УДК 528.721.212.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Б. Ф. Азаров

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассматривается возможность использования технологии наземного лазерного сканирования при выполнении архитектурных обмеров зданий, имеющих сложную форму, осуществлении авторского надзора в период строительства, а также для получения 3Dмодели объекта. В этих целях было выполнено наземное лазерное сканирование часовни Св. Татьяны, расположенной на территории АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Для построения обмерных чертежей фасада здания было выполнено лазерное сканирование памятника архитектуры «Дом купца Поскотинова». Отмечено, что при обработке результатов сканирования могут быть использованы функциональные возможности специализированного ПО ScanMaster. Кроме того, имеется также возможность импорта данных сканирования в AutoCAD или ArhiCAD.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, облако точек, полилиния, архитектурный обмер, обмерный чертеж.

В настоящее время при составлении проектов реконструкции или ремонта зданий и инженерных сооружений все чаще находит применение технология наземного лазерного сканирования (НЛС). НЛС – это технология, позволяющая создать цифровую модель объекта, представляющую собой набор точек, имеющих пространственные координаты.

Для демонстрации возможности использования технологии НЛС при выполнении архитектурных обмеров зданий, имеющих сложную форму, осуществлении авторского надзора в период строительства (например, путем производства исполнительных съемок), а также для получения 3D-модели объекта, было выполнено лазерное сканирование часовни Св. Татьяны, расположенной на территории университета. Проект часовни был разработан доктором архитектуры, директором Института архитектуры и дизайна С.Б. Поморовым. Ответственным за реализацию проекта был заведующий кафедрой «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия», д.г-м.н. Г.И. Швецов.

В процессе обработки материалов сканирования часовни Св. Татьяны были получены обмерные чертежи для восстановления утраченной проектной документации. В ходе обработки данных НЛС часовни использовалась программа ScanMaster. ПО ScanMaster – универсальное программное обеспечение, предназначенное для управления сканером, импорта данных с карты памяти сканера после автономной работы, регистрации данных и первичной обработки данных сканирования.

Обработка данных в программе ScanMaster включает в себя набор функций, предоставляющий пользователю возможности создания чертежей, трехмерных элементов, сечений, поперечников, моделей сложных поверхностей. Вычислительные функции позволяют производить измерения расстояний и углов, рассчитывая как трехмерные значения, так и проекции элементов на координатные плоскости. Также может быть получен набор полилиний, автоматически выделенный из облака точек для последующего создания чертежей. Таким образом, средствами ПО ScanMaster происходит обработка данных сканирования. Для дальнейшего редактирования полученных данных можно использовать системы автоматизированного проектирования и черчения, такие как AutoCAD, ArchiCAD и т.д.

Анализируя результаты сканирования часовни Св. Татьяны, можно проследить, допущены ли при строительстве отклонения от проектных размеров. Ввиду отсутствия полноценного проекта часовни для удобства сравнения проектных и фактических данных были рассмотрены отдельные части объекта.

На примере часовни Св. Татьяны можно провести сравнительный анализ по элементам, фактические размеры которых заметно отличаются от проектных. К таким элементам относятся кокошники. На рисунках 1 и 2 вы-

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 2 2017

полнено сравнение проектных размеров и фактических. Для наглядности проектные размеры показаны красным, а фактические – чёрным цветом. Расхождение между проектными и фактическими размерами очевидно при сравнении разностей отметок элементов кокошников. Результаты сравнения представлены в таблице 1. Данные таблицы указывают на то, что проектные размеры не совпадают с фактическими. Наиболее заметно такое различие при рассмотрении отметок верха кокошников: среднее значение разности составляет 524 мм, что свидетельствует о существенных отклонениях фактического положения кокошников от проектного.



Рисунок 1 – Северный и южный кокошники



Рисунок 2 – Западный и восточный кокошники

Стороны света	Север	Юг	Запад	Восток
Проектная отметка, мм	7600	7600	7600	7600
Фактическая отметка, мм	8148	8088	8130	8130
Разность, мм	548	488	530	530
Среднее значение разности, мм	524			

Средствами существующих программ (в данном случае – AutoCAD) в достаточно короткий срок можно составить детальный чертеж сооружения любой архитектурной сложности, а также восстановить утраченный чертеж. Время, затраченное на восстановление чертежей, зависит, в основном, от количества сложных фрагментов на фасаде сканируемого здания или сооружения. Ниже рассмотрен порядок построения обмерного чертежа фасада с прорисовкой архитектурных элементов здания средствами ПО ScanMaster на примере «Дома купца Поскотинова».

Здание является объектом культурного наследия регионального значения. Дата его постройки – 10-е годы XX столетия. Здание расположено в г. Барнауле по адресу ул. Мало-Олонская, 21 / пер. Знаменский, 3.

1. Объединение данных, полученных с различных точек стояния сканера в единую систему координат.

