

Цифровая трансформация экономики, железных дорог и умных городов. Планы и опыт Великобритании.

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

Аннотация—В этой статье мы рассматриваем вопросы построения цифровой железной дороги на примере Великобритании. Цифровая железная дорога имеет одну главную цель - устойчивый рост экономики за счет ускорения цифровой модернизации железной дороги. Это привносит трансформационные преимущества и сложности в безопасность, объемы, стоимость, производительность, удобство клиентов, а также оказывает положительные воздействия на окружающую среду. Главный вывод и предпосылка перехода к цифровой железной дороге британских железнодорожников состоит в том, что основные технологии, которые для этого требуются, доступны уже сегодня.

Ключевые слова—Умный Город, цифровая железная дорога, цифровая экономика.

I. ВВЕДЕНИЕ

Публикация [1] потребовала дополнительной проработки того, как сегодня планируются и осуществляются работы по цифровой трансформации в мире, какие собственно задачи ставятся, как их планируется достигать и в какие сроки. В качестве объекта исследования для настоящей статьи мы выбрали железные дороги Великобритании, исходя из нескольких причин. Первая - они вторые по протяженности в Европе, самые напряженно используемые и быстро развивающиеся, имеющие первые вторые места в мире по разным оценкам по вопросам безопасности и управлению активами. Вторая - Великобритания безусловный мировой лидер перехода в мире на цифровую экономику и масштабный пилот европейских стандартов по переходу на цифровую систему сигнализации Level 3 для обычных железных дорог прошел именно в этой стране. Последнее –

Статья получена 22 августа 2016.

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

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

Синягов С.А., независимый исследователь (email: ssinyagov@gmail.com).

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

Карасев О.И., МГУ имени М.В. Ломоносова, (email: k-o-i@yandex.ru).

Бубнов П.М., СУ-308, (email: 2502736@gmail.com)

сходство подходов в России и Великобритании, обусловленное разными причинами, но имеющими одинаковую важность для обеих стран сводящееся к одной фразе – переход к цифровой железной дороге это подходы к изменениям во всей железнодорожной индустрии, городах и в значительной части экономики вообще.

Принятию решения о цифровой трансформации железной дороги Великобритании предшествовали серьезные исследования независимыми экспертами, рассмотрение вопросов в Правительстве страны и слушания в Парламенте, который, так же как и правительство, нанимал экспертов по своему усмотрению. Только после такой процедуры, где учитывались аспекты технической реализации, стоимости, влияние на экономику всей страны, безопасность и многие другие параметры в 2016 году в рамках пятилетнего инфраструктурного плана Великобритании [1, 9] проекту цифровой железной дороге страны был дан зеленый свет. Не воспользоваться таким обстоятельством для исследования и предоставления русскому читателю и сообществу профессионалов результатов такой работы нам представлялось неправильным. Для того, чтобы делать российскую цифровую железную дорогу, нам необходимо знать, как это делали другие государства, и что полезного мы можем извлечь для нашей страны.

Железнодорожный транспорт в России - это одна из крупнейших железнодорожных сетей в мире. Эксплуатационная протяженность сети железных дорог общего пользования составляет 85,3 тыс. км, электрифицировано 43,4 тыс. км (на конец 2013 года). Британцы указывают сегодняшнюю длину своих дорог в 34 тыс. км (в отличие от устаревших данных российской Википедии) и считают свои дороги вторыми по протяженности в Европе и самыми интенсивно используемыми. Если учесть при этом сложный островной рельеф страны и статистику по железнодорожным мостам и другим инженерным сооружениям на железных дорогах Великобритании, то нам представляется, что их опыт будет вполне пригоден в России.

II. Цели цифровой трансформации железных дорог.

По мнению британцев, цифровая железная дорога имеет одну главную цель - устойчивый рост экономики Великобритании за счет ускорения цифровой

модернизации железной дороги. Это привносит трансформационные преимущества и сложности в безопасность, объемы, стоимость, производительность, удобство клиентов и положительные воздействия на окружающую среду. Всего объявлено три задачи (цели) этой трансформации: больше поездов, лучшие соединения, больше удобств для клиентов.

Что должно получиться из объединения этих трех задач?

БОЛЬШЕ ПОЕЗДОВ – означает больше места для большего количества поездов. Это должно быть достигнуто за счет модернизации блоков сигнализации с существующей системы на цифровое управление поездами, что позволит поездам следовать ближе друг к другу на существующей инфраструктуре.

ЛУЧШИЕ СОЕДИНЕНИЯ - более гибкое расписание движения рельсового транспорта, которое в состоянии эффективно реагировать на изменение структуры спроса на пассажирские и грузовые перевозки, что позволит сделать лучшие соединения за счет модернизации конструкции расписания и управления трафиком в режиме реального времени.

