

Железнодорожный транспорт в период четвертой индустриальной эпохи



И. Г. Малыгин,
д. т. н., профессор, директор
Института проблем
транспорта им. Н. С. Со-
ломенко Российской акаде-
мии наук (ИПТ РАН)



Т. С. Титова,
д. т. н., профессор, про-
ректор по научной работе
Петербургского государ-
ственного университета
путей сообщения Импера-
тора Александра I



В. И. Комашинский,
д. т. н., доцент, замести-
тель директора по науч-
ной работе ИПТ РАН

В статье показана ведущая роль информационно-телекоммуникационных технологий и технологий искусственного интеллекта в формировании национальной и международной интеллектуальных систем железнодорожного и мультимодального транспорта в период 4-й индустриальной революции.

Железнодорожный транспорт (ЖДТ) был и остается ключевым элементом мировой экономической системы. Объемы железнодорожных перевозок постоянно возрастают, а требования к своевременности, безопасности, надежности и качеству перевозки грузов повышаются. Современный ЖДТ — это транспортные средства и сеть железных дорог (ЖД), а также объекты инфраструктуры (железнодорожные вокзалы, товарные станции и т. п.) и система управления ЖД. Очевидно, что совершенствование ЖДТ РФ следует рассматривать как важный фактор ускоренного развития национальной экономики.

Железнодорожный транспорт появился на старте первой индустриальной революции, а паровоз стал мощнейшим локомотивом ее успешного продолжения на протяжении последующего столетия (рис. 1).

Вторая индустриальная революция, основанная на использовании двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей, привела к существенной модернизации ЖДТ, появлению различных типов тепловозов и электровозов. Это позволило

существенно повысить скорость ЖДТ, его грузоподъемность и надежность.

Результатом третьей индустриальной революции, для которой характерен мощный прогресс в области информационных, телекоммуникационных и компьютерных технологий, стала автоматизация инфраструктуры и систем управления ЖДТ.

Железнодорожный транспорт в период наступившей четвертой индустриальной эпохи отличается дальнейшее расширение сети железных дорог, скорости, экономической эффективности и качества обслуживания пассажиров и перевозки грузов на основе интеллектуализации подвижного состава, железных дорог и систем управления [1–3].

Интеллектуализация ЖДТ (рис. 2) охватывает все его подсистемы (персональные, локомотивные, дорожные и управляющие). Персональная система сотрудников обеспечивает эффективное взаимодействие с интеллектуальным подвижным оборудованием, инфраструктурой, пассажирами и системой управления ЖДТ. Локомотивная интеллектуальная подсистема поддерживает внутреннее взаимодействие, а также взаимодействие с инфраструктурой и системой управления. Дорожная интеллектуальная подсистема обеспечивает контроль состояния железнодорожного полотна и составов, осуществляет автоматическое (автономное) реагирование на нестандартные ситуации и другие функции. Особенность интеллектуальной управляющей системы ЖДТ — всеохватывающее применение элементов прикладного искусственного интеллекта (ИИ).

Следует отметить неизбежность цифровизации и интеллектуализации ЖДТ при внедрении высокоскоростных магистралей (ВСМ), так как существующие системы управления движением не способны адекватно реагировать



Рис. 1. Козволюция индустриальных технологий и железнодорожного транспорта

на новую скорость перемещения грузов и пассажиров.

Интеграция подсистем и их масштабирование (расширение номенклатуры и поддерживаемых процессов) предполагает применение платформу-ориентированного подхода к построению информационно-управляющей инфраструктуры ЖДТ, основанного на сочетании открытых и корпоративных стандартов, интерфейсов, протоколов, сетевого и прикладного программного обеспечения. Применение платформу-ориентированного подхода к интеллектуальной транспортной системе (ИТС) ЖДТ позволяет постепенно наращивать ее функциональность на основе разработки и внедрения новых прикладных процессов.

Системная архитектура ИТС ЖДТ (рис. 3) отражает ее основные подсистемы (сетевые персональные устройства, сетевые технические узлы, сетевое подключение подвижного состава и инфраструктуры железной дороги), их взаимосвязь (различные проводные и беспроводные сети) и основные функции.

