadi, materiallar hisob-kitobi aniq bo‘ladi.
- Vizualizatsiya – qurilish ob’ektining 2D va 3D ko‘rinishda taqdim etilishi investor va buyurtmachiga qulaylik yaratadi.

1-Jadval

CAD dasturlarining qo‘llanish yo‘nalishlari

CAD dasturi	Asosiy qo‘llanish sohasi	Afzalliklari
AutoCAD	Qurilish va muhandislik chizmalari	2D/3D modellashtirish, keng qo‘llanilish
SolidWorks	Mexanika va konstruktiv elementlar	3D modellarni yuqori aniqlikda yaratish
ArchiCAD	Arxitektura loyihalari	Qurilishning vizual modeli, dizayn
CATIA	Katta inshootlar va sanoat loyihalari	Kompleks tizimlarni modellashtirish imkoniyati

Ilmiy faktlar:

- Tadqiqotlarga ko‘ra, CAD tizimlaridan foydalanish loyihalash vaqtini o‘rtacha 30–40% ga qisqartiradi va chizmalar aniqligini inson qo‘li bilan tayyorlangan chizmalarga nisbatan 3–4 baravar oshiradi (Smith et al., 2021).
- O‘zbekiston qurilish sanoatida 2020-yillardan boshlab AutoCAD va ArchiCAD dasturlari asosiy vosita sifatida joriy etilib, ko‘plab turar-joy va sanoat obyektlari loyihalarida keng qo‘llanmoqda.

3. IoT (Internet of Things) – binolarning muhandislik tarmoqlarini loyihalash va ekspluatatsiyada monitoring qilish. IoT (Internet of Things) – bu qurilish inshootlari va turar-joy binolarining muhandislik tarmoqlarini masofadan turib boshqarish va monitoring qilish imkonini beruvchi zamonaviy texnologiya hisoblanadi. IoT tizimlari yordamida binoning elektr, suv ta’minoti, isitish-sovutish (HVAC), yong‘in xavfsizligi va gaz tarmoqlari doimiy ravishda kuzatib boriladi. IoT texnologiyasi sensorlar, aqlli qurilmalar va tarmoqqa ulangan boshqaruv bloklari asosida ishlaydi. Bu tizim foydalanuvchilarga real vaqt rejimida ma’lumot olish va tezkor choralar ko‘rish imkonini beradi. Masalan, suv oqish aniqlansa, tizim avtomatik ravishda kranni yopadi yoki gaz sizib chiqsa, signalizatsiya va shamollatish tizimi ishga tushadi.

IoT texnologiyasining qurilishdagi afzalliklari:

- Monitoring va nazorat – muhandislik tarmoqlari real vaqt rejimida kuzatiladi.

ISSN 3030-3907

• Avtomatik boshqaruv – tizim xavf holatlarida tezkor chora ko‘radi.
• Energiya samaradorligi – elektr va issiqlik resurslaridan oqilona foydalanish ta’minlanadi.
• Masofaviy boshqaruv – mobil ilovalar va “aqlli” platformalar orqali binoni boshqarish.
• Xavfsizlikni oshirish – gaz, suv va elektr tizimlarida yuzaga keladigan nosozliklar oldindan aniqlanadi.

2-jadval

IoT texnologiyalarining turar-joy binolarida qo‘llanish sohasi

Qo‘llanish sohasi	IoT orqali nazorat qilinadigan parametrlar	Natija / Afzalliklar
Elektr tarmog‘i	Tok sarfi, kuchlanish, nosozliklar	Energiya tejash, xavfsizlik
Suv ta’minoti	Suv bosimi, oqish holatlari	Oqishning oldini olish, resursni tejash
Isitish-sovutish (HVAC)	Harorat, namlik, ventilyatsiya	Qulay mikroiqlim, energiya samaradorligi
Gaz tarmog‘i	Gaz bosimi, sizib chiqish	Yong‘in va portlash xavfini kamaytirish
Yong‘in xavfsizligi	Tutun, olov, harorat	Tezkor signalizatsiya va evakuatsiya

IoT tizimining ishlash sxemasi (chizma)

[Sensorlar (gaz, suv, elektr, issiqlik)]
↓
[IoT Gateway / Kontroller]
↓
[Bulutli server / Tarmoqlar]
↓
[Mobil ilova / BMS tizimi orqali boshqaruv]

Ilmiy faktlar:

• Tadqiqotlarga ko‘ra, IoT asosidagi monitoring tizimlari binolarda energiya sarfini 20–30% ga kamaytiradi (Zhou et al., 2022).
• 2025-yilga kelib, dunyo bo‘yicha “aqlli uy va bino IoT qurilmalari soni 1,5 milliard donadan oshishi kutilmoqda (Statista, 2023).
• O‘zbekiston sharoitida 2022-yildan boshlab ayrim turar-joy majmualarida IoT asosida gaz va suv hisoblagichlari joriy qilinmoqda, bu esa aholiga aniq va shaffof resurs hisob-kitobini taqdim etmoqda.

