

# Экономика инноваций цифровой железной дороги. Опыт Великобритании

В.П.Куприяновский, П.В. Куренков, Г.В. Бубнова, О.П. Дунаев, С.А. Сияглов, Д.Е.Намиот

**Аннотация**—Эта статья продолжает цикл работ по управлению активами для цифровой экономики и цифровой железной дороги. В работе рассматриваются вопросы, связанные с инновациями в проекте цифровой железной дороги на примере Великобритании. В работе представлены двенадцать направлений для инноваций, в число которых входят такие подходы, как сокращение расстояния между поездами, минимизация нарушений (прерываний сервиса), эффективная организация пассажирских потоков, интенсивное использование данных, оптимальная энергетическая политика, включающая хранение энергии и собственную генерацию, изменение конфигурации вагонов в зависимости от перевозимых грузов, точное позиционирование, интеллектуальные (автономные) поезда, гибкие грузовые перевозки и новые, малозатратные железнодорожные решения.

**Ключевые слова**—цифровая железная дорога, цифровая экономика.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Железным дорогам необходимо использовать все исследования и наработки в области технологий, чтобы сделать путешествие на поезде более комфортабельным, более доступным, более надежным и более экономически привлекательным. Все это в значительной мере определяется тем, как быстро и обоснованно внедряются инновации в реальную практику. Великобритания обладает одной из лучших систем практической работы с инновациями [10]. Было уже довольно много опубликовано по теме цифровая железная дорога [11-18,20-28], однако для целей настоящей статьи необходимо дать определения того, что понимается сегодня под терминами высокоскоростные железные дороги и железные дороги высокой пропускной способности.

HS (High Speed - высокоскоростные) / HC (High Capacity - высокой пропускной способности) железные дороги являются одним из видов железнодорожного

транспорта, который работает существенно быстрее, чем традиционные железнодорожные перевозки.

Важно отметить, чтобы прояснить разницу концепций HS и HC:

- Высокоскоростные железные дороги это современные линии, со сложным оборудованием, с путями, где это возможно, в основном размещенными на прямых и плоских линиях, на которых движутся поезда, специально предназначенные для достижения высоких максимальных скоростей.

- Термин «большой емкости» означает железнодорожную систему для транспортировки, как товарных поездов, так и пассажирских.

Для HS линий иногда это может относиться к современным системам управления железнодорожным движением, которые обеспечивают прохождение большого количества поездов из-за более управляемых и регулируемых систем.

Основными целями проектов HS / HC в ЕС является то, что они должны превратить европейскую железнодорожную сеть в HS/HC системы:

- с общей мощностью, более чем в два раза больше обычной мощности;

- обеспечивающие модернизацию и специализацию существующих линий;

- повышающие эффективность существующих линий и создающих соединения для портов или аэропортов;

- способные реализовать концепцию взаимодействия (интеграцию потоков международного трафика на рельсовом транспорте).

Следуя этой европейской практике, мы рассматриваем инновации как целостную систему для всей системы железных дорог используемую в основном опыт Великобритании и термин цифровая железная дорога, который сегодня уже стал общеупотребимым в России, ЕС и Великобритании.

В Великобритании еще в 2012 году была опубликована первая в отрасли железнодорожная техническая стратегия (RTS) [3]. Там описано, как инновации могут позволить сделать удельные затраты вдвое меньше, мощность железной дороги можно будет в два раза увеличить, выбросы углерода уменьшить вдвое и реализовать новый опыт для клиентов.

В это время уровень инвестиций в инновации был низким, так что первым шагом стало просто увеличение количества активностей в области инноваций. Четыре года спустя, исследователи и промышленность

Статья получена 1 февраля 2017.  
Куприяновский В. П. - МГУ имени М.В. Ломоносова (email: vpkupriyanovsky@gmail.com).  
П.В. Куренков – МГУПС (МИИТ) Императора Николая II (email: petrurenkov@mail.ru)  
Г.В. Бубнова – МГУПС (МИИТ) Императора Николая II (email: eorpm.miit@gmail.com)  
О.Н. Дунаев РСПП (email: oleg.dunaev@mail.ru)  
С.А. Сияглов - Иннопрактика (email: ssinyagov@gmail.com).  
Намиот Д.Е. - МГУ имени М.В. Ломоносова (email: dnamiot@gmail.com).

Великобритании начали активно сотрудничать и создали существенные заделы по основным направлениям, состоящим из более чем из 200 инновационных проектов и программ. Это было одним из главных достижений.

Получив больше инноваций в стадии реализации, британцы посчитали жизненно важным, чтобы создать объединение инновационных преобразований отрасли в одну программу - единый план. План, который фокусирует усилия, опыт и инвестиции, определив действия в порядке приоритета.

Этот единый план предусматривает базовый уровень - или пункты плана, против которых можно понять актуальность и ценность любого пункта по инновациям для деятельности всей отрасли. В настоящее время этот план выполняется во главе с новым техническим руководством группы, которая представляет группы Rail Delivery Group, Rail Supply Group вместе с правительством.

Этот единый план определяет возможности, которые позволят железной дороге Великобритании предложить более широкие возможности для транспортировки пассажиров и грузов. И это открывает новые возможности для роста промышленного производства, за счет расширения ассортимента и ускорения готовности, технологий, которые необходимо внедрить, чтобы сделать будущую цифровую железную дорогу реальностью.

## II. ОБЗОР ПЛАНА РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ

В значительной мере в предыдущих публикациях мы уже ссылались на документы [1,2,3,4,5,6,7,8,9], однако в феврале 2017 года RSSB был опубликован План Возможностей реализации Технической железнодорожной стратегии [10], который основывается на технической стратегии железнодорожной отрасли, опубликованной в 2012 году. План был разработан на основе консультаций с экспертами железнодорожной отрасли, инновационной системой Великобритании и специалистами по цепочкам поставок. Этому документу [10] мы, в основном, и следуем в настоящей статье, так он сводит воедино огромный объем исследований и материалов, включая иллюстрации.

Важно, что указанная публикация [10] идентифицирует двенадцать «Основных возможностей» всей системы инноваций, которые железная дорога должна развивать в целях выполнения задач в отрасли. Особняком стоит уже реализуемая программа перехода на цифровую сигнализацию, которая позволяет повысить пропускную способность железных дорог на 40% и снизить стоимость транспортных услуг на 30%. План включает в себя этапы, которые ведут к реализации ключевых возможностей и программную структуру, которая определяет приоритетные направления развития и внедрения новых технологий.

Было выделено 12 ключевых возможностей инноваций. Двенадцатью ключевыми возможностями

инноваций являются:

- Движение поездов ближе друг к другу
- Минимизация нарушений в сервисах для поездов
- Эффективная организация пассажирских потоков через станции и поезда
- Большее использование данных
- Оптимальное использование энергии
- Больше места на поездах
- Измеряемые в секундах сервисы
- Интеллектуальные поезда
- Индивидуальный опыт работы с клиентами
- Гибкие грузовые перевозки
- Малозатратные железнодорожные решения
- Ускоренное исследование, разработка и внедрение новых технологий.

Для того, чтобы реализовать этот план в железнодорожной отрасли и цепочках поставок, необходимо развернуть сотрудничество и создать новые механизмы финансирования разработки и внедрения технологий в систему железнодорожного транспорта.

Железные дороги Великобритании и железнодорожная отрасль перевозит 1,7 млрд. пассажиров и 110 миллионов тонн грузов в год. С 1997/98 количество поездов увеличилось на 28%, а спрос на железнодорожные перевозки, согласно прогнозам, увеличится на 58% в течение следующих 10 лет. Быстрый рост и изменение ожиданий клиентов представляет проблему и вызов для отрасли, в том, как текущие и обычные инженерные и операционные решения смогут удовлетворить этот спрос. Долгосрочное видение и план действий по интеграции новых технологий на железной дороге имеют потенциал для решения этих проблем и смогут открыть новые рынки для железной дороги, с целью создания устойчивой железнодорожной отрасли, которая предлагает более качественные услуги, лучшие экономические условия своим клиентам и лучшее качество, в качестве основной части транспортной индустрии Великобритании. Предполагается, что эти инновации обеспечат эффективный, доступный, гибкий и привлекательный железнодорожный транспорт в течение следующих 30 лет.

Есть двенадцать ключевых возможностей отрасли в этом плане. Реализация этих возможностей требует сильного руководства, координации и сотрудничества всей промышленности. Объединенное усилие может гарантировать, что вехи плана включены в планирование промышленности, и что финансирование координируется, целенаправленным образом и обеспечено.

