

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI URGANCH DAVLAT
UNIVERSITETIDA 15-16-SENTABR

“QURILISH VA ARXITEKTURA SOHASIDAGI INNOVATSION
G‘OYALAR, INTEGRATSIYA VA TEJAMKORLIK” MAVZUSIDAGI
RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY VA ILMIY-TEXNIK
KONFERENSIYA MATERIALLARI

2-qism

“INNOVATIVE IDEAS, INTEGRATION, AND ECONOMY IN THE
FIELD OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE”
SCIENTIFIC AND PRACTICAL REPUBLICAN CONFERENCE

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ, ИНТЕГРАЦИЯ И
ЭКОНОМИКА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

URGANCH-2025

TASHKILIY QO‘MITASI:

RAIS:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti rektori v.v.b., professor - **S.U. Xodjaniyazov**

HAMRAISLAR:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **Z.Sh. Ibragimov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti xalqaro hamkorlik bo‘yicha prorektori, f-m.f.d., professor - **G‘.U. Urazboyev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Texnika fakulteti dekani, f-m.f.n., dotsent - **M.Q. Qurbanov**

Toshkent davlat transport universiteti, Avtomobil yo‘llari muhandisligi fakulteti dekani, t.f.d., professor - **A.X. Urokov**

Xorazm viloyati Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi boshqarmasi, Urganch tuman bosh arxitektori - **R.B. Matmurotov**

ILMIY KOTIB:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, “Qurilish” kafedrası dotsenti, PhD - **A.A. Qutlijev**

TASHKILIY QO‘MITA A‘ZOLARI:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti yoshlar masalalari va ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **D.I. Ibadullayev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti moliya-iqtisod ishlari bo‘yicha prorektori - **A.Atajanov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Qurilish” kafedrası mudiri, t.f.n., dots. – **Q.K. Axmedov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Arxitektura” kafedrası mudiri **R.Q. Palvanov**

t.f.d., prof., R. Raximov, t.f.d., prof., B.Raxmonov, t.f.n., dots., K.Kuryozov, i.f.n., dots., N. Sattorov, a.f.n., dots., M. Setmamatov, a.f.f.d., dots., S. Atoshev, a.f.f.d., Sh. Abdullayeva, dots., Sh. Xo‘janiyozov, t.f.f.d., S. Sultanova, A. Atamuratov, A. Seyitniyozova, N. Kariyeva, S. Rajabov, S. Yusufov, A. Sobirov, X. Madirimov, X. Radjabov, I. Bekturdiyev, B. Radjapov, A. Xodjayazov, A. Matkarimov, M. Djumanazarova, R. Nafasov, Sh. Navruzov, Y. Tadjiyev, R. Sovutov, A. Samandarov, L. Yusupova, Sh. Masharipov, H. Bekchanov, D. Shalikarova, S. Nurmuhammedov, I. Matnazarov, Q. Soburov, K. Yuldashev, A. Bobojonov, Sh. Nurimetov, H. Masharipova, S. Qurambayev, M. Ashurova, A. Shomurotov.

ILMIY-TEXNIK ANJUMAN DASTURIY QO‘MITASI:

Rais: “ARXITEKTURA, QURILISH, DIZAYN” ilmiy-amaliy jurnalining bosh muharriri, i.f.d., prof. **Nurimbetov Ravshan Ibragimovich**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universitetida 2025 yil 15-16-sentabr kunlari “Qurilish va arxitektura sohasidagi innovatsion g‘oyalar, integratsiya va tejamkorlik” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari kiritilgan.

To‘plamga kiritilgan maqolalar mazmuni, ilmiy salohiyati va keltirilgan dalillarning haqqoniyligi uchun mualliflar mas’uldirlar.