БОЛЬШЕЕ УДОБСТВ - клиенты должны иметь доступ к информации и услугам по продаже билетов, которые работают на всех видах транспорта, с помощью веб и мобильных устройств и эти приложения соответствуют общепромышленному подходу к открытым данным.

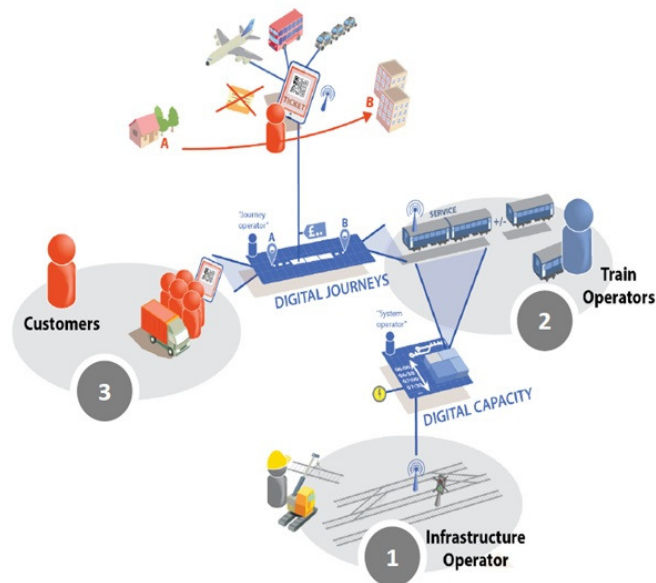


Рис 1. Взаимодействие при совместной реализации трех целей цифровой трансформации

На рисунке 1 представлено схематическое взаимодействие трех целей цифровой трансформации. Для понимания принципов реализации такого рода трансформаций и удобства читателя мы свели список основной использованной литературы в перечень [2,3,4,5,5,7], используя при этом и другие материалы Network Rail, размещенные на очень хорошо организованном и структурированном сайте – Digital Railway: <http://digitalrailway.co.uk>, который целиком посвящен цифровой железной дороге.

III. ЧТО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ И ПЛАНИРУЕТСЯ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОРЫВА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ?

Основное качественное показателем любой дороги можно называть по-разному - например, пропускной способностью, однако британцы предпочитают ему термины «вместимость» или «емкость», которым мы и будем следовать. Собственно цели, которые преследует Network Rail - это до 40% больше емкости, где она наиболее необходима, с 30% меньшей стоимостью, чем обычное строительство линий железных дорог. Это позволит создать большее количество надежных маршрутов движения поездов и позволит большему количеству людей путешествовать и больше товаров перевозить в соответствии с этими показателями. Важно и то, что эти результаты существенно повышают отдачу от вложений в активы железных дорог. С введением цифровых технологий также предполагается повышение производительности в результате сокращения рутинных операций с постепенным развитием вглубь технологий этого процесса.

Дополнительным рассчитанным эффектом определено быстрое восстановление от сбоев, когда они происходят, так как по собранной статистике снижение на 35% первичной задержки вызваны сбоями эксплуатируемой сигнализации. Цифровая трансформация создает, по расчетам британцев, более безопасную железную дорогу. По их расчетам будет на 80% меньше сигналов, прошедших при опасности (SPADS), при меньшей работе устройств бокового края.

Для планирования перевозок исследовались такие показатели как гибкость и связанная с ней скорость изменений для оптимизации графиков движения для удовлетворения спроса предложением, включая комбинированные грузовые/пассажирские составы. При этом предполагается сокращение времени поездки через лучшую связь и лучшие связные интермодальные грузовые узлы. В расчете учитывалось меньшее закрытие линии за счет использования возможностей двунаправленной железнодорожной сети.

Особое внимание уделяется открытым данным. Подход открытых данных к железнодорожной информации позволяет существенно ускориться и получать ясную в реальном масштабе времени мультимодальную информацию о планировании путешествий. Кроме того эта информация полезна во время расследования нарушений, необходима как база для интеллектуального руководства при переходе от одного режима к другому и использованию электронного билета с открытыми интерфейсами а так же создает большой простор для дифференциации услуг.

IV. Пути и причины для ускорения проекта цифровой железной дороги

Британии нужна транспортная сеть, которая

соединяет навыки с рабочими местами, а также перемещает товары на рынках в стране и за рубежом. В то же время, они понимают, что должны идти в ногу со сложными общественными ожиданиями по поводу качества, выбора и ценности, что наблюдение за всем этим государственные службы должны обеспечивать.

