

# РАБОТА С ДАННЫМИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ПО КОМПАНИИ BENTLEY SYSTEMS

**А.В. Сметанюк** (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ) по специальности «строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». С 2008 г. работал в компании Мосгипротранс. С 2011 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — ведущий специалист.

В последнее время в области инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и различных сооружений все более широкое применение находит технология лазерного сканирования. Она основана на высокоточном определении трехмерных координат точек лазерных отражений («облаков точек») от сканирующего устройства до поверхности обследуемого объекта. Лазерные сканеры обладают высокой скоростью проведения измерений и обеспечивают большую плотность точек. Это позволяет определять трехмерные координаты объекта в целом и его отдельных точек в кратчайшие сроки и с высокой точностью.

Оборудование, используемое при проведении лазерного сканирования, можно разделить на две основные группы — наземное и воздушное. Наземные лазерные сканеры применяются в архитектуре, градостроительстве, инженерных изысканиях при проектировании и реконструкции транспортных систем (автомобильных и железных дорог) и других областях. Наземные сканеры относительно компактны, дальность их действия ограничена несколькими сотнями метров, а точность измерения координат точек в облаке составляет несколько миллиметров. Они могут размещаться стационарно на

точке сканирования или на подвижных платформах, установленных на автомобилях, железнодорожном транспорте, морских и речных судах. В последнем случае производительность съемки протяженных объектов за счет скорости движения транспортного средства увеличивается в сотни раз. Этот вид лазерного сканирования называют мобильным.

Воздушное лазерное сканирование применяется преимущественно при съемке рельефа земной поверхности значительных по площади территорий местности, а также вдоль линейных объектов, например транспортных систем, линий электропередачи, газопроводов и т. п. Воздушные лазерные сканеры устанавливаются на авиационные транспортные средства, такие как, например, самолет Ан-2 и вертолет Ми-8. Дальность измерения расстояния отраженного лазерного сигнала сканирующими устройствами такого типа намного больше, чем у наземных сканеров, и достигает до 10 тысяч метров, а точность определения пространственных координат находится в пределах 10–15 см в плане и 5 см по высоте.

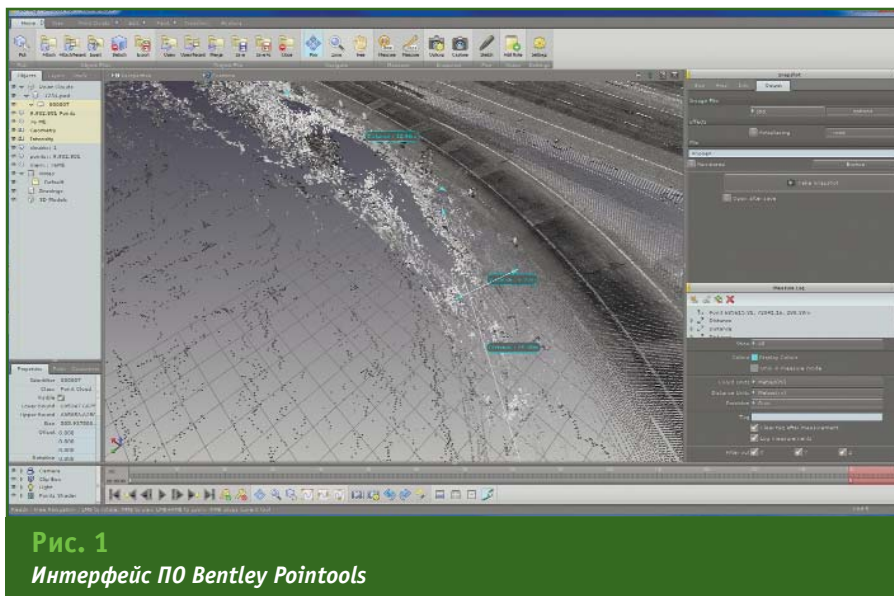
Из-за высокой плотности облака точек и довольно крупных размеров снимаемых объектов результаты съемки лазерными сканерами содержат огромное количество информации, порой

до нескольких миллионов точек. В связи с этим и размер формируемого файла получается довольно большим. Для работы с таким объемом данных требуются специализированные программы, которые способны не только загрузить данные, но и обеспечить стабильную работу и редактирование больших трехмерных массивов информации.

