УДК 711:004.94 Научная статья

Максим Юрьевич Гуреев✉
магистрант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: maxg.work34@yandex.ru

Мария Владимировна Алтанец
магистрант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: altanec.marija1@gmail.com

Наталья Петровна Садовникова
д-р техн. наук, профессор, профессор каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: npsn1@ya.ru

Светлана Юрьевна Катеринина
канд. техн. наук, доцент, доцент каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: kat_svetlana@mail.ru

Данила Михайлович Пикалов
студент каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: pikalovdanila19966@gmail.com

СБОРКА ДЕТАЛИЗИРОВАННОЙ 3D-МОДЕЛИ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА В BLENDER НА ОСНОВЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ И BIM-ДАННЫХ

В последнее время возросла потребность в точных и детализированных 3D-моделях ландшафтов для различных целей, включая градостроительство, экологические исследования и научные разработки. Важную роль в создании таких моделей играют геопространственные данные, которые содержат информацию о рельефе, растительности и природных объектах. Однако, несмотря на гибкость Blender в 3D-моделировании, работа с такими данными требует использования специализированных аддонов. В данной работе рассматриваются возможности интеграции геопространственных данных в Blender с помощью данных OpenStreetMap (OSM), а также аддонов Bonsai, BlenderGIS, Texture Upscaler, TreeIt и BagaPie. Цель исследования — анализ методов импорта, обработки и визуализации геопространственных данных в Blender для создания высококачественных 3D-моделей ландшафтов. В статье продемонстрирован детализированный пример применения предлагаемого подхода к сборке детализированной 3D-модели городского ландшафта,

включающего этапы получения и подготовки геопространственных данных, импорта данных в Blender и интеграции объектов застройки, детализации ландшафта, визуализации и рендеринга, а также экспорта готовой модели. Исследование направлено на улучшение точности и реалистичности ландшафтных моделей, делая их доступными для широкого круга специалистов и исследовательских групп.

Ключевые слова: Blender, геопространственные данные, 3D-моделирование, ландшафт, Bonsai, BlenderGIS, OpenStreetMap, Texture Upscaler, визуализация.

Для цитирования: *Гуреев М. Ю., Алтанец М. В., Садовникова Н. П., Катеринина С. Ю., Пикалов Д. М.* Сборка детализированной 3D-модели городского ландшафта в Blender на основе геопространственных и BIM-данных // Социология города. 2026. № 3. С. 146—162. DOI: 10.35211/19943520_2026_3_146

Введение

С каждым годом возрастают требования к точности и корректности данных при создании 3D-моделей ландшафтов, используемых для градостроительных, экологических и научных целей. Прежде всего это относится к геопространственным данным о рельефе, растительности, водоемах и других природных объектах. Программное обеспечение Blender, широко используемое в 3D-моделировании, не обладает встроенной поддержкой для работы с геопространственными данными. Для решения этой проблемы применяется комплексный стек специализированных инструментов. Аддон BlenderGIS[1] и векторные данные OpenStreetMap обеспечивают импорт геопространственной подосновы, аддон Bonsai[2] отвечает за интеграцию инженерных BIM-моделей, а связка программного обеспечения TreeIt[3] и аддона BagaPie[4] позволяет автоматизировать создание и процедурное распределение растительности в пространстве сцены.

Главной *целью работы* стало исследование методов импорта, обработки и визуализации геопространственных данных для создания высококачественных 3D-моделей ландшафтов с использованием открытого программного обеспечения Blender. Для этого последовательно решались задачи оптимизации импорта тяжелых параметрических объектов и процедурной генерации элементов благоустройства (Tevelev, Parygin, Kovalev et al., 2024). Разработанные технологические решения направлены на повышение визуальной достоверности цифровых рельефов. Принципиальный момент — полный отказ от проприетарного программного обеспечения. Такой подход существенно расширяет возможности практического

[1] BlenderGIS: blender addons to make the bridge between Blender and geographic data. URL: https://github.com/domlysz/blendergis (accessed: 28.09.2026).

[2] Bonsai (previously BlenderBIM Add-on) — OpenBIM authoring with Blender // Blender Artists Community. URL: https://blenderartists.org/t/bonsai-previously-blenderbim-add-on-openbim-authoring-with-blender/1192437 (accessed: 28.09.2026).

[3] TreeIt: 3D tree generator / разработчик EVOLVED — Software. URL: https://www.evolved-software.com/treeit/treeit (accessed: 28.09.2026).

[4] Bagapie: add-on / Kiara_Bagattini. URL: https://extensions.blender.org/add-ons/bagapie/ (accessed: 28.09.2026).

применения трехмерной графики в междисциплинарных исследованиях (Парыгин, Феклистов, Назаров и др., 2024).

