

УДК 656.025.2

*И. П. ДРАЛОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ)*  
petrovni@tut.by

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ**

Рассмотрены различные современные измерительные средства и способы сбора геопространственных данных при съемке железнодорожных станций. Выполнен сравнительный анализ различных способов получения материалов инженерно-геодезических изысканий на объектах железнодорожной инфраструктуры и точностей методик съемочных работ. Показаны преимущества и недостатки каждого из применяемых способов.

При создании масштабных планов железнодорожных станций важным этапом являются инженерно-геодезические изыскания с использованием современных методов сбора данных, обеспечиваемых применением высокоэффективного геодезического оборудования. Полевые работы на железнодорожных станциях имеют определенную специфику. Кроме линейных объектов (главные и станционные пути) съемке подлежат различные здания и сооружения (светофоры, элементы стрелочных переводов и др.). Кроме того, необходимо учесть технологический фактор непрерывности перевозочного процесса, обуславливающий увеличение продолжительности съемки станционных объектов из-за необходимости перемещения поездов, перестановки, подачи вагонов, движения одиночных локомотивов. Всё это приводит к усложнению технологии выполнения съемки и определяет ее как достаточно трудоемкий процесс. Это приводит к определенным трудностям в получении точной исходной геодезической информации об исследуемых объектах.

В настоящее время используется несколько способов сбора геодезических данных на железнодорожных станциях, имеющих особенности своей реализации.

**Съемка при помощи электронного тахеометра.** Электронный тахеометр объединяет в себе возможности электронного теодолита и светодальномера, выполняющих съемку с помощью специального программного обеспечения. На сегодня полевые работы с помощью электронного тахеометра являются одним из основных методов топографической съемки.

Для целей съемки станции применяются модели тахеометров со среднеквадратической погрешностью измерения углов  $m_{\beta} = 2-6''$  и относительной среднеквадратической погрешностью измерения расстояний  $m_S = 3 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км}$  (1:200000) [1]. Модели с такими характеристиками отвечают необходимым требованиям к точности создания съемочной сети и съемки ситуации.

В настоящее время расширяется сфера использования роботизированных электронных тахеометров, оборудованных сервоприводами, которые позволяют в автоматическом режиме отслеживать передвижение активной призмы. Данные приборы позволяют выполнять съемку заданного участка станции в режиме сканирования. При этом отражатель не требуется, а расстояния определяются в безотражательном режиме с автоматическим измерением горизонтальных и вертикальных углов с заданным интервалом сканирования. Такие электронные тахеометры оборудуются встроенной цифровой фотокамерой, которая позволяет вести абрис по фотоснимкам и записывать их в память прибора [2]. Данная модель прибора позволяет существенно повысить эффективность полевых работ и сократить трудозатраты.

**Съемка при помощи спутниковой аппаратуры.** Спутниковая геодезическая аппаратура в настоящее время находит широкое применение на объектах железнодорожного транспорта. При съемке железнодорожных перегонов и станций с применением спутниковой геодезической аппаратуры не требуется сгущение съемочной сети и оказывается достаточно одного пункта. Однако съемка железнодорожных станций с помощью спутниковой аппаратуры ограничивается видимостью небесной сферы из-за занятости путей подвижным составом, который является причиной экранирования спутниковых сигналов. Это приводит к ошибкам многолучевости, характерным для данных условий, что не позволяет производить съемку с требуемым уровнем точности [3]. Современные спутниковые радионавигационные системы при условии видимости не менее четырех спутников позволяют определять координаты с высокой точностью (8 мм в плане и 15 мм по высоте), что в определенных случаях может рассматриваться как альтернативная технология съемки.

**Съемка при помощи наземного лазерного сканирования.** Этот способ используется для автоматического определения пространственных координат множества точек, расположенных на поверхности объекта съемки. Принцип действия наземного сканера основан на методе полярной засечки. С помощью встроенного в сканер лазерного безотражательного дальномера в автоматическом режиме измеряются расстояния до каждой точки объекта съемки. Направление излучаемого дальномером лазерного луча изменяется в параллельных и перпендикулярных плоскостях осей вращения сканера специальной системой, которая называется системой развертки. При съемке ось вращения сканера приводится в отвесное положение по круглому уровню. По углам поворота луча и измеренному расстоянию встроенный в сканер процессор вычисляет трехмерные координаты каждой точки объекта [4].

Результатом сканерной съемки является пространственная модель объекта в виде облака точек, каждая из которых имеет пространственные позиции  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , выраженные в условной системе координат сканера. Ее 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 использовать съемку только с одной стоянки прибора. Поэтому сканирование выполняют с нескольких позиций сканера. Учитывая трехмерные координаты облаков точек, для объединения и приведения координат всех точек к единой системе каждое облако должно иметь не менее трех общих точек с соседними. Общими точками служат характерные, особенно четкие точки объекта или специальные марки, располагаемые перед съемкой на объекте и автоматически распознающиеся программным обеспечением в облаке.

Необходимо отметить ряд достоинств данного вида съемки по сравнению со съемкой электронным тахеометром или спутниковой геодезической аппаратурой, связанных с автоматическим выполнением измерений в безотражательном режиме, высокой скоростью измерений (до 1 млн точек/сек), точностью результатов.

