

# Соображения по проблемам создания цифровой железной дороги для нового шелкового пути трансконтинентального логистического партнерства в целях экономического развития стран входящих в ЕАЭС и России

В.П.Куприяновский, И.А.Соколов, О.Н.Дунаев, А.В.Зажигалкин, С.Н.Евтушенко, А.В.Степаненко, О.Н. Покусаев, Ю.В.Куприяновская

**Аннотация**— Цифровая трансформация железной дороги затрагивает многие отрасли экономики. Это, естественно, касается и подготовки кадров. Мы полагаем, что при проведении цифровой трансформации рельсового транспорта в России чрезвычайно важно еще раз дополнительно рассмотреть то, что делают в Европе и Китае. В США эта трансформация, имея похожие принципы, основана на собственном подходе РТС. Европа и Китай придерживаются группы стандартов ERTMS или европейской системы сигнализации и управления, внедрение которых уже доказало свою экономическую эффективность. И чтобы определить, как и что делать в России, какие сотрудники нужны на цифровой железной дороге в России, и необходимо понять, по каким стандартам и практикам эта дорога будет строиться. Цифровая трансформация затрагивает не только собственно управление движением, но и другие железнодорожные системы, а также и логистику. Соображениям по этому поводу и посвящена настоящая статья.

**Ключевые слова**—Шелковый путь, цифровая железная дорога.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Обмен товарами всегда определял развитие

Статья получена 2 августа 2017.

В.П.Куприяновский - Национальный центр компетенций в области цифровой экономики (email: vpkupriyanovsky@gmail.com)

И.А. Соколов - Национальный центр компетенций в цифровой экономике МГУ, ФИЦ «Информатика и управление» РАН (email: isokolov@ipiran.ru)

О.Н.Дунаев - РСПП (email: oleg.dunaev@mail.ru)

А.В.Зажигалкин - ОАО РЖД (email: zashigalkin@mail.ru)

С.Н. Евтушенко - Аппарат Правительства Российской Федерации (e-mail: evtushenkosn@gmail.com)

А.В.Степаненко - Союз строителей железных дорог (email: stepanenkoinfo@gmail.com)

О.Н.Покусаев - Российский Университет транспорта (МИИТ) (email:o.pokusaev@vsmexpert.ru)

Ю.В.Куприяновская - Университет Оксфорда (email: Yulia.Kupriyanovskaya@sbs.ox.ac.uk).

человечества. Города возникали на удобных для торговли местах, которые строились на логистически оптимальном наличии транспортных путей. Развитие цифровых технологий добавило новые измерения к этому процессу, оставив неизблемыми принципы этого развития, и сделало их глобальными, а сегодня уже и цифровыми. Логистика это цепочки поставок и добавленная стоимость на каждом этапе и от экономики каждого этапа и складывается экономика логистики.

Цепочки поставок изменились за последние десятилетия, что вызвано глобальным разделением труда, снижением затрат на логистику и материализации новых рынков. Страны БРИКС продолжают увеличивать свое значение для всей мировой торговли, и растет их влияние в глобальном производстве. Например, Азия стала самым важным местом для размещения производства во всем мире, Россия и Восточная Европа вошли в рыночную экономику, а индустрия сервисов в Европе и Северной Америке значительно выросла. Производства появляются в новых местах или даже возвращаются в развитые экономики. Так же вырос и объем торговли между ЕС и Китаем, превысив \$2 триллиона в год. Транспортно-логистическая составляющая в нем колеблется в зависимости от типа товара от 10 до 60%. Эти большие и потенциально стабильные доходы стран, входящих в ЕАЭС, безусловно, представляют огромный потенциальный интерес.

При этом сегодня уже происходит рост объемов общей торговли, а затем и рост объемов перевозок железных дорог, морских портов и других видов транспорта и это представляет значительные вызовы и возможности для участников отраслей логистики и транспорта. Хотя мировая торговля будет продолжать расти более низкими темпами, глобальная структура движения товаров, вероятно, изменится кардинально. Эти изменения уже начались

Прогресс в конкурентной международной среде, цифровизация и связанные с ней изменения потоков

товаров создают новые проблемы для промышленности. Настало время переопределить мир логистики, чтобы найти решения для нынешних и будущих проблем. Информационные технологии являются базой, а цифровизация в логистике является ключом к успеху. Программное обеспечение, аппаратное обеспечение и всемирное соединение - это теперь инструменты для любого бизнеса. Возможности подключения позволяют оптимизировать процессы и разработку новых бизнес-моделей. И по этой причине, важно для оценки информационных технологий с точки зрения логистики посмотреть возможности двух наиболее близких стран БРИКС Китая и России в этой части.

В работах [26,27] была выдвинута мысль о том, что цифровая железная дорога может стать катализатором огромного числа цифровых трансформаций, как в России, так и в странах ЕАЭС. В работе [11] к этим тезисам была добавлена мысль о цифровой совместной экономике и логистике. Все эти тезисы, к сожалению практически не были поддержаны другими исследователями, но вызвали очень большой интерес наших читателей.

Не одних наших читателей волнует глобальность мировых изменений в цифровой экономике. И если еще в прошлом году их можно было считать в начале года относительно локальными, то к концу года они превратились в самую мощную мировую тенденцию. Мировой экономический форум (WEF), который давно работает круглогодично и обладает невероятными возможностями найма лучших умов и компаний мира, выпустил целую серию исследований [20-25], которые стоит рассматривать как единое целое, но для облегчения понимания дальнейшего нашим читателем приведем рисунок 1 из [20]. За многие годы все привыкли повторять как незыблемый экономический тезис то, что морской транспорт всегда будет экономически более выгодным, чем любой наземный вид транспорта, включая железнодорожный. Однако глобальное развитие цифровой железной дороги, базирующейся на цифровой сигнализации и управлении [7-12, 29-35] привело к тому, что железнодорожный транспорт стал уже экономически более выгодным для транспортировки самых дорогих (контейнерных) грузов, и это данные, под которыми стоит авторитет WEF. К сожалению, эти выгоды не касаются России и стран ЕАЭС. Нормальных морских портов у нас пока нет, а проект цифровой железной дороги у нас обсуждается на базе совсем новых идей интернета вещей, например, в угоду моде без технических и экономических стандартов и обоснований (советуем посмотреть наряду с указанными выше публикациями еще и работу [18]). При этом тратятся ресурсы, которых не так много. Между тем существуют отработанные решения, международные стандарты и нормативная база для такого рода решений, уже доказавшая свою экономическую эффективность в Китае и Европе, то есть в начале и конце нового шелкового пути.

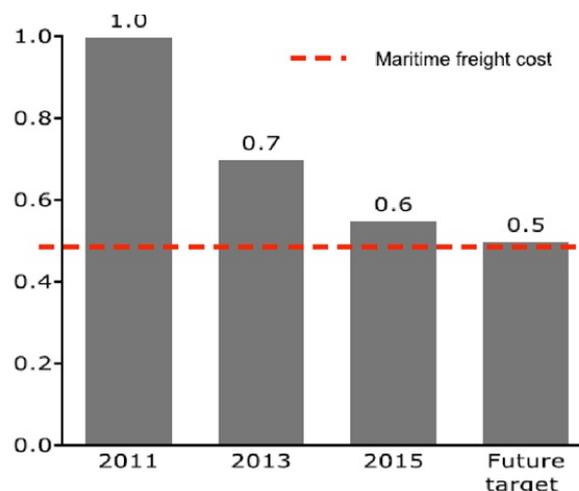


Рис. 1. Снижение стоимости перевозки контейнеров между Китаем и Европой морским и железнодорожным транспортом (источник [20])

Цифровая трансформация железной дороги, помимо экономических и технических составляющих, создает необходимость в рассмотрении вопросов этой трансформации на многие отрасли экономики и, в первую очередь, на промышленные и производственные, обучение существующих кадров и привлечении новых. Это явление давно известно, как дефицит кадров (необходимость в специалистах инновационных профессий) и инновационная безработица (отсутствие спроса на старые навыки и сокращение их востребованности в новых условиях). Однако человечество впервые сталкивается со столь значительными изменениями в своих способах производства и потребления, как цифровая экономика, и внимание к этому стартовавшему процессу наиболее взвешенно представляют решения Президента России: цифровая трансформация экономики [1], изменения в обществе страны [2], безопасность цифровых процессов [3].

Все эти направления [1-3], безусловно, присутствуют в процессе цифровой трансформации крупнейшего и старейшего инфраструктурного актива нашей страны - железной дороги и носят совершенно конкретный характер. В публикациях [4,5] прошло общее обсуждение постановки этой проблематики [5] и была сделана попытка конкретизировать постановку для важнейшей части цифровой экономики - умных городов [4]. Вместе с тем, несомненная важность для развития цифровой экономики России цифровой железной дороги [7-11] побудила нас исследовать именно это направление.

Однако прежде чем переходить к темам самой цифровой железной дороги и связанными с этим вопросами логистики, нам хотелось бы процитировать очень, как нам кажется, уместное в данном случае общенациональное исследование Академии наук США [6], и подчеркнуть чрезвычайную важность направления комплексных оценок влияния инфраструктурных цифровых трансформаций для страны на то, какие профессии и рабочая сила будут необходимы:

«Мы также отмечаем, что затронутые темы имеют глобальный диапазон, значимость и взаимосвязь; в то время как международные вопросы поднимаются иногда, в соответствии со своими задачами, основное внимание в комитете уделялось Соединенным Штатам. Итоговый отчет представляет собой исследование текущего состояния, тенденций, и возможностей будущих технологий и работы. Он рассматривает вопросы с учетом экономического, организационного, индивидуального рабочего и социального значений в сопоставлении с возможностями определенных технологий, которые могут привести к изменениям. Мы определяем ключевые вопросы и вопросы для политиков и для того, чтобы предложить новые пути исследований и новые усилия по сбору данных, которые, мы полагаем, приведут к улучшению возможностей обнаружения и прогнозирования будущих воздействий информационных технологий на рабочую силу, а также предоставить информационную основу для дискуссий, на которых будут проводиться государственные политики, которые должны лучше адаптироваться к ним».

Мы полагаем, что для России в цифровой трансформации рельсового транспорта чрезвычайно важно еще раз дополнительно рассмотреть то, что делают в Европе и Китае. В США эта трансформация, имея похожие принципы, основана на другом подходе РТС [8], да и поезда из России в США не ходят пока. Европа и Китай придерживаются группы стандартов ERTMS или европейской системы сигнализации и управления, внедрение которых уже доказало свою экономическую эффективность. И чтобы определить, как и что делать в России, какие сотрудники нужны на цифровой железной дороге в России, и необходимо понять, по каким стандартам и практикам она будет строиться. Цифровая трансформация затрагивает не только системы управления движением, но и другие железнодорожные системы, а также и логистику. Соображениям по этому поводу, а не решениям мы и посвятили настоящую статью.

