

Метод определения эффективности спутниковых систем ГЛОНАСС / GPS при реконструкции и ремонтах железнодорожного пути

В статье автором отмечается прогрессивность и инновационность системы ГЛОНАСС / GPS, которая обеспечивает точность и контроль параметров укладки пути на всех технологических этапах выполнения работ, автоматизацию производственного процесса и безопасность труда работников во время производства работ со значительным экономическим эффектом.

Ключевые слова: *прогрессивность, инновационная система, высокая надежность, эффективность, добавленная ценность.*

В классической технологии работы путевых машинных станций (ПМС) при реконструкции и ремонтах пути контроль проектных параметров верхнего строения пути осуществляется инженерами-технологами в плане и профиле относительно реперов, вынесенных на опоры контактной сети. У данной технологии есть существенные недостатки, а именно: контроль точности укладки осуществляется через 50 м; выполнение трудовых и технологических операций сопровождается нахождением работников в опасной зоне; отсутствие автоматизации производственного процесса; наличие длинных неровностей, создающих препятствие для скоростного движения поездов. Как правило, такой контроль осуществляется с помощью обычных рулеток и путевых уровней, что не способствует высокой точности измеряемых величин.

При модернизации пути качество выполняемых работ является ключевым показателем работы путевых машинных станций. Под качеством понимается соблюдение проектных параметров модернизируемого пути, таких как: высотные отметки пути и основной площадки земляного полотна, положение пути в плане, толщина балластной призмы и т.п.

Для соблюдения проектных параметров необходимо постоянное и качественное геодезическое сопровождение ключевых технологических операций, таких как: вырезка загрязненного балласта – в части подготовки основной площадки земляного полотна на проектных отметках; подъемка пути – в части постановки рельсошпальной решетки в плане и профиле на проектные отметки с точностью ± 20 мм; выправка пути – в части оконча-

тельного приведения всех элементов пути в соответствие требованиям проекта.

В современных условиях вышеперечисленные операции автоматизированы и усовершенствованы для применения их электробалластером, оснащены системой автоматического управления постановкой пути в проектное положение в плане и профиле на основе относительного метода с использованием ГЛОНАСС / GPS с лазерным дальномером.

При укладке пути такие операции, как вырезка балласта, подъемка пути, выправка пути, могут выполняться в автоматическом режиме с использованием цифровой модели пути (ЦМП). Данная модель создается проектировщиками либо исполнителем на основе выданной технической документации.

На Западно-Сибирской железной дороге такая модель активно применяется с 2010 г., а первые испытания и отработки автоматизированной технологии выполнялись еще в октябре 2008 г. при реконструкции верхнего строения пути на перегоне Заринская – Смазнево. Работа путевых машин, задействованных в реконструкции и ремонтах пути, на протяжении последних пяти лет организована с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС / GPS (рис. 1) и основана на едином принципе сравнения текущих координат и параметров с проектными, а также на дальнейшем приведении существующих значений к проектным величинам. В 2014 г. объем работ по реконструкции и ремонту пути, выполненный с применением ЦМП-технологии, достиг 112,8 км.

