

Новая парадигма цифровой железной дороги - стандартизация жизненного цикла активов

В.П.Куприяновский, С.А.Синягов, Г.В.Суконников, Н.О.Федорова, А.П.Добрынин,
Д.Е.Намиот, Д.И. Ярцев

Аннотация— В данной статье речь идет об управлении активами инфраструктур в жизненном цикле. В качестве конкретного примера инфраструктуры была выбрана цифровая железная дорога. Техническое обслуживание представляет собой основную часть расходов для всех железнодорожных компаний. Жизненный цикл железнодорожных активов составляет, как минимум, 40-50 лет, и поэтому возможности сокращения расходов должны являться предметом внимательного рассмотрения. В работе рассмотрены совместимые модели и использование данных от BIM, GIS, CIM и веб-приложений. Подробно рассмотрены вопросы регламентации и применения штрих-кодов и RFID, также работа GS1 - международной организация, ведающей вопросами стандартизации учёта и штрихового кодирования логистических единиц. Большое внимание уделено стандартам BSI в этой области.

Ключевые слова—цифровая экономика, цифровая железная дорога, BIM, GIS.

I. ВВЕДЕНИЕ

Цифровая экономика пришла в промышленность строительства и эксплуатации инфраструктурных проектов, и, в ближайшие годы, ей суждено коренным образом изменить способы, по которым работают эти сектора экономики. Изменится и управление активами инфраструктур в жизненном цикле. Традиционные игроки железнодорожного рынка должны реагировать быстро на многочисленные грядущие изменения. Техническое обслуживание представляет собой основную часть расходов для всех железнодорожных компаний, будь то государственные или частные, пассажирские или грузовые операторы. Жизненный цикл железнодорожных активов составляет, как минимум, 40-50 лет, и поэтому трудно переоценить возможности сокращения расходов на самом длительном и затратном их этапе в жизненном цикле.

Создание цифровой железной дороги - это не

только внедрение цифровых технологий, но и физические и организационные преобразования инфраструктуры актива или строительные преобразования, которые, собственно, и являются стартовой точкой начала жизненного цикла железнодорожного актива. Для того, чтобы читатель смог составить целостную картину лучших решений, мы много пользовались примерами из успешной практики Великобритании.

Так цифровая трансформация самой строительной отрасли Великобритании или BIM, имевшая в основе использование информации в жизненном цикле на основе информационной модели была подробно описана в [2,3,4,5,6] и в этих публикациях было указано, что сам BIM был создан, во многом, на основе крупнейшего железнодорожного проекта Европы в Лондоне — Crossrail. Собственно Crossrail - это название, как организации Заказчика, так и самого проекта, который сегодня завершается в фазе 1 и переходит к фазе 2. Так же мы подробно описали в [2,3,4,5,6] кооперацию организационных решений, в которую, наряду с уполномоченной британской организацией по стандартизации — BSI, входили и некоммерческие профессиональные союзы — RIBA (NBC), WRAP, BIFM и другие. Уровни BIM в соответствии со стандартами PAS BSI Level 1,2 практически завершены и сегодня реализуются Level 3, который в значительной мере есть основа реализации управления активами в их жизненном цикле.

В работе [5], которую мы назвали - «Новая пятилетка BIM-инфраструктура и умные города» был начат разговор про возможности управления активами в их жизненном цикле, и он был продолжен в цикле публикаций про цифровую железную дорогу [7,8,9,10,11,12,13,14]. Названия статей в этой серии (“Цифровая трансформация экономики, железных дорог и умных городов. Планы и опыт Великобритании”, “Цифровая железная дорога - целостная информационная модель, как основа цифровой трансформации”, “Цифровая железная дорога — и создание цифровых активов. По материалам проекта модернизации системы управления активами Network Rail (UK)” и “Цифровая железная дорога-инновационные стандарты и их роль на примере Великобритании”) свидетельствуют о том, что тему управления активами цифровой железной дороги в жизненном цикле мы освещали с разных сторон. Теперь, в силу ее огромной важности, мы решили выделить ее в

Статья получена 30 декабря 2016.

В.П.Куприяновский – МГУ имени М.В. Ломоносова (email: vpkupriyanovsky@gmail.com).

С.А.Синягов - Иннопрактика (email: ssinyagov@gmail.com).

Г.В.Суконников – ОАО РЖД, (email: sukonnikovgv@center.rzd.ru).

Н.О.Федорова – МИИТ (email: fedorova.n.o@gmail.com).

А.П.Добрынин - МГУ имени М.В. Ломоносова (email: andrey.p.dobrynin@gmail.com).

Д.Е.Намиот - МГУ имени М.В. Ломоносова (email: dnamiot@gmail.com).

Д.И.Ярцев - BSI, (email: dmitry.yartsev@bsigroup.com)

отдельную работу.

Для описания процессов управления активами цифровых железных дорог было необходимо привлечение информации из многих смежных областей и выделение ряда направлений в отдельную тематику из строительства или промышленности в части относящейся к железным дорогам. Однако, даже в этом случае объем того, что мы считали необходимым сообщить читателю получался огромным, так как цифровая железная дорога возникла перед авторами как проект национального и международного масштаба, и мы решили увеличить количество рисунков в этой статье. Так как публикация планировалась в интернет издании, то мы посчитали, что это дает возможности читателю выделять эти рисунки и увеличивать их для собственного анализа.

II. ПРАКТИЧЕСКИЙ ТЕКУЩИЙ ОПЫТ CROSSRAIL, ЛОНДОНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА, GS1 И RSSB В ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЯХ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВАМИ В ИХ ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ

Для того, чтобы понять, как в Великобритании решается эта задача мы снова обратились к опыту Crossrail и нашли в его материалах то, как он решает эту

задачу для цифровой железной дороги. Надо пояснить, что именно на этом проекте в части лондонского метро была осуществлена на новых линиях Crossrail установка цифровой сигнализации, и недавно руководитель Crossrail был назначен руководителем проекта «Цифровая железная дорога Великобритании», что вызвало значительный рост энтузиазма деловых кругов.

Однако не только цифровая сигнализация входит в планы проекта цифровой железной дороги — это национальный межотраслевой проект, затрагивающий большую часть экономики страны. Мы решили кратко привести материалы Crossrail по управлению активами в жизненном цикле цифровой железной дороги в виде рисунков с небольшими комментариями, так как в последующих разделах мы рассмотрим эту тему более подробно.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема по управлению активами в жизненном цикле цифровой железной дороги, но она, конечно, носит общий характер и нуждается в детализации. Собственно в основе этой применяемой уже сегодня на практике схемы лежит BIM-GIS подход, и в части BIM это формат IFC промышленных классов.

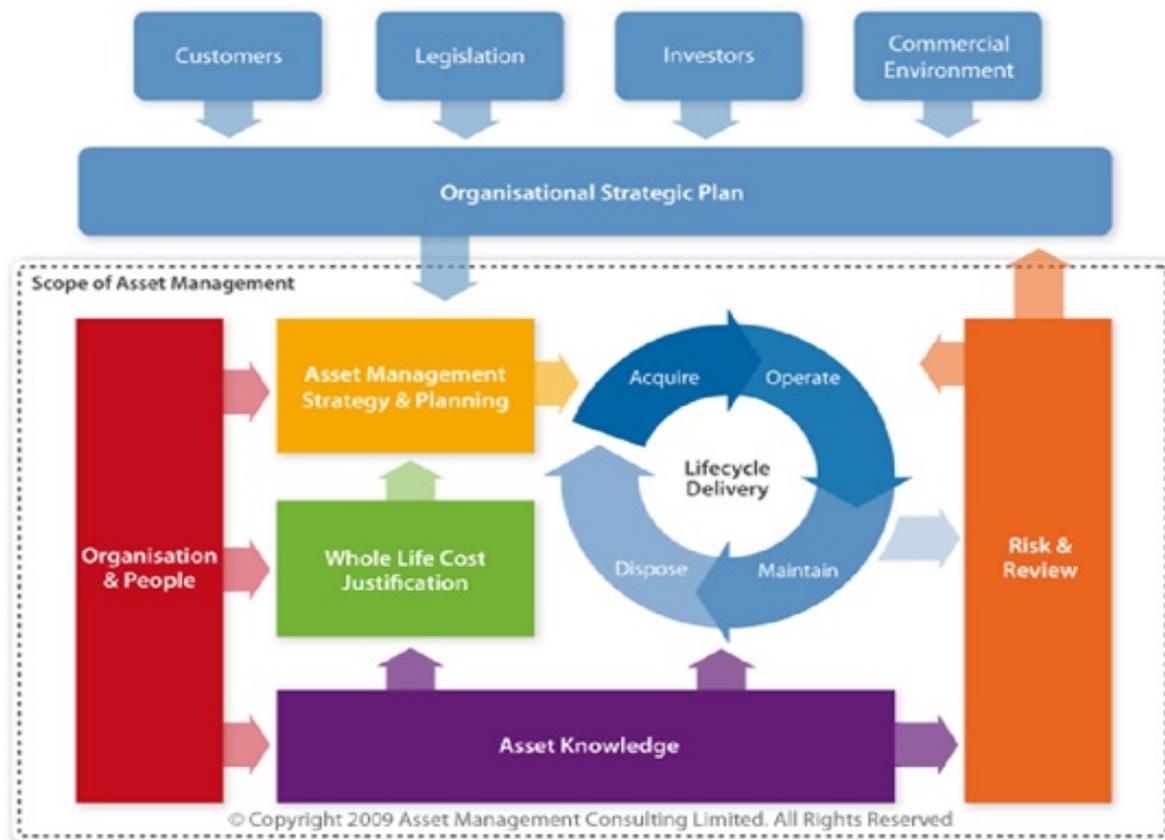


Рис. 1. Принципиальная схема по управлению активами в жизненном цикле цифровой железной дороги

Активы и управление ими на железной дороге имеют свою специфику - те из них, которые участвуют в производственном процессе, подлежат тотальному

учету, и каждый из них физически имеет свою метку. Метка - специфическая обязанность или роль на железной дороге (например. Дренажный насос № 1). Метки ставятся на оборудование. Оборудование - реальный физический элемент, который помечен меткой и выполняет свои функции (например. Аспе Модель В Насос) и имеет свой серийный номер

конкретного экземпляра оборудования (например, 12345).

