

УДК 711.528

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-70-82

*В.И. КОРЕНЕВ,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТОМСКА)\***

Проведено исследование направлений использования цифровых технологий и 3D-моделей городов в решении градостроительных задач. Продемонстрирован опыт создания информационной системы обеспечения градостроительной деятельности и специализированных интернет-ресурсов в Томске, показаны возможности их использования для графоаналитических исследований. Определены направления использования 3D-модели г. Томска для проведения проектных и изыскательских работ, связанных с моделированием паводковых процессов, выявлением нарушений в землепользовании и застройке, архитектурным проектированием и моделированием городской среды, установлением требований к сохранению архитектурного наследия.

**Ключевые слова:** цифровые технологии; 3D-моделирование; 3D-модель города; градостроительная деятельность; информационная система обеспечения градостроительной деятельности; интернет-ресурсы; графоаналитические исследования.

**Для цитирования:** Корнев В.И. Использование цифровых технологий и 3D-моделирования в градостроительной деятельности (на примере города Томска) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 6. С. 70–82.

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-70-82

*V.I. KORENEV,**Tomsk State University of Architecture and Building*

### **DIGITAL TECHNOLOGIES AND 3D-MODELING OF URBAN PLANNING (THE TOMSK CASE STUDY)**

The paper studies the use of digital technologies and 3D models of cities in solving urban planning problems. The experience in creating the information system for ensuring urban planning and internet sites in Tomsk is demonstrated and the possibilities are shown for their use in graphic-analytic research. The 3D model of the Tomsk-city is proposed to design and explore the flood processes, land use non-observances, architectural design and modeling of the urban environment, and requirements for the architectural heritage preservation.

**Keywords:** digital technology; 3D modeling; urban planning; information system; urban planning; internet sites; graphical-analytic studies.

**For citation:** Korenev V.I. Ispol'zovanie tsifrovyykh tekhnologii i 3D-modelirovaniya v gradostroitel'noi deyatel'nosti (na primere goroda Tomsk) [Digital technologies and 3D-modeling of urban planning (the Tomsk case study)]. Vestnik

---

\* Работа выполнена в соответствии с Планом фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2020 год «ЦНИИП Минстроя России».

Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 6. Pp. 70–82.

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-70-82

Разработка научных основ использования цифровых технологий в архитектуре, градостроительстве и строительстве выделяется в числе приоритетных направлений в деятельности РААСН. Необходимость внедрения цифровых технологий в градостроительную деятельность также определена в проекте Минстроя «Умный город», реализуемого в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика». Использование цифрового ресурса, связанного с интеграцией информационных систем и 3D-моделей городских территорий, полученных с помощью обработки больших данных, позволяет обеспечить новые подходы к градостроительному анализу территории, подготовить объективные данные для территориального планирования, градостроительного проектирования и решения других задач, связанных с управлением развитием территорий.

В последнее время как за рубежом, так и в России использование цифровых технологий в градостроительных исследованиях стало очень заметным явлением. По мере развития компьютерных технологий появилась возможность создания высокоточных 3D-моделей городов, позволяющих осуществлять графоаналитические исследования абсолютно на новом уровне. В зарубежной практике можно выделить опыт 3D-моделирования городов в Финляндии (проект «Хельсинки 3D+»), Нидерландах, Сингапуре (проект Virtual Singapore), США и других странах, успешно внедряющих цифровые системы в управление территориями. Важнейшим аспектом в реализации этих проектов является то, что детализированные 3D-модели городов, полученные в результате интеграции информационных систем и обработки «больших данных», планируется использовать не только для городского планирования, но и для своевременного информирования населения об изменениях в застройке города, в коммунальной и социальной инфраструктуре этих городов.

