

УДК 72.035:719:[712.25:712.5]

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-6-70-78

*М.Н. РЯДОВА,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет*

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Актуальность темы обусловлена тем, что сохранение объекта культурного наследия и приспособление его для современного использования во многом зависит от наличия полноты его изученности и от объёма имеющейся по нему информации, в том числе натурных исследований. ГИС-технологии позволяют проанализировать и актуализировать натурную фиксацию. Цель работы – аналитическим методом выявить возможности применения ГИС-технологий при реставрации объектов культурного наследия и раскрыть применение на примере горы Парнас в Александровском парке г. Пушкина. В работе рассматриваются проблемы, связанные с приспособлением для современного использования горы Парнас в Александровском парке. Автором статьи проведен анализ публикаций по данной тематике. Рассмотрены история создания и опыт реставрационных работ. В 2016 г. музей «Царское Село» впервые применил новые технологии 3D-реконструкции для визуализации и оценки проектов реставрации нашего парка. После возрождения Екатерининского парка восстановление Александровского парка стало одним из приоритетных направлений деятельности музея. Все работы по сохранению культурного наследия требуют детального научного подхода. Исследовательская и проектная документация требует, чтобы предлагаемые решения были точно «внедрены» и проанализированы на существующих ландшафтах. Применяемые передовые технологии были разработаны в России за последние десять лет компанией «Геоскан» и предназначены для получения высокоточных ортофотографий любой местности. Беспилотные летательные аппараты позволяют работать с различными объектами, от автономных зданий и сооружений до крупных аэровокзалов. Фотограмметрическим программным обеспечением оборудованы рабочие места музейных сотрудников, что позволяет им самостоятельно обучаться использованию и анализу данных. Сведения с аэрофотоснимков могут впоследствии применяться для информационного наполнения, выполнения работ и проверки качества, DEMs, моделей местности и 3D-поверхностей.

Ключевые слова: объекты культурного наследия; Царское Село; ландшафт; Парнас; ГИС-технологии.

Для цитирования: 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

*M.N. RJADOVA,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES FOR CONSERVATION OF LANDSCAPE ARCHITECTURE OBJECTS

The paper concern is preservation of the cultural heritage object and its adaptation for modern use largely depending on completeness of its study and the amount of information available, including field studies. GIS technologies allow to analyze and update full-scale fixation.

The purpose of the analytical method is to identify the possibility of GIS technologies of restoring cultural heritage of the Mount Parnassus in the Aleksandrovskii Park. The paper deals with the problems associated with the modern use of the Mount Parnassus. The analysis is given to publications in the field. The history of creation and previous restoration works are considered. In 2016, the Tsarskoye Selo Museum applied for the first time new 3D reconstruction technology for visualization and evaluation of the restoration projects in the Park. After the revival of the Catherine Park, the restoration of the Aleksandrovskii Park is one of the priorities. Preservation of cultural heritage requires a detailed scientific approach. Research and design documentation requires an accurate solutions of embedding and analyzing the existing landscapes. The applied advanced technologies have been developed in Russia over the past ten years by Geoscan to obtain high-precision orthophotographic charts of any territory. Unmanned aerial vehicles allow to work with various objects, from autonomous buildings to large air terminals. Photogrammetric software equips Museum workplaces with data processing and provides self-training in the data acquisition and processing. Aerial imagery data can be used for content, performance and quality control, DEMs, terrain models and 3D surfaces.

Keywords: objects of cultural heritage; Tsarskoye Selo; landscape; Parnassus; GIS technologies.

For citation: Rjadova M.N. *Primenenie GIS-tekhnologii dlya sokhraneniya ob"ektov landshaftnoi arkhitektury* [Application of GIS technologies for conservation of landscape architecture objects]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 6. Pp. 70–78.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-6-70-78

Музей как живой организм должен развиваться. Во всем мире в настоящее время применяются геоинформационные технологии (ГИС-технологии). Сегодня данные технологии активно применяются в географии и геодезии, но их начали использовать также и при анализе объектов культурного наследия [1–4]. Актуальность темы обусловлена тем, что для сохранения объекта культурного наследия необходимо в полном объеме иметь описание и понимание характера и структуры данного объекта, т. к. это и показывает его особенности и ценность. Цель работы – выявить особенности применения ГИС-технологий на примере горы Парнас в Александровском парке. Анализируется возможность применения ГИС-технологий при реставрации объектов культурного наследия.

