

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ПРОЕКТА ПУТИ И ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Андрей Анатольевич Быков

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, аспирант, ведущий инженер, тел. (962)831-00-93, e-mail: BikovAA82@gmail.com

Кристина Владимировна Челядинова

ОАО «РЖД», Западно-Сибирская дирекция инфраструктуры, Инская дистанция пути, 630046, Россия, г. Новосибирск, ул. Первомайская, 174, инженер технического отдела, тел. (913)715-96-74, e-mail: chrisvg@yandex.ru

Разработка технологии на базе электронных карт и ГНСС информационного обеспечения железных дорог является одним из направлений развития цифровой железной дороги. В рамках реализации данного направления разработан программный комплекс сопровождения ремонтов и строительства железнодорожного полотна на базе цифрового проекта пути. Данный комплекс позволяет решать задачи подготовки рабочего проекта ремонта и строительства железнодорожного пути, подготовки исполненной документации, позиционирования на местности с отображением на цифровой модели пути, так же доступны функции линейной привязки при работе путевых машинных комплексов, визуализация данных на этапе формирования цифрового проекта пути. Кроме использования разработанного программного обеспечения (NavDMR) для решения инженерных задач строительства и ремонта железнодорожного пути, возможно полноценное применение в рамках текущей эксплуатации железнодорожной инфраструктуры.

Ключевые слова: цифровой проект пути, навигационные системы.

THE DIGITAL PROJECT OF THE TRACK AND ELECTRONIC MAPS FOR THE CONSTRUCTION AND REPAIR OF THE RAILWAY

Andrey A. Bikov

Siberian Transport University, 191, Dusi Kovalchuk St., Novosibirsk, 630049, Russia, Ph. D. Student, Leading Engineer of the Research Laboratory for Diagnostic of Road Surfacing and Roadbed, phone: (961)831-00-93, e-mail: BikovAA82@gmail.com

Kristina V. Chelyadinova

Russian Railways, West Siberian Infrastructure Directorate, Inskaya Permanent way Division, 174, Pervomayskay St., Novosibirsk, 630046, Russia, Engineer, Technical Department, phone: (913)715-96-74, e-mail:chrisvg@yandex.ru

Development of technology based on electronic maps and GNSS informational support of railways is one of the directions for the development of digital railways. As part of the implementation of this direction, a software complex for maintenance of repairs and construction of railway tracks was developed based on the digital project of the track. This complex allows solving the tasks of preparing a working draft of repair and construction of a railway track, preparing completed documentation, positioning on the ground with a digital model displayed on the track, also functions of linear referencing are available when running track machines, data visualization at the stage

of creating a digital track project. In addition to using the developed software (NavDMR) for solving engineering problems of railway track construction and repair, it is possible to fully use it as part of the current operation of the railway infrastructure.

Key words: digital project of the track, navigation systems.

Введение

Определение местоположения и навигация с использованием ГНСС технологий глубоко проникли не только в нашу повседневную жизнь, но и практически во все сферы бизнеса. Бесчисленное количество всевозможных трекеров, мобильных приложений позволяют определять местоположение сотрудников, автомобилей, техники и грузов.

Компания ОАО «РЖД» не остается в стороне от данных новшеств. «Стратегия развития железнодорожного транспорта в России до 2030 года», утвержденная Правительством РФ 17 июля 2008 г., предусматривает широкое внедрение в железнодорожный комплекс страны современных спутниковых навигационных технологий, основанных на использовании глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и систем цифровой связи, направленное на повышение эффективности процесса эксплуатации, строительства и ремонта, а также безопасности движения поездов.

Методы и материалы

С 2012 г. на Западно-Сибирской железной дороге внедряется технология строительства и ремонта железнодорожного пути с применением систем автоматического управления (САУ) на основе ГНСС технологий ГЛОНАСС/GPS устанавливаемых на путевые машины.

