

**О. А. АКУЛОВА, П. В. КРИВИЦКИЙ, И. В. ТКАЧУК, А. С. МАНН,
П. А. МАКАРЕВИЧ**

Беларусь, г. Брест, БрГТУ

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАПЛИЦЫ-УСЫПАЛЬНИЦЫ РОДА ТОЛЛОЧКО, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ДЕРЕВНЕ БОЛЬШАЯ РАКОВИЦА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Сохранение объектов историко-культурного наследия – это важная социальная задача. Перспективным направлением на пути ее решения является использование современных информационных технологий, среди которых можно отметить лазерное сканирование, которое осуществляется с помощью специализированных лазерных сканеров, а также дронов.

Принцип работы лазерных 3D-сканеров заключается в том, что направленный лазерный луч отражается от поверхности предмета, образуя облако точек. Каждая точка имеет свои координаты X, Y, Z в пространстве. С помощью специального программного обеспечения из облака точек сканируемого объекта можно создавать достаточно точную 3D-модель. Причем модели с высоким разрешением могут передавать даже текстуру поверхности. Уже сама по себе эта технология может давать значительные преимущества. Например, точное воссоздание информационной модели здания собора Парижской Богоматери в Париже (Notre-Dame de Paris), который пострадал от пожара, произошедшего в 2019 году, стало возможным благодаря тому, что в 2010 году при поддержке европейского документального фильма об искусстве было проведено лазерное сканирование Notre-Dame de Paris с помощью лазерного сканера Leica Geosystems.

Однако лазерное сканирование – это лишь первый шаг. За ним должна следовать реализация технологии «Scan to BIM», представляющей процесс обратного проектирования пространства или объекта из реального мира. Она предполагает получение геометрических и визуальных данных с помощью технологий лазерного сканирования или фотограмметрии, а затем преобразование их в цифровую информационную модель.

Промежуточным этапом на пути решения этой задачи является технология «Reality capture», позволяющая создавать 3D-модели на основе фотографий или лазерных сканирований, отличающиеся высокой степенью детализации и точности. Она позволяет сохранять окраску, текстуру поверхностей, а также географическую привязку.

Для импорта и преобразования облака точек используется специальное программное обеспечение, например, Autodesk Recap.

В дальнейшем 3D-модель в формате rcp. может загружаться в программное обеспечение для BIM, например Revit, Civil 3d.

Также облако точек может быть преобразовано в полигональную 3D-модель, которая может быть использована для 3D-печати [1].

Технология ВІМ в глобальном смысле заключается в создании единого источника информации об объекте на протяжении всего его жизненного цикла, который, как правило, должен содержать цифровую информационную модель. Цифровая информационная модель (ЦИМ) – это объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, которая представляет в цифровом виде физические, функциональные и другие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде системы информационно насыщенных элементов [2].

Каждый элемент ЦИМ состоит из трех аспектов:

- уровня проработки геометрических данных (описание геометрических параметров элемента ЦИМ: форма, пространственное расположение, габариты, длина, ширина, высота, толщина, площадь, объем, диаметр, сечения, уклон, уровень и др.);

- графического отображения, которое показывает основополагающие геометрические параметры элемента модели (внешний вид, цвет, форма и др.);

- уровня проработки атрибутивных данных (описание атрибутов элемента ЦИМ, например, маркировка, материалы, масса, технические и технологические параметры, производитель, наименование по каталогу и др.).

Применение такого современного подхода в области реставрации объектов историко-культурного наследия обеспечивает:

- возможность совместной работы;

- управление информацией и доступность документов;

- проведение анализа состояния объекта;

- предварительный расчет объемов работ по реставрации и координацию их выполнения;

- осуществление различных научных исследований и симуляций, например, исследование влияния атмосферных воздействий на объект [3].

К недостаткам технологии можно отнести:

- первоначальные инвестиции на дорогостоящее оборудование и программное обеспечение;

- затраты на обучение персонала;

- необходимость изменения существующих строительных процессов.

Одним из приоритетных направлений развития отраслевой лаборатории «Научно-исследовательский центр инноваций в строительстве» (ОЛ НИЦИС) учреждения образования «Брестский государственный технический университет» является применение технологий лазерного сканирования и информационного моделирования в строительной отрасли.

Авторами статьи в рамках работы ОЛ НИЦИС было выполнено лазерное 3D-сканирование Каплицы-усыпальницы рода Толлочко, расположенной в деревне Большая Раковица Брестской области.

В 2019 году Каплица была внесена в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь и имеет категорию «3» – ценности районного значения.

Каплица-усыпальница была построена в стиле неоготики в 1910 году последним владельцем усадьбы Раковица Теодором Толлочко (1876–1946). Первоначально она входила в состав усадебного комплекса, располагавшегося в деревне

Раковица, но не сохранившегося до наших дней. В 60-х годах прошлого столетия была предпринята попытка разрушить каплицу-усыпальницу, в результате чего была частично повреждена ее верхняя часть. Уже в наши дни стараниями настоятеля костела в Каменце Яна Василевского и племянницей Станислава Толлочко Софии Толлочко каплица-усыпальница была отремонтирована [4].

Лазерное сканирование Каплицы-усыпальницы рода Толлочко осуществлялось с помощью лазерного 3D-сканера Leica BLK360 ОЛ НИЦИС с 18 станций (погрешность – 0,006 м).

На рисунке 1 представлены результаты лазерного сканирования экстерьера каплицы, на рисунке 2 – интерьера.



Рисунок 1 – Результаты лазерного сканирования экстерьера

В дальнейшем полученные результаты лазерного сканирования планируется использовать нами для создания информационной модели Каплицы-усыпальницы рода Толлочко, которая позволит эффективно управлять реставрационными и эксплуатационными процессами.



Рисунок 2 – Результаты лазерного сканирования интерьера

Применение такого подхода может быть экстраполировано и на другие памятники архитектуры, способствуя их сохранению, как культурного наследия Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулова, О. А. Применение фотограмметрии в прототипировании трехмерных объектов / О. А. Акулова, С. Н. Бурый // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. тезисов докладов IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Брест. гос. техн. ун-та и 50-летию ф-та инженерных систем и экологии, Брест, 7–8 окт. 2021 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2021. – С. 102.
2. Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений: ГОСТР 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 : введ. 28.07.2017. – М. : Стандартиформ, 2017. – 27 с.
3. Брайан, Пол BIM для культурного наследия: Разработка информационной модели исторического здания / Пол Брайан, София Антонополу. – [б. м.] : Издательские решения, 2019. – 106 с.
4. Гладыщук, А. А. Каплица Толлочков в Раковице – памятник неоготики / А. А. Гладыщук, С. В. Басов // Реставрация историко-культурных объектов в Брестской области как сохранение культурного наследия Республики Беларусь : сб. статей научно-технического семинара, 25 сентября 2019 г. / Мин-во образования Респ. Беларусь, Брестский гос. технич. ун-т ; редкол.: Э. А. Тур [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 8–11.