Одиннадцати из двенадцати возможностей относятся к разработке или модернизации. Двенадцатая потенциальная задача - "Ускоренное Исследование, разработка и внедрение новых технологий", ставит своей целью внушить большее доверие к цепочкам поставок железной дороги и частным источникам

финансирования за счет увеличения темпов развития и реализации.

При разработке этого плана создан онлайн-набор поддерживаемых ресурсов и инструментов – <http://www.rssb.co.uk/>. Этот план включает в себя:

Инвестиции в исследования, разработки и демонстрации технологии, которые реализуют ясно ощутимые решения проблем железнодорожного транспорта; а также

Определение более чем 320 программ работы - вдохновлённых видением RTS и выровненных к главам в рамках RTS документов.

План The Capability Delivery Plan объединяет существующие инвестиции и перспективную программу работы. Он отдает приоритет и выравнивает их в контексте предоставления всей отрасли, всей системы в целом, основных возможностей, которые имеют потенциал, чтобы обеспечить значительные выгоды для железной дороги и ее клиентов.

План The Capability Delivery Plan структурирован вокруг иерархии, которая соединяет портфель определенных отраслевых программ с будущим техническим видением и стратегическими целями для железной дороги (рисунок 1).



Figure 1: Capability Delivery Plan Hierarchy



Рис. 1. План возможностей реализации [9].

Эта иерархия строится через преодоление обычных для железнодорожной отрасли силосов (невозможности обмена информацией) и структур, таких как подвижной состав и инфраструктура в пользу системы железной дороги в целом, для предоставления услуг в ряде различных рынков так, чтобы все управлялось в условиях изменяющихся потребностей клиенты железной дороги - пассажиров и грузов.

Структурирование плана Capability Delivery Plan вокруг этой иерархии позволило провести оценку того, какие программы имеют решающее значение для развития ключевых возможностей, которые имеют потенциал для повышения экономических показателей и

в конечном итоге превратить их в предложение услуг клиентам. Это позволило создать портфель технологических программ в собранном экспертами отрасли приоритетном порядке.

### III СЕГМЕНТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РЫНКА В ПЛАНЕ ИННОВАЦИЙ

С технической точки зрения железная дорога должна чутко реагировать на изменения в ожиданиях от клиентов, так как и они будут меняться, как и отношение к транспорту и изменению мобильности. Значительные тенденции, которые могут оказывать влияние на эту точку зрения, включают широкое потребление мобильных подключенных устройств, и их

использование в качестве средства определения части путешествия планирования и покупки билетов. Значительные глобальные тенденции, такие как увеличение урбанизации и изменение отношения к собственности автомобиля и к работе также могут оказать негативное влияние на некоторые виды услуг железной дороги, которые она должна предлагать своим клиентам в будущем.

Слой сегмент рынка, в рамках иерархии, предоставляет средства для адаптации плана к различным будущим сценариям путем корректировки пропорций сегментов рынка. Это, в свою очередь, будет влиять на относительную важность способствующих ключевых возможностей и программ. Независимо от этого, в будущем все ключевые возможности в рамках этого плана должны играть определенную роль в обеспечении будущей железной дороги Великобритании и поддержки цепей поставок Великобритании, а так же в разработке новых продуктов и услуг, обеспечивая местные потребности и экспортный потенциал.







Подкреплением этого видения являются четыре стратегические цели железной дороги (Великобритании)- обычно их называют как 4С. Снижение затрат на 50% или более того, удвоение мощности, сокращения вдвое выбросов углекислого газа и улучшения опыта клиентов. В дополнение к этим четырем целям, сдерживающим фактором может быть добавлено то, что все это должно быть достигнуто в то время, что как минимум, необходимо обеспечивать сохранение безопасной эксплуатации железной дороги.

Железнодорожные услуги в GB, как и в России - это широкое разнообразие потребностей пользователей и географических регионов. Для того, чтобы выразить этот широкий спектр рынков и потенциальных новых рынков для железной дороги, были определены на основе консультаций с ведущими экспертами отрасли

шесть сегментов рынка. В таблице 1 приведен список сегментов рынка и дается краткое описание каждого из них.

Эти сегменты рынка были определены как идеализированные условные рынки. Таким образом, весьма вероятно, что любой данный маршрут на существующей сети железных дорог будет представлять собой смесь из них. Для облегчения понимания примеров маршрутов на существующей сети были выбраны те из них, которые иллюстрируют каждый рынок.

Эти сегменты рынка предоставляют средства осмысления ключевых возможностей с точки зрения относительных вкладов в идеализированные рынки. Например, "движение поездов ближе друг к другу" как ключевой потенциал даст мало пользы для легкой железной дороги, где спрос сдерживается частотой обслуживания, не по техническим причинам, а по экономическим соображениям, т.е. по количеству платежеспособных клиентов. С другой стороны, тот же потенциал имеет существенное отношение к рынку пригородного сообщения с высокой пропускной способностью, так как увеличение пропускной способности и возможности подключения таковы, что эта способность может предоставить значительные преимущества. Кроме того, взгляд на ключевые возможности через "линзы" из шести рынков помогает сформировать четкую "линию видимости" между возможностями и как они приводят к достижению целей промышленности. Это в свою очередь, помогает определить маршрут на рынок для технологических разработок в более специализированной региональной железнодорожной отрасли.

Смешанный трафик	
	Все типы трафика, работающих на некоторой железной дороге. Решение, чтобы избежать приоритетности конкретных рынков. Пример: Great Western Main Line
Высокая емкость. Пригородные сообщения	
	Интенсивное использование подвижного состава, пути, и мощность станции; тем не менее устойчивое к возмущению. Гибкая и оптимизация работы с другими видами транспорта. Пример: Wessex Route: <u>Woking</u> to Waterloo
Выделенные (большой и тяжелый грузовой транспорт)	
	Пассажирские перевозки изолированы от грузовых перевозок по времени или по трассе. Пример: Sutton Park Line: Walsall to Castle Bromwich
Город-Город	
	Высокоскоростной транспорт, с высокой пропускной способностью обслуживания между основными транспортными узлами. Пример: Восточное побережье Магистраль: Лондон-Йорк (London to York)
Новые рынки	
	Выявление и использование необслуживаемых потребностей для грузов и пассажиров, используя неиспользованную способность по-новому. Пример: Borders Railway
Низкий спрос	
	Для областей сети, где спрос на железнодорожные перевозки является низким - обычно для сельских маршрутов Пример: Heart of Wales Line

#### IV ОСНОВНЫЕ КЛЮЧЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ЗАТРАТЫ НА НИХ

Железная дорога является тесно связанной «системой систем», где изменения в какой-либо одной части может иметь серьезные последствия для других частей системы. Эта взаимозависимость между путевой инфраструктурой, подвижным составом и системой командного управления и связи вместе со структурой железнодорожной отрасли создает очень сложную систему с бесчисленными взаимозависимостями и неровными стимулами.

Для того, чтобы эффективно управлять инновационными изменениями и решить эти задачи, план реализации вводит два понятия:

1. Набор из двенадцати ключевых возможностей, которые выравнивают разработку, внедрение и реализацию технологий с видением RTS.

2. Для каждой ключевой возможности введен ряд этапов, которые обеспечивают основу для определения приоритетности инвестиций в разработку и внедрение технологий.

Основные возможности были разработаны в соответствии с RTS, в консультации с экспертами отрасли, и одобрены в отраслевой группе Technical

#### Leadership Group (TLG).

Каждая из ключевых возможностей разработана в последующих разделах плана. Каждый раздел содержит:

- Богатую картину, которая определяет конечное видение возможностей;
- Описание ключевых возможностей и пример существующей программы, которая вносит свой вклад в его реализацию;
- Отраслевые вехи высокого уровня для ключевых возможностей; а также
- Оценку ежегодных экономических выгод, которые ключевой потенциал может получить, с точки зрения 4C после того, как ключевые возможности полностью разработаны и внедрены в соответствующих сегментах рынка.

#### V ДВЕНАДЦАТЬ КЛЮЧЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Ключевые моменты представлены на рисунке 1 и в таблице 2.