Для работы САУ требуется цифровой проект пути, который создается на основе проектно-сметной документации исполнителями работ (путевыми машинными станциями) в три этапа:

1) съемка фактического положения ремонтируемого пути с применением аппаратно-программного комплекса «Профиль» (АПК «Профиль»);

2) выполнение работ по вводу проектных данных (положение опор контактной сети, значения междупутья, расстояния до опор контактной сети, план и профиль пути) для совмещения с данными съемки с целью расчета цифрового проекта пути;

3) актуализация цифрового проекта пути на местности при проведении подготовительных работ перед строительством и ремонтом железнодорожного пути.

Цифровой проект пути применялся только для работы САУ и был недоступен инженерно-техническим работникам и руководителям работ (дорожным мастерам) для применения в процессе строительства и ремонта пути. Выноска существующего и проектного положения пути, контроль за работой путевых

машин, позиционирование на местности осуществляется только по проектной документации в печатном виде. При этом позиционирование работников производится относительно устройств инфраструктуры – опор контактной сети, светофоров, и других сооружений, что в полевых условиях ведет к различному виду потерям, выделим основные из них:

- сложность определения местоположения (пикетажа) относительно опор контактной сети при отсутствии номера или недостаточной освещенности в ночное время;

- затруднение работы с проектной документацией при недостаточной освещенности.

- приход в негодность печатной документации в связи с неблагоприятными погодными условиями.

- неудобство использования проектной документации в полевых условиях из-за большого объема информации.

На сегодняшний день производится переработка проектной документации с целью свести все необходимые данные в один документ, так называемый «рабочий профиль» создается с нуля, при помощи такого программного обеспечения как Autocad, Visio, а чаще всего при помощи встроенного векторного редактора в программу EXCEL, поскольку проектно-сметная документация выдается в печатном виде, либо в электронном формате PDF, редактировать данную документацию не представляется возможным. Перечисленное программное обеспечение не позволяет автоматизировать процесс создания рабочего профиля. Также полученная документация, после проведения работ, не используется в создании исполненной документации.

Решить проблему с автоматизацией переработки проектной документации позволяет программное обеспечение, созданное для АПК «Профиль-М». Данное программное обеспечение предназначено для автоматического построения продольного профиля железнодорожного пути, а также служит для формирования ряда отчетной документации необходимой при приемке отремонтированных километров в эксплуатацию. Гибкий инструмент вывода данных позволяет сформировать рабочий профиль практически в любой конфигурации.

НИЛ ДДО и ЗП СГУПСa было разработано программное обеспечение «Железнодорожный навигатор» для мобильных коммуникаторов на базе операционной системы Windows. Данное программное обеспечение используется в качестве индивидуального прибора дорожного мастера и позволяет преобразовать глобальные координаты в линейные и отображает данные цифрового проекта пути, что позволяет контролировать качество работ при ремонте или выполнять разбивочные работы.

Поскольку используемые мобильные коммуникаторы имеющие в своем составе высокоточные GNSS приемники имеют стоимость сотни тысяч рублей обеспечить сотрудников инженерно-технических отделов и дорожных мастеров на данном этапе не представляется возможным. Также на производстве остро стоит вопрос целостности и сохранности дорогостоящего оборудования.

В настоящее время, когда современные телефоны по производительности стали сопоставимы с настольными компьютерами и ноутбуками мы получаем новую идеологию применения данных устройств. В быту современный человек уже не может представить себя без мобильных устройств. Они используются при общении, поиске информации, развлечении, а с появлением в них GNSS приемников активно используется и в навигации.

Точность имеющихся приемников в строенных в современные телефоны составляет 5 м, что обеспечивает уверенное позиционирование на цифровых картах местности.

Из-за отсутствия программного обеспечения, позволяющего отображать цифровой проект пути, на мобильных устройствах под управлением операционной системой Android было принято решение о разработке новой системы с дополнительными возможностями. В результате был создан программный продукт под названием NavDMR (Navigation on a Digital Model Railways).

Данное программное обеспечение позволяет отображать данные цифрового проекта железнодорожного пути и позиционировать работника с привязкой к линейным координатам в границах участка работ при помощи технологий GPS/ГЛОНАСС. Программное обеспечение доступно как для платформ Windows, так и для платформ Android.

