



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

Дифференцированное Обеспечение Руководства

61/2022

Модульная система управления движением поездов ETCS/АТО на железных дорогах за рубежом

Внедрение европейской системы управления движением поездов ETCS и системы автоведения (АТО) играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности пассажирских и грузовых перевозок на железных дорогах Европы, поскольку различия в системах сигнализации и правилах эксплуатации все еще усложняют трансграничные сообщения. Ожидается, что переход к ETCS позволит повысить пропускную способность железных дорог более чем на 20%.

Однако в исследовании консалтингового агентства SCI Verkehr по темпам развертывания ETCS на железных дорогах Европы до 2030 года отмечается, что даже в случае успешной реализации всех запланированных проектов ETCS и принятых политических решений суммарная длина линий, оборудованных новой системой, составит менее половины протяженности сети европейских железных дорог. При этом бортовыми устройствами ETCS может быть оборудовано почти 70% тягового подвижного состава (сейчас – лишь 12%). В настоящее время и в среднесрочной перспективе основное внимание уделяется оснащению системами ETCS трансъевропейских грузовых коридоров для выполнения требований Евросоюза.

Лидерами в развертывании ETCS являются национальные железные дороги небольшой протяженности таких стран, как Швейцария, Дания и Бельгия. Крупные железные дороги Германии и Франции отстают по темпам внедрения и тем самым тормозят развертывание системы ETCS в Европе. При этом, в Германии подписаны контракты на оборудование бортовыми устройствами ETCS большого числа локомотивов и моторвагонных поездов.

Система ETCS нашла применение и получила признание не только в Европе, но и за ее пределами, например в Алжире, Индии, Израиле, Казахстане, Китае, Республике Корея, Таиланде, Турции и во многих других странах (хотя в ряде стран применяется модифицированная версия ETCS). Но и в них темпы развертывания ETCS остаются низкими в связи с большими затратами на оборудование этой системой существующего подвижного состава. Так, затраты на разработку технического решения по оснащению локомотивов или моторвагонных поездов одной серии составляют несколько миллионов евро. К этому следует добавить длительный и дорогостоящий процесс сертификации.

В связи с этим востребованы концепции, позволяющие реализовать более дешевые технические решения, упрощающие оборудование этими системами подвижной состав. К таким концепциям относится разрабатываемая рядом малых и средних компаний из Германии, Франции, Швеции и ЮАР система MTCC (Modular Train Command & Control) с открытой архитектурой и функциональными программными модулями на аппаратной платформе, сформированной в виде кластера простых вычислительных модулей.

Архитектура создаваемой бортовой вычислительной платформы имеет модульное построение и конфигурируется для конкретного случая применения. В состав платформы входят простые контроллеры, конфигурация которых может быть подобрана таким образом, чтобы удовлетворить все потребности в отношении производительности, готовности и безопасности.

В отличие от платформ, которые строятся с использованием технологии виртуализации (например, архитектура OCORA) и вследствие этого с трудом поддаются сертификации, предложенная архитектура дает возможность выполнять сертификацию отдельно для каждого модуля. Обмен информацией между модулями осуществляется при помощи самоконфигурируемого промежуточного ПО, основанного на протоколе АТО Zenoh компании ADlink. Для этого протокола характерны низкое потребление ресурсов, высокая производительность, хорошие масштабируемость и конфигурируемость.

Ключевая идея при разработке функциональной архитектуры состояла в сохранении вычислительной платформы в течение всего жизненного цикла подвижного состава. Предусмотрена возможность подбора подходящих функциональных модулей для любого сценария эксплуатации. Большинство из них могут работать автономно и дополняться новыми функциями. Разработаны следующие функциональные модули.

Базовый модуль автоматического обеспечения безопасности движения поезда САТР реализует основные функции, требуемые для работы всех систем управления поездом, в том числе контроль скорости движения и расстояния до препятствия. Он применяется, например, при выполнении маневровых передвижений и в некоторых эксплуатационных сценариях, характерных для универсальных грузовых или специализированных рудовозных железных дорог. Модуль САТР формирует базовый функционал перспективных бортовых модулей локомотивной сигнализации класса В и системы ETCS.

В настоящее время разрабатывается *модуль ETCS уровней 1 и 2*, программное обеспечение которого включает несколько компонентов со стандартизированными интерфейсами, что позволяет обновлять или заменять отдельные компоненты независимо от другого ПО. За основу взята базовая версия 3.6.0 спецификации ETCS. Однако разработчики отслеживают и учитывают положения новой базовой версии, которая будет принята в 2022 г.