Выполняется с использованием процедуры регистрации в ПО ScanMaster. Выбираются узловые точки и создаются связи между ними, после чего выполняется их регистрация, для выполнения которой требуется минимум три различных пары узловых точек, необходимых для точности вычислений. Далее выполняется оценка точности узловых точек с целью проверки качества проведенной регистрации.

2. Подготовка сканов к работе:

А) Наложение сканов на фотографии.

В качестве дополнительного инструмента при создании полной 3D модели на основе лазерного сканирования часто используются результаты реалистичных фотосъёмок объекта, проводимых параллельно с лазерным сканированием.

Б) Чистка и редактирование сканов.

Чистка и редактирование сканов означает удаление «шумов» – отсканированных участков, не относящихся к объекту или затрудняющих его обработку. Это позволяет уменьшить объем начальной информации и тем самым сократить время обработки сканов.

3. Создание отдельных облаков точек для удобства обработки данного фрагмента, например фасада, дефектного участка, угла здания.

Поскольку здание имеет достаточно большие размеры, предварительно следует выполнить условное задание его осей (рисунок 3).

При работе с фасадом здания были созданы два облака точек, включающих в себя характерные элементы фасада в промежутке между осями 2-3. Для создания облака точек выделялся интересующий участок скана, и создавалось облако точек (рисунок 4).



Рисунок 3 – Задание осей здания



Рисунок 4 – Создание облака точек в осях 2-3



Рисунок 5 – Фрагмент фасада, построенный по средним значениям элементов

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 2 2017

4. Работа с облаком точек фасада.

А) вторичное удаление побочных точек.

На втором этапе обработки облака выполняют повторное удаление «шумов» элементов фасада, тем самым получая удобное для дальнейшей работы облако.

Б) задание рабочей плоскости с помощью точек и полилиний. Поскольку оси системы координат модели здания в виде облака точек развернуты относительно самого здания, есть необходимость задать «рабочую плоскость» - вертикальная плоскость, в которой будут вырисовываться элементы фасада.

В) построение и привязка основных габаритов элементов фасада к рабочей плоскости: полученные на фасаде четыре точки соединяются полилинией, и тем самым создается рабочая плоскость, проходящая по периметру соответствующего фрагмента фасада.

Г) прорисовка крупных архитектурных элементов: на полученных полилиниях крупных элементов задаются точки, совпадающие с их границами (углами, характерными точками и т.д.). При этом руководствуются тем же принципом построения, что и при задании рабочей плоскости. Полученные точки соединяются полилиниями. Визуально оценивается симметричность и подобие однотипных элементов.

Д) построение и привязка габаритов элементов фасада к крупным архитектурным деталям с помощью полилиний: построение остальных архитектурных элементов выполняется аналогично описанному выше с учетом их расположения на фасаде (с учетом высоты и смещения вдоль фасада).

Е) выверка положения точек фасада во фронтальной плоскости и в плане: фактически осуществляется проверка положения отдельно прорисованных элементов относительно фронтальной и горизонтальной плоскостей. В случае, если отдельные точки лежат вне этих плоскостей, осуществляется корректировка их положения с учетом расположения ближайших точек облака.

Ж) удаление вспомогательных точек и полилиний: те точки и полилинии, которые использовались для задания рабочих плоскостей и не относятся к контурам архитектурных элементов фасада, удаляются.

3) экспорт полилиний в программу Auto-CAD. Прорисованные элементы фасада в виде полилиний как всего контура фасада, так и отдельных его архитектурных элементов могут быть переданы в виде dxf- или dwgфайлов в AutoCAD для дальнейшего использования.

5. Построение ребер отдельных фрагментов по соответствующим сканам:

A) задание параметров набора ребер в ПО ScanMaster и их построение.

Для оценки достоверности построений чертежа может быть использована следующая встроенная функция ПО ScanMaster – «определение набора ребер». Она позволяет определить на скане детализированные границы, или ребра. С помощью этой команды можно получить точное положение контуров всех архитектурных элементов. Применение функции невозможно для облака точек, поэтому предварительно осуществляется подбор соответствующего скана для элемента, ребра которого нужно построить.

Б) экспорт ребер в программу AutoCAD.

Построенные элементы фасада в виде ребер или полилиний могут быть переданы в виде dxf- или dwg-файлов в AutoCAD для дальнейшего использования.

В) обработка набора ребер, построение чертежа в AutoCAD.

В программе AutoCAD выбираются нужные для прорисовки элементы. Повторяющиеся фрагменты фасада остаются в качестве дополнительного материала для прорисовки и проверки правильности аналогичных элементов.

В местах, где отсутствуют точки сканов, появляются «слепые» зоны, вследствие чего ребра выстраиваются хаотично и не всегда соответствуют действительным контурам элементов. Поэтому следует удалить лишние элементы в «слепых» зонах и по аналогии прорисовать недостающие линии.

После построения всех элементов фасада выполняются измерения всех основных элементов, выбираются средние значения размеров и определяется их среднее арифметическое значение. Далее, исходя из полученных данных, В программе AutoCAD вырисовываются все элементы с заданными размерами (рисунок 5).

Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.