

УДК 528.9:004.925.8

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-64-74

Проблемы геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга (часть 1)

А. А. Костерева¹, М. Р. Вагизов¹✉

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: bars-tatarin@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга. Авторы анализируют существующий опыт создания цифровых моделей исторических парков и выявляют ключевые трудности этого процесса. Основное внимание уделяется разработке методики моделирования парковых территорий, включающей обработку исторических данных и современных измерений. Исследователи отмечают важность интеграции разнородных источников информации для создания точных цифровых моделей. Разработанные подходы имеют практическое значение для сохранения культурного наследия и современного использования садово-парковых зон города, что делает исследование актуальным для специалистов в области охраны памятников и городского планирования.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, объекты культурного наследия, ландшафтная архитектура, Санкт-Петербург, сохранение наследия, реставрация, геоинформационные технологии, цифровые модели, парки, сады, дворцово-парковые ансамбли

Для цитирования:

Костерева А. А., Вагизов М. Р. Проблемы геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга (часть 1) // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 4. – С. 64–74. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-64-74

Введение

Геоинформационное моделирование является одним из эффективных инструментов, позволяющих решать задачи сохранения и исследования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры (далее ОКН ЛА).

В статье рассматриваются проблемы моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга с применением технологий геоинформационного моделирования.

Санкт-Петербург – город с богатой историей и культурой, который обладает огромным количеством объектов культурного наследия. В нем порядка 9 000 объектов культурного наследия [1]. Эти объекты представляют собой уникальные дворцово-парковые ансамбли, парки и сады, которые требуют

особого внимания при сохранении их первоначанного облика. Однако по отметкам специалистов, большинство этих объектов нуждаются в капитальном ремонте и реставрации [2], а также в моделировании будущего состояния данных объектов.

Целью данного исследования является выявление и анализ проблем, возникающих при геоинформационном моделировании объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга, а также разработка рекомендаций по их решению.

Задачи исследования

1. Анализ опыта создания геоинформационной модели ОКН ЛА.
2. Выявление алгоритма создания геоинформационной модели для ОКН ЛА.

3. Выявление проблем, возникающих при геоинформационном моделировании объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга.

4. Разработка рекомендаций по решению выявленных проблем и совершенствованию процесса геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга.

Материалы и методы

Для того чтобы выявить проблемы моделирования ОКН ЛА, следует определить основные методы и подходы данного процесса, а также необходимое программное обеспечение.

Материалы и методы исследования проблем геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга включают в себя:

- инструменты геоинформационного моделирования (ГИС, система 3D-визуализации);
- научную литературу;
- геопространственное обеспечение сбора информации ОКН ЛА;
- математические модели изменения объекта в пространстве.

Ход исследования

В рамках исследования был изучен опыт смежных зарубежных и российских исследований, касающийся создания геоинформационных моделей.

На исторических объектах активно применяются геоинформационные технологии, например, при восстановлении Александровского парка. На момент начала работ состояние горы Парнас в парке оценили как неудовлетворительное. С помощью ГИС-технологий и методов фотосканирования с беспилотных летательных аппаратов (БЛА) создали трехмерную модель местности. После интеграции этой модели в общую систему удалось объективно оценить проект и разработать дополнительные меры по реставрации горы Парнас [2, 3].

В Турции с помощью ГИС-технологий создали 3D-модель погребального памятника Коммагенского царства методом наземной

фотограмметрии. Он основан на измерении объектов по фотографиям. В рамках исследования было сделано 62 фотографии модели с разных ракурсов. Затем с помощью программного обеспечения Agisoft PhotoScan были обработаны фотографии и созданы трехмерные модели с плотным облаком точек и наложенными текстурами [4].

В Японии использовали успешный подход геоинформационного моделирования и VR-технологий. Восстановили исторический городской пейзаж Осаки в VR-пространстве, построили 3D-модель города Осаки начала Нового времени. Смоделировали исторический центр и основные здания храма Ситэн-но по чертежам и гравюрам [5, 6].

Кроме того, был рассмотрен ряд научных статей, посвященных геоинформационному моделированию объектов культурного наследия. Авторы этих работ стремятся предложить новые подходы, методы и технологии, которые помогут сохранить и передать будущим поколениям уникальные памятники архитектуры и истории. В работах [7, 8] изучаются основы геоинформационного моделирования, различные способы создания исходной модели, такие как лазерное сканирование и фотограмметрия, и использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и дополненной реальности. В работах [9–13] рассматриваются основные понятия и принципы работы технологий дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности, а также примеры их применения для сохранения объектов культурного наследия. В [14] и [15] описываются возможности прогнозирования роста городских насаждений.