Существующие подходы и решения

Сегодня трехмерное ландшафтное моделирование на базе ГИС качественно меняется. Основной вектор смещается в сторону сквозной автоматизации процессов. Ведущие мировые тренды и программные комплексы сейчас сосредоточены на решении трех ключевых задач. Это оптимизация алгоритмов визуализации, сведение на одной платформе разнородных технологий и жесткое сокращение погрешностей при обработке исходных пространственных массивов (Alekhin, Abdullah, 2021).

В международной практике сложился свой базовый стандарт. Для генерации цифровых рельефов местности чаще всего задействуют геоинформационные платформы ArcGIS и QGIS (Longley, 2015). Функционал экосистемы ArcGIS включает специализированные модули ArcScene и ArcGlobe, ориентированные на трехмерное отображение и комплексный анализ топографической основы. При этом среда ArcGIS Pro предоставляет расширенные алгоритмы обработки облаков точек лазерного сканирования (ЛИДАР), обеспечивая высокую точность реконструкции элементов урбанизированной среды и естественных форм ландшафта. В качестве альтернативного решения с открытым исходным кодом активно применяется ГИС QGIS, где за счет интеграции внешних расширений (в частности, плагина QGIS2ThreeJS) реализуется конвертация пространственных слоев в универсальные 3D-форматы для последующей интерактивной веб-визуализации (Добровольский, 2025; Neteler, Mitasova, 2008).

Существенный вклад в генерацию геопространственных сцен вносят программные комплексы фотограмметрической обработки данных. Системы класса Pix4D и Agisoft Metashape обеспечивают полуавтоматическое построение метрически точных цифровых копий местности, используя в качестве исходного материала материалы аэрофотосъемки с беспилотных авиационных систем или данные дистанционного зондирования Земли (Westoby, 2012). Заложенные в этот софт алгоритмы минимизируют долю ручного труда при формировании плотных облаков точек и матриц высот. Это предопределяет их широкое внедрение в практику инженерно-геодезических изысканий, мониторинг агропромышленных угодий и решение задач экологического картирования.

В отдельную категорию выделяются технологии веб-визуализации и облачного анализа, представленные решениями класса Google Earth Engine и Cesium, которые ориентированы на оперативную обработку масштабных пространственных массивов. Инструментарий Google Earth Engine аккумулирует многолетние ретроспективные архивы сведений о состоянии растительного покрова, динамике рельефа и атмосферных показателях, обеспечивая проведение сквозного пространственно-временного мониторинга крупных регионов (Gorelick, 2017). В свою очередь, среда Cesium функционирует как специализированный движок для рендеринга трехмерных геоинформационных карт, задействующий растровые спутниковые ортофотопланы и сторонние картографические сервисы с целью генерации динамических цифровых сред (Поветкин, Бугаков, 2021).

Самостоятельный вектор исследований связан с внедрением методов искусственного интеллекта в процесс дешифрирования и структурирования пространственных слоев. За счет применения алгоритмов машинного обучения обеспечивается автоматизированное распознавание элементов дорожно-транспортной сети, контуров капитальной застройки и массивов зеленых насаждений на исходных планах с их последующей конвертацией в трехмерные геометрические объекты (Scianna, Panebianco, 2010). Концепция «Deep Learning in Remote Sensing» открывает принципиально новые возможности.

Проприетарные экосистемы класса ArcGIS, Pix4D или Agisoft Metashape обладают мощным функционалом. Однако высокая стоимость коммерческих лицензий становится серьезным барьером. Фиксированный бюджет вузов, небольших проектных бюро и независимых научных групп часто не позволяет закупать такие продукты (Congiu, Quaquero, Rubiu, 2024; Isikdag, 2022). На этом фоне пакет Blender со специализированными плагинами (Bonsai, BlenderGIS, Texture Upscaler, TreeIt и BagaPie) выглядит отличным решением с открытым кодом. Этот стек закрывает все основные задачи. С его помощью можно вести высокодетализированное 3D-моделирование ландшафтов без финансовых затрат на софт. В итоге экономия бюджета никак не вредит качеству геометрических построений и финальной визуализации.

Концепция предлагаемого исследования

В основе исследования лежит прикладная задача. Необходимо выстроить надежный процесс переноса ГИС-массивов в среду Blender и получить детальные трехмерные макеты местности (Щербаков, Парыгин, Саушкин и др., 2022). Реализация проекта разбита на четыре последовательных шага: сбор и импорт географической информации, импорт информационной модели здания и проработка геометрии сцены, процедурное озеленение ландшафта и итоговая визуализация с экспортом файла.

Первый этап связан со сбором точных пространственных данных, характеризующих рельеф и существующую застройку[5]. Всю базовую информацию импортируют напрямую из открытых источников (высотных матриц SRTM и векторных планов OSM) через плагин BlenderGIS[6]. Затем начинается детальная проработка сцены. На этом шаге с помощью аддона Bonsai в проект внедряется цифровая BIM-модель[7] здания. Одновременно с этим ландшафт наполняется трехмерными деревьями: их генерируют в TreeIt, а затем автоматически распределяют по склонам инструментами BagaPie.

