

# Цифровая железная дорога – прогнозы, инновации, проекты

В.П. Куприяновский, Г.В. Суконников, П.М. Бубнов, С.А. Синягов, Д.Е. Намиот

**Аннотация**— В статье рассматривается тема цифровой железной дороги. Это один из характерных примеров инфраструктурных проектов в цифровой экономике. На примере Великобритании и Network Rail рассмотрены предпосылки открытия работ по реализации элементов цифровой экономики в железнодорожной отрасли. В статье приводится перечень проектов, реализуемых при переходе к цифровым железным дорогам. Итогом этих преобразований станет повышение пропускной способности железных дорог, удешевление перевозок, контроль в реальном времени подвижного состава и инфраструктуры, повышение точности информирования пассажиров и грузополучателей, предсказательное планирование технического обслуживания, и самое главное, бесшовные путешествия в интеграции с другими видами транспорта.

**Ключевые слова**—железные дороги, цифровая экономика, инфраструктура.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Человечество в 21 веке столкнулось с огромным количеством вызовов. Это и рост населения и, в первую очередь, городов, глобальное изменение климата и необходимость тотального изменения энергобаланса, необходимость защиты биоразнообразия и природы в целом [1,2,3,8]. Для того, чтобы кормить и обеспечивать достойные условия жизни людей надо увеличивать объемы и, одновременно, изменять условия работы промышленности, сельского хозяйства, транспорта, энергетики, медицины и др. Вместе с тем развитие науки и техники предоставило человечеству цифровые возможности и способность учитывать в цифровом отражении реального физического мира те особенности, которые были недоступны ранее для учета ранее невозможных комплексных аспектов бытия. По сути, этот виртуальный цифровой мир невероятно расширил возможности людей и позволил решать ранее невыполнимые задачи, достигая заранее рассчитанных и ранее не достижимых и даже, казалось, невозможных целей [24]. Все это только начало в том, как менять

науку, образование, бизнесы, да и саму манеру жизни человека. Как ответ глобальным вызовам резко возросли вложения в инфраструктуры, призванные решить задачи практического изменения мироустройства.

По многим причинам моделью преобразований в цифровую экономику стала Великобритания, сумевшая использовать и развить свою инновационную систему, ставшую одной из лучших в мире, таким образом, что она уже стала заметным экспортером инноваций и разработок [21]. Также можно отметить развитие архитектурно-строительную индустрии [5, 6, 24], сектора торговли и финансов [19,20] и даже креативную часть экономики [18]. Лондон, по сути, стал не только магнитом и одним из центров развития экономики и в первую очередь АРР экономики, но и стал центром притяжения образованной молодежи Европы, да вообще, многих молодых людей в мире. Возможно, свою роль сыграли и островные особенности жизни британцев, и они на новом уровне сегодня повторяют послевоенное японское экономическое чудо.

Изменения, во многом, начались с городов [1], в которые человечество переезжает невиданными ранее темпами, и они стали инфраструктурно преобразовываться. Развитием инфраструктур, к которым обычно относят города, транспорт, энергетику, а последнее время и информационно-телекоммуникационную часть, инновации и науку занимаются сегодня в плановом порядке очень многие страны. Правительственная политика, доктрины и директивы подходят к этому по-разному, но они устанавливают, что современная, эффективная инфраструктура имеет жизненно важное значение для успеха современной экономики и национального благосостояния.

Хорошо продуманная и спроектированная инфраструктура является существенным фактором национального благосостояния и является предварительным условием для экономического роста и условием для того, чтобы он был в будущем. Инфраструктура обеспечивает производительность нации, качество жизни и экономическое развитие, являясь драйвером роста, создания новых рабочих мест, а также обеспечивает повышение производительности труда, качества жизни и эффективности. Она лежит в основе роста, предоставляя базовые сети и системы, на которое мы все опираемся.

Кроме того, инвестиции в инфраструктуру оказывает реальное влияние на создание и поддержание рабочих мест. По последним подсчетам в США

Статья получена 10 июля 2016.  
Куприяновский В.П., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: vkupriyanovskiy@gmail.com).  
Суконников Г.В., ОАО РЖД, (email: sukonnikovgv@center.rzd.ru).  
Бубнов П.М., СУ-308, (email: 2502736@gmail.com)  
Синягов С.А., независимый исследователь (email: ssinyagov@gmail.com).  
Намиот Д.Е., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: dnamiot@gmail.com).

(President's Council of Economic Advisors) отмечается, что каждый из \$1 млрд инвестиционных средств в федеральные трассы создает 11 000 рабочих мест в течении одного года. Анализ данных из Бюро экономического анализа США 2012 года, а также Бюро статистики труда США (BLS) показывает, что "68 процентов рабочих мест, созданных за счет инвестиций в инфраструктуру, образуются в строительном секторе, 10 процентов в производственном секторе, а 6 процентов в розничной торговле".

После серьезной работы в Великобритании по преодолению кризиса 2008 года, частью которой был ВІМ проект, и развертывания инновационной и научной сети [21], в Великобритании произошло определение основной цели, состоявшей в переходе от аналоговой к цифровой экономике [22], и в 2015 году был взят курс на реализацию инфраструктурных проектов в идеологии цифровой экономики. В составе правительства было проведено значительное число структурных изменений и, в частности, образован Департамент инфраструктур и управления проектами (Infrastructure and Projects Authority). В конце 2015 года были объединены различные подразделения в правительстве, занимавшиеся инфраструктурой и проектами в Великобритании, чтобы стать департаментом инфраструктуры и управления проектами. Это позволило сконцентрировать управление более чем 200 крупными действующими проектами [7,9]. Инвестиции общественного капитала определены в объеме свыше 100 млрд. £ на период до 2020-21 (и это часть проектов на 483 млрд. фунтов стерлингов). Правительство закладывает основы для улучшения инфраструктуры, более производительной экономики и более совершенного общества на десятилетия вперед. Итак, из большого числа объявленных британских проектов мы выбрали преобразование железных дорог в цифровые железные дороги, исходя из безусловной важности этого опыта для России и возможностей его применения в нашей огромной железнодорожной стране.