Оборудование объединяется в функциональную единицу, состоящую из некоторого набора компонент с соответствующим количеством меток, которые работают вместе как система (Например. Насосная

станция дренажа). Эта простая модель и привела к схеме соответствия между реальным физическим миром и его цифровым образом, в которой однозначное соответствие определяется через метки. Это отражено на рисунке 2.

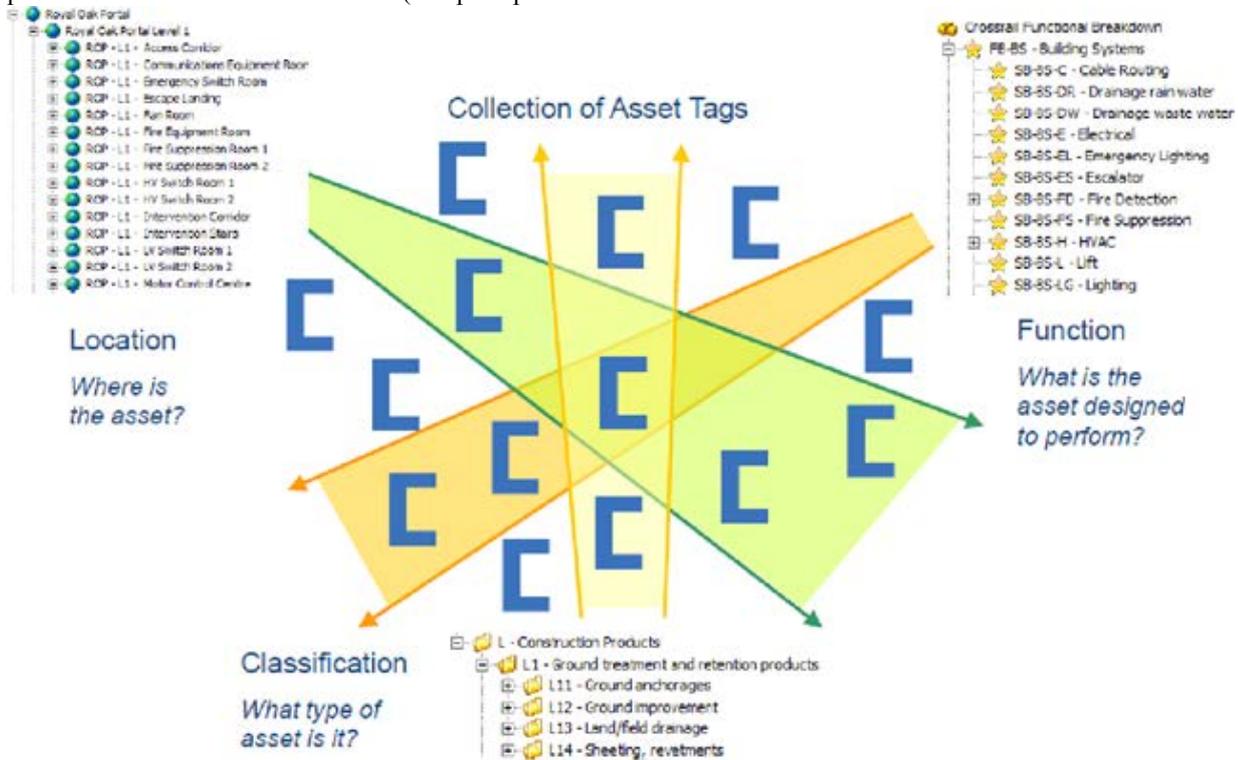


Рис. 2. Принципиальная схема описания функциональных единиц актива и их связь с цифровым образом через метки.

взаимодействуют с активами в этом построении через информационный хаб (рисунок 3), а архитектура самого этого хаба приводится на рисунке 4 с названиями конкретных используемых программных продуктов.

Сервисы, клиенты и работники дороги

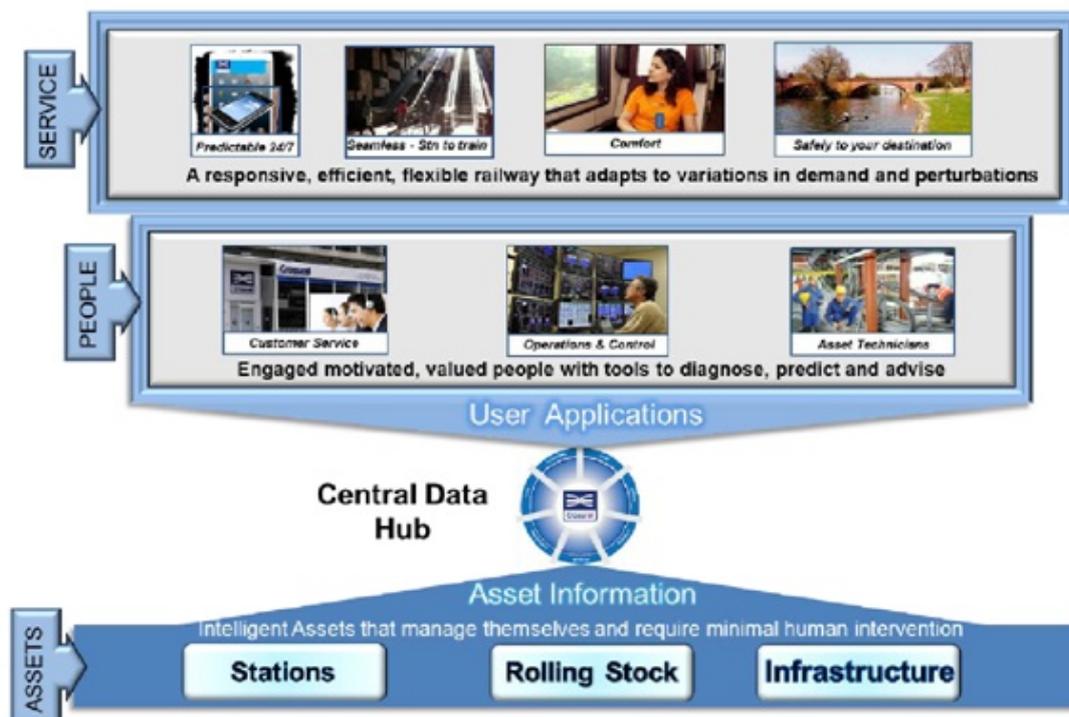


Рис. 3. Взаимодействие с активами цифровой железной дороги (Crossrail)

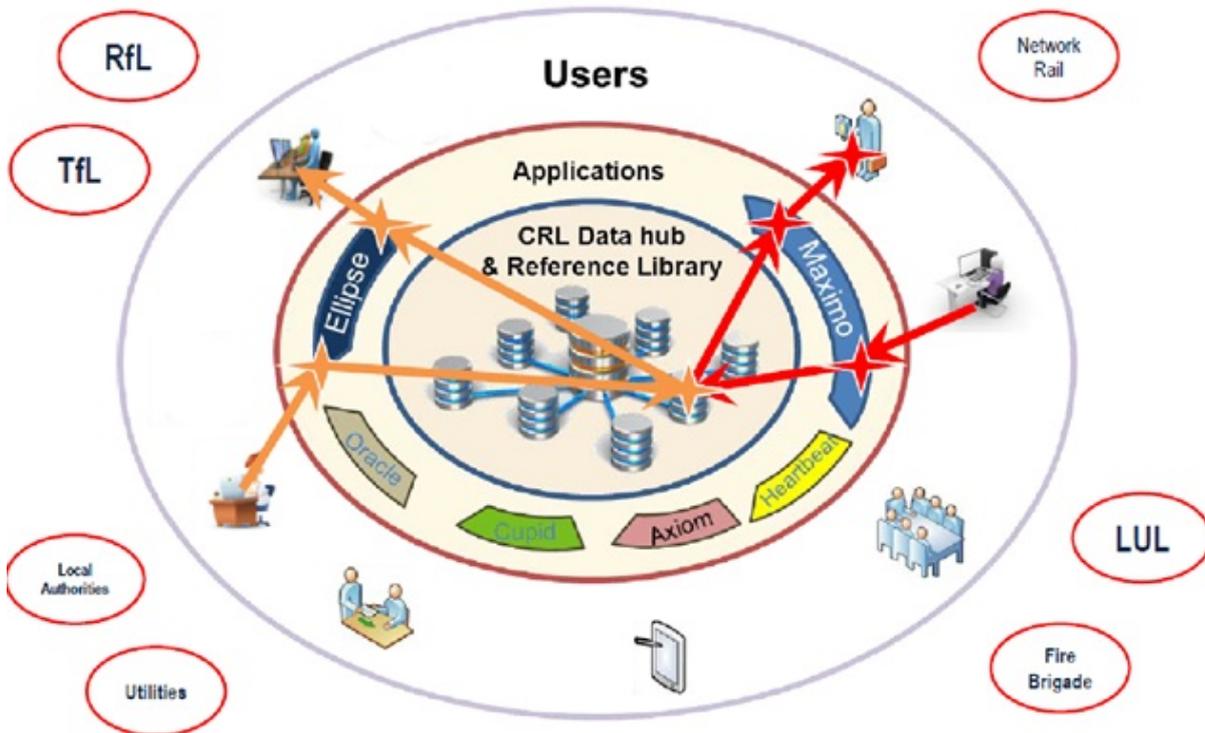


Рис. 4. Программная архитектура информационного хаба активов цифровой железной дороги (Crossrail)

Для иллюстрации других инноваций по работе с активами приведем рисунок 7, на котором, собственно, показано использование приложений на смартфоне для этих целей. На рисунке 6 показано применение технологий RFID iBeacons, которые уже стали стандартом RSSB [15]. Применение RFID для управления компонентами строительства уже было разрешено стандартами BIM в Великобритании (NBC RIBA – [5]), а использование их в качестве меток для оборудования активов или иных компонент открывает совершенно новые возможности. Ограничимся в части инноваций Управлением активами цифровой железной дороги (Crossrail) с помощью приложений дополненной реальности, которые показаны на рисунке. 9. Однако на технологиях RFID для железнодорожного транспорта стоит остановиться особо.

