



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## **Дифференцированное Обеспечение Руководства**

---

118/2023

### **Применение технологии UWB для высокоточного определения местоположения поездов**

Новая технология определения местоположения поездов на основе сверхширокополосной радиосвязи (UWB) в составе систем управления движением поездов по радиоканалу (CBTC) после успешных испытаний готовится к внедрению Метрополитеном Нью-Йорка. У технологии UWB есть потенциал использования не только на городском рельсовом транспорте, но и в составе мультисенсорных средств высокоточного определения местоположения поездов на магистральных железных дорогах.

В начале 2020 г. успешно завершились 9-месячные испытания технологии UWB на двух линиях метрополитена Нью-Йорка, оборудованных системами CBTC, разработанными компаниями Siemens и Thales. В качестве партнера Siemens выступала компания Humatics, партнером Thales была компания Piper.

Существующие в настоящее время системы CBTC для точного определения местоположения, скорости и ускорения поездов используют датчики нескольких видов, по данным которых формируются команды управления движением поездов. К числу этих датчиков относятся, например, путевые приемопередатчики и импульсные колесные датчики. Каждый из них реализует определенную функцию. Так, путевые приемопередатчики транслируют на поезд информацию о своей координате на пути, позволяя надежно определить его текущее местоположение. На станционных путях или в стрелочных зонах приходится размещать большое число таких приемопередатчиков. Бортовые антенны и сопутствующее оборудование для взаимодействия с путевыми приемопередатчиками устанавливаются в

труднодоступных местах под кузовами вагонов.

Предложенная мультисенсорная система одометрии с применением UWB, инерциальных датчиков и (там, где это возможно) спутниковой навигации позволяет полностью отказаться от традиционных средств определения местоположения поезда. Примером такого подхода является система Humatics Rail Navigation System (HRNS), архитектура которой показана на рис. 1.

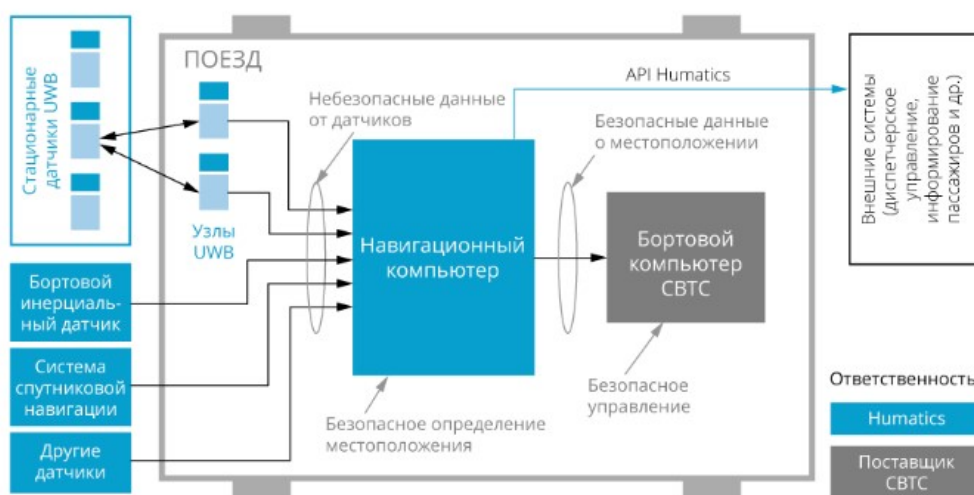


Рис. 1 Мультисенсорная система определения местоположения поезда компании Humatics

UWB обеспечивает измерение расстояния между двумя объектами с сантиметровой точностью. Используя результаты этих измерений, можно рассчитать местоположение и скорость движения поезда.

Допустимое расстояние между стационарными датчиками UWB может составлять сотни метров, что позволяет полностью отказаться от традиционно применяемых в системах СВТС путевых приемопередатчиков и при этом увеличить пропускную способность линии. В частности, компания Humatics использует при реализации технологии UWB метод TWTof (Two Way Time of Flight) и заявляет, что ее алгоритмы расчета обеспечивают точность измерений менее 2 см на расстоянии около 300 м до стационарного датчика при условии его прямой видимости. Скорость движения поезда может при этом составлять более 360 км/ч.

В зонах, где необходима повышенная точность измерений и где прежде приходилось устанавливать десятки приемопередатчиков, достаточно разместить несколько датчиков UWB, которые работают подобно спутникам системы глобального позиционирования, т. е. точность измерений зависит от числа доступных сигналов от таких устройств.

Устройства UWB компании Humatics работают в полосе частот 4 – 4,9 ГГц и рассчитаны на диапазон рабочих температур от –40 до +70 °С.

Бортовые инерциальные датчики измеряют ускорение и угловую

скорость поезда. Результаты этих измерений в сочетании с навигационными данными позволяют рассчитать направление движения поезда и относительные изменения его скорости и местоположения. Инерциальные датчики значительно превосходят традиционные одноосные акселерометры по эффективности и точности измерений при более низкой стоимости и малых габаритах.