[5] Парыгин Д. С., Донченко Д. С., Садовникова Н. П., Кветкин В. В. Программа для получения информации о технических средствах безопасности дорожного движения по заданным геокоординатам : Св. о гос. рег. прогр. для ЭВМ № 2019611207; зарег. 23.01.19.

[6] BlenderGIS: Import DEM grid // GitHub (domlysz/BlenderGIS). URL: https://github.com/domlysz/ BlenderGIS/wiki/Import-DEM-grid (accessed: 28.09.2026).

[7] Bonsai BIM — The Essential IFC Tool for Structural Engineering Workflows // Engineering Skills. URL: https://www.engineeringskills.com/posts/bonsai-bim-the-essential-ifc-tool-for-structural-engineering-workflows (accessed: 28.09.2026).

Завершает пайплайн расчет освещения на движке Cycles[8]. За счет алгоритмов трассировки лучей система обеспечивает физически корректное поведение света и выдает реалистичное изображение.

Поиск решения

Моделирование местности на базе геоданных требует единого алгоритма. Нельзя разрывать этапы предварительной обработки информации и итоговой визуализации (Parygin, Kozlov, Sadovnikova et al., 2019). При построении такого алгоритма оценивают целый комплекс факторов, в который входят не только технические параметры графики, но и доступность программного обеспечения, его производительность и гибкость настроек.

Все начинается с импорта и подготовки пространственных слоев. Сцена собирается из цифровых моделей местности (DEM), спутниковых снимков и картографических подложек (Митягин, Соболевский, Дрожжин и др., 2019). Большинство ГИС-программ справляются с этой задачей. Однако они сильно ограничены, если нужно создать сложную динамическую 3D-среду. Например, коммерческие пакеты ArcGIS или Pix4D требуют дорогих лицензий (Longley, 2015). При этом они далеко не всегда поддерживают прямую интеграцию с инструментами трехмерного моделирования. Среда Blender предлагает принципиально иной подход для кастомизации и рендеринга. При этом ее базовый функционал изначально не адаптирован под прямую работу с геоинформационными форматами.

Решить проблему совместимости помогают специализированные аддоны. Именно они обеспечивают интеграцию геоинформации в среду Blender. Отличным примером служит расширение Bonsai. Оно поддерживает работу с инженерным форматом IFC (Industry Foundation Classes) и нативно импортирует данные из ГИС-систем (Isikdag, 2022). Это открывает путь к бесшовной интеграции. Проектные модели можно напрямую экспортировать из популярных САПР, включая отечественную BIM-систему Renga (Vilgertshofer, Amann, Thiemann, Borrmann, 2017). В итоге внешние информационные массивы становятся доступны для полноценной обработки внутри единого 3D-пространства.

Однако один плагин Bonsai не решает сопутствующие задачи по детализации окружения. Например, для создания и проработки зеленых насаждений приходится применять связку из TreeIt и BagaPie. В генераторе TreeIt настраиваются нужные типы деревьев и кустарников. В свою очередь, аддон BagaPie отвечает за их автоматическое распределение по полигональной сетке. Такой подход дает мощный выигрыш в скорости. Пространство наполняется объектами за считанные минуты, а общая реалистичность цифрового ландшафта возрастает в разы.

Финальный этап технологического цикла — рендеринг готовых трехмерных сцен. Встроенный в Blender движок Cycles выдает изображения высочайшего качества, что обеспечивает реалистичное отображение текстур и физически корректный расчет световых лучей. Однако получить идеальную

[8] Using Blender for Geospatial Projects // Ordnance Survey Docs. URL: https://docs.os.uk/more-than-maps/geodataviz-tutorials/using-blender-for-geospatial-projects (accessed: 28.09.2026).

картинку автоматически не удастся. Итоговый визуальный результат напрямую завязан на кропотливой настройке шейдеров материалов и источников света. Это увеличивает временные затраты и требует от специалиста определенных практических навыков.

Связка Blender с плагинами гарантирует отличную масштабируемость. Программный стек позволяет одинаково эффективно работать на разных пространственных уровнях. Сюда можно отнести как локальные участки квартальной застройки, так и масштабные элементы природного рельефа. Главное преимущество открытого софта перед проприетарными аналогами — абсолютная гибкость. Открытый код позволяет глубоко адаптировать рабочую среду под конкретный проект и автоматизировать большинство рутинных операций.

На основе анализа существующих программных комплексов и специфики поставленных задач в качестве базовой платформы моделирования был выбран пакет Blender. Данное решение обусловлено его доступностью, гибкостью настроек и развитыми возможностями визуализации. Применение Blender в синергии с расширениями Bonsai, BlenderGIS, TreeIt и BagaPie формирует законченную экосистему, позволяющую корректно обрабатывать геопространственную информацию и собирать детальные трехмерные сцены. Предложенный алгоритм оптимален для исследовательских проектов, где критически важны минимальные финансовые затраты на программное обеспечение в сочетании с высоким качеством графики, потенциалом для масштабирования и последующего применения в качестве подосновы для моделирования динамики процессов (Анохин, Парыгин, Садовникова и др., 2023).