Для компании Bentley Systems работа с результатами лазерного сканирования является одним из важных направлений. В арсенале компании имеется несколько программных решений, которые позволяют импортировать данные и работать с ними с помощью простых и интуитивно понятных инструментов. Все решения базируются на графической платформе MicroStation, одним из преимуществ которой является возможность стабильной и быстрой работы с большими объемами данных.

Для развития направления по обработке облаков точек лазерных отражений в ноябре 2011 г. компания приобрела программу Pointools, которую после доработки включили в ПО MicroStation v8i. В программы Bentley Descartes и Bentley ProjectWise также был добавлен функционал по работе с облаками точек, полученными в результате лазерного сканирования.

ПО Bentley Pointools ориентировано исключительно на работу с облаками точек в трехмерном виде (рис. 1). Мощный набор программных библиотек Pointools Vortex API позволяет не только импортировать данные, но и обрабатывать их, совершая при этом сложные математические вычисления в короткие сроки. Программой поддерживается работа с облаками точек в трехмерном виде в различных форматах, получаемых лазерными сканерами компаний Leica Geosystems, RIEGL, Faro и др. Загруженные данные можно предварительно обработать — выполнить чистку и цветовое кодирование (рис. 2, 3). Для выбора точек предусмотрен



**Рис. 1**  
Интерфейс ПО Bentley Pointools

ряд интеллектуальных инструментов.

Программа позволяет работать не только с облаками точек, но и с 3D-текстурированными моделями различных форматов, а также с двухмерными (2D) чертежами в САПР, которые могут быть импортированы из файлов следующих форматов: DXF, DWG и SHP (рис. 4).

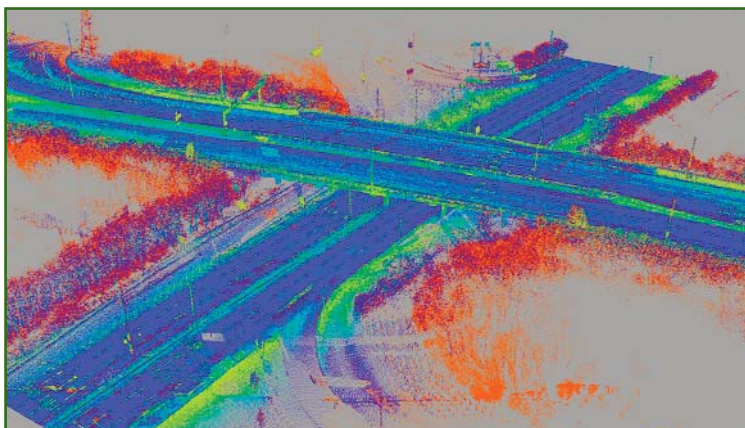
В ПО Bentley Pointools предусмотрена сегментация данных, чтобы упростить работу с большими объемами облаков точек. Объем исходных данных не принципиален, поскольку возможности программы позволяют обрабатывать значительные объемы информации, и отображать ее в удобном для пользователей виде. Сегментация может быть выполнена в форме сетки или логических секций. При этом каждому сегменту присваивается собственный слой. Bentley Pointools поддерживает работу со слоями общим количеством до 128, что обеспечивает пользователям широкие возможности при работе с облаками точек.

Еще одной полезной функцией является возможность трансформирования объектов и свободное управление ими.

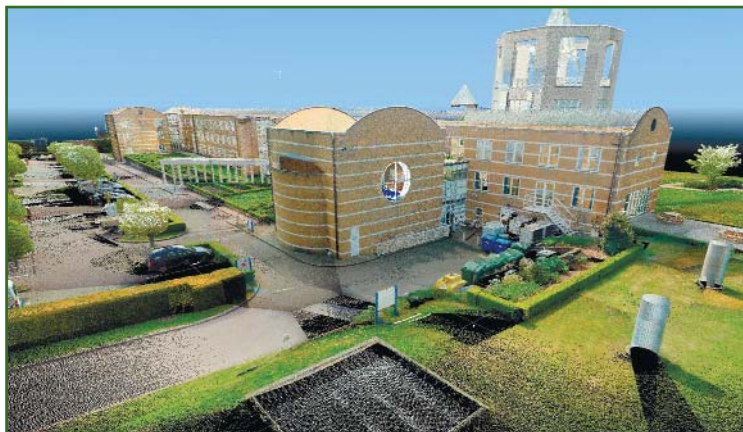
Классификация облаков точек лазерного сканирования при проектировании играет довольно важную роль. С ее



