

# Проект CONNECTA – бортовая ИТ-платформа следующего поколения

Проект CONNECTA, реализуемый в рамках европейской инициативы Shift2Rail, предполагает переосмысление подхода к созданию бортовой системы управления и мониторинга тягового подвижного состава (TCMS). В настоящее время на эксплуатируемом подвижном составе такие системы построены на основе проприетарных технических решений, плохо защищены от устаревания компонентов, не обеспечивают достаточно высокую скорость передачи данных и не позволяют гибко реагировать на растущие требования клиентуры.

Инициатива Shift2Rail Европейского союза охватывает множество проектов во всех сферах железнодорожной отрасли. Эти проекты сгруппированы в пять инновационных тематических пакетов. Проект CONNECTA входит в пакет IP1, посвященный тематике «Подвижной состав», и направлен на создание новой концепции бортовой ИТ-платформы и ее функций, объединенных понятием «Система управления и мониторинга поезда нового поколения» (NG TCMS). Цель состоит в создании масштабируемой и адаптируемой ИТ-платформы, соответствующей современному уровню техники и опирающейся на беспроводные каналы передачи и перспективные сетевые технологии.

В соответствии с общими целями инициативы Shift2Rail задачи проекта состоят в повышении эксплуатационной готовности и совместимости, а также сокращении стоимости жизненного цикла бортовых средств ИТ и системы TCMS.

## Проект CONNECTA

Проект CONNECTA рассчитан на 6 лет и по экономическим соображениям разбит на три двухлет-

них этапов, причем для каждого этапа должен формироваться новый запрос финансовой поддержки.

На первом этапе реализацией проекта CONNECTA занимался одноименный консорциум из девяти компаний-партнеров. Руководство проектом и консорциумом осуществляла испанская компания CAF. Операторов в консорциуме представляли железные дороги Германии (DB) и Франции (в лице SNCF-Mobility), промышленность – ком-

пании Alstom, Ansaldo-STIS, Bombardier, Faiveley, Knorr Bremse и Siemens. Общий бюджет первого этапа проекта составил 13,3 млн евро, включая софинансирование со стороны инициативы Shift2Rail в размере 5,9 млн евро.

Уже в начале выполнения проекта стало ясно, что его цели не могут быть достигнуты без дополнительных ноу-хау. В связи с этим в рамках дополняющего проекта (он позднее получил название Safe4Rail) был проведен тендер на выполнение работ по изучению ноу-хау в области сетевых технологий из смежных отраслей – автомобильной, авиационной и космической. Победителем тендера стал консорциум предприятий из этих отраслей во главе с компанией TTTEC, которая длительное время занимается созданием безопасно функционирующих сетей с передачей информации в реальном времени для авиационной и космической промышленности. Для обес-

Рис. 1. Демонстрация виртуальной сцепки двух вагонов трамвая во время проведения выставки InnoTrans 2018