Подход к реализации

Верификация предложенного метода выполнена на «Программно-аппаратном комплексе для искусственного интеллекта», внедренном на кафедре цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве ВолгГТУ в рамках реализации государственного научного гранта Волгоградской области по проекту «Разработка интеллектуальных сетевых технологий обследования качества городской среды в контексте реализации социальных потребностей городского населения Волгоградской области» (Соглашение № 10 от 14.12.2022), на примере территории, расположенной в Советском районе г. Волгограда (географические координаты участка: 48.664122, 44.389343). Алгоритм построения высокодетализированной трехмерной модели местности и посадки проектных объектов включал в себя несколько последовательных фаз:

1. *Получение и подготовка геопространственных данных*

На основе выбранных географических координат в среде Blender с помощью встроенного функционала аддона BlenderGIS был инициализирован запуск интерактивной веб-карты[9]. В окне предпросмотра по заданным параметрам долготы и широты осуществлено позиционирование на исследуемом участке Советского района г. Волгограда, после чего была

[9] Making 3D landscape in Blender using GIS Addon. URL: https://www.youtube.com/watch?v=6Cw_uJCp39k (accessed: 28.09.2026).

зафиксирована точная зона захвата данных. Аддон автоматически применил текстуру спутникового снимка местности для созданной поверхности.

Затем через внутренний интерфейс аддона был осуществлен прямой импорт глобальной цифровой модели рельефа SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), по данным которой автоматически построилась трехмерная полигональная сетка местности, точно отражающая существующие перепады высот. В качестве завершающего шага фазы сбора информации использовались инструменты импорта OpenStreetMap (OSM) — это позволило развернуть в сцене векторные слои с планово-картографическими контурами существующей жилой застройки, дорожной сети и лесных массивов.

Чтобы улучшить детализацию топографической основы, исходную текстуру карты обработали алгоритмами нейросетевого аддона Texture Upscaler[10] (рис. 1). Данная операция позволила повысить разрешение и четкость растрового изображения, обеспечив необходимое качество для последующего финального рендеринга.

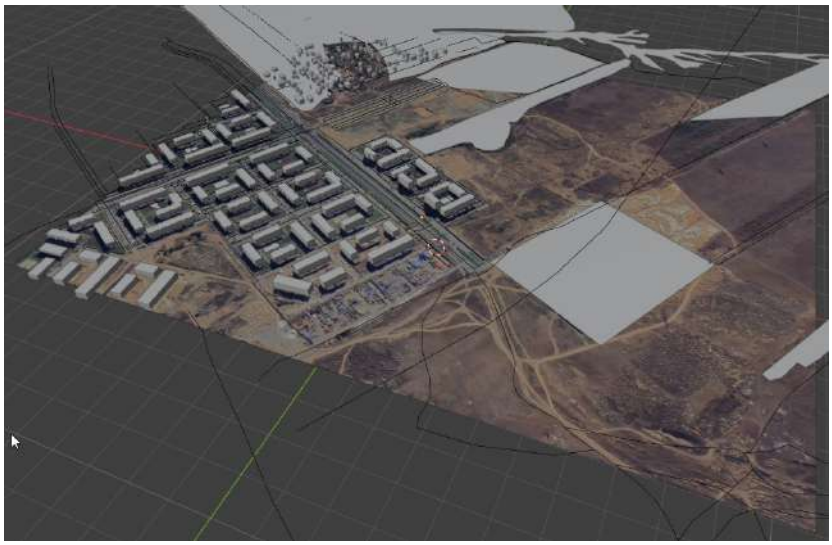


Рис. 1. Этап интеграции объектов существующей застройки и дорожной сети на основе ГИС-данных в среде Blender

2. *Импорт данных в Blender и интеграция объектов застройки*

В незастроенную часть сформированной сцены необходимо было разместить цифровую информационную модель проектируемого многоэтажного жилого дома. Для проведения эксперимента использовался готовый IFC-файл здания (рис. 2), доступный на официальном портале российской BIM-системы Renga[11] в роли демонстрационного проекта.

[10] Texture_Upscaler : a blender addon which allow the upscaling of image directly in blender using ai. URL: https://github.com/haseebahmed295/Texture_Upscaler (accessed: 28.09.2026).

[11] BIM-шаблоны // Renga Software. URL: https://rengabim.com/shablons/ (accessed: 28.09.2026).



Рис. 2. Информационная модель многоквартирного жилого дома в формате IFC в среде аддона Bonsai

Модель содержала полную архитектурно-конструктивную иерархию данных в открытом международном формате IFC. В структуре цифрового проекта помимо несущих элементов, поэтажных планировок и фасадных решений были детально проработаны все внутренние инженерные сети.