II. Dasturlarning qo‘llanilish sohalari.

ISSN 3030-3907

BIM, CAD va IoT dasturlari qurilishning turli hil jabhalarida qo‘llaniladi. Ular quyidagilar:

1) Arxitektura va konstruktiv qismlar loyihalashda BIM va CAD.
2) Muhandislik tarmoqlarini (suv, gaz, elektr, ventilyatsiya) integratsiya qilishda IoT

1. Arxitektura va konstruktiv qismlar loyihalashda BIM va CAD.

CAD (Computer-Aided Design) – loyihalashning an’anaviy raqamli asosi

CAD dasturlari (AutoCAD, ArchiCAD, SolidWorks va b.) arxitektura va qurilishda chizmalar tayyorlashda asosiy vosita sifatida xizmat qiladi. CAD yordamida:

- 2D chizmalar (reja, kesim, fasadlar) tezkor tayyorlanadi;
- 3D modellashtirish orqali konstruksiyalarning hajmiy ko‘rinishi yaratiladi;
- Loyihalashdagi xatoliklarni erta bosqichda aniqlash mumkin bo‘ladi;
- Konstruktiv elementlar o‘lchamlari, material sarfi va montaj tartibi aniqlanadi.

Afzalliklari: yuqori aniqlik, chizmalar tezkorligi, xalqaro standartlarga moslashuvchanlik. Cheklovlari: faqat loyiha tasviri beriladi, lekin barcha bosqichlarni yagona tizimda birlashtira olmaydi.

BIM (Building Information Modeling) – integratsiyalashgan loyiha modeli

BIM texnologiyasi (Revit, Tekla Structures, Bentley Systems va b.) CAD’dan farqli ravishda binoni raqamli axborot modeli sifatida yaratadi. BIMda arxitektura, konstruktiv va muhandislik qismlar yagona ma’lumotlar bazasida jamlanadi.

- Arxitektura qismi**:** bino shakli, fasad dizayni, ichki rejalari, funksional zonalash.
- Konstruktiv qismi**:** poydevor, karkas, devorlar, tom konstruksiyalari.
- Muhandislik qismlari (MEP): elektr, suv ta’minoti, isitish-sovutish tizimlari.

Afzalliklari:

- Loyiha ishtirokchilarining (arxitektor, muhandis, quruvchi) yagona platformada ishlashi;
- Loyihaning barcha bosqichlarini (loyihalash, qurish, ekspluatatsiya) qamrab olishi;
- 4D (vaqt), 5D (xarajat), 6D (energiya samaradorligi) kabi kengaytirilgan modellarni qo‘llash imkoniyati;
- Xatoliklar va resurs isroflarini 25–30% ga kamaytirishi.

3-jadval

CAD va BIM texnologiyalarini solishtirish

Ko‘rsatkichlar	CAD (Computer-Aided Design)	BIM (Building Information Modeling)
Asosiy maqsad	Chizma va model yaratish	Binoning barcha bosqichlarini integratsiyalash

ISSN 3030-3907

Chizma turi	2D va 3D	3D, 4D, 5D, 6D (raqamli axborot modeli)
Hamkorlik imkoniyati	Cheklangan	Yagona axborot bazasida jamoaviy ish
Resurslarni hisoblash	Qo‘lda yoki qo‘shimcha dastur orqali	Avtomatik, model asosida
Xatoliklarni aniqlash	Loyiha oxirgi bosqichida	Loyiha jarayonida real vaqt rejimida
Qo‘llanish sohasi	Asosan arxitektura va chizmalar	Arxitektura + konstruktiv + muhandislik tizimi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Liu, Y., Lu, Y., Peh, L. C. (2019). *Building Information Modeling (BIM) and design management: A systematic review*. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 26(4), 737–755. https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2018-0390

2. Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., Rezgui, Y. (2021). *Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research*. **Automation in Construction**, 114, 103179. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179

3. Durdyev, S., Ismail, S., Kandymov, N. (2021). *Structural equation model of the factors affecting BIM adoption in the construction industry*. **Journal of Civil Engineering and Management**, 27(4), 227–239. https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14572

4. Rashid, M., Gill, A. Q., Beydoun, G. (2022). *Smart buildings: A review of recent developments and future directions*. **Energy and Buildings**, 258, 111824. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111824

5. Chen, X., Lu, W., Xue, F., Rowlinson, S. (2023). *Digital twins for the built environment: A critical review*. **Automation in Construction**, 144, 104587. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104587

6. Smith, D. K., Tardif, M. (2009). *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide*. John Wiley & Sons, New Jersey.

7. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling*. 3rd ed., John Wiley & Sons.

8. Zhou, Z., Zhang, X., Wang, C. (2022). *IoT-based smart building systems: Energy efficiency and safety applications*. **Sustainable Cities and Society**, 80, 103765. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103765

9. FEMA P-749. (2010). *Earthquake-Resistant Design Concepts: An Introduction to the NEHRP Recommended Seismic Provisions*. Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.

ISSN 3030-3907

10. ISO 19650-1:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works — Information management using BIM — Part 1*. International Organization for Standardization.
11. Karimov, A. A. (2018). *Zilzilabardosh binolar va inshootlarni loyihalash asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
12. Buronov, B. T. (2021). *O‘zbekistonda BIM texnologiyalarini qurilish sohasiga joriy etish istiqbollari*. **Arxitektura va Qurilish Muammolari**, 2, 45–51.
13. Ismoilov, S. R. (2020). *Muhandislik kommunikatsiya tizimlarining seysmik xavfsizligi*. Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti ilmiy to‘plami, 3, 66–72.
14. Statista. (2023). *Internet of Things (IoT) connected devices worldwide*. Statistical Database Report.

ISSN 3030-3907