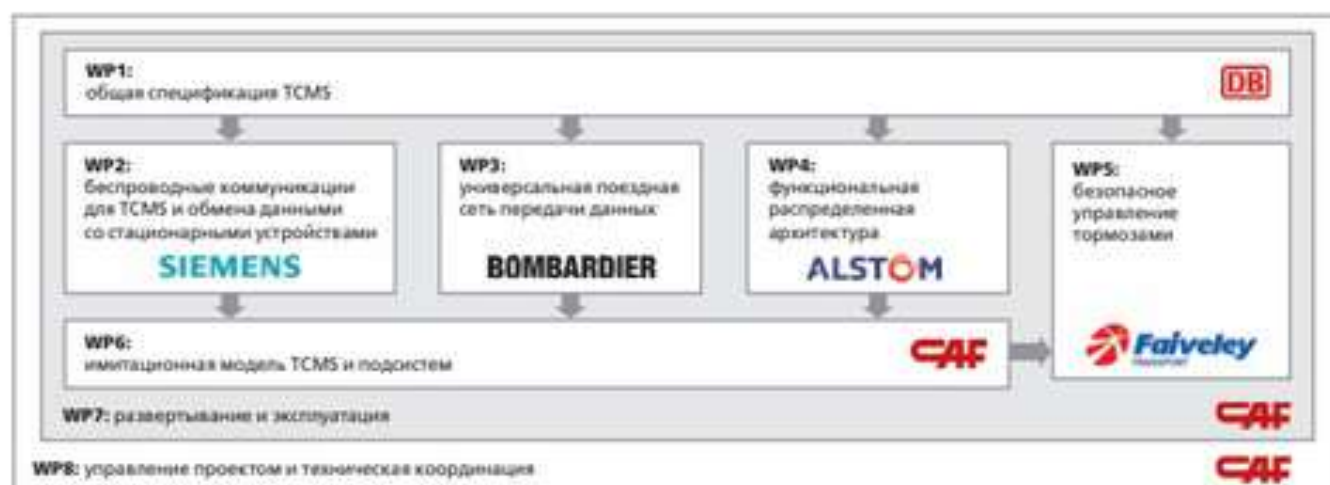


Рис. 2. Рабочие пакеты проекта CONNECTA

печения продуктивного сотрудничества по проектам между консорциумами CONNECTA и Safe4Rail был подписан договор о кооперации, предусматривающий обмен результатами работ и проведение совместных совещаний.

Еще одним важным шагом стало вовлечение в проект уже на раннем этапе экспертов и органов сертификации, что было обусловлено исследованием технологий, ранее не применявшихся на железнодорожном подвижном составе. Органы сертификации должны иметь возможность наблюдать за процессом разработки и получать информацию об используемых технологиях, чтобы своевременно сообщать о своих замечаниях и соображениях. Для этого был создан наблюдательный совет, в который вошли эксперты по сертификации и представители регуляторов, включая Агентство железнодорожного транспорта Европейского союза (ERA). Участие ERA в проекте было особенно важным с точки зрения сертификации систем в европейском масштабе.

Первый этап проекта CONNECTA был завершен в сентябре 2018 г. По его итогам была проведена презентация виртуальной сцепки на стенде Shift2Rail во время проведения выставки InnoTrans в Берлине. Используемые технологии были

основаны на результатах реализации беспроводной поездной сети передачи данных в выполнявшемся ранее проекте Roll2Rail. При этом также применялись разработки, выполненные с целью создания так называемой открытой сцепки (Functional open coupling, FOC), которая должна обеспечить унификацию коммуникаций между сцепляемыми составами (в том числе моторвагонными поездами разных изготовителей и разных железнодорожных операторов).

В рамках демонстрации технологии два находящихся в Испании вагона трамвая были виртуально сцеплены (рис. 1) и выполнили поездку как один состав без механического сцепления – только за счет обмена информацией по радиоканалу. Видеотрансляция поездки воспроизводилась на мониторах на стенде Shift2Rail в Берлине.

### Цели и структура проекта

В результате реализации проекта CONNECTA ожидается сокращение стоимости инжиниринга и производства систем TCMS на 20 % при сохранении стоимости оборудования TCMS на существующем уровне, а расходов на сертификацию – примерно втрое. Расходы на техни-

ческое обслуживание TCMS должны сократиться примерно вдвое, также вдвое должна сократиться величина неготовности TCMS к эксплуатации. Планируется также значительно улучшить показатели совместности TCMS при сцепке поездов разных изготовителей и ускорения самой сцепки.

Проект CONNECTA включает восемь рабочих пакетов (рис. 2):

WP1 – общие спецификации системы TCMS следующего поколения (включает в себя также сбор требований и пожеланий заказчиков);

WP2 – беспроводные коммуникации для TCMS и обмена данными с наземными устройствами;

WP3 – универсальная поездная сеть передачи информации с полной поддержкой TCMS (включая ответственные функции), бортовых мультимедийных и телематических систем;

WP4 – функциональная распределенная архитектура для стандартизации функциональных интерфейсов;

WP5 – архитектура для управления всеми функциями тормозов, соответствующих уровням безопасности SIL3 и SIL4;

WP6 – имитационная модель, позволяющая воспроизвести работу всех подсистем поезда и выполнять удаленное тестирование всех компонентов, включая аша-

ратные средства в гетерогенных сетях с кольцевой структурой;

WP7 – развертывание и эксплуатация TCMS следующего поколения;

WP8 – управление проектом и техническая координация.

### Реализация первого этапа проекта

За создание общих спецификаций на наиболее высоком уровне абстракций отвечали представители железных дорог Германии (DB). При этом прорабатывалась функциональность системы TCMS следующего поколения, причем за основу было взято комплексное моделирование с использованием языка SysML, а не формирование перечня отдельных функциональных требований.