Модуль советчика машиниста DAS основан на системе САТО шведской компании Transrail, ведущего европейского разработчика технических решений в этой области. САТО допускает интеграцию в систему автоматизированного диспетчерского управления движением поездов (TMS), что позволяет при необходимости развернуть на железной дороге TMS в полном объеме. Основываясь на данных полноценной цифровой модели динамики поезда и топографии линии, система помогает машинисту адаптировать стиль вождения к выполнению поставленных задач. В грузовом, пассажирском региональном и высокоскоростном движении экономия энергии может составлять до 20%, а снижение износа тормозов – до 80%.

Кроме того, наличие модуля DAS позволяет в сочетании с АТО обеспечить поддержку машиниста при движении с уровнями автоматизации GoAO и GoA1 (в этих режимах ответственность за вождение поезда возложена на машиниста). На участках, оборудованных ETCS и TMS, возможен режим движения с более высоким уровнем автоматизации GoA2.

Модуль автоведения АТО реализует все функции, описанные в спецификации АТО поверх ETCS (Subset-125 и сопутствующие документы). Особенность реализации модуля в системе МТСС состоит в том, что все режимы вождения, имеющиеся в системе-советчике САТО, доступны также при автоведении, что делает этот модуль наиболее экономически эффективным из имеющихся на рынке систем АТО. Реализованный в модуле предсказательный алгоритм обеспечивает оптимальное управление тягой и торможением даже в эксплуатационных условиях, близких к экстремальным, и при сложной динамике поезда, характерной для тяжеловесного движения.

Интеллектуальный модуль регулирования скорости движения ИСС может работать самостоятельно или совместно с модулем DAS. После задания машинистом определенной скорости движения модуль формирует оптимальные команды управления тягой и торможением. Модулю известны динамические параметры поезда и пути, поэтому он может обеспечить достаточную тягу поезда на подъеме, что обычно предполагает привлечение опытного машиниста.

Модуль распознавания препятствий и объектов вдоль пути находится в настоящее время на этапе разработки. В нем используется комбинация оптических датчиков для распознавания препятствий и объектов вдоль железнодорожного пути с целью поддержки функции определения местоположения.

Модуль планируется сертифицировать в расчете на уровень автоматизации GoA4, в связи с чем при его разработке выбран консервативный подход, не предусматривающий применение искусственного интеллекта. Это позволяет добиться полностью воспроизводимой валидации работы модуля, без которой нельзя получить допуск к эксплуатации в условиях отсутствия нормативной базы для ответственного ПО, основанного на машинном обучении.

Одновременно разрабатывается система обработки изображений и облака точек на основе искусственного интеллекта, которая будет работать под контролем безопасной системы обнаружения препятствий.

Безопасное определение местоположения поезда бортовыми средствами является одним из условий внедрения системы ETCS уровня 3, в которой объем напольного оборудования будет сведен к минимуму. *Модуль определения местоположения поезда* в системе МТСС рассчитывает местоположение поезда на пути, основываясь на статической информации из электронной карты участка в сочетании с распознаваемыми объектами вдоль пути и данными об относительных перемещениях, получаемыми при помощи инерциальных датчиков. Кроме того, используются данные импульсного колесного датчика и двух приемников спутниковой навигации, способных отслеживать 336 спутниковых каналов каждый. Слияние всех поступающих данных позволяет определять местоположение поезда с высокой точностью.

Модуль дистанционного управления создается с 2019 года. Он станет основой для формирования определенных эксплуатационных сценариев в рамках нескольких проектов. Предназначен для дистанционного управления локомотивом по радиоканалу стандарта 4G или 5G в случае нарушений в работе автоматической системы управления локомотивом или при возникновении нештатной ситуации. Он позволяет оператору получить дистанционный доступ ко всем требуемым командам управления тягой,

торможением и т.п., а также контролировать состояние локомотивного оборудования.

Разработка модульной системы МТСС ведется в согласовании с несколькими инновационными проектами крупных европейских железных дорог, чтобы учитывать развитие нормативной базы и требования клиентуры.

*Источники: по материалам компании Railergy (www.railergy.com),
агентства SCI Verkehr, 01.06.2022 (англ. яз.) (www.sci.de);
Signal und Draht. – 2022. – №1-2. – S. 13-19.*