Таким образом, проанализированные работы авторов из разных стран Европы, Азии и Америки позволяют выстроить логическую цепочку создания модели в дополненной реальности и ее последующего внедрения в существующую среду. Помимо этого было установлено, что использование геоинформационных моделей не ограничивается только сохранением культурного наследия. Их также можно применять в других сферах, таких как горная промышленность или прогнозирование развития городских зеленых зон. Технологии виртуальной и дополненной реальности также могут быть полезны для создания геоинформационных моделей.

Анализ опыта позволил выявить, что для создания геоинформационной модели требуются данные, которые описывают положение объекта в пространстве и времени, а также его изменение со временем [16].

Эти данные включают [17]:

- географические данные (геоданные), описывающие свойства объектов и явления на земной поверхности или в недрах земли;
- топографические карты для определения границ и характеристик местности;
- данные дистанционного зондирования (например, спутниковые снимки) для получения актуальной информации о поверхности Земли;
- атрибутивные данные, описывающие характеристики объектов на карте (тип растительности, тип почвы, высота зданий и т. д.);
- пространственные данные, которые дают достаточно информации для привязки моделируемого объекта к системе координат (координаты объектов, векторные данные, растровые данные);
- временные данные, которые включают дату и время сбора данных;
- метаданные, описывающие происхождение, качество и методы обработки данных;

– базы данных для хранения и управления информацией.

При моделировании парковых территорий, помимо топографических карт и аэро- и космоснимков, необходимы данные о полевых съемках и обследовании объекта. Это помогает понять состояние дорожно-тропиночной сети и малых архитектурных форм.

Одной из главных частей при моделировании парковой структуры являются насаждения. Для понимания их конфигурации необходима инвентаризация зеленых насаждений, которая позволяет получить информацию о видовом составе, состоянии и характеристиках габитуса.

Для прогнозирования развития парковой территории с помощью геоинформационного моделирования необходимы временные ряды, представляющие собой упорядоченные во времени наборы изменений характеристик исследуемого объекта или процесса. Для учета влияния внешних факторов на парковую структуру необходимо учитывать данные о загрязнении окружающей среды близлежащими производствами или магистралями.

Блок-схема, отражающая структуру геоинформационной модели с учетом особенностей ландшафтного объекта, показана на рис. 1.

