



Геоинформационные технологии для проектирования, строительства, мониторинга объектов инфраструктуры и путевого хозяйства ОАО РЖД

В.И. Куштин, А.А. Ревякин, П.Н. Щербак

Ростовский государственный университет путей сообщения

Аннотация: В статье рассмотрены возможности внедрения геоинформационных технологий, в том числе высокоточных методов координатно-временного обеспечения, мобильного лазерного сканирования, в производственные процессы проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта и диагностики железнодорожной инфраструктуры. Показаны существующие проблемы широкого внедрения технологии мобильного лазерного сканирования применительно к съемкам объектов железной дороги.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, высокоточная координатная система ОАО «РЖД», мобильное лазерное сканирование, геодезическое обеспечение.

В соответствии с задачами, которые определены «Долгосрочной программой развития открытого акционерного общества "Российские железные дороги" до 2025 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации 19.03.2019 г. № 466-р. и «Стратегией научно-технологического развития холдинга "РЖД" на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года ("Белая книга")», утвержденной распоряжением ОАО "РЖД" от 17.04.2018 г. № 769р., в перечень основных направлений инновационного развития холдинга входят:

- развитие транспортно-логистических систем в едином транспортном пространстве;
- создание и внедрение динамических систем управления перевозочным процессом с использованием искусственного интеллекта;
- внедрение инновационных систем автоматизации и механизации станционных процессов («интеллектуальная станция»);
- разработка и внедрение перспективных технических средств и технологий инфраструктуры путевого комплекса, железнодорожной автоматики и

телемеханики, электрификации и электроснабжения, инновационных информационных и телекоммуникационных технологий;

- установление требований для создания и внедрения инновационного подвижного состава;
- развитие системы управления безопасностью движения и методов управления рисками, связанных с безопасностью и надежностью перевозочного процесса;
- разработка и внедрение технических средств и технологий для развития скоростного и высокоскоростного движения.

Согласно «Стратегии цифровой трансформации ОАО "РЖД" до 2025 года» (приложение № 4 к протоколу заседания совета директоров ОАО "РЖД" от 25.10.2019 г. № 5), ключевыми составляющими информационно-технологического обеспечения указанных направлений должны быть современные геоинформационные технологии, в том числе высокоточные методы координатно-временного обеспечения (высокоточная координатная система ОАО «РЖД» (ВКС)), внедряемые в производственные процессы строительства, эксплуатации, ремонта и диагностики инфраструктуры, организации движения, управления тяговыми ресурсами. Примером реализации такого подхода является разработка высокоточной координатной системы высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург – Буловская [1].

Для сбора, обработки и обновления различных типов данных и моделей объектов в единой системе координат используются [2,3]:

- результаты воздушного, мобильного и наземного лазерного сканирования;
 - данные аэрофотосъемки и наземной съемки;
 - данные с вагонов-путеизмерителей и диагностических комплексов;
 - космические снимки;
 - картографические данные из открытых источников;
-

- результаты осмотров, вводимые с использованием мобильных терминалов или устройств, оснащенных системой GPS/ГЛОНАСС;
- проектные параметры объектов и данные инженерных изысканий;
- георадарограммы, результаты геологических изысканий;
- прочие данные, имеющие пространственную составляющую.

Создание базы геопро пространственных данных основывается на разработке единых требований к их представлению в части:

- типов пространственных данных и способах их представления;
- форматов пространственного описания;
- точности и детальности;
- правил цифрового описания объектов;
- принципов классификации, кодирования и ведения нормативно-справочной информации объектов и их характеристик;
- периодичности обновления.

Ведение единой базы пространственных данных в единой системе координат, собранных, проверенных и обработанных в соответствии с единой методикой, по общим требованиям позволяет [4, 5]:

- исключить дублирование данных при сборе и актуализации;
- обеспечить возможность их использования для всех причастных служб ОАО «РЖД»;
- повысить качество наборов данных и, как следствие, качество принятия управленческих решений;
- организовать анализ данных на основе сопоставления их различных поколений и регулярного инструментального мониторинга.