Формирование ИТС происходит при конвергенции (взаимного слияния) современных технологий построения ЖДТ, информационно-телекоммуникационных технологий и прикладного искусственного интеллекта. Это позволяет сформировать единую железнодорожную транспортную систему с уникальными свойствами наблюдаемости, прогнозируемости и управляемости, а также обеспечивает ее высокоэффективное использование на основе внедрения масштабируемых разнородных прикладных процессов и услуг.

Оборудование интеллектуального ЖД состава (рис. 4) помимо бортовой системы искусственного интеллекта включает систему беспроводного взаимодействия с персоналом, подвижным составом, ЖД и системой управления ЖДТ.

Сетевое оборудование ЖД (преимущественно беспроводное) призвано обеспечивать надежное функционирование всех стационарных и мобильных элементов ЖД (рис. 5).

Комплексные приложения, реализуемые ИТС ЖДТ, требуют объединения различных типов данных. Информационный базис для решения задач управления в ИТС представляется в виде интегрированного объекта, понимаемого как единое информационное пространство (ЕИП) ЖДТ [4].

Его особенности определяются спецификой предметной области, выражаемой следующими факторами:

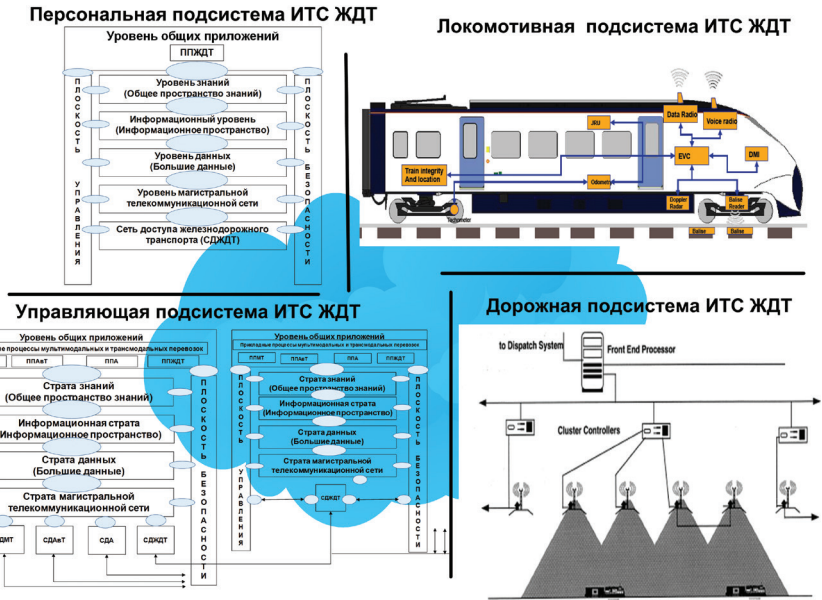


Рис. 2. Основные составные части интеллектуальной транспортной системы железнодорожного транспорта

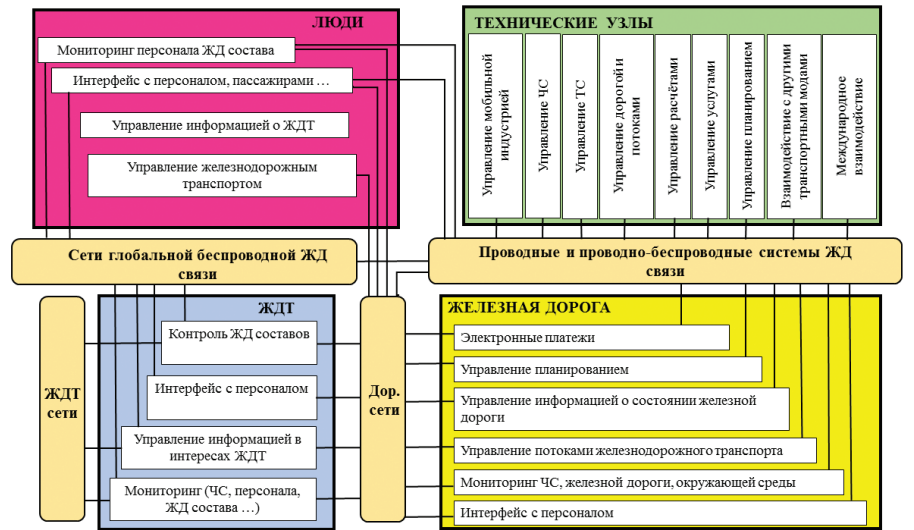


Рис. 3. Системная архитектура интеллектуальной транспортной системы железнодорожного транспорта