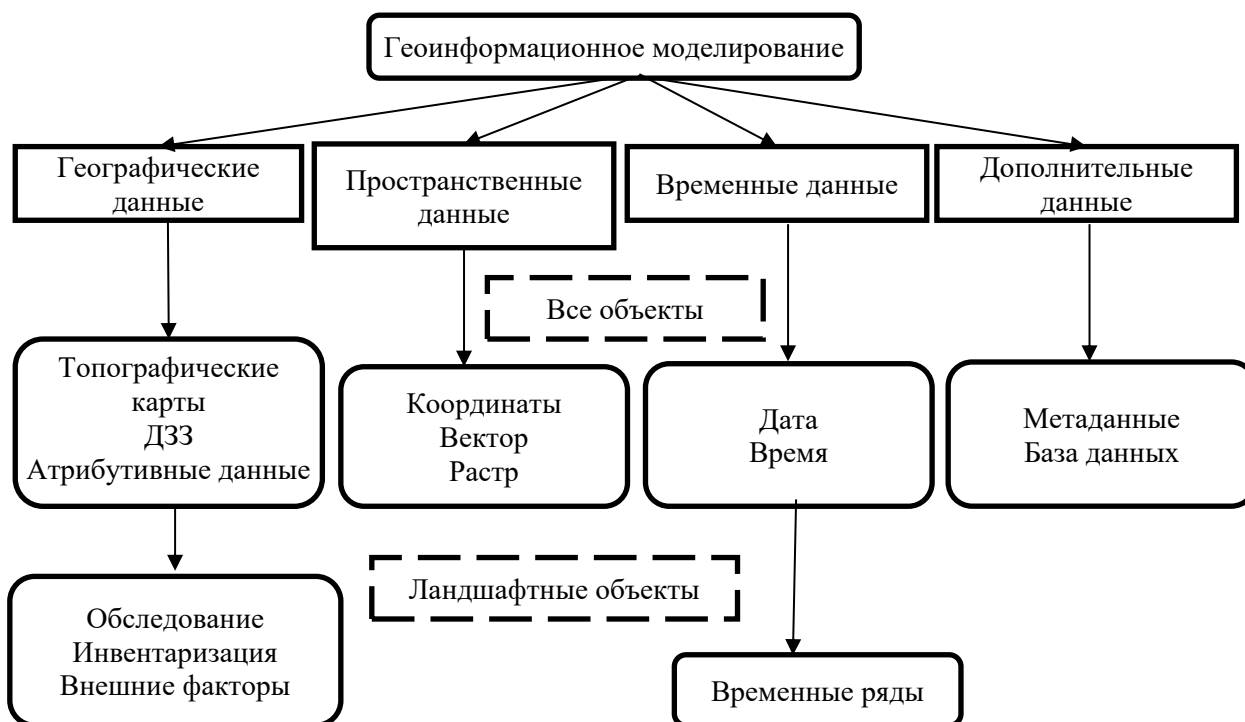


Рис. 1. Структура геоинформационной модели с учетом особенностей ландшафтного объекта

При создании геоинформационной модели возникают определенные проблемы [18], которые глобально можно разделить на проблемы изменчивости и утраты объектов культурного наследия, вызывающие вопросы при поиске опорных документов для моделирования и выбора конкретного

временного периода моделирования; проблемы технического характера, включающие вопросы интеграции виртуальной модели в реальное пространство; и проблемы прогнозирования дальнейшего развития ландшафтного объекта в структуре города (рис. 2).

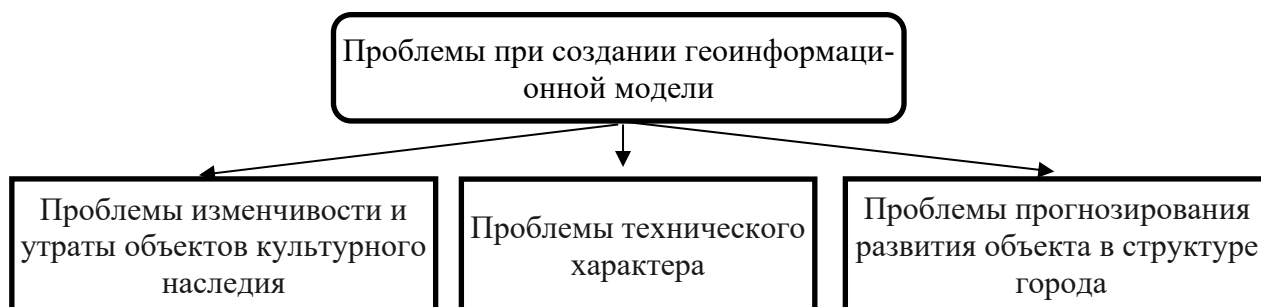


Рис. 2. Проблемы при создании геоинформационной модели

Проблема утраты объектов культурного наследия или изменчивости их внешнего вида целиком или частично в контексте моделирования может быть обозначена несколькими тезисами.

Ландшафтные объекты, как объекты живые, постоянно видоизменяются. Эти изменения связаны как с внешними факторами, влияющими на объект, так и с внутренними.

К внешним факторам можно отнести антропогенную нагрузку и изменение градостроительной ситуации, которое ведет за собой появление новых маршрутов, элементов обслуживания парка, придание парку новых функций, что часто встречается в странах Содружества Независимых Государств (далее СНГ), в которых изменение типа собственности часто вело к тому, что бывшие в частом владении усадебные сады и парки становились общественным достоянием (например, парки советского периода). Такие изменения приводят к появлению наслоений разных исторических эпох и невозможности физического отделения одной эпохи от другой. К такому же результату приводят внутренние изменения в структуре ландшафтного объекта, связанные с перепланировками и реконструкциями объекта в течение его существования.

При этом влияние антропогенных факторов, приводящих к изменению гидрологической ситуации, состава почв и загрязнения

воздуха, влечет за собой необратимые последствия для зеленых насаждений, входящих в садово-парковую структуру. Со временем становится невозможным поддержание изначального ассортимента растений и ландшафтный объект меняет свой внешний облик.

Для минимизации влияния этой проблемы на геоинформационную модель необходимо подвергать моделируемый объект детальному изучению с обращением в архивы и поиском всей доступной информации об объекте, включать в изучение все периоды его существования и выявлять ключевые моменты, которые характеризуют каждый период.