Основными недостатками сканерной съемки являются высокая цена оборудования, превышающая стоимость наиболее распространенных моделей электронных тахеометров в 10–15 раз, а также наличие мертвых зон, возникающих в процессе съемки тех или иных объектов. В настоящее время области применения наземных лазерных сканеров все более расширяются. Разрабатываются новые и совершенствуются существующие технологии наземной сканерной съемки местности и различных инженерно-технических сооружений. Лазерное сканирование применяется для исполнительных съемок памятников архитектуры, реконструкции и мониторинга мостов, топографической съемки местности, съемок инженерных сооружений различного назначения и в других областях, в том числе на объектах железнодорожного транспорта [5].

Полученные результаты лазерного сканирования обладают высокой информативностью. Цифровая модель железнодорожных станций содержит данные, которые позволяют в дальнейшем получить полную информацию о геометрических характеристиках и габаритах станционных сооружений на любом этапе эксплуатации. Такой способ съемки обладает миллиметровой точностью данных, обеспечивающих получение точечной модели железнодорожной станции. Полученную информацию можно обрабатывать во всех известных САПР и выполнять дальнейшее проектирование и реконструкцию сооружений.

**Съемка при помощи мобильных навигационно-сканерных систем.** В настоящее время начинает широко использоваться автоматизированный

путеизмерительный комплекс (АПК), в котором для достижения высокой точности и уменьшения трудозатрат применяются навигационно-сканерные системы. АПК представляет собой тележку, перемещаемую по железнодорожному пути при помощи специализированного привода, на которой установлено измерительное оборудование. Некоторые модели оснащены электронными тахеометрами и спутниковой аппаратурой, что позволяет работать в различных конфигурациях в зависимости от поставленной задачи. Во всех комплексах имеется оборудование, позволяющее кроме положения железнодорожного пути в плане и по высоте измерять ширину колеи, возвышение наружного рельса, стрелы изгиба и перекосы [6].

Автоматизированный путеизмерительный комплекс применяется для проектно-изыскательских работ, решает задачу автоматизированной съемки путей, позволяет получать оперативную, высокоточную информацию об их плановом и высотном положении и геометрических характеристиках. Эти данные предоставляются в виде планов и продольных профилей, а также трехмерных моделей местности. Рассматриваемая система позволяет интегрировать создаваемые цифровые модели местности (ЦММ) в различные геоинформационные системы (ГИС). При этом выходная информация будет обладать всеми преимуществами наземного лазерного сканирования [7].

В настоящее время по цене и качеству производства геодезических работ при съемке железнодорожных станций в ряде случаев целесообразно использовать тахеометр с различными модификациями. К ним относится роботизированный вариант с функцией сканирования и встроенной цифровой фотокамерой, использование которой позволяет не только выполнять лазерное сканирование станции, но и дополнительно съемку объектов, сканирование которых затруднено. Использование этого прибора позволяет работать в режиме слежения, что сокращает количество задействованных работников в съемке, а также находящихся на станционных путях, тем самым обеспечивая безопасность производства не только геодезических работ, но и перевозочного процесса в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Полетаев, А. В.* О точности измерений при съемке железнодорожного пути электронными тахеометрами / А. В. Полетаев, П. В. Бобарькин // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов : материалы Международной конференции. – СПб. : ПГУПС, 2003. – С. 64–67.

2 *Пимшина, Т. Н.* Исследование технологии электронно-блочной тахеометрии при выполнении изысканий железных дорог / Т. Н. Пимшина // Транспорт-2003 : труды научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава. – Ростов н/Д : РГУПС, 2003. – С. 58–59.

3 *Полетаев, В. И.* Методика съемки железнодорожного пути с использованием спутниковых GPS-приемников / В. И. Полетаев, П. В. Бобарькин, А. С. Саяпин // Со-

временные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов : материалы Международной конференции. – СПб. : ПУПС, 2003. – С. 60–61.

4 Основы наземной лазерно-сканирующей съемки : учеб. пособие / В. Н. Гусев [и др.]. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2007. – 86 с.

5 *Канашин, Н. В.* Съемка железнодорожных станций методом лазерного сканирования / Н. В. Канашин // Путь и путевое хозяйство. – 2008. – № 7. – С. 11–13.

6 *Самратов, У. Д.* О точности определения геометрических параметров железнодорожного пути с помощью АПК / У. Д. Самратов // Геопрофи. – 2007. – № 6. – С. 28–32.

7 *Назаров, Д. Г.* Современные способы получения геопространственных данных на объектах железнодорожной инфраструктуры / Д. Г. Назаров // Инженерные изыскания. – № 9/2013. – С. 26–28.

*I. P. DRALOVA*

## **SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THE ENGINEERING SURVEYING AT RAILWAY STATIONS**

Various modern measuring tools and methods for collecting geospatial data when surveying railway stations are considered. A comparative analysis of various methods of obtaining results of engineering and geodetic survey at railway infrastructure facilities and accuracy of survey work methods has been performed. The advantages and disadvantages of each method used are shown.

Получено 23.10.2018.

---

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития  
железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2019**

---

УДК 656.22.22 : 656.07 + 06

*В. Н. ЗУБКОВ, Е. А. ЧЕБОТАРЕВА*

*Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС)*

*Abrosimova@ya.ru*

## **РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКАМИ В АДРЕС ПОРТОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА**

Проанализирована динамика увеличения экспортного грузопотока в направлении портов юга России. Рассмотрены основные аспекты развития информационных технологий управления грузопотоками в адрес портов Азово-Черноморского бассейна.

Одной из насущных проблем в Южном регионе России является проблема организации подвода поездов к портам Азово-Черноморского бас-