Первые попытки выполнить прямой импорт исходного IFC-файла в Blender с привлечением плагина Bonsai вызвали критическое зависание программы. Данный технический сбой возник из-за избыточной плотности параметрических элементов конструкции (суммарно 58 142 объекта), значительный объем которых приходился на элементы внутренних коммуникаций. В условиях стандартной загрузки каждый компонент автоматически преобразуется в отдельную редактируемую полигональную сетку (меш), что приводит к дефициту свободной оперативной памяти на используемой рабочей станции.

Чтобы обойти данное аппаратное ограничение, был задействован альтернативный подход к обработке тяжелых инженерных массивов — функция ссылочного подключения (Link IFC), доступная во вкладке «Project Setup» плагина Bonsai. В результате во вьюпорте отобразился монолитный неизменяемый объект-ссылка (рис. 3), точно передающий всю геометрию здания поверх загруженной топографической основы.

Размещение проектируемого многоэтажного здания осуществлялось на предварительно подготовленной топографической основе рассматриваемой территории с четким соблюдением границ и охранных зон окружающих объектов. При этом, чтобы воссоздать достоверное градостроительное окружение, условные низкополигональные контуры OSM, фиксирующие существующую застройку, были заменены на детализированные 3D-модели жилых домов[12,13] (рис. 4).

[12] Типовой многоквартирный дом. Заводоуковск: 3D-модель. URL: https://sketchfab.com/3d-models/16a3886368df487a9f653b41b3555581 (accessed: 28.09.2026).

Вспомогательные элементы наполнения трехмерной сцены были импортированы из общедоступных баз и сторонних библиотек моделей. Руководствуясь планово-картографическими материалами, во внутреннем дворе жилого квартала была развернута зона благоустройства с малыми архитектурными формами игровой детской площадки[14].



Рис. 3. Результат ссылочного подключения модели здания к геопространственной сцене



Рис. 4. Результат замены низкополигональных контуров OSM детализированными моделями зданий и элементами благоустройства

[13] Residential building: 3D-модель. URL: https://sketchfab.com/3d-models/residential-building-381cfd944fde48b383bba3c7915b052e (accessed: 28.09.2026).

[14] Детская площадка: 3D-модель. URL: https://sketchfab.com/models/ef62e77eedd5417cbf0a9a9d9c0c51ec (accessed: 28.09.2026).

Похожим образом на проезжей части сопредельной улично-дорожной сети были распределены трехмерные модели автомобилей[15,16], воссоздающие интенсивность и естественный характер дорожного трафика (рис. 5).



Рис. 5. Результат интеграции моделей автомобилей на дорожную сеть геопространственной сцены

3. *Детализация ландшафта*

В специализированном генераторе TreeIt предварительно создана трехмерная модель клена с оптимизированной сеткой и текстурами листьев и коры. Данная модель была импортирована в среду Blender для формирования библиотеки ассетов растительности (рис. 6).



Рис. 6. Импортированная в среду Blender трехмерная модель клена

[15] GAZelle Next: 3D-модель. URL: https://sketchfab.com/3d-models/gazelle-next-free-6f5f115cb8fc4bb2933b317f505d5708 (accessed: 28.09.2026).

[16] Lada (VAZ) 2110: 3D-модель на основе оригинальной модели из Мастерской Steam; доработка, текстурирование nyranarod. URL: https://sketchfab.com/3d-models/lada-vaz-2110-6622502050b548ef85796886f319dc99 (дата обращения: 28.09.2026).

Интеграция зеленых насаждений на исследуемой территории выполнялась средствами аддона BagaPie. Инструмент Scatter Paint позволил в интерактивном режиме распределить массивы деревьев по топографической поверхности. Нанесение объектов кистью непосредственно по полигональной сетке рельефа помогло оперативно сформировать густые посадки вдоль улично-дорожной сети и на свободных участках квартала, минуя при этом зоны жилых домов и проезжую часть (рис. 7).



Рис. 7. Результат процедурного распределения массива деревьев с помощью аддона BagaPie

4. *Визуализация и рендеринг*

На финальной стадии осуществлена настройка съемочного пространства. В сцену была установлена виртуальная камера и сконфигурирована система глобального освещения, имитирующая естественный солнечный свет в дневное время.

Итоговый просчет сцены реализован на базе физически корректного движка Cycles. Заложенные в него алгоритмы трассировки лучей обеспечили получение реалистичного изображения с достоверной передачей воздушной перспективы, мягким затенением крон насаждений и четкими падающими тенями от проектируемой архитектурной доминанты (рис. 8). Специфика применения инструмента «Link IFC» обусловливает импорт исключительно геометрии здания без подгрузки текстурных карт, вследствие чего объект отображается в монохромном виде. Однако в контексте градостроительного анализа подобное ограничение выступает преимуществом, поскольку позволяет сфокусироваться на объемно-пространственных характеристиках, габаритах и инсоляционном воздействии нового сооружения на существующую застройку.