Вопросами регламентации и применения штрих-кодов и RFID занимается GS1— международная организация, ведающая вопросами стандартизации учёта и штрихового кодирования логистических единиц. Вся хранимая ими информация доступна организациям в рамках единой сети синхронизации данных (Global Data Synchronization Network - GDSN). На их сайте в разделе Сервисы есть веб-интерфейсы к её разделам, например, там электронный регистр (Global GS1 Electronic Party Information Registry, GEPiR), позволяющий делать поиск по GTIN, GLN и SSCC, есть средства просмотра GPC и т. п. Аналогичным по своей сути проектом GS1 является сеть Trusted Source of Data (TSD). Её главным отличием является то, что предназначена она, в первую очередь, для организации двухстороннего обмена информацией производителей и конечных потребителей.

Использование стандартов и систем CSI позволяет делать цифровое управление цепями поставок от производителя до потребителя либо на базе штрих-кодов, либо на базе RFID (как и в стандартах BIM). Однако CSI рассматривает железнодорожные вагоны и поезда как единую группу и выпустила ряд стандартов по конкретному применению технологий RFID на железнодорожном транспорте [23,24,25], а упоминавшаяся выше и подробно описанная в [11] RSSB выпустила отдельный стандарт о совместимости устройств RFID при их использовании на железнодорожных путях и поездах. Размещение тегов на грузовых вагонах показано на рисунке 5. В статье [13] мы подробно осуждали архитектуру интернета цифровой железной дороги и стандарт RSSB на эту тему. Интеграция в этой архитектуре совсем разных устройств, исходя, в первую очередь, из экономических соображений позволяет создать систему управления активами цифровой железной дороги в их жизненном цикле. Все, что мы обсуждали в части технологий RFID, естественно, относится и к пассажирским вагонам и поездам, которые в это случае могут дополняться и другими технологиями и, в частности, интернетом вещей (рисунок 6), применение которых пока еще мало стандартизовано для железных дорог по многим и в том числе совершенно объективным причинам. Это, например, хорошо видно по временным разрывам при внедрении просто GSM и GSM-R [14].

Большую готовность и обоснованность для внедрения сегодня в рамках цифровой железной дороги имеют сегодня технологии RFID и в первую очередь в рамках грузовых перевозок в цепи поставок. Цепь поставок – это многоуровневая концепция, которая охватывает множество аспектов от поставки сырья до изготовления готовой продукции, включая доставку до

конечного пункта продажи, использование и техническое обслуживание и, потенциально, утилизацию отходов. Выделяют следующие уровни цепей поставок: продукция (изделия), упакованные единицы продукции, транспортируемые единицы, возвратные транспортные упаковочные средства, контейнеры. Каждый из этих уровней, в свою очередь, охватывает множество аспектов деловых операций с продукцией, и бизнес-процессы являются уникальными для каждого уровня, но при этом они координируются с другими уровнями. Появляются значительные преимущества с точки зрения сбора обработки, передачи и хранения информации, когда данные о предмете учета представлены на носителе данных для автоматической идентификации и сбора данных (АИСД) – радиочастотной метке (RFID) или в символе штрихового кода, прикрепленным или ставшим неотъемлемой частью предмета. Уже этого довольно для того, чтобы начать процесс освоения этих технологий, как в рамках железнодорожного шелкового пути, так и в рамках цифровой трансформации стран входящих в ЕАЭС. Хорошо понятно, что они изменяют саму суть работы перевозчиков, логистических центров и адекватны принципам цифровой промышленности [21,22].

На сегодняшний день уже существуют межгосударственные стандарты на эту тему [28,29,30,31,32,33,34,35,36,37]. Стандарт [37] для идентификации контейнеров напрямую касается грузового перевозочного процесса на железных дорогах. Отрадно, что этот процесс продолжается в рамках сотрудничества Российской Федерации и Республикой Беларусь, которые в плановом порядке в 2016 году внесли на рассмотрение ГОСТ ISO 17366 «Применение радиочастотной идентификации в цепи поставок. Упакованная продукция».

Проект этого стандарта подготовлен Ассоциацией автоматической идентификации «ЮНИСКАН/ GS1 РУС» (Российская Федерация) при участии Государственного предприятия «Центр систем идентификации» (Республика Беларусь) в рамках Межгосударственных технических комитетов МТК 517

«Технологии автоматической идентификации и сбора данных» и МТК 223 «Упаковка» во исполнение Программы межгосударственной стандартизации на 2016 г. Следовательно и для работы по железнодорожным стандартам RFID имеются квалифицированные кадры.

В опубликованном в ноябре 2016 года техническом документе GS1 [23] сообщается о выделении соответствующих частей радиоспектра для использования оборудования RFID в Российской Федерации. Торговля и транспорт далеко не всегда это политика. В том же документе [23] сообщается о решении Великобритании выделить необходимый спектр для RFID. Страны, которые нас интересуют с точки зрения цифровой железной дороги - это практически вся Европа, Китай, Белоруссия, Армения. Пока нет еще решения от Киргизии и Казахстана, но межгосударственные стандарты по применению RFID приняты и этими странами, так что можно сказать, что это вопрос технический.

Необходимо сказать, что именно эти технологии уже применяют для многих других задач: учета вагонного и локомотивного парка и автоматизации процессов их обслуживания и комплектации поездов, обеспечения безопасности и во многих других операциях. Многие железнодорожные компании применяют RFID как резервную часть системы цифровой сигнализации и в том числе для определения местоположения составов. Некоторые авторы даже предлагают в этом смысле придерживаться термина интернет поездов, который в значительной мере сегодня основан на однозначной связи физических объектов железной дороги, цифровых образов и грузов через дешевую и отработанную технологию RFID. RFID так же применяются и для маркировки деталей в цифровых производствах. Так что то, что приходит на железную дорогу из промышленности уже содержит множество меток RFID. Однако, как нам представляется, возрастающие пассажирские перевозки, в первую голову, потребуют безусловного применения технологий интернета вещей.

Tag position



Рис. 5. Размещение тегов RFID на грузовых вагонах (шведские железные дороги)

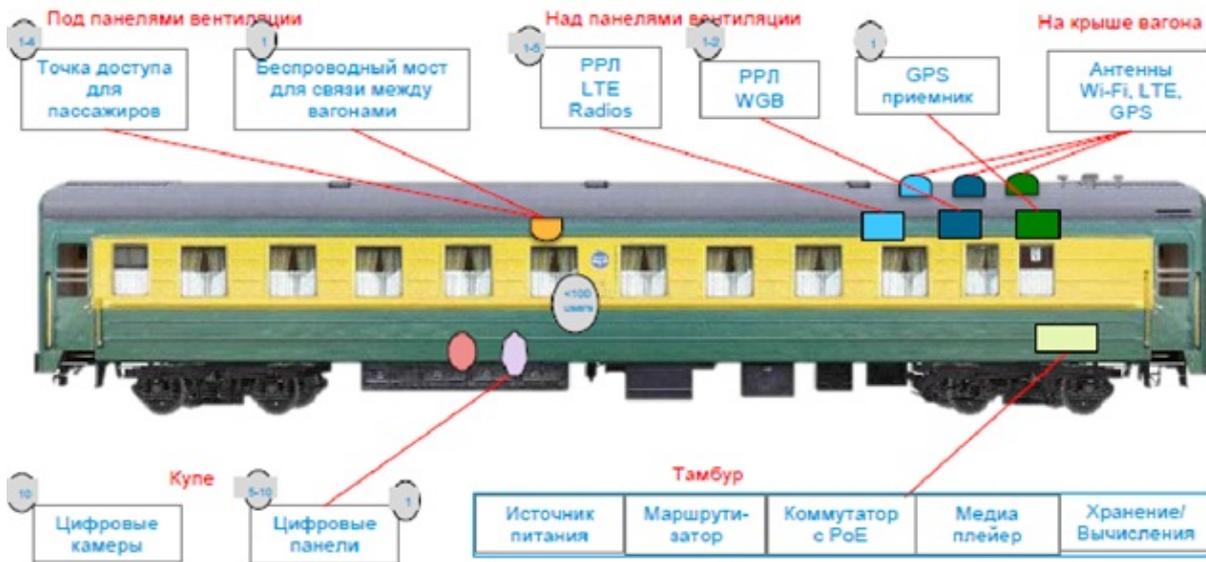


Рис. 6. Цифровой пассажирский вагон (Cisco)

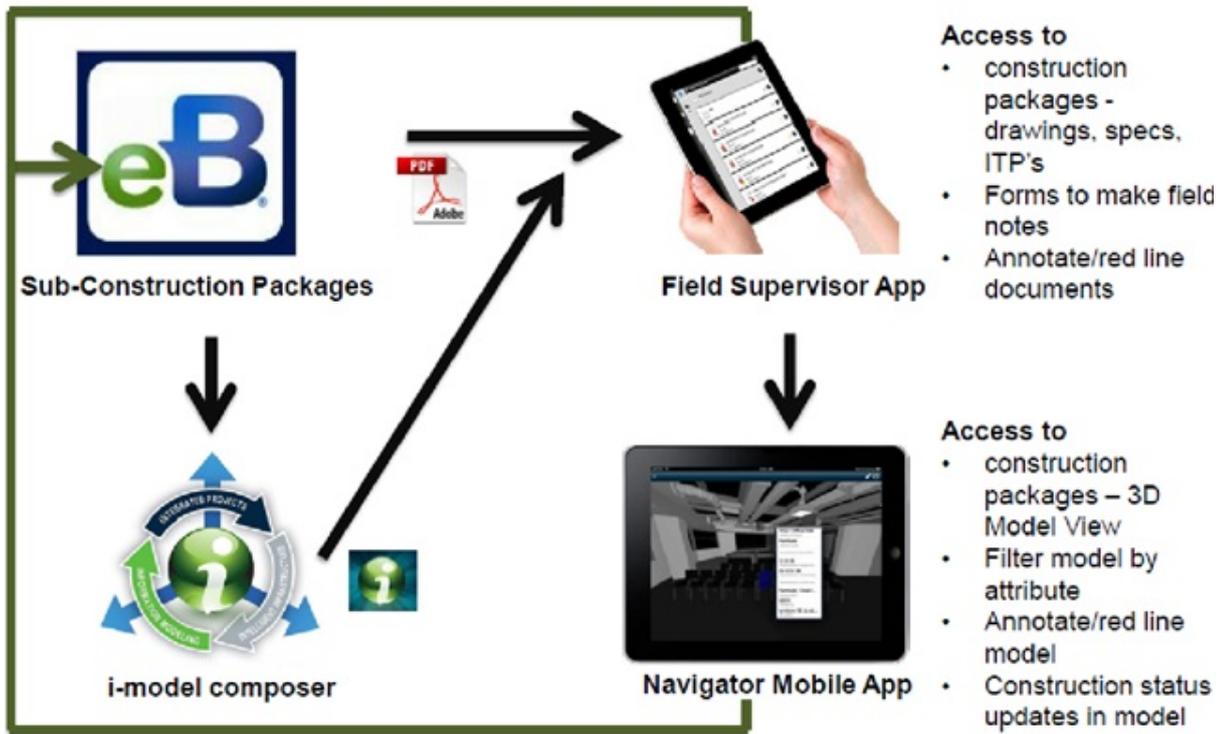


Рис. 7. Управление активами цифровой железной дороги (Crossrail) с помощью приложений (APP)