Научное осмысление значения информационных систем и цифрового 3D-моделирования городов в управлении территориями наиболее активно стало развиваться после 2000-х гг. В 2012 г. был опубликован научный отчет Д. Джексона и Р. Симпсона «Глобальное будущее для планирования окружающей среды», в котором отдельная глава была посвящена информационному моделированию города [1]. Также можно выделить научный отчет «3D City Models and urban information: Current issues and perspectives», выполненный в 2014 г. группой ученых (R. Billen, A.-F. Cutting-Decelle, O. Marina, J.-P. Almeida и др.). В нем убедительно показано, что 3D-модели городов не только расширяют объем и качество визуальной информации, но и могут служить в качестве интеграционных платформ знаний, связанных с городскими и экологическими проблемами, что в итоге позволяет значительно улучшить устойчивое управление и развитие города [2]. Также можно выделить публикации Ф. Билецки, Ж. Стотер, Х. Леду (2015), которые сделали обширный обзор практики 3D-моделирования городов и сформулировали классификацию видов использования этого цифрового ресурса в городах [3]. О новых возможностях использования 3D-моделирования в градостроительной деятель-

ности говорится в публикациях Ян Лю, Идерлина Матео-Бабиано, Себастьян Дарчен и др.

В России использование цифровых технологий для градостроительной деятельности в первую очередь связано с созданием информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) и с активным использованием ГИС для оцифровки картографических данных [4]. 3D-моделирование городов активно стало внедряться с появлением беспилотной аэрофотосъемки и программного обеспечения, обеспечивающего оцифровку полученной информации и создание 3D-моделей [5]. Сегодня такие работы ведутся в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Казани и других региональных центрах.

Отечественных публикаций по интеграции информационных систем для градостроительной деятельности и управления территориями достаточно много. По 3D-моделированию городов можно выделить публикации по технологическим аспектам сканирования территорий и создания 3D-моделей городов, публикации по специфике цифровой обработки полученных данных для картографической привязки и построения 3D-моделей, публикации по использованию этих моделей для 3D-визуализации проектных градостроительных решений и для проведения различных графоаналитических исследований.

Томск был одним из первых городов в России, в котором появились цифровые ресурсы для градорегулирования. С 2008 г. началась реализация целевой муниципальной программы «Информационное и картографическое обеспечение градостроительной деятельности», в результате которой была создана геоинформационная система, объединившая цифровые данные ИСОГД и ГИС. У ее истоков стояли Е.В. Паршутто, В.И. Корнев, С.В. Сидоренко, А.Д. Романцов. При создании ИСОГД был заложен следующий принцип: информационная система обеспечения градостроительной деятельности – это не только сбор и хранение картографических и градостроительных документов (так это зафиксировано в Градостроительном кодексе РФ), но и цифровая платформа, обеспечивающая внедрение информационных технологий в управление градостроительной деятельностью. Базовой платформой для интеграции информационных систем стал программный комплекс GSEE – Geo Cad System Enterprise Edition, разработанный компанией ООО «Геокад плюс», г. Новосибирск (далее ИСОГД GSEE) [6].

Еще одним шагом по цифровизации градостроительной деятельности в г. Томске стало внедрение технологии трехмерного моделирования территории. Первая 3D-модель города и выполненный на ее основе макет появились в 2012 г. С 2014 г. цифровое 3D-моделирование получило новое развитие и стало возможным в результате фотограмметрической обработки данных, получаемых при высокоточной аэрофотосъемке беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) городской территории [7].

Появление этих цифровых ресурсов позволило значительно перестроить работу Департамента архитектуры и градостроительства г. Томска, повысить доступность градостроительной информации как для муниципальных служащих, так и для населения. Сегодня на основе этого информационного обеспечения успешно работают интернет-порталы «Градостроительный атлас г. Томска»

и «ТОМСК 3D. Построим город вместе». Управление цифровыми ресурсами осуществляет Комитет геоинформационного обеспечения Департамента архитектуры и градостроительства г. Томска (С.В. Сидоренко).

Направления использования этих цифровых ресурсов для проведения графоаналитических исследований можно разбить на 2 группы. Первая связана с непосредственным использованием данных, которые были получены в результате создания 3D-модели города. Вторая показывает возможности интернет-портала «ТОМСК 3D» для градостроительных исследований, архитектурного моделирования и обсуждения градостроительных проблем.