## II. ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ.

Обязательства каждой конкретной страны по Парижскому соглашению об изменении климата и определяют сегодня общемировые планы изменения энергетических балансов от ископаемого углеродного топлива к возобновляемым источникам электроэнергии (80 % потребления электроэнергии составляют города), развитию умных городов, в которых перемещение людей и грузов необходимо осуществлять с минимальными выбросами (более привычное название - экологическими видами транспорта) и т.п. Уже в городах и, в том числе, в России можно наблюдать быстрое и приоритетное развитие общественного транспорта. Мы видим еще более ускоренные темпы использования всех видов рельсового транспорта или железнодорожного, метрополитенов (в самом начале своего создания в Лондоне они назывались подземными

железными дорогами), трамваев и новых видов транспорта, традиционно рассматриваемых в связке с рельсовым транспортом.

Собственно говоря, о причинах этого необходимо указать на совершенно простую основу данного наблюдения, следуя Международной электротехнической комиссии или IEC [4] - «Железнодорожный транспорт является более энергоэффективным, чем любой другой вид транспорта, и эту энергоэффективность можно улучшить еще больше».

Собственно, все сказанное выше и определяет роль железнодорожного транспорта или рельсового транспорта как непосредственно в городах, так и для их транспортных связей при перевозках людей и грузов в рамках города, пригородов, межгорода, страны и международного или глобального сообщения. Необходимо отметить, что авторы прекрасно понимают роль морского транспорта (50% процентов мировых грузоперевозок), авиационного и автомобильного транспорта и их бесшовных или мультимодальных соединений, но решили данную работу посвятить именно вопросам рельсового или железнодорожного транспорта. Железнодорожный транспорт, созданный еще во времена первой технологической революции в Великобритании для обеспечения ее задач, сегодня во времена четвертой технологической революции начинает играть в цифровой экономике огромную, глобальную роль в этой стране.

## III. НАЧАЛО ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ЦИФРУ И ПРОГНОЗ

Собственно, это серьезное дело – модернизация железных дорог не могло начаться мгновенно и не могло быстро случиться. То, что было изложено выше относительно фактической перспективы рельсового транспорта известно уже давно и материал IEC, на который мы ссылаемся, помечен 2013 годом и носит уже обобщающий характер. Каждое такое инфраструктурное дело (а железные дороги - это в любом государстве очень серьезная инфраструктура) сопровождается серьезными исследованиями и не менее серьезной практикой внедрения и оценкой этой практики не только по техническим параметрам, но и по таким направлениям как безопасность и экономика. Приведем еще одну цитату из материала IEC [4], поясняющую не только смысл, но и направления стандартизации лучших практик:

«Безопасность всегда была главным вопросом при перевозках, в основе каждого открытия, инновации и научно-технического прогресса. Современные перевозки сильно зависят от международных стандартов на безопасность и надежность». Технический комитет ТС 9 «Электрическое оборудование и системы для железных дорог» разрабатывает международные стандарты на электрическое оборудование подвижного состава, сигнальное и телекоммуникационное оборудование, тяговые трансформаторы и индукторы на подвижном составе. В своей работе этот комитет

также затрагивает конденсаторы для силовой электроники, требования к коммутационной аппаратуре переменного тока, городскую управляемую организацию перевозок, системы управления и контроля, системы связи, сигнализации и обработки данных и не только».

#### IV. ПРОГНОЗЫ БУДУЩЕГО ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ К 2050 ГОДУ

Неоднократно отмечалось, что фактически цифровая экономика зародилась в современном ее виде при внедрении информационных технологий в процессы строительства или модернизации. Здесь и возникло то, что получило название – BIM. Наиболее подходящий опыт для использования в России и, что очень важно, экономически доказавший свою состоятельность, накопила Великобритания. При этом сама технология BIM и не менее важные организационно-технологические составляющие так же были получены на самом большом в ту пору вообще строительном проекте в Европе - CROSSRAIL, который и по названию и по сути был железнодорожным проектом [5,6]. Мы уже указывали на причины использования исследовательских материалов ARUP по причине их большого и систематизированного охвата явлений цифровой экономики и уже приводили цитаты из классического, по нашему мнению, исследования «Будущее железных дорог – 2050»[23]. Отошлем читателя к этому исследованию и приведем обобщающий материал из предисловия к этой книге:

«Физические лица будут более склонны использовать железнодорожный транспорт в случае полноты информации и наличия разнообразных опций, а также удалении барьеров на его пути. Пассажиры будут ожидать сервиса, который включает в себя высокий уровень доступа к сервису, в котором не надо ждать, смарт-продажи билетов, обеспечения личной безопасности, и личного планирования без усилий. Они также ожидают того, что они будут иметь доступ в режиме реального времени во время путешествия к информации со своих смарт-устройств, обеспечивающих их данными об используемых именно ими маршрутами. Они также хотят получать мгновенные предупреждения по любому дорожному срыву. Железнодорожные перевозки и услуги будут сосредоточены на общей идее путешествия, на том как пассажиры ищут удобный маршрут, который предлагает наиболее эффективное перемещение от точки А до точки В. Информация о комплексных вариантах путешествия и бесшовные соединения на другие виды транспорта создают целостную картину путешествия. Для грузовых железнодорожных перевозок, улучшение времени транзита и последовательная надежность являются ключевыми для жизнеспособности железнодорожной отрасли в долгосрочной перспективе. Перемещение грузов по железной дороге уже давно стало более экономичным, чем перемещение грузов по автодороге. К 2050 году, конкурентоспособные цены,