Рис. 2. 12 направлений, обозначены цифрами [9]

Таблица 2. 12 направлений

<p><b>£242</b> Million</p>	<p><b>1. Движение поездов ближе друг к другу</b> Движение поездов ближе друг к другу позволит увеличить пропускную способность железной дороги.</p>	<p><b>£194</b> Million</p>	<p><b>7. Услуги, полученные за секунду</b> Знание точное местоположение и скорости всех поездов в режиме реального времени позволит улучшить ситуационную осведомленность, повысит эксплуатационную гибкость и позволяет более быстрое восстановление после сбоев.</p>
<p><b>£458</b> Million</p>	<p><b>2. Минимальные нарушения в сервисах на поездах</b> Прогнозное и профилактическое техническое обслуживание, а также более быстрое время ремонта, позволит</p>	<p><b>£342</b> Million</p>	<p><b>8. Интеллектуальные поезда</b> Интеллектуальные поезда будут осознавать себя и свое окружение, зная, где они должны быть, и когда, и смогут автоматически настроить поездки для удовлетворения спроса.</p>

	повысить надежность и доступность железной дороги.		
£258 Million	<b>3. Эффективный пассажиропоток через станции и поезда</b> Умная (Smarter) система продажи билетов и дизайн, ориентированный на человека будут делать перемещение через станции и поезда проще и быстрее, снижая переполненности на оживленных станциях.	£40 Million	<b>9. Индивидуальный опыт работы с клиентами</b> Предоставление клиентам персонализированной информации и услуг таким образом, чтобы путешествия по железной дороге становились бесшовной частью их общего пути.
£725 Million	<b>4. Больше пользы от значений из данных</b> Сбор данных и информации в режиме реального времени, что помогает сотрудникам железнодорожных компаний сделать лучшие решения и предоставлять клиентам полезную и актуальную информацию.	£264 Million	<b>10. Гибкие грузовые перевозки</b> Поезда, предназначенные для перевозки при различных нагрузках, в сочетании с лучшими возможностями планирования и отслеживания, должны повысить гибкость и способности обслуживать грузовых клиентов.
£228 Million	<b>5. Оптимальное использование энергии</b> Интеллектуальные технологии распределения и хранения энергии будут реализовывать более экономически эффективное использование энергии на железной дороге.	£157 Million	<b>11. Малокапитальные железнодорожные решения</b> Железнодорожные линии и поезда, которые предназначены, построены и эксплуатируются при низких стоимостях, должны сделать мало используемые линии жизнеспособными и позволить железнодорожным компаниям конкурировать за новые транспортные связи.
£282 Million	<b>6. Больше места на поездах</b> Другие интерьеры вместительные и гибкие поезда, которые лучше удовлетворить различные меняющиеся требования клиентов.	£210 Million	<b>12. Ускоренное исследование, разработка и внедрение новых технологий</b> Включение технологии, чтобы быть более легко и быстро интегрированы в систему железнодорожного транспорта путем создания условий для увеличения R & D инвестиций, демонстрации технологии и устранения барьеров на пути внедрения новой технологии.

## VI ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ БЛИЖЕ ДРУГ К ДРУГУ

Есть несколько путей и возможностей для обеспечения движения поездов ближе друг к другу, которое необходимо для расширения общего потенциала и связности системы. В конечном счете, понятие поезда, как определенного количества физически сцепленных транспортных средств, принципиально изменилось, так как поезда присоединяют и разделяют динамически транспортные средства во время транспортировки.

Это дает возможность создания сервисов поездов для удовлетворения прогнозируемого роста клиентов железных дорог, в то время как одновременно это поможет удовлетворить растущие ожидания клиентов.

Первоначальная разработка и развертывание сигнализации движущегося блока сокращает интервалы между поездами. Требуется новая операционная философия и новые подходы к безопасности, чтобы уменьшить расстояние (разрыв) между поездами.

Развитие в области дистанционного и автономного

управления движением поездов, прогнозируемые и надежные тормозные и тяговые системы, быстрая и полностью отказоустойчивая настройка маршрута - все это критические элементы для этой возможности.

Стандартизация механических и электрических соединений, коммуникационные технологии между транспортными средствами, и новые подходы для отказоустойчивости транспортного средства необходимы для перехода от текущих операций к виртуальным, а затем, при необходимости, они могут быть дополнены механическими муфтами во время транспортировки.

Для реализации этой возможности, задачи управления поездом должны быть полностью автоматизированы, как и регулирование дорожного движения необходимо полностью оптимизировать для получения дополнительной мощности и связности. Это проиллюстрировано на рисунке 3.



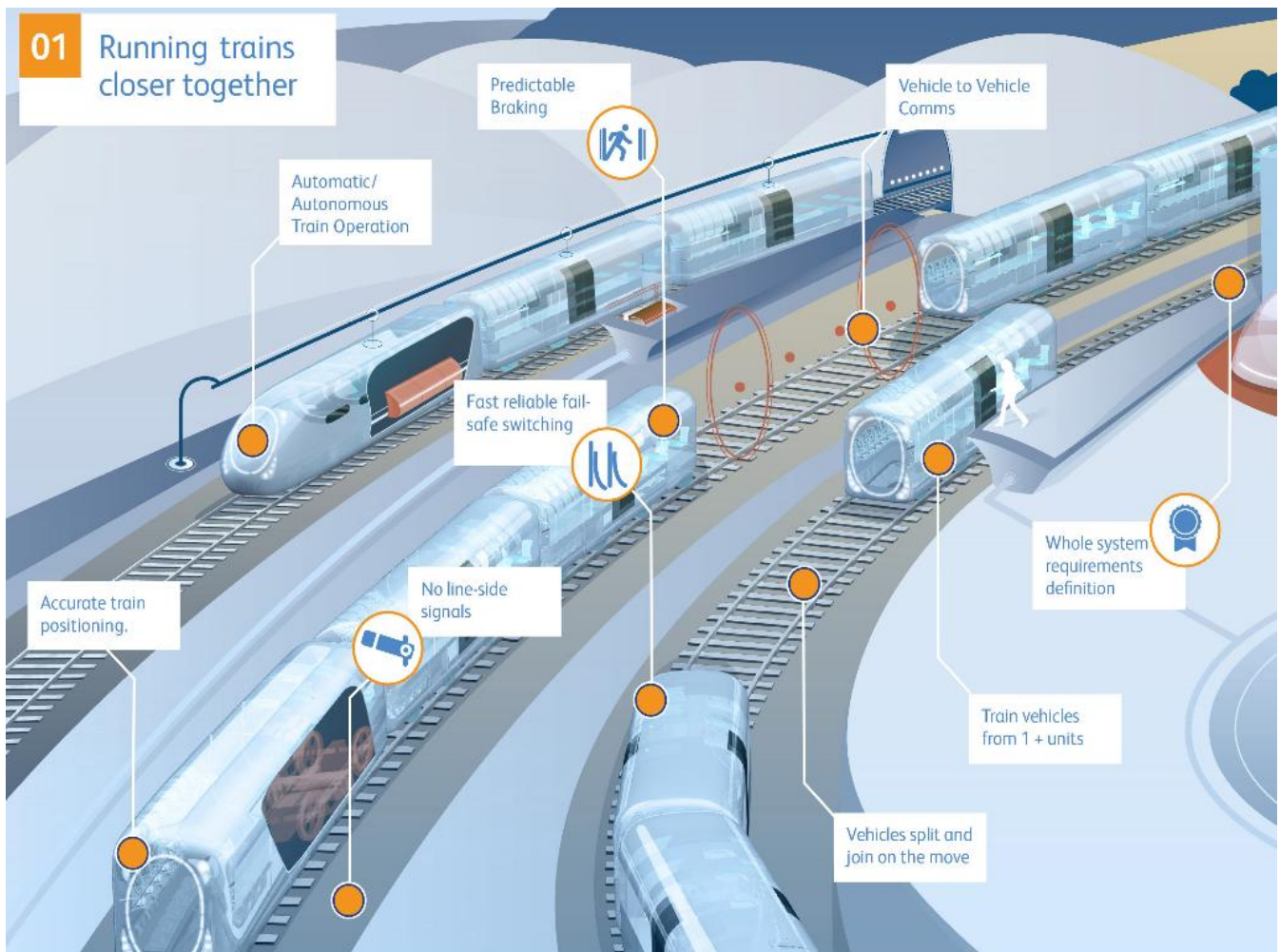


Рис. 3. Уменьшение расстояния между поездами [9].

смешения вместе различных тормозных систем (рисунк 4).

#### A. Прогнозируемое торможение

Программа торможения направлена на обеспечение системы последовательного и безопасного торможения, которая функционирует при любых погодных условиях.

Эта возможность не только важна сама по себе, но также является важным предвестником будущей системы управления железнодорожных перевозок и средством обеспечения движения поездов ближе друг к другу, чтобы увеличить пропускную способность.



Рис.4. Системы торможения [9]

Различные решения исследуются, в том числе: новые способы управления состоянием колесных пар и их взаимодействия с рельсами; новые тормозные системы; и управление эффективностью торможения путем

#### VII МИНИМИЗАЦИЯ НАРУШЕНИЙ СЕРВИСА

Высокая доступность инфраструктуры и актива подвижного состава имеет важное значение для железной дороги, чтобы соответствовать требованиям пассажиров и грузовых клиентов. С увеличением спроса на путешествия по железной дороге, необходимо максимизировать надежность, доступность, и ремонтпригодность системы.