### 1. Направления использования цифровых данных аэрофотосъемки и 3D-моделирования для градостроительной деятельности в г. Томске

Одним из постоянно применяемых направлений по использованию трехмерной модели города является **моделирование и мониторинг паводковых процессов**. Данное направление, прежде всего, актуально для предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с паводковыми процессами.

Актуальная матрица высот позволяет создать цифровую платформу для прогнозирования паводковых затоплений территорий и заблаговременно проводить противопаводковые мероприятия в местах возможного подтопления. В Томске этот вид графоаналитических исследований впервые был проведен в 2015 г. Результаты моделирования с использованием 3D-модели города и матрицы высот позволили получить достоверную информацию о площади подтопления в зависимости от уровня подъема воды (рис. 1). Данные сведения оказались востребованными и позволили оперативно формировать задания поисковым группам волонтеров, учитывать результаты поиска по каждой группе, вести мониторинг событий и проводить прогнозный анализ с учетом пространственного и временного факторов [8].

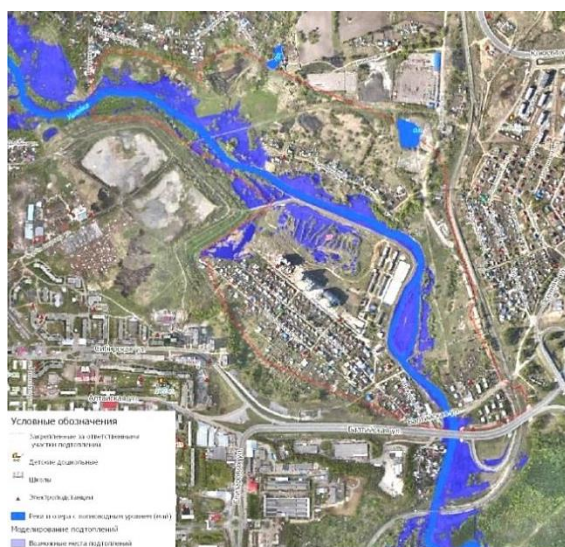


Рис. 1. Моделирование паводковой ситуации на основе 3D-модели города



Использование цифровых данных высокоточной аэрофотосъемки и 3D-моделирования позволяет осуществлять мониторинг состояния землепользования и застройки, проводить анализ кадастровых ошибок. Данное направление исследований возможно в условиях интеграции информационных ресурсов, отражающих точное местоположение зданий и сооружений, с кадастровыми сведениями о земельных участках.

В Томске по результатам оцифровки данных аэрофотосъемки было получено векторное отображение несколько слоев картографической информации, например, «Здания», «Улично-дорожная сеть», «Объекты озеленения». В слое «Здания» было зафиксировано 64 000 объектов. Это позволило в полуавтоматическом режиме проводить анализ кадастровой ситуации, связанной с пересечением контуров зданий с границами земельных участков. Данный пример графоаналитических исследований позволил создать необходимые условия для устранения кадастровых ошибок и оптимизировать комплексные кадастровые работы.

В настоящее время информация этих слоев размещена на интернет-портале «Градостроительный атлас города Томска». Здесь же в режиме онлайн поступают сведения о границах земельных участков из кадастровой палаты. Это дает возможность любому пользователю провести собственные изыскания по анализу кадастровых ошибок в любой части города.

Другой пример связан с анализом нарушений в землепользовании и строительстве (рис. 3). Наличие актуальных картографических материалов, получаемых в результате высокоточной аэрофотосъемки, позволяет выявлять несанкционированное строительство или захват чужой территории. В современных условиях такая возможность имеет особое значение для градорегулирования, позволяет иметь объективную информацию для муниципального земельного и строительного контроля [9].



Рис. 3. Выявление данных о нарушении землепользования

Кадастровая палата по Томской области также высоко оценивает полученные картографические материалы и активно использует их для мониторинга землепользования.



