

**Анализ современных методов получения
геопространственной информации при мониторинге объектов
железнодорожной инфраструктуры**

В.И. Куштин, С.Е. Турчик, О.С. Глинская

Ростовский государственный университет путей сообщения

Аннотация: В работе проведен анализ точности получения геопространственной информации при мониторинге объектов железнодорожной инфраструктуры различными методами: геодезическими, фотограмметрическими и дистанционного зондирования. В качестве геодезических методов применяются тахеометры и глобальные навигационные спутниковые системы. К фотограмметрическим методам относится аэрофотосъемка с применением беспилотных летательных аппаратов. Дистанционное зондирование выполняется с помощью технологий 3D лазерного сканирования. Точность выполненных измерений рассмотрена для масштаба 1:500.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы, беспилотные летательные аппараты, геопространственная информация, точность измерений, 3D лазерное сканирование, тахеометр.

Железнодорожный транспорт является ключевым звеном экономики страны. Безопасность на объектах железнодорожной инфраструктуры – это надёжность всех объектов и миллионов сотрудников и пассажиров. На надёжность объектов влияет резкая смена погодных условий, перемена времён года, неравномерность трафика железнодорожного транспорта, растущий пассажиропоток, неравномерное развитие инфраструктуры. Поэтому эксплуатационный контроль объектов железнодорожной инфраструктуры является важнейшим элементом в процессе работы железнодорожного транспорта.

По результатам диагностики и мониторинга инфраструктуры обеспечивается комплексное наблюдение за естественным расстройством элементов инфраструктуры в течение всего срока службы, прогнозируется их состояние, готовятся предложения по изменению технических условий, норм

и инструкций для оптимизации финансовых расходов на содержание инфраструктуры.

Важная задача – переход к координатным методам содержания пути на основе высокоточной координатной системы и проведения работ с применением разработанных инновационных технологий [1]. А для решения этой задачи необходима достоверная геопространственная информация.

В настоящее время существуют различные методы получения геопространственной информации [2]. На выбор метода влияет множество факторов. Во-первых, конфигурация и месторасположение объекта съемки. Во-вторых, постановка задачи для мониторинга. В-третьих, экономические затраты, человеческие ресурсы, привлекаемые для этой работы. Немаловажную роль играют и погодные условия.

Цель исследования – анализ и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации при мониторинге объектов железнодорожной инфраструктуры.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучены методы сбора и обработки геопространственной информации;
- была оценена точность каждого из методов.

Точность выполненных измерений будет рассмотрена для масштаба 1:500.

Объектом исследования является геопространственная информация.

К геодезическим методам получения геопространственных данных можно отнести выполнение съемки с помощью тахеометра или глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), возможно их совмещение. Эти методы являются одними из основных при проведении топографической съемки [3].

Электронный тахеометр позволяет решать широкий ряд задач благодаря различным функциям, например, расчет горизонтальных расстояний самостоятельно или в автоматическом режиме, съемка в отражательном или безотражательном режимах, выполнение высокоточных измерений. Однако, для работы с прибором необходим высококвалифицированный специалист и продолжительное время измерений.

Выходными данными служат топографические карты и планы масштабов 1:500 и мельче, цифровые модели рельефа, продольные и поперечные профили.

Геопространственные данные получены с точностью в плане 0,05 метра, по высоте 0,1 метра.

ГНСС позволяют работать в одиночку, практически независимо от погодных условий. Измерения можно выполнять в двух режимах: статики и реального времени для кинематических измерений, поэтому существует диапазон точностей [4]. Одним из главных достоинств данного метода является отсутствие необходимости видимости между смежными пунктами.

Топографические карты и планы масштабов 1:500 и мельче, цифровые модели рельефа, продольные и поперечные профили – результаты выполненных работ.

Точность измерений зависит от выбранного режима. Для измерений в режиме статики: в плане 2,5 мм+0,5мм/км, по высоте 5 мм+0,5мм/км. Для кинематических измерений в режиме реального времени точность составляет: в плане 8 мм+1мм/км, по высоте 15мм+1мм/км.

В качестве фотограмметрических методов получения геопространственной информации рассмотрим аэрофотосъемку. Основным результатом применения данного метода является получение

ортофотопланов местности с целью мониторинга объектов инфраструктуры. В качестве инструментальной базы в последнее время активно внедряются беспилотные летательные аппараты. Их использование позволяет получить снимки объекта высокого разрешения, панорамные снимки, выполнять перспективную съемку (под углом к горизонту) и детальную съемку небольших объектов. К немаловажным достоинствам данного метода можно отнести оперативность, относительно невысокие затраты на выполнение работ, экологическую безопасность и возможность работы в одиночку. Нестабильный запуск и зависимость от погодных условий усложняют применение беспилотных летательных аппаратов.

В результате выполнения работ можно получить топографические карты и планы масштабов 1:500 и мельче, ортофотопланы и цифровые модели рельефа, продольные и поперечные профили [5].

Точность полученных данных в плане составляет 0,2 метра, по высоте 0,16 метра.