Цифровыми моделями системы автоматизированного управления (САУ) оснащены

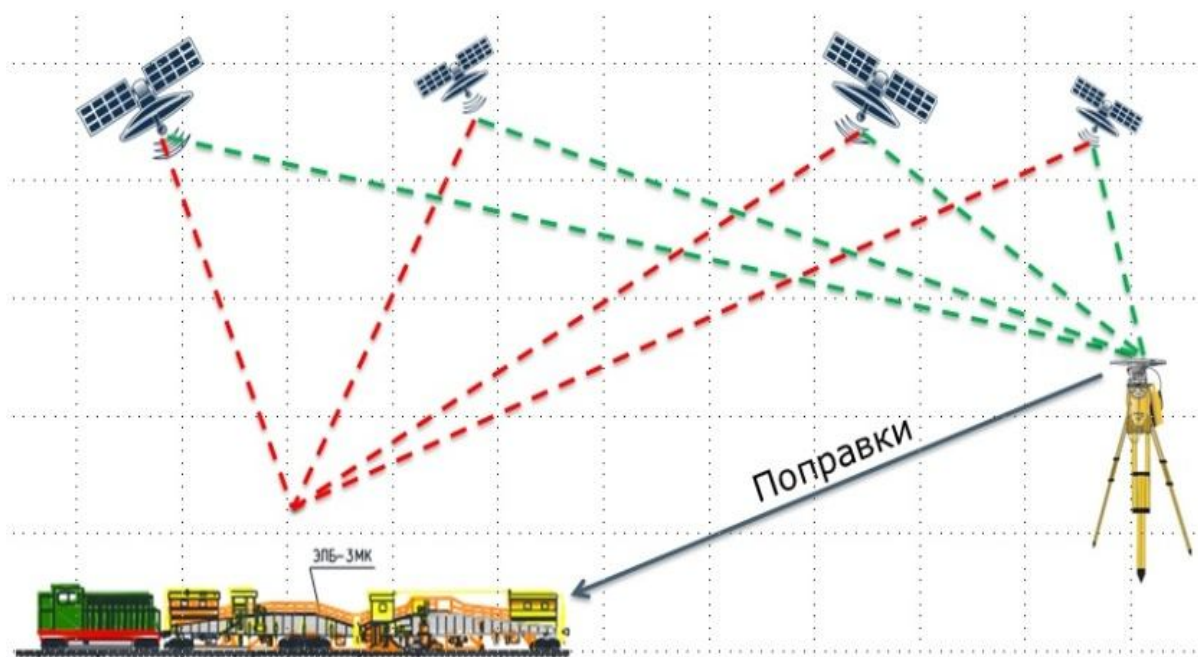


Рис. 1. Работа путевых машин с использованием ГЛОНАСС / GPS

путевые машины тяжелого типа ЩОМ-1200, RM-2002 – 2 шт., ЭЛБ-3, ЭЛБ-4С, ВПО, Дуомат.

До настоящего времени на полигоне Западно-Сибирской железной дороги отсутствует сеть стационарных референционных (далее – базовых) станций, необходимых для выполнения работ по ремонту пути с применением ЦМП. В связи с этим сейчас при проведении работ выполняется установка временной базовой станции, что существенно дешевле, но создает определенные сложности, такие как:

- снижение точности проводимых работ из-за необходимости привязки временной базовой станции к существующим реперам, так как точность привязки оказывает существенное влияние на итоговые результаты постановки пути в проектное положение;

- необходимость установки базовой станции непосредственно перед началом выполнения работ путевой машины, оборудованной САУ. Также возникает необходимость охраны базовой станции кем-то из работников, так как в связи с ее высокой стоимостью она может представлять определенный интерес для злоумышленников;

- базовая станция может поддерживать связь только с одной путевой машиной, оборудованной САУ.

При выполнении работ по ремонту пути с помощью автоматизированной технологии на

участке проведения работ одновременно могут быть задействованы как щебнеочистительные машины, оборудованные САУ, так и электробалластер, что накладывает определенные ограничения в применении инновационной технологии. Отсюда напрашивается вывод, что для дальнейшего использования и совершенствования цифровой технологической модели необходимо создать сеть стационарных референционных станций на полигоне железной дороги.

Реализация цифровой модели пути осуществляется в четыре этапа:

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

- 2) выполняется наложение значений рихтовки пути либо междупутья проекта на данные спутниковой съемки и производится расчет цифровой модели пути;

- 3) пространственное положение ремонтируемого и соседнего пути предварительно актуализируется с учетом положения реперного рельса;

- 4) осуществляется постановка укладываемого пути в проектное положение.

Во время летних путевых работ 2014 г. опробован новый режим работы цифровой модели укладки пути с установкой на электробалластере ЭЛБ-4С лазерного дальномера.

Данный вариант основан на работе машины по ЦМП с определением своего местоположения на местности, использовании данных ЦМП для приведения ремонтируемого пути в плане и профиле к проектным значениям и автоматическом измерении междупутья, а также высоты головки рельса относительно соседнего пути.

Современная аппаратура, установленная на ЭЛБ-4С, принимает сигналы спутников и определяет местоположение путевой машины на местности (рис. 2). Система автоматического управления посредством лазерного дальномера в непрерывном режиме сканирует соседний путь, измеряя значение междупутья и высотного положения ремонтируемого пути относительно проектных значений, и при помощи программного модуля выдает сдвижки и подъёмки пути на рабочие органы в автоматическом режиме, заданные в цифровой модели пути для текущего местоположения машины.