## **2. Направления использования интернет-ресурса «ТОМСК 3D» в градостроительной деятельности на территории г. Томска**

Одна из ключевых особенностей существующей ИСОГД г. Томска – это возможность создания цифровых интернет-порталов для представления информации о градостроительной деятельности пользователям. Одной из первых публичных информационных площадок в стране стал интернет-ресурс «Градостроительный атлас города Томска». Он сегодня активно используется, актуален и позволяет получать пользователю различные сведения о градостроительстве города и делать простейшие измерения.

Вместе с тем сегодня появились новые вызовы. Градостроительная деятельность приобретает общественную значимость и даже в ряде случаев существенно влияет на социально-политические процессы. В соответствии с Градостроительным кодексом внесение изменений в генеральные планы городов, в Правила землепользования и застройки, принятие решений по планировке территории, изменению параметров застройки должно сопровождаться публичными слушаниями, участием населения в обсуждении градостроительных проблем.

Также это важно и для реализации национального проекта «Жилье и городская среда». Участие жителей в выборе объектов для благоустройства является одной из составляющих процессов по формированию комфортной городской среды.

Для полноценного общественного обсуждения ранее применявшиеся способы представления проектной информации становятся недостаточными.

Трехмерное представление градостроительных новаций – наиболее естественный способ восприятия географической (пространственной) информации, а реалистичная трехмерная модель города и программное обеспечение, позволяющее работать с ней в сети Интернет, делают возможным создавать доступные инструменты для совместной работы.

Идеи архитекторов должны быть понятны обычным горожанам, часто не готовым для восприятия сложной пространственной информации. Непонимание предлагаемых преобразований неизбежно приводит к конфликтам и часто к блокированию стратегически необходимых документов территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территории.

Необходимы цифровые площадки, инструменты и технологии, обеспечивающие «соучаствующее проектирование», включение городских сообществ в обсуждение градостроительных проектов на более ранних стадиях.

В Томске современные цифровые технологии и возможности цифровой платформы ИСОГД, созданной компанией «Геокад», позволили выполнить инновационные разработки по созданию нового публичного интернет-портала, получившего название «ТОМСК 3D. Строим город вместе» [10].

Данный интернет-ресурс решает следующие задачи:

- использование 3D-формата для наиболее полного и объективного представления о застройке города с возможностью осуществлять простейшие измерения ее параметров;
- создание инструмента для пользователей по индивидуальному 3D-моделированию и оценке градостроительных решений;

– информирование населения о градостроительной политике в Томске и визуализация предлагаемых решений для общественного обсуждения;

– создание атмосферы сопричастности и вовлечения жителей города в процессы градостроительства и поиска компромиссных решений.

Интернет-портал «ТОМСК 3D» устроен таким образом, что выкладывать информацию на карту 3D-портала (как описательную, так и в виде картографических или трехмерных изображений) могут не только администраторы сайта. Любое заинтересованное лицо – архитектор, проектировщик, аналитик, эколог, застройщик, обычный житель города – могут зарегистрироваться на площадке в качестве Пользователя и получить несколько полезных сервисов, доступных в Личном кабинете пользователя.

В Личном кабинете есть возможность воспользоваться базовыми трехмерными материалами (моделью г. Томска) и дополнить их своими, например, проектными моделями и картами. Для таких личных моделей и карт есть возможность просматривать их в составе всей городской среды, оценивать и анализировать качество проекта, производить нужные измерения. В случае если такой пользователь разрешит доступ к личным материалам и моделям, возможно отправить ссылки и приглашения на просмотр другим лицам, например своему сообществу, заказчикам, профильным специалистам, оппонентам, представителям власти. Это помогает проиллюстрировать свою идею, свой проект точными, измеряемыми материалами, не требует от «зрителей» специализированных познаний, навыков, установленного программного обеспечения и тому подобного – достаточно доступа к сети Интернет. Если, по мнению пользователя, его проектные предложения важны для города, то он через модераторов портала может опубликовать свою работу, сопроводить и проиллюстрировать ее текстовым и медийным контентом.