## II. ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА ЕВРОПЫ - ERTMS

Цифровая железная дорога - это амбициозные цифровые трансформация железных дорог ЕС, США, Китая, Великобритании, Норвегии и многих других стран, позволяющие увеличить количество поездов, увеличить пропускную способность и возможности обслуживания пассажиров и грузовых клиентов. В сердцевине европейской системы (аналогичная в Китае) лежит основа в виде технология ERTMS, которая объединяет: ETCS - Европейская система управления поездом (цифровая сигнализация), C-DAS - консультативная система машиниста (Connected Drive), ATO - автоматическая работа поезда и TMS - система управления трафиком, которые при гармонии с другими обновлениями в поездах, инфраструктуре и операциями могут дать большие преимущества, главные из которых уменьшение стоимости перевозки на 50% и увеличение емкости на 50% [7]. Другие цифровые технологии,

независимо от того, являются ли они клиенто-ориентированными, или они предназначены для оперативных нужд, также имеют место и должны использоваться в качестве части общей картины этой цифровой трансформации. Важнейшим из этих технологий является трансформация логистики.

Основными реализуемыми организационными идеями этой цифровой трансформации железных дорог являются:

1. Выравнивание целей отрасли - балансирование объектов на уровне маршрутов сети с помощью операций с поездами (Train Operating) отдельных компаний и трансграничными, национальными и стратегическими целями.

2. Совместная работа в интересах выгод клиентов - железнодорожного сообщества, которая объединяет новые технологии и операционные изменения в интересах клиентов железной дороги.

3. Создание уверенности в цепочке поставок - четкая карта маршрута и приверженность реализации цифровых схем для рельсового транспорта, которые позволяют поставщикам и клиентам планировать свое участие и ресурсы.

4. Решение проблемы нехватки необходимых навыков - определение необходимых навыков и подготовка инженеров, операторов и сопровождающих лиц с необходимым уровнем компетентности в соответствии с программой реализации.

5. Понимание преимущества постепенного - создания «ETCS» или готовой цифровой железной дороги и получение ранних преимуществ путем поэтапного развертывания компонентов цифровой железной дороги (C-DAS / ATO / TM / ETCS).

В этой части ERTMS («Европейская система управления железнодорожным движением») является крупнейшим промышленным проектом, реализуемым Европой, проектом, который будет способствовать повышению безопасности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта. За последние годы ERTMS стала предметом обсуждения, когда речь идет о европейских железных дорогах. Но точно, что это такое и каковы его цели? ERTMS означает «Европейская система управления железнодорожным движением» и является европейским стандартом для автоматической защиты поезда (ATP), который позволяет построить совместимую железнодорожную систему в Европе, обладающую фактически новыми экономическими свойствами. В качестве ATP ERTMS - это система безопасности, которая обеспечивает соответствие поезда ограничениям скорости и статусу сигнализации. Благодаря своей природе и требуемым функциям, это система, которая должна быть частично установлена рядом с железнодорожными путями и частично установлена на борту поездов.

После интенсивного десятилетнего этапа исследований и разработок, валидация стандарта ETCS

была проведена с 2000 по 2007 год с параллельными реалистичными проектами. С 2005 года отзывы от проектов вызвали необходимость тонкой настройки спецификаций для перехода от локальной к глобальной совместимости и обеспечения совместимости между всеми проектами в Европе. Спецификация, измененная решением Комиссии 23 апреля 2008 года, теперь гарантирует, что европейские поезда, оснащенные ETCS, могут путешествовать по любой линии, оборудованной ETCS. 22 июля 2009 года Комиссия приняла Европейский план развертывания ERTMS, который предусматривает постепенное развертывание ERTMS на основных европейских железнодорожных маршрутах. Это позволит сократить эксплуатационные расходы и повысить эффективность системы на длинных межграницных расстояниях.

В 2005 году Европейская комиссия и железнодорожная отрасль (производители, руководители инфраструктуры и предприятия) подписали меморандум о взаимопонимании (MoU) о развертывании ERTMS в ключевой части европейской сети с упором на шести грузовых коридорах. Под эгидой Европейского координатора по ERTMS Карела Винка, второй меморандум о взаимопонимании, подписанный в июле 2008 года, включал новых партнеров и поставил амбициозные цели для развертывания ETCS по ключевым грузовым коридорам и скоростным линиям, что значительно повысит конкурентоспособность европейских железных дорог. Сегодня это уже 9 коридоров и динамика их развития показана на рисунке 2.

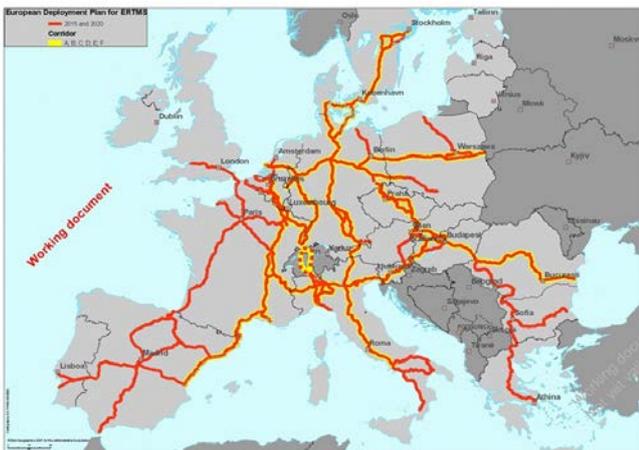


Рис. 2. Динамика преобразования в цифровую железную дорогу 9 основных грузо-пассажирских коридоров Европейского союза с помощью ERTMS.

Планы развития ERTMS в ЕС к 2030 - это не только 56 000 км, которые будут основой железнодорожной сети Европы. Для того, чтобы это реализовать, должен соблюдаться четкий календарь развертывания. Устройства ERTMS будут развернуты с модульными, предварительно протестированными конфигурациями, с общими сетевыми правилами, будет налажен аутсорсинг полевых работ, обеспечен жесткий контроль за конечными результатами с точки зрения качества, безопасности и функциональной совместимости. Будут

организованы встроенные в технические средства управления установки, основанные на общем, предварительно протестированном, предварительно проверенном ядре от каждого поставщика, что уменьшает количество испытаний на железнодорожных линиях. ERTMS, как программные продукты будут иметь регулярные, запланированные обновления с предварительно проверенными конфигурациями для устранения ошибок, поддерживая все продукты и систему во всем взаимодействии с интероперабельностью железных дорог в ЕС [67]. Мы специально приводим перечень [60-66] совершенно разных документов на эту тему, чтобы показать читателю важность этого проекта для Европы, так как очень многое изменится в очень недалеком будущем на железных дорогах ЕС, и основой этих тщательно согласованных преобразований является ERTMS.

Многое из этого в работе [12] детально разбиралось в том, что относится к ERTMS, но все же стоит сказать - это общность принципов цифровых сигнализаций позволяет говорить о том, что цифровая железная дорога - это высокоскоростная и высокой пропускной способности связанная система железных дорог. Поэтому надо понимать, что данные на рисунке 2 относятся только к общеевропейским железнодорожным транспортным коридорам и не включают ВСМ. Второе пояснение заключается в том, что рисунок 2 показывает только то, что делается за счет бюджета ЕС и не учитывает то, что делают конкретные страны как, входящие в ЕС (Германия, Франция, Великобритания) так и не входящие в него, но на тех же принципах (Швейцария, например) по своим бюджетам. Например, Норвегия и Великобритания переводят на цифры целиком железнодорожную систему страны [10,11]. В ЕС называют сегодня цифру 218 726 км как протяженность железных дорог только этого союза. Это означает, что на ERTMS будет, собственно, уже четвертая часть железных дорог ЕС к 2030 году. Складывая эти разные цифры и учитывая динамику, можно сказать, что цифровая железная дорога для Европы есть скорее уже давно текущая практика, но находящаяся в постоянном развитии, которая становится массовой и приводит к необходимости стандартизации новых профессий и модернизации старых на системах железных дорог и, в целом, вероятно, что большая часть железных дорог в ЕС станет дорогами высокой пропускной способности и низкой стоимости перевозок.

Но дело не только в том, что растет протяженность цифровых железных дорог. Начинаются процессы изменения потоков, как пассажирских, так и грузовых. Многое по планам развития цифровой железной дороги в Европе было изложено в большой работе, переведенной на русский язык и изданной еще в 2015 году [13]. Все это уже приводит, на практике, к изменениям в подвижном составе и локомотивах. Пример переоборудования пассажирских вагонов для перевозки в городах грузов мы приводили в [8].

Но ситуация цифровых изменений гораздо шире и, в

частности, так как рост интермодальных перевозок начинает смещаться в сторону спроса на грузовые перевозки в тех областях сети, где растет спрос на пассажирские перевозки, важно найти новые и творческие пути максимального использования существующих мощностей сети и предлагать новые услуги клиентам, при условии, что грузовые железнодорожные перевозки будут продолжать расти. В частности, там, где есть свободные мощности на пассажирских поездах, есть потенциальная возможность, при относительно низких дополнительных затратах, перемещать грузы, так как эта способность, в значительной степени, идет в потери прибыльности каждый раз, когда поезд применяется без этого использования. Есть возможности для более широкого взгляда на перевозку грузов и логистическую работу с железнодорожной отраслью, чтобы сделать более инновационное использование этой способности.

Следуя [14], приведем еще два примера из железнодорожной практики. Пример 1 относится к изменению вагонов для перевозки угля. Пример 2 касается переоборудования локомотивов для работы в евротуннеле. На самом деле через евротуннель проходят маршруты BSM Лондон-Париж, Брюссель, Ницца и другие. И это, в том числе, пример использования возможностей ERTMS.

Пример 1: Freightliner – превращение угольных бункеров в современные коробочные вагоны. В поддержку нового контракта с Tarmac, ведущим поставщиком строительных материалов и строительных решений в Великобритании, Freightliner необходимо было обеспечить парк современных вагонов с коробчатой вместимостью, и они решили исследовать возможность использования переработанных деталей из угольных бункеров (вагонов), которые стали недавно избыточными в связи с национальным сокращением использования угля.

С помощью поставщика вагонов Greenbrier из Европы, было установлено, что, с некоторыми изменениями, в вагонных тележках (колесные рамки, прикрепленные к вагону) и в части тормозного оборудования, переделанные из бункерных вагонов в коробочные, вагоны будут совместимы с существующей конструкцией коробки вагонов Greenbrier, которые ранее производились.

В результате, в ноябре 2015 года, Freightliner Maintenance Ltd (FML) в Йорке началось восстановление и модификацию тележек, которые затем были доставлены Freightliner через дорожные службы в Европе от Greenbrier в Польше, которая завершила производство (модификацию) вагонов.

