



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

Дифференцированное Обеспечение Руководства

3/2023

Kavach – индийская АЛС на основе радиоканала

Железные дороги Индии приступили к развертыванию системы автоматической локомотивной сигнализации Kavach собственной разработки с обменом информацией по радиоканалу между локомотивом и стационарным оборудованием, в которой для коррекции показаний бортовых устройств измерения пройденного пути используются напольные датчики радиочастотной идентификации.

Чтобы повысить безопасность движения поездов железные дороги Индии (IR) в ближайшие годы намерены внедрить АЛС Kavach, известную также под аббревиатурой TCAS (Train Collision Avoidance System – система предотвращения столкновений составов), на всех высокозагруженных линиях страны.

Эту систему создавали в течение последнего десятилетия под эгидой Организации по исследованиям и стандартам (RDSO) Министерства железных дорог Индии, располагающей испытательной базой и выполняющей исследования и разработки во всех сферах железнодорожного транспорта, включая системы сигнализации и связи.

Kavach является координатной системой интервального регулирования движения, в которой поезда непрерывно передают по радиоканалу информацию о своем местоположении и скорости в станционные устройства (рис. 1). В ответ станционные устройства транслируют разрешение на движение, включающее в себя расстояние до препятствия и допустимую скорость на подходе к нему, а также сведения о впередилежащем участке – уклонах и ограничениях скорости, которые необходимы для определения параметров торможения. В результате Kavach обеспечивает более высокий

уровень безопасности движения по сравнению с системами, ограничивающимися передачей на локомотив сигнальных показаний.

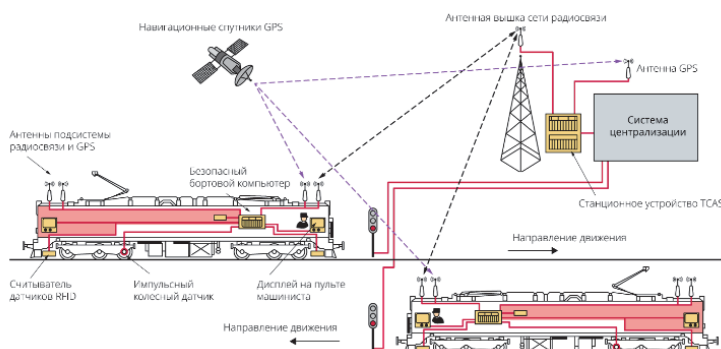


Рис. 1. Структура системы Kavach

В состав Kavach входят три основные подсистемы: бортовое устройство TCAS, стационарные устройства TCAS, устанавливаемые на каждой станции и датчики радиочастотной идентификации RFID, располагаемые парами на станционных путях и на перегонах с интервалом 1 км. Бортовые и стационарные устройства TCAS дополняют регистраторами данных, протоколирующими все события, сопровождая их метками даты и времени.

Одной из важных особенностей системы Kavach является возможность прямого обмена информацией между бортовыми устройствами, находящимися на расстоянии не более 3 км друг от друга, на перегонах и станциях. Это позволяет, в частности, предотвратить столкновения между поездами на протяженных перегонах, где возможна потеря связи со станционными устройствами.

В состав локомотивного устройства входят центральный компьютер, модуль радиосвязи, считыватель информации с путевых датчиков RFID и прибор индикации и управления на пульте машиниста.

Датчики RFID устанавливаются на пути попарно, они содержат данные о своем местоположении и используются для коррекции показаний бортового устройства измерения пройденного пути и скорости, а также для определения направления движения. Кроме того, в этих датчиках записано расстояние до следующего светофора и уникальный идентификационный номер пути.

Путевые датчики RFID работают в диапазоне частот 865-867 МГц и рассчитаны на надежное считывание информации при скорости движения поездов не менее 200 км/ч. Они имеют степень защиты IP 68 и допускают программирование не менее 128 бит пользовательских данных (включая циклический избыточный код).

При трогании поезда направление его движения считается неопределенным до проезда локомотивом пары путевых датчиков RFID. После определения абсолютного местоположения поезда бортовое устройство TCAS передает данные о координате его головы, длине и скорости по радиоканалу в стационарное устройство TCAS, которое само вычисляет местоположение хвоста поезда.

Стационарные устройства TCAS размещают на каждой станции. Их основной процессор увязан с системой централизации для получения в реальном времени данных об установленных маршрутах и занятости рельсовых цепей. TCAS обменивается по радиоканалу данными с поездами, находящимися в его зоне действия. Радиостанции системы имеют зону покрытия радиусом 5-6 км. Дополнительные стационарные устройства устанавливаются на блок-постах или переездах. Через интерфейсные модули они передают данные о состоянии и принимают команды управления от систем централизации. На основе отправленной поездами информации о местоположении и скорости, а также полученных от системы централизации сигнальных показаний, установленных и замкнутых маршрутах, положении стрелок и состоянии рельсовых цепей стационарные устройства TCAS формируют и непрерывно обновляют разрешения на движение. Все эти данные контролируются независимо, и при возникновении конфликтов между ними на светофоры выводятся более запрещающие показания, а на поезда отправляются разрешения на движение с наибольшими ограничениями.

Если машинист превышает разрешенную скорость, автоматически инициируется торможение поезда. Если система обнаруживает, что два поезда следуют навстречу друг другу по пути с одним и тем же идентификационным номером, стационарное устройство TCAS генерирует и отправляет в бортовые устройства этих поездов аварийный сигнал SOS, по которому инициируется их автоматическое торможение до полной остановки.

Система радиосвязи работает в полосе частот 406-470 МГц дециметрового диапазона. Управление ключами шифрования осуществляется по процедурам, характерным сетям GSM. Для связи стационарного устройства с поездами динамически выделяется пара частот. При этом бортовые устройства TCAS могут коммуницировать друг с другом напрямую на фиксированной частоте, выделенной для занятых ими блок-участков, передавая информацию о местоположении и скорости, что позволяет снизить риск лобовых столкновений или крушений вследствие нагона одного поезда другим.

В системе TCAS предусмотрена возможность подключения стационарных устройств к вышестоящей системе сетевого мониторинга NMS, серверы которой находятся в центральных офисах региональных дирекций железных дорог Индии.

После завершения разработки системы состоялось ее первое внедрение на пилотном участке протяженностью 265 км железной дороги South Central, входящей в состав IR. Этот участок расположен на юге Индии в штатах Телингана и Карнатака. В дальнейшем системой были оборудованы еще две линии к западу от Хайдарабада, столицы штата Телингана. Здесь бортовые устройства системы установили на 20 электровозах и 20 тепловозах. Допустимая скорость движения поездов при использовании системы составляет 110 км/ч. В 2022/23 финансовом году IR намерены развернуть систему Kavach на участках протяженностью 2000 км, а в последующие годы внедрять ее с темпом не менее 4000 км ежегодно.

По данным IR, стоимость развертывания напольного оборудования системы Kavach составляет от 2-2,5 млн рупий (около 25-30 тыс. долл. США) на 1 км пути, а бортового оборудования – 5-6 млн рупий (60-73 тыс. долл. США), что значительно ниже по сравнению с европейской системой управления движением поездов ETCS уровня 2.

Цель IR состоит во внедрении Kavach на сети линий длиной более 68 тыс. км к концу 2028 г.

*Источник: zdmira.com, 29.11.2022,
rdso.indianrailways.gov.in, 2022*