5. *Экспорт модели*

По окончании визуализации сформированная трехмерная сцена ландшафта, включающая интегрированные объекты застройки и настроенные материалы, была экспортирована в универсальный формат .fbx. Данная процедура открыла возможности для последующего применения полученных

данных во внешних рендерерах, интерактивных средах виртуальной реальности (VR) и сопутствующих программных комплексах для архитектурного проектирования. Кроме того, сопутствующие растровые демонстрационные материалы сохранены в высоком разрешении для последующей презентации градостроительных решений.



Рис. 8. Итоговая визуализация 3D-модели городского ландшафта в рендерере Cycles

Дискуссия

Проведенные экспериментальные исследования доказали применимость пакета Blender для корректного сведения разнородных информационных массивов. Векторные сетки OSM, BIM-модели формата IFC и процедурные объекты распределяются внутри общего координатного пространства без геометрических искажений.

Однако на практике обнаружились две серьезные технологические проблемы. Первая из них — критические задержки при обработке тяжелых BIM-проектов через плагин Bonsai. Происходит это при избыточной детализации объекта мелкими элементами, обилие самостоятельных мешей мгновенно перегружает систему. Для решения проблемы необходима предварительная оптимизация исходных IFC-файлов. Здесь помогает укрупнение мелких деталей или полное исключение слоев внутренних инженерных коммуникаций. Существует и альтернативный путь. Вместо прямого импорта тяжелую BIM-модель внедряют в общую сцену посредством функции «Link IFC». В этом случае в окне проекта отображается единый монолитный объект-ссылка на внешний файл. Внутренняя база данных Blender освобождается от сложной геометрии, и стабильность работы восстанавливается.

Вторая технологическая сложность заключается в высокой вычислительной нагрузке при рендеринге в среде Cycles. Одновременный расчет физически корректного освещения для капитальных строений, автомобильного трафика, малых архитектурных форм и плотных массивов

зелени требует значительных ресурсов видеокарты (GPU). Практика моделирования подтверждает, что при масштабировании сцены до уровня целого микрорайона целесообразно заблаговременно конвертировать импортированную растительность в прокси-объекты. Данный шаг необходим для оптимизации объема видеопамяти и сохранения стабильной частоты кадров во вьюпорте на этапе проектирования.

Заключение

По результатам проведенного изыскания разработан и практически проверен алгоритм формирования высокодетализированных трехмерных моделей местности в программном комплексе Blender с использованием открытых геоинформационных массивов. Выполненный эксперимент на базе территории Советского района Волгограда доказал продуктивность совместного применения расширений BlenderGIS, Bonsai, Texture Upscaler, TreeIt и BagaPie. Данный стек программных средств обеспечивает корректное сведение проектных материалов (BIM-моделей в формате IFC) и элементов существующего градостроительного окружения (векторных слоев OSM и высотных матриц SRTM) в рамки единого фотореалистичного пространства.

Внедрение предложенного алгоритма полностью снимает финансовые барьеры при создании трехмерных моделей местности, открывая широкие возможности для независимых исследовательских команд и специалистов по архитектурной визуализации (Зеленский, Финогеев, Ляпунов и др, 2025). Развитие проекта связано с оптимизацией полигональной геометрии для корректного моделирования масштабных городских пространств в экологических или градостроительных целях.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке «Центра цифровых научно-образовательных проектов и разработок в сфере промышленного искусственного интеллекта» Ц2RED-ИИ ВолгГТУ, созданного в рамках реализации образовательных программ топ-уровня в сфере искусственного интеллекта (Соглашение № 70-2025-000756). Авторы выражают благодарность коллегам по кафедре цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве ИАиС ВолгГТУ, принимавшим участие в разработке проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Анохин А. О., Парыгин Д. С., Садовникова Н. П. и др. Моделирование поведения интеллектуальных агентов на основе методов машинного обучения в моделях конкуренции // Программные продукты и системы. 2023. Т. 36. № 1. С. 46—59. DOI: 10.15827/0236-235X.141.046-059

Добровольский Д. А. Способ создания трехмерных ГИС-моделей с использованием Blender и QGIS // Журнал естественнонаучных исследований. 2025. №. 1. С. 20—26.

Зеленский И. С., Финогеев А. А., Ляпунов А. А. и др. Моделирование климатических воздействий на комплекс объектов городской среды // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2025. Т. 15. № 1(69). С. 134—142.

Митягин С. А., Соболевский С. Л., Дрожжин А. И. и др. Цифровая модель города: принципы и подходы к реализации // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Т. 7. № 12. С. 94—103.

Парыгин Д. С., Феклистов В. А., Назаров К. Р. и др. Визуализация моделей урбанизированных территорий на игровых движках // Academia. Архитектура и строительство. 2024. № 3. С. 122—127. DOI: 10.22337/2077-9038-2024-3-122-127

Поветкин М. А., Бугаков П. Ю. Применение платформы Cesium для создания трехмерных геоинформационных моделей городских территорий // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. № 2. С. 26—33.

