

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВИЛЬНЮССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА им. ГЕДЕМИНАСА  
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (УКРАИНА)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ЛЕЙРИИ (ПОРТУГАЛИЯ)  
АРИЭЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗРАИЛЬ)  
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

Электронный сборник статей  
международной научной конференции,  
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 5-6 апреля 2018 г.)

Под редакцией  
канд. техн. наук, доцента А. А. Бакатовича;  
канд. техн. наук, доцента Л. М. Парфеновой

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2018

*Редакционная коллегия:*

А. А. Бакатович (председатель), Л. М. Парфенова (зам. председателя),  
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,  
Т. И. Королева, В. Е. Овсейчик

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ** [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5–6 апр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Рассмотрены организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

Компьютерный дизайн К. В. Чулковой, В. А. Крупенина.

Технический редактор О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Т. А. Дарьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

Секция I  
АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК721.021.23

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСТОРИЧЕСКОМ ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ  
ЗДАНИЙ (HBIM)

*Е.В. Борсук, О.Н. Милашевич*

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Беларусь

e-mail: katherine.borsuk@yahoo.com; protezhe@mail.ru

*Рассматривается подробное описание процедуры удаленного сбора данных с использованием лазерного сканирования и последующей обработки, необходимой для обеспечения возможности создания полных инженерных чертежей по результатам лазерного сканирования и съемки изображений. Выявлены преимущества данного метода перед тахеометрическим и фотограмметрическим способами.*

*Ключевые слова: HBIM, реконструкция, 3D-моделирование, лазерное сканирование, облако точек.*

GENERAL INFORMATION ABOUT HISTORICAL INFORMATIONAL MODELING  
OF BUILDINGS (HBIM)

*E. Borsuk, O. Milashevich*

Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus

e-mail: katherine.borsuk@yahoo.com; protezhe@mail.ru

*This article describes in detail the description of remote data collection procedure using laser scanning and subsequent processing to determine a possibility to produce complete engineering blueprints based on the laser scans and the imaging. Outlined are advantages of this method over tacheometric and photogrammetric approaches.*

*Keywords: HBIM, reconstruction, 3D-modelling, laser scanning, Point Cloud.*

Историческое информационное моделирование зданий (HBIM) представляет собой новую прототипную библиотеку параметрических объектов на основе исторических архитектурных данных и систему программ для сопоставления параметрических объектов с данными облака точек и изображениями [1].

Геометрическое моделирование полностью или частично утраченных памятников архитектуры нацелено на решение множества объемно-пространственных задач, связанных с их виртуальной реконструкцией. Методики, позволяющие осуществить архитектурный, археологический, исторический анализы на основе трехмерного моделирования, стали достаточно востребованными в настоящее время. Стремительными темпами развивается разработка и усовершенствование программного обеспечения, способствующего выполнению разнообразных запросов и иных актуальных работ в области реконструкции. Формирование трехмерной модели любой степени сложности в настоящее время не представляет особого труда, так как нынешние графические редакторы, используемых в трех-

мерном моделировании, в полной мере обладают необходимым набором инструментов, позволяющих, не только задать объекту любую форму, но и разнообразно текстурировать его поверхности, а также продемонстрировать уникальные возможности формообразования посредством различных способов и средств освещения.

В данном контексте особую актуальность приобретает деятельность по преобразованию историко-архитектурных памятников, разработке методов, позволяющих уменьшить период моделирования, усовершенствовать качество построения, визуализации и детализации. Сегодня подобные методы ориентируются, прежде всего, на использование интеллектуальной аналитической оценки исходных параметров объектов виртуальной реконструкции с применением электронных библиотек.

В современной практике возрождения утраченных памятников архитектуры используют различные методы, основанные на использовании:

- ручных измерительных средств (измерительные ленты, уровни);
- оптических приборов (нивелир, теодолит и уровень);
- методов фотограмметрии.

В настоящее время цифровые технологии автоматизировали процесс сбора и обработки данных. Эти технологии основаны на:

- использовании лазера;
- цифрового фотомоделирования;
- программных платформ.

Лазерное сканирование – это технология, позволяющая за минимум времени получить максимум информации. Лазерный дальномер существует уже давно. Его принцип основан на измерении времени прохождения узконаправленного луча лазера до объекта и обратно. Такой дальномер есть в каждом электронном тахеометре [2]. Суть технологии лазерного сканирования основана на определении пространственных координат точек объекта. То есть, прибор, при помощи фазового или импульсного безотражательного дальномера вычисляет расстояния до всех точек объекта и измеряет вертикальные и горизонтальные углы. При этом создается трехмерное изображение (с координатами XYZ) в виде облака точек. Принцип действия схож с работой электронного тахеометра, но только, процесс съемки совершается в разы быстрее.