На первом этапе создания функциональной модели была сделана попытка воспроизвести всю IT-среду на поезде, включая как ответственные, так и не влияющие на безопасность IT-функции. При участии проектной группы DB, выполнявшей роль координатора, а также с привлечением специалистов SNCF и промышленных компаний удалось создать обшир-

ную библиотеку требований и пожеланий заказчиков в отношении IT-функций на подвижном составе для всего европейского пространства железных дорог. С учетом этих требований были сначала очерчены граничные системные условия, чтобы затем приступить к анализу действующих субъектов и их иерархическому структурированию. На следующем этапе были сформулированы пожелания заказчиков, а уже затем – углубленные функциональные требования. К ним были добавлены технические требования, определяющие количественные параметры производительности системы, такие как время задержки и максимальная частота отказов.

В дальнейшем была разработана функциональная архитектура TCMS следующего поколения, демонстрирующая функции системы и логические взаимосвязи между ними.

На основе функциональных требований в рамках других рабочих пакетов проекта CONNECTA формулировались физическая и программная архитектуры системы.

Для эффективной деятельности международной команды разработчиков применялся пакет программ Magic Draw компании No-Magic, который успешно использу-

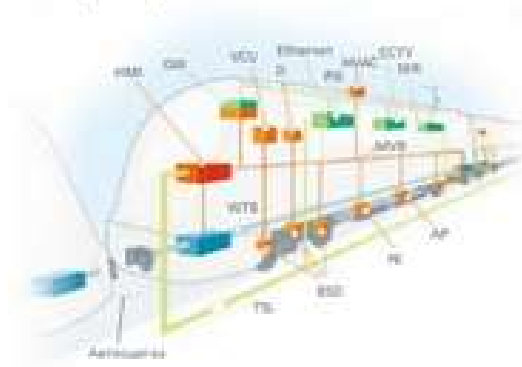
ется двумя участниками проекта из числа промышленных компаний для моделирования на основе языка SysML. В среде Magic Draw реализован банк данных с удаленным доступом в реальном времени, что позволяет применять актуальные данные в одинаковых моделях. Пакет Magic Draw обеспечивает проверку разработок с точки зрения удовлетворения требований соответствующих спецификаций.

В рамках проекта CONNECTA разработана бортовая сеть передачи информации, которая обеспечивает коммуникации, связанные с реализацией разнообразных функций. Это не только ответственные функции с соблюдением того или иного уровня безопасности SIL, но и функции мультимедиа и телематики, такие как видеонаблюдение или информирование пассажиров.

Для надежного и быстрого обмена информацией на уровне тягового подвижного состава служат два виртуальных сетевых уровня. Физическая сеть имеет кольцевую структуру, обеспечивающую избыточность и отказоустойчивость (рис. 3).

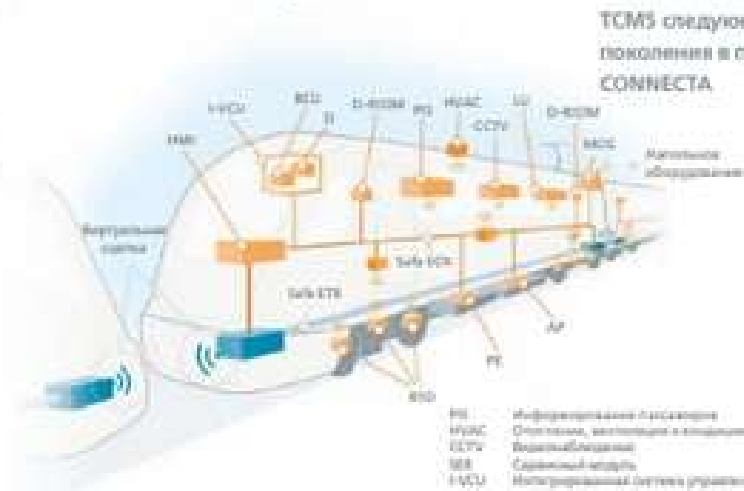
На поездном уровне обмен информацией осуществляется через две гигабитные опорные магистра-

Существующая система TCMS



- TL – Локальные магистрали передачи ответственных данных
- ETB – Терминал данных в двигателе
- PE – Система электроснабжения
- AP – Вспомогательная силовая установка
- IMB – Пассажирский интерфейс информации
- OW – Контрольно-диспетчерский центр
- VCU – Система управления подвижной единицей
- II – Интерфейс движения
- MVB – Многофункциональная шина передачи данных
- WTB – Поездная шина

TCMS следующего поколения



- TCB ETB – Вспомогательная шина ETB
- TCB MVB – Вспомогательная шина MVB
- MMS – Контрольно-диспетчерский центр

- PE – Информационная платформа
- MVB – Шина передачи данных
- ETB – Терминал данных
- WTB – Поездная шина
- VCU – Система управления подвижной единицей
- ETM – Терминал данных в двигателе
- ETB – Терминал данных в двигателе
- ETM – Терминал данных в двигателе
- II – Интерфейс движения
- OW – Контрольно-диспетчерский центр

Рис. 3. Концепция TCMS следующего поколения в проекте CONNECTA

ли Ethernet. Упрощение архитектуры сети не только способствует экономии аппаратных средств и кабеля, но и повышает надежность и производительность коммуникационной системы.

