

Создание цифровых моделей железнодорожных станций с помощью наземного лазерного сканирования

Н. В. КАНАШИН, ассистент кафедры «Инженерная геодезия» ПГУПС



Новые технические средства сбора информации о местности и программные продукты, предназначенные для ее обработки, позволяют создавать цифровые трехмерные точечные и векторные модели объектов железнодорожного транспорта, которые формируются по результатам сканерной съемки местности. В статье описана методика создания точечных и векторных моделей железнодорожных станций, показаны возможности их применения для решения задач железнодорожного транспорта.

Появление и интенсивное совершенствование компьютерной техники, ее внедрение во все сферы человеческой деятельности привело к возможности описания исследуемых объектов, процессов или явлений с помощью цифровых моделей. Как упрощенное представление объекта исследования, отражающее главные его свойства, цифровые модели (например, цифровой топографический план или карта, цифровые модели пути) широко используются при проектировании и строительстве инженерно-технических сооружений, навигации и управлении движением подвижного состава, а также при решении других задач железнодорожного транспорта [1, 2].

В связи с этим возникает необходимость изучения создаваемых цифровых моделей исследуемых объектов для выявления их достоинств и недостатков по сравнению с существующими представлениями объектов исследования и возможных сфер их применения на железнодорожном транспорте.

Наземное лазерное сканирование как новый метод сбора информации о железнодорожных станциях

Наземное лазерное сканирование, или сканерную съемку местности, выполняют при помощи лазерного сканера — прибора, предназначенного для автоматического определения пространственных координат множества точек, расположенных на поверхности объекта съемки.

Сканер излучает лазерный луч, который, отразившись от поверхности объекта, возвращается к прибору. Встроенный в сканер дальномер измеряет расстояние до точки отражения. Направление излучаемого луча изменяется в параллельных и перпендикулярных к оси вращения сканера плоскостях с помощью специальной системы, называемой системой развертки. Углы поворота луча и измеренные расстояния фиксируются. По углам поворота луча и измеренному расстоянию встроенный в сканер процессор вычисляет трехмерные координаты каждой точки. Измерения выполняются автоматически с высокой скоростью, достигающей десятков и сотен тысяч точек в секунду.

Обычно лазерное сканирование применяют для съемки объектов с обилием контуров, где съемка традиционными методами представляет трудоемкую задачу. Примером таких объектов на железнодорожном транспорте являются

станции, съемку которых периодически приходится выполнять. Анализ возможностей применения лазерного сканирования для решения задач железнодорожного транспорта, а также технология выполнения сканерной съемки станций приведены в работе [3].

Результатом сканерной съемки является пространственная модель объекта в виде множества точек, для каждой из которых вычислены пространственные координаты X, Y, Z, выраженные в условной системе координат сканера, данные о реальном цвете точки и об интенсивности отражения от нее лазерного луча дальномера (рис. 1). Эту точечную модель можно рассматривать на экране компьютера под разными углами зрения и в разных проекциях, а также выполнять на ней обмер интересующих частей объекта съемки.

Ограниченное поле зрения сканера и форма объекта съемки обычно не позволяют ограничиться съемкой с одной стоянки прибора. Поэтому сканирование выполняют с нескольких позиций сканера. Полученные облака объединяют в одно, приводя к единой системе координат. Для такого объединения каждая пара объединяемых облаков должна иметь не менее трех общих точек. В качестве общих точек используют характерные, особенно четкие точки объекта или специальные марки, располагае-



Рис. 1. Изометрический вид объекта съемки, полученный на основе облака точек

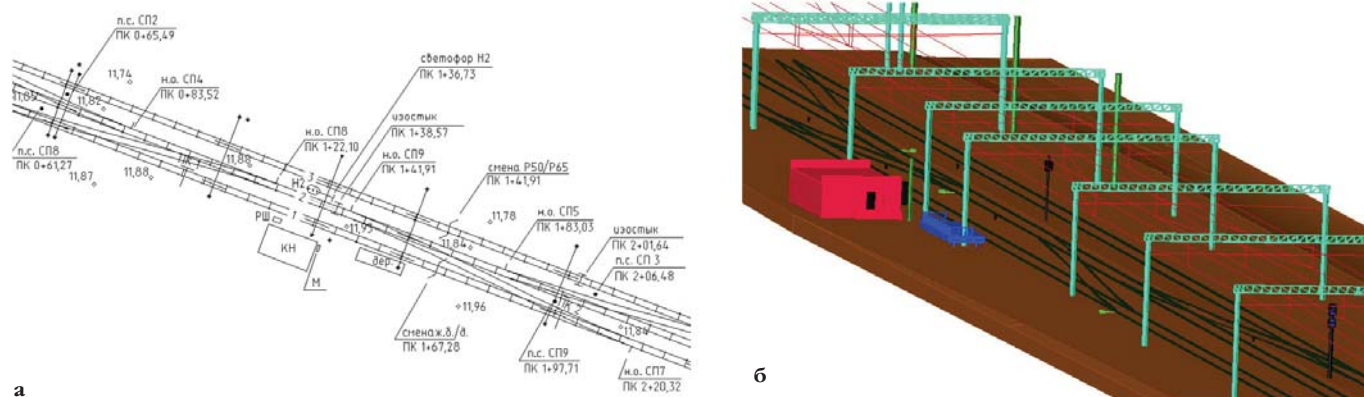


Рис. 2. Фрагмент топографического плана (а) и цифровой векторной модели (б) железнодорожной станции, построенных по результатам сканерной съемки