Для отображения данных цифрового проекта пути используется тот же файл данных, что и используемый в системах автоматического управления путевых машин (ЭЛБ, ВПО, РМ). В режиме визуализации цифрового проекта программа отображает номера и расстояние до опор контактной сети, междупутные расстояния, проектную разность головок рельса по отношению к соседнему пути.

Применение цифрового проекта позволяет:

- визуализировать данные на этапе формирования цифрового проекта пути для исключения возможных ошибок допущенных при вводе данных;
- актуализировать цифровой проект на местности во время геодезической подготовки участка работ;
- осуществлять позиционирование на местности привычным способом как во всех современных картографических системах (2Gis, Google Map, Yandex и др.);
- обеспечить свободный и быстрый доступ к проектным данным во время производства работ, вне зависимости от времени суток и погодных условий;
- визуализировать «рабочий профиль» с возможностью позиционирования при помощи цифрового проекта пути в линейной системе координат.

Применение «рабочего профиля» требуется при контроле параметров работы выправочных и щебнеочистительных машин, а также при позиционировании работника на месте проведения работ в привычной форме проекции трассы на вертикальную плоскость (продольном профиле пути) (рис. 1).



Рис. 1. Позиционирование на профиле

Отдельными структурными подразделениями делались попытки адаптации под эксплуатационные нужды путевого хозяйства общедоступных *навигационных систем*, например, таких, как МТС «Координатор» на базе «Яндекс карты». Главным недостатком, несмотря на достаточно простой интерфейс и широкий функционал данного ПО, явилось отсутствие линейной привязки к объектам железнодорожной инфраструктуры (км, ПК, стрелочный перевод, опора контактной сети). К тому же далеко не все сервисы поддерживают работу в офлайн-режиме, также не все системы позволяют наносить на свои карты пользовательские данные.

По этим причинам было решено оснастить программное обеспечение NavDMR новой функцией отображения карты местности открытого веб-картографического сервиса OpenStreetMap (рис. 2).

В данном модуле реализован принцип открытых данных – при подключении к системе местоположение пользователей становится обоюдно доступным. Применение данного метода не позволит оттолкнуть работников от использования данного программного продукта, что важно в условиях добровольного распространения и установку на личные устройства работников. Пользователям доступна возможность создания и редактирования меток, отображение цифрового проекта пути на географической карте, функция отображение разных систем координат (WGS, Web Mercator, СК-42) с возможностью копирования в буфер обмена для дальнейшего использования.

Программное обеспечение NavDMR имеет возможность использования карты без доступа к сети Интернет для чего необходимо заранее сформировать файл с растровыми картами (так называемыми тайлами), позволяет отображать цифровой проект пути на географическую карту местности, в результате при позиционировании и мониторинге мы видим привязку к линейным системам координат и к опорам контактной сети.