Авторы последних лет В.А. Немтинов, А.А. Горелов, М.И. Кудрявцев, К.В. Немтинов, А.С. Пачева, Ф.Н. Лисецкий, Ж.А. Буряк, П.А. Украинский, А.О. Полетаев, В.В. Морозов, А.М. Манаенков анализируют возможности использования ГИС-технологий и вопросы, возникающие при их использовании [Там же]. Е.А. Шелина в статье «Использование ГИС-технологий при ведении мониторинга и анализа объектов культурного наследия» раскрывает вопрос о необходимости и актуальности использования ГИС-технологий при мониторинге объектов культурного наследия [2]. В статье «Информационный анализ объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий» авторами рассмотрена методология разработки системы для ретроспективного анализа памятников ГИС-технологией на примере г. Тамбова [1]. Этот метод изначально был предназначен для анализа рельефа, но в большинстве публикаций его анализируют с точки зрения применения в картографии, например, И.В. Глейзер, И.М. Копанева, Е.А. Рублева – анализ рельефа [7], Н.В. Лаврен-

тьев, А.Л. Чепалыга – реконструкция береговых линий [6], А.А. Мистрюков, П.Ю. Савельева – картирование экосистем устья реки Чуи [5].

Давайте рассмотрим особенности применения ГИС-технологий на примере горы Парнас в Александровском парке.

2018-й – год столетия музейной жизни бывшей пригородной императорской резиденции «Царское Село». Музей не только бережно хранит прошлое, но и устремлен в будущее. Одной из главных задач является восстановление Александровского парка.

В 2016 г. начались работы по старейшей части парка – регулярному Новому саду. Регулярный сад обращен к Парадному плацу Екатерининского дворца и разделен широкими аллеями на четыре квадрата-боскета, разнообразные композиции которых визуальны связаны между собой планировочными осями. Территория находится в сложном техническом состоянии, но является уникальным памятником и имеет формообразующее значение для ансамбля Александровского парка. Все работы по сохранению объектов культурного наследия требуют детального научного подхода. При исследованиях и разработке проектной документации необходимо максимально точно «встроить» и проанализировать предлагаемое решение с учетом текущего ландшафта.

Первым пилотным объектом такого исследования в Музее-заповеднике стала искусственная гора Парнас, расположенная в северном боскете Нового сада. Ее устроили по проекту Ф.Н. Жирара садовые мастера М.А. Кондаков и К. Шрейдер в 1749–1750 гг. [8]. На исторических планах в центре этого боскета зафиксирована гора со спиральной дорогой, ведущей к верхней площадке. Все нижележащие боскеты и аллеи были обнесены шпалерами. По мере подъема на вершину открывался живописный вид на сад и окрестности.

Гора Парнас в настоящее время имеет высоту порядка 16 м и средний диаметр основания 95 м. Несмотря на то, что парнасы (насыпной холм в усадебном парке) – это характерный прием для регулярных садов, царскосельская куртина отличается своими значительными габаритами, ведь собратья в Европе в основном имеют высоту до 6–7 м. История искусственных скал и гор подробно описана в статье Михаэля Жакоба «В горах: доступные и неприступные», в которой приведен один из первых примеров таких сооружений – внушительный, сорокаметровый холм Сильбери в Уилтшире, Англия, построенный около 2500 г. до н. э [9].

Состояние царскосельского Парнаса можно считать крайне неудовлетворительным. Вершина горы утратила геометрическую форму. Поверхность площадки изрыта ямами, покрытие изношено. Склоны деформированы в результате размывов, разрушения корнями деревьев и стихийного хождения посетителей. Вследствие размыва плодородного слоя грунта оголились корневые системы и шейки многих деревьев. Корни, оказавшись на поверхности земли, вытаптываются и повреждаются. Территория заболочена (рис. 1).

Несмотря на наличие прямого запрета, в зимнее время гора используется посетителями для катания на санках, «ватрушках» и других «снарядах», что приводит к уплотнению снежного покрова, механическим повреждениям корней и стволов деревьев в комлевой части, травмированию самих катающихся (рис. 2).