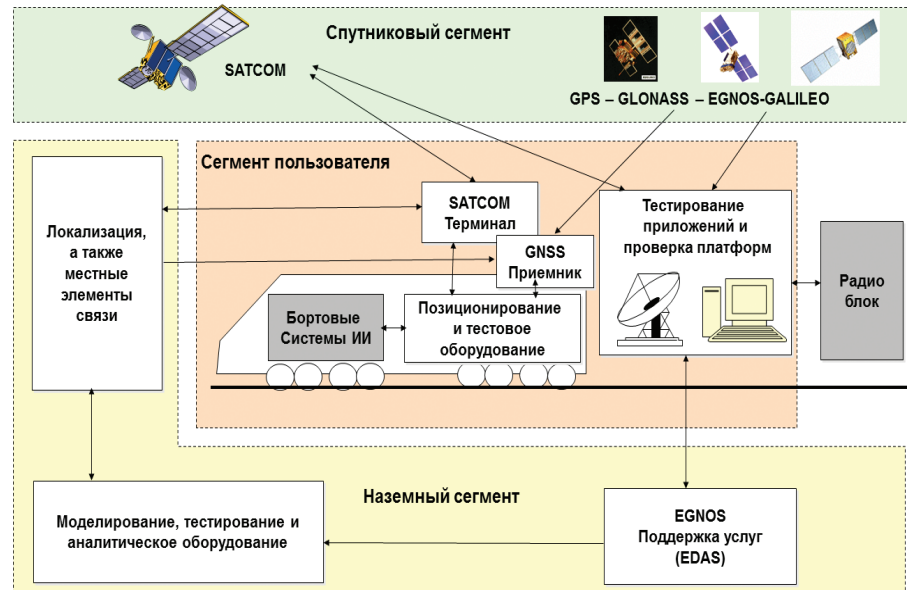


Рис. 4. Вариант оборудования интеллектуального железнодорожного состава

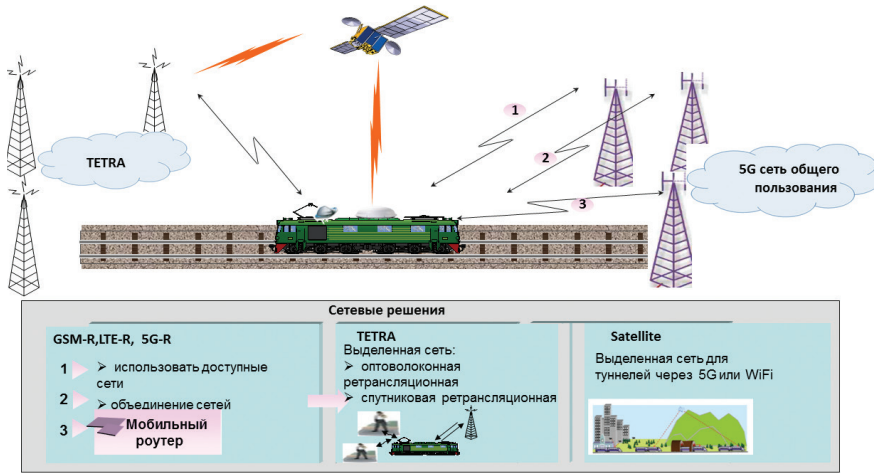


Рис. 5. Вариант сетевого оборудования железных дорог



Рис. 6. Место Интеллектуальной транспортной системы железнодорожного транспорта в структуре Интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ

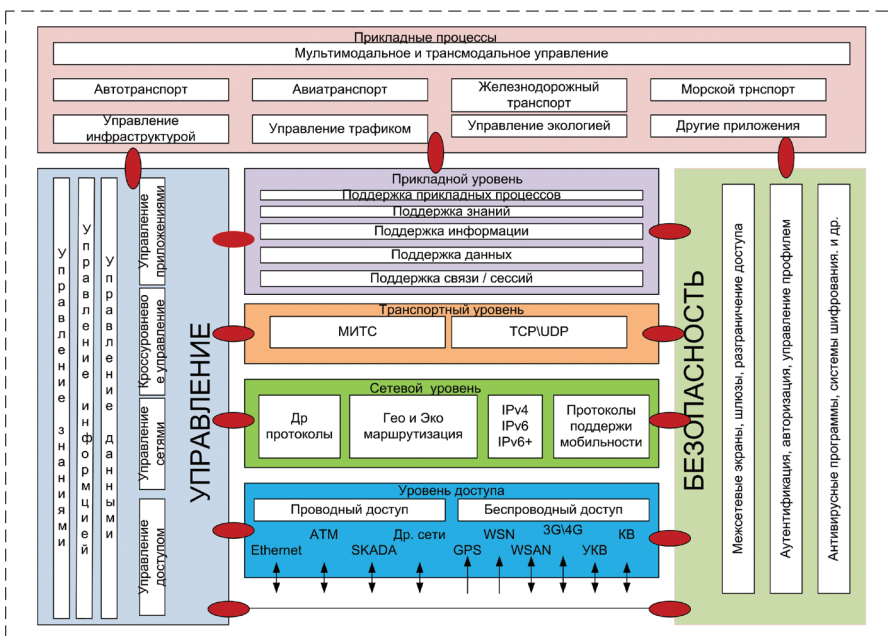


Рис. 7. Детализированное представление архитектуры Интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ

• высокая динамичность транспортной сферы, проявляемая в изменчивости ее структуры (за относительно длительный период) и состояния (в каждый момент времени);

• многочисленные и многообразные источники информации о состоянии управляемых объектов (транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, протекающих процессов и т. п.);

• децентрализация управления, обусловленная разнохарактерными участками в ЖДТ, их географическим размахом, отличиями в стратегии поведения объектов управления и т. д.

Приведенные факторы определяют основные требования к ЕИП ЖДТ (рис. 8):

• адаптируемость собственной структуры к складывающейся обстановке, изменчивость структур и значений накапливаемых и хранимых данных;

• способность аккумулировать большие объемы данных различных форматов и типов;

• распределение хранилищ данных на значительной по площади территории.

Как было отмечено ранее, ОАО «РЖД» — открытая система, взаимодействующая с другими транспортными модами (автомобильной, водной и авиационной), пассажирами, перевозчиками грузов, предприятиями и т. д. Экономический эффект в ОАО «РЖД» может быть существенно расширен на основе активизации указанного взаимодействия в рамках единой транспортной системы страны.

Интеллектуальная мультимодальная транспортная система (ИМТС) РФ — результат конвергенции современных технологий построения транспорта различной модальности и контекстных для каждой транспортной моды информационно-телекоммуникационных технологий и прикладного транспортного искусственного интеллекта. Такие конвергентные процессы приводят к формированию единой транспортной системы страны (рис. 6) и обеспечивают ее высокоэффективное комплексное (мультимодальное) использование.

Важно отметить, что ОАО «РЖД» — транспортный холдинг с самой передовой в стране системой цифрового управления — может стать основой создания ИМТС страны, предусмотрев возможности подключения ИТС других транспортных мод к ИТС ЖДТ. Платформенно-ориентированный подход, использованный при создании ИТС ЖДТ, открывает широкие возможности для развития ИТС других мод. Использование ИТС ЖДТ в качестве «материнской плат-

формы» для ИМТС РФ позволит железнодорожной отрасли достичь существенных экономических конкурентных преимуществ относительно других транспортных мод.

Детализированное представление ИМТС (рис. 7) отражает логическую взаимосвязь ее составных частей и может использоваться для согласования работ при разработке модальных ИТС и для согласования работ с зарубежными партнерами [5–8].