Четыре основные проблемы стоят на пути этих амбиций: Для того, чтобы это сделать, необходимо обеспечить значительную дополнительную емкость и лучшую производительность на все более и более переполненных частях сети.

Для повышения гибкости и возможностей связи железной дороги надо сделать так, чтобы сервис на поезд был доступен в нужное время, с необходимой гибкостью, такой, чтобы произвести изменения для улучшения сходимости предложения со спросом. Современные транспортные услуги должны быть максимально гибкими и динамичными, так как они являются частью современных цепочек поставок.

Для улучшения опыта своих клиентов, железнодорожные системы должны упрощать покупку и аутентификацию билетов для поездок из точки в точку разными видами транспорта и стремиться к обеспечению гибкости в режиме реального времени, как и когда его клиенты путешествуют.

При этом надо уменьшить эксплуатационные расходы железной дороги, в то время как необходимо дальнейшее повышение безопасности, а также обеспечить оптимальное использование существующих активов, а не строительство новых. Эти проблемы должны быть решены комплексно на железнодорожной, общепромышленной основе.

V. ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Главный вывод и предпосылка перехода к цифровой железной дороге британских железнодорожников это то, что основные технологии, которые для этого требуются, доступны уже сегодня. Второй вывод - это то, что запас мощности по перевозкам отстает от спроса (Задача 1 - Больше Поездов). Часть системы железных дорог Великобритании уже работает над ранее установленной проектной мощностью на пиковых нагрузках. В некоторых случаях это превышение доходит до 200%. Эта проблема, в совокупности с необходимостью устойчивого роста, станет еще больше в ближайшие годы: количество пассажиров увеличилось на 43% за последнее десятилетие, и оно снова удвоится в течение следующих 25 лет. Спрос на интермодальные перевозки, движимый взрывом в электронной коммерции, уже с 2003 года увеличился почти на 100%.

Добавление новых мощностей только методами их строительства является медленным, дорогостоящим и, во многом, разрушительным для экономики. Мало того, что обычное строительство дорог дорогостояще, но в настоящее время оно является неполноценным для инвестиций в мощности из-за глубокой неэффективности технологий унаследованных систем сигнализации. Поскольку каждый проект сигнализации

является весьма специфическим для местного ландшафта, то эти проекты дорогие, сложные и накладывают длительные обязательства. Железнодорожники Великобритании тратят £3млрд. каждые пять лет только для поддержания существующих систем сигналов.

И когда работа по созданию новых элементов железной дороги со старой сигнализацией сделана, они получают дорогостоящими и сложными в управлении. Конечно, строительные преобразования будут необходимы, но они должны носить точно определенный характер, с учетом того, что приобретение земельных участков, для добавления дополнительных путей, является дорогостоящим и часто спорным делом. Большие мощности наиболее необходимы на пригородных маршрутах в крупных городах, где такое земельное пространство гораздо дороже и все менее и менее доступно.

VI. МОЖНО ЛИ СДЕЛАТЬ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗА СЧЕТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ?

Это ключевой вопрос для разработчиков политики и промышленности в Великобритании - как сделать сегодня инфраструктуру более продуктивной. Для того, чтобы ответить на этот вопрос, они исследовали самое большое ограничение: блоки системы сигнализации, которые ограничивают пропускную способность. Неспособность реформировать это наследие приведет к неэффективному использованию оборотных средств и неоптимальной отдаче от будущих инвестиций в железные дороги.

Сегодня железная дорога разделена на секции, сигнализации или «блоки». Система сигнализации держит железную дорогу безопасной, позволяя поезду в секцию блока лишь после того, как предыдущий поезд освободил его. Это обеспечивает безопасное расстояние между поездами, но делает неэффективное использование железнодорожной инфраструктуры. Эта неэффективность не является проблемой, если есть много запасных блоков между поездами, таким образом они могут держать движение на волне зеленых сигналов, но как только железная дорога заполняется поездами, они должны двигаться уже медленными шагами, поскольку они ждут освобождения блоков; небольшая задержка одного поезда может вызвать массовое опосредованное отрицательное воздействие на другие поезда.

Кроме того, использование существующих сигналов налагает больше требований к видимости на путях для визуального восприятия Старт / Стопов. А поскольку загрузка приближается к своему максимуму, старт / стоп приводит к дополнительным задержкам и ухудшает общую производительность и видимость сигналов. Требования прямой видимости сигналов являются важными с точки зрения безопасности и часто приводят к ограничениям скорости движения.



Рис 2. Существующая система использования сигналов.

Сегодня в Великобритании немного маршрутов движения поездов, которые регулируются автоматически (в первую очередь это скоростная железная дорога через Евротунель). Вместо этого, трафик контролируется с помощью сочетания систем, главным образом, на основе фиксированного блока рабочего разграничения мест физических сигналов. Тем не менее, цифровой подход способен снять это ограничение фиксированного блока в целом.