Для проектирования, строительства и мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры, а также для содержания путевого хозяйства необходимо наличие актуальной на момент их производства базы

пространственных данных, которая должна обеспечиваться сплошной съемкой объектов инфраструктуры, находящихся в полосе отвода [6].

Для актуализации базы пространственных данных в единой системе координат возможно использование различных источников данных (рис.1):

- результатов лазерной съемки;
- материалов фотофиксации;
- топографических планов;
- ортофотопланов;
- материалов георадарной съемки;
- координат пунктов опорной геодезической сети (ОГС).

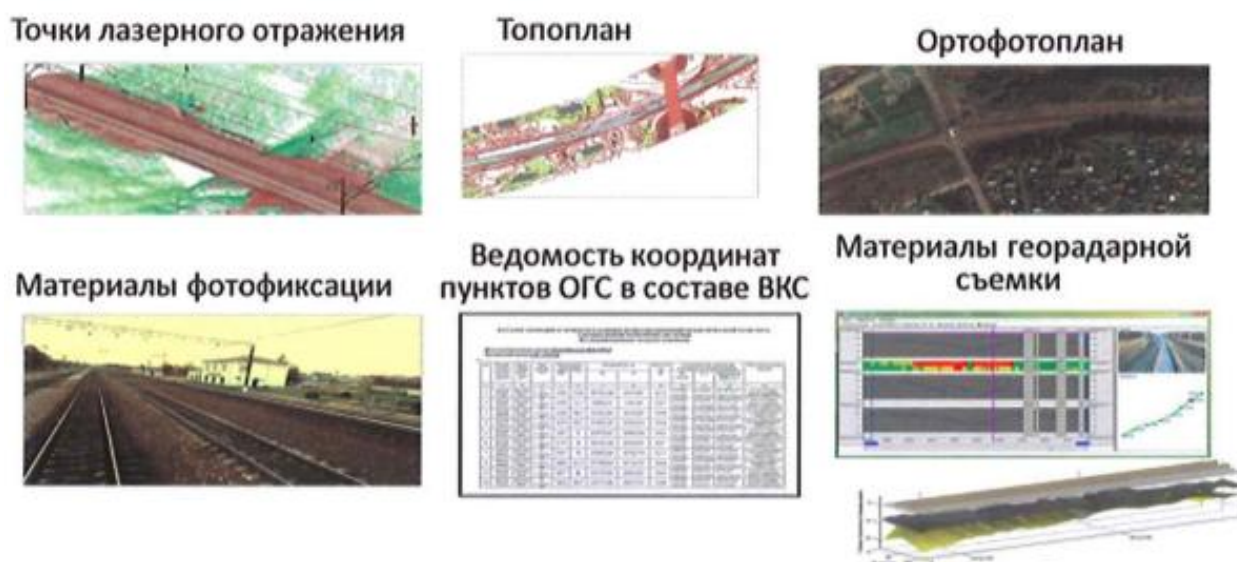


Рис. 1. - Источники информации для актуализации базы пространственных данных инфраструктуры.

Источник: Концепция внедрения геоинформационных технологий, в том числе высокоточных методов координатно-временного обеспечения, в производственные процессы строительства, эксплуатации, ремонта и диагностики инфраструктуры, организации движения, управления тяговыми ресурсами. Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" №2976/р 30.12.2020 г.

Результатом обработки всей совокупности исходных данных является трехмерная модель участка (рис.2).