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТЕХНОЛОГИЙ BIM ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Санжар Анваров Равшанович

*Учитель кафедры строительства и архитектуры,
Туринский политехнического университета в Ташкенте, Узбекистан.*

sanjar.anvarov@polito.uz

Annotatsiya

Maqolada seysmik xavfli hududlardagi bino va inshootlarning texnik holatini baholash uchun sun'iy intellekt (AI) va BIM texnologiyalarini integratsiyalash imkoniyatlari o'rganiladi va BIM ma'lumotlarini tahlil qilish uchun AI usullari ko'rib chiqiladi. Bunday yechimlarni O'zbekistonda tatbiq etishning afzalliklari, cheklovlari va tavsiyalari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar

sun'iy intellekt, BIM, seysmik qarshilik, texnik holat, mashinalarni o'rganish, neyron tarmoqlar, qurilish muhandisligi, raqamli modellashirish.

Abstract

This article explores the potential of integrating Artificial Intelligence (AI) and Building Information Modeling (BIM) technologies for assessing the structural condition of buildings and structures in seismically active regions. It examines AI methods for analyzing BIM data. The article discusses the benefits, limitations, and recommendations for implementing such solutions in Uzbekistan.

Keywords

artificial intelligence, BIM, seismic resilience, structural condition, machine learning, neural networks, civil engineering, digital modeling

Введение

Узбекистан расположен в сейсмоопасной зоне, что делает устойчивость зданий ключевой задачей. Землетрясение 1966 года в Ташкенте (7,5 баллов) [1] показало уязвимость жилого фонда, особенно данное время, когда многие дома советского периода исчерпывают свой срок службы. Сегодня большая часть этого фонда нуждается в модернизации, а новые комплексы требуют регулярного контроля.

Традиционные методы обследования (визуальный осмотр, замеры) трудоёмки и не всегда выявляют скрытые дефекты. В ответ на это мировой опыт демонстрирует потенциал цифровых технологий. Среди них можно

отметить исследования Li[4], где показана интеграция IoT-датчиков и BIM для мониторинга состояния зданий, а также Musella[5], которые раскрывают потенциал использования искусственного интеллекта для анализа больших объёмов данных о повреждениях и автоматизированного выявления дефектов. Эти примеры подтверждают важность комплексного подхода, объединяющего сенсорные системы, 3D-моделирование и алгоритмы AI. В Узбекистане проект в Каримова [7], где для мониторинга 12-этажного здания применялись MEMS-акселерометры. В сочетании с лазерным 3D-сканированием и BIM [6] эти подходы открывают путь к созданию цифровых двойников зданий для комплексного мониторинга. Объединение этих технологий в рамках BIM открывает путь к созданию целостных цифровых двойников зданий, что обеспечивает комплексный мониторинг их состояния.

Технологии информационного моделирования зданий (BIM) предоставляют цифровую платформу для управления данными, показав то что BIM контроль качества несколько раз. Однако ручная обработка данных BIM остаётся сложной задачей, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Искусственный интеллект (AI) способен автоматизировать анализ, выявлять дефекты и прогнозировать поведение зданий и сооружений под сейсмическими нагрузками.

Цель статьи — проанализировать возможности интеграции AI и BIM для оценки технического состояния зданий и сооружений в Узбекистане. В статье рассматриваются методы AI, их совместимость с BIM, а также предлагаются рекомендации по внедрению технологий в национальную строительную практику, учитывая местные сейсмические и экономические условия.

Материалы и методы

2.1. BIM и мониторинге зданий. BIM обеспечивает цифровые 3D-модели с данными о материалах, истории эксплуатации и дефектах. Это позволяет прогнозировать поведение зданий при сейсмических нагрузках. Преимущества:

Визуализация дефектов: осуществляется через отображение трещин, деформаций и других повреждений в 3D модели, что значительно упрощает их

