

ленческих, программно-технических мероприятий на основе повышения полноты и точности исходных данных. Эффективность работы всех подразделений работы повысится за счет качества управления и функционирования имеющимися ресурсами, обоснованного планирования и расчета материальных затрат в развитие железной дороги.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Дралова Ирина Петровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов».

УДК 656.22.05:528

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ  
ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ,  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

*И. П. ДРАЛОВА, Н. С СЫРОВА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Развитие геодезической науки, методов измерений и способов представления данных позволяет расширить сферу их применения на различные отрасли, в том числе применять их на железнодорожном транспорте. Цифровая модель пути предназначена для подробного описания пространственного положения всех элементов железнодорожного пути, отдельных объектов инфраструктуры и обеспечения единой координатной среды для всех измерительных средств.

Цифровые модели – универсальное средство представления объектов инфраструктуры, что позволяет использовать их при проектировании, строительстве и мониторинге инженерных сооружений. Цифровая модель пути лежит в основе современного геодезического сопровождения железных дорог.

Цифровые модели пути используют для определения пространственного положения оси пути, габаритов приближения строений; создания продольных и поперечных профилей, паспорта кривой, в балластеровочных работах, привязки к линейной координате пути результатов дефектоскопических исследований, съемки мобильным сканером координатного положения железнодорожного пути, а также для решения ряда других задач [1].

Особенности и трудности геодезического сопровождения железных дорог были всегда связаны со спецификой работы и структурой объектов железнодорожного транспорта, находящихся под действием динамических

нагрузок, которые оказывают влияние на параметры геометрии пути. При росте скоростей движения увеличиваются требования к точности определения координатных параметров и интенсивности их изменения. Перечень приборов, инструментов и методов производства геодезического сопровождения железных дорог разнообразен. Традиционные (оптические) средства измерений заменяются современными лазерными сканерами, электронными роботизированными тахеометрами, спутниковыми приборами и другими устройствами, и приборами, которые позволяют без дополнительных преобразований создавать цифровую модель пути и вести измерения в абсолютных отметках, в государственных координатах геодезической сети или местных. Новые средства обладают и большей производительностью.

Различают два качественных вида цифровых моделей железнодорожного пути – это цифровые модели верхнего и нижнего строений пути. Верхнее строение пути предназначено для восприятия нагрузок от колес подвижного состава и передачи их на нижнее строение пути, а также для направления движения колес по рельсовой колее. Оно включает рельсы, рельсовые скрепления, подрельсовые опоры и балластную призму, а также элементы соединений и пересечений путей (стрелочные переводы, глухие пересечения и др.). Верхнее строение пути обеспечивает безопасное движение поездов с установленными максимальными скоростями, и поэтому его элементы должны обладать прочностными характеристиками и быть надежными в работе. К нижнему строению относятся земляное полотно и некоторые искусственные сооружения. Они обеспечивают выравнивание земной поверхности и необходимые план, профиль и устойчивость железнодорожного пути. Нижнее строение пути воспринимает нагрузки от рельсошпальной решетки, балласта и подвижного состава, равномерно распределяя ее на нижележащий естественный грунт.

Цифровые модели пути обеспечивают: цифровое представление пространственного положения железнодорожного пути; неотъемлемую связь пространственного положения пути в глобальных координатах; создание единой координатной среды для всех пользователей среды; представление и возможность пересчета данных в любые системы координат; корректировку в базы данных инфраструктуры после завершения ремонтов, паспортизации, инвентаризации, изменений системы координат и т.д.; решения инженерных задач.

Практическая составляющая цифровой модели пути является основой высокоточной привязки всех объектов железных дорог, обеспечивает единство координатной среды (например, специалисты используют глобальную систему координат при решении конкретных инженерных задач, проектировщики используют плоскую прямоугольную систему координат Гаусса – Крюгера, а дорожные мастера – линейную систему координат (КМ + ПК + М). При этом любая точка инфраструктуры железной дороги однозначно определяется в

трех системах координат, при необходимости – одновременно); обеспечивает геодезическую привязку и позиционирование в любой точке железнодорожной сети при измерении в глобальных координатах и их преобразование в другие системы, например прямоугольные или линейные; является основой электронных проектов (цифровой модели пути), позволяет использовать их в течение длительного периода и сохранять пространственное положение оси пути в проектном положении в течение межремонтного срока [2].

В отличие от других моделей, цифровые модели дают возможность исследовать не только состояние и ситуацию вокруг железнодорожного пути, но и динамику изменения ситуации. Современные цифровые модели позволяют оценивать взаимодействие между земляным полотном и окружающей средой и повышать качество содержания инфраструктуры за счет высокой степени информационного обеспечения при принятии управленческих решений.

Информационные потребности цифровых моделей включают необходимость получения координат точек местности и дополнения связей между точками. Для решения большинства задач получения координат для пространственных цифровых моделей применяют геодезические технологии сбора информации. В настоящее время наиболее широко применяют электронные тахеометры и лазерные сканеры.

Электронные тахеометры применяют при топографической съемке. В такой технологии измеряют направление на точку визирования (горизонтальные и вертикальные углы), расстояние до этой точки (дальность) и превышение точек стояния прибора и визирования. Современные электронные тахеометры имеют конструкцию, позволяющую работать в условиях широкого интервала температур, повышенной влажности и запыленности. Лазерный дальномер (лазерная рулетка) современных электронных тахеометров может измерять расстояния без отражателя. Для установки прибора на нужной точке применяется оптический или лазерный центрир.

Одним из устройств сбора пространственной информации в поле является наземный лазерный сканер. Существуют разные названия этого прибора: наземный лазерный сканер, лазерный 3D-сканер, лазерная сканирующая система. Лазерный сканер – это прибор, оснащенный высокоскоростным безотражательным лазерным дальномером и системой изменения направления луча лазера – специального поворотного зеркала. Лазерный луч сканирует шаг за шагом объекты на своем пути и, отражаясь от этих объектов, создает их видимый образ: так называемое «облако пространственных точек». Наземный лазерный сканер – это сканирующий лазерный «безотражательный» дальномер импульсного или фазового типа. Дальномер измеряет расстояние от точки установки О до точки А отражения лазерного луча. Сканирование по азимуту, как правило, осуществляется разворотом сканера вокруг вертикальной оси, а сканирование по углу места – качанием. При

работе со сканером задают область сканирования. Это сектор поворота зеркала, в котором с большой скоростью до 50 000 точек в минуту распространяется лазерный луч дальномера. Такая технология обеспечивает практически сплошную съемку интересующего объекта. При этом плотность точек лазерного сканирования может быть от 0,25 мм до 1 м и более. В результате получается массив точек, каждая из которых имеет пространственные координаты X, Y, Z и информацию о псевдоцвете.

Создание цифровых моделей железнодорожного пути с использованием специальных технических средств съемки и обработки данных позволяет значительно повысить качество решений при модернизации объектов железной дороги.

### **Список литературы**

1 **Майоров, А. А.** Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики / А. А. Майоров, В. Я. Цветов // Информационные технологии. – 2013. – № 11. – С. 2–7.

2 **Павлов, А. И.** Цифровое моделирование пространственных объектов / А. И. Павлов // Славянский форум. – 2015. – № 4 (10). – С. 275–282.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

■ Дралова Ирина Петровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов»;

■ Сырова Наталья Сергеевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов».

УДК 656.222.4

## **МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В ПЕРИОД РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

*С. Ю. ИВАНЧИН, О. В. ИВАНЧИНА*

*Самарский государственный университет путей сообщения,  
Российская Федерация*

Проведение постоянной модернизации пути – необходимость сегодняшнего времени. Неблагоприятные тенденции в экономике и неустойчивость спроса на перевозки сказываются на финансировании содержания инфраструктуры и вызывают повышение уровня износа основных фондов. Без устойчивой работы транспортной системы и, в первую очередь, без посто-