

3-d сканирование в строительстве

Борисов Егор Александрович, преподаватель
Николаев Байдам Евгеньевич, студент
Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, (г. Якутск)

В статье рассматриваются сущность, основные характеристики и принципы функционирования инновационной геодезической технологии – 3-D лазерного сканера. Рассматриваются конкретные примеры применения лазерного сканирования для решения инженерно-геодезических задач в различных областях деятельности. Оцениваются роль и значение лазерного сканирования в рамках строительства. Рассматривается отечественный опыт эксплуатации наземного лазерного сканера и масштабы внедрения данного революционного оборудования на российский строительный рынок. Обозначены ключевые преимущества технологии лазерного сканирования.

Ключевые слова: лазерное сканирование, 3-D лазерный сканер, наземный лазерный сканер, строительство, инновационная технология, геодезический сканер.

В настоящее время применение новых технологий активно развивается по всем сферам деятельности человека, а новые технологии в свою очередь дают дополнительный импульс к их развитию. Применение новых геодезических приборов изменили парадигмы, связанные с проведением инженерно-геодезических изысканий. Строительство объектов требует значительных временных ресурсов и высокопроизводительного инновационного технического оснащения. Важнейшей составляющей любого строительства является геодезический контроль, осуществляемый в процессе строительного-монтажных работ, а также исполнительная съемка результатов монтажа конструкций и оборудования, служащая для определения отклонения геометрических размеров объекта и его элементов от проектных значений.

В недавнем прошлом в качестве традиционных инструментов сбора метрической информации о строительных объектах выступали наземная фотограмметрия, либо натуральные обмеры. Однако, вышеперечисленные методы обладали существенными изъянами, ключевыми из которых являлись излишняя трудоемкость и невозможность проектирования детальной трехмерной модели объекта. В 2002 году рынке топографо-геодезического оборудования произошел колоссальный прогресс в форме наземных лазерных 3-D сканеров, позволивших многократно сократить трудозатраты на осуществление измерительных работ, а также качественно трансформировать вид выходной продукции [2, с. 100].

Лазерное сканирование представляет собой технологию, направленную на конструирование цифровой трехмерной модели объекта, представляя его набором точек с пространственными координатами. Технология базируется на использовании инновационных геодезических приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек» и впоследствии может быть представлен в виде трехмерной модели объекта, плоского чертежа, набора сечений, поверхности и т.д. [5, с. 23]. На сегодняшний день наземное лазерное сканирование признано специалистами самым оперативным и высокопроизводительным средством получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте: памятнике архитектуры,

промышленном сооружении и промышленной площадке, смонтированном технологическом оборудовании [3, с. 40].

В сущности, лазерное сканирование служит универсальной технологией, однако в некоторых областях оно незаменимо и не имеет альтернатив. В первую очередь, речь идет о проектировании реконструкции здания или контроля за его строительством, где получение актуальной цифровой модели достигается исключительно посредством применения 3-D лазерного сканера. Помимо того, наземные 3-D лазерные сканеры активно используются в реставрации памятников архитектуры, обеспечивая детальной информацией, отражающей геометрические характеристики объекта, в том числе сложных элементов (к примеру, резные фасады). Данная информация является бесценной и может быть получена только при помощи лазерных сканеров.

В настоящий период лазерное сканирование широко распространено в различных отраслях деятельности, таких как:

- археология (3D фиксация археологических находок и раскопок, визуализация 3D модели объекта, локализация объектов исследования, разработка виртуальных экспозиций и музеев, путем моделирования исторических объектов и археологических памятников);

- архитектура и градостроительство (архитектурные обмеры, реставрация объектов архитектуры и их оцифровка, создание архитектурных чертежей фасадов зданий и других объектов, городское планирование, интерьерный и ландшафтный дизайн);

- геология, горная промышленность и маркшейдерия (проведение геологических изысканий, получение топографических планов, расчет объемов грунта, запасов полезных ископаемых, горных разработок и земляных работ, создание посредством сканирования цифровых моделей местности, месторождений, открытых карьеров, подземных выработок, шахт, штолен и тоннелей, мониторинг за устойчивостью бортов карьера, маркшейдерское сопровождение буровых и взрывных работ);

- нефтегазовая отрасль (мониторинг состояния узлов и коммуникаций, оценка коррозии и механических повреждений трубопроводов, проверка внутреннего состояния труб, анализ и обмер резервуаров).

А в строительстве лазерное сканирование применяется для решения следующих инженерно-геодезических задач: проведение геодезических изысканий; проектирование и строительство новых объектов; контроль строительства и монтажа; сравнительный анализ объектов с проектом; мониторинг состояния объекта при эксплуатации, в том числе деформаций инженерных сооружений; создание, обновление чертежей конструкций и качества строительных работ; воссоздание утраченных строительных документаций; сканирование и моделирование дорог, мостов, развязок и других инфраструктур.

Согласно оценкам американских экспертов, в 2020 году в США внедрение и активная эксплуатация лазерных технологий ожидается 75 % строительных организаций. В отечественной практике лазерные сканеры еще не обрели широкой популярности, что связано, в первую очередь, с их высокой стоимостью. Однако, успешный опыт апробации технологий лазерного сканирования в России уже имеется. Ярким примером служит знаменитый Лахта-Центр в Санкт-Петербурге, возведение которого осуществлялось с применением инновационных 3-D лазерных сканеров Leica ScanStation P20 и P30. Особую актуальность лазерные сканеры приобрели в реконструкции крупных промышленных предприятий (в 2016 году выполнены проекты для Омского и Московского нефтеперерабатывающих заводов).