На протяжении всего сложного процесса Freightliner полностью взаимодействовал с Управлением железнодорожного и автомобильного транспорта (ORR), чтобы гарантировать, что британские и европейские стандарты безопасности и юридические требования будут соблюдены.

Творческий подход, принятый Freightliner, означает,

что избыточным активам, которые пребывали бы неиспользованными и разрушающимися, была дана новая жизнь в виде переработанных вагонных тележек и тормозных компонентов, что привело к сокращению количества отходов и экономии энергии. На рисунке 3 показан вид модернизированных вагонов для угля.



Рис. 3. Как выглядят переоборудованные для перевозки других грузов вагоны для угля.

Пример 2: GB Railfreight / Europorte / B logistics / STVA - Автомобили, транспортируемые через Ла-Манш по железной дороге в первый раз за последние пять лет. В ночь с 4 по 5 июля 2016 года, поезд по перевозке новых автомобилей из Бристоля в Великобритании в Гент в Бельгии проследовал через Ла-Манш. Это первый раз за пять лет, такой тип трафика был осуществлен через туннель, что было обосновано необходимостью надежного и безопасного транспорта для такого ценного товара.

Поезд для перевозки этих автомобилей был обеспечен GB Railfreight, компанией грузовых железнодорожных перевозок дочерней компанией Groupe Eurotunnel, работающих от имени Европейских специалистов автомобильной транспортировки, STVA UK Ltd . От Frethun, B Logistics и Europorte от Франции завершили перевозку в Генте, Бельгия.

Каждый поезд был составлен из девяти двухэтажных STVA вагонов, которые были сделаны специально для транспорта автомобилей. Каждый вагон может перевозить 24 автомобиля, и каждый из поездов перевозит 216 автомобилей в неделю.

Компоненты, которые пошли для производства автомобилей, пришли частично от континентальных европейских поставщиков, и сами уже были перевезены через туннель на пути к месту сборки.

Таким образом, этот поезд демонстрирует обмена и простоту по времени логистических потоков между Соединенным Королевством, для которого Groupe Eurotunnel предлагает дополнительную услугу, с его грузовыми челноками с одной стороны, и его железнодорожными грузовыми перевозками на континенте.

Этот контракт также означает стремление GB Railfreight к продолжению диверсификации портфеля заказов и движение вперед со своими европейскими

планами роста. На рисунке 4 показан переоборудованный локомотив для работы в евротуннеле.



Рис. 4. Как выглядит переоборудованный локомотив для работы в евротуннеле.

### III. ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА КИТАЯ - CTCS

История цифровой железной дороги Китая началась с принятия принципов Европейской цифровой сигнализации. В Китае их национальная система цифровой сигнализации называется CTCS.

После 2004 года, когда была выпущена «Спецификация CTCS - General», было разработано и выпущено более 40 стандартов CTCS. Система стандартов включает:

- CTCS-3 FRS (версия 1.0)
- CTCS-3 SRS (V1.0)
- Спецификация CTCS-2 на борту
- Спецификация CTCS-3 на борту
- Спецификация Центра радиоблоков
- Спецификация серверов для временных ограничений скорости
- Спецификация интерфейсов Центра управления поездами и т.п.

Первоначально система CTCS использовалась, как и в Европе для строительства ВСМ, которые сегодня уже самые протяженные в мире и объявлены проекты ВСМ связывающие Китай с другими странами Азии, например с Сингапуром. Фактически, удовлетворив в некоторой степени необходимость перемещения своего населения (самого большого в мире), Китай приступил к распространению CTCS на все типы рельсового транспорта и стал одним из мировых лидеров по стандартизации цифровых железных дорог [ 9].

В Китае на железных дорогах была достигнута совместимость различных бортовых платформ. Это означает, что оборудование EMU с различными платформами ATP может гибко работать на линиях с различными платформами RBC. Взаимосвязь платформ РБК между линией Wuguang и линией Guangshen была достигнута на основе прямого сообщения к концу 2013 года. Взаимосвязь платформ RBC между линией Wuguang и линией Zhengxi была достигнута на основе прямой связи к концу 2014 года.

В последние годы для удовлетворения потребностей

экономического развития и регионального транспорта некоторые развитые регионы в Китае, такие как регион дельты реки Чжунцзян, регион Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй и т. Д., Планируют построить междугородную цифровую железнодорожную систему. Только для региона дельты реки Чжунцзян провинции Гуандун запланировано более дюжины междугородних железнодорожных линий, а общая длина превысила 1000 км.

Динамика увеличения протяженности линий оборудованных цифровой сигнализацией CTCS показана на рисунке 5, а процесс уменьшения ложных срабатываний CTCS показан на рисунке 6.

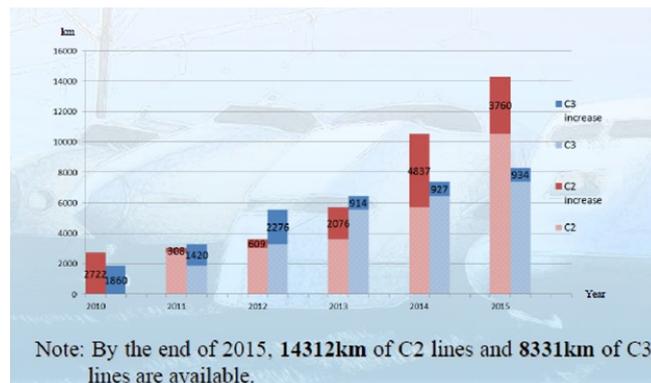


Рис. 5. Применение CTCS по годам (февраль 2016 источник: China Railway Corporation)

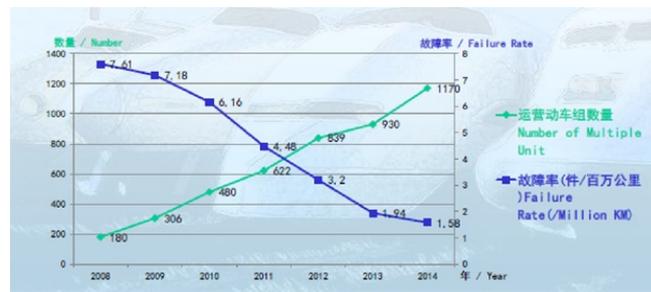


Рис. 6. Рост числа установленных единиц и уменьшение ложных срабатываний CTCS по годам (февраль 2016 источник: China Railway Corporation)

По понятным причинам, для Китая крайне важны в цифровой экономике умные города и связывающие их цифровые железные дороги (ЦЖД). А на цифровых железных дорогах главное - это замена аналоговой сигнализации на цифровую. При этом они стремятся к тому, чтобы ЦЖД развивалась как единая система включающая: ВСМ, дороги высокой пропускной способности, легкие ЖД, трамвай и метрополитены, т.е. весь спектр рельсового транспорта. В городах Китая крайне важна новая городская цифровая логистика [15], связанная с вопросами развития Индустрии 4.0 [16,17].

Как и в Европе, в Китае в проекте цифровой железной дороги участвуют ведущие электронные компании страны. Приведем те из них, которые на слуху в России. Так, компания ZTE не только производит решения для цифровых железных дорог и умных городов, но и определяет пять ключевых тенденций, которые будут определять будущие бизнес модели для полностью цифровой, открытой и совместной

экономики[28]. Цифровая трансформация стала приоритетом для лидеров бизнеса всего мира, поскольку они стремятся преобразовать свои операции для повышения эффективности и улучшения обслуживания клиентов в эпоху цифровых технологий [28]. Другой лидер создания цифровых технологий Китая - компания Huawei, как и ZTE, также один из активных участников создания решений элементов цифровой железной дороги не только для Китая, но и для других стран мира [45].

Есть, как нам кажется, хороший пример конкретной специализированной китайской компании, у которой все это наглядно и в цифрах - CRSC (китайская компания железнодорожной сигнализации и связи), и их отчет акционерам за 2016 от апреля 2017 года[19]. В связи расширяющимися отношениями с Китаем и фактическим присоединением России к Шелковому пути, мы думаем, что есть чему поучиться на этом конкретном примере. Необходимо помнить что CRSC присутствует на бирже в Гонконге (она скорее уже больше чем в Лондоне) и то, что 1 китайский юань = 0.1471 доллара США.

Далее мы приводим для нашего читателя перевод маленькой части этого очень сухого документа [19]: "2016 год - год открытия 13-й пятилетки. В течение прошлого года мы активно реагировали на трудности и проблемы. Мы упорствовали в стратегии развития «одного основного бизнеса с диверсификацией бизнеса», проводя ускоренное содействие структурной перестройке вместе с трансформацией и модернизацией и продолжая усиливать управление, одновременно повышая качество и эффективность, следовательно, более эффективно выполнять все задачи для года и достижение стабильных и хороших темпов для начала 13-й пятилетки.

Наши операционные результаты достигли рекордного уровня. В течение года мы достигли общей стоимости новых подписанных контрактов 49,48 млрд. юаней (7 млрд. долл. США), увеличившись в годовом исчислении на 30,8%; операционная выручка получена в размере 29,4 млрд. юаней, рост за год 22,8%. Чистая прибыль, приходящаяся на акционеров Компании в размере 3,0 млрд. юаней, увеличилась за год на 22,1%. Совокупные активы в размере 50,3 млрд. юаней, увеличилась в годовом исчислении на 19,8%, при этом основные экономические показатели очень высокие. В 2016 году Компания впервые была удостоена аттестации «Double A» за 2015 год и за 2013-2015 годы - SASAC. Выдающиеся результаты также позволили компании признать и выступать на рынке капитала. Мы последовательно завоевали награду «Золотая Баухиния», «Лучшая инновационная технология среди компаний (Innovation Listed Companies)" и получить награду «Лучшая из перечня компаний (на самом деле из листинга биржи акций в Гонконге)», организованная финансовым журналом Китайский финансовый рынок в Гонконге.

Наши маркетинговые усилия снова окупались. Мы

активно продвигали стратегию региональной работы, создав несколько региональных операционных центров в стране и за рубежом, чтобы быть ближе к клиентам, с первоначальной реализацией полного охвата маркетинговых сетей. Мы сохранили лидирующее положение на рынке, выиграв тендеры на получение высокоскоростных железнодорожных проектов, таких как Пекин-Шеньян, Ухань-Цзюцзян, Ханчжоу-Хуаншань и Хуайбэй-Сяо уездные скоростные железные дороги. Победив в тендерах на проекты систем сигнализации для метрополитенов в нескольких городах, таких как Сиань, Шэньяне, Ухане и Сямыне, мы снова обеспечили нашу операции на линии метро аэропорта Сиань на основе успешного применения системы Metro CBTC с собственными правами интеллектуальной собственности в Beijing Metro Line 8 и линии метро Чунцин 5. Для новых видов бизнеса мы вошли в первый заказ для умного города (Smart City) в городе Тонгрене, провинция Гуйчжоу, в то же время тщательно отслеживая ряд других проектов Smart City. Наша высокая чувствительность операций и система поддержки сигналов и коммуникаций успешно продвигалась для применения на линии Уханьско-Гуанчжоу. Для зарубежных рынков мы успешно подписали крупные заказы на железнодорожные проекты и проекты метрополитенов в Пакистане и Индии, еще больше укрепляя нашу способность осуществлять зарубежные проекты.