Риски цифровой трансформации, как это было оценено в Великобритании, резко снижаются по причине большого положительного опыта такого рода систем цифровой сигнализации на высокоскоростных железных дорогах. Для цифровой железной дороги этот подход вводит систему командования и управления, которая создает безопасную буферную зону вокруг поезда, которая информируется поездами, сообщающих свою позицию в режиме реального времени, где буферная зона перемещается с каждым поездом, эффективно формируя 'движущийся блок' безопасности вокруг него.

В дополнение к ранее упомянутым преимуществам, британцы отмечают (на основе реальных пилотных внедрений), что появляется возможность создания двунаправленных путей при минимальных затратах. Появляются и дополнительные преимущества в безопасности, например, происходит сокращение поездов, проходящих на красные сигналы на 80% и уменьшение полосы отчуждения для систем сигнализации и их обслуживания на 50%. Возникают и экологические преимущества. Исключения лишних старт/стопов уменьшает эквивалентное потребление энергии на 15%. На рисунке 3 приводится принципиальная схема цифровой сигнализации с отмеченными визуальными изменениями (по сравнению с рисунком 2).

Для того чтобы у читателя появилось более детальное понимание о том из чего собственно состоит новая система сигнализации сошлемся на работу [8], в которой собственно и описаны стандарты и решения цифровой системы сигнализации, основанные на отработанных стандартах. Предупреждаем читателя о том, что это лишь иллюстрации, а не системное описание. И эта иллюстрация необходима только для понимания изменений. Начнем с нового ключевого

элемента в системе безопасности [8]: «KMS (система управления ключами) является компонентом железнодорожной системы, отвечающим за управление криптографическими ключами на железной дороге, чтобы создать безопасную радиосвязь для данных в системе ERTMS. Так ERTMS обеспечивает обмен информацией между оборудованием на полосе отчуждения и поездами в виде сообщений».

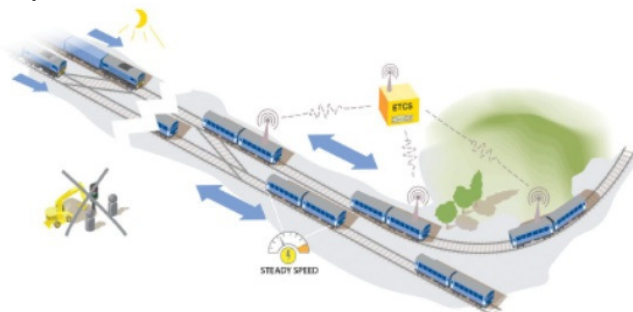


Рис 3. Цифровая система сигнализации

Eurobalises, называемые дорожными магнитами на рисунок 4, является оборудованием, установленным на путях, которое посылает в ETCS сообщения о поездах. В ETCS Level 2, оно в основном используется для управления местонахождением поезда. Eurobalises считается фиксированным, если устройство всегда передает то же самое сообщение, хранящееся в его внутренней памяти. Оно используется главным образом для обеспечения поездов необходимой информацией об их местоположении и информирования об этом RBC (центр управления движением). По сути – информирование о местонахождении. В противном случае (переменные сообщения), мы можем говорить о переключаемых Eurobalises.

Приведем более детальные характеристики линейного оборудования ETCS на примере системы Trainguard 200 Trainguard RBC. Линейное устройство управления приемопередатчиком Trainguard LEU это путевой приемопередатчик Eurobalise S21 имеет следующие характеристики:

- Путевой приемопередатчик ,
- пассивный (с фиксированными данными) ,
- активный (данные могут быть изменены линейным устройством),
- Передача данных в поезд при скорости движения до 500 км/ч,
- Объем передаваемой информации до 1023 бита в секунду,
- Питание от поезда антенны (27095 МГц) ,
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – SIL4.

LEU (Lineside Encoder Units) является оборудованием безопасности, которое взаимодействует между взаимозависимым путевым оборудованием и другими внешними системами, а также переключаемыми Eurobalises, установленными на трассе. Это оборудование может взаимодействовать с несколькими переключаемыми Eurobalises одновременно. Оно собирает и посылает подходящие предварительно установленные сообщения ERTMS / ETCS, согласно

информации, полученной от внутренних или внешних систем.



Рис. 4. Внешний вид Eurobalises или путевого приемопередатчика.

Маркерные панели ETCS установлены вдоль трассы на каждом конце блока секции. Они используются для указания машинисту поезда точного места, где он должен остановить поезд в случае требования системы управления движением. Маркерная панель ETCS это цветная и светоотражающая панель для того, чтобы она была видна издали (рисунок 5).