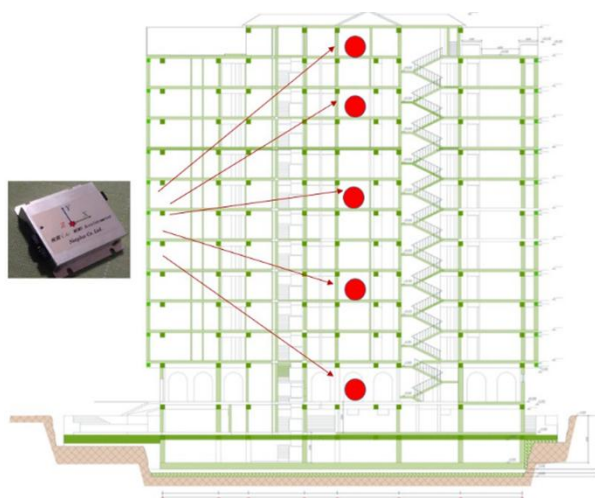


Рис.2 Расположения MEMS-акселерометров

идентификацию и анализ. Алгоритмы AI выделяют трещины на фасаде и внутренних стенах здания. *Рис. 1. Примеры дефектов на стене. AI отображает (А) красным (глубокая трещина (PVC)) и (В) желтым цветом*



(поверхностная трещина (NPVC))

Интеграция данных: объединение IoT-датчиков (в т.ч. MEMS), фотосъёмки и лазерного сканирования.

Поддержка жизненного цикла: обеспечивается возможностью регулярного обновления модели на основе новых данных (включая показания MEMS-акселерометров), что делает её динамическим инструментом для долгосрочного мониторинга зданий и сооружений.

2.2. Методы искусственного интеллекта. AI предоставляет инструменты для автоматизации анализа данных BIM, классификацию дефектов и прогнозирование устойчивости конструкций. Основные методы:

- **Машинное обучение (ML):** в частности, алгоритмы Random Forest (RF), применяется для классификации повреждений на основе данных, извлечённых из BIM-моделей, точность достигла 78% при анализе стен. [5]

- **Свёрточные нейронные сети (CNN):** используются для обработки визуальных данных, таких как фотографии фасадов или внутренних конструкций зданий и сооружений. [5] применили CNN для выявления трещин в кладочных зданиях, достигнув впечатляющей точности 94,3%, и классифицировали трещины на проходящие (PVC), которые представляют опасность, и непроходящие (NPVC), менее критичные по безопасности.

Рекуррентные нейронные сети (LSTM): предложенные Li[4], позволяют анализировать временные ряды данных, получаемых с датчиков.

2.3. Методология интеграции AI и BIM. Предлагаемая методология основана на объединении динамических и геометрических данных в единой BIM-модели и формирует цифровой двойник здания. Она включает следующие:

- **Сбор данных:** осуществляется с помощью BIM-моделей, фотосъёмки фасадов, данных IoT-датчиков (MEMS акселерометры) [7].

- **Обучение AI:** использование открытых датасетов о сейсмике для подготовки моделей CNN и RF и адаптировать под локальные условия.

- **Анализ и визуализация:** результаты AI интегрируются в BIM-модель для отображения уязвимых зон, включая как динамические данные от сенсоров, так и визуальные данные от 3D-сканирования.

- **Валидация:** проводится через сопоставление результатов AI-анализа с традиционными методами обследования, включая визуальный осмотр инженеров и нормативные проверки, соответствующие строительным стандартам. в кейсе Каримова[7] показана высокая согласованность.