Состояние активов контролируется в режиме реального времени через массив умных встроенных датчиков, которые соединены друг с другом в Интернете вещей. Аэрокосмические активы обеспечивают дополнительную визуальную и географическую информацию об инфраструктуре и подвижном составе.

В режиме реального времени для оценки состояния активов использует машинное обучение и анализ больших данных для использования этих данных в профилактических планах обслуживания. Чтобы обеспечить максимальную работоспособность системы железных дорог, планы технического обслуживания должны быть запланированы автоматически, и любые выявленные ремонтные работы осуществляется перед тем, как актив выходит из строя (рисунк 5).

Модульные, линейные сменные блоки упрощают техническое обслуживание и ремонт. Более широкое использование робототехники и автоматизации



увеличивает полезные результаты технического обслуживания, а также сводит к минимуму опасность для сотрудников железной дороги. Разнообразная

цепочка поставок обеспечивает своевременную доставку деталей высокой стоимости.

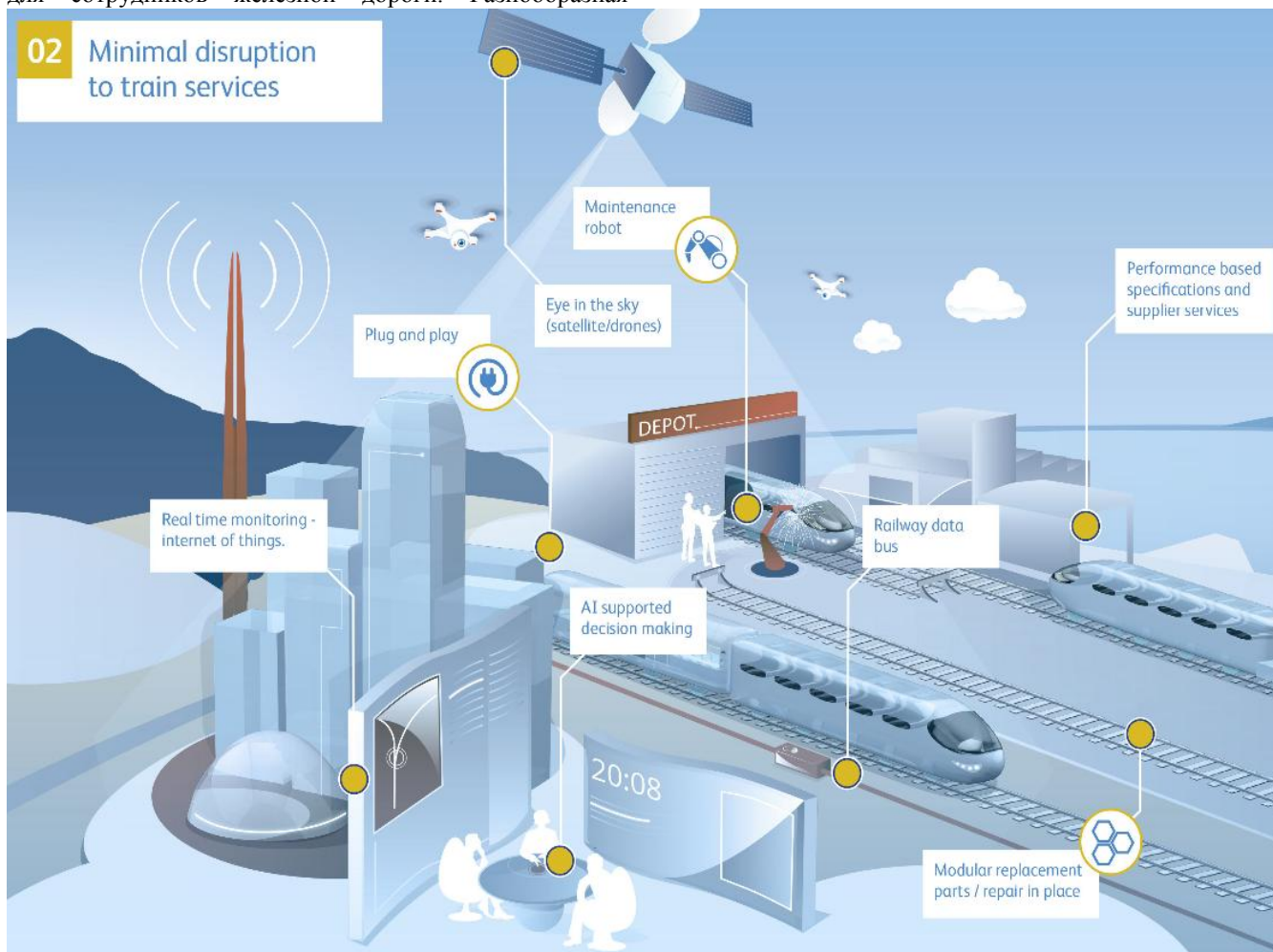


Рис. 5. Непрерывность сервиса [9]

Первым приоритетом для железной дороги является выбор информационной архитектуры и интеграция существующих систем управления активами для того, чтобы создать комплексные решения по управлению активами всей системы.

Для эффективного обмена данными, владельцам активов необходимо установить принципы совместного использования данных и построить общую архитектуру для датчиков и связи.

#### A. Инновационная система пути

Network Rail поддерживает ряд проектов, охватывающих исследования и инновации в структурах пути и его частей, охватывающих такие области, как балласт, коммутаторы и рельсы.

Программа включает в себя все работы, управляющие инфраструктурой, и в настоящее время проводит исследования в улучшении дорожной части, включая связи колесо-рельс, интерфейсы и повышение стабильности и надежности вспомогательных компонентов дороги.

#### VIII ЭФФЕКТИВНЫЙ ПАССАЖИРОПОТОК

Станции должны достичь максимальной эффективности для повышения пропускной способности и безопасной оборачиваемости пассажиров и поездов. Для многих пассажиров, использование железной дороги является частью более длинного пути, который может включать различные формы транспорта. Станция, платформы, а также доступ к поездам является основным вкладом в опыт клиента и сокращение выбросов углекислого газа железной дороги.

Повышение доступности на станциях имеет важное значение для железной дороги, чтобы быть частью новых тенденций в области интеллектуальных и интегрированных мобильных решений.

Пассажиры, которые прибывают на станцию на частном транспорте, должны быть направлены автоматически до ближайшего имеющегося объекта парковки. Те, кто покидают станции, имеют различные транспортные решения для их дальнейшего путешествия. Эти варианты транспортировки масштабируются и прогнозируется спрос.

На крупных узловых станциях, интеллектуальное управление пассажиропотоков минимизирует заторы и пробки. При использовании электронных билетов и более умных решений для проверки разрешения

пассажиры путешествовать, существующие узкие места, такие, как очереди у ворот и вестибюлей, будут удалены, и полная длина платформы легко станет доступной. Посадка пассажиров и разделение потоков людей подталкивают развитие методов, которые используются для влияния на пассажирское поведение. Должны быть предоставлены улучшенные технологии для обнаружения направлений движения пассажиров.

Технологии надежного торможения поезда позволяют подойти к платформе на большей скорости и осуществлять остановки точнее. Любая задержка во времени между остановкой поезда и открытием дверей уменьшается или удаляется с помощью более легкого, быстрого, открытия дверей поезда, как только поезд остановился.