Основная научно-техническая сила Компании продолжала улучшаться. Мы добавили две инновационные платформы на национальном уровне и одну инновационную платформу на уровне провинций и министерств. Мы создали 6 Национальных стандартов и 100 стандартов железнодорожной отрасли, и получили 19 научных и технологических наград на уровне провинций и муниципальном уровне или выше. Мы активно участвовали в ключевых национальных научно-исследовательских проектах, таких как государственный запуск «Основных технологий для скоростного пассажирского оборудования на 400 км и выше - исследования и разработки транснационального взаимосвязанного высокоскоростного оборудования EMU и их систем эксплуатации и обслуживания».

В завершение сказанного стоит сказать, что Китай активно помогает модернизации и строительству железнодорожных сетей республикам Средней Азии в рамках железнодорожного объединения ЦАРЕЗ. Так цифровая сигнализация и цифровая железная дорога начинает подходить с разных сторон к границам России, как в европейской ее части, так и в азиатской.

#### IV. ЦИФРОВАЯ ЛОГИСТИКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ НА ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ.

Эффективное управление и цена перевозки только часть уже реализующихся решений и успеха проекта цифровой железной дороги. Так новая цифровая логистика уже позволяет владельцу грузов использовать не мультимодальные перевозки, а синхромодальный транспорт, то есть перемещение продуктов от пункта А

до пункта В, при котором выбор для вида транспорта может быть сделан в любое время на основе информации в режиме реального времени. Прогнозируемый модальный сдвиг между видами и расстояниями транспортировки в ЕС тоже добавляет новые аспекты в современную логистику. По прогнозам, из всего объема транспортных услуг в ЕС к 2030 году более 30% транспортировки на расстояние больше 300 км должны выполняться поездами и морским и речным транспортом, а к 2050 году этот показатель будет уже более 50%. По многим причинам большая часть этого смещения будет происходить в сторону железнодорожного транспорта. Происходит также развитие от базы синхромодального транспорта в сторону персонализации доставки (PI). Развитие PI расширяет синхронность до: отдельных индивидуальных контейнеров, их содержания, доставки от двери до двери. На рисунке 7 показаны в графике принципы работы синхромодального транспорта.

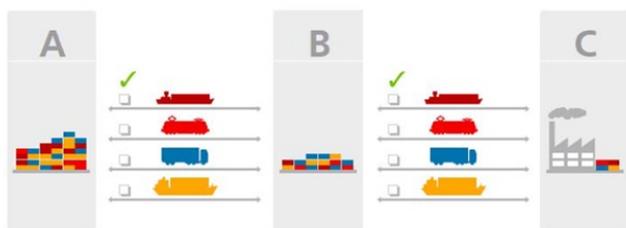


Рис. 7. Синхромодальный транспорт (источник: Torteam Logistiek)

Цепи снабжения в логистике становятся все более глобальными, большие расстояния и пересечение большего числа границ для подключения с поставщиками на одном конце и клиентами - на другом. А также, чем более глобальными они становятся, тем сложнее они становятся.

Правила сбивают с толку и постоянно меняются, и требования клиентов становятся сложнее и требуют больше чем когда-либо и их уже невозможно реализовать старыми не цифровыми способами. Компании понимают, как необходимо стать критически важной частью цифровых логистик и цепочек поставок, так как это оказывает сильное и позитивное влияние на соблюдение условий, отзывчивость, доходность и эффективность, ставшие уже правилами в цифровой экономике.

Один из ключей к успешному достижению этого - интеграция систем цифровой маркировки товаров с существующими бизнес процессами и распространение ее по всей организации на основе общепринятых международных стандартов.

Всем известная сегодня маркировка это — штрих-коды. Штрих-коды сегодня практически повсюду - на каждом продукте они поставляются с завода, их имеет каждый поддон на складе, каждая картонная коробка в распределительном центре и каждый предмет в магазине. Вы можете найти штрих-коды на мобильных телефонах, тегах оборудования, экспресс-пакетах и даже

на поставках для принадлежностей экстренной медицинской помощи. Стандартизация информации содержащейся в них занимается GS1— международная организация, ведающая вопросами стандартизации учёта и штрихового кодирования логистических единиц. Европейская штаб-квартира организации находится в Брюсселе (Бельгия), американская— в Принстоне (Нью-Джерси, США).

Деятельность GS1 проводится также по присвоению кодов, и она ведаёт классификаторами:

GDTI — глобально-уникальный идентификатор типа документа (Global Document Type Identifier);

GIAI — глобально-уникальный идентификатор индивидуального имущества (en:Global Individual Asset Identifier);

GLN — глобально-уникальный номер местонахождений (Global Location Number);

GPC — глобально-уникальный классификатор изделий (Global Product Classification);

GRAI — глобально-уникальный идентификатор возвратного имущества типа тары (Global Returnable Asset Identifier);

GSRN — глобально-уникальный номер служебных отношений (Global Service Relationship Number);

GTIN — глобально-уникальный номер торговых продуктов (Global Trade Item Number); ранее это UPC и EAN;

SSCC — глобально-уникальный код грузовых контейнеров (Serial Shipping Container Code);

списком организаций по странам (List of GS1 member organizations) и множеством других подобных справочников.

Но дело в том, что сегодня в цифровой экономике информация, связывающая цифровой и физические миры - это главный ресурс, а GS1 со своим накопленным опытом и отработанными информационными ресурсами представляет собой уникальное мировое явление. На рисунке 8 приводятся формальные «габариты» этой организации. Собственно штрих-код и его регламентация, с которой и началась деятельность GS1, появился в 1950-х и 60-х годах, когда классик в промышленности, г-н Энди Андерсон, был вовлечен в первый проект автоматической идентификации для отслеживания и идентификации входящих и исходящих железнодорожных контейнеров, с использованием специализированного, электроотражающего, многоцветного символа - то, что мы теперь знаем, как штрих-код.

## GS1: Global Reach, Local Presence



Рис. 8. Характеристики размеров и объемов операций, которые выполняются по правилам GS1 в мире в день по бар-кодам (источник: GS1)

Но GS1 занимается не носителями информации, а ее отображением на них. Сегодня GS1 уже использует RFID и, безусловно, будет использовать IoT после международно-признанной стандартизации [18]. Первая демонстрация современных RFID-чипов (на эффекте обратного рассеяния), как пассивных, так и активных, была проведена в Исследовательской лаборатории Лос-Аламоса (англ. Los Alamos Scientific Laboratory) в 1973 году. Портативная система работала на частоте 915 МГц и использовала 12-битные метки. Позже центр MIT Auto ID предложил использовать RFID в сетевых

технологиях, связав физические объекты с интернетом через RFID, поэтому многие считают младенчеством интернета вещей (IoT) именно RFID. Тот же центр MIT в 2001 году предложил электронные коды продукции (EPC) для уникальной идентификации объектов и их свойств, отражающие в цифре такой же UPC код для физического представления продукции (рисунок 9). Развитие этой связи и создало открытые глобальные системы стандартов на базе RFID GS1, что позволило создать множество практических программных и электронных приложений (рисунок 10). Вопросы развития стандартов GS1 в части интернета вещей отражены в [46].

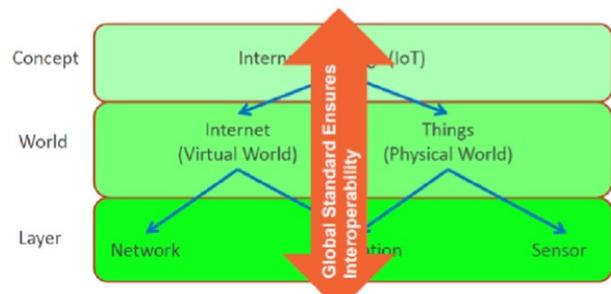


Рис. 9. Основание глобальной интероперабельности RFID-IoT через соединение физического и цифровых (виртуальных) миров (источник: MIT)

## Applications of Global Standards



Рис. 10. Виды приложений глобальных стандартов GS1 в логистике (источник: GS1)

возможности отслеживаемости и видимости маркируемых элементов доставки товаров в логистике, и появились реализации интемодальных транспортных сетей на базе RFID, перерастающие в синхромодальные

В результате принятых стандартов GS1 появились

схемы с развитием глобальных систем радиосвязи (рисунок 11).

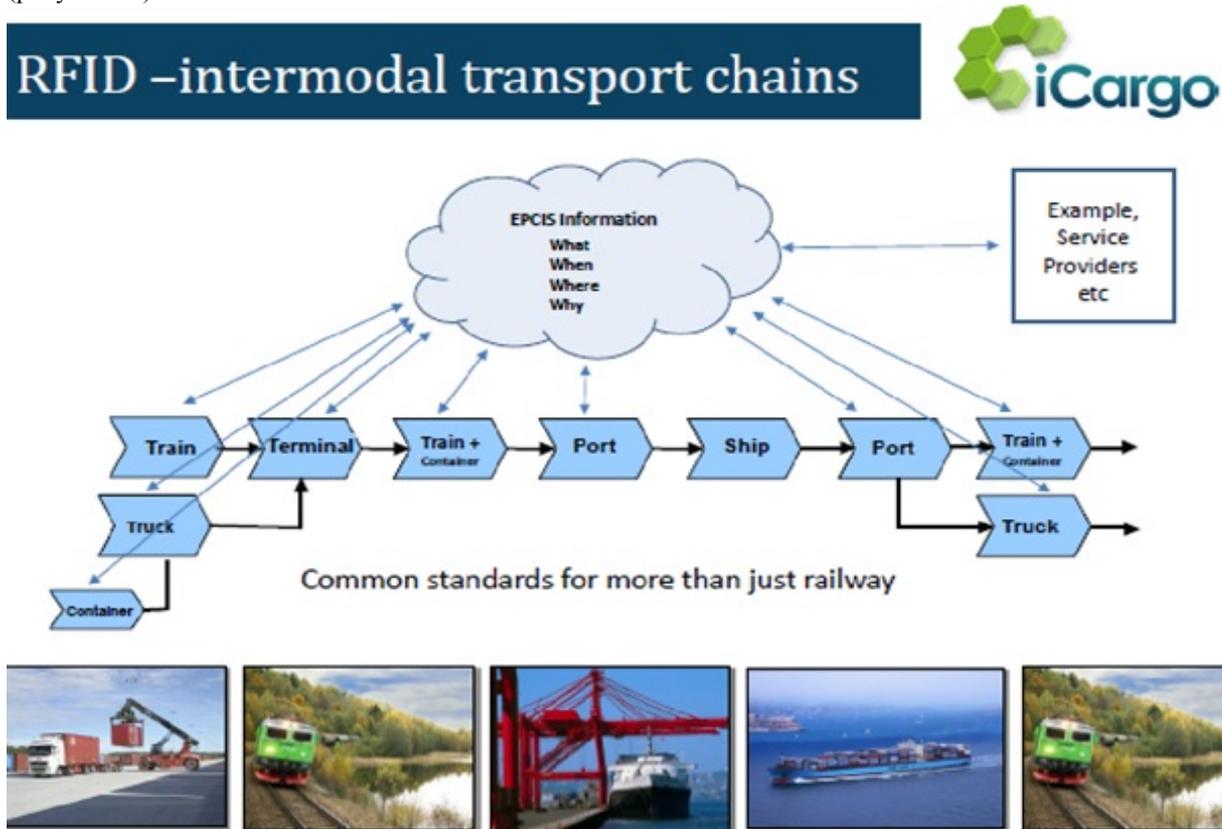


Рис. 11. Реализация интермодальных транспортных сетей на базе RFID (источник: icargo)

Создана, развивается и используется большая база международных стандартов GS1 для реализации видимости и отслеживаемости в логистике [38-44], и это является сегодня основой построения гиперсвязанного логистического мира [42].