Рис. 1. Вид с севера на Новый сад и куртину Парнас в сторону Арсенала. Планировка куртины Парнас на местности не читается. Аэрофотосъемка, личный архив Н.А. Давыдовой (05.2015)



Рис. 2. Вид склона куртины Парнас. Фото автора (03.2017)

Учитывая перечисленные обстоятельства, музей принял решение о необходимости реставрации объекта. Проектная документация разработана ООО «Профиль». Основным принципом восстановления объемно-пространственной

ландшафтной композиции куртины является воссоздание характеристик горы и боскетов при максимально возможном сохранении существующего здорового древостоя. Согласно материалам проведенных обследований, ландшафт внутри куртины утратил свою историческую объемно-пространственную структуру. Для восстановления исторического вида на период конца XVIII – начала XIX в. проектом предусмотрено:

- восстановление симметричной планировки куртины;
- восстановление утрат в аллейных посадках;
- восстановление стриженных шпалер для создания боскетов (шпалерная обсадка липой с сохранением старовозрастных лип, попадающих в линию шпалеры);
- восстановление исторических посадок плодовых деревьев (яблонь) в боскетах, окружающих подножие горы;
- посадка солитера в центре верхней площадки;
- восстановление на площадке у подножия горы круга из штамбованных, стриженных шарами лип;
- посадка по внешнему краю спиральной дорожки на горе штамбовых кустов;
- устройство закрытой дренажно-мелиоративной сети;
- восстановление дорожной сети, включающей дороги и площадки с щебеночным покрытием.

Проектом предусматривается восстановление исторического объемно-планировочного решения куртины Парнас на конец XVIII – первую четверть XIX в., как период расцвета территории Нового сада (проект архитектора В.И. Неелова). Музей принял решение о необходимости визуальной интерпретации полученных проектных данных для подробного изучения и включения в процесс формирования сценария дальнейшего развития территории парка.

Для точной оценки существующего состояния горы и визуализации проектного решения необходимо было выполнить следующие задачи:

- 1) воспроизвести в высокой степени детализации текущий ландшафт, его актуальное состояние и окружающее пространство;
- 2) создать трехмерную модель, соответствующую историческому объемно-планировочному решению;
- 3) интегрировать проектное решение в текущий ландшафт и создать механизмы визуализации и анализа проектного решения в рамках геоинформационной системы.

В данном случае ГИС служат главной цели – построению виртуального зрительного образа, который, в свою очередь, дополняется автоматизированной информационно-аналитической системой, что приводит к построению единого информационного пространства территории и его пространственно-временной модели [10]. Для воспроизведения текущего ландшафта горы были использованы инновационные методы фотосканирования территории с беспилотного летательного аппарата и последние достижения в области фотограмметрической обработки данных по технологии компании «Геоскан». В результате на территорию съемки была создана актуальная фотореалистичная трехмерная модель местности, содержащая:

- рельеф окружающей местности и горы Парнас. Съемка проводилась в зимнее время, для того чтобы листва не закрывала рельеф. При этом снежный покров был минимальным, чтобы не исказить геоданные;

- фотореалистичные текстуры поверхности с пространственным разрешением 1,5 см/пиксель;

- модели существующих деревьев в виде плотного облака точек;

- модели отдельно стоящих объектов – здание Китайского театра.

В трехмерном виде в соответствии с проектом были восстановлены профиль и вид горы, дорожно-тропиночная сеть, спиралевидная дорожка, ограждения, шпалеры и другие элементы.

Проект реставрации предусматривает санитарные рубки и посадку новых деревьев в местах утрат. Для визуализации таких мероприятий была разработана библиотека деревьев по породам в трехмерном изображении. На основе дендроплана и плана рубок были геопривязаны и отмасштабированы 3D-модели деревьев в соответствии с высотой, указанной в инвентаризационной ведомости.

В результате выполнения проекта были получены (рис. 3 и 4):

- точная модель проектного решения самой горы Парнас и боскетов;

- точные метрические сведения о состоянии горы Парнас и окружающего пространства в радиусе 300 м. Для визуализации и анализа 3D-модель была интегрирована в существующую фотореалистичную 3D-модель местности. В качестве платформы для интеграции использовалась геоинформационная система «Спутник» (разработка «Геоскан»);

- произведен анализ и оценка проектного решения по реставрации в 3D-формате, что позволило объективно оценить само решение и избежать ошибок архитектурных построений;

- выработан комплекс дополнительных мер по реставрации куртины Парнас.



Рис. 3. Фрагмент 3D-модели куртины Парнас. Текущее состояние. ООО «Геоскан», 2017



Рис. 4. Проект реставрации куртины Парнас в 3D-модели. ООО «Геоскан», 2017

Использованные музеем современные информационные технологии, разработанные за последние десять лет в России (компания «Геоскан»), предназначены для получения точных высокдетальных фотопланов любой местности.