более желательные временные интервалы, хорошее качество подвижного состава, большие данные, отличный сервис для клиента, а также сокращение задержек на границе будут обеспечивать грузовым железнодорожным перевозкам светлое будущее. Идея создания этого отчета - предложить что-то, что реально изменит обычную манеру размышления у людей. Мы хотели выйти за рамки фокуса человека, который изо дня в день сосредоточен на текущих проблемах, и дать возможность поразмышлять о факторах, формирующих будущее рельсового транспорта. Например, каковы мегатренды, которые будут влиять на образ жизни людей, работу, путешествия и потребление информации в будущем? Как будет будущая инфраструктура железнодорожного транспорта и его системы справляться с растущим спросом на пассажирские и грузовые мощности? И как будут изменяться железнодорожные транспортные расходы в мире, который переживает увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений? Помимо мега-сил, формирующих мир, в котором работает рельсовый транспорт, есть изменения, которые будут зависеть от меняющихся потребностей и ожиданий будущих пассажиров. Опыт и желания пассажиров будут значительным фактором инноваций в железнодорожном секторе, и они (инновации) будут основываться на более качественном обслуживании, лояльности к этому виду транспорта и способности рельсового транспорта адаптироваться к предпочтениям. Пассажиры будут выбирать рельсовый транспорт потому, что он предполагает режим, который обеспечивает удобство, комфорт, скорость, безопасность и надежность, а потому для них он является устойчивым и эффективным вариантом. Хотя поставщиками сервиса являются железнодорожные компании, несущие ответственность за миллионы народных путешествий, они должны думать о каждом. Железнодорожная отрасль традиционно известна как не особенно быстроногая или способная быстро реагировать, но в связи с быстрыми темпами технологических, демографических и изменений окружающей среды, это будет необходимо от нее все больше и больше. Ей придется стать гибкой и динамичной.

В прошлом мы стали свидетелями власти железнодорожных перевозок над процессами стимулирования и поддержания экономического роста. В некоторых частях мира это влияние рассматривается как имеющее важное значение для экономической диверсификации и поддержки политики, и может быть катализатором для регенерации. Такая роль железных дорог также является наиболее эффективной для режима перевозок на средние и большие расстояния, чтобы транспортировать большие количества людей, позволяя им получить доступ к рабочим местам, возможности для развлечений и досуга, которые ранее не были им доступны. Совершенно очевидно, что железнодорожный транспорт в настоящее время испытывает что-то вроде ренессанса. Регионы, которые не имели традиционной культуры железнодорожных перевозок, а также места,

где там было историческое недофинансирование, смотрят на возможности железной дороги с новой силой. Предвидение того, как будет выглядеть путешествие по железной дороге в 2050 году, будет способствовать формированию представлений о той роли железнодорожных перевозок, которую она будет играть в нашем будущем.

Железнодорожные перевозки будут сосредотачивать внимание на общей организации всего путешествия. Комплексная информация обо всем путешествии и бесшовные соединения с другими видами транспорта создадут комфортную среду целостного путешествия.

Если мы посмотрим в прошлое, поскольку мы хотим заглянуть в будущее, то до конца 1970-х годов, большинство из достижений, которыми мы в настоящее время пользуемся на железнодорожном транспорте (не беря даже в расчет информационные технологии), было бы немислимо. В эпоху бурных экономических, политических, социальных, экологических и технологических изменений, упражнения в стратегическом предвидении не предназначены для прогнозирования будущего с полной точностью. Скорее всего, это идея изучить возможные варианты развития в будущем на основе современных тенденций и трендов, а также слабые сигналы изменений. Попытка заглянуть вперед до 2050 года требует от нас рассмотрение того, что в концептуальном плане раздвигает границы творческого мышления. Железнодорожная отрасль часто воспринимается как консервативная. Тем не менее, существует необходимость в продолжении предвидящих исследований, чтобы охватить творческим подходом не только проектирование настоящего, но и будущее. Эта мысль часто фокусируется на пассажирах и их знаниях в качестве пассажиров. Воображаемые путешествия здесь предназначены для генерирования разговоров о будущем и обеспечения большего контекста для изображения будущих процессов планирования и принятия решений железнодорожной отраслью и правительствами. Воображаемые путешествия также ставят целью установить в прогнозных вариантах видение для железнодорожного транспорта. С увеличением темпов технологических изменений, возможно, более творческие сценарии могут осуществиться. Тематические исследования показывают, тенденции, происходящие на железных дорогах. Они показывают ранние признаки возможных изменений и направлений, и позволяют выявить те направления, в которых они (тенденции) в будущем могут развиваться.

#### V. ЛУЧШИЙ СПОСОБ ПРЕДСКАЗАТЬ БУДУЩЕЕ ЭТО СОЗДАТЬ ЕГО.

В заголовок здесь вынесена цитата Алана Кея. Является ли что-то тенденцией, что бы стать более широко реализованным, еще предстоит увидеть. В то время как специфика может быть трудно прогнозируемой, ряд макро-трендов будут формировать мир, в котором работает рельсовый транспорт. Эти

мега-тренды будут иметь далеко идущие последствия для транспорта в целом и железных дорог в частности. Они и обеспечивают контекст, в котором железные дороги будущего будут работать. Они будут создавать проблемы, но также могут стимулировать инновации для решения этих проблем.