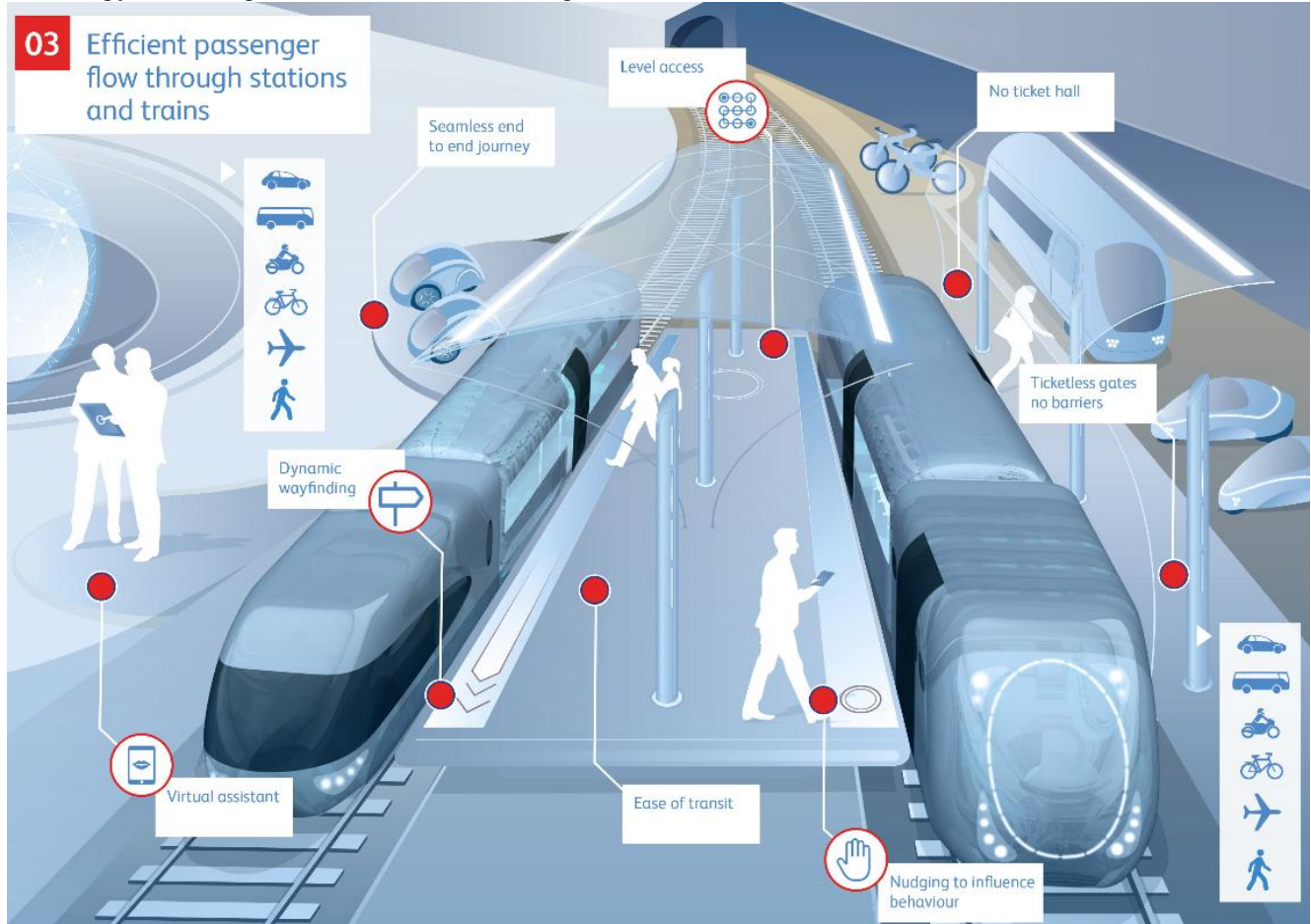


Рис. 6. Эффективный пассажиропоток [9]

проведение демонстраций решений.

#### *А. Устранение барьеров на проход для обработки проездных документов*

Устранение барьеров на проход для обработки проездных документов помогают железной дороге защититься от потерянного дохода и избежать задержек у клиентов, заплативших за проезд. Однако барьеры также оказывают влияние на пассажиров и пропускную способность на оживленных станциях и делают доступ на территорию железной дороги более трудным.

Достижения в области беспроводных технологий, обработки изображений и биометрии обеспечивают возможность переосмыслить само понятие турникета. Изменение физического барьеров для электронных ворот, которые можно определить, как разрешение для пассажира путешествовать без необходимости для него любого взаимодействия с его стороны, имеет потенциал, чтобы создать действительно сервисы свободного прохода на станцию. Будущая программа обнаружения таких "билетов" изучает эти технологии и рассматривает альтернативные подходы к защите доходов через

#### IX ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ

Эффективное управление информацией имеет жизненно важное значение для предприятий железной дороги и подкрепляет реализацию других одиннадцати ключевых возможностей. Рационализация мириады источников информации и систем на железной дороге потребует глубокого понимания того, кто собирает и как использует информации на железной дороге, а также то, как это используется в различных частях железнодорожной промышленности.

Широкая информационная архитектура железнодорожной промышленности и информация по структуре управления будет координировать информационные потребности, а также устанавливать средства их подачи. Эта информация будет передана для всей отрасли, и вне ее, поддерживая развитие новых услуг и приложений в пользу железной дороги и своих клиентов.

Сбор данных будет рационализировать снижение издержек в отрасли.



Стандарты позволят информации должным образом интерпретироваться и более легко реализовывать новые

комбинированные идеи и интеллектуальные сервисы.

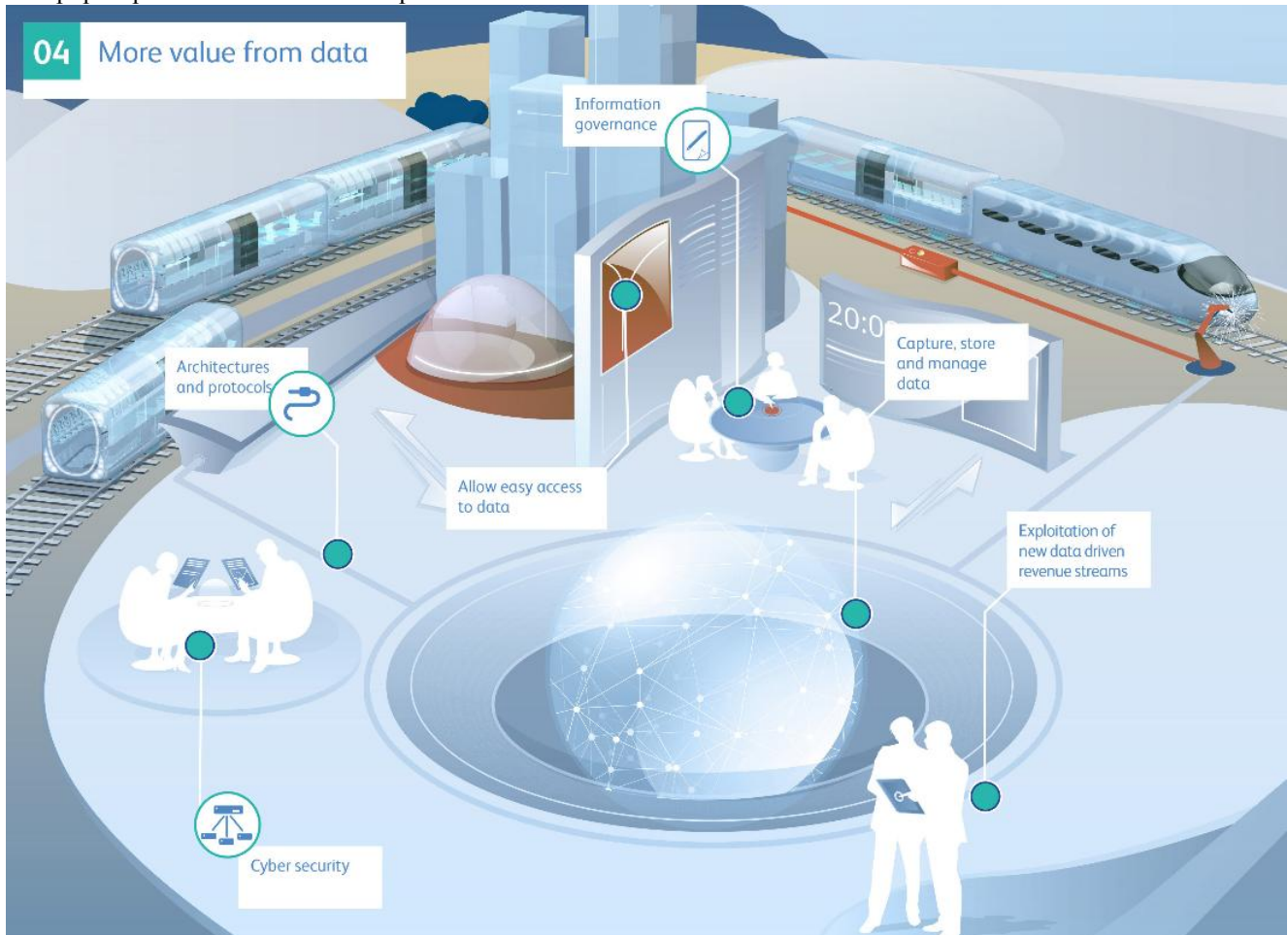


Рис.7. Использование данных [9]

В конечном счете, сбор данных, анализ и интерпретация будут автоматизированы. Это будет происходить в режиме близком к реальному времени, обеспечивая последовательной и надежной информацией сеть взаимосвязанных систем и приложений, позволяющих быстро принимать более обоснованные решения.