Рис 5. Внешний вид маркерной панели ETCS.

Приведем также некоторые данные по Европейской системе управления движением (ERTMS), которая и послужила базой цифровой трансформации. ERTMS это эффективная и безопасная система для цифровой железной дороги по следующим причинам:

- Она принята как международный стандарт, нацеленный на интероперабельность, рост

эффективности ж/д перевозок, снижение стоимости жизненного цикла оборудования.

- Обеспечивает увеличение пропускной способности до 40% двусторонний непрерывный обмен данными, возможность движения по “подвижным блок-участкам” (ETCS L3).

- Гарантирует возможность увеличения скорости движения, так как спецификация рассчитана на скорости движения до 500 км/ч.

- Повышение надежности за счет ERTMS позволяет увеличить надежность и пунктуальность перевозок.

- Ведет к Снижению эксплуатационных расходов через уменьшение количества напольного оборудования.

- Позволяет Заказчикам обеспечить свободный доступ для поставщиков открытый стандарт это увеличение конкуренции на рынке поставщиков.

- Гарантирует повышение безопасности Наивысший уровень безопасности SIL4 по CENELEC.

Европейская система управления движением – ERTMS утверждается как стандарт для цифровых железных дорог по всему миру и в первую очередь для высокоскоростных (ВСМ). Сегодня (2014 год) на нем реализованы проекты со следующими суммарными показателями:

- Общая протяженность линий, оснащенных ERTMS более 80.000 км (включая реализуемые проекты).

- Более 120 линий - ВСМ (скорость >200 км/ч).

- Более 11.000 единиц подвижного состава во всем мире оборудованы системами ERTMS.

Необходимо пояснить читателю как определяется уровень безопасности решений для цифровой железной дороги, о котором мы упоминали выше. Со времени проведения сбора отзывов по ранним проектам стандартов в середине 1990-х годов, стандарты CENELEC по железнодорожной сигнализации, в особенности, подмножество стандартов, относящихся к функциональной безопасности, привлекли к себе всеобщее внимание. Причины этого разнообразны, но наиболее важные из них следующие:

- Во-первых, они представляют единственные истинно международные стандарты в данной области, разработанные членами CENELEC, которых теперь более 22 и каждый из которых представляет одну из европейских стран, с участием сотен экспертов.

- Во-вторых, в то время как применение стандартов, например, стандартов МЭК (IEC), во многом осуществляется на железных дорогах по усмотрению операторов и поставщиков, стандарты CENELEC обязательны для применения согласно директивам Евросоюза.

- В третьих именно в этих стандартах сегодня гармонизирован опыт по безопасности всех мировых железных дорог, и они сегодня становятся мировыми (ISO).

VII. КАКОЙ ТРАНСПОРТ УЖЕ РЕШАЛ ПОДОБНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ?

Естественно, что британцами исследовался и опыт цифровых трансформаций и других видов транспорта и систем. В первую очередь рассматривалось управление воздушным движением. Пример авиационного транспортного сектора, включая безопасность, был важен, потому что эта отрасль уже стала работать в цифровой форме. В ней уже есть и эксплуатируется: цифровое управление воздушным движением, система уклонения от столкновений в воздушном пространстве, электронный билет, оптимальное цифровое распределение пропускной способности, управление доходами по продажам разных услуг и, в том числе, воздушного пространства для полетов, взаимодействие между управлением воздушным движением над различными странами и т.п. Данные авиационной отрасли подтвердили возможности реализации трех целей изложенных выше.

Конечно, крайне важно и то, что цифровое управление воздушным движением создало более 60% новых мощностей для развития авиационных перевозок и следовательно решило оптимально экономические и технические задачи при улучшении уровня безопасности. Сочетание систем автопилота и системы безопасности (уклонения от столкновений), управления воздушным движением, оптимизация через цифровой поток систем движения - позволило авиационной промышленности сделать намного более эффективное использование пропускной способности взлетно-посадочных полос. Эта диаграмма на рисунке 6 представляет собой то, что было достигнуто в аэропорту Хитроу в течение 50 лет за счет внедрения цифровых технологий. Из этой диаграммы следует увеличение емкости одного из крупнейших мировых авиационных хабов на 61 %.

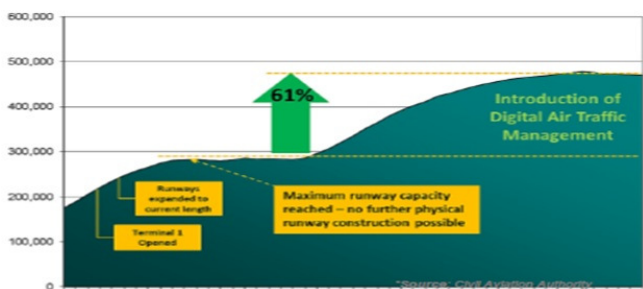


Рис. 6 Рост емкости аэропорта (хаба) Хитроу за счет цифровых технологий по годам.