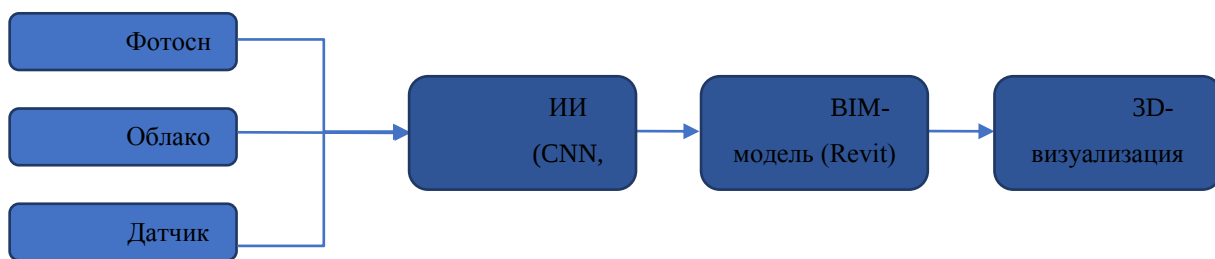


Рис. 1: Схема интеграции AI и BIM для оценки состояния зданий.

Результаты

Пример практического результата: в качестве примера можно привести кейс Каримова[7], где использовались MEMS акселерометры для мониторинга вибраций. Если данные из датчиков были интегрированы в BIM-модель вместе с результатами лазерного сканирования, это позволило бы выявить дефекты или аномальные колебания. Алгоритмы AI дополнительно выделяли зоны повреждений, визуализируя их в виде цветowych карт, как показано на Рис1. На основе анализа литературы (Li[4]; Musella[5]) и локального кейса в Каримова[7] можно выделить следующие результаты:

- **Высокая точность анализа:** алгоритмы CNN и RF обеспечивают точность выявления дефектов (трещин, деформаций) на уровне 78–94%. В кейсе для 12-этажного здания данные MEMS акселерометров позволили выявить аномальные колебания, а результаты дополнительно сопоставлялись с данными лазерного сканирования и BIM-модели.

- **Сокращение времени оценки:** Применение CNN для анализа фотографий фасадов позволило сократить время обследования зданий на 60% [4] по сравнению с традиционными методами. Аналогичные результаты были получены Musella[5], где интеграция лазерного сканирования и BIM уменьшила трудозатраты на 45%. Ожидается, что эффект внедрения BIM+AI в условиях Узбекистана составит порядка 50–70%, что подтверждает целесообразность применения данных технологий.

Метод	Точность (%)	Время (дни)	Стоимость (y.e.)	Применимость
Традиционный осмотр	60–70	7-10	500-1000	Ограничена (трудоемкость)

BIM	80-85	3-5	1000- 2000	Средняя (дорогой ПО)
AI+BIM	78-94	1-2	1500- 3000	Высокая (автоматизация)

Таблица 1: Сравнение методов оценки состояния зданий

- **Наглядная визуализация:** интеграция результатов в BIM-модель обеспечивает отображение зон риска в 3D-формате и объединяет данные от разных технологий вш единой, что упрощает планирование ремонтных работ.

Обсуждение

Интеграция AI и BIM открывает новые возможности для мониторинга сейсмоустойчивых сооружений в Узбекистане, но сопровождается рядом вызовов. Основные преимущества включают:

- **Автоматизация:** AI устраняет человеческий фактор, повышая точность выявления дефектов [5]. что особенно важно для Узбекистана, где недостаток квалифицированных инженеров ограничивает масштабы обследований.

- **Интеграция с IoT:** данные с сейсмических датчиков, интегрированные в BIM, позволяют проводить мониторинг в реальном времени, как показано в работе Li[4]. Это актуально для сейсмоопасных регионов как Узбекистан.

- **Поддержка принятия решений:** визуализация дефектов в BIM-моделях упрощает планирование ремонта, что критически важно для устаревшего жилого фонда Узбекистана [3]. Однако внедрение технологий сталкивается с ограничениями:

- **Недостаток данных:** для обучения AI требуются большие датасеты о сейсмических повреждениях, которые в Узбекистане ограничены а также данные о землетрясениях не оцифрованы, что снижает точность моделей [7].

Барьерами для внедрения BIM и AI в строительную отрасль остаются не только цена оборудования и ПО, но и организационные факторы и также дефицит специалистов, слабая нормативно-правовая база обязательных требований по применению BIM, а также ограниченную цифровую грамотность работников строительной отрасли.