Для того, чтобы все это реализовать, все логистической единицы должны иметь однозначную идентификацию. Как выглядит, например, серийный код контейнера или SSCC по стандарту GS1, и из чего он

состоит, показано на рисунке 14.

На рисунке 12 «интероперабельность при использовании системы стандартов GS1 в логистике» представлена постепенная эволюция маркировки от бар-кодов к RFID.

На рисунке 13 «цепи снабжения в логистике с распределительными центрами и без них» показана принципиальная цифровая эволюция к логистике без распределительных центров, что, безусловно, является таким же потрясением основ логистики, как и изменение соотношения цен транспортировки морем и по железной дороге.

# GS1 Standards

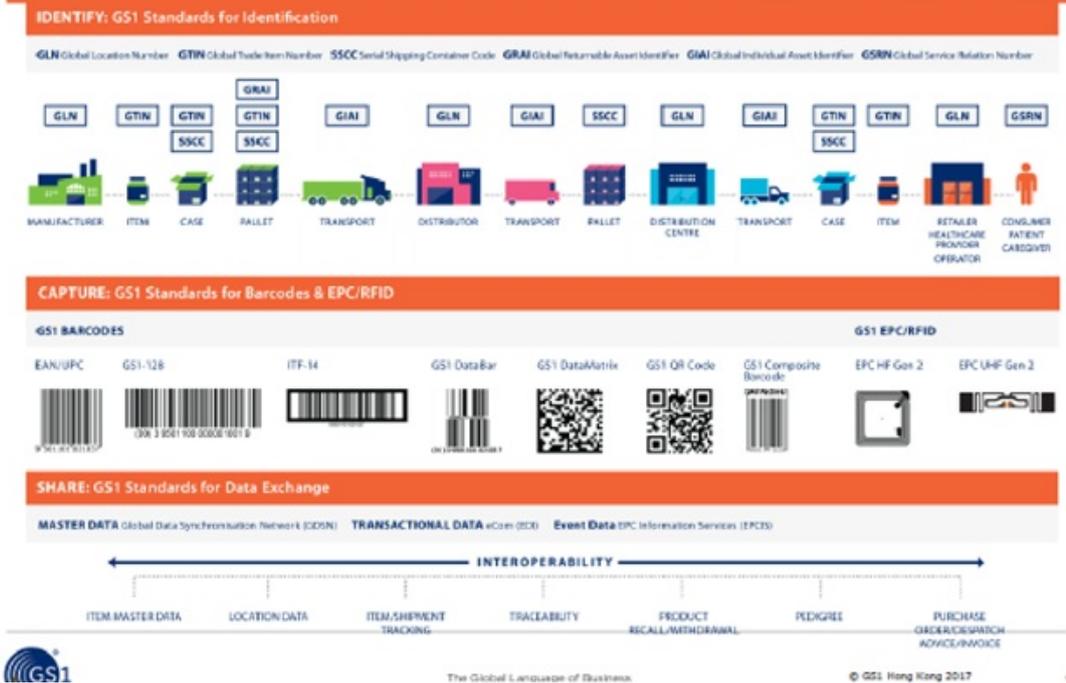
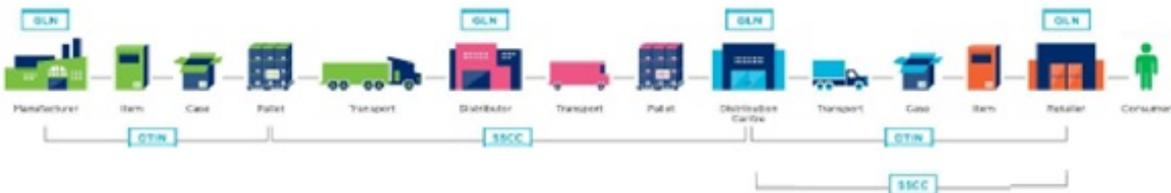


Рис. 12. Интероперабельность при использовании системы стандартов GS1 в логистике (источник: GS1)

## Supply Chain with a distribution centre



## Supply Chain without a distribution centre



Рис. 13. Цепи снабжения в логистике с распределительными центрами и без них (источник: GS1)



Рис. 14. Вид логистической единицы серийного кода контейнера или SSCC по стандарту GS1(источник: GS1)

Данные, сгенерированные системами RFID в логистике, являются огромными и нуждаются в очистке [57] от избыточности и низкого уровня абстракции. Так, Walmart уже генерирует более 7 терабайт данных RFID в

день. Требования к обеспечению безопасности также становятся ключевыми. Для принятия решений становится необходимым компактное изложение данных, и необходимы операции OLAP при многомерном анализе данных. OLAP технология обработки данных, заключающаяся в подготовке суммарной (агрегированной) информации на основе больших массивов данных или больших данных, структурированных по многомерному принципу. Реализации технологии OLAP являются компонентами программных решений класса Business Intelligence. Итоговые результаты должны сохранять структуру пути происхождения данных RFID, так как должно быть возможным эффективно развернуть отдельные теги при обнаружении интересного шаблона в их исходном массиве информации. На рисунке 15 показан перечень основных мировых торговых сетей, ранжированных по уровню использования решений GS1. Для их международного использования GS1 созданы информационные ресурсы и сервисы, схема работы которых приведена на рисунке 16. Таким образом, сегодня система стандартов GS1 - это уже глобальный язык бизнеса (рисунок 17).

## 21<sup>st</sup> Century Retailing Top retailers rely on GS1



Рис. 15. Перечень основных мировых торговых сетей по уровню использования решений GS1 (источник: GS1)

## GS1 SmartSearch Origins



Рис. 16. Схема работы информационных ресурсов GS1 (источник: GS1)



The Global Language of Business

© GS1 Hong Kong 2017

Рис. 17. Система стандартов GS1 -глобальный язык бизнеса (источник: GS1)

Все сказанное выше, безусловно, относится как к крупнейшему производителю товаров в мире Китаю, как и большинству стран Азии. На рисунке 18 показаны некоторые базы данных Китая, построенные на базе стандартов GS1 для логистических операций, а на рисунке 19 - информационно-коммуникационное решение Гонгконга ez Track для отслеживаемости продуктов, построенное на базе стандартов GS1 для логистических операций и цепей поставок, которое

охватывает цепи снабжения от производства до потребителя, и позволяет реализовать отслеживаемость и видимость логистических операций, фактически, по всему земному шару, но там где для этого созданы соответствующие правовые и цифровые условия. Специфика любого товара требует учета в этих схемах. На рисунке 20 приведен пример такого рода для жемчуга, как товара, а на рисунке 21 приводится пример сенсора на базе RFID, который использует DHL для транспортировки грузов, требующих соблюдения температурных режимов.

# Organization Introduction

## Information Based Platform



Рис. 18. Базы данных Китая, построенные на базе стандартов GS1 для логистических операций (источник: GS1)

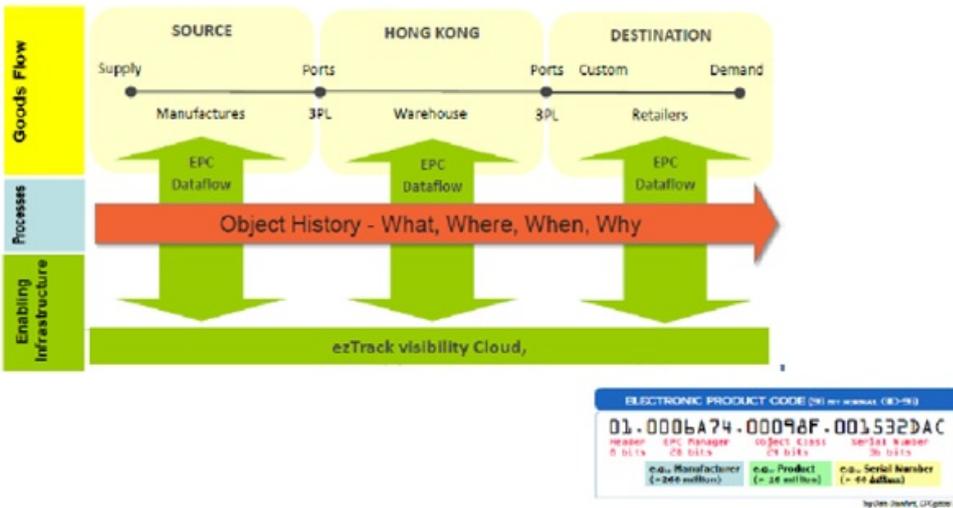


Рис. 19. Информационно-коммуникационное решение ez Track для отслеживаемости продуктов, построенное на базе стандартов GS1 для логистических операций и цепей поставок (источник: GS1)

