

УДК 625.1:528

*М.В. МАКУШИНСКАЯ (Сибирский государственный университет
путей сообщения, г. Новосибирск)*

РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГНСС

Описаны возможности ГНСС определения координат с указанием допустимых среднеквадратических ошибок. Приведены основные функции аппаратно-программного комплекса «Профиль» при решении инженерных задач на железных дорогах.

В последние годы во многих отраслях получили развитие глобальные навигационные спутниковые системы ГНСС (ГЛОНАСС/GPS/GALILEO). ГНСС обладают такими возможностями, как неограниченная дальность действия в приземном слое пространства, высокая точность определения координат и составляющих скоростей во всей пространственной рабочей области, однозначность навигационных определений, выдаваемых в единой для всех потребителей системе координат, независимость точности определений от времени суток, сезонов года и гидрометеоусловий, высокая помехоустойчивость, неограниченность числа обслуживаемых подвижных объектов, возможность при одном и том же радионавигационном поле применять приемоизмерительную аппаратуру различных классов точности и оперативности с различным составом определяемых параметров.

ГНСС позволяют проводить: локальную высокоточную навигацию подвижных объектов на основе дифференциальных методов навигации с применением стационарных наземных корректирующих (опорных) станций с предельной ошибкой не более 1м, высокоточную взаимную геодезическую привязку удаленных наземных стационарных объектов со средними квадратическими ошибками для двухчастотных приемников радионавигационных сигналов (ПРНС): в плане: $5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$, по высоте: $6 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$; для одночастотных ПРНС: в плане: $5 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$; по высоте: $6 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$; высокоточное определение взаимного местоположения подвижных ПРНС (кинематическая съемка) для двухчастотных ПРНС: в плане: $10 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$, по высоте: $20 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$; для одночастотных ПРНС: в плане: $15 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$; по высоте: $30 \text{ мм} + 1,5 \text{ мм/км}$; взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удаленных наземных стационарных объектах с СКО $1 \cdot 10^{-6} \text{ с}$, ориентацию объекта на основе радиоинтерферометрических измерений на объекте с помощью навигационных радиосигналов, принимаемых разнесенными антеннами.

ГНСС зарекомендовала себя как надежное и эффективное средство определения местоположения, применяемое в сочетании с различными средствами измерения и диагностики и эффективно применяется для решения различных задач путевого комплекса в ряде стран. В качестве примера можно привести систему EM-SAT — GPS, которая активно применяется на железных дорогах Германии. Данная система является примером использования данных ГНСС при устранении длинных неровностей в плане и профиле, в сочетании с методом лазерной хорды.

Анализ показывает, что применение ГНСС может быть очень широким. ГНСС возможно использоваться для решения задач по натурным проверкам

плана и профиля станционных железнодорожных путей, созданию специальных реперных сетей, решению проектно-изыскательских задач, обеспечению автоматизации путевых машин с использованием ГНСС и переход на координатные методы выправки пути, мониторингу состояния пути для определения динамики изменения его состояния, определения и устранения длинных неровностей в плане и в вертикальной плоскости, созданию высокоточных электронных карт железнодорожных станций для управления маневровыми локомотивами, решению задач, связанных с определением динамики и других параметров движения подвижных средств на железных дорогах, диагностике рельсовой колеи по геометрическим параметрам, контролю качества ремонтных работ.

Но на железных дорогах России применение ГНСС ограничено. Это связано с недостаточной точностью измерений для расчета геометрических параметров рельсовой колеи, например рихтовки и просадок, отсутствием единой скоординированной политики в этой области.

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС) с 2004 г. широко применяет ГНСС для решения разных инженерных задач. В СГУПСе разработан аппаратно-программный комплекс «Профиль» (патент РФ № 2261302), позволяющий определять геометрические параметры рельсовой колеи с погрешностью 1 мм и пространственное положение пути с погрешностью до 20 мм. Так как спутниковая аппаратура позиционирования в настоящее время без комплексирования с другими системами не обеспечивает приемлемую точность измерения параметров пути, то АПК «Профиль» создан на базе ГНСС и инерциальных систем. Устройство АПК «Профиль» включает, ходовую тележку, инерциальный блок, контроллер АПК, одомер, спутниковый приемник позиционирования в комплекте с референц-станцией, контроллер спутниковой навигационной системы (СНС), антенну СНС, вешку. АПК «Профиль» предназначен для измерения: плановых координат, высот, продольного профиля, расстояния, взаимного расположения одной рельсовой нити относительно другой (уровня), ширины рельсовой колеи (шаблона), положения рельсовых нитей в плане (рихтовки) и положения рельсовых нитей в вертикальной плоскости (просадки). Для каждой точки пути в файле выходных данных полученных АПК «Профиль» определено пространственно-временное положение и соответствующие геометрические параметры пути.

Также разработана технология работ для создания высокоточных цифровых моделей пути ВЦМП. Технология работ по созданию ВЦМП, включает оцифровку пути с использованием ГНСС. На первоначальном этапе используется система пространственных координат — WGS-84. Для создания ВЦМП на следующем технологическом этапе выполняется преобразование координат WGS-84 в условную систему прямоугольных координат, например СК-42, ПЗ-90 и последующее преобразование прямоугольных (пространственных) координат в линейные координаты (Км + Пк + м), принятые на железных дорогах, которыми пользуются железнодорожники.

Таким образом, пространственное положение пути определяется в общемировой системе координат WGS-84, для создания ВЦМП преобразуется в условную псевдо систему координат СК-42 и линейную систему координат.

На этапе оцифровки пути выполняется координирование правого и левого рельса, ИССО, вокзалов, остановочных платформ, километровых знаков,

пикетов, светофоров, стрелочных переводов и многих других объектов инфраструктуры. Для съемки этих объектов и получения исходной информации, а также создания ВЦМП применяется АПК «Профиль».

ВЦМП предназначена для решения таких инженерных задач как создания масштабных планов железнодорожных станций, продольных профилей при проведении натурных проверок, проектно-изыскательских работ, расчета тяговых нагрузок, плана и профиля пути на перегонах, паспортизации, создания электронных навигационных карт и т.д. Кроме того, на базе ГНСС создан выправочный комплекс, где основные расчеты выправки и непосредственно выправка пути выполняются по ВЦМП.