Технические проблемы геоинформационного моделирования объектов ландшафтной архитектуры включают в себя сложность сбора и интеграции разнородных данных, необходимость обеспечения высокой точности и актуальности данных, а также выбор подходящих инструментов и методов моделирования.

Сложность сбора и интеграции данных обусловлена несколькими факторами.

Низкая доступность цифровых пространственных данных. В настоящее время большая часть данных об ОКН ЛА существует на бумажных носителях, которые приходится оцифровывать самостоятельно. Несмотря на то, что сейчас в структуры садово-паркового

хозяйства активно вводится использование ГИС-систем, при моделировании исторических объектов приходится сталкиваться с множеством данных в разных масштабах и на разных носителях, что негативно влияет на процесс моделирования. Каждый источник данных имеет свои особенности и требования к обработке, что усложняет процесс их слияния в единую модель. Обеспечение точности и актуальности данных является критически важным для создания достоверной модели. Точность данных зависит от качества исходных материалов и методов их обработки, а актуальность – от частоты обновления данных. Несоблюдение этих требований может привести к искажению результатов моделирования [16].

Выбор инструментов и методов моделирования также представляет собой сложную задачу. Существует множество программных продуктов и методов моделирования, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, в связи с чем возникают определенные проблемы.

1. Использование разных программно-инструментальных оболочек для выполнения отдельных этапов технологического процесса может привести к проблемам при конвертировании больших объемов пространственных данных из одного формата в другой [19]. При этом отсутствие единых требований к формам представления и точности исходных данных, а также к системам их хранения может приводить к дублированию и противоречию в данных, получаемых из разных источников [20].

2. Индивидуальность. У каждого пользователя существует конкретный набор задач, которые решаются разными программными средствами, что требует разработки индивидуального подхода к моделированию [19].

Главная проблема геоинформационного моделирования – прогнозирование развития садово-парковой структуры, что связано с ее многообразием и изменчивостью. При разделении парковой структуры на составные элементы можно выделить четыре категории [21] насаждений, архитектурные элементы и малые архитектурные формы (МАФ), гидротехническую систему и планировочную структуру.

Развитие насаждений спрогнозировать возможно, опираясь на зарубежный опыт [14] и на понимание того, что у растений есть предполагаемый размер во взрослом состоянии и данные о среднегодовом приросте [22]. При этом существует информация о том, какие негативные факторы оказывают влияние на развитие растений и как их можно объединить с ожидаемым развитием дерева и прогнозировать его рост, болезни, особенности развития и вероятные преждевременные отпады. Как следствие, такие данные дают возможность прогнозирования потенциальных возобновлений посадок и необходимых уходов.

При этом такие элементы, как малые архитектурные формы и архитектурные сооружения, довольно статичны, и, с одной стороны, прогноз их поведения со временем очевиден: они глобально не изменятся, за исключением естественных процессов старения. Однако необходимо также учитывать факторы, которые невозможно предугадать. Например, естественные катаклизмы, такие как наводнения, пожары и т. п., которые невозможно предсказать, но которые при этом могут кардинально повлиять на состояние архитектурного сооружения или МАФ.

В то же время существует также планировочная структура, которую составляют дорожно-тропиночная сеть и площадки. Изменчивость планировочной структуры обусловлена множеством как внутренних, так и внешних факторов. Изменение градостроительной ситуации, появление точек притяжения, остановок общественного транспорта и станций метро ведет к образованию транзитных маршрутов и необходимости расширения некоторых существующих дорог.

В качестве объекта исследования и последующего моделирования был выбран парк «Екатерингоф» (рис. 3), поскольку он одновременно нуждается в возобновлении и имеет богатую историю, разделенную на несколько этапов развития, с каждым из которых можно провести отдельную работу и создать модель. Парк является объектом культурного наследия регионального значения.



Рис. 3. План парка «Екатерингоф» по данным ресурса RGIS

В настоящее время в парке существуют определенные проблемы, требующие незамедлительной проработки, часть из которых можно решить при помощи ГИС-систем.

1. Утрата исторического наполнения парка. По мере развития структуры парка и окружающего его города менялось наполнение парка, реконструировался дворец, изменялась планировочная структура в связи с появлением новых точек притяжения, насаждений, в соответствии с изменением планировочной структуры и гидрологического режима [23].