Щербаков А. Г., Парыгин Д. С., Саушкин Д. А. и др. Создание цифрового двойника образовательного кампуса на этапе эксплуатации: перспективы применения // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2022. № 6(61). С. 30—34. DOI: 10.55341/PTRBS.2022.61.6.003

Alekhin V. N., Abdullah H. GIS and BIM integration in buildings and infrastructures construction // Russian Journal of Construction Science and Technology. 2021. Vol. 7. No. 1. Pp. 16—19. DOI: 10.15826/rjcst.2021.1.002

Congiu E., Quaquero E., Rubiu G. BIM-GIS Integration through Open Tools // Proceedings of the EC³ Conference. 2024. URL: https://ec-3.org/publication/ec32024_308/ (accessed: 28.09.2026).

Gorelick N. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. 2017. Vol. 202. Pp. 18—27.

Isikdag U. BIM and GIS: Looking for Interoperability // Building Information Modeling: Technology, Fundamentals, Tools and Workflows. Cham: Springer, 2022. 455 p.

Longley P. A. Geographic Information Systems and Science. 4th ed. Wiley, 2015. 540 p.

Neteler M., Mitasova H. Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. 3rd ed. New York: Springer, 2008. 415 p.

Parygin D., Kozlov D., Sadovnikova N. et al. Development the Online Operating System of Urban Infrastructure Data // Communications in Computer and Information Science: Proceedings of the Third International Conference on Creativity in Intelligent Technologies and Data Science (CIT&DS 2019), Volgograd, Russia, 16—19 September 2019. Springer Verlag, 2019. Vol. 1084. Part II. Pp. 203—216. DOI: 10.1007/978-3-030-29750-3_16

Scianna A., Panebianco F. G. F. 3D GIS data model using open source software // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2010. Vol. XXXVIII, Part 4-8-2-W9. Pp. 456—461.

Tevelev M., Parygin D., Kovalev T. et al. Parametric Generation of Buildings and Structures Models Based on Data on Existing Infrastructure Objects // Lecture Notes in Networks and Systems: Novel and Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 4th International Conference (NiDS 2024), Athens, Greece, 25—27 September 2024. Cham: Springer, 2024. Vol. 1170. Pp. 462—474. DOI: 10.1007/978-3-031-73344-4_39

Vilgertshofer S., Amann J. R., Thiemann W., Borrmann A. Linking BIM and GIS Models in Infrastructure by Example of IFC and CityGML // Proceedings of the International Workshop on Computing in Civil Engineering (IWCCE). 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/317572404_Linking_BIM_and_GIS_Models_in_Infrastructure_by_Example_of_IFC_and_CityGML (accessed: 28.09.2026).

Westoby M. J. 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications // Geomorphology. 2012. Vol. 179. Pp. 300—314.

Research Article

Maxim Yu. Gureev✉
Master's Degree Student of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: maxg.work34@yandex.ru

Maria V. Altanets
Master's Degree Student of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: altanec.marija1@gmail.com

Natalya P. Sadovnikova
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: npsn1@ya.ru; ORCID: 0000-0002-7214-9432

Svetlana Yu. Katerinina
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Digital Technologies in Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: kat_svetlana@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3836-753X

Danila M. Pikalov
Student of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: pikalovdanila19966@gmail.com

ASSEMBLING A DETAILED 3D MODEL OF AN URBAN LANDSCAPE IN BLENDER BASED ON GEOSPATIAL AND BIM DATA

Abstract. In recent years, there has been a growing demand for accurate and highly detailed 3D landscape models for various purposes, including urban planning, environmental studies, and scientific research. Geospatial data play an important role in the creation of such models, as they contain information about terrain, vegetation, and natural features. However, despite Blender's flexibility in 3D modeling, working with such data requires the use of specialized add-ons. This study examines the possibilities of integrating geospatial data into Blender using OpenStreetMap (OSM) data, as well as the Bonsai, BlenderGIS, Texture Upscaler, TreeIt, and BagaPie add-ons. *The aim of the study* is to analyze methods for importing, processing, and visualizing geospatial data in Blender in order to create high-quality 3D landscape models. The article presents a detailed example of applying the proposed approach to constructing a detailed 3D model of an urban landscape, covering the stages of geospatial data acquisition and preparation, data import into Blender, integration of built structures, landscape detailing, visualization and rendering, and export of the finished model. The research is focused on improving the accuracy and realism of landscape models and making them accessible to a wide range of specialists and research groups.

Key words: Blender, geospatial data, 3D modeling, landscape, Bonsai, BlenderGIS, OpenStreetMap, Texture Upscaler, visualization.