К числу основных преимуществ данного метода перед тахеометрической съемкой и другими наземными видами съемки, можно отнести:

- мгновенную трехмерную визуализацию;
- высокую точность;
- несравнимо более полные результаты;
- быстрый сбор данных;
- обеспечение безопасности при съемке труднодоступных и небезопасных с эксплуатационной точки зрения объектов.

Преимущества метода перед фотограмметрическими способами съемки:

- получение координат с одной точки стояния и без последующей камеральной обработки,
- обеспечение более высокой точности измерений по сравнению с фотограмметрическими методами при одинаковом удалении от объекта;
- возможность настройки некоторых моделей сканеров на фиксацию первого и/или последнего отражения, что позволяет отделять отраженный сигнал от растительности и поверхности земли – «пробивать» растительность;
- упрощенная схема привязки к системе координат;
- снижение материальных затрат.

Управление наземным лазерным сканером производится посредством панели управления, встроенной в сканер, либо удаленно, используя WI-FI или кабель. Сам процесс съемки достаточно прост и имеет следующую последовательность:

- 1) определение зоны взаимного перекрытия сканов, установка мишеней;
- 2) установка лазерного сканера на штатив в определенных зонах;
- 3) задание прибору плотности облака точек и области съемки;
- 4) запуск процесса лазерного сканирования объектов.

После выполнения сканирования объекта, начинается этап камеральной обработки полученного облака точек. Камеральный этап выполнения изысканий является заключительным и проводится с целью подготовки итогового продукта, который изначально требовался в техническом задании, а также технического заключения и комплекта документации по объекту. На этом этапе происходит обработка данных полевых измерений, все полученные результаты оцениваются на предмет точности. На стадии обработки данных инженеры производят очистку полученных сканов от посторонних шумов и осуществляют их сшивку в единое облако точек всего объекта, что требует, как высокой квалификации операторов, так и значительных ресурсов задействованных компьютеров. После обработки облака точек производится его импорт в стандартные САПР-системы, такие как: Cyclone от LeicaGeosystem, AutoCAD, MicroStation, Rhinoceros [3] и другие, где создаются точные объемные чертежи, планы, разрезы, сечения, либо выполняется 3D-моделирование (рис. 1).