Bluetooth Low Energy Beacons



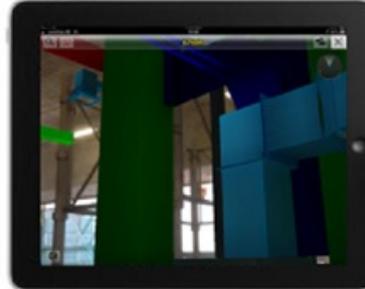
Рис. 8. Управление безопасностью работающих на цифровой железной дороги (Crossrail) с помощью приложений (APP) на базе устройств iBeacons

Access to

- ▶ 3D Model
- ▶ Line-of-site & location specific data in real-time

Update

- ▶ As Built records
- ▶ RFI's



... All Managed Electronically

Рис 9. Управление активами цифровой железной дороги (Crossrail) с помощью приложений дополненной реальности

в первом квадрате этой схемы используется жесткое, но очень правильное и почему-то не очень употребляемое в России слово - «мобилизация». Нам оно в отношении цифровой железной дороги России представляется вполне уместным.

Цифровые трансформации не происходят сами по себе без плановых и организационных усилий [16], схематически это показано на рисунок 10. Заметим, что



Рис 10. Процедура создания активов цифровой железной дороги (Crossrail)

наш взгляд, чрезвычайно важно так решения в зависимости от места эксплуатации оборудования и подвижного состава должны быть разными и оптимальными для тех или иных конкретных условий. Общность, лежащая в информационных стандартах моделирования этих процессов позволяет это сделать наиболее экономически целесообразным способом с сохранением необходимого разнообразия решений и экономией времени и затрат на всем жизненном цикле железнодорожных активов [21,22].

В завершение этого раздела хотелось бы остановиться на двух слайдах, взятых нами из презентации 2015 года метрополитена Лондона (это конечно гораздо больше собственно Crossrail). Один из них (рисунок 11) как бы является итоговой мыслью того, что мы хотим донести до читателя - Цифровая железная дорога это будущее, управляемое данными. Второй (рисунок 12) содержит чрезвычайно важную мысль о связи информационных моделей жизненного цикла активов железных дорог с миром промышленности производящей оборудование для железных дорог, включая подвижной состав. Это, на

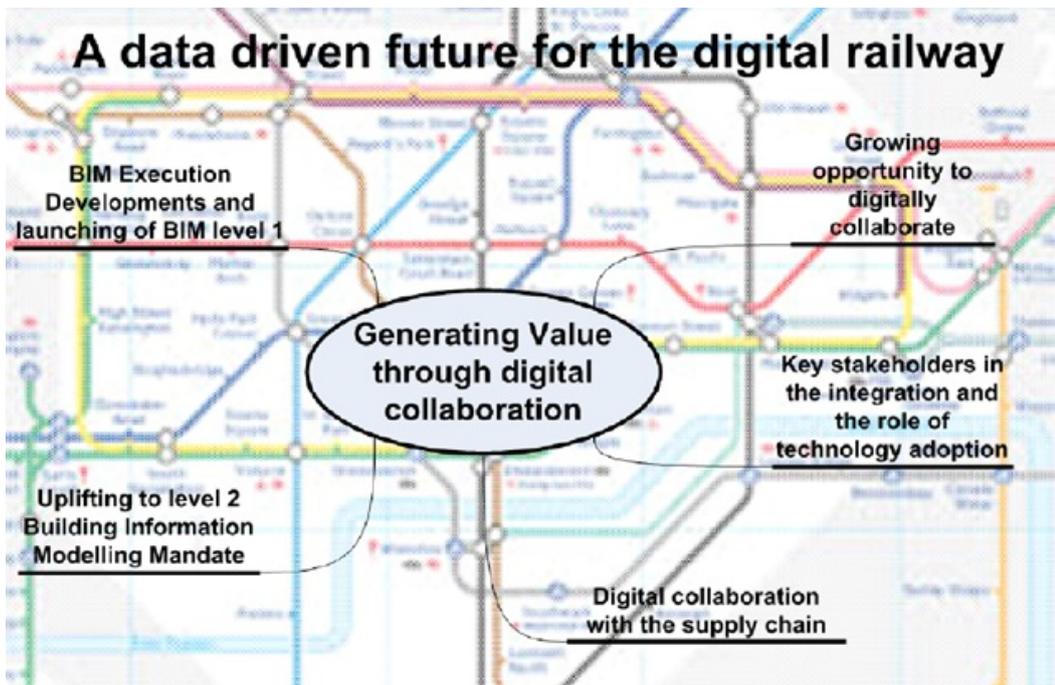


Рис. 11. Цифровая железная дорога — будущее управляемое данными (метрополитен Лондона)

BIM – Information Modelling & Management



Рис. 12. BIM и цифровая инженерия на цифровой железной дороге (метрополитен Лондона)

страны — BSI.

В 2014 Китай подписал соглашение с BSI на локализацию стандартов на BIM, умные города и др. Условием этого контракта было увеличение экспортного потенциала страны. Похоже, что сегодня это реализуется. В международной открытой организации по стандартизации BIM - buildingSMART alliance, под эгидой которой работают все участники, уже опубликованы (2015 год) полномасштабные проект стандарта на BIM для железных дорог [17], подготовленные China Railway BIM Alliance во главе с их

III ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАДИГМ И ЛАНДШАФТА СТАНДАРТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВАМИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ — КООПЕРАЦИЯ ОТКРЫТЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Мы во многих публикациях подробно описывали систему стандартизации Великобритании и собственно цифровых железных дорог [1,11] и указывали на мировую успешность уполномоченной организации этой

новой корпорацией, которая ранее была Министерством железных дорог Китая (рисунок 13).

Introduction

- 
- Formerly as the **Ministry of Railway of China**.
 - Duty: China's railway network construction and railway transport organization.
 - By the end of 2014, the country has 112,000km of railways
 - 16,000km of **High-Speed Railway (HSR)** (more than the half of the world's HSR)



Рис 13. Что такое China Railway

В союзе по этой работе с ними, помимо британцев, выступает также ведущий институт по новым технологиям строительства KIST. KIST принадлежит Министерству транспорта и строительства Южной Кореи и очень известен и уважаем в мире.

Упомянутый выше стандарт фактически сделан на все элементы инфраструктуры любой железной дороги и сделан в IFC промышленных классах, что позволяет практически сразу создавать структуры баз данных или собственно то, что называется сегодня информационными моделями. China Railway BIM стандарт состоит из трех частей:

- Часть 1: Железнодорожный BIM Стандарт классификации. Соотносится с ISO 12006-2- Завершен в декабре 2014 года.
- Часть 2: Стандарт на железнодорожные BIM данные. Базируется на ISO 16739: 2013. Первая версия была выпущена в январе 2015 года.
- Часть 3: Железнодорожный BIM Стандарт на реализацию. Базируется на ISO 29481, его создание началось в июле 2015 года и проходит под руководством Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation & Tsinghua University, которые являются прямыми членами упомянутого альянса.

Цели этого стандарта состоят в обеспечении руководящих принципов и норм, касающихся создания и хранения данных BIM при строительстве и реконструкции любых объектов железных дорог:

- Облегчение кросс-платформенных обменов информацией между приложениями и совместного использования данных BIM.
- Создание открытого формата BIM активов для

их владельцев и регуляторов в отрасли.

Временное расписание создания документов в проекте:

- Декабрь 2014.
 - начало исследований по теме Railway BIM Standard Data
- Декабрь 2015:-полное завершение стандарта IFC Railway 1.0 железной дороги.
- Январь 2016:- релиз для железной дороги в Китае IFC Railway 1.0
- Декабрь.2016:
 - Атестация программного обеспечения и пилотный проект
- декабрь.2017:
 - Железнодорожная IFC Railway 2.0 и выпуск международной версии.

На конец 2016 года было сделано: выравнивание и оцифровка данных по грунтам и гео-активам, мостам, туннелям, путям и станциям, в сущностях пространственных, физических, компонентных данных, нумерациях и метках и их свойствах. Проведена работа для поддержки схемы IFC с производителями программных решений, в том числе с Catia, Revit, Bentley и ArchiCAD и реализован пилотный проект: Yangdarailway в провинции Шаньси, Китай.

Следующие планируемые шаги состоят в проверке программного обеспечения и продвижении IFC Railway 1.0 железной дороги в 4 ключевых железнодорожных проектных институтах в Китае, которые сотрудничают с Dassault, Autodesk и Bentley, для поддержки IFC Railway 1.0 железной дороги и запланирована реализация IFC Railway 1.0 в 17 проектов для расширения зоны охвата работы со стандартом. В IFC Railway железной дороги 2.0, будут включены OCS, геология, системы сигнализации и управления; железнодорожные

структуры и сооружения по безопасности, водоснабжению, дренажу и канализации, и другие части инфраструктуры.

Так же будет проведено в стандартах определение железнодорожных материалов, процессов, ресурсных и количественных моделей для удовлетворения потребностей управлением строительством и реконструкциям и т.д. Пока железнодорожная IFC Railway применима только к потребностям строительства китайских железных дорог, но на следующих этапах работа будет сосредоточена на

сотрудничестве с международными партнерами в рамках общей архитектуры. Международная версия IFC Railway железной дороги, как ожидается, будет более абстрактная и общая. Также планируется разработать стандарт реализации изменений на железной дороге от стадии проектирования до стадии строительства или реконструкции.