Технология компании «Геоскан» была также применена в Томске. В мае 2014 г. была выполнена аэрофотосъемка территории города на площади более 320 кв. км. Для этого использовались беспилотные летательные аппараты «Геоскан 101» и «Геоскан 401». В своем первоначальном виде 3D-модель отражает текущее состояние территории города, но специальное программное обеспечение позволяет встраивать в нее проектируемые 3D- и 2D-объекты, разделять их на тематические слои и снабжать семантической информацией [11]. Такая визуализация сложнейших городских процессов способствует не только четкой работе профессиональных организаций, но и позитивной повестке в работе с местным сообществом. На геоинформационной базе открыт специализированный 3D-портал «Строим город вместе», на площадке которого ведется совместная работа архитекторов, градостроителей, экспертов и томичей.

Создание подобной общественно открытой 3D-модели и электронного ресурса, в рамках которого происходило бы подобное взаимодействие всех заинтересованных сторон, необходимо для Санкт-Петербурга.

При создании уникальной виртуальной модели Пальмиры, съемка которой проводилась в 2016 г. [12], также использована технология «Геоскан».

Беспилотные аппараты позволяют выполнять работы на различных объектах – от отдельно стоящих зданий, сооружений до значительных по размерам территорий. Объекты ландшафтной архитектуры часто являются сооружениями сложной формы, либо это огромные пространства с зелеными насаждениями, дорожно-тропиночной и мелиоративной сетью, которые сложно поддаются традиционным инструментальным измерениям и исследованиям. ГИС-технологии незаменимы для создания полного информационного контента, проверки хода и качества работ по сохранению ландшафта – от научных исследований, созда-

ния визуальной библиотеки видового и породного состава деревьев, кустарников, уточнения объемов земляных масс до приемки работ и фиксации тех позиций, которые невозможно выполнить с высоты человеческого роста или строительных лесов. Геоинформационные системы открывают огромный спектр возможностей по оценке влияния на памятник концептуальных и проектных решений – макетирование, моделирование рельефа с высокой степенью точности и построение 3D-моделей. Можно смело сказать, что за ГИС-технологиями будущее не только ландшафтного, но и всех видов проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Немтинов В.А., Горелов А.А., Кудрявцев М.И., Немтинов К.В. Информационный анализ объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11. № 4. С. 1001–1012.
2. Шелина Е.А. Использование ГИС-технологий при ведении мониторинга и анализа объектов культурного наследия // World Science: Problems and Innovations : сб. статей XXI Международной научно-практической конференции: в 4 ч. / отв. ред. Г.Ю. Гуляев. 2018. С. 101–103.
3. Пачева А.С. Объекты культурного наследия г. Кунгура: интерпретация и анализ картографического материала с помощью ГИС-технологий // Географическое изучение территориальных систем : сб. материалов XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / под ред. М.Б. Ивановой, К.С. Осоргина. 2017. С. 197–199.
4. Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Украинский П.А., Полетаев А.О. Информационное обеспечение задач мониторинга и охраны объектов историко-культурного наследия Крыма с использованием ГИС-технологий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 6 (161). С. 42–48.
5. Мистрюков А.А., Савельева П.Ю. Геоморфологическое картирование экосистем устья реки Чуи с использованием ГИС-технологий // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12. № 6. С. 973–983.
6. Лаврентьев Н.В., Чепалыга А.Л. Опыт применения ГИС-технологий для реконструкции береговых линий Хвалынского бассейна (на примере Прикаспийской низменности) // Геоморфология. 2008. № 3. С. 66–73.
7. Глейзер И.В., Копанева И.М., Рублёва Е.А. Некоторые аспекты использования ГИС-технологий при морфометрическом анализе рельефа // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2006. № 11. С. 143–146.
8. Семенова Г.В. Царское Село: знакомое и незнакомое. Москва, 2009. С. 123.
9. Jacob M. On mountains: scalable and unscalable // Landform buildings. 2012. P. 136–164.
10. 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.
11. Романцов А.Д. Урбанистика в Томске: как с помощью 3D-модели проектировать развитие города // ООО «Геоскан». URL: <https://www.geoscan.aero/ru/blog/207> (дата обращения: 03.07.2019).
12. Соловьева Н.Ф., Соловьев С.Л., Блохин Е.К. Пальмира во времени и пространстве // Бюллетень Института материальной культуры Российской академии наук. Санкт-Петербург : Институт материальной культуры Российской академии наук, 2017. С. 280.