Сообщества таких пользователей могут вместе вести (и модерировать) разные тематические трехмерные карты, например «Историческое наследие», «Туристические маршруты», «Доступность городской среды для людей с ограниченными возможностями» и др. Портал позволяет проводить индивидуальную проектную и исследовательскую работу по территориальному планированию, а также дает возможность участвовать в общественном обсуждении архитектурных и градостроительных предложений, которые могут быть выставлены на портале как муниципалитетом, так и пользователями в случае согласования с модератором портала.

Можно выделить следующие направления использования 3D-портала для градорегулирования на территории г. Томска.

**Анализ градостроительного зонирования и проведение общественного обсуждения проектов внесения изменений параметров территориальных зон.** В настоящее время цифровые данные о градостроительном зонировании Томска хранятся в Информационной системе обеспечения градостроительной деятельности города (ИСОГД). Проекты по изменению границ территориальных зон вносятся в базу данных ИСОГД, затем импортируются в один из стандартных геоинформационных форматов, например shp, и далее экспортируются в базу данных 3D-портала. После одобрения модератором информация о планируемых границах территориальных зон размещается на



трехмерной карте портала, доступной для обсуждения широкому кругу потребителей. Портал предоставляет возможность публиковать комментарии, задавать вопросы и т. п.

Портальная реализация открывает большие возможности в аспекте легкости доступа к данным, в любом месте можно открыть проект и вести работу, а трехмерное представление снимает многие вопросы и делает доступным для понимания сложную информацию, снимает вопросы по неоднозначности толкования.

**Анализ предложений по размещению новых объектов строительства.** Инструменты портала позволяют создавать простейшую модель будущего здания и вставлять ее в 3D-модель города. Также имеется возможность вставлять трехмерные модели, созданные в других программах, в том числе на основе BIM-технологий. Интернет-ресурс позволяет проанализировать проектное решение с разных ракурсов, оценить его масштабность и местоположение по отношению к существующей застройке, подвигать модель, изменить его параметры. Такие инструменты позволяют оперативно моделировать параметрические характеристики объекта и получать объективную привязку проектируемого объекта к реальной трехмерной ситуации (рис. 4).

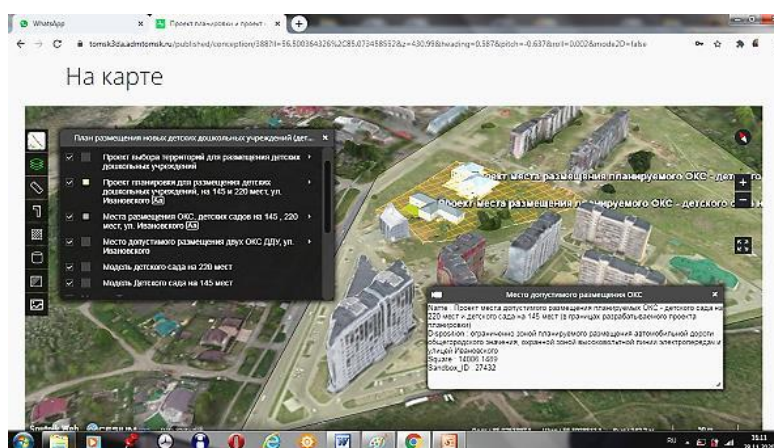


Рис. 4. Использование портала «ТОМСК 3D» для анализа параметров и места размещения проектируемых зданий

**Внедрение технологии «соучаствующего проектирования».** Наличие в данном интернет-портале инструментов по встраиванию проектируемых объектов, а также возможности участия заинтересованных лиц в обсуждении результатов проекта позволяет в значительной степени изменить саму технологию градостроительного и архитектурного проектирования. Безусловно, ведущая роль архитекторов и специалистов сохраняется, но в данном случае повышается степень контактности проектировщиков с горожанами, особенно это важно, когда внесение изменений касается той территории, на которой они проживают.