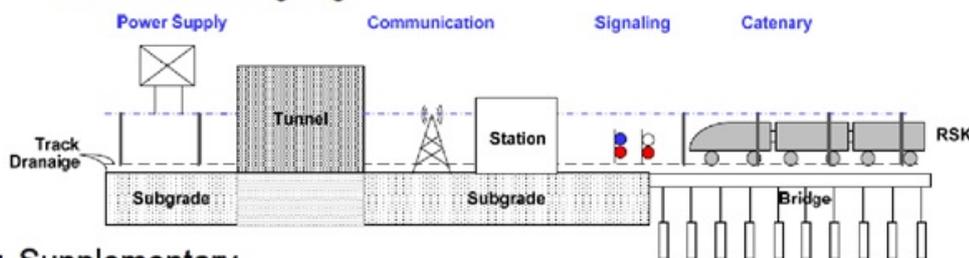
На рисунке 14 показаны объекты железной дороги в IFC Railway. Необходимо отметить существенный вклад в эту работу KIST [18].

Preface



■ IFC Railway 1.0 of China

- Released in Dec 2015
- Verification is ongoing



■ Supplementary

- Completed in Aug 2016

Рис. 14. Объекты железной дороги в IFC Railway

Для того, чтобы понять роли других участников альянса самое время понять миссию этого проекта в изложении самого авторитетного и многопрофильного его участника BSI. По его мнению, миссия этого проекта в том, чтобы объединить, расширить и развивать открытые стандарты для интеллектуальных данных, которые позволяют обрабатывать и интегрировать данные для инфраструктуры. Но необходимо помнить, что вклад BSI в эту тематику может быть не ограничен только тем, что мы излагаем. Так только объем стандартизации на цифровую железную дорогу в RSSB [11], который входит в систему стандартизации Великобритании, координируемую BSI, и только в части систем контроля и сигнализации на 2014-2019 годы [20] содержит примерно 150 стандартов намеченных к выпуску и значительная часть из них уже опубликована.

Если мы смотрим использование принципов этой миссии только в рамках информационного моделирования зданий и сооружений (BIM) для совместного проектирования структур, необходимость «умных технологий» для встраивания в строительные компоненты или более широкого использования префабрикации и производства за пределами строительной площадки, то такие технологические изменения будут, в конечном счете, влиять на все в этой отрасли.

Люди, которые работают в строительстве и других

отраслях уже хорошо знакомы со стандартами, разработанные BSI в течение десятилетий, которые охватывают продукты, методы, здоровье и безопасность, проектирование и дизайн и многое другое, также будут использованы для этой работы. Но они, возможно, имели меньше воздействие, чем те, которые необходимы для учета тех изменений, которые приносит быстрое распространение цифровых технологий. BSI не разрабатывает свои стандарты в вакууме. Он полагается и работает в партнерстве со специалистами по строительству и эксплуатации, которые отдают свое время и знания созданию стандартов. Именно поэтому мы изложили опыт Crossrail для того, чтобы читатель смог себе представить направления следующих шагов в это уникальной международной кооперации.

Работа со всеми партнерами в BSI организована в формате BSI Rooms. Она была создана как группа интересов к инфраструктурам BSI в 2013 году, и этот открытый форум группы интересов объединил пользователей и специалистов по техническим направлениям отчетливой потребностью в нейтральной геометрической и семантической модели данных для инфраструктуры.

В международных рамках альянса, роль BSI состоит в том, что его правилами регламентируется развитие международных открытых стандартов, основанных на принципах BSI и, в первую очередь, на PAS, В настоящее время упомянутая выше группа является

самым крупным и наиболее активным из bSI Rooms. Читателю мы советуем посмотреть работу [19], где более широко изложена точка зрения BSI на процессы изменений в строительной отрасли.

BSI как организация в альянсе подписала следующие очень важные документы в интересах всего объединения:

- Совместный меморандум о взаимопонимании с OGC для разработки требований и поддержки разработки требований.
- Соглашение с China Rail о разработке BIM IFC как PAS.
- Соглашение с корейской организацией по дорогам KIST о разработке IFC как PAS.

Вернемся к тому, как определяется в buildingSMART информационное моделирование здания или сооружения (BIM). С их точки зрения это ПРОЦЕСС

коллективного создания и использования информации об объекте, формирующий надежную основу для принятия решений на протяжении его полного жизненного цикла.

Точка зрения BSI изложена в стандартах - «В совместной рабочей среде требуется производить информацию с помощью стандартизированных процессов, а также согласованных стандартов и методов, чтобы обеспечить единую форму и качество, дающее возможность многократного, повторного использования информации без изменений и искажений». (PAS 1192-2:2013)

Суммарно мы попробовали это показать на рисунке 15.



Рис 15. Информация и ее роль в жизненном цикле объектов железных дорог

Для реализации этого подхода была выстроена следующая схема на рисунке 16. CIM это информация гражданского (публичного) назначения или городская информация и в том числе об инфраструктуре.

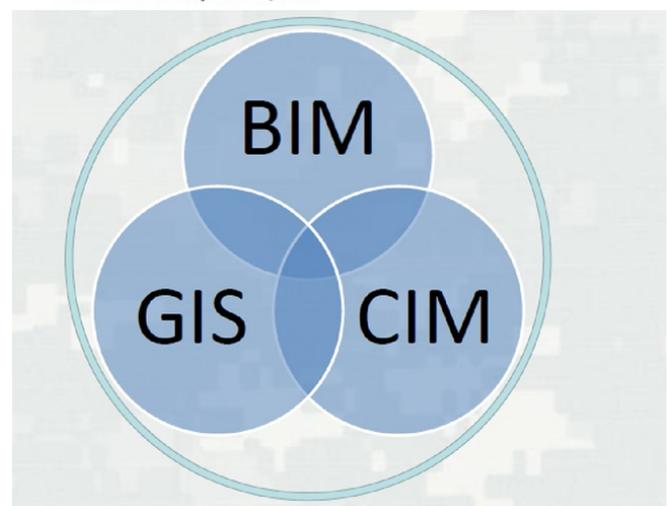


Рис. 16. Три пограничные области моделей BIM, GIS, CIM.

Так появляется новый участник альянса Открытый Консорциум Геоданных (OGC). Сегодня OGS:

- OGC отлично справляется со своими типами данных их целостностью и структурной интеграцией;
- в нем состоит 519 международных компаний, государственных учреждений и университетов;
- OGC создает стандарты, поддерживающие функционально совместимые решения, которые позволяют создавать "гео-услуги" и в том числе в IT-мейнстриме - Web, которые базируются на беспроводных решениях и основаны на определении местоположения.

На его стандартах разработчики технологий сделали улучшенные комплексы пространственной информации и услуг, доступной и полезной во всех видах приложений, которыми широко используются, в том числе, и в России.

Так информационное моделирование здания или сооружения (BIM) превращается в ПРОЦЕСС коллективного создания и использования информации об объекте, формирующий надежную основу для принятия решений на протяжении его полного жизненного цикла. На рисунке 17 можно увидеть, как разграничено применение моделей и языков моделирования в жизненном цикле железных дорог (BIM,CIM,GIS). В зоне GIS находится собственно GIS и недавно выделявшееся из него направление CIM, а вся остальная зона это IFC BIM.

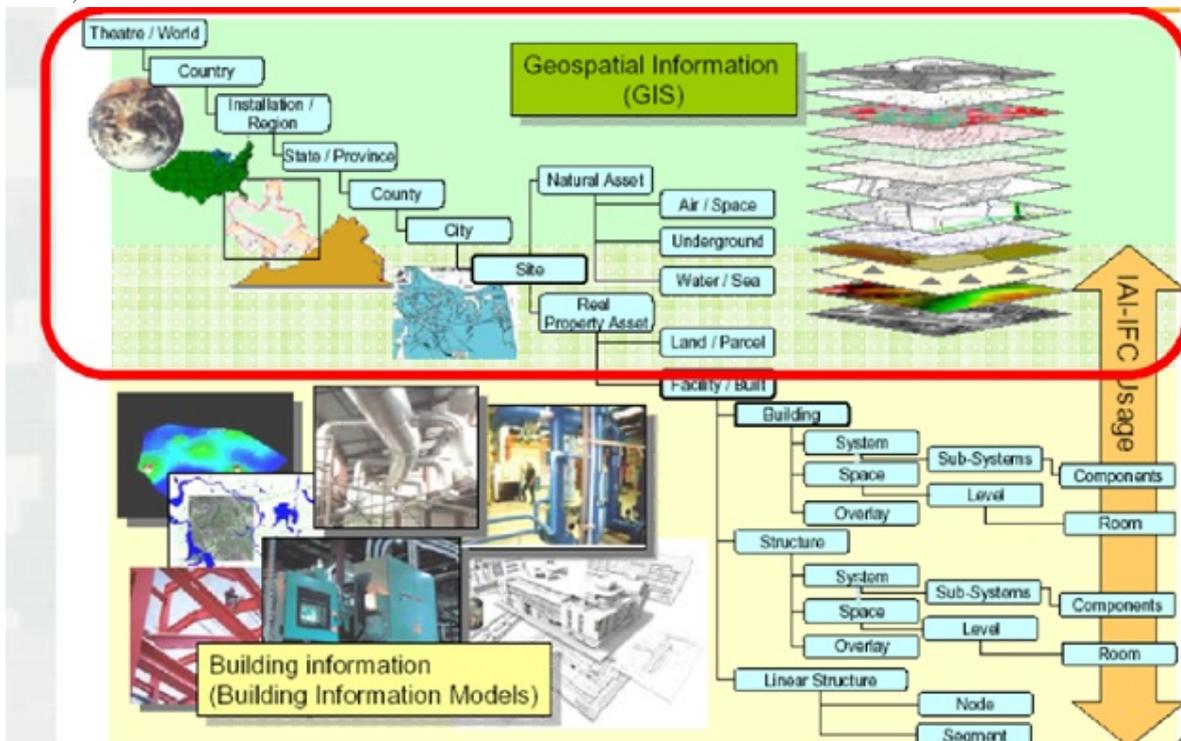


Рис. 17. Как разграничено применение моделей и языков моделирования в жизненном цикле железных дорог (BIM,CIM,GIS).