REFERENCES

1. Nemtinov V.A., Gorelov A.A., Kudryavtsev M.I., Nemtinov K.V. Informatsionnyi analiz ob"ektov kul'turnogo naslediya s ispol'zovaniem GIS-tekhnologii [Information analysis of cultural heritage objects using GIS technologies]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2005. V. 11. No. 4. Pp. 1001–1012. (rus)

2. *Shelina E.A.* Ispol'zovanie GIS-tehnologii pri vedenii monitoringa i analiza ob"ektov kul'turnogo naslediya [The use of GIS technologies in monitoring and analysis of cultural heritage], in: *World Science: Problems and Innovations: sb. statei XXI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proc. 21st Int. Sci. Conf. 'World Science: Problems And Innovations)*. 2018. Pp. 101–103. (rus)
3. *Pacheva A.S.* Ob"ekty kul'turnogo naslediya g. Kungura: interpretatsiya i analiz kartograficheskogo materiala s pomoshch'yu GIS-tehnologii [Objects of cultural heritage of Kungur: interpretation and analysis of cartographic material with the help of GIS technologies], in: *Geograficheskoe izuchenie territorial'nykh sistem: sb. materialov KhI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (Proc. 21st All-Russ. Sci. Conf. 'Geographical Study of Territorial Systems')*, M.B. Ivanova, K.S. Osorgin, Eds. 2017. Pp. 197–199. (rus)
4. *Lisetsky F.N., Buryak J.A., Ukrainian P.A., Poletayev A.* Informatsionnoe obespechenie zadach monitoringa i okhrany ob"ektov istoriko-kul'turnogo naslediya Kryma s ispol'zovaniem gis-tehnologii [Information technologies for monitoring and protection of objects of historical and cultural heritage of the Crimea using GIS technologies]. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2018. No. 6 (161). Pp. 42–48. (rus)
5. *Mistryukov A.A., Savelyeva P.Yu.* Geomorfologicheskoe kartirovanie ekosistem ust'ya reki Chui s ispol'zovaniem GIS-tehnologii [Geomorphological mapping of ecosystems of the Chui river estuary using GIS technologies]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 2005. V. 12. No. 6. Pp. 973–983. (rus)
6. *Lavrentiev N.V., Chepalyga A.L.* Opyt primeneniya GIS-tehnologii dlya rekonstruktsii beregovykh linii Khvalynskogo basseina (na primere Prikaspiiskoi nizmennosti) [Experience of GIS technologies application for reconstruction of coastlines of Khvalynsky basin (on the example of the Caspian lowland)]. *Geomorfologiya*. 2008. No. 3. Pp. 66–73. (rus)
7. *Glazer I.V., Kopaneva I.M., Rubleva E.A.* Nekotorye aspekty ispol'zovaniya GIS-tehnologii pri morfometricheskom analize rel'efa [Some aspects of GIS technologies in morphometric analysis of relief]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*. 2006. No. 11. Pp. 143–146. (rus)
8. *Semenova G.V.* Tsarskoe Selo: znakomoe i neznakomoe [Tsarskoye Selo: familiar and unfamiliar]. Moscow, 2009. 123. p (rus)
9. *Jacob M.* On mountains: scalable and unscalable. Landform buildings. 2012. Pp. 136–164.
10. *Nemtinov V.A., Morozov V.V., Manaenkov A.M.* Virtual'noe modelirovanie ob"ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya s ispol'zovaniem GIS-tehnologii [Virtual modeling of objects of cultural and historical heritage using GIS technologies]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2011. V. 17. No. 3. P. 709. (rus)
11. *Romantsov A.D.* Urbanistika v Tomske: kak s pomoshch'yu 3D-modeli proektirovat' razvitie goroda [Urban studies in Tomsk: how to use a 3D model of the city development]. Available: www.geoscan.aero/ru/blog/207 (accessed March 7, 2019) (rus)
12. *Solovyova N.F., Solovyov S.L., Blokhin E.K.* Pal'mira vo vremeni i prostranstve [Palmira in time and space]. *Byulleten' instituta material'noi kul'tury Rossiiskoi akademii nauk*. 2017. P. 280. (rus)

Сведения об авторе

Рядова Мария Николаевна, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, rjadova@yandex.ru

Author Details

Mariya N. Rjadova, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, St.-Petersburg, Russia, rjadova@yandex.ru