For citation: Gureev M. Yu., Altanets M. V., Sadovnikova N. P., Katerinina S. Yu., Pikalov D. M. (2026) Assembling a detailed 3D model of an urban landscape in Blender based on geospatial and BIM data. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 3, pp. 146—162 (in Russian). DOI: 10.35211/19943520_2026_3_146

Acknowledgement

The study was carried out with the support of the Center for Digital Scientific and Educational Projects and Developments in the Field of Industrial Artificial Intelligence (Ц2RED-AI) of Volgograd State Technical University, created as part of the implementation of top-level educational programs in the field of artificial intelligence (Agreement 70-2025-000756). The authors express gratitude to colleagues from the Department of Digital Technologies for Urban Studies, Architecture and Civil Engineering, VSTU involved in the development of the project.

REFERENCES

Alekhin V. N., Abdullah H. (2021) GIS and BIM integration in buildings and infrastructures construction. *Russian Journal of Construction Science and Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 16—19. DOI: 10.15826/rjcst.2021.1.002

Anokhin A. O., Parygin D. S., Sadovnikova N. P. et al. (2023) Modeling the behavior of intelligent agents based on machine learning methods in competition models. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems], vol. 36, no. 1, pp. 46—59 (in Russian). DOI: 10.15827/0236-235X.141.046-059

Congiu E., Quaquero E., Rubiu G. (2024) BIM-GIS Integration through Open Tools // Proceedings of the EC³ Conference. URL: https://ec-3.org/publication/ec32024_308/ (accessed: 28.09.2026).

Dobrovolsky D. A. (2025) A method for creating three-dimensional GIS models using Blender and QGIS. *Zhurnal estestvennonauchnykh issledovanii* [Journal of Natural Science Research], no. 1, pp. 20—26 (in Russian).

Gorelick N. (2017) Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, vol. 202, pp. 18—27.

Isikdag U. (2022) BIM and GIS: Looking for Interoperability. *Building Information Modeling: Technology, Fundamentals, Tools and Workflows*. Cham: Springer. 455 p.

Longley P. A. (2015) Geographic Information Systems and Science. 4th ed. Wiley. 540 p.

Mityagin S. A., Sobolevsky S. L., Drozhzhin A. I. et al. (2019) Digital City Model: Principles and Implementation Approaches. *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 7, no. 12, pp. 94—103 (in Russian).

Neteler M., Mitasova H. (2008) Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. 3rd ed. New York: Springer. 415 p.

Parygin D. S., Feklistov V. A., Nazarov K. R. et al. (2024) Visualization of urban area models using game engines. *Academia. Architektura i stroitelstvo* [Academia. Architecture and Construction], no. 3, pp. 122—127 (in Russian). DOI: 10.22337/2077-9038-2024-3-122-127

Parygin D., Kozlov D., Sadovnikova N. et al. (2019) Development the Online Operating System of Urban Infrastructure Data. Communications in Computer and Information Science: Proceedings of the Third International Conference on Creativity in Intelligent Technologies and Data Science (CIT&DS 2019), Volgograd, Russia, 16—

19 September 2019. Springer Verlag. Vol. 1084. Part II. Pp. 203–216. DOI: 10.1007/978-3-030-29750-3_16

Povetkin M. A., Bugakov P. Yu. (2021) Application of the Cesium platform for creating three-dimensional geoinformation models of urban areas. *Interekspo Geo-Sibir* [Interexpo GEO-Siberia], no. 2, pp. 26—33 (in Russian).

Scianna A., Panebianco F. G. F. (2010) 3D GIS data model using open source software. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVIII, Part 4-8-2-W9. Pp. 456—461.

Shcherbakov A. G., Parygin D. S., Saushkin D. A. et al. (2022) Creation of a digital twin of an educational campus at the operational stage: application prospectsm. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost sooruzheniu* [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], no. 6, pp. 30—34 (in Russian). DOI: 10.55341/PTRBS.2022.61.6.003

Tevelev M., Parygin D., Kovalev T. et al. (2024) Parametric Generation of Buildings and Structures Models Based on Data on Existing Infrastructure Objects. *Lecture Notes in Networks and Systems: Novel and Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 4th International Conference (NiDS 2024), Athens, Greece, 25—27 September 2024*. Cham: Springer. Vol. 1170. Pp. 462—474. DOI: 10.1007/978-3-031-73344-4_39

Vilgertshofer S., Amann J. R., Thiemann W., Borrmann A. (2017) Linking BIM and GIS Models in Infrastructure by Example of IFC and CityGML. *Proceedings of the International Workshop on Computing in Civil Engineering (IWCCE).* URL: https://www.researchgate.net/publication/317572404_Linking_BIM_and_GIS_Models_in_Infrastructure_by_Example_of_IFC_and_CityGML (accessed: 28.09.2026).

Westoby M. J. (2012) 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, vol. 179, pp. 300—314.

Zelenskiy I. S., Finogeev A. A., Lyapunov A. A, et al. (2025) Modeling climatic impacts on urban environment facilities. *Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], vol. 15, no. 1, pp. 134—142 (in Russian).

Поступила в редакцию 02.10.2026 *Received 02.10.2026*
Принята в печать 12.10.2026 *Accepted for publication 12.10.2026*