Лазерный дальномер оснащен электроприводом, позволяющим убирать его при проходе поезда по соседнему пути, который управляется машинистом электробалластера дистанционно, что исключает нахождение людей на соседнем пути. Не менее важным является возможность постоянного оперативного контроля выполнения работ по постановке пути в проектное положение в пла-

не и профиле, который осуществляет машинист ЭЛБ при работе машины в автоматическом режиме, ориентируясь на рабочий монитор САУ и изображения с четырех видеокамер, установленных на ЭЛБ. В результате электробалластер в автоматическом режиме производит постановку пути в проектное положение с точностью ± 20 мм.

Система автоматизированного управления (рис. 3) включает в себя: спутниковую антенну, спутниковый приемник картографического класса точности ГЛОНАСС / GPS, промышленный персональный компьютер, блок управления, гидроприводы, комплекс датчиков положения рабочих органов машины, систему позиционирования оси измерительной тележки относительно опорной измерительной базы (определение положения измерительной тележки ЭЛБ относительно соседнего пути в вертикальной и горизонтальной плоскостях), лазерный дальномер, инклинометр (измеритель угла наклона лазерного дальномера). Прогрессивная и инновационная система, обеспечивающая точность и контроль параметров укладки пути на всех технологических этапах проведения работ, автоматизацию производственного процесса, безопасность труда, позволила высвободить трех монтеров пути, сократить общее время производства работ на 3 % и получить экономический эффект 47,87 тыс. р. на 1 км пути.