2. Необходимость восстановления. В настоящее время парк находится в упадке, существующие элементы наполнения разрушаются и постепенно выводятся из парка. В парке нет точек притяжения для посетителей. Также требуется расчистка водоемов, уход за планировочной структурой и насаждениями [24].

3. Невозможность выбора конкретного этапа для восстановления. В истории развития парка «Екатерингоф» можно выделить пять этапов развития, каждый из которых характеризуется собственной планировочной структурой и наполнением. Со временем элементы из разных этапов наслаивались друг на друга и их физическое разделение стало невозможным. Если выделить один этап для восстановления, придется пожертвовать элементами из других этапов, которые также являются исторической ценностью и входят в предмет охраны парка [24].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были выявлены следующие проблемы геоинформационного моделирования объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры Санкт-Петербурга:

- проблемы изменчивости и утраты объектов культурного наследия, которые вызывают вопросы при поиске опорных документов для моделирования и выбора конкретного временного периода моделирования;
- проблемы технического характера, включающие проблему интеграции виртуальной модели в реальное пространство;
- проблемы прогнозирования дальнейшего развития ландшафтного объекта в структуре города.

Для решения этих проблем был выбран объект исследования – парк «Екатерингоф». Он является одним из старейших парков Санкт-Петербурга, обладает богатой историей и является объектом культурного наследия.

Предлагаемая авторами методика геоинформационного моделирования для ОКН ЛА включала в себя следующие этапы:

- сбор и анализ исторических и архивных данных о парке «Екатерингоф» (о каждом из этапов развития);
- проведение полевых исследований для сбора данных о текущем состоянии парка;
- создание трехмерной модели каждого исторического этапа парка с использованием геоинформационных технологий;

- прогнозирование дальнейшего развития парка;
- анализ полученных данных и разработка рекомендаций по сохранению и восстановлению парка.

В результате исследования будет создана трехмерная модель парка «Екатерингоф», которая позволит визуализировать исторические этапы и текущее состояние парка, выявить проблемные зоны и прогнозировать их развитие.

Заключение

Выбор объекта исследования – парка «Екатерингоф» – позволит наглядно продемонстрировать потенциал геоинформационного моде-

лирования для сохранения и восстановления объектов культурного наследия. Созданная модель парка может служить основой для дальнейших исследований. Следующим этапом исследования будет создание модели парка «Екатерингоф» по разработанной авторами методике геоинформационного моделирования.

Таким образом, статья подчеркивает важность комплексного подхода к изучению и сохранению объектов культурного наследия, включая использование современных геоинформационных технологий. Продолжение исследований в данной области позволит не только сохранить уникальное наследие Санкт-Петербурга, но и разработать эффективные стратегии для устойчивого развития городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общественный мониторинг объектов культурного наследия Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: <https://voorik-spb.ru/projects/obshchestvennyy-monitoring-obektov-kulturnogo-naslediya-sankt-peterburga/> (дата обращения: 18.08.2023).
2. Объекты культурного наследия Санкт-Петербурга. Коммерсант [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6337514> (дата обращения: 18.08.2023).
3. Рядова М. Н. Применение ГИС-технологий для сохранения объектов ландшафтной архитектуры // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21, № 6. – С. 70–78. – DOI 10.31675/1607-1859-2019-21-6-70-78. – EDN AYJVSJN.
4. Немтинов В. А., Морозов В. В., Манаенков А. М. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 709–714. – EDN OEYUPH.
5. Cem E., Nizar P. 3D modeling of cultural heritage: Commagene Kingdom funerary monument [Electronic resource]. – URL: <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/igd/article/view/1037/840> (дата обращения: 03.09.2023).
6. Yoshikawa, Kazunari. Restoration of Cityscape in Early Modern Naniwa [Electronic resource] // Paper Sessions CUPUM, 2013. – URL: https://cupum2013.geo.uu.nl/download/usb/contents/pdf/shortpapers/84_Yoshikawa.pdf (дата обращения: 10.09.2023).
7. A. Delinasious, E. Stylianidis. Building Information Modelling for Cultural Heritage: A review // ISPRS Annals of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2015. – Vol. II-5/W3. – Pp. 177–183. – DOI 10.5194/isprsannals-II-5-W3-177-2015.
8. Berdien De Roo, Jean Bourgeois, Philippe De Maeyer. Conservation of Past Times: Data Models for Ensuring the Future of Our Heritage // Conference: Online proceedings of the conference Built Heritage 2013 monitoring conservation and management. – At: Milano, Italy 2013. – Pp. 982–988.
9. Cristina Portalés, José Luis Lerma, Santiago Navarro. Augmented reality and photogrammetry: A synergy to visualize physical and virtual city environments // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2010. – 65(1). – Pp. 134–142. – DOI 10.1016/j.isprsjprs.2009.10.001.
10. Marques L., Tenedório J. A., Burns M., Romão T., Birra F., Marques J., Pires A. Cultural Heritage 3D Modelling and Visualisation within an Augmented Reality Environment, based on