решения разных задач, контроля качества данных. Включает конвертеры mvdXML. С помощью MVD определяются LOD и библиотеки объектов.

Сегодня в рамках этого союза разрабатываются основные компоненты современного BIM с учетом интеграционных процессов и это:

•BCF – Building Collaboration Format. Формат для совместной работы, основа общей среды данных.

•IFC – Industry Foundation Classes. Общий модель/формат обмена данными.

Современный статус разработки в buildingSMART имеет следующие направления и степени готовности:

•bSDD – buildingSMART Data Dictionary. Онтология: правила соотношения справочников IFC и нормативно-справочной информации в странах и в программных продуктах.

•IFC – Industry Foundation Classes. IFC 4 от 2013 г. применим только для зданий. Сейчас для будущего IFC 5 создаются IFC Alignment 1.1 для осей дорог – готовность 95%. IFC Overall Architecture – готовность 50%. IFC Roads (Корея) – готовность 70%, IFC Bridge (Франция) – готовность 70%, IFC Railways (Китай) – готовность 90%.

•IDM – Information Delivery Manual. Формальные регламенты работы в BIM-методологии (что, когда, куда и в каком формате передавать) для разных стадий жизненного цикла и видов работ (дисциплин).

•bSDD – buildingSMART Data Dictionary.

•IDM – Information Delivery Manual.

•MVD – Model View Definition.

•BCF – Building Collaboration Format.

•MVD – Model View Definition. Подмножества IFC для

План BSI на 2017 год включает:

- исследование стратегий для интеграции данных, связанных с технологиями
- продолжение совместной разработки с OGC единой концептуальной модели инфраструктуры
- разработка MVD для фаз жизненного цикла для конкретных дисциплин
- создание необходимых стандартов для библиотек информационной структуры, а также доступа к ним и протоколы обмена между ними
- расширение сотрудничества с W3C (открытое объединение по стандартизации интернета).

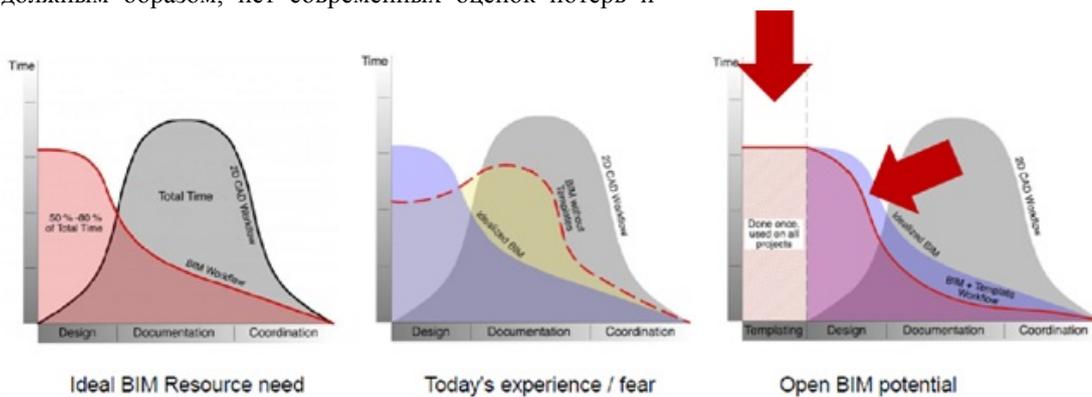
Необходимо отметить, что российская компания ИндорСофт уже активно участвует в работе buildingSMART в техническом комитете по инфраструктуре InfraRoom.

Основной проблемой, которую решают участники альянса, является экономика. Так как такие проекты являются дорогостоящими и пока не выполняются должным образом, нет современных оценок потерь и

рабочих процессов в ключевых проектах. Есть понимание того, что BIM является "частью решения", но нет разработанных стандартов по взаимодействию.

На рисунке 18 отражены три состояния экономики решений проектов нового BIM. Первое состояние это идеальное, сегодняшнее и достижимое, по мнению участников альянса, в ближайшее время. Именно для этого разрабатываются и реализуются планы по стандартизации (рисунки 19 и 20). На рисунке 21 мы приводим таблицу, которая показывает, какие профессии и навыки будут необходимы в парадигме нового BIM.

Однако при этом следует понимать, что китайская часть BIM Rail Alliance планирует, что 30000 километров железной дороги будут сделаны в течение следующих четырех лет в этой новой цифровой среде в идеологии жизненного цикла.



www.shoegnome.com: Why BIM is Still Bankrupting Your Firm by Jared Banks



Рис. 18. Три состояния проектов в парадигме нового BIM.

What it does	Name
Describes Processes	Information Delivery Manual (IDM)
Transports Information / Data	Industry Foundation Class (IFC)
Change Coordination	BIM Collaboration Format (BCF)
Mapping of Terms	International Framework for Dictionaries (IFD)
Digitises processes	Model View Definitions (MVD)

Рис. 19. Обобщенная структура разработки стандартов

Building	Infrastructure	Product	Technical	Regulatory	Special Purpose
ISO IDM Standard	IFC4 Infra alignment 1.0 (Deployment)	IFC mapping into bSDD	Linked building data ifcOWL	E-submission common guidelines	Marketing IFC today
IDM for building programming	IFC Alignment next phase 1.1	Data dictionary enabler	mv... st in BIM	Automated code checking	Develop IFC for design & construction
Global BIM guide wiki	IFC Road & Rail	Product templates and BIM objects	[Augmented reality]		People & process certification
MVD FM Handover	IFC Asset Management	IFC Primer Real life object mapping			bSI PAS Korean & Chinese Road Rail Specification
MVD Energy simulation	IFC Bridge				DfMA & Offsite
MVD Scheduling	Integrated Digital Built Environment				IDM Model Setup
MVD Quantity take off	IFC for Infra Road map				
MVD Annotation	Infra overall architecture				
IDM Curtain walling					
IDM Configurator					

Рис. 20. Детальная структура разработки стандартов

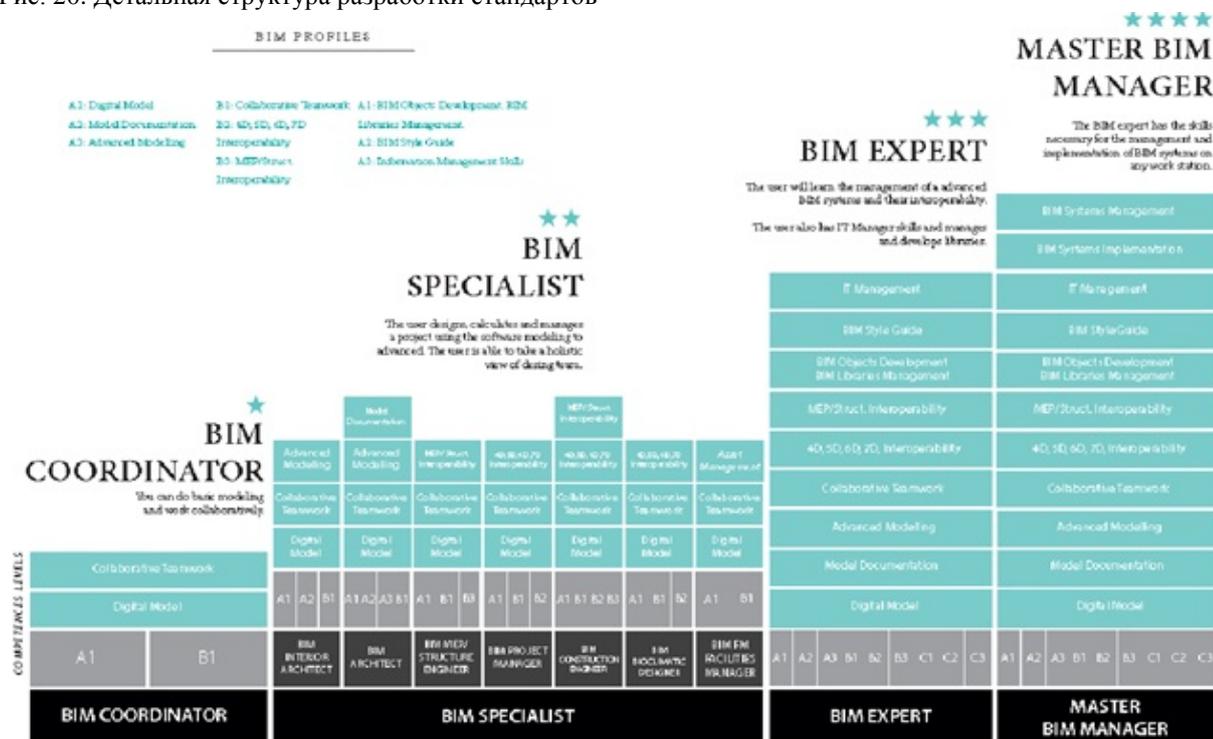


Рис. 21. Какие профессии и навыки будут необходимы в парадигме нового BIM

IV МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ АКТИВАМИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЦИФРОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Поскольку в [16] мы говорили о чрезвычайной важности организационной части в цифровых трансформациях, то попробуем ответить и на этот вопрос. Из множества начинаний в этой области мы выделили, как нам показалось, наиболее продвинутое и подходящее целям статьи планы и работы ЭСКАТО.

Экономическая и социальная комиссия для Азии и

Тихого океана (ЭСКАТО), расположенная в Бангкоке (Таиланд), является одной из пяти региональных комиссий Экономического и Социального Совета ООН. Основной задачей ЭСКАТО является управление процессом глобализации в области экологически устойчивого развития, торговли и прав человека.

И хотя у ЭСКАТО нет и не может быть предпочтений к видам транспорта, у нее сегодня очень ясное представление об этом, которое хорошо видно на рисунке 22.