Крупные инвестиции в настоящее время реализуются в Великобритании в программе интеллектуальных автострад, которая использует цифровые технологии, когда это необходимо для отслеживания инцидентов, передачи инструкции в режиме реального времени для водителей, и открытия резервных полос и снятия при необходимости ограничений. Данные из пилотных программ подтверждают результат в 22% по уменьшению времени в пути и сокращению числа инцидентов на 55,7%.

Автострады M1 и M3 Великобритании планируют получить от цифровых решений 33% дополнительной мощности. Рассчитаны также значительные экологические выгоды.

Лондонский метрополитен также изыскивает новые мощности за счет цифровых технологий (необходимо сказать, что он также входит в систему Network Rail). В прошлом году (2015 год) произошло увеличение на 3% LU числа пассажирских перевозок и население Лондона, как ожидается, увеличится на 1.4 миллиона жителей к 2030 году. Старая сигнализация метрополитена не способна обеспечить необходимое увеличение его мощностей. На новых линиях Виктория, Юбилейная и Северная все системы сигнализации были установлены автоматическими и цифровыми для управления поездами с использованием новых цифровых центров управления. В результате этого преобразования появилось больше поездов, работающих на модернизированных, по сути, цифровых линиях, и, как итог этого, у них произошло до 60% увеличения мощности. Потребление электроэнергии снизилось у них до 30%. Произошло также расчетное снижение на 50000 часов задержек клиентов в результате удаленного мониторинга всех систем.

В итоге, лондонский метрополитен получил около 40% дополнительной мощности, что позволяет большему количеству людей перемещаться в городе и способствовало появлению большего количества надежных маршрутов движения поездов, работающих в режиме 24x7 и основанных на однонаправленной сети. Произошло повышение производительности труда в результате сокращения рутинных операций и более быстрого восстановления после сбоев, когда они происходят, так как на 35% первичные задержки вызваны сбоями активов старой сигнализации. На 80% стало меньше полевой работы по обслуживанию и ремонтам. Развитие транспорта Лондона проходит в рамках положений об умном городе, где цифровая трансформация описана систематически в виде стандартов и имеет богатую практику применения. Поэтому ее использование для цифровой железной дороги имеет особый смысл. Однако для этого есть и группа других соображений.

По мере того как значение столичных центров увеличивается, гибкость и возможность подключения их железнодорожным транспортом к транспортным услугам становится критическим фактором, способствующим, по мнению британцев, целиком успехам экономики страны. По сути, цифровая экономика Великобритании имеет стержнем реализацию в масштабах страны умных городов столиц цифровой экономики и цифровой железной дороги.

В мире все больше и больше людей живут в городах и пригородах, и пути, соединяющие транспортные дороги людей на место и с места работы, стали более сложными. Успех современных (умных) городов требует гибкости и возможности подключения разных видов транспорта для построения сложных коммутирующих путей до мест работы и досуга, развития новых транспортных моделей для городского и

пригородного населения, практически нереализуемых без участия железных дорог. Но, поскольку железная дорога была предназначена для перемещения людей из/в городских центров, ее структура становится все более несовпадающей со структурой спроса.

Жесткость в системе ограничивает способность реагировать на непредвиденные инциденты в городах. Вместо того, чтобы быть в состоянии реагировать на инциденты гибким образом, нынешние уровни негибкости в системе железных дорог обостряют инциденты в городах, когда они происходят. Этот заразный эффект вызывает задержки для пассажиров и создает непредсказуемый и ненадежный транспортный городской сервис.

Мир урбанизируется. 62% роста ВВП в следующем десятилетии, по прогнозам, придется на города. Это усложняет ситуацию с городским транспортом, накладывая на него необходимость перевозки грузов (на суперсовременном сборочном автозаводе Фольксвагена в Дрездене, например, очень успешно используется система грузовых трамваев). В Великобритании, основные города в последнее десятилетие против общего прироста населения на 7,6% выросли на 9,6%. Сегодня почти половина домохозяйств Великобритании живут в 15 крупнейших городах страны.

Именно по этой причине для транспорта Лондона и, в первую очередь, для железнодорожного, включая метрополитен, создана и реализуется супер-приоритетная инфраструктурная транспортная программа в рамках пятилетнего инфраструктурного плана [10]. В этом плане центральная роль принадлежит именно железнодорожным проектам, но есть много документов мэра Лондона целиком посвященных железной дороге [11].