#### А. Открытые данные и анализ данных

Решения Network Rail и National Rail предоставить широкий набор данных сторонним разработчикам программного обеспечения является шагом, который надо приветствовать, и этот подход уже начал приносить пользу железной дороге и пользователям с помощью таких приложений, как “информация о реальном времени движения поездов”.

#### Х ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

Новые подходы к удовлетворению энергетических потребностей железной дороги - это системы, необходимые для большего числа пассажиров и более высокой частоты услуг и сервисов по основным маршрутам.

Оптимизированные бортовые и обслуживающие пути технологии хранения энергии позволяют железнодорожным предприятиям перемещать энергию в системе в соответствии с спросом и предложением.

Более высокая доля энергии, восстанавливается через рекуперативное торможение, генерация от малой энергетики и энергосберегающие технологии питают энергоэффективные системы, обслуживающие путевую инфраструктуру.

Традиционные подходы к электрификации непригодны для линий с низким трафиком. Более целостный подход, который делает лучше использование генерации и технологии хранения энергии, ведет к снижению эксплуатационных расходов и уменьшает выбросы углекислого газа железной дороге.

Гибридный режим работы на новых двигателях поездов использует электрическую тягу для запуска части сети с верхним способом подачи электричества (в Великобритании практикуется нижняя подача электричества как в метрополитене). Та же самая технология обеспечивает частичную электрификацию на станциях и отводных линиях, что значительно снижает капитальные затраты расширения электрификации для большого количества частей железнодорожной сети.

Первоначально, основное внимание уделяется снижению затрат на обычную электрификацию и разработку инновационных силовых агрегатов и оборудования для хранения энергии для решений по подвижному составу.

Моделирование железнодорожной энергетической системы для ее оптимизации приводит к развитию

интеллектуальных энергетических решений на железной дороге.

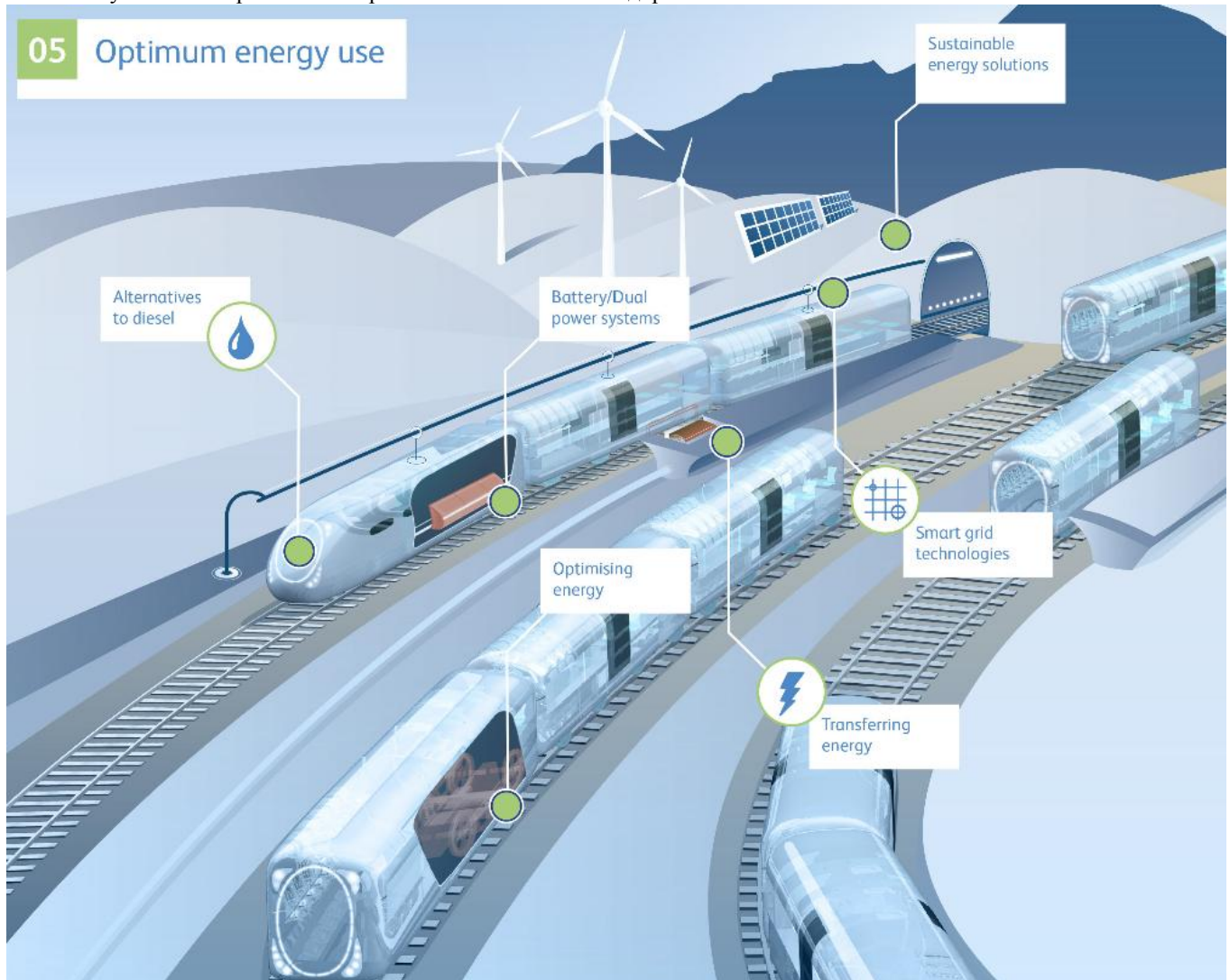


Рис. 8. Оптимальная энергетика [9].

#### А. Снижение стоимости электрической тяги

Поезда с электрическим приводом имеют много привлекательных качеств, включая более низкие эксплуатационные расходы, улучшение производительности, снижение уровня шума и загрязнения воздуха для пассажиров и для тех, кто живет и работает рядом с железнодорожными путями.

Однако капитальные затраты на электрификацию железной дороги являются значительными. Отметим ряд существующих промышленных инновационных проектов по снижению этой стоимости. Например, устранение необходимости непрерывной электрификации вдоль маршрута, за счет обеспечения хранения энергии на поезде, что было продемонстрировано на примере успешного испытания гибридной батареи на электрическом поезде.

#### XI БОЛЬШЕ МЕСТА НА ПОЕЗДАХ

Существенными факторами в полезности поезда является количество полезного пространства на транспортном средстве, и способы, как это пространство используется к выгоде клиентов, как грузовых, так и пассажирских.

Увеличение количества свободного пространства, в реальном выражении, требует более глубокого понимания ограничений, накладываемых инфраструктурой железной дороги, т.е. окружающего пространства, созданных мостов, туннелей, а также платформ и того, как оно может быть увеличено при низкой стоимости, а также при более умном размещении и уменьшении размеров подсистем подвижного состава для того, чтобы увеличить полезную часть внутреннего пространства.

Возможность быстро и легко переконфигурировать интерьер пассажирского поезда, либо во время обычной повседневной эксплуатации, или на ключевых точках в течение срока службы транспортного средства, может обеспечить большую гибкость, как к требованиям пассажиров изменить что-либо в течение дня, или постепенно, с течением времени.

Для грузовых поездов способность к адаптации грузовых вагонов для различных типов нагрузок и размеров увеличивает использование грузовых вагонов, ведёт к снижению затрат и повышению гибкости.

Средство оценки удельных преимуществ транспортных средств внутреннего пространства имеет основополагающее значение для развития этой способности, поскольку улучшение будет состоять из



сочетания нескольких малых действий. Основное внимание будет уделено опытно-конструкторским работам и созданию стимулов для менее консервативной спецификации транспортного средства - по отношению

к тем, которые действуют в настоящее время, в которых обычно указано так, чтобы соответствовать наименьшим и наиболее ограничительным требованиям на транспортных маршрутах.