Geographic Information Technologies and Mobile Platforms // ACE Arquitectura Ciudad y Entorno. – 2017. Vol. 1(33). – Pp. 117–136. – DOI 10.5821/ace.11.33.4686.

11. Kikuchi N., Fukuda T., Yabuki N. Future Landscape Visualization using a City Digital Twin: Integration of Augmented Reality and Drones with Implementation of 3D Model-Based Occlusion Handling // Journal of Computational Design and Engineering. – 2022. – Vol. 9(2). – pp. 837–856. – DOI 10.1093/jcde/qwac032.

12. Piekarski W., Thomas B. H. Interactive Augmented Reality Techniques for Construction at a Distance of 3D Geometry // EGVE '03: Proceedings of the workshop on Virtual environments. – 2003. – DOI 10.1145/769953.769956.

13. Zhang Y., Yue P., Zhang G., Guan T., Lv M., Zhong D. Augmented Reality Mapping of Rock Mass Discontinuities and Rockfall Susceptibility Based on Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry. MDPI // Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11(11):1311. – DOI 10.3390/rs11111311.

14. McPherson E. G., Peper P. J. Urban Tree Growth Modeling // Arboriculture & Urban Forestry. – 2012. – Vol. 38 (5). – P. 172–180. – DOI 10.48044/jauf.2012.026.

15. Mannion D. J., Wells J., Shrestha K. M., Balogh A., Runtig R. Themeda: Predicting land cover change using deep learning. – 2025. – 38 p. – DOI 10.2139/ssrn.4681094.

16. Грузинов В. С. Системные основы геоинформационного моделирования территорий // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 1, ч. 2. – С. 121–123. – EDN PGCYIT.

17. Андреева О. А. Разработка методики геоинформационного моделирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта : дисс. ... канд. техн. наук / Андреева Ольга Александровна. – М., 2021. – 218 с.

18. Темербаева А. А., Ганцен Н. Ф. ПРОБЛЕМЫ ГИС СТРАНЫ [Электронный ресурс]. – URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015014001> (дата обращения: 10.07.2024).

19. Шаннаа А. А., Кулик Е. Н. Современные средства пространственного моделирования территории в ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 6 : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 2. – С. 208–2014.

20. Орлов П. Ю. Разработка и исследование методики геоинформационного моделирования трехмерных динамических сцен околоземного космического пространства : дисс. ... канд. техн. наук / Орлов Павел Юрьевич. – М., 2019. – 190 с.

21. Костерева А. А. Подходы к воссозданию утраченных элементов при сохранении объектов культурного наследия ландшафтной архитектуры на примере парка Екатерингоф. – СПб., 2023. – 107 с.

22. Костерева А. А., Казакова А. Е., Маркин А. А., Куприянова А. Г. Выявление утраченной планировочной и объемно-пространственной структуры на объектах культурного наследия ландшафтной архитектуры с помощью определения возраста деревьев // XIV чтения памяти Т. Б. Дубяго : сборник трудов международной конференции, Санкт-Петербург, 01–03 ноября 2022 года. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2023. – С. 31–45. – EDN BVGJF.

23. Костерева А. А., Маркин А. А., Куприянова А. Г. Развитие исторических парков Санкт-Петербурга в советский период на примере парка Екатерингоф // Сборник научных трудов Совета молодых ученых СПбГЛТУ. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2023. – С. 59–67. – EDN DTILSN.

24. Костерева А. А., Маркин А. А., Куприянова А. Г. Дополненная реальность (ar) как метод воссоздания утраченных элементов парка Екатерингоф // Сборник научных трудов совета молодых ученых СПбГЛТУ : Сборник статей. Вып. 2. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2022. – С. 36–45. – EDN EUTVUQ.

Об авторах

Анастасия Андреевна Костерева – ассистент кафедры информационных систем и технологий, ассистент кафедры ландшафтной архитектуры.

Марсель Равильевич Вагизов – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой информационных систем и технологий.