Прогресс в области технологии, например, будет иметь широкий диапазон и неизвестное воздействие. Но мы можем разумно ожидать некоторые крупные успехи в том, как железные дороги работают: больше поездов без машинистов, контроль в реальном времени подвижного состава и инфраструктуры, повышение точности пассажирской информации, предиктивного (предсказательного) планирования технического обслуживания, и самое главное, бесшовные путешествия в интеграции с другими видами транспорта.

Для того, чтобы двигаться вперед с инновациями, жизненно важно, чтобы решения принимались, основываясь не только на прошлом опыте, но и на будущих возможностях для достижения предпочтительных результатов. Будущим железной дороги является то, что будет создано и еще не наступило. Таким образом, чтобы достичь желаемого видения будущего для железнодорожного транспорта, те, кто в железнодорожной промышленности и правительстве должны спрашивать сами себя: та ли это роль, которую мы хотим от рельсового транспорта?»

«По данным Международного транспортного форума, к 2050 году мобильность пассажиров будет увеличиваться на 200-300%, а перевозок грузов на 150-250%. Это означает, что должны быть реализованы умные решения для обеспечения адекватной пропускной способности для растущих объемов грузов и людей. Невероятный темп технологических изменений в транспортировке грузов и людей делает его трудно точно прогнозируемым будущим. Тем не менее, тенденции указывают на интеллектуальные, более интегрированные системы для перемещения пассажиров и грузов. Для транспорта, достижения в области технологий информационных коммуникаций будут иметь далеко идущие последствия, что делает их бесшовными, и более эффективными, комфортными и экологически более чистыми».

#### VI. ЦИФРОВОЙ ЗАДЕЛ ЕВРОПЫ И ВЕЛИКОБРИТАНИИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

В 1996 году ЕС согласился, что система управления Европейского движения на железнодорожных линиях (ERTMS) должна стать стандартом для всех высокоскоростных железнодорожных линий в Европе. Именно это согласование и позволило организовать бесшовное высокоскоростное железнодорожное сообщение на европейском континенте. Далее это было распространено на обычные европейские железнодорожные сети. ERTMS является сигнализацией и системой управления движением поездов, которая предназначена для облегчения трансграничных перевозок через Европу, для повышения безопасности, надежности и мощности, снижения затрат на

поддержание состояния железных дорог. Она включает в себя:

- систему сигнализации, управления и защиты поездов, известную как европейская Система управления движением поездов (ETCS)
- систему радиосвязи (в настоящее время используется на железных дорогах по всей Европе), которая обеспечивает передачу голоса и данных, известную как GSM-R
- систему управления дорожным движением с целью оптимизации движения поездов за счет «Умной» интерпретация графиков и данных поездов, известную как Управление уровнями Европейского трафика L (в стадии разработки)
- набор правил эксплуатации, известных как европейские рабочие правила.

Уровень 1 - Поезда оснащенные технологией ETCS. Оборудование на трассе отвечает за обнаружение движения поездов и с перерывами передает полномочия на управление движением поездов. Схема решения первого уровня приведена на рисунке 1.

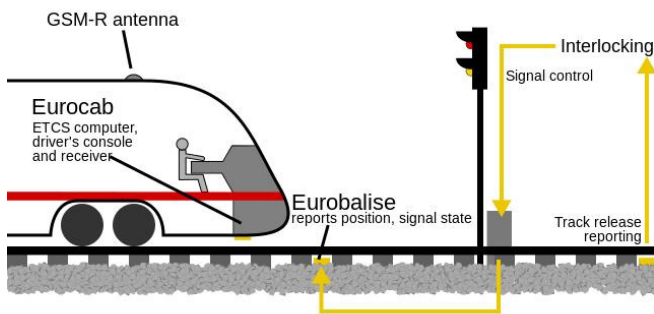


Рис. 1 ETCS уровень 1.

Уровень 2 – выглядит практически как и уровень 1, за исключением того все поезда получают почти постоянно обновляемые данные от органа управления движением из центра управления по радио через радиопередачи по GSM-R. Оборудование на путях по-прежнему необходимо для обнаружения поезда. Схема решения второго уровня приведена на рисунке 2.

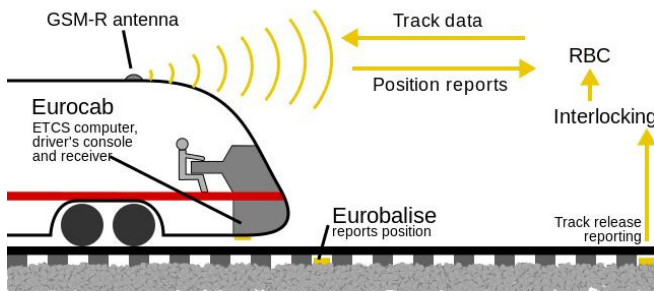


Рис 2. Уровень 2 - ETCS

Уровень 3 - ETCS заменяет оба трека сигналов на стороне пути, которые ранее использовались для

обеспечения органа движения и обнаружения от оборудования поезда на уровне состава. Стандарты и Технология 3-го уровня находятся в стадии разработки. Схема решения третьего уровня приведена на рисунке 3.