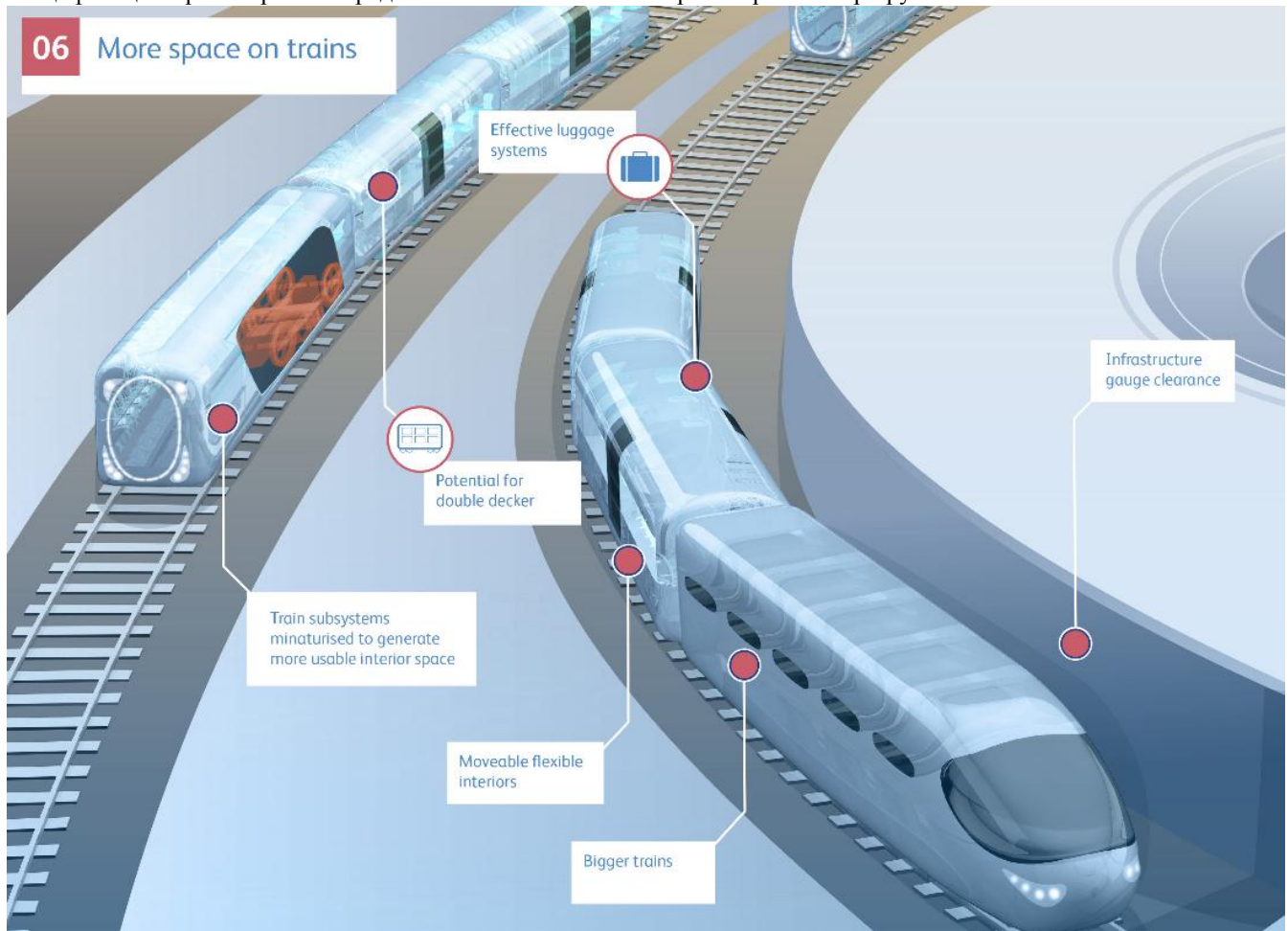


Рис. 9. Место в поездах [9]

#### А. Преобразуя интерьеры поезда

Обеспечение большей гибкости в интерьере конфигурация поездов имеет потенциал для улучшения опыта работы с клиентами и обеспечения новых источников дохода. Например, это возможность заработать на новых высокочастотных операциях (перевозках) от центра города до центров городской транспортной сети.

Программа “завтрашний дизайн поезда” сегодня - это вызов для конструкторов по разработке концепции транспортных средств и гибких внутренних пространств. Один инновационный проект изучает возможности реализации пассажирских перевозок, где посадочные места могут быть убраны вверх или в сторону во время отсутствия необходимости их использовать, чтобы освободить место для целей размещения встроенных грузовых контейнеров, содержащих легкий товар с высокой добавленной стоимостью.

#### ХII СЕРВИС, ИЗМЕРЯЕМЫЙ В СЕКУНДАХ

Большая гибкость в эксплуатации обеспечивает быстрое восстановление после сбоев и точное

расписание поездов, которое требует от поездов следовать предписанной траектории движения.

Каждый поезд должен быть в нужном месте в нужное время, следуя с правильной скоростью. Это не означает, что профиль поездки в поезде должен быть жестким, но он должен быть известным и обеспечен надежной работой поезда. Также должна быть возможность точного определения местоположения поезда, что будет обеспечивать большую гибкость в предоставлении услуг.

Большая точность в определении местоположения необходима для увеличения пропускной способности сети. Повышенная точность также поможет по-новому рассмотреть идеи, почему поезда оказываются вне расписания. Это позволит улучшить в отрасли понимание малых возмущений и того, как лучше управлять ими, чтобы свести к минимуму любые побочные последствия. Отметим также, что парирование таких отклонений (восстановление расписания) также должно быть автоматизировано.

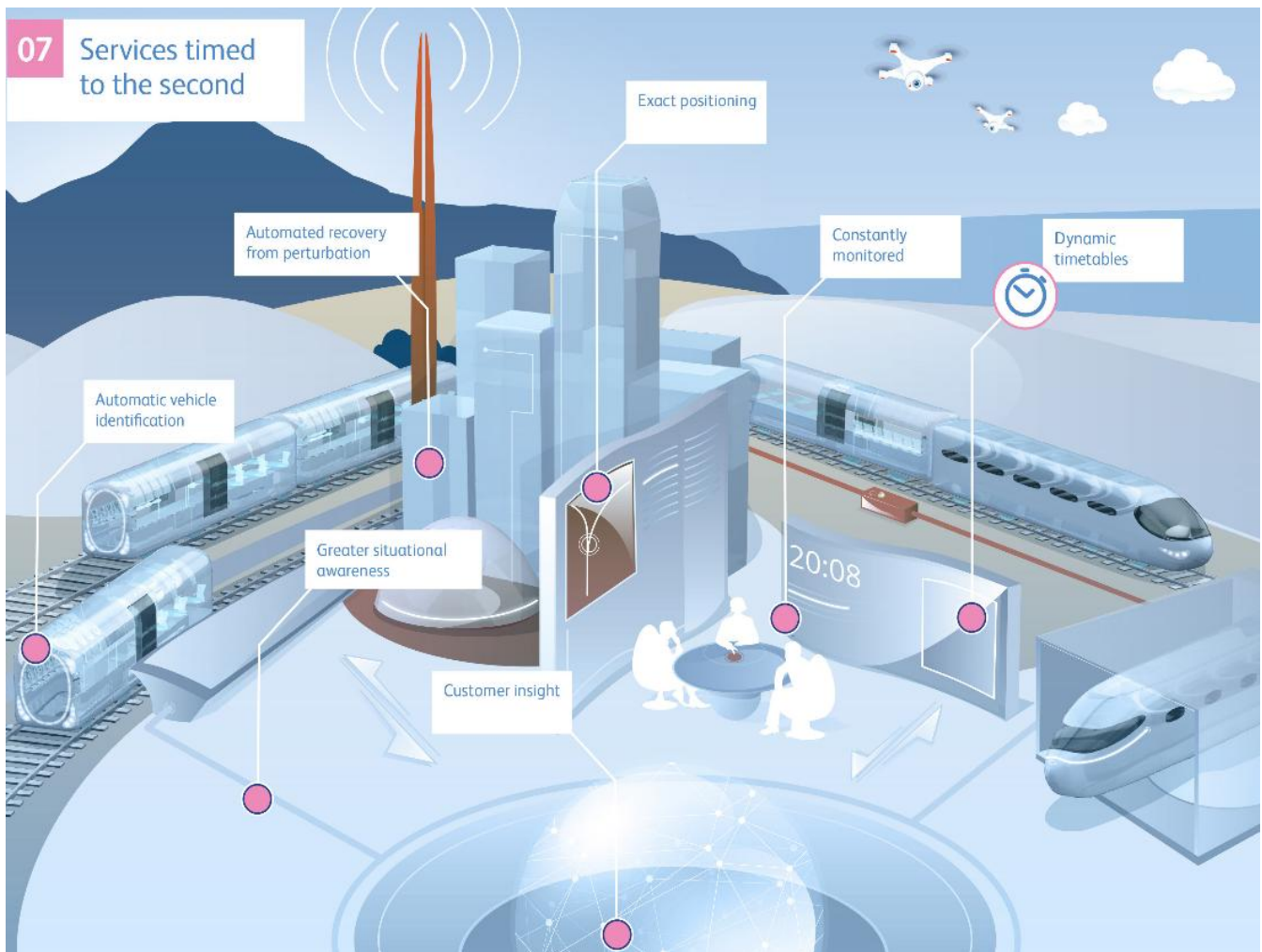


Рис. 10. Сервис, измеряемый в секундах [9]

#### А. Инновации железнодорожного позиционирования

Отметим ряд инновационных сервисов, разработанных для точного определения местоположения поезда на железнодорожной сети. В одно из возможных решений, например, входит использование камеры для видео-трека и дальнейшая обработка изображений для определения точной дистанции перемещения и того, какой поезд находится на пути. Эта технология может преодолеть ограничения спутникового позиционирующего решения, которое необходимо дополнить, чтобы обеспечить точное позиционирование при движении в условиях высоких насыпей и туннелей.