Перспективы внедрения включают:

- Создание датасетов: оцифровка данных о землетрясениях от начала записи данных о землетрясениях в Узбекистана для обучения AI
- Интеграция с IoT: использование недорогих сейсмических датчиков для реального времени мониторинга в BIM.
- Образовательные программы: подготовка инженеров в вузах и повышения квалификации специалистов для работы с BIM и AI.
- Разработка стандартов: адаптация ШНК для учёта цифровых технологий, что упростит сертификацию решений AI+BIM.

Рекомендации: начать с пилотных проектов, используя BIM для мониторинга типовых панельных домов, и интегрировать AI-алгоритмы.

Заключение

Интеграция искусственного интеллекта и технологий BIM в сочетании с IoT-сенсорами, такими как MEMS акселерометры, и лазерным 3D-сканированием демонстрирует перспективность для оценки технического состояния зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах. Кейс в Каримове [7] подтверждает, что такие технологии могут быть успешно применены на практике, а объединение динамических и геометрических данных позволяет создавать целостные цифровые двойники зданий. Для Узбекистана это открывает возможности масштабного внедрения технологий, учитывающих как местные сейсмические риски, и необходимость модернизации жилого фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ташкентское землетрясение 1966 года: последствия и уроки // Исторические архивы Узбекистана. 1967.
2. Пермский Политех. Искусственный интеллект оценил техническое состояние объектов // Naked Science. 2025. URL: [link](#) (дата обращения: 07.05.2025).
3. Применение BIM технологий при обследовании зданий // ABDC. 2019. URL: <https://abdc.spb.ru> (дата обращения: 07.05.2025).

4. Li C. Machine learning based seismic structural health monitoring // eScholarship, CSU. 2021. URL: [link](#) (дата обращения: 07.05.2025).
5. Musella C., et al. Building information modeling and artificial intelligence // Structural Concrete. 2021. Vol. 22. P. 2761–2774. [link](#)
6. Анваров С.Р. Курилиш сифатини назорат қилишда BIM технологиялари ва лазерли сканерлашнинг қўлланилиши // Turin Politehnika Universiteti, Toshkent. 2025.
7. Karimov Begmurod - Analysis and dynamic characteristics of a 12-floor pylon frame beamless structure using mems accelerometers - Turin Polytechnic University in Tashkent IERBS-2025
8. Al-Humairi S. N. S. AIDaBIM: Artificial intelligence to assess structural/seismic damage // ResearchGate. 2021. URL: <https://www.researchgate.net> (дата обращения: 07.05.2025).
9. Фото бетонной стены с трещиной. [Электронный ресурс] // Газета.uz. 2023. URL: [link](#) (дата обращения: 07.05.2025).
10. Фото повреждённой стены. [Электронный ресурс] // Daryo.uz. 2020. URL: [link](#) (дата обращения: 07.05.2025).).

QURILISH TASHKILOTINING ISH DASTURINI ISHLAB CHIQARISH BO‘LINMALARINING YUKLANISHINI OPTIMALLASHTIRISH ASOSIDA MODELLASHTIRISH.

*Azirbayev Babur Tenelbaevich Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat
universiteti*

*“Shahar qurilishi va xo‘jaligi” kafedrasi, stajyor-oqituvchi
baburazirbayev@gmail.com*

Annotatsiya

Ushbu maqolada qurilish ish dasturlarini modellashtirishning nazariy asoslari, xorijiy tadqiqotlar natijalari va ularning amaliy qo‘llanilishi yoritiladi. Shuningdek qurilish tashkilotlarining asosiy vazifalaridan biri — ishlab chiqarish resurslaridan samarali foydalanishi, loyihalarni belgilangan muddatlarda, sifat talablariga muvofiq va tejamkor tarzda amalga oshirishi haqida keltirilgan.

Kalit so‘zlar