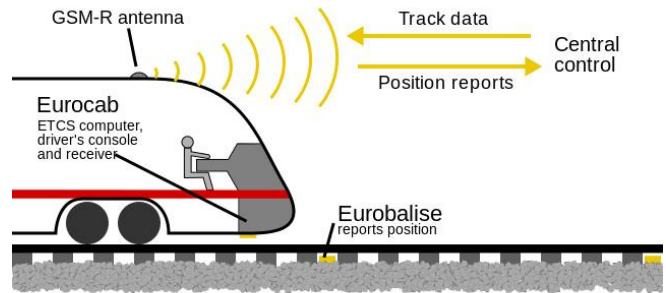


Рис 3. Уровень 3 - ETCS

Network Rail, головная организация британских железных дорог, оказавшись у истоков цифрового мира страны (метрополитен города Лондона тоже находится в ее ведении), не только ввела практические правила использования ВМ в практику на уровне правил того, как строить (реконструировать), к примеру, станции железной дороги или метрополитена [10], но и сумела выпустить решение Правительства страны, фактически описывающее элементы железнодорожной ВМ библиотеки для пересадочных станции и узлов [11]. Та же Network Rail стала испытательным полигоном ETCS, видимо, во многом уже благодаря своему цифровому заделу. Эта компания провела моделирование европейской системы на юго-западе на Магистрале в Waterloo, предполагая, что уровень ETCS 3 - используется в комбинации с автоматическим режимом работы поезда (для оказания помощи в движении поезда) и движения.

Экономические выводы, многократно проверенные и доложенные в 2016 году Парламенту показали, что Система управления поездами - может обеспечить до 40% больше мощности на определенных разделах перевозок, чем в настоящее время, и около 30% меньшую стоимость, чем на обычной линии. Ожидается, что произойдет дальнейшее снижение строительных затрат и экономия времени, которые как ожидается, придут от более простого, автоматизированного процесса проектирования и устранения части инфраструктуры на путях, и в числе прочих факторов, но это будет зависеть от адаптации новой архитектуры и эти экономические эффекты еще предстоит рассчитать. Другие преимущества будут включать большую гибкость.

Например, такое решение позволяет рассчитать, как работать с медленными электричками, которые могут быть ближе друг к другу в часы пик, и быстрыми поездами (которые должны быть расположены дальше друг от друга). Такова оказалась цена ухода от фиксированной сетки для управления движением поездов.

Для обоих ETCS уровней 2 и 3, на стороне пути сигналы заменяются дисплеями внутри Кабины

Машиниста. Контролировать положение поездов система начинает с помощью установленных на поезде датчиков и электронных маяков, закрепленных на трассе железнодорожного пути. Они сообщают о своем местоположении и скорости в центр (RBC) с помощью радиосигналов. RBC получает информацию от всех поездов в конкретной рабочей зоне, что позволяет ему отображать реальный цифровой трафик в сети. Он проверяет, что с маршрутом, все ли ясно, и оставляет его для конкретного поезда, а затем передает полномочия движения (и другую информацию) непосредственно в кабину машиниста (рис. 3). Поезда находятся в почти постоянном контакте с RBC, сводя к минимуму задержку по времени между секциями рельсового пути и получение информации о том, когда секции становятся доступными. На некоторых участках трассы, ранние уведомления, что трасса впереди свободна, могут уменьшить количество времени, затрачиваемое на торможения или ускорение без необходимости, увеличения пропускной способности по сравнению с результатом, достигаемым со старой сигнализацией. Ключевой особенностью уровня ETCS-3 является то, что обнаружение поезда больше не полагается на оборудование вдоль пути (в отличие от 2-го уровня). Вместо этого, безопасность критически важной задачи, а именно определения какой участок дороги занят, производится с помощью бортового компьютера и RBC. Именно отчетом, доложенным в Парламент Великобритании [15] мы в основном и воспользовались, как наиболее технически и экономически выверенным.

Однако всем этим результатам предшествовала огромная инновационная программа Network Rail. Понятно, что вслед за городами, авиацией и, например, платформами по добычи нефти и газа в море были испытаны технологии интернета вещей, киберфизических систем, больших данных и современных систем связи с учетом особенностей железной дороги и в первую голову безопасности, что и позволило им прийти к взвешенному началу процесса. Например, именно повышение срока работы батарей на сенсорах до более чем 10 лет и их колоссальное удешевление и позволили оснастить ими как сами поезда, так и придорожную инфраструктуру.

Из всего множества инноваций, реализованных на британских дорогах, по каждой из которых выпущены небольшие сообщения, выделим пример того, как мобильный телефон и простые SMS сообщения помогли правильно и удобно организовать работу, а также сэкономили деньги и время. Приведем этот бесхитростный текст сообщения о реализации простой инновации:

«ПРОГРАММА: Network Rail Track Постановка задачи: Для проведения ночных осмотров необходимо освещение, но из-за проблемы доступа к кабелям для переключения огней оборудование для включения/отключения не может быть установлено вдоль вагонов на путях. РЕШЕНИЕ: У Network Rail есть программа установки освещения на ряде ключевых перекрестках по всей стране специально, чтобы поддержать трек

проверок, которые будут осуществляться в ночное время, что дает значительную экономию для бизнеса. При этом включение/выключение света производится с помощью SMS. Это было настолько успешное внедрение, что оно интенсивно используется и развивается».