Получено 01.10.2025

© А. А. Костерева, Р. В. Вагизов, 2025

Addressing geo-information challenges in the modeling of Saint Petersburg's landscape architectural heritage (part 1)

A. A. Kostereva¹, M. R. Vagizov^{1✉}

St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S. M. Kirov, 194021, St. Petersburg, Russian Federation

e-mail: bars-tatarin@yandex.ru

Abstract. Challenges associated with geoinformation modeling of cultural heritage sites within the landscape architecture of Saint Petersburg are explored in the paper. The authors review current practices in constructing digital models of historic parks and highlight critical difficulties encountered during this endeavor. Special attention is given to the development of specialized methodologies for modeling park landscapes, which integrate both archival documentation and contemporary survey data. The study highlights the importance of synthesizing diverse and heterogeneous data sources to achieve accurate digital reconstructions. These methodological innovations have significant practical implications for the preservation of cultural heritage and the sustainable management of urban green spaces. As such, the findings offer valuable insights for professionals involved in monument conservation and urban planning.

Keywords: geoinformation modeling, cultural heritage sites, landscape architecture, St. Petersburg, heritage preservation, restoration, geoinformation technologies, digital models, parks, gardens, palace and park ensembles.

REFERENCE

1. Obshchestvennyj monitoring ob'ektov kul'turnogo nasledija Sankt-Peterburga. Retrieved from <https://voopik-spb.ru/projects/obshchestvennyy-monitoring-obektov-kulturnogo-naslediya-sankt-peterburga/> (data obrashhenija: 18.08.2023) [in Russian].
2. Ob'ekty kul'turnogo nasledija Sankt-Peterburga. *Kommersant*. Retrieved from <https://www.kommersant.ru/doc/6337514> (data obrashhenija: 18.08.2023) [in Russian].
3. Rjadova Marija Nikolaevna Primenenie GIS-tehnologij dlja sohraneniya ob'ektov landshaftnoj arhitektury (2019). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]* Vol. 21, No. 6. 70–78 DOI 10.31675/1607-1859-2019-21-6-70-78. EDN AYJVSJ [in Russian].
4. Nemtinov Vladimir Alekseevich, Morozov Vjacheslav Vladimirovich, Manaenkov Anton Mihajlovich Virtual'noe modelirovanie ob'ektov kul'turno-istoricheskogo nasledija s ispol'zovaniem GIS-tehnologij (2011). *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Tambov State Technical University]* Vol. 17, No. 3. 709–714. EDN OEYUPH [in Russian].
5. Cem E, Nizar P. 3D modeling of cultural heritage: Commagene Kingdom funerary monument Retrieved from <https://publish.mersin.edu.tr/index.php/igd/article/view/1037/840> (accesed date: 03.09.2023).