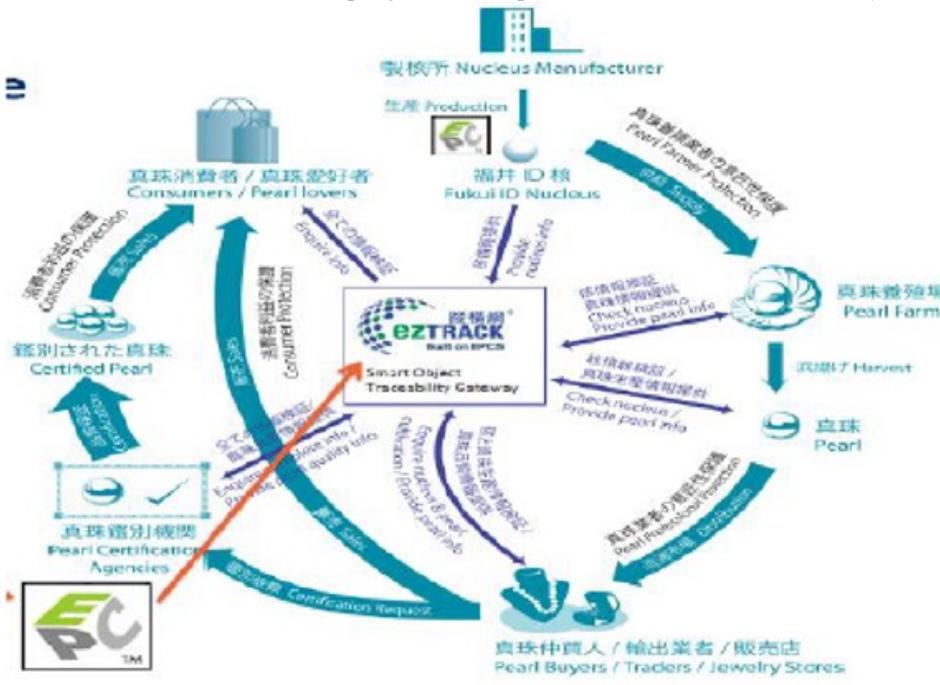


Рис. 20. Пример Гонконг — отслеживаемость жемчуга. Информационно-коммуникационное решение ez Track для отслеживаемости продуктов, построенное на базе стандартов GS1 для логистических операций и

цепей поставок (источник: GS1)



Рис. 21. Развитие RFID в направлении умных датчиков для контроля температурных режимов для транспортировки товаров (источник: DHL).

#### V. ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ GS1 НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ, КАК ЧАСТЬ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Стандарты GS1 активно применяются на железных дорогах для технологических целей. Ранее были созданы и наши широкое применение стандарты GS1 в автомобильной индустрии. На рисунке 22 показана обложка отдельной публикации GS1 по этому вопросу, подготовленная специально для железных дорог Европы. Во многих странах Европы уже давно более половины подвижного состава и локомотивов используются вне границ собственных стран. Поэтому каждый вагон и локомотив, участвующий в этом, должен быть оборудован средствами для решения задач прослеживаемости и видимости в обязательном порядке в соответствии с директивами ЕС. Для этого также используются RFID, которые организованы по стандартам GS1. Локомотивы и вагоны, в юридическом плане, рассматриваются как движущиеся активы (имущество), и эти вопросы рассматриваются также в юридическом поле цифровых трансформаций.

Зачем использовать эти цифровые идентификационные номера? Поезд состоит из вагонов и локомотива и у вагонов уже есть номера: давно '123', но теперь есть электронный цифровой европейский номер вагона. Это очень масштабная идентификация, в основе которой цифровые метки RFID для идентификации поездов, реализующее глобальное соглашение, применяемое по всей Европе и, по сути, являющееся частью цифровой железной дороги и возможностью юридически корректно решить

использование активов (вагонов и локомотивов) в зоне действия европейских соглашений. Важно и другое, что цифровые идентификационные номера вносят свой вклад в снижение стоимости перевозок и в увеличение безопасности железных дорог.

Потребности в обмене этой информацией в основном обнаруживаются в двух случаях:

(i) существует потребность в отслеживании транспортных средства по мере их перемещения в пределах стран и разных стран («отслеживание активов») и

(ii) Необходимо связать данные транспортного средства с данными Wayside Train Monitoring System (WTMS) о вагонах и компонентах транспортных средств, для улучшения профилактического обслуживания.

Фиксированное решение RFID-считывателя для этих целей уже, например, используется менеджером железнодорожной инфраструктуры - Финским транспортным агентством с 2010 года, и все железнодорожные транспортные средства в Финляндии оснащены RFID с 2010 года. Кроме того, аналогичные системы находятся в стадии строительства в Швеции, и существует несколько систем в стадии пилотирования или тестирования, например, в Великобритании, Швейцарии и других европейских странах. В результате полученного положительного опыта это решение стало обязательным для работы на европейском уровне в случае пересечения границ подвижным железнодорожным составом. На рисунке 23 показано как работает информационная система по выполнению глобального европейского соглашения идентификации и видимости вагонов на европейских железных дорогах.

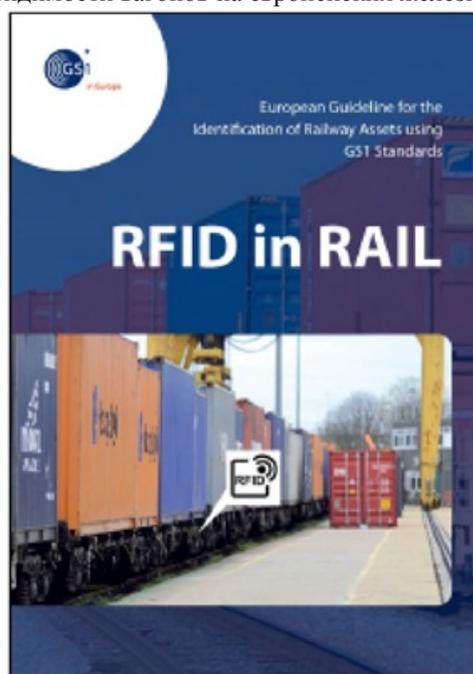
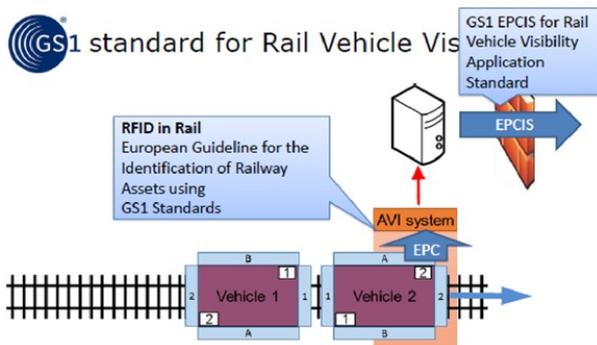


Рис. 22. Обложка книги руководства по стандартам для европейской маркировки RFID подвижного состава, изданного GS1 (источник: GS1)



### Global agreement, applied across Europe

Рис. 23. Как работает информационная система по выполнению глобального европейского соглашения идентификации и видимости вагонов на европейских железных дорогах (источник: GS1).

Необходимость отслеживания транспортных средств связана с нормальными оперативными функциями, когда местоположение конкретного транспортного средства должны быть известны. Отслеживание активов позволяет лучше планировать операции и может улучшить использование транспортных средств. Обычно, отслеживание активов управляется на уровне транспортного средства, отслеживая местоположение и статус каждого, когда они перемещаются. Это управляется независимо от поезда. Потенциальные будущие приложения:

- отслеживание грузов в режиме реального времени
- оценка пройденного расстояния для планирования профилактического обслуживания,
- планирование доступности вагонов.

Наглядное представление по сбору информации о вагонах в процессе их передвижения по европейским железным дорогам в приложениях для системы мониторинга поездов WTMS приведено на рисунке 24.

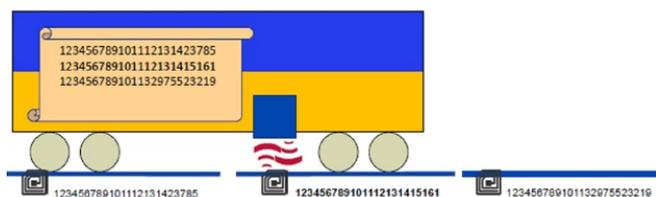


Рис. 24. Наглядное представление по сбору информации о вагонах в процессе их передвижения по европейским железным дорогам в приложениях для системы мониторинга поездов WTMS (источник: GS1)

В декабре 2016 года GS1 был принят новый железнодорожный стандарт [42]. В этом документе объясняется, как использовать ключи идентификации и атрибуты GS1 для идентификации деталей и компонентов в железнодорожной отрасли. Авторы заявили о своей приверженности осуществлению

подходов, описанных в настоящем стандарте, для обеспечения взаимодействия между заинтересованными сторонами железнодорожного транспорта и другими смежными секторами.

В функциональной совместимости железнодорожного сектора подразумевается способность железнодорожной системы обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов при достижении требуемого уровня производительности. Это помогает обеспечить то, чтобы подвижной состав оператора А мог работать на инфраструктуре менеджеров инфраструктуры В, С, D и т. д., поскольку части, в которых встречаются системы (колеса, рельсы, компоненты ETCS, пантографы, переключатели, туалетные стоки и т. д.) должны быть гарантируемо совместимы в соответствии с международными нормами. Эти нормы также включают требования к управлению конфигурацией, поскольку они помогают обеспечить совместимость только совместимых частей на совместимых участках подвижного состава / инфраструктуры.

Стандарт состоит из двух основных частей:

- Принципы, описанные в разделах 4-5, объясняют основные бизнес-потребности и проблемы и способы их решения. Принципы не являются правилами, но помогают объяснить логику правил.

- Правила, описанные в разделах с 6 по 9, определяют, как должны применяться идентификационные ключи, атрибуты данных и стандарты сбора данных.

Этот стандарт будет периодически обновляться, что отражает изучение исходных реализаций. Дополнительную информацию о проектах и разработках GS1 в рельсах см. на странице <http://www.gs1.org/rail>.

Система мониторинга поездов Wayside (WTMS) - это интегрированная система измерительных приборов, которая следит за состоянием подвижного состава, движущегося по железнодорожным путям, также определяется, отчасти, этим стандартом. Эти системы уже использовались в течение многих лет и становятся все более распространенными, как средство сокращения несчастных случаев, обеспечения профилактическое обслуживание и повышения надежности железнодорожных систем. Наиболее типичные устройства WTMS:

- Детекторы горячих осей (HABD) или датчики горячего ящика - измеряет перегрев колес и температуру подшипников оси для идентификации тех, которые требуют обслуживания или ремонта

- Детекторы ударной нагрузки колес (WILD) - измерение статических и динамических сил между рельсом и колесами для выявления дефектов колес и неправильной загрузки транспортных средств

- Мониторинг несущей акустической оси (AABM): система, которая измеряет деградацию оси с использованием акустических датчиков;

- Автоматические системы мониторинга пантографа (APMS) - высокоскоростные камеры и процессоры изображений, которые используются для распознавания

сломанных углеродных полос пантографа.