### ХIII ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПОЕЗДА

Увеличение вычислительной мощности и достижения в области связи, автоматизации и зондирования обеспечивают железную дорогу возможностью разработки и развертывания интеллектуального подвижного состава.

Интеллектуальные поезда позволят снизить зависимость от сложных и дорогих инфраструктур и систем управления на железнодорожном транспорте, и за счет автоматизации снизить роль железнодорожного персонала в управлении, эксплуатации и надзоре.

Сеть полностью интеллектуальных поездов будет

саморегулируемой, что позволит организовать коммуникации транспортного средства с транспортным средством для получения разрешения властей на движение или разрешения потенциальных конфликты в сети. Интеллектуальные поезда будут иметь возможность работать в полностью автономном режиме под дистанционным управлением и надзором.

В ближайшей перспективе, сигнализации поезда могут быть переведены из инфраструктуры для подвижного состава на новый уровень, с использованием зрелых технологий, например, ETCS level 2. Однако, учитывая темпы развития информационных и коммуникационных технологий, в краткосрочной и среднесрочной перспективе могут быть разработаны совершенно новые эксплуатационные концепции и системы управления движением поездов.

#### А. Применение автомобильных принципов в поездах

Используемые поезда сделаны на заказ, и часто несовместимы, на уровне бортовых систем, которые работают изолированно друг от друга. Это затрудняет разработку новых функциональных возможностей и, в особенности, взаимодействия с существующими системами. Один из проектов, рассматривает разработку "узлов контроллера обработки", который, при размещении на поезде, способен работать с рядом приложений, осуществляя в то же время обмен информацией между системами на борту. В концепции



он похож на контроллеры всей системы, используемые в автомобильной промышленности, которые создали в автомобилях большую функциональность, более

высокую степень избыточности и повышенную надежность.

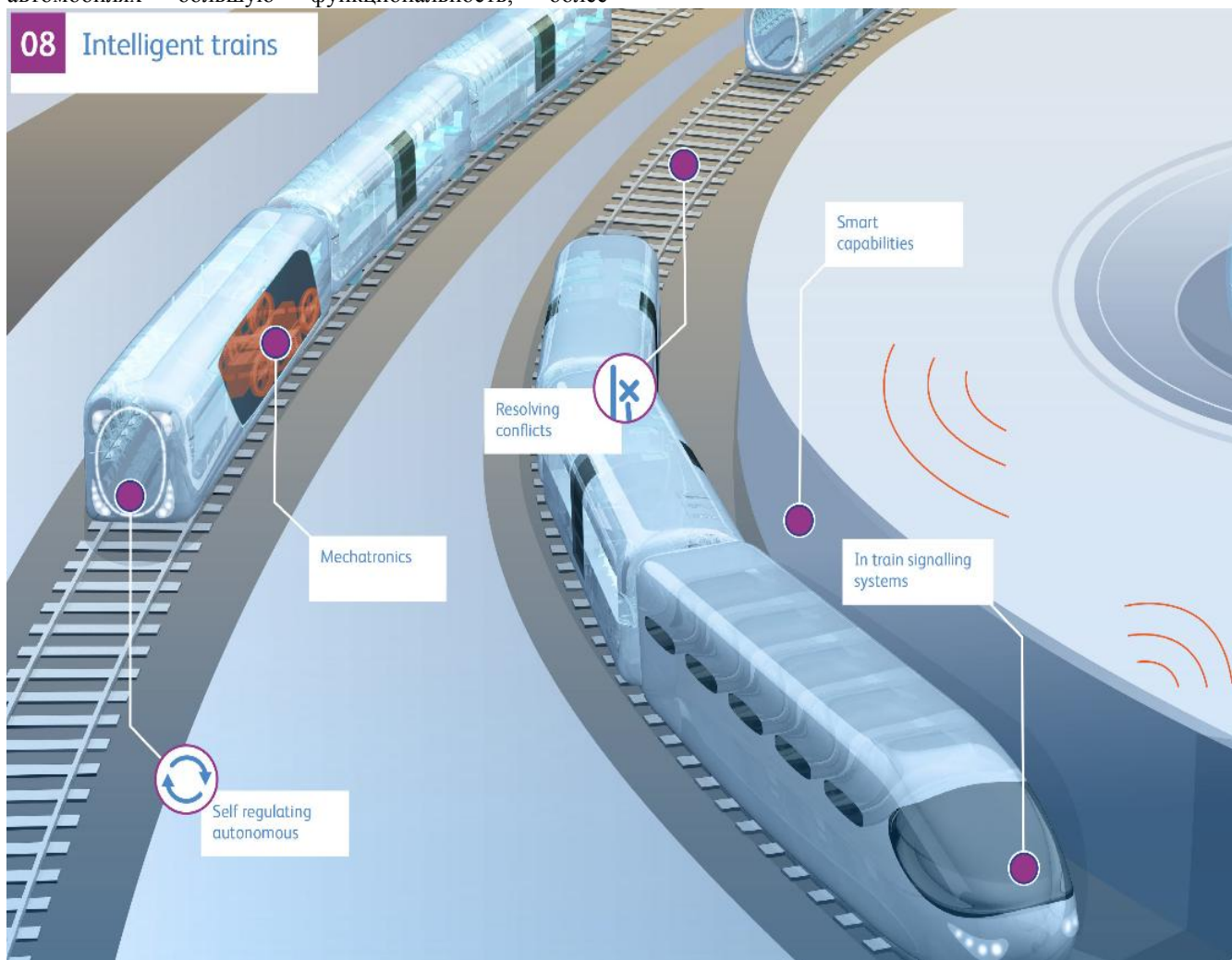


Рис. 11. Интеллектуальные поезда [9]

#### XIV Индивидуальный опыт работы с клиентами

Ориентированный на клиента дизайн железной дороги и персонализация предоставления услуг является центральным моментом. Для того, чтобы железная дорога играла активную роль в обеспечении мобильности требуется разработка более глубокого понимания клиентов, как грузовых, так и пассажирских.

Физический билет не будет требоваться, чтобы получить доступ к железной дороге. Физические лица будут автоматически определяться, и соответствующие сборы могут взиматься непосредственно с их счета во время путешествия. Машинное обучение будет использоваться для понимания характеристик пассажирских поездок и обеспечения их в режиме реального времени с целью выработки рекомендаций людям, чтобы они могли улучшить свое путешествие, основываясь на понимании их предпочтений. Железнодорожное сообщение будет более гибким: оно будет динамически реагировать на изменения в отношениях с клиентами и их поведение.

Изначально картонные билеты должны быть заменены на электронные билеты (они уже используются

в некоторых частях сети). Будет необходимо значительно повысить гибкость продажи билетов и обеспечивать более полную картину туристических моделей и требований.

Также будет необходимо изменение в информационных каналах, предоставляемых общественности. Такая информация, как и насколько заняты различные услуги и сервисы будет доступна в каждом поезде. Сервисы точного позиционирования в реальном масштабе времени информация позволят клиентам принимать обоснованные решения о своем путешествии. Данные о предпочтениях клиента могут быть использованы железной дорогой, чтобы влиять на выбор клиента и формировать предоставление услуг для более полного удовлетворения ожиданий клиента.

##### A. Навигация пассажиров на свободные места

Возможность получить место на предпочитаемом месте в поезде занимает видное место в обратной связи по опросам клиентов.

Технологии, которые могут помочь пассажирам улучшить свои шансы найти место на занятом поезде уже развертываются, измеряя заполнение вагонов в реальном времени с использованием информации о

моделях посадки и высадке, чтобы определить, где пространство будет доступно. Эта информация может быть предоставлена клиентам с помощью смартфонов, или за счет использования динамических знаков

платформы.

Та же самая технология может быть использована для управления поездом в части более эффективной организации посадки и высадки.