Огромный потенциал для железнодорожных грузоперевозок

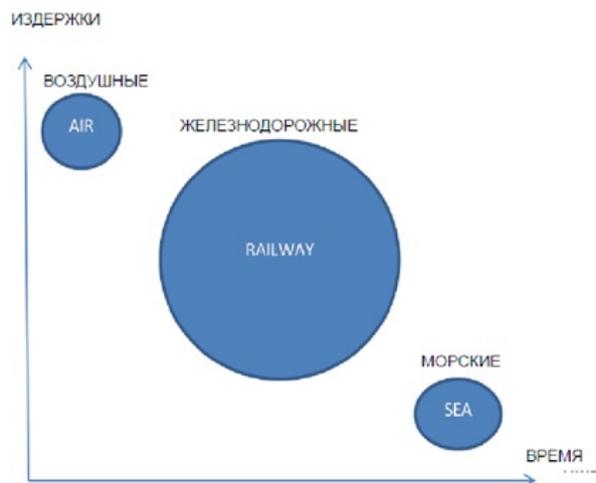


Рис. 22. Сравнительная роль трех видов транспорта по мнению ЭСКАТО

ЭСКАТО разработала рамочную программу регионального сотрудничества по содействию международным железнодорожным перевозкам (2016 год). Эта программа определяет четыре фундаментальные задачи для содействия международным железнодорожным перевозкам, указывает цели и процесс. В ней предусматривается одиннадцать областей содействия железнодорожному транспорту в регионе для стран-участниц.

Предполагается решить в ее рамках четыре фундаментальные задачи, из которых мы оставили только две, которые имеют отношение к теме данной статьи:

1. Стандарты для железнодорожной инфраструктуры, сооружений и оборудования.

Необходимость стандартизации обусловлена созданием технических требований к подвижному составу, тормозным системам, сигнальным системам,

осевым нагрузкам, габаритам и просветам сооружений (тоннели, мосты, железнодорожные станции). Предполагается, что это будут общие/минимальные стандарты созданные рабочими группами, МСЖД (UIC), исследовательскими железнодорожными центрами и исследованиями по другим направлениям.

2. Пункты перемены колеи

В регионе есть 4 основных стандарта колеи: 1676 мм, 1520мм, 1435 мм и 1000 мм. Возможно, значительное сокращение потерь в этой части за счет разработки рационализированных эксплуатационных процедур. Проблемы возникают, главным образом, на границах; есть различные возможные пути решения: перегрузка; смена тележек; тележки с переменной шириной колеи; прокладка дополнительных путей.

Поскольку эта тема существенно связана с цифровыми системами и моделями то для визуального представления читателем о размещении точек перемены колеи приводим рис 23.



Рис. 23. Трансазиатская железнодорожная сеть. Цветом помечена ширина колеи.

Практические шаги, которые планируются в программе ЭСКАТО это (оставлены опять же не все, но большинство):

1. Координация регулятивных мер контроля и инспекций на пограничных/пересадочных станциях.

Поезда подлежат многочисленным видам контроля, таким, как таможенный, иммиграционный, безопасности, санитарным проверкам; кроме этого производится замена локомотива и бригады, техническая инспекция поезда.

Необходимы: высокая степень координации между пограничными контролирующими ведомствами, установка норм времени для регулятивного контроля; использование новые технологии; проведение проверки только в пунктах отправления/назначения.

2. Сотрудничество в области стандартизации трансграничных железнодорожных операций.

Железнодорожные системы развивались независимо; приобретали различные типы подвижного состава и эксплуатационных систем и их эксплуатационная совместимость представляет проблему, которую надо решать сети экспертов по железнодорожному транспорту регионов Азии и Тихого океана. Они должны обмениваться знаниями, обсуждать общие проблемы стандартизации в деятельности железных дорог и искать пути движения вперед.

3. Необходимость использования информационных систем заблаговременного уведомления о прибытии грузов. Заблаговременное или предварительное уведомление может сократить задержки, связанные с регулятивным контролем.

В этой части необходимо принятие общих стандартов

для обмена информацией и обеспечения совместимости с другими видами транспорта.

4. Механизм обмена вагонов. Общий тип контракта на использование вагонов в международных железнодорожных перевозках позволит избежать необходимости в многочисленных двусторонних соглашениях и повысить предложение вагонов на рынке перевозок. Такой контракт может включать:

- требования по техническому допуску и содержанию вагонов;
- обязательства и права принимающей железной дороги, в том числе, право отказа;
- процедуры установления ущерба, нанесенного вагонам;
- ответственность за потерю или ущерб вагона.

5. Использование новых технологий эксплуатации поездов и отслеживания контейнеров. Следует расширять применение SPS, радиочастотных идентификаторов (RFID), систем управляющих команд и сигналов (CCS), которые уже используются в эксплуатации поездов; новых технологий, таких, как облачные вычисления и технологии обработки больших данных. Необходимо организовать нахождение и отслеживание контейнеров операторами поездов для составления графиков контейнерных маршрутных поездов, улучшения использования активов, сокращения времени простоев и накладных расходов.

6. Развитие человеческих ресурсов и навыков для трансграничных железнодорожных операций, которое включает:

- упрощенные визовые процедуры для машинистов/бригад;
- общая система обучения машинистов поможет,

наряду с другими аспектами, расширить знания машинистов о маршрутах, ограничениях скорости, сигнальных системах;

взаимная аккредитация учебных заведений;

регулирование условий работы для должностных лиц железных дорог.

7. Создание логистических центров/сухих портов и хабов технического обслуживания вблизи пограничных станций предполагает:

для использования преимущества низких издержек на железнодорожный транспорт, создать такие центры для консолидации грузов с неполной загрузкой контейнеров;

меры по совместному осуществлению контроля и проверок;

расширение ремонтных хабов для сокращения задержек из-за неисправностей подвижного состава.

8. Упрощение интермодальных сопряжений железной дороги с другими видами транспорта определяет что:

- железная дорога будет являться частью транспортной системы и интегрируется с другими видами транспорта;
- необходимо упрощение интермодальных сопряжений, которые существуют у шлагбаумов портов, для сокращения потерь времени, что особенно важно для развивающихся стран без выхода к морю, поскольку значительное время затрачивается на оформление транзита
- требуется повысить надежность движения поездов и оптимизировать использование подвижного состава.

9. Продвигать и поощрять подход на основе коридоров для содействия международным железнодорожным перевозкам.

V ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безусловно, все, что сегодня связано с тематикой цифровых железных дорог и, особенно, в части управления их активами в жизненном цикле развивается чрезвычайно необычным и ранее невозможными методами и способами. Одна кооперация по созданию BIM стандартов железных дорог охватывает два активных континента и очевидно, что этот процесс будет развиваться. Впрочем, сегодня уже трудно провести грань между тем, где кончается BIM, и начинаются другие процессы. Мы постарались найти максимально возможную информацию об участии в этом процессе представителей стран ЕАЭС и всегда были рады, когда это удавалось. Практически все процессы нужные для обеспечения успешности реализации проекта цифровой железной дороги и управления ее активами в жизненном цикле носят открытый и доступный для структур и специалистов стран входящих в ЕАЭС характер и, как нам кажется, их надо активнее использовать — времени на раскачку нет.

Если не предпринять необходимых действий уже сегодня, то завтрашнее состояние железных дорог Европы и Азии может измениться — нет, к сожалению, вечных преимуществ. Те преимущества, которыми, несомненно, обладают сегодня объединенные страны ЕАЭС, просто могут исчезнуть. И мир железных дорог может серьезно измениться.

В заключение приведем два рисунка, которые показывают только некоторые направления, по которым уже идет практическая работа — рисунки 24 и 25. Из них и из [38,39] видно, что использование моделей и информации в них только началось. Впереди на цифровой железной дороге и ее активах в их жизненном цикле семантический веб и онтология, большие данные и интернет вещей, кибер-физические системы, умные города, интеллектуальная мобильность и многое другое.

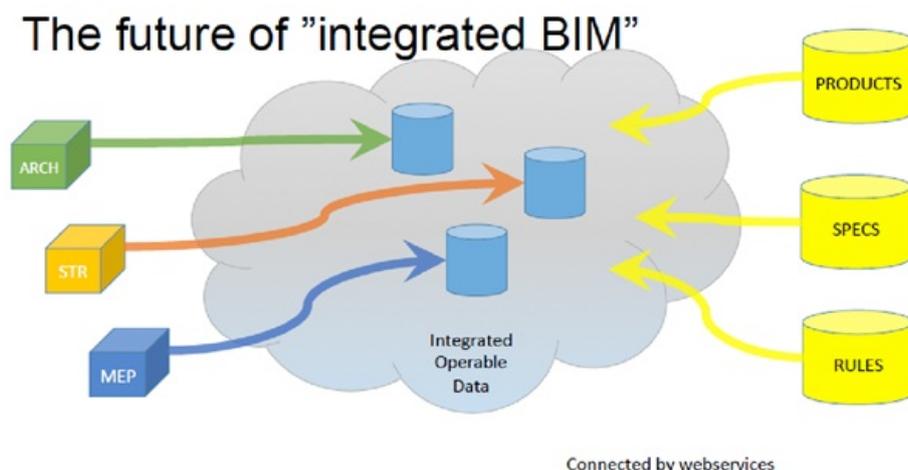


Рис. 24. Будущий интегрированный BIM цифровых железных дорог.

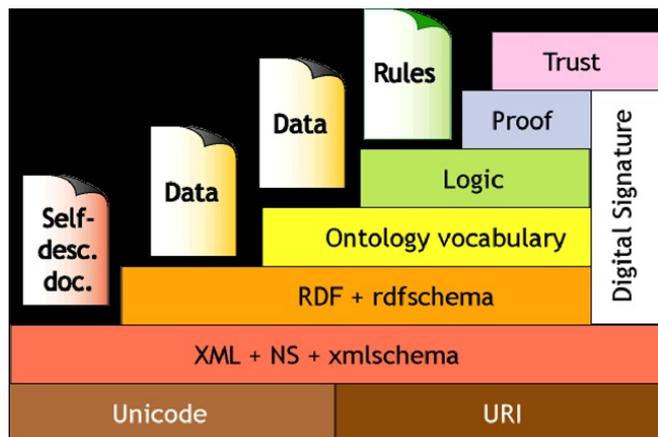


Рис.27. Умные данные и семантический веб ([39])

Между тем, изложенное в [42, 8-16] ставит один главный вопрос: достаточно ли аргументов для того, чтобы принять далеко не теоретическую цифровую железную дорогу в качестве российского национального проекта и стратегического проекта стран входящих в ЕАЭС?