Аналогичные разработки есть и для российских железнодорожников, но зачастую вместо них используется прокладка дорогих оптических линий связи до каждого столба освещения по проектам огромной стоимости (десятки миллионов рублей), мотивируя это тем, что необходимо сократить периодические выплаты компаниями мобильной связи за пользование SIM картами (десятки рублей в месяц). На самом деле, это не совсем даже экономическая проблема (она очевидна). В большей степени - это вопрос изменения способа мышления железнодорожных работников в России с замкнутого на открытый. Открытый подход включает в себя сотрудничество между разными компаниями и бизнесами, необходимыми для реализации преимуществ цифровой железной дороги.



Рис. 4 Работники на железнодорожных путях управляют освещением через мобильные телефоны (Великобритания).

Сотрудничество, как и многое другое, определяется стандартами и обучением сотрудников компании и ее партнеров. Приведем в пример то, как это осуществляется британскими железнодорожниками. Невероятно серьезно Network Rail относится к внедрению лучших стандартов. Цифровая экономика требует согласованных действий многих компаний и специалистов. Поэтому наряду с техническими новшествами самыми прибыльными оказываются вложения в людей – работников компании (как это было и в предыдущем случае по освещению). Еще в 2012 году был принят в компании корпоративный инвестиционный план [14] для обучения стандартам сотрудничества Network Rail, и на рисунке 5 мы приводим схему из этого плана.

Для того чтобы показать, какое огромное внимание уделяется железнодорожному транспорту и железнодорожным станциям приведем не только британские источники. Это фундаментальное научное исследование по безопасности таких станций и пересадочных узлов от HLS [13]. Азиатский банк

реконструкции [12] и развития выпустил уникальное исследование по повышению энергоэффективности и снижения выбросов парниковых газов для интеллектуальных железнодорожных станций (!).

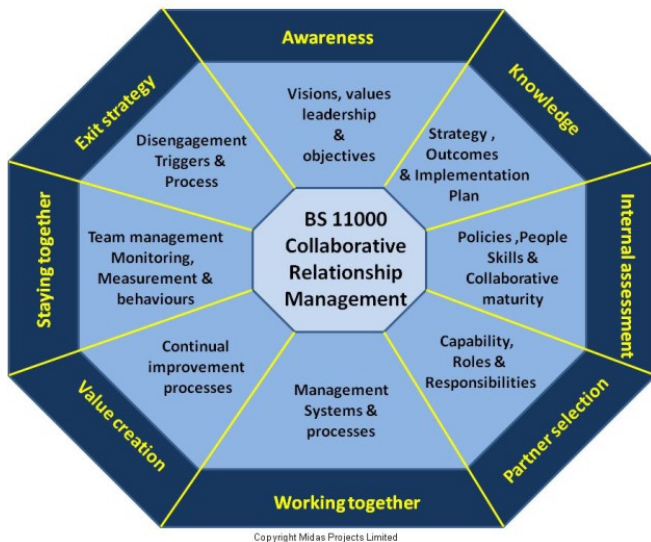


Рис. 5 Экосистема обучения работе по стандарту на сотрудничество (BS 11000).

## VII. ЕВРОПЕЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СТАНДАРТЫ И ВЕЛИКИЙ ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ

Упомянувшийся европейский ETCS не ограничивается своей активностью в Европе. Страны, где широко он распространен это Китай, Новая Зеландия и Малайзия, которые инвестируют в эти новые технологии. На карте ETCS от Китая до Европы очень мало «белых» пятен (в нашем распоряжении может быть не совсем новая карта). Эти «белые пятна» – Монголия, Северная Корея и почему-то Украина. Китай, который поставил на соединение своих мегаполисов скоростными железными дорогами, уже сегодня занимает первое место в мире по их длине (более 10 000 км, что приблизительно треть от всей длины железных дорог Великобритании) и взял решения ETCS именно для скоростных дорог.

Но дело в том, что такие же дороги за китайские деньги и с использованием их стандартов и решений пройдут и через Россию в Европу в рамках супер-мегапроекта Китая «Шелковый путь». Собственно сегодня много об этом говорят, но лучше процитируем [16] о политике Китая в инвестициях и, в том числе, в Шелковый путь:

«На протяжении последнего десятилетия наблюдался стремительный рост объема прямых иностранных инвестиций (ПИИ) из Китая. Сегодня страна занимает третье место в мире по объему инвестиций в зарубежные проекты, демонстрируя показатель на уровне свыше 100 млрд. долларов США, а это говорит о том, что из крупнейшего в мире производителя Китай превращается в крупнейшего инвестора. В последнее время китайские инвесторы переключили внимание с добывающих проектов на высокие технологии и производство потребительских товаров. Эта тенденция,

обусловленная развитием китайского бизнеса, стремительной трансформацией национальной экономики и расширением сферы инвестиционной деятельности китайских компаний, должна изменить как сам рынок, так и географию китайских ПИИ. С одной стороны, китайские инвесторы диверсифицируют портфели, которые раньше преимущественно включали активы в энергетике и горнодобывающей промышленности, и активно заключают сделки слияний и поглощений в таких секторах, как технологии, сельское хозяйство и недвижимость. С другой стороны, сфера интересов китайских компаний уже не ограничивается азиатскими, латиноамериканскими и африканскими странами с богатыми запасами природных ресурсов; они стали проявлять повышенный инвестиционный интерес к развитым рынкам Европы и Северной Америки. С ростом притока ПИИ из Китая множатся и растут масштабно китайские частные предприятия. Они действуют с большей уверенностью и строят амбициозные планы, обеспечивая почти половину всех китайских ПИИ на сегодняшний день. В связи с либерализацией государственной политики и развитием системы государственно-частного партнерства все больше частных предприятий при выходе на глобальный рынок кооперируются с государственными компаниями.