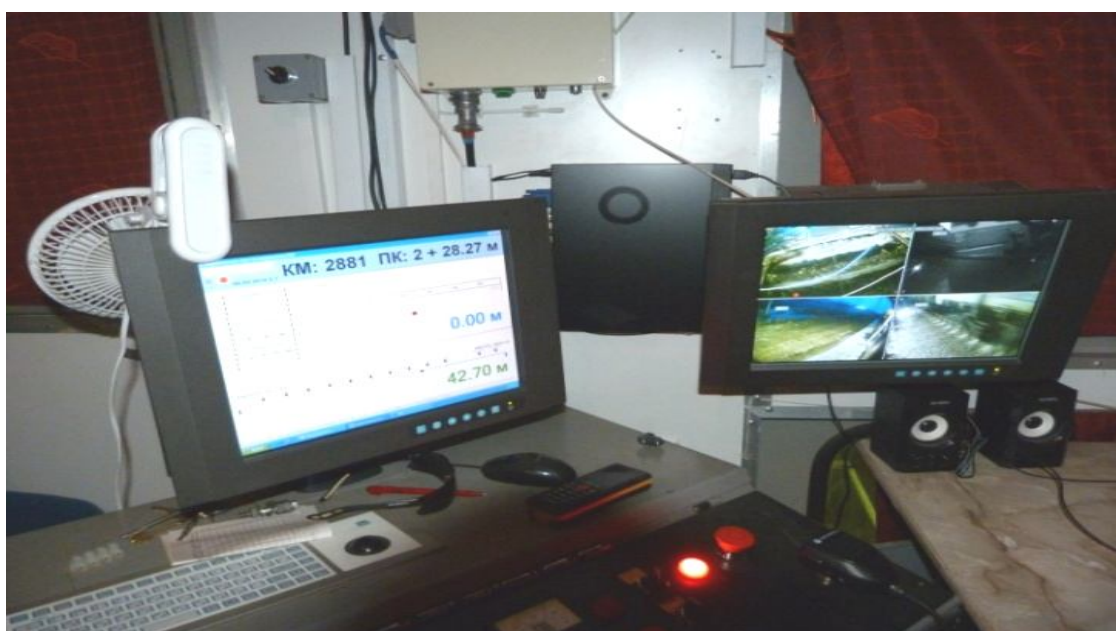


Рис. 2. Рабочее место машиниста ЭЛБ

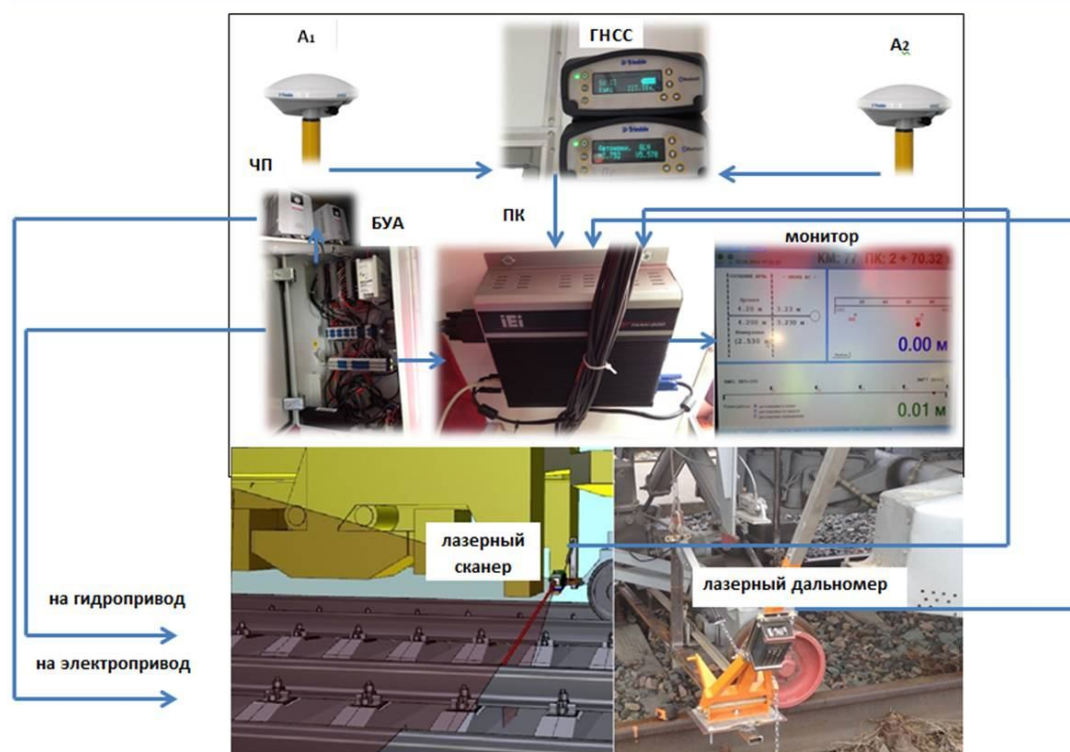


Рис. 3. Система автоматизированного управления процессами выправки и рихтовки пути машиной ЭЛБ-4С:
 А1, А2 – электронные датчики; БУА – блок управления; ПК – персональный компьютер;
 ЧП – частотный преобразователь

Расчет экономического эффекта от внедрения цифровой технологии рассчитывается по трем основным элементам:

1) сокращение продолжительности окна на 3 % составляет 29 мин на 1 км пути за счет исключения из технологического процесса операции рихтовки пути с применением ЭЛБ на окончательном этапе балластировочных работ;

2) сокращение эксплуатационных расходов работы локомотива и ЭЛБ составляет 3,98 тыс. р. Не требуется четвертый (сглаживающий) проход ЭЛБ. Экономия времени составляет 1 ч на 1 км. Стоимость машиносмены ЭЛБ равна 15 834,98 р. Экономия времени в 1 ч составляет 1,98 тыс. р.;

3) достигается экономия эксплуатации локомотива ТЭМ2, осуществляющего тягу машины ЭЛБ.

Достоинствами данной технологии являются: метод сравнения проектных и фактических геометрических параметров, простота применения, высокая надежность, возможность работы в автономном режиме без референц-сетей и базовых станций, высокая степень адаптивности к существующим технологиям, более низкая стоимость системы по сравнению с системой автоматического

управления на основе координатных методов. Для работы системы требуется цифровая модель пути. Главными преимуществами комплексной САУ являются: полная автоматизация постановки пути в проектное положение, исключение нахождения работников в опасной зоне производства работ, повышение точности и качества работ, исключение копирования неровностей соседнего пути.

Приведем экономический расчет, доказывающий эффективность инновационной технологии.