RFID используется для улучшения WTMS-систем, автоматически связывая результаты измерений с каждого конкретного вагона. Без RFID результаты измерений обычно не сохраняются, но только через RFID сегодня это возможно в случае критической тревоги, когда поезд остановлен, а транспортные средства / ось / колесо, вызывающие сигнал тревоги, требуют поиска, идентификации и ремонта вручную и система RFID позволяет автоматически собирать все измерения. В итоге появляются возможности накопления результатов и создание статистических данных результатов измерений на транспортное средство, которые могут использоваться, например, для упреждающего ремонта проявляющихся неисправностей в транспортных средствах. Применение стандартных протоколов EPC / RFID будет способствовать обмену данными через системы WTMS и между железнодорожными операторами.

Системы автоматической идентификации транспортных средств с поддержкой RFID (AVI) обычно содержат фиксированные считыватели и датчики колес. Фиксированные на железнодорожных путях считыватели RFID идентифицируют транспортные средства проходящего поезда, а скорость поезда может быть определена непосредственно в этом месте дороги. Система AVI способна идентифицировать все маркированные транспортные средства и их порядок в поезде, а также способна обнаруживать наличие транспортных средств с отсутствующими или сломанными тегам и их относительное местоположение в поезде. Последнее важно для использования WTMS, поскольку оно позволяет использовать результаты измерений связанные с правильными транспортными средствами в наборе поездов. Кроме того, система AVI может определять направление движения, ориентацию, количество осей, скорость и длину каждого транспортного средства.

Система управления поездом (TMS) это система, используемая для управления железнодорожными операциями. Он обнаруживает и контролирует движение поездов на трассе. В сочетании с системами AVI с поддержкой RFID информация из TMS может использоваться для того, чтобы генерировать дополнительные данные о событиях. Например, может быть определен поезд, входящий или выходящий из определенной области путем объединения данных из TMS и данных из ранее прочитанных точек, предоставляемых системой AVI. На рисунках 25 и 26 показано размещение стационарных считывателей для RFID и схема сбора информации о состоянии колесных пар во время движения.



Рис. 25. Конфигурация считывателя RFID с фиксированным размещением на обочине железнодорожного пути (источник GS1)

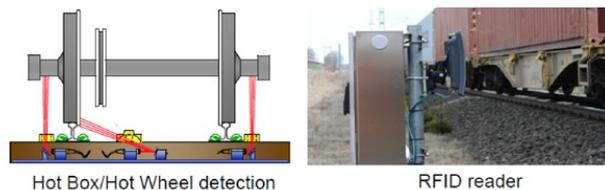


Рис. 26. Как выглядит схема детекции колесных пар и установка считывателей RFID для этих целей (источник: GS1)

Как идентификация вагонов и локомотивов помогает на железных дорогах? На железных дорогах Нидерландов в результате применения такого рода решений произошло резкое уменьшение повреждений колесных пар и железнодорожного пути. В свою очередь, затраты и риски также значительно сократились.

Улучшилось точное понимание местоположения «плохих» рельс, которые приводят к повреждению колес, наладился процесс нахождения мелких дефектов до того, как они станут серьезными, используя детекторы в обычных поездах с таким же результатом, как и раньше что привело к снижению стоимости и риска. При этом все это осуществляется только путем автоматического сбора и обработки данных. Они позволяют захватывать и обрабатывать массивные массивы данных. Все это улучшило железнодорожные перевозки, основанные на синхронизированной эксплуатации различных дефицитных и неоднородных ресурсов; на конкретных железнодорожных линиях, локомотивах и с помощью конкретных машинистах поездов.

## VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конечно, европейская регламентация определяет только общие требования к железным дорогам и логистике. В случае RFID это общие частоты и уровни излучений [48]. Каждая конкретная страна разрабатывает свои собственные стандарты для их применения, которые могут отражать то, что в данной стране посчитают необходимым сделать, исходя из своих планов или исследований [49]. Приведем несколько примеров этих регламентаций в Великобритании. Так, если [50] для обеспечения совместимости с европейскими требованиями на вагоны

с RFID, то [52,53] предназначены для использования технологий RFID в целях точной остановки пассажирских вагонов и синхронизации их дверей с открытием дверей на станции, и это пока только британские стандарты.

Однако общая регламентация относится к общеевропейским железнодорожным коридорам, где собственно и строится общеевропейская (общезападная) цифровая железная дорога, как в части ERTMS, так и в части видимости и прослеживаемости вагонов и грузов. Это обеспечивает их функционирование и соблюдение сроков, в том числе, и

при пересечении границ. На рисунке 27 приведена таблица эффективности и прозрачности работы таможенных служб, которая, в какой-то мере, является обобщенным показателем для стран. Далеко не все в этих показателях зависит только от работы таможенных служб. Вместе с тем, Россия и страны входящие в страны ЕАЭС, занимают в этой таблице места явно не способствующие развитию транспортных логистических связей в трансконтинентальном логистическом партнерстве и экономическом развитии, и причины этого также должны стать предметом исследования.



Note: Score from 1-7, with 7 being the highest efficiency  
Source: World Economic Forum; Global Enabling Trade Report 2014

Рис. 27. Эффективность и прозрачность работы таможенных служб ([20])

RFID (идентификация радиочастот) и связанные с ней коммуникационные технологии в настоящее время распространяются очень быстро. Каждый продукт помеченный RFID имеет уникальный цифровой электронный идентификатор по сравнению с каждым семейством продуктов со штрих-кодом, и это позволяет перейти потом к Internet of Things (IoT) и помогает отслеживать продукты в реальном времени по цепочке поставок. Кроме того, метки RFID могут включать датчики, такие, как температура, давление, и т.п. RFID может располагаться на стандартизованных в мире местах, как вагонов, так и грузов, и через эти простые цифровые устройства становятся доступными все больше данных, которые сегодня стандартизируются как «большие данные». Немаловажным для массовых технологий являются и вопросы их цены, которые так же благоприятны для применения RFID.

GS1 представлен в России и ведет активную деятельность. Стандарты OG1 активно становятся российскими и находят свое практическое применение, но по большей части, только для кодировки штрих-кодами. Задачи, поставленные в [1,2,3], в части цифровой экономики, объявленное присоединение стран, входящих в ЕАЭС, к проекту шелкового пути В.В.Путиным, на наш взгляд, требуют рассмотрения и решения вопросов присоединения России к европейским стандартам цифровой сигнализации и управления поездами, принятием стандартов OG1 в части

железнодорожного транспорта и видимости и отслеживаемости грузов на основе RFID. Вполне по силам в России организация производства необходимых RFID и средств цифровой сигнализации, как и создание соответствующих программных и информационных технологий.

Развертывание небольших вычислительных устройств, таких как метки радиочастотной идентификации (RFID), промышленные контроллеры, сенсорные узлы и смарт-карты, становится все более распространенным явлением. Переход от настольных компьютеров к таким небольшим устройствам создает новый широкий спектр новых проблем безопасности и конфиденциальности. Для небольших устройств сложно применять обычные криптографические стандарты. Во многих традиционных криптографических стандартах компромисс между безопасностью, производительностью и требованиями к ресурсам был оптимизирован для настольных и серверных сред, что затрудняет или делает невозможным реализовать их в устройствах с ограниченными ресурсами. Когда они могут быть реализованы, их производительность может оказаться неприемлемой.

Много задач и в области безопасности таких решений. Например, легкая криптография - это подполе криптографии, целью которого является предоставление решений, адаптированных для устройств с ограниченными ресурсами. Академическое сообщество проделало значительную работу, связанную с облегченной криптографией; это включает в себя эффективные реализации обычных криптографических

стандартов, а также разработку и анализ новых легких алгоритмов и протоколов.

В 2013 году NIST инициировал проект легкой криптографии [56] для изучения эффективности существующих криптографических стандартов, утвержденных NIST, на ограниченных устройствах и для понимания необходимости использования

выделенных легких криптографических стандартов, и, если это необходимо, для разработки прозрачного процесса стандартизации. Понимание этого сегодня так же необходимо в России, с учетом международных соглашений и национальных интересов. Разделение криптографических методов приведено на рисунке 28.

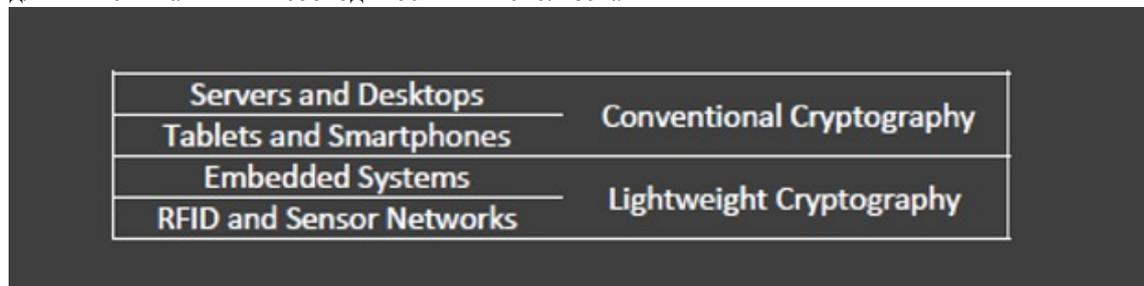


Рис. 28. Разделение криптографических решений (источник: NIST)

Цифровые трансформации транспорта и логистики затрагивают сегодня практически все отрасли

промышленности. И хотя это, безусловно, тема отдельной работы, мы приведем для читателя только один, как нам кажется, важный пример о таком влиянии на горнорудную промышленность [22] на рисунке 29.

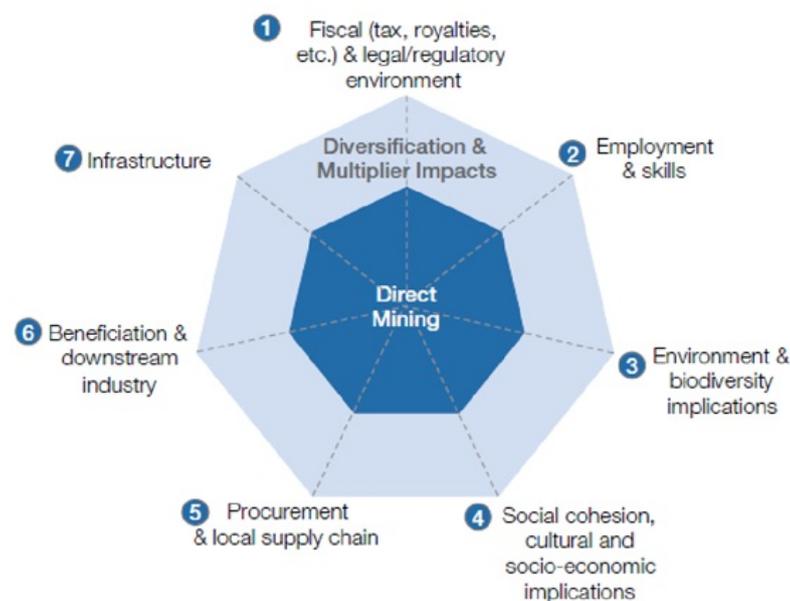


Рис. 29. Семь ключевых факторов RMDI ([22])

В целом, цифровые трансформации сегодня оцениваются как разблокировка \$100 триллионов объемов для бизнеса и общества с помощью цифровых технологий и появления новых отраслей цифровой экономики [24]. Роль в этом транспорта и логистики становится все более значительной.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 1 декабря 2016 года № 642
- [2] Указ Президента Российской Федерации «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации» от 9 мая 2017 года № 2013
- [3] Указ Президента Российской Федерации «О стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» от 13 мая 2017 года № 208.
- [4] Намиот Д. Е. и др. Умные города и образование в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3.-С.56-71.