мые перед съемкой на объекте и автоматически распознающиеся в облаке программным обеспечением. В результате объединения облаков получают пространственную точечную модель объекта в виде единого облака точек.

На основе точечной модели составляют цифровой топографический план местности и цифровую векторную модель объекта съемки (рис. 2).

При построении плана точечную модель очищают от лишних, ненужных точек. Затем с использованием стандартных программных продуктов выполняется отбор характерных точек объекта съемки, векторизация точечной модели и в интерактивном режиме построение цифрового плана станции. На построенный план наносят семантическую информацию, выполняют корректуру и оформление плана. В качестве абриса при этом используют изображение точечной модели станции.

Цифровую векторную модель объекта съемки строят на основе точечной модели с помощью функций трехмерного моделирования, заложенных в стандартное программное обеспечение. Точечную модель заполняют геометрическими примитивами, формируя «твердотельное» изображение объекта. Так, геометрическими примитивами и их сочетаниями изображаются здания, опоры контактной сети, мачтовые и карликовые светофоры, шкафы сигнализации, приводы централизованных стрелочных переводов, пассажирские и грузовые платформы, элементы контактной сети, рельсы, стрелочные переводы. Рельеф моделируют с помощью функций поверхностного моделирования. Построенную цифровую модель станции экспортируют в формат программ автоматизированного проектирования, где выполняют ее дальнейшую доработку и оформляют в соответствии с нормативными требованиями.

Анализ возможностей и областей применения результатов сканерной съемки для интересов железнодорожного транспорта

Основной результат лазерного сканирования — цифровая точечная модель объекта съемки — имеет ряд важных для решения задач железнодорожного транспорта особенностей:

- высокая информативность; цифровая точечная модель железнодорожной станции в сочетании с необходимыми семантическими данными содержит всю полноту собранной при съемке геoinформации, которая позволяет в дальнейшем получать геометрические характеристики и габариты станционных сооружений на любом этапе проектирования или эксплуатации без необходимости повторной съемки;

- высокая точность; современные лазерные сканеры при надлежащей методике выполнения работ позволяют получать точечную модель объекта съемки, координаты точек которой определены с миллиметровой точностью [3]; вследствие этого и все геометрические характеристики объектов, измеренные по точечной модели, существенно точнее и достовернее, чем измерения, выполненные по цифровой карте или плану.

Однако ввиду специфического формата файлов работать с цифровой точечной моделью можно только в фирменных программных продуктах, предназначенных для обработки результатов сканерной съемки. В ряде случаев это создает неудобства для заказчика и приводит к необходимости построения цифровой векторной модели объекта съемки. Такая модель, обладая всеми достоинствами точечной модели, имеет свои важные особенности:

- гибкость: с цифровой векторной моделью можно работать практически во всех распространенных програм-

мных продуктах, выполняя проектирование и реконструкцию сооружений;

- наглядность: в отличие от цифрового плана или карты, где рельеф изображается в виде горизонталей или набора отметок, цифровая векторная модель полностью отображает реальный объект, позволяя пользователю быстро понимать и оценивать ситуацию; кроме того, рельеф на такой модели непрерывен, что избавляет от необходимости интерполирования при нахождении отметок местности;

- возможность визуализации и моделирования: цифровая векторная модель позволяет моделировать и визуализировать чрезвычайные ситуации, например, сход вагона и разлив нефтяных продуктов, а значит, оперативно принимать решения по их устранению; к тому же векторная модель позволяет визуально отобразить объекты, обозначаемые на цифровой карте или плане в виде точечных условных знаков (например, пожарные гидранты).

Таким образом, цифровые точечные и векторные модели железнодорожных станций благодаря своим преимуществам существенно облегчают решение различных задач на железнодорожном транспорте. Однако, чтобы реализовать эти преимущества, сканерную съемку станций необходимо выполнять по специальной методике [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Коугия В. А. Математическое моделирование при обработке геодезических измерений: Учебное пособие. — СПб.: С.-Петербург. гос. горный ин-т (техн. ун-т), 2007. — 100 с.
2. Матвеев С. И., Коугия В. А. Высокоточные цифровые модели пути и спутниковая навигация железнодорожного транспорта. — М.: УМЦ ЖДТ, 2005. — 290 с.
3. Канашин Н. В. Разработка технологии наземной сканерной съемки железнодорожных станций: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 2009. — 160 с.