Стоимость 1 ч работы маневрового локомотива ТЭМ2 составляет 2 тыс. р. Экономия времени в 1 ч составит 2 тыс. р. Общая экономия эксплуатационных расходов локомотива и ЭЛБ составит 3,98 тыс. р. на 1 км ремонта пути.

Высвобождение работников (двух машинистов и одного технолога) сократит расходы на 15,86 тыс. р.

При использовании расходной ставки экономической оценки показателей эксплуатационной работы Западно-Сибирской железной дороги в грузовом движении [10] стоимость 1 ч оконного времени составляет 58,39 тыс. р.

Исходя из годового объема работы ЭЛБ в 100 км при средней выработке 1,5 км/сут, общее время производства работ составит 66,7 сут. По экспертной оценке, сокращение оконного времени составит 3 % – 2 сут (48 ч в год).

Рассчитаем экономию эксплуатационных расходов: $48 \cdot 58,39 = 2\,802,72$ тыс. р. на 100 км.

То же на 1 км пути: $2\,802,72 / 100 = 28,03$ тыс. р.

Годовой фонд оплаты труда технолога ПМС – 453 612 р. Годовой фонд оплаты тру-

да машиниста ПМС – 566 304 р. В целом годовая экономия составит: $453\,612 + 2 \cdot 566\,304 = 1\,586\,220$ р.

С учетом годового объема ремонта пути с применением ЦМП (100 км) экономический эффект составит 4,78 млн р. в год. Срок окупаемости – 1 год. Стоимость оборудования – 4,8 млн р.

Внедрение системы ГЛОНАСС / GPS в технологию ремонта пути обеспечивает добавленную ценность цифровых технологий и безопасность труда работников путевых машинных станций.

Библиографический список

1. Гамидов Г.С., Колосов В.Г., Османов Н.О. Основы инноватики и инновационной деятельности. СПб.: Политехника, 2000. 323 с.
2. Менеджмент на транспорте / Н.Н. Громов, В.А. Персианов, А.В. Курбатов, А.Г. Мартынов и др. М.: ИД «Академия», 2003. 528 с.
3. Рачек С.В. Методологические основы эффективного использования трудового потенциала предприятия в современных условиях: Автореф. дис. ... д-ра экон. наук. М., 2001. 53 с.
4. Суворов В.С. Минимальный отраслевой норматив оплаты труда и пути его достижения // Уровень жизни населения России: Мат-лы науч.-практ. конф. профсоюза машиностроителей РФ. 4 декабря 2002 г. 2003. № 1. С. 23–24.
5. Терешина Н.П. и др. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. М.: УМЦ на ж.-д. трансп., 2006. 801 с.
6. Трифилова А.А. Оценка эффективности инновационного развития предприятия. М.: Финансы и статистика, 2005. 304 с.
7. Тулунов Л.П., Шапкин И.Н. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте. М.: Маршрут, 2005. 483 с.
8. Фомина С.А. Разработка системы управления персоналом инновационных предприятий // Наука. Технологии. Инновации: Мат-лы Всерос. науч. конф. молодых ученых. Ч. 4. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. С. 240–241.
9. Шабурова А.В. Воспроизводство трудовых ресурсов нефтегазодобывающих предприятий Сибири: Дис. ... д-ра экон. наук. Новосибирск, 2012. 407 с.
10. Экономическая оценка показателей эксплуатационной работы Западно-Сибирской железной дороги в грузовом движении: Справ. / М.О. Северова, Т.А. Лунина, В.А. Каменев, Т.В. Андранович; Под ред. А.П. Дементьева. Новосибирск: Наука, 2011. 50 с.

S. Davydov

Method of determining the effectiveness of GLONASS / GPS satellite systems in the reconstruction and repairs of railway track

Abstract. The progressive and innovative character of GLONASS / GPS system, providing the preciseness and the control of parameters of the railway track construction is concerned. The basic positive peculiarities of the system, such as an opportunity to be used at all stages of the production process, an automation of the production process, accident prevention and a significant economic benefit are discussed.

Key words: *progressiveness; innovative system; high reliability; efficiency; adding value.*

Давыдов Сергей Анатольевич – аспирант 3-го года обучения, инженер отдела компьютерных технологий Западно-Сибирской дирекции по ремонту пути. E-mail: gea@stu.ru