VIII. ПЛАНЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И РИСКИ НЕСОГЛАСОВАННОСТИ.

В контексте цифровой трансформации железных дорог, британцы анализировали существующие риски того, что в течение 15 лет будут реализованы пятнадцать различных стандартов и подходов, которые не в состоянии составить единый потенциал цифровой экономики для Великобритании. Ранее разработанный план цифровой трансформации железнодорожной отрасли для развертывания цифрового управления движением (ETCS) и преобразования от традиционной системы сигнализации к цифровой ETCS проходил по этому плану в течение почти 50 лет и был недостаточно согласован с темпами развития цифровой экономики страны. Цифровая экономика Великобритании - это около 20% от общего объема в 2015 году с темпом роста примерно в 5 раз выше чем «аналоговая» экономика. Этот предшествующий план был разработан на основе замены оборудования сигнализации на двухкомпонентный цифровой эквивалент в тот момент, как только истекает срок службы старых аналоговых систем сигнализации. Это было бы оптимальным

продлением для экономики самих железных дорог, основанной на самой низкой стоимости жизненного цикла сроков службы активов систем сигнализации.

Цифровая железная дорога сегодня использует другой подход, стремясь максимизировать экономическую выгоду, за счет ускоренного развертывания цифрового управления движением поездов и обеспечивает фактическую реализацию комплексного отраслевого подхода, согласованного с темпами развития цифровой экономики страны. Развитие цифровой железной дороги — это не только инфраструктурная задача отрасли. Это – обще-индустриальный подход и решения для всей цифровой экономики, которые требуют получения соответствующего уровня выгод всех составляющих хозяйственного комплекса страны. Они в британском плане включают:

1. Инвестиции владельцев и операторов в модернизацию поездов, а в некоторых случаях - замены их новыми видами тяги и подвижного состава, а также повышение квалификации и переориентацию рабочей силы, чтобы обеспечить новые более гибкие методы работы.

2. Инвестиции операторов железнодорожной инфраструктуры в новые виды связи, командования и управления, информационную и энергетическую инфраструктуры, повышение квалификации и переориентацию оперативного и обслуживающего персонала для работы с цифровой системой поддержки процессов и соответствующих инструментов.

3. Инвестиции правительства в изменение нормативных и франчайзинговых структур, чтобы обеспечить необходимые стимулы и движущие силы в целях ускорения инновационных изменений.

4. Инвестиции в цепочки поставок и технологические решения промышленного класса и строительства, которые требуют необходимых навыков и создания соответствующей базы для их развертывания. Необходима так же и перестройка исследований и систем образования.

Тогда план трансформации в цифровую железную дорогу становится возможным реализовать за 15 лет. Отметим, что были проведены, например, национальные исследования о вкладе железных дорог в экономику страны [13]. Так же британцы в своем решении опирались на международные исследования по транспорту [14,15,16,17,18,19] OECD, многие из которых, как и в Великобритании, делались ведущими университетами Германии, Японии и Италии. Таким образом, были снижены риски проекта и появилась возможность построить схему принципиальных взаимоотношений цифровой железной дороги с экономикой страны, которую можно увидеть на рисунке 7.



Рис 7. Взаимоотношения программы цифровой железной дороги Великобритании с другими частями экономики страны, которая могла бы быть реализована в 15-летний период.

В плане цифровой железной дороги Великобритании отмечено 3 реперные точки (необходимо учесть, что очень много этапов были сделаны за предыдущие годы). Итак, перечислим, что планируется реализовать в этом плане по годам:

2019 год (фаза 1) - цели этой фазы.

Цифровые Пассажиры и оплата, улучшенная информация о поездке, цифровая рабочая сила и активы, за счет этого более эффективная работа и постоянное совершенствование благодаря новой технологии.

Состояние реализации - В работе

2029 год (фаза 2) - цели этой фазы.

Цифровая железная дорога - ускоренное развертывание ETCS, чтобы убрать обычную старую железнодорожную сигнализацию и в цифровой форме управлять большим количеством поездов на существующей инфраструктуре.

Состояние реализации - Инструментарий, разработанный к середине 2016.

2019-2029: Масштабирование цифровой железнодорожной сигнализации до Level 3 на национальный уровень.

Будущее железных дорог - это индустрия, с обеспечением цифровых возможностей, имеющая точную информацию о покупательском спросе на передвижение пассажиров и грузов, для оптимизации своей пропускной способности.

К фазе 2 создается набор инструментальных средств, который позволит осуществить повторяемое, масштабируемое развертывание - например, решение вопросов изменения бизнеса, управление цепочками поставок. Для программы уже обеспечено наличие соответствующих технологий и необходимых данных, стандартов - например, GSM-R спецификаций, и методик и средств тестирования.