На наш взгляд вполне. Приведем лишь некоторые. Безусловен экономический интерес или цифровые дивиденды, которые гораздо быстрее достигаются в этой новой парадигме, чем в старой. Есть проявленная в печати воля главного владельца инфраструктуры железных дорог — ОАО РЖД. Есть публично проведенные и одобренные выступления ОАО РЖД и МГУ в ЕЭК на эту тему. В декабре 2016 года был подписан Указ [42], а пятью странами ЕАЭС подписаны документы о цифровой трансформации. И это тоже огромный положительный фактор для этого проекта, который можно теперь условно назвать «цифровая железная дорога стран, входящих в ЕАЭС». Наконец это часть самого большого проекта в мире - «шелковый путь» и тут мы предлагаем еще раз обратиться к рисунку 22, который наглядно показывает веса разных видов транспорта в этом проекте.

Насколько цифровая железная дорога стран, входящих в ЕАЭС является межотраслевым проектом, и будет влиять на остальную экономику стран входящих в ЕАЭС? На наш взгляд это достаточно было описано. Это, конечно же, промышленность, которая должна делать то, что необходимо для этого проекта. И это не только подвижной железнодорожный состав или локомотивы. Это энергетика, электроника, связь, строительство и многое другое. Безусловно, это торговля, цифровые производства, развитие городов, интеллектуальная мобильность, информационные технологии, сервисы и многое другое. Можно сказать, что проект цифровая железная дорога стран, входящих в ЕАЭС имеет все возможности стать локомотивом цифровой трансформации стран ЕАЭС и стать катализатором развития международного разделения труда.

С чего, по мнению авторов, этот проект должен быть начат? Нам представляется, что в первую голову

должны быть проведены независимые научно-технические исследования о том, какие варианты его реализации могут быть приемлемы для стран входящих в ЕАЭС. Собственно именно с этого он и начинался на его родине в Великобритании с очень короткой публикации об условиях исследований [43], которая собственно называлась «Возможности создания цифровой железной дороги». Позволим привести себе цитату из этого документа:

“Стратегический Совет Технологий и RSSB должны инвестировать до £5 млн. в совместные R & D, чтобы поощрять использование применения инновационных цифровых, ИКТ и спутниковых технологий, для решения проблем с которыми сталкиваются ведущие железнодорожные организации. Это совместная инициатива с железнодорожной отраслью, которая имеет поддержку в межотраслевой технической стратегии Группы Лидерства (TSLG), и согласуется и выравнивается с технической стратегией железнодорожного транспорта TSLG. Целью данного соревнования компетенций является выявление конкретных вопросов бизнеса, которые затрагивают железнодорожную отрасль, а также использование результатов их в качестве фокуса для разработки комплексных цифровых решений и услуг“.

Многое с тех пор уже сделано, и проект жизненного цикла активов цифровой железной дороги приобрел совсем грандиозный размах. Вопрос о создании нового шелкового пути и его центральной части цифровой железной дороги оказался настоль важным, что был подготовлен специальный отчет WEF к форуму в Давосе в 2017 году [44]. Открытые стандарты и наработки необходимо изучать и использовать для проекта цифровые железные дороги стран, входящих в ЕАЭС, расширяя уже наметившуюся международную кооперацию. Необходима ясная позиция по это вопросу всех государств участников, так как многие вопросы проекта будут их прерогативами. Далеко не все можно взять из международного или странового опыта. Так, например, доступна СТРАТЕГИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ Великобритании на 2016-2021 [40], опубликованная Правительством и Железнодорожная кибербезопасность Великобритании, руководство для отрасли [41], опубликованная департаментом транспорта, но все остальное, что естественно, строго ограничено. Так что заимствования даже в нормативном плане имеют свои границы и очень многое надо нам исследовать и решать самим.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Ярцев Д. И. и др. Экономика стандартизации в цифровую эпоху и информационно-коммуникационные технологии на примере Британского института стандартов //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 6. - С. 1-9.
- [2] Куприяновский В.П. и др. Экономические выгоды применения комбинированных моделей BIM-ГИС в строительной отрасли. Обзор состояния в мире //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 5. - С. 14-25.

- [3] В.П. Куприяновский, С.А. Снягов, 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.
- [4] Куприяновский В. П., Снягов 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.
- [5] 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.
- [6] Куприяновский В. П. и др. Оптимизация использования ресурсов в цифровой экономике //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. - С. 86-96.
- [7] Шнепс-Шнеппе М. А. О перспективах сети GSM-R для цифровой железной дороги //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. - С. 47-52.
- [8] Куприяновский В. П. и др. Цифровая трансформация экономики, железных дорог и умных городов. Планы и опыт Великобритании //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. - С. 22-31.
- [9] Куприяновский В. П. и др. Цифровая железная дорога-целостная информационная модель, как основа цифровой трансформации //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. - С. 32-42.
- [10] Снягов С. А. и др. Цифровая железная дорога-издание цифровых активов. По материалам проекта модернизации системы управления активами Network Rail (UK) //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. - С. 43-54.
- [11] Николаев Д. Е. и др. Цифровая железная дорога-инновационные стандарты и их роль на примере Великобритании //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 10. - С. 55-61.
- [12] Куприяновский В. П. и др. Цифровая железная дорога-прогнозы, инновации, проекты //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 9. - С. 34-43.
- [13] Куприяновский В. П. и др. Интернет цифровой железной дороги //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. - С. 53-68.
- [14] Sneys-Sneppе M. et al. Digital Railway and the transition from the GSM-R network to the LTE-R and 5G-R-whether it takes place? //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 71-80.
- [15] Rail Industry Standard for Track to Train RFID Compatibility. RIS-2795-RST Issue One: September 2015. RSSB
- [16] Kupriyanovsky V. et al. A holistic model of transformation in the digital economy-how to become digital leaders //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 26-33.
- [17] Railway Bim Standard (version 1.0) CRBIM 1002-2015
- [18] Infra BIM Schema Specification ver. 05 . KIST 2015
- [19] Standards Outlook 2016. Construction and the Built Environment. BSI 2016
- [20] Control Command and Signalling Standards Committee Strategic Plan for Control Period 5, 2014 – 2019 Issue Two 2015 – 2016. RSSB 19 February 2015 ISCC/018
- [21] Kupriyanovsky V. et al. Industries transformation in the digital economy–the ecosystem and life cycle //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 34-49.
- [22] Kupriyanovsky V. et al. Industries transformation in the digital economy–the design and production //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 1. – С. 50-70.
- [23] Regulatory status for using RFID in the EPC Gen2 (860 to 960 MHz) band of the UHF spectrum. GS1. 30 November 2016
- [24] GS1 RFID/Barcode Interoperability Guideline .Release 1.1, Ratified, Nov 2016
- [25] 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
- [26] Rail Industry Standard for Track to Train RFID Compatibility .RIS-2795-RST Issue One: RSSB September 2015
- [27] ГОСТ Р 54621-2011 (ISO-аналога нет) Информационные технологии. Радиочастотная идентификация для управления предметами. Рекомендации по применению. Часть 1. Этикетки и упаковка с радиочастотными метками по ИСО/МЭК 18000-6 (тип С).
- [28] ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443-1-2004 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты с индуктивной связью ближнего действия. Часть 1. Физические характеристики.
- [29] ГОСТ Р ИСО/МЭК 15693-1-2004 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты удаленного действия. Часть 1. Физические характеристики. (HF 13,56 МГц)
- [30] ГОСТ Р ИСО/МЭК 15693-2-2004 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты удаленного действия. Часть 2. Воздушный интерфейс и инициализация. (HF 13,56 МГц)
- [31] ГОСТ Р ИСО/МЭК 15693-3-2011 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты удаленного действия. Часть 3. Антиколлизия и протокол передачи данных. (HF 13,56 МГц)
- [32] ГОСТ Р ИСО/МЭК 10373-7-2011 Карты идентификационные. Методы испытаний. Часть 7. Карты удаленного действия.
- [33] ГОСТ Р ИСО/МЭК 10536-1-2006 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты ближнего действия. Часть 1. Физические характеристики.
- [34] ГОСТ Р ИСО/МЭК 10536-2-2004 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Часть 2. Размеры и расположение зон связи.
- [35] ГОСТ Р ИСО/МЭК 10536-3-2004 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Часть 3. Электронные сигналы и процедуры восстановления.
- [36] ГОСТ Р ИСО/МЭК 18046-2009 Автоматическая идентификация. Идентификация радиочастотная. Методы испытаний технических характеристик устройств радиочастотной идентификации
- [37] ГОСТ Р ИСО 17363-2010 Применение радиочастотной идентификации (RFID) в целях поставок. Контейнеры грузовые.
- [38] Research Programme Engineering Ontology-based data management for the GB rail industry Feasibility study. RSSB 2014
- [39] DITTO Interim Report and Prototype. RSSB 2016
- [40] National Cyber Security Strategy 2016. HM Government 2016
- [41] Rail Cyber Security Guidance to Industry. Department for Transport 2016.
- [42] Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации « от 1 декабря 2016 года № 642
- [43] Enabling the digital railway. COMPETITION FOR COLLABORATIVE R&D FUNDING MARCH 2013. Technology Strategy Board Driving Innovation. RSSB 2013
- [44] How Technology Can Unlock the Growth Potential along the New Silk Road http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Silk_Road_Pager_2017.pdf

The new paradigm of the digital railway – assets life cycle standardization

Vasily Kupriyanovsky, Sergey Sinyagov, German Sukonnikov, Natalia Fedorova, Andrey Dobrynin, Dmitry Namiot, Dmitry Yartsev

Abstract— In this article, we are talking about the infrastructure assets life cycle management. The Digital Railway was selected as a specific example of such infrastructure. Maintenance is a major part of the expenses for all railway companies. The life cycle of rail assets is at least 40-50 years, so the possibility of reducing costs should be subject to careful consideration. The paper discusses the use of compatible models and data from BIM, GIS, CIM and Web applications. We discuss the questions of regulation and the use of barcodes and the RFID, as well as the work of GS1 - International Organization dealing with the standardization of accounting and bar coding of logistic units. Much attention is paid to the BSI standards in this area.

Keywords— digital economy, digital railway, BIM, GIS.