Одна из важных проблем построения ИТС ЖДТ заключается в согласовании приграничных интерфейсов с ИТС зарубежных ЖД, в частности, ЖД Китая и Европейского союза.

Таким образом, дальнейшее повышение качества и эффективности функционирования ОАО «РЖД» будет зависеть от темпов цифровизации и интеллектуализации компании. Применение платформо-ориентированного подхода к построению ИТС ЖДТ позволяет постепенно наращивать ее возможности на основе разработки и внедрения новых прикладных процессов. В отсутствие согласования стандартов цифровой железной дороги ОАО «РЖД» с ИТС ЖД приграничных государств могут появиться

существенные проблемы для осуществления транзитных международных перевозок, прежде всего ускоренных контейнерных поездов по фиксированному расписанию. Одновременно с разработкой и строительством ИТС ЖДТ необходимо развивать технологии прикладного ИИ.

Литература

1. Малыгин И. Г., Комашинский В. И., Аванесов М. Ю. и др. Сети, информация и знания – основные драйверы четвертой индустриальной революции (INDUSTRIE4.0) // Информ. и космос. 2016. № 1. С. 19–22.
2. Малыгин И. Г., Комашинский В. И., Асаул А. Н. Четвертая индустриальная революция (INDUSTRIE4.0) в транспортной и сопутствующих отраслях // Пробл. управл. рисками в техносфере. 2016. № 2(38). С. 8–17.
3. Иванов А. Ю., Комашинский В. И., Малыгин И. Г. Концепция построения единого информационного пространства интеллектуальной мультимодальной транспортной системы // Транспорт РФ. 2016. № 6 (67). С. 24–28.

4. Иванов А. Ю., Малыгин И. Г., Комашинский В. И. Мобильные распределенные базы данных Интеллектуальной мультимодальной транспортной системы. – СПб.: ИПТ РАН, 2017. – 166 с.
5. Малыгин И. Г., Комашинский В. И., Асаул А. Н. и др. Концептуальные подходы к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ // Информ. и космос. 2016. № 3. С. 8–17.
6. Малыгин И. Г., Комашинский В. И., Асаул А. Н. Интеллектуальная мультимодальная транспортная система Российской Федерации // Матер. междунауч. конф. «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016». – СПб., 2016. Т. 1. С. 8–15.
7. Малыгин И. Г., Комашинский В. И., Афонин П. Н. Системный подход к построению когнитивных транспортных систем и сетей // Вестн. С.-Петерб. ун-та Гос. противопожарной службы МЧС России. 2015. № 4. С. 68–73.
8. Nakamura H. Railways and Progress in Electrical and Electronic Technology // Railw. Electr. Eng. 2004. Vol. 15. № 1. P. 7–13.



ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I (ПГУПС)



Международная магистерская программа «Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Инфраструктура, экономика, экология» (англ. название программы: Economics, Ecology and Infrastructure at High-Speed Railways):

- разработана в рамках европейского международного проекта

«Эразмус+» и осуществляется международным консорциумом вузов во главе с Дрезденским и Мадридским политехническими университетами;

- ПГУПС выступает координатором проекта по России и пилотной научно-образовательной площадкой;
- на обучение принимаются специалисты и бакалавры (инженерно-

го и экономического направлений подготовки), а также магистры;

- программа рассчитана на два года (четыре семестра) обучения по очной форме с отрывом от производства;

- первый и второй семестры помимо общепрофессиональных и специальных предметов — интенсивный курс изучения английского языка;

- третий семестр — возможность обучения и прохождения стажировки в Германии на базе Дрезденского технического университета;

- четвертый семестр — обучение в ПГУПС.

По результатам обучения выдаются российские дипломы государственного образца, а прошедшим обучение в Германии — сертификаты Технического университета Дрездена.

Стоимость одного года обучения — 217 500 руб.

Дополнительная информация на кафедре «Строительство дорог транспортного комплекса» ПГУПС: ауд. 7-509, тел.: 408-43-40; ж. д. тел.: 58-927; e-mail: uts_pgups@mail.ru