2015 год должен стать еще одним судьбоносным годом для китайских ПИИ. Как ожидается, внешние инвестиции из Китая в этом году превысят внутренние вложения, а значит, в национальной экономике будет зафиксирован чистый отток капитала. Отчасти это объясняется тем, что сейчас проводится политика

активного стимулирования китайских компаний к освоению зарубежных рынков и они получают беспрецедентную поддержку, как никогда ранее. Китай упростил административные процедуры для инвесторов, работающих за рубежом: помимо всего прочего, разрешительный порядок согласования проектов был заменен уведомительным. Кроме того, ожидается значительный рост инфраструктурных инвестиций с учетом планов Китая реализовать концепцию «Экономического пояса Шелкового пути» и «Морского шелкового пути 21-го века» (известную как «Один пояс — один путь»). Следовательно, китайские компании располагают прекрасными возможностями, чтобы продолжать кругосветное путешествие по инвестициям, пересекая новые границы преодолеть препятствия и смягчить риски в инвестиционном «плавании» к позиции лидера на глобальном рынке».

Архитектурно-строительная компания ARUP из Великобритании, имеющая огромный опыт в строительстве многих аспектов цифровой экономики и глобально присутствующая в странах, через которые пройдет «Шелковый путь» (в том числе, в Китае и в России), автор исследования «Будущее железных дорог – 2050»[23], уже сделала оригинальную заявку на участие в этом супер-мегапроекте, опубликовав только что ebook на эту тему [17].

В ОАО РЖД сегодня уже создана рабочая группа по цифровой железной дороге. Активно изучаются все

возможные варианты такой трансформации.

И не смотря на политически окрашенные публикации, о том, что железнодорожный шелковый путь пройдет практически мимо России, остается непреложным факт, что этот путь через Китай, Казахстан, Белоруссию в Европу является самым коротким и реализуемым в 21

веке. (рис. 6). По оценкам [25] время в пути из Китая в Европу составит по нему 16 дней, по сравнению с морским шелковым путем, который становится все более уязвимым уже по причинам изменения климата, составляющим 36 дней.



Рис.6 Путь Китай-Европа [25]

Мы понимаем, что сегодня 50 % мировых перевозок это морской транспорт, однако пока нет значимых инноваций, способных сократить время морского транзита. Вместе с тем, внедрение отработанных позиций цифровой железной дороги позволяет сократить это время минимум на 40%, то есть до очень приемлемых 10 дней. В дальнейшем, и это уже обсуждается, время в пути может составлять порядка 7 дней. Заметим, что такой вариант не потребует большого нового строительства и даст фактически системный толчок к цифровой трансформации экономик стран, входящих в ЕАЭС (Евразийский экономический союз), а это кроме России - Казахстан, Белоруссия, Армения, Киргизия. Государства ЕАЭС непосредственно находятся на этом маршруте, а оставшиеся два просто выиграют от участия в нем, ведь этот проект сегодня - самый крупный проект 21 века.

### VIII ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимо сказать, что у России гигантская железнодорожная сеть и если в нее включить так называемые железнодорожные подъездные дороги предприятий, то она увеличится, чуть ли не вдвое. Мы достаточно подробно остановились на экономических эффектах внедрения только одного механизма в

деятельности Британских железных дорог и в последующих публикациях мы хотели бы остановиться на других аспектах влияния цифры на железную дорогу (управление активами, безопасность и собственно цифровая железная дорога). Великобритания далеко не только успешно внедряет новые технологии у себя в стране, но так же не менее успешно их экспортирует в другие страны (чему нам то же надо учиться).

Так в случае Китая еще в 2014 году был подписан с контрактом с BSI о локализации британских стандартов для этой страны. Сегодня к нему уже подписано три дополнения (списка). В них входят группы стандартов на BIM, Умный город, сложную строительную технику и ряд других позиций. По аналогичному пути идет Индия, Казахстан, Австралия и многие другие.

В случае цифровых железных дорог, Великобритания стартовала крайне удачно и вовремя. Поэтому она и имеет все шансы попасть к разделу «великого инфраструктурного пирога», как со строительными технологиями, так и цифровой железной дорогой (они ее начали первыми в Европе и, похоже, в мире).

У Российских железнодорожников славные инженерные традиции и огромный опыт. И хотелось бы, чтобы он был реализован в национальный проект «цифровые железные дороги России». Ведь железные дороги, промышленные и торговые пути и могут составить костяк экономического и социального



развития России в 21 веке, а для этого надо не только вкладывать «свои» деньги, но и быть готовым говорить на одном языке с инвесторами.

В заключение приведем сообщение, которое свидетельствует об огромном шаге российской железнодорожной отрасли на пути к цифровым железным дорогам:

«Железнодорожный стандарт IRIS – пример успешного сотрудничества ЕС и России в сфере стандартизации. Результаты внедрения стандарта IRIS в России с 2009 по 2015 гг. стали темой обсуждения на заседании Консультативного совета IRIS и круглом столе по вопросу развития стандарта IRIS в Российской Федерации в Санкт-Петербурге 6 июля 2016 г.

Мероприятие прошло с участием представителей ОАО «РЖД», SIEMENS, Deutsche Bahn AG, SNCF, Bombardier и других отечественных и зарубежных предприятий железнодорожной отрасли. В его работе также принял участие заместитель Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) Антон Шалаев.