**Рис. 2**  
Цветовое кодирование облака точек инженерных коммуникаций, полученное в результате наземного лазерного сканирования



**Рис. 3**  
Цветовое кодирование облака точек развязки автомобильной дороги, полученное в результате воздушного лазерного сканирования



**Рис. 4**  
*3D-текстурированная модель здания и прилегающей к нему территории*

помощью пользователи могут изолировать некоторые данные и работать с определенной частью модели. Например, с поверхностью земли, зданиями, растительностью и т. п. Для проведения классификации необходимо использовать специализированное программное обеспечение, например такое, как ПО компании Terrasolid (Финляндия). Иногда в процессе классификации возникают ошибки (например, когда элемент растительности или искусственного сооружения классифицируется как элемент поверхности), которые требуют исправления. В Bentley Pointools имеются простые инструменты редактирования, которые помогают быстро устранить неправильно классифицированные элементы. Они удобны в использовании и позволяют, например, отсеять лишние точки из данных о земной поверхности при построении цифровой модели рельефа.

Для уточнения характерных мест в создаваемой трехмерной модели предусмотрен инструмент, позволяющий трассировать линию по облаку точек, тем самым получая трехмерную геометрию из точек. Его удобно использовать для извлечения геометрии линейно-протяженных объектов, та-

ких как автомобильные и железные дороги, например, при создании сечения дороги обычно необходимо вручную найти нужное место в облаке точек. Используя разработки компании Bentley Systems, пользователь может создать массив линий в ПО MicroStation, спроецировать их на поверхность облака точек и автоматически получить сечение. Полученные сечения могут быть использованы в САПР, таких как InRoads или PowerCivil.

Большой проблемой при работе с данными лазерного сканирования является восприятие изображения в трехмерном пространстве. Если изображение уменьшить, то распознать мелкие детали модели будет затруднительно, если увеличить, то глобальное восприятие модели значительно усложнится. Для решения этой проблемы компанией Bentley Systems была разработана система визуализации Explorer, которая динамически окрашивает точки в облаке в пределах 3D-курсора, основываясь на их 3D-положении и направлении. Она позволяет получить представление о трехмерной модели облака точек без необходимости менять вид или масштаб изображения. Это полезно, когда необходимо подробнее рассмотреть детали зда-

ния или структурные линии в моделях САПР.

Используя принцип, подобный 3D-курсоры в системе визуализации Explorer, функция Smart Snap, разработанная компанией Bentley Systems, позволяет изолировать характерные точки в облаке точек лазерного сканирования (ими могут быть самые низкие или самые высокие отметки, а также усредненные значения).

Одной из наиболее интересных функций, реализованных компанией Bentley Systems, является обнаружение коллизий. Эта уникальная технология заключается в том, что программа выполняет проверку на пересечения между несколькими облаками точек, а также между облаками точек и трехмерной моделью, созданной в САПР. Данная возможность позволяет избежать необходимости повторного проектирования путем обнаружения проблемных участков на стадии создания проекта.

В настоящее время компания Bentley Systems продолжает развитие технологий обработки трехмерных данных лазерного сканирования. Однако уже сегодня можно с уверенностью сказать, что программные решения компании для работы с облаками точек лазерного сканирования являются одними из наиболее удобных и производительных среди существующего программного обеспечения.

#### RESUME

It is noted that the Bentley Systems company considers work with large three-dimensional arrays of the laser scanning data to be one of the important directions. A description is given of the Bentley Pointools software, oriented to work with point clouds of different formats produced by laser scanners by the Leica Geosystems, RIEGL, Faro and other companies.