Для определения местоположения поезда на наземных участках можно также привлекать спутниковую навигацию, которая не требует размещения оборудования на пути. Спутниковая навигация оправдывает себя на перегонах, где не нужна повышенная точность позиционирования. Более высокая точность на станциях и в стрелочных зонах достигается за счет использования UWB.

Мультисенсорная система на основе технологии UWB включает практически две подсистемы – стационарную и бортовую. В состав стационарной подсистемы входят датчики UWB, размещенные вне пути на высоте 1,5 – 1,8 м и получающие питание от источников постоянного тока напряжением 12 – 48 В. Сведения о точном размещении этих датчиков хранятся в базе данных линии. Число датчиков и расстояние между ними зависят от геометрии пути, местных условий (тоннельные или наземные участки) и требований к точности определения местоположения поездов.

В состав бортовой подсистемы входят узлы UWB, которые взаимодействуют со стационарными датчиками UWB вдоль пути, инерциальный датчик и приемник спутниковой навигации (если поезда курсируют в том числе по наземным участкам). Все эти датчики защищены от воздействий окружающей среды и легко доступны.

Бортовой навигационный компьютер выполняет алгоритмы слияния данных измерений и образует интерфейс с системой СВТС, передавая в нее рассчитанную информацию о местоположении, скорости, ускорении и направлении движения поезда.

Для выполнения требований функциональной безопасности необходимо двухканальное (2oo2) или трехканальное (2oo3) исполнение системы. Кроме того, требуется согласованный с поставщиком системы СВТС интерфейс обмена информацией, включая сведения из базы данных линии и конкретного участка, а также сообщения о статусе и техническом состоянии компонентов системы определения местоположения поезда.

Операторы рельсового транспорта и системные интеграторы рассматривают мультисенсорные решения на основе технологии UWB в качестве замены традиционных устройств определения местоположения поездов, выделяя следующие их основные преимущества:

- значительно более высокая точность позиционирования;
- отсутствие необходимости в настройке, калибровке и проверке датчиков скорости и ускорения, учете диаметров колес подвижного состава, проверке связи с путевыми приемоответчиками;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат за счет размещения датчиков UWB вне пути;
- сокращение сроков и упрощение монтажа и обслуживания бортового оборудования;
- прицельное торможение поездов разных категорий;
- исключение влияния юза и боксования колес;
- возможность реализации перспективных функций, таких как виртуальная сцепка.

Система определения местоположения поезда HRNS компании Numatics тестировалась тремя поставщиками систем ЖАТ в США и Италии (рис. 2).



*Рис. 2. Тестирование системы HRNS на опытном участке длиной 1,5 км в Италии*

Система ETLS (Enhanced Transit Location System) компании Piper использует для определения местоположения поезда исключительно технологию UWB. Во время испытаний на метрополитене Нью-Йорка точность измерений составила от 5 до 10 см.

Для повышения надежности и готовности средств определения местоположения поезда компания предлагает мультисенсорное решение на основе ETLS и системы TrackSight, в которой используются лидары. Получаемые лидарами изображения в реальном времени сравниваются с информацией, хранимой в базе данных бортового устройства.

Кроме того, в мультисенсорную систему могут быть интегрированы датчики нового поколения, в том числе лидары и радары в сочетании с системами обработки изображений, что позволит повысить надежность определения местоположения поезда.

Как уже отмечалось, мультисенсорные системы определения местоположения поездов на основе технологии UWB могут использоваться не только на городском рельсовом транспорте в составе СВТС, но и на магистральных железных дорогах, где эксплуатируются такие системы, как ETCS или PTC. UWB может дополнять спутниковую навигацию в тоннелях, в районах с плотной городской застройкой и на других участках, где затруднен прием сигналов от навигационных спутников.

Информация, генерируемая системой, использующей UWB, может быть востребована в системах поддержки машиниста, автоведения и информирования пассажиров. Так, машинист может получать с ее помощью точную информацию о местоположении поезда, а система информирования пассажиров – рассчитывать более точное время прибытия на следующую станцию.

Еще одной перспективной областью применения технологии UWB является контроль за персоналом и путевыми машинами для обеспечения безопасности при проведении работ по содержанию инфраструктуры. Технические решения компаний Humatics и Piper позволяют непрерывно отслеживать местоположение на путях и вблизи от них работников с компактными метками UWB. Подобным образом можно отслеживать технику, используемую при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту инфраструктуры.

*Источники: [zdmira.com](http://zdmira.com), 23.09.2023;  
[globalrailwayreview.com](http://globalrailwayreview.com) (англ.яз.), [indoorsnavi.pro](http://indoorsnavi.pro) (англ.яз.), [mta.info](mailto:mta.info)*