Международный стандарт железнодорожной промышленности (International Railway Industry Standard, IRIS) разработан рабочей группой Европейской ассоциации железнодорожной промышленности (UNIFE) и направлен на создание системы менеджмента бизнеса, позволяющей внедрять постоянные улучшения, предотвращать и снижать количество несоответствий в цепи поставок.

На совещании обсуждались результаты внедрения и функционирования стандарта IRIS в России, подведение итогов внедрения стандарта в 2009-2015 годах, перспективы развития до 2020 года, а также дальнейшее принятие стандарта IRIS в качестве международного стандарта ISO.

Были определены пути совершенствования IRIS, рассмотрены вопросы подтверждения достоверности данных аудита, предложения по дальнейшему применению IRIS на российских предприятиях.

В своем заключительном слове Антон Шалаев отметил, что развитие IRIS в России – это пример эффективного отраслевого сотрудничества между Европейским Союзом и Российской Федерации в области стандартизации и подтверждения соответствия, в котором стороны выступают в качестве равноправных партнеров.

В результате этой работы русский язык стал одним из официальных языков документов по стандартизации IRIS, более 100 отечественных предприятий успешно прошли аудит и получили сертификаты соответствия, а российские органы по сертификации, наряду с зарубежными, успешно проходят процедуру аккредитации» [26].

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Куприяновский В. П. и др. Умные города как «столицы» цифровой экономики //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 41-52.
- [2] Куприяновский В. П. и др. Микрогриды-энергетика, экономика, экология и ИТС в умных городах //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С.10-19.
- [3] Рамочная конвенция об изменении климата Организация Объединенных Наций FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. 12 December 2015
- [4] Electrical energy... the IEC helps keep the power on. IEC 2013 г. [http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC\\_Electrical%20Energy\\_Keep\\_the\\_power\\_on.pdf](http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_Electrical%20Energy_Keep_the_power_on.pdf) Retrieved: Jul, 2016
- [5] В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П. Добрынин BIM - Цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 1. Подходы и основные преимущества BIM // International Journal of Open Information Technologies. 2016. – Т. 4. – №3. – С.1-8
- [6] Куприяновский В. П., Синягов С. А., Добрынин А. П. BIM-Цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 2. Цифровая экономика //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 3.-С.9-20.
- [7] National Infrastructure Delivery Plan 2016–2021. Reporting to HM Treasury and Cabinet Office. Infrastructure and Projects Authority. March 2016.
- [8] Bill Gething & Katie Puckett Design for Climate Change. RIBA Publishing 2013.
- [9] Jim Hall The future of national infrastructure: A system-of-systems approach. Cambridge University Press, 2016
- [10] Station Design Principles for Network Rail. Document no. BLDG-SP80-002 Network Raile. 2015
- [11] Design Standards for Accessible Railway Stations A joint Code of Practice by the Department for Transport and Transport Scotland March 2015
- [12] Improving energy efficiency and reducing emissions through intelligent railway station buildings. Asian development bank, 2015
- [13] Buildings and Infrastructure Protection Series. Integrated Rapid Visual Screening of Mass Transit Stations BIPS 02/March 2011.Homeland Security Science and Technology
- [14] Network Rail Investment Projects Corporate Relationship Management Plan. Network Rail. 2012
- [15] Moving Block Signaling. Houses of Parliament. Number 20, 26 April 2016
- [16] Шелковый путь XXI века. Мировая экспансия китайских инвесторов. XXI века:з 2015 «Эрнст энд Янг (СНГ) Б.В.»
- [17] Venturing along the 'One Belt, One Road' with Arup. ARUP 2016
- [18] The Creative Nation. CBI, 2014
- [19] Куприяновский В. П. и др. Розничная торговля в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 7. – С. 1-12.
- [20] Д.Е. Намиот, В.П. Куприяновский, С.А. Синягов Инфокоммуникационные сервисы в умном городе // International Journal of Open Information Technologies. 2016. – Т. 4. – №4.- С.1-9.
- [21] Куприяновский В. П. и др. Информационные технологии в системе университетов, науки и инновации в цифровой экономике на примере Великобритании //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С. 30-39.
- [22] Digital Built Britain. Level 3 Building Information Modeling - Strategic Plan. HM Government 2015
- [23] Future of Rail 2050. ARUP 2015.
- [24] Куприяновский В. П. и др. Новая пятилетка BIM – инфраструктура и умные города //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 8. – С.20-35.
- [25] Alessandro Arduino CHINA'S ONE BELT ONE ROAD: HAS THE EUROPEAN UNION MISSED THE TRAIN?6 2016
- [26] Железнодорожный стандарт IRIS – пример успешного сотрудничества ЕС и России в сфере стандартизации. [http://gost.ru/wps/portal/pages/news/?article\\_rss\\_id=3765](http://gost.ru/wps/portal/pages/news/?article_rss_id=3765) Retrieved: Jul, 2016

# Digital Railroad – forecasts, innovations, and projects

Vasily Kupriyanovsky, German Sukonnikov, Petr Bubnov, Sergey Sinyagov, Dmitry Namiot

***Abstract***— The article discusses the topic of a digital railroad. This is one of the typical examples of infrastructure projects in the digital economy. By using the UK and Network Rail as examples, we discuss prerequisites for opening works on the implementation of elements of the digital economy in the railway industry. The article provides a list of projects implemented during the transition to digital railroads. The result of these transformations will increase the throughput of railways, allow cheaper transportation, real-time monitoring of rolling stock and infrastructure, improving the accuracy of informing passengers and consignees, allow predictive maintenance planning, and most importantly, seamless travel integration with other modes of transport.

***Keywords***—railroads, digital economy, infrastructure.