3D-лазерное сканирование - востребованный метод дистанционного зондирования местности [6]. Его применяют для картографирования и моделирования объектов со сложной структурой и высокой детальностью, что делает его незаменимым при мониторинге объектов транспортной инфраструктуры – мостовых переходов, транспортных тоннелей, путепроводов и т.п. Процесс обработки геопространственной информации автоматизирован, что позволяет выполнять работу в одиночку и экономить трудозатраты. При этом методе для съемки не доступны крыши объектов, а заборы и кусты, находящиеся рядом, могут создавать препятствия для корректной съемки [7].

После завершения процесса лазерного сканирования можно получить 3D-модели, профили, разрезы и сечения объекта, топографические планы и

геоинформационные слои, высокоточные цифровые модели рельефа и местности [8].

Точность сканирования составляет 2-5 см.

В современном мире огромную роль приобретают цифровые модели [9]. Для их корректного построения требуется достоверная информация. Поэтому от качества и точности полученной геопространственной информации и будет зависеть дальнейшая правильность построения цифровой модели [10]. Использование рассмотренных методов, как основных источников геоинформации, возможно как отдельно, так и в различных комбинациях, в зависимости от объекта мониторинга, его местоположения, конфигурации.

Литература

1. Опацких, А.Н., Ревякин А.А. Анализ современных методов моделирования при проектировании и реконструкции железных дорог. Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» (Транспорт-2019): Т.3. - Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2019. - С.128-131.
2. Булка В.Ю., Романчук В.О., Степанова К.Э., Соболева О.Н. Современные технологии геодезических измерений при кадастровых работах. Сборник научных трудов «Инновационные технологии в строительстве и управление техническим состоянием инфраструктуры»: Т.2. - Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2019. - С.109-111.
3. Ознамец В.В. Геодезическое обеспечение железнодорожных трасс. Наука и технологии железных дорог. 2019. Т.3. №3 (11). С. 50-60.
4. Kushtin V.I., Dobrynin N.F., Ermakov V.M., Suvorova T.V., Novakovich V.I. Increasing the accuracy of autonomous satellite coordinate determination of

the objects of transport infrastructure / International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. № 23. pp. 11439-11441.

5. Соболева, О.Н. Применение результатов аэросъемки для проведения кадастровых работ // Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» (Транспорт-2018): Т.2. - Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2018. - С.334-337.

6. Ознамец В.В. Геодезическое обеспечение мобильного лазерного сканирования железных дорог. Наука и технологии железных дорог. 2019. Т.3. № 2 (10). С. 64-76.

7. Gerald F. Marshall Handbook of Optical and Laser Scanning, Marcel Dekker, Inc., 2004. URL: academia.edu/5716700/Handbook_of_Optical_and_Laser_Scanning

8. Писковец О.В., Минина Т.А., Хамидуллина Н.В. Мобильное лазерное сканирование. Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» (Транспорт-2018): Т.2. - Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2018. - С.321-323.

9. Колошина Г.В., Панкова Е.А., Мирзоян А.Э. Современные технические средства обработки картографической и геодезической информации. Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» (Транспорт-2020): Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2020. - С.288-291.

10. Куштин В.И., Пимшина Т.М., Петренко А.И., Хатламаджиян Ю.Ю. Исследование методов создания цифровой модели местности для решения инженерно-геодезических задач в дорожном строительстве. Сборник научных трудов «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2018»). Т. 2. Технические науки. Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО РГУПС, 2018. – С. 289–293.

References

1. Opatskikh A.N., Revyakin A.A. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport 2019), Tom 3. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2019. pp.128-131.
2. Bulka V. JU., Romanchuk V.O., Stepanova K. E., Soboleva O.N. Sbornik nauchnykh trudov «Innovazionnye tekhnologii v stroitelstve i ypravlenii tekhnicheskim sostojaniem infrastruktury»: Tom.2. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2019. pp.109-111.
3. Oznamets V.V. Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog. 2019. T.3. №3 (11). pp. 50-60.
4. Kushtin V.I., Dobrynin N.F., Ermakov V.M., Suvorova T.V., Novakovich V.I. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. V. 11. № 23. pp. 11439-11441.
5. Soboleva O.N. Primenenie rexultatov aerofotosjemki dlya provedeniya kadastrovikh rabot. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport 2018), Tom 2. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2018. pp.334-337.
6. Oznamets V.V. Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog. 2019. V.3. № 2 (10). pp. 64-76.
7. Gerald F. Marshall Handbook of Optical and Laser Scanning, Marcel Dekker, Inc., 2004. URL: academia.edu/5716700/Handbook_of_Optical_and_Laser_Scanning
8. Piskovesk O.V., Minina T.A., Khamidulina N.V. Mobilnoe lazernoje skanirovanie. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport 2018), Tom 2. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2018. pp.321-323.



9. Koloshina G.V., Pankova E.A., Mirzoyan A.E. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport 2020), Tom 2. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2020. pp. 288-291.
10. Kushtin V.I., Pimshina T.M., Petrenko A.I., Khatlamadgian U.U. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport 2018), Tom 2. Rost. gos. un. putey soobshcheniya. Rostov- na - Donu, 2018. pp. 289–293.