Нужно сказать, что необходимые решения по кибер-

безопасности были приняты Правительством страны в начале 2016 года [12]. В конце 2015 года были утверждены ключевые инновации, обеспечивающие и ускоряющие трансформацию [21], а в середине 2016 Парламент Евросоюза начал рассмотрение нового четвертого интеграционного пакета для железных дорог Европы, в рамках развития цифровых железных дорог [20].

IX. ВЫВОДЫ.

Основные идеи, на которой фокусируются железные дороги и правительство Великобритании, заключаются в ускоренном запуске проектов, которые позволяют масштабируемую реализацию на национальном уровне, синхронизированные с темпами развития цифровой экономики страны и, во многом, стимулирующие ее дальнейший рост. Многократные исследования этой важнейшей цифровой трансформации и технико-экономические расчеты, о небольшой части которых мы сумели рассказать, минимизировали риски этой огромной работы и сделали предсказуемыми ее результаты.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Куприяновский В.П. и др. Цифровая железная дорога – прогнозы, инновации, проекты //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т.4. - №. 9. - С.34-43.
- [2] A better railway for a better Britain. Jan, 2013 Network Rail
- [3] Asset Management Strategy. October 2014. Network Rail <http://www.networkrail.co.uk/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=30064784944> Retrieved: Aug, 2016
- [4] Asset Management Policy, March 2014 Network Rail <http://www.networkrail.co.uk/publications/what-are-our-plans/asset-management-policy.pdf> Retrieved: Aug, 2016
- [5] Technical Strategy. June 2013 Network Rail
- [6] Network Rail AI ORBIS Programme, July 2014 Network Rail
- [7] A Report for Network Rail and Office of Rail Regulation. September 2012. Asset Management consulting Limited (AMCL)
- [8] The ERTMS/ETCS signaling system. An overview on the Standard European Interoperable signaling and train control system. <http://www.railwaysignalling.eu> 2013-2014
- [9] 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.
- [10] Transport for a world city. National infrastructure Commission 2016.
- [11] Devolving rail services to London Towards a South London Metro. Major of London. October 2015
- [12] Rail Cyber Security. Guidance to Industry. Crown copyright 2016 .
- [13] What is the contribution of rail to the UK economy? Prepared for the Rail Delivery Group. Oxera July 2014.
- [14] The efficiency impact of open access competition in rail Markets. The case of domestic passenger services in Europe Discussion Paper No. 2016-07 Lorenzo CASULLO. International Transport Forum Paris, France. OECD March 2016.
- [15] DATA-DRIVEN TRANSPORT POLICY. OECD/ITF. 2016
- [16] Valuation of Urban Rail Service. Experiences from Tokyo, Japan. Discussion Paper No. 2014-1 Prepared after the Roundtable on Valuing Convenience in Public Transport (12-13 September 2013, Paris) Hironori Kato The University of Tokyo, Japan. OECD January 2014.
- [17] What is Rail Efficiency and How Can It Be Changed? Discussion Paper 2014-23 Prepared for the Roundtable: Efficiency in Railway Operations and Infrastructure Management 18-19 November 2014, International Energy Agency, Paris, France Louis S. Thompson Thompson Galenson & Associates Saratoga, CA USA Heiner Bente Civity Management Consultants Hamburg Germany. OECD December 2014.

- [18] Efficiency in Railway Operations and Infrastructure Management Discussion Paper No. 2015-12 Summary and Conclusions of the Roundtable on Efficiency in Railway Operations and Infrastructure Management (18-19 November 2014, Paris) Dejan MAKOVSEK, Vincent BENEZECH, and Stephen PERKINS International Transport Forum at the OECD, Paris .May 2015.
- [19] CAPACITY TO GROW. OECD/ITF 2016.
- [20] The fourth railway package. Another step towards a Single European Railway Area. EPRS. European Parliamentary Research Service. Author: Damiano Scordamaglia with the collaboration of Ivana Katsarova Members' Research Service March 2016 — PE 579.088.
- [21] Future Railway Programme Solutions Catalogue (Programme level). NetworkRail – RSSB. November 23, 2015.

The digital transformation of the economy, the railways, and smart cities. Plans and experience in the UK

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

Abstract— In this article, we discuss the construction of a digital railway on the example of the UK. Digital Railroad has one main goal - sustainable economic growth by accelerating the digital modernization of the railway. This transformation brings advantages and challenges to the security, volume, cost, performance, user experience. In the same time, this transformation will have a positive impact on the environment. The main conclusions and prerequisites for the transition to digital Railway of British railway workers are that the basic technologies that are required for this are available today.

Keywords— Smart City, digital railway, digital economy.