Интересный томский опыт по использованию интернет-портала в «соучаствующем проектировании» связан с реализацией в Томске молодежного

проекта «Живая лаборатория Томска» – LivingLab Tomsk. В проектировании участвовала специально созданная межуниверситетская команда студентов томских вузов, молодых архитекторов, преподавателей ТГАСУ и наставников из архитектурного сообщества города. Деятельность команды была направлена на изучение университетской среды города и проектирование в ней новых общественных пространств.

На площадке 3D-портала аккумулировалась информация различного типа, презентации разных стадий работы проектной команды, видеоролики продвижения проекта. В 3D-модель импортирована графика, созданная в профессиональных CAD-пакетах.

**Проведение графоаналитических исследований по вопросам охраны историко-архитектурной среды города.** Данное направление дает возможность проводить исследования по достаточно широкому кругу проблем, связанных с сохранением архитектурного наследия, что особенно важно для условий исторического поселения. Можно выделить следующие направления исследований:

– *Моделирование среды при восстановлении утраченных объектов культурного наследия.* Использование возможностей 3D-моделирования позволяет в трехмерное изображение существующей территории встраивать виртуальные модели утраченных объектов культурного наследия, анализировать их восприятие с разных точек видимости, определять решения по изменению близлежащего окружения (рис. 5).

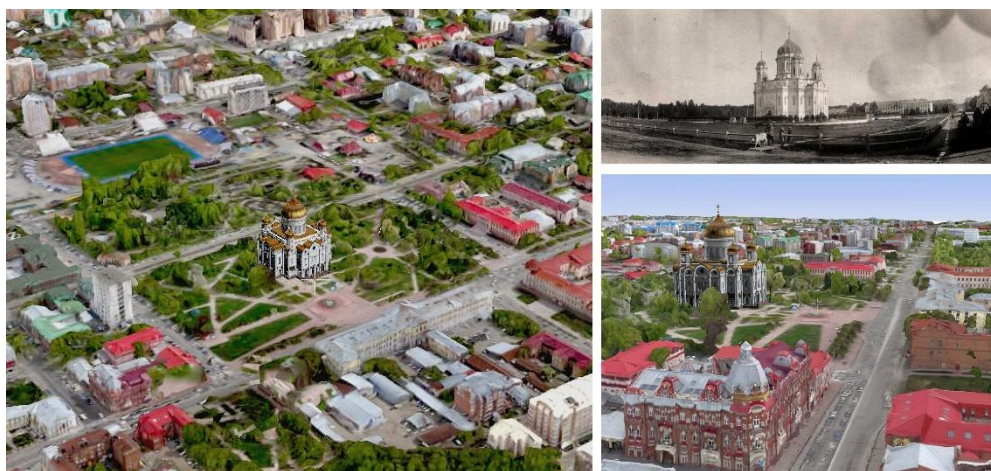


Рис. 5. Использование портала «ТОМСК 3D» для визуально-ландшафтного анализа среды в случае восстановления Троицкого собора

– *Ландшафтно-визуальный анализ территории при определении границ зон охраны объектов культурного наследия.* 3D-модель города дает возможность проводить объективный ландшафтно-визуальный анализ территории, определять и фиксировать узловые точки секторов раскрытия архитектурных памятников. Особенно это важно для территорий со сложным рельефом. Использование 3D-модели города позволяет получать объективную информа-

цию о раскрытии силуэта архитектурного памятника как с ближних точек восприятия, так и с удаленных мест, выполнять развернутый анализ городских панорам с разных расстояний и ракурсов, выявлять дисгармоничные объекты по их габаритам и высотности.

– *Определение градостроительных параметров реконструкции и нового строительства на территориях, граничащих с зонами охраны объектов культурного наследия.* Наличие 3D-модели города дает возможность проводить измерение высот объектов культурного наследия и высот рядом стоящих зданий, в том числе для ландшафтных условий с пересеченным рельефом. Это позволяет установить оптимальные параметры высотности и габаритности для реконструкции и нового строительства, определить требования к пропорциям и отделочным материалам новых объектов.