Распространение использования лазерного сканера обусловлено рядом достоинств, которые предоставляет данный прибор по сравнению с другими методами измерений. Далее, обозначим основополагающие преимущества технологии лазерного сканирования:

1. Значительное снижение временных издержек, связанных с осуществлением контрольных промеров при весомой их численности, достигаемое за счет уникальной возможности 3-D лазерного сканера в производстве миллиона измерений в секунду с точностью первых миллиметров. В течение 2-3 минут лазерный сканер фиксирует окружающую его обстановку (по сфере 360 градусов). При этом, фокус измерений будет находиться в диапазоне от нескольких сантиметров до нескольких сотен метров.

2. Измерения осуществляются бесконтактным методом, то есть, не соприкасаясь физически с поверхностями объекта, что позволяет производить 3-D съемку, не ориентируясь на жесткие рамки геодезического обоснования. Это обуславливает важнейшее преимущество лазерного сканера, заключающееся в возможности его установки, исходя из позиции оптимального обзора объекта, либо отсутствия препятствия строительному процессу.

3. Автоматизированный процесс фиксации осуществляемых измерений в едином информационном поле способствует предотвращению огромного числа ошибок, вызванных человеческим фактором. Помимо того, лазерный сканер позволяет автоматизировать методы последующей взаимовязки съемок от нескольких станций и объективно контролировать их результаты. Определенно, можно утверждать, что измеренные и интерпретируемые данные будут демонстрировать максимально корректную конфигурацию объекта [4].

4. Оперативность оценки и анализа результатов, достигаемые при использовании 3-D сканеров, позволяют осуществлять практический контроль геометрических параметров по истечении всего нескольких минут после завершения съемки. Задача специалиста в данном случае заключается лишь в перемещении данных из 3-D сканера на ноутбук, что обеспечивает доступ к любым промерам из миллионов снятых точек данной станции. Технология лазерного сканирования предоставляет возможность оценить объект с разных ракурсов, вращать и масштабировать полученные данные, что служит основополагающим ресурсом для принятия эффективных оперативных решений в Online-режиме.

5. Осуществление сравнительного анализа выполненной 3-D съемки фактического состояния объекта с проектной 3-D моделью моментально определяет все ошибки и погрешности, допущенные в ходе строительных работ. При условии, что в текущей съемке будет около 20 станций, извлечение общего результата гарантируется уже спустя 5-6 часов. Важное замечание: в целях осуществления сравнительного анализа должны быть приняты предварительные меры – систему координат модели следует закрепить на территории объекта строительными реперами. Данное мероприятие позволит совместить проект с реальностью в автоматическом режиме – простой загрузкой данных лазерного сканирования в проектную среду на компьютере контролирующего специалиста.

6. Важнейшей функцией лазерного сканера является загрузка полученных данных на web-сервер специалистов строительного проекта. Данная опция позволяет не только визуализировать и конструировать стройку, но и контролировать строительный процесс, дистанционно осуществлять промеры и производить расчет физических объемов. Широкий диапазон возможностей лазерного сканера позволяет маркировать проблемные места и проработать их всей команде. Тем самым достигается принцип прозрачности строительных процессов. В Online-режиме генерируются идеи, формируются дальнейшие задания, решаются текущие задачи, составляются среднесрочные планы [1, с. 10].

7. По итогам лазерного сканирования формируются цифровые данные, актуальные на дату съемки. Иными словами, производится 3D фиксация пространственного положения всех элементов объекта. Цифровые данные сохраняются в виде компьютерных файлов и могут быть использованы в любой последующий момент. Например, при подозрении на неправильную осадку строящегося здания всегда можно будет вернуться и дополнительно проанализировать котлован, свайное поле, ростверки. Безусловно, при условии, что на этих этапах осуществлялась 3D съёмка. Сравнение и анализ нескольких съёмок позволит судить о динамике поведения строящегося объекта, своевременно определить и нивелировать негативные тенденции, а значит, позволит заинтересованным сторонам принять верные и своевременные решения. Таким образом, систематизацией и хранением 3D съёмок на разных этапах строительства решается задача по мониторингу возводимого объекта.

На сегодняшний день одним из современных и эффективных методик построения 3D модели местности и объектов, является метод лазерного сканирования. Применение лазерного сканирования позволяет получать полный сбор информации об объекте сканирования, существенно сокращает сроки и объемы полевых работ по сравнению с традицион-

ными методами съемки, а также минимизирует человеческий фактор, т. к. съемка выполняется в автоматическом режиме. Методика лазерного сканирования раскрывает новые технологические возможности для дальнейшего развития 3D проектирования местности и объектов.

Литература:

1. Вальдовский А., Зверев И., Максименко Н. Технологии AVEVA и 3-D лазерное сканирование улучшают возможности геодезического контроля строящихся объектов // CAD/CAM/CAE Observer. – 2012. - № 6. – С. 10-14.
2. Каранеева А.Д. Применение лазерного сканирования при инженерно-геодезических изысканиях / А.Д. Каранеева // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов, 2019. - № 3. – С. 100-112.
3. Перякина В.И., Дамрин А.Г. Особенности лазерного сканирования в землеустройстве и кадастрах // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). – 2018. – С. 40-45.
4. Семькин В. Контроль строительства / В. Семькин / Акрополь-Гео [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://acropol-geo.ru/o-texnologii/119-kontrol-stroitelstva>, свободный (17.07.2016)
5. Хашпакянц Н. О., Грибкова И. С. Применение лазерного сканера в землеустройстве и кадастрах // Научные труды КубГТУ. – 2017. - № 9. – С. 23-29.