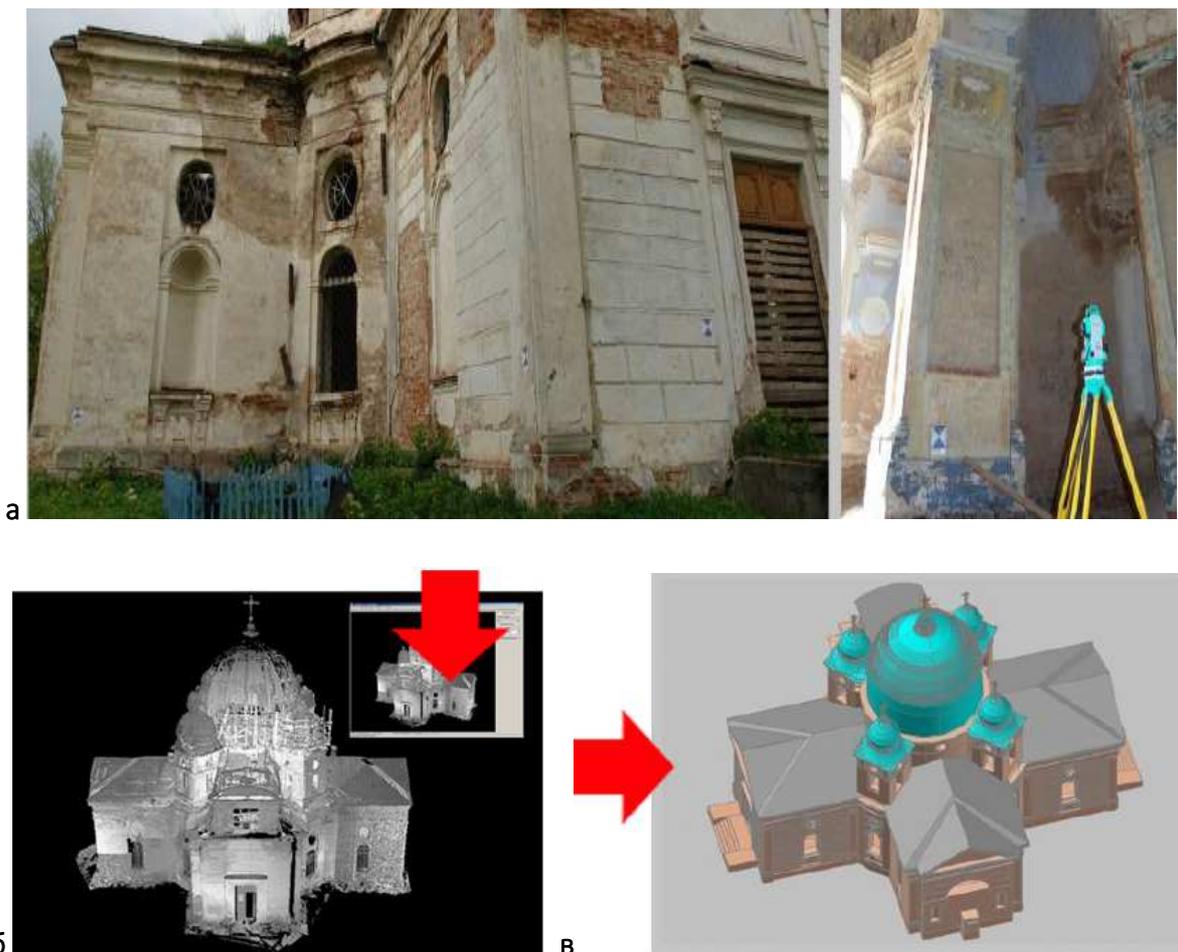


Рисунок 1. – Изображение процесса лазерного сканирования:  
 а – сканирование объекта с помощью лазерного сканера;  
 б – обработка «облака точек»; в – редактирование модели [4]

Заключительный этап знаменуется передачей заказчику полного комплекта проектной документации, которая является неотъемлемой частью процесса реконструкции, реставрации и консервации памятников историко-культурного наследия. Качество предоставляемой документации можно считать надлежащим, если:

- содержимое отражает все подробности о памятнике и его окружении, а также обо всех процессах вмешательства в историческую структуру;
- обеспечены доступность, сохранность и удобство пользования для исследователей и профессионалов, как в настоящее время, так и в обозримом будущем [5].

Наземная лазерная съемка на объектах историко-культурного наследия имеет особое, очень важное значение. Обмерные чертежи, полученные после наземного лазерного сканирования, дадут возможность решать различные задачи при регенерации реконструкции и реставрации объектов исторического наследия.

Таким образом, можно с большой долей уверенности предположить, что будущие исследования будут сосредоточены на следующих трех основных направлениях:

- усовершенствование методологии использования геометрического описательного языка для создания сложных параметрических объектов;
- разработка обширной библиотеки применительно к объектам историко-культурного наследия;
- определение промежуточных программных платформ для ускорения наземного лазерного сканирования в рамках HBIM.

Научный руководитель – **А. С. Давидович**, кандидат архитектуры, доцент кафедры строительных конструкций, Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Murphy, M. Historic building information modelling (HBIM) / M. Murphy, E. McGovern, S. Pavia // Structural Survey. – Vol. 27, Iss. 4. – P. 311–327.
2. Бавбель, Е.И. Новые возможности применения наземного лазерного сканирования при изысканиях объектов строительства / Е.И. Бавбель, Т.С. Селезнева // Труды БГТУ. – Минск, 2013 – № 2 (158). – С. 49–50.
3. Гура, Т.А. Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения обмерных чертежей объектов культурного наследия [Электронный ресурс] / Т.А. Гура, А.Е. Катрич // Молодой ученый. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/130/35894/>. – Дата доступа: 19.03.2018.
4. ScanIMAGER – миллиарды точек в одном окне [Электронный ресурс]. – ScanIMAGERProfessional. – Режим доступа: <http://www.scanimager.ru/examples.html>. – Дата доступа: 13.03.2018.
5. Рой, Д.Н. Опыт применения метода наземного лазерного сканирования для работ в области историко-культурного наследия / Д.Н. Рой // Геопрофи. – М. : Проспект, 2007. – С. 23.