- [5] Куприяновский В. П. и др. Навыки в цифровой экономике и вызовы системы образования //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1.-С.19-25.
- [6] Information Technology and the U.S. Workforce: Where Are We and Where Do We Go from Here? THE NATIONAL ACADEMIES PRESS 2017
- [7] Kupriyanovsky V. P. et al. Economics of innovations for digital railways. Experience in the UK //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3. – С. 79-99.
- [8] Kupriyanovsky V. et al. On Internet of Digital Railway //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С. 53-68.
- [9] Kupriyanovsky V. et al. The new paradigm of the digital railway—assets life cycle standardization //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 64-84.
- [10] Снягов С. А. и др. Строительство и инженерия на основе стандартов BIM как основа трансформаций инфраструктур в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 5.-С.46-79.
- [11] Куприяновский В. П. и др. Цифровая совместная экономика: технологии, платформы и библиотеки в промышленности, строительстве, транспорте и логистике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 6.
- [12] Куприяновский В. П. и др. Пропускная способность и экономика цифровой железной дороги при трансформации сигнализации и

- управления поездами //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3.-С.117-132.
- [13] Стратегический генеральный план 31 марта 2015 года. Версия 1.0 EC, Shift2Rail 2015
- [14] Rail Freight Strategy Moving Britain Ahead. September 2016. Crown copyright 2016.
- [15] Mohit Goyal1, Jacob Cook, Nayeon Kim, Benoit Montreuil, and Christian Lafrance Hyperconnected City Logistics for Furniture and Large Appliance Industry: Simulation-based Exploratory Investigation. IPIC 2016
- [16] aphaël OGER, Frédéric BENABEN and Matthieu LAURASIA Platform to Support Collaboration and Agility in Logistics Web IPIC 2016
- [17] Marinko Maslarić, Svetlana Nikoličić, and Dejan Mirčetić Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet. Open Eng. 2016; 6:511–517
- [18] Куприяновский В. П. и др. Веб Вещей и Интернет Вещей в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 5.-С.38-45.
- [19] China Railway Signal & Communication Corporation Limited (A joint stock limited liability company incorporated in the People's Republic of China) (Stock Code: 3969) ANNUAL RESULTS ANNOUNCEMENT FOR THE YEAR ENDED 31 DECEMBER 2016. CRSC 2017
- [20] How Technology Can Unlock the Growth Potential along the New Silk Road. In collaboration with Bain & Company WEF January 2017
- [21] Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation In collaboration with A.T. Kearney WEF March 2017
- [22] Responsible Mineral Development Initiative Implementation Manual WEF March 2017
- [23] Understanding the Sharing Economy. System Initiative on Environment and Natural Resource Security December 2016
- [24] Digital Transformation Initiative. In collaboration with Accenture. Unlocking \$100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. WEF JANUARY 2017
- [25] Shaping the Future of Production: Four Contrasting Perspectives in 2030 In collaboration with A.T. Kearney March 2017
- [26] Куприяновский В. П. и др. ПРАВИТЕЛЬСТВО, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ЛОГИСТИКА, ИННОВАЦИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ //Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С.74-96.
- [27] Куприяновский В. П. и др. ГИГАБИТНОЕ ОБЩЕСТВО И ИННОВАЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ //Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С.105-131.
- [28] M-ICT 2.0 STRATEGY. Powering the digital economy. ZTE. Mobile world live 2016
- [29] Замолодчиков Д. Г. и др. Комфортная среда и ресурсосбережение на пассажирских станциях и вокзалах в жизненном цикле активов цифровых железных дорог //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 3.-С.100-116.
- [30] Kupriyanovsky V. et al. Digital Railroad-an integrated information model as the basis of the digital transformation //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 32-42.
- [31] Kupriyanovsky V. et al. The digital transformation of the economy, the railways, and smart cities. Plans and experience in the UK //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 22-31.
- [32] Sinyagov S. et al. Digital Railroad-create digital assets. Based on materials from Network Rail (UK) project asset management system modernization //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 43-54.
- [33] Nikolaev D. et al. Digital Railroad-an innovative standards and their role on the example of the UK //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. – С. 55-61.
- [34] Kupriyanovsky V. et al. Digital Railroad—forecasts, innovations, and projects //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 9. – С. 34-43.
- [35] Шнепп-Шнеппе М. А. и др. Цифровая железная дорога и переход от сети GSM-R к LTE-R и 5G-R-состоится ли он? //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1.- С.71-80.
- [36] Kupriyanovsky V., Namiot D., Sinyagov S. Demystifying the Digital Economy //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 11. – С. 59-63.
- [37] Куприяновский В. П. и др. Трансформация промышленности в цифровой экономике-проектирование и производство //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1.-С.50-70.
- [38] Product Image Specification Standard establishes rules for the storage of digital images associated to products and provides details on all aspects of digital imaging storage. GS1 Release 3.0, Ratified, Jun 2017
- [39] GS1 Standards Document Business Process and System Requirements for Full Supply Chain Traceability GS1 Global Traceability Standard Issue 1.3.0, November 2012
- [40] GS1 System Architecture Document How GS1 standards fit together Release 6.0, Approved, Feb 2017
- [41] GS1 General Specifications The foundational GS1 standard that defines how identification keys, data attributes and barcodes must be used in business applications. Release 17.0.1, Ratified, Jan 2017
- [42] Connected World. Hyperconnected Travel and Transportation in Action. In collaboration with The Boston Consulting Group WEF May 2014
- [43] Identification of Components and Parts in the Rail Industry - Application Standard Rules on the use of the GS1 keys and attributes for the identification and marking of components and parts in the rail industry. Release 1.0., Ratified,GS1 Dec 2016
- [44] GS1 EPCIS for Rail Vehicle Visibility Application Standard GS1 Transport & Logistics standard that explains how to implement EPCIS rail vehicle visibility Release 1.0.1, Ratified, July 2015
- [45] Huawei Digital Railway Solution Huawei Technologies Co., Ltd. 2014
- [46] GS1 and the Internet of Things Release 1.0, Final,GS1 31 October 2016
- [47] DRAFT NISTIR 8114 Report on Lightweight Cryptography Kerry A. McKay Larry Bassham Meltem Sönmez Turan Nicky Mouha. NIST August 2016
- [48] ETSI EN 302 208 V3.1.1 (2016-11) Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W and in the band 915 MHz to 921 MHz with power levels up to 4 W; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of the Directive 2014/53/EU.European Telecommunications Standards Institute 2016
- [49] Jinsong Han , Wei Xi , Kun Zhao, Zhiping Jiang Device-Free Object Tracking Using Passive Tags.Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London The Author(s) 2014
- [50] RIS-2795-RST Rail Industry Standard for Track to Train RFID Compatibility Issue One: September 2015 Rail Industry Standard. Rssb 2015
- [51] GS1 RFID/Barcode Interoperability Guideline Release 1.1, Ratified, Nov 2016
- [52] Railway Group Standard GMRT2045 Issue Four Date March 2016 Compatibility Requirements for Braking Systems of Rail Vehicles
- [53] Rail Industry Standard for Track to Train RFID Compatibility. RIS-2795-RST Issue One: September 2015. RSSB
- [54] Power Operated External Doors on Passenger Carrying Rail Vehicles Railway Group Standard GM/RT2473. Issue Two Date June 2013
- [55] RIS-2795-RST Rail Industry Standard for Track to Train RFID Compatibility Issue One: September 2015 RSSB 2015
- [56] NISTIR 8114 Report on Lightweight Cryptography Kerry A. McKay,Larry Bassham,Meltem Sönmez Turan Nicky Mouha Computer Security Division Information Technology Laboratory This publication is available free of charge from: <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8114> March 20
- [57] Data Blending For Dummies®, Alteryx Special Edition 2015 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- [58] M-ICT 2.0 STRATEGY. Powering the digital economy. ZTE. Mobile world live 2016
- [59] Huawei Digital Railway Solution Huawei Technologies Co., Ltd. 2014
- [60] ERTMS/ETCS Baseline Compatibility Assessment Final Report REF: EUG\_UNISIG\_BCA ISSUE : 1.0.0 DATE : 22-05-2014
- [61] ETSI TR 103 333 V1.1.1 (2017-02) System Reference document (SRDoc); GSM-R networks evolution
- [62] DIRECTIVE 2007/59/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2007 on the certification of

train drivers operating locomotives and trains on the railway system in the Community

- [63] DIRECTIVE 2007/58/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2007 amending Council Directive 91/440/EEC on the development of the Community's railways and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure
- [64] DIRECTIVE (EU) 2016/797 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union
- [65] Strategic Vision of the Agency Version 1.2 February 2017. European Union Agency for Railways
- [66] Single Programming Document 2017. Adopted version 2017. European Union Agency for Railways
- [67] ERTMS – the European perspective from the European Union Agency for Railways Railtech ERTMS Conference, Utrecht, 28 March 2017 Pio Guido Head of Unit ERTMS

# Considerations on the problems of creating a digital railway for the new silk road of the transcontinental logistics partnership for the economic development of the countries belonging to the EAEU and Russia

Vasily Kupriyanovsky, Igor Sokolov, Oleg Dunaev, Aleksandr Zazhigalkin, Sergey Evtushenko, Alexey Stepanenko, Oleg Pokusaev, Julia Kupriyanovsky

*Abstract*— Digital transformation of the railway affects many branches of the economy. This, of course, concerns the training of personnel. We believe that in carrying out the digital transformation of rail transport in Russia it is extremely important to once again additionally consider what is being done in Europe and China. In the US, this transformation, with similar principles, is based on PTC's own approach. Europe and China adhere to the group of standards ERTMS or the European system of signaling and control, the introduction of which has already proved its economic efficiency. And to determine how and what to do in Russia, what employees are needed on the digital railway in Russia, and it is necessary to understand what standards and practices this road will be built. Digital transformation affects not only the actual traffic management, but also other railway systems, as well as logistics. The present article is devoted to the considerations in this connection.

*Keywords*— Silk Road, digital railway.