6. Yoshikawa, Kazunari. (2013). Restoration of Cityscape in Early Modern Naniwa *Paper Sessions CUPUM*, Retrieved from https://cupum2013.geo.uu.nl/download/usb/contents/pdf/short-papers/84_Yoshikawa.pdf (accessed date: 10.09.2023).
7. A. Delinasiou, E. Stylianidis. (2019). Building Information Modelling for Cultural Heritage: A review // *ISPRS Annals of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. II-5/W3. Pp. 177–183. DOI 10.5194/isprsannals-II-5-W3-177-2015.
8. Berdien De Roo, Jean Bourgeois, Philippe De Maeyer. (2013). Conservation of Past Times: Data Models for Ensuring the Future of Our Heritage *Conference: Online proceedings of the conference Built Heritage 2013 monitoring conservation and management*. At: Milano, Italy 2013. Pp. 982–988.
9. Cristina Portalés, José Luis Lerma, Santiago Navarro.(2010). Augmented reality and photogrammetry: A synergy to visualize physical and virtual city environments. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 65(1). Pp 134–142. DOI 10.1016/j.isprsjprs.2009.10.001.
10. Marques L., Tenedório J. A., Burns M., Romão T., Birra F., Marques J., Pires A. (2017). Cultural Heritage 3D Modelling and Visualisation within an Augmented Reality Environment, based on Geographic Information Technologies and Mobile Platforms. *ACE Arquitectura Ciudad y Entorno*. Vol. 1(33). Pp. 117–136. DOI:10.5821/ace.11.33.4686.
11. Kikuchi N., Fukuda T., Yabuki N. (2022). Future Landscape Visualization using a City Digital Twin: Integration of Augmented Reality and Drones with Implementation of 3D Model-Based Occlusion Handling. *Journal of Computational Design and Engineering*. Vol. 9(2). Pp. 837–856. DOI 10.1093/jcde/qwac032.
12. Piekarski W., Thomas B. H. (2003). Interactive Augmented Reality Techniques for Construction at a Distance of 3D Geometry. *EGVE '03: Proceedings of the workshop on Virtual environments*. DOI 10.1145/769953.769956.
13. Zhang Y., Yue P., Zhang G., Guan T., Lv M., Zhong D. (2019). Augmented Reality Mapping of Rock Mass Discontinuities and Rockfall Susceptibility Based on Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry. *MDPI Remote Sensing*. Vol. 11(11):1311. DOI 10.3390/rs11111311.
14. McPherson E. G., Peper P. J. (2012). Urban Tree Growth Modeling. *Arboriculture & Urban Forestry*. Vol. 38 (5). P. 172–180. DOI 10.48044/jauf.2012.026.
15. Mannion D. J., Wells J., Shrestha K. M., Balogh A., Runting R. (2025). Themeda: Predicting land cover change using deep learning. 38 p. DOI 10.2139/ssrn.4681094.
16. Gruzinov V. S. (2018). Sistemnye osnovy geoinformacionnogo modelirovaniya territorij *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* Vol. 1, No. 2. 121–123. EDN PGCYIT [in Russian].
17. Andreeva O. A. (2021). Razrabotka metodiki geoinformacionnogo modelirovaniya ob'ektov infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Moscow. 218 p. [in Russian].
18. Temerbaeva A. A., Gancen N. F. (2024). PROBLEMY GIS STRANY *Studencheskij nauchnyj forum* Retrieved from <https://scienceforum.ru/2015/article/2015014001> (data obrashheniya: 10.07.2024) [in Russian].
19. Shannaa A. A., Kulik E. N. (2019). Sovremennye sredstva prostranstvennogo modelirovaniya territorii v GIS *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* No. 2. 208–214 [in Russian].
20. Orlov P. Ju. (2019). Razrabotka i issledovanie metodiki geoinformacionnogo modelirovaniya trjohmernih dinamicheskikh scen okolozemnogo kosmicheskogo prostranstva Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Moscow. 190 p. [in Russian].
21. Kostereva A. A. Podhody k vossozdaniju utrachennoy jelementov pri sohranении ob'ektov kul'turnogo nasledija landshaftnoj arhitektury na primere parka Ekatiringof: *Sankt-Peterburg*, 2023. 107 p. [in Russian].
22. Kostereva A. A., Kazakova A. E., Markin A. A., Kuprijanova A. G. (2023). Vyjavlenie utrachennoj planirovochnoj i ob'emno-prostranstvennoj struktury na ob'ektah kul'turnogo nasledija landshaftnoj arhitektury s pomoshh'ju opredelenija vozrasta derev'ev. *XIV chteniya pamyati T.B.*

Dubyago : Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 01–03 noyabrya 2022 goda. [XIV reading in memory of T.B. Dubyago: Collection of proceedings of the international conference, St. Petersburg, November 01–03, 2022.] St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirova, 2023. Pp. 31–45. EDN BVGJJF [in Russian].

23. Kostereva A. A., Markin A. A., Kuprijanova A. G. (2023). Razvitie istoricheskikh parkov Sankt-Peterburga v sovetskij period, na primere parka Ekateringof. *Sbornik nauchnykh trudov Soveta molodykh uchonykh SPBGLTU [Collection of scientific works of the Council of Young Scientists of St. Petersburg State Forestry University]*. St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirova, Pp. 59–67. EDN DTILSN [in Russian].

24. Kostereva A. A., Markin A. A., Kuprijanova A. G. dopolnennaja real"nost" (ar) kak metod vossozdaniya utrachennykh jelementov parka Ekateringof *Sbornik nauchnykh trudov soveta molodykh uchonykh SPbGLTU : Sbornik statey. [Collection of scientific works of the Council of Young Scientists of St. Petersburg State Forestry University: Collection of articles]*. Volume Issue 2. St. Petersburg: St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirova, pp. 36–45. EDN EUTVUQ [in Russian].

Author details

Anastasia A. Kostereva – Assistant of the Department of Landscape Architecture.

Marcel R. Vagizov – PhD, Associate Professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies.

Received 01.10.2025

© A. A. Kostereva, M. R. Vagizov, 2025