С точки зрения снижения затрат жизненного цикла важное значение имеет возможность простой интеграции в сеть передачи данных новых компонентов аппаратного обеспечения при помощи стандартизированных программных и аппаратных интерфейсов. При этом внесенные изменения не влияют на функции существующих компонентов, что заметно сокращает расходы на сертификацию и повторный допуск сетевого оборудования к эксплуатации.

Независимость ИТ-функций от применяемых аппаратных средств особенно хорошо демонстрирует архитектура программного обеспечения. Ее основу составляет операционная система реального времени, причем возможен достаточно свободный выбор такой ОС – ее функции могут выполнять, например, PikeOS немецкой компании SYSGO или Integrity RTOS компании Green Hills Software (США).

Поверх операционной системы работает среда функционального распределения (Functional Distribution Framework, FDF), которую можно рассматривать как слой абстракций между аппаратным обеспечением и приложениями. Благодаря применению среды FDF программы могут выполняться независимо от применяемого аппаратного обеспечения. Подобный подход широко применяется в автомобильной и авиационной промышленности. В частности, в рам-

ках проекта CONNECTA анализировалась возможность применения открытой платформы AUTOSAR на железнодорожном подвижном составе. Было показано, что адаптированный вариант платформы AUTOSAR обеспечивает выполнение большинства требований железных дорог.

Выбранная архитектура позволяет не только отделить аппаратное обеспечение от ПО, но и выполнить обновление и модернизацию программ независимо от аппаратного обеспечения.

Ответственные приложения и приложения, не влияющие на безопасность, исполняются в разных разделах. Предусмотрено регулирование обмена информацией в сети, причем одной из регулирующих мер является выделение временных окон для отдельных приложений.

Результаты работ по первому этапу проекта CONNECTA, в том числе проекты спецификаций, размещены в открытом доступе на сайте <https://projects.shift2rail.org>.

### Перспективы

В октябре 2018 г. был запущен второй этап проекта CONNECTA, который должен продлиться до 31 марта 2021 г. Суммарный бюджет этапа CONNECTA-2 составляет 10,6 млн евро, размер финансирования со стороны инициативы Shift2Rail – почти 4,7 млн евро. Разработки по созданию TCMS следующего поколения должны обеспечить повышение готовности поездов на 50 %, сокращение вдвое затрат времени и ресурсов на сертификацию, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание. Реа-

лизация концепции «виртуальной» сцепки может привести к радикальному росту пропускной способности железнодорожных линий.

На этапе CONNECTA-2 основными задачами стали:

- продолжение разработки беспроводных технологий связи как между вагонами поезда, так и между отдельными поездами и между поездом и наполняемыми устройствами;
  - реализация новой поездной коммуникационной сети NG-TCN с полной поддержкой системы TCMS вплоть до функций уровня безопасности SIL4, а также функций мультимедиа и телематики;
  - продолжение работ по стандартизации функциональных интерфейсов, требования к которым сформулированы на первом этапе проекта CONNECTA;
  - реализация концепции открытой сцепки FOC;
  - разработка среды имитационного моделирования, позволяющей, в частности, тестировать гетерогенные сети передачи;
  - реализация среды функционального распределения FDF;
  - проверка возможности применения в ответственных железнодорожных приложениях стандартов и технологий из смежных отраслей.
- Функции координатора этапа CONNECTA-2 остались за компанией CAF, в число партнеров вошли железные дороги Германии (DB) и Франции (SNCF), а также компании Alstom, Bombardier и Siemens.

**А. Ефремов**

*В статье использованы материалы проекта CONNECTA и его второго этапа CONNECTA-2 (<https://projects.shift2rail.org>), компании CAF ([www.caf.net](http://www.caf.net)); Eisenbahntechnische Rundschau, 2019, №1–2, S. 59–62.*

**Хотите увидеть новости быстрее?**

Заходите на сайт [www.zdmira.com](http://www.zdmira.com) и присоединяйтесь к нам в соцсетях.

Ежедневные новости всегда будут под рукой.