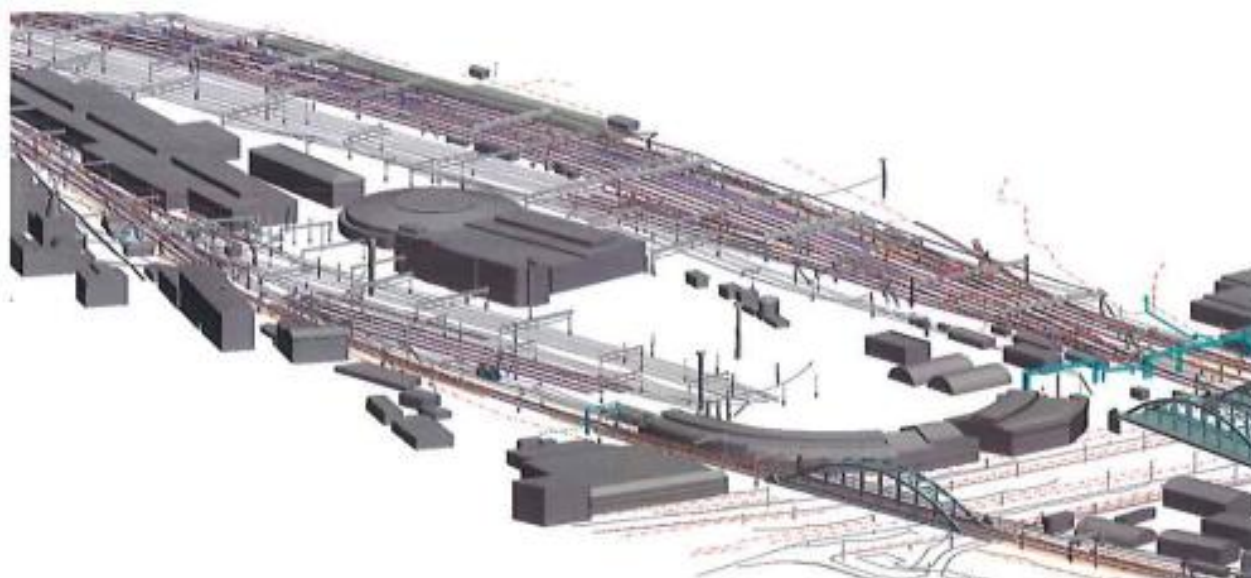


Рис. 2. - Трехмерная модель.

Источник: Концепция внедрения геоинформационных технологий, в том числе высокоточных методов координатно-временного обеспечения, в производственные процессы строительства, эксплуатации, ремонта и диагностики инфраструктуры, организации движения, управления тяговыми ресурсами. Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" №2976/р 30.12.2020 г.

Применительно к объектам капитального строительства и проектирования трехмерные модели могут быть использованы [7]:

- для разработки вариантов трасс проектируемых железных дорог в виде цифровых моделей местности и проектируемого пути;
- для создания натуральных и целевых моделей построенной железнодорожной инфраструктуры;
- для получения цифровых планов объектов инфраструктуры и прилегающих территорий для систем проектирования, строительства, реконструкции и капитального ремонта с учетом высотной составляющей.

Применительно к объектам путевого хозяйства [8]:

- проектные (паспортные) геометрические и геодезические параметры всех элементов;
- цифровые модели плана и профиля пути;

- объекты в полосе отвода;
- координаты начала и конца элемента рельсового пути;
- натурные параметры вертикальных и горизонтальных кривых, углы поворота, уклоны, возвышение наружного рельса, ширина колеи;
- габариты приближения строений, ширина междупутья на перегонах и станциях, параметры поперечного профиля земляного полотна;
- параметры основной площадки земляного полотна;
- параметры балластной призмы;
- параметры переезда и прилегающей автодороги;
- параметры искусственного сооружения;
- пересечения с железной дорогой надземными и подземными коммуникациями.

Согласно системно-технический проекту «Комплексная система пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта», утвержденному старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем 1 июля 2011 г., основной способ выполнения съемки – высокоточное мобильное лазерное сканирование (МЛС) железнодорожного пути с подвижного средства, результатом которого является получение облака точек в единой пространственно-временной системе координат [9, 10].

Однако, в настоящее время, выбор такого метода съемки, как основного представляется труднореализуемым. Данное предположение основывается на следующих обстоятельствах: отсутствие отечественного оборудования для МЛС и программного обеспечения для автоматизированной обработки полученных результатов, а также высокая стоимость систем мобильного сканирования. Точностные характеристики конечных результатов лазерного сканирования, как правило, уступают результатам изысканий геодезическими методами, а технология проведения съемки требует выполнения комплекса дополнительных работ и, как следствие, затрат (установка аппаратуры на



транспортное средство, создание реперной сети и специальной сети опознаков на ее основе и т.п.). Также дополнительных затрат времени и средств требует согласованность мероприятий с графиком движения и необходимостью выполнять МЛС в прямом и обратном направлениях для съемки «мертвых» зон. Часто требуется выполнение дополнительных маршрутов для досъемки неотсканированных по различным причинам объектов. Что касается обработки данных МЛС, то этот процесс не автоматизирован, и соответственно, трудоемкий, значит, предполагает получение различных по качеству результатов в зависимости от квалификации исполнителя. И если задача состоит в получении геодезических данных для проектирования, строительства или геодезического мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры, то она решается методами спутниковой и классической геодезии с требуемой точностью и меньшими временными и финансовыми затратами.

Данные обстоятельства ни в коей мере не умаляют потенциал инновационных методов МЛС, но показывают необходимость скорейшего решения перечисленных проблем, в том числе, и проблемы геодезического обеспечения МЛС.

Литература

1. Духин С.В., Нуйкин А.В., Куприянов А.О., Бекчанова Е.С. Разработка высокоточной координатной системы высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург – Бусловская // Известия высших учебных заведений, раздел Геодезия и аэрофотосъемка, №2, М.: 2013. С. 49-52.
 2. Куштин В.И., Турчик С. Е., Глинская О. С. Анализ современных методов получения геопространственной информации при мониторинге объектов железнодорожной инфраструктуры // Инженерный вестник Дона, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8004.
-

3. Куштин В. И., Ревякин А.А., Колошина Г.В., Петренко А.М. Комплексная система пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта // Инженерный вестник Дона, 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6211.
 4. Ознамец В.В. Геодезическое обеспечение железнодорожных трасс // Наука и технологии железных дорог. 2019. Т.3. №3 (11). С. 50-60.
 5. Ознамец В.В. Геодезическое обеспечение мобильного лазерного сканирования железных дорог. Наука и технологии железных дорог. 2019. Т.3. № 2 (10). С. 64-76.
 6. 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.
 7. Духин С. В., Баяндурова А.А., Духина Н.А. Особенности применения геоинформационных систем и технологий для решения производственных задач ОАО «Российские железные дороги». Геоинформатика. 2020. №4. С. 28-32.
 8. Духин С.В., Нуйкин А.В. Технология применения координатных методов при проведении ремонтно-путевых работ на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта. Наука и технологии железных дорог. 2017. Т.1. № 3 (3). С. 67-73.
 9. Gerald F. Marshall Handbook of Optical and Laser Scanning, Marcel Dekker, Inc., 2004, 792 p.
 10. Dassot, M., Constant, T., & Fournier, M. (2011). The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: application fields, benefits and challenges. Annals of forest science, 68(5), Pp. 959-974.
-



References

1. Dukhin S.V., Nuykin A.V., Kupriyanov A.O., Bekchanova E.S. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy, razdel Geodeziya i aerofotos"yemka, №2, M.: 2013, pp. 49-52.
2. Kushtin V.I., Turchik S. E., Glinskaya O. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8004.
3. Kushtin V. I., Revyakin A.A., Koloshina G.V., Petrenko A.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6211.
4. Oznamets V.V. Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog. 2019. T.3. №2 (10). pp. 50-60.
5. Oznamets V.V. Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog. 2019. T.3. №3 (11). pp. 64-76.
6. Opatskikh, A.N., Revyakin A.A. Sbornik nauchnykh trudov «Transport: nauka, obrazovaniye, proizvodstvo» (Transport-2019): T.3. Rostov n/D: Rost. gos. un-t. putey soobshcheniya, 2019. pp.128-131.
7. Dukhin S. V., Bayandurova A.A., Dukhina N.A. Geoinformatika. 2020. №4. pp. 28-32.
8. Dukhin S.V., Nuykin A.V. Nauka i tekhnologii zheleznykh dorog. 2017. T.1. № 3 (3). pp. 67-73.
9. Gerald F. Marshall Handbook of Optical and Laser Scanning, Marcel Dekker, Inc., 2004. p. 792.
10. Dassot, M., Constant, T., & Fournier, M. (2011). The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: application fields, benefits and challenges. Annals of forest science, 68(5), Pp. 959-974.