**Анализ предложений по размещению и дизайну общественных пространств для их благоустройства в рамках реализации национального проекта «Формирование комфортной городской среды».** Трехмерная модель и размещенная в ней проектная информация дают возможность видеть результаты по благоустройству общественных пространств и выявлять новые, устанавливать приоритеты с учетом их значимости для городского сообщества, их местоположения и доступности для горожан.

Использование публичной интернет-площадки позволяет повысить степень включения горожан в обсуждение этих вопросов. Как показал опыт Томска, такой формат участия позволяет совершенно менять отношение горожан к обсуждаемым проектам, от неприятия и нежелания принимать участие в голосовании к непосредственному участию и работе с инструментами 3D-портала.

**Анализ соответствия существующей застройки проекту планировки территории.** Реалистичная трехмерная модель позволяет проводить аналитическую работу по контролю соблюдения параметров застройки, установленных в проектах планировки территорий, выявлять отклонения, сделанные девелопером при застройке жилых образований (рис. 6).



Рис. 6. Использование портала «ТОМСК 3D» для контроля соблюдения параметров застройки, установленных проектом планировки территории

Как показал анализ одного из построенных микрорайонов в г. Томске, такие изменения могут достигать 30 %. Выявленные отклонения от ППТ яви-

лись основанием для разработки девелопером нового проекта планировки и проекта межевания территории и повторного его утверждения.

Таким образом, практика использования цифровой платформы «ТОМСК 3D» показала высокие преимущества применения созданной в Томске трехмерной модели города как доступного общественного ресурса, позволяющего не только получать полноценную информацию об архитектурно-планировочных особенностях г. Томска, но и проводить с ее помощью собственные изыскания, участвовать в общественном обсуждении предлагаемых архитектурных и градостроительных решений.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Использование цифровых технологий и 3D-моделирования городов является одним из важнейших направлений в цифровизации градостроительной деятельности.

2. Цифровые ресурсы, получаемые в результате высокоточной беспилотной аэрофотосъемки и обработки «больших данных», позволяют создавать трехмерные цифровые модели территории города и формируют новые возможности для проведения графоаналитических исследований.

3. Интернет-площадка с детализированной 3D-моделью города может стать не только новым инструментом для городского планирования, мониторинга городской застройки и землепользования, но и платформой для информирования населения о предлагаемых архитектурных и градостроительных решениях, доступным местом для обсуждения городских проблем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Jackson D., Simpson R. D-City. Digital Earth/Virtual Nations/Data Cities // Connecting Global Futures for Environmental Planning. 2012. URL: <http://dcitynetwork.net/manifesto/index.html?page=2>
2. Billen R., Cutting-Decelle A.-F., Marina O, Almeida J.-P. 3D City Models and urban information: Current issues and perspectives. EDP Sciences, 2014. URL: [https://www.researchgate.net/publication/260172519\\_3D\\_City\\_Models\\_and\\_urban\\_information\\_Current\\_issues\\_and\\_perspectives](https://www.researchgate.net/publication/260172519_3D_City_Models_and_urban_information_Current_issues_and_perspectives)
3. Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanova S., Çöltekin A. Applications of 3D City Models: State of the Art Review // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2015. 4. 2842–2889.
4. Дударев А. Эволюция ИСОГД. Цифровые технологии в управлении развитием территорий. 2012. URL: <https://itpgrad.ru/node/135>
5. Основные стратегии создания 3D-моделей городов. URL: <https://gis-lab.info/qa/3dcities.html> (дата обращения: 07.11.2020).
6. Корнев В.И. Информационное и картографическое обеспечение градостроительной деятельности в г. Томске // Управление развитием территорий. 2010. № 2. С. 62–67.
7. Материалы аэрофотосъемки с БПЛА // Градостроительный атлас Томска. 2018. URL: <http://www.gisa.ru/122909.html>
8. В Томске разработана электронная карта зон возможного подтопления при паводках. 2010. URL: [https://fedpress.ru/federal/polit/society/id\\_172448.html](https://fedpress.ru/federal/polit/society/id_172448.html)
9. Корнев В.И. Информационная система обеспечения градостроительной деятельности в г. Томске и ее роль в экономике города // Инвестирование недвижимости: экономика, управление, экспертиза : материалы 2-й науч.-практ. конф. с международ. участием / под общ. ред. Т.Ю. Овсянниковой. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2012. С. 29–34.
10. Строим город вместе: мэрия Томска запускает интерактивный 3D-портал. 2017. URL: <https://www.riatomsk.ru/article/20170425/tomsk-3d-portal/>

## REFERENCES

1. Jackson D., Simpson R. D-City. Digital earth/Virtual nations/Data cities. In: Connecting global futures for environmental planning. 2012. Available: <http://dcitynetwork.net/manifesto/index.html?page=2>
2. Billen R, Cutting-Decelle A.-F., Marina O, Almeida J.-P. 3D city models and urban information: Current issues and perspectives. EDP Sciences, 2014. Available: [www.researchgate.net/publication/260172519\\_3D\\_City\\_Models\\_and\\_urban\\_information\\_Current\\_issues\\_and\\_perspectives](http://www.researchgate.net/publication/260172519_3D_City_Models_and_urban_information_Current_issues_and_perspectives)
3. Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanov S., Çöltekin A. Applications of 3D city models: State of the art review. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*. 2015. V. 4. Pp. 2842–2889.
4. Dudarev A. Evolyucziya ISOGD. Tsifrovye tekhnologii v upravlenii razvitiem territoriei [Digital technology in territorial development management]. 2012. Available: <https://itpgrad.ru/node/135> (rus)
5. Osnovnye strategii sozdaniya 3D modelei gorodov [Basic strategies for creating 3D city models]. Available: <https://gis-lab.info/qa/3dcities.html> (accessed November 7, 2020).
6. Korenev V.I. Informatsionnoe i kartograficheskoe obespechenie gradostroitel'noi deyatel'nosti v g. Tomske [Information and cartographic support of urban planning in Tomsk]. *Upravlenie razvitiem territorii Tomske*. 2010. No. 2. Pp. 62–67. (rus)
7. Materialy aerofotos"emki s BPLA. Gradostroitel'nyi atlas Tomska [Materials of aerial photography. Urban atlas of Tomsk]. 2018. Available: [www.gisa.ru/122909.html](http://www.gisa.ru/122909.html) (rus)
8. V Tomske razrabotana e"lektronnaya karta zon vozmozhnogo podtopleniya pri pavodkakh [An electronic map of flooding areas in Tomsk]. 2010. Available: [https://fedpress.ru/federal/polit/society/id\\_172448.html](https://fedpress.ru/federal/polit/society/id_172448.html) (rus)
9. Korenev V.I. Informacionnaya sistema obespecheniya gradostroitel'noj deyatel'nosti v g. Tomske i ee rol' v ekonomike goroda [Information system of urban planning in Tomsk and its role in the city economy]. In: Sbornik trudov "Investirovanie nedvizhimosti: ekonomika, upravlenie, ekspertiza: materialy 2-i nauch.-prakt. konf s mezhdunarod.uchastiem" (*Proc. 2nd Int. Sci. Conf. 'Estate Property Investment: Economy, Management, Expertise'*), T.Yu. Ovsyannikova, Ed., Tomsk: TSUAB, 2012. Pp. 29–34. (rus)
10. Stroim gorod vmeste: meriya Tomska zapuskaet interaktivnyj 3D-portal [Build the city together: Tomsk Mayor's office launches interactive 3D portal]. 2017. Available: [www.riatomsk.ru/article/20170425/tomsk-3d-portal/](http://www.riatomsk.ru/article/20170425/tomsk-3d-portal/) (rus)

## Сведения об авторе

Корнев Владимир Иннокентьевич, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [vik.tomsk@rambler.ru](mailto:vik.tomsk@rambler.ru)

## Author Details

Vladimir I. Korenev, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, [vik.tomsk@rambler.ru](mailto:vik.tomsk@rambler.ru)