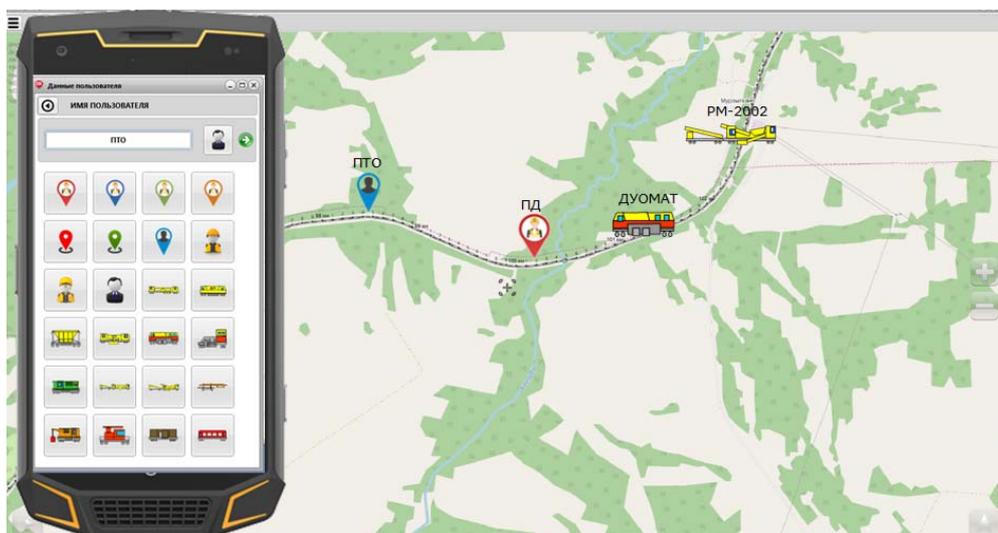


Рис. 2. Реализация принципа открытых данных OpenStreetMap

Кроме использования разработанного программного обеспечения (NavDMR) для решения инженерных задач строительства и ремонта железнодорожного пути, возможно полноценное применение в рамках текущей эксплуатации железнодорожной инфраструктуры.

С 2012 г. учет состояния путевого хозяйства ведется в единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой (ЕКАСУИ). По результатам прохода путеизмерительных средств (в том числе оборудованных фото- и видеофиксацией) в ЕКАСУИ формируются инциденты, отражающие вид выявленных неисправностей с указанием линейной привязки. Данная информация доступна в формате EXCELE, и может быть использована для визуального отображения неисправностей на цифровой модели пути. Такой же механизм формирования учетных данных по результатам неразрушающего контроля рельсового хозяйства. Все выявленные дефектные и острodefектные рельсы заносятся в модуль ЕКАСУИ РК (рельсовая книга) и доступны для выгрузки в EXCELE и дальнейшей интеграции данных в программный модуль NavDMR.

Визуализация отступлений геометрии рельсовой колеи и дефектности рельсов позволит оперативно оценить состояние железнодорожного пути, ход плановых работ по устранению неисправностей, вовремя скорректировать план работы путевых бригад.

Результаты

Внедрение программного обеспечения NavDMR решает задачу создания единого рабочего цифрового пространства, в котором будут взаимодействовать все сотрудники и механизмы участвующие в процессе строительства, ремонта и эксплуатации пути. Доступность и простота разработанного приложения не требуют специальных навыков и дополнительного обучения работников.

Данное программное обеспечение создано прежде всего для координации и взаимодействия инженерно-технических работников, руководителей среднего и высшего звена: применение цифрового проекта, в мобильных устройствах позволяет производить автоматическое позиционирование, уйти от использования проектных данных на бумажном носителе, визуализировать текущую работу бригад, что окажет положительное влияние на качество решения инженерных задач и эффективность производственного процесса ремонта и строительства пути.

Перспективные направления развития в первую очередь охватывают вопросы интеграции в систему эксплуатации железнодорожной инфраструктуры. Для этого необходимо реализовать модуль взаимодействия с единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой (ЕКАСУИ).

Также для расширения функционала программы планируется реализовать следующие возможности: отображение растровых карт Yandex, Google, векторных карт OpenStreetMap, прикрепление фотоснимков к меткам пользователя, отображение объектов инфраструктуры (мосты, трубы, светофоры, платформы и т. д.), отображение зон ограниченной видимости, мест выгрузки балласта, маршрутов проезда, адаптация программного обеспечения для платформ Apple (iOS, OS X).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербаков В. В., Ковалева О. В., Щербаков И. В. Цифровые модели пути – основа геодезического обеспечения проектирования строительства (ремонта) и эксплуатации железных дорог // Геодезия и картография. – 2016. – № 3. – С. 10–25.
2. Колмогоров В. Г. Основы геодезии и топографии : учеб. пособие / Новосибирский государственный университет. – Новосибирск, 2004. – С. 26–30.
3. Матвеев С. И., Коугия В. А. Цифровые (координатные) модели пути и спутниковая навигация железнодорожного транспорта : учеб. пособие / ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2013. – С. 14–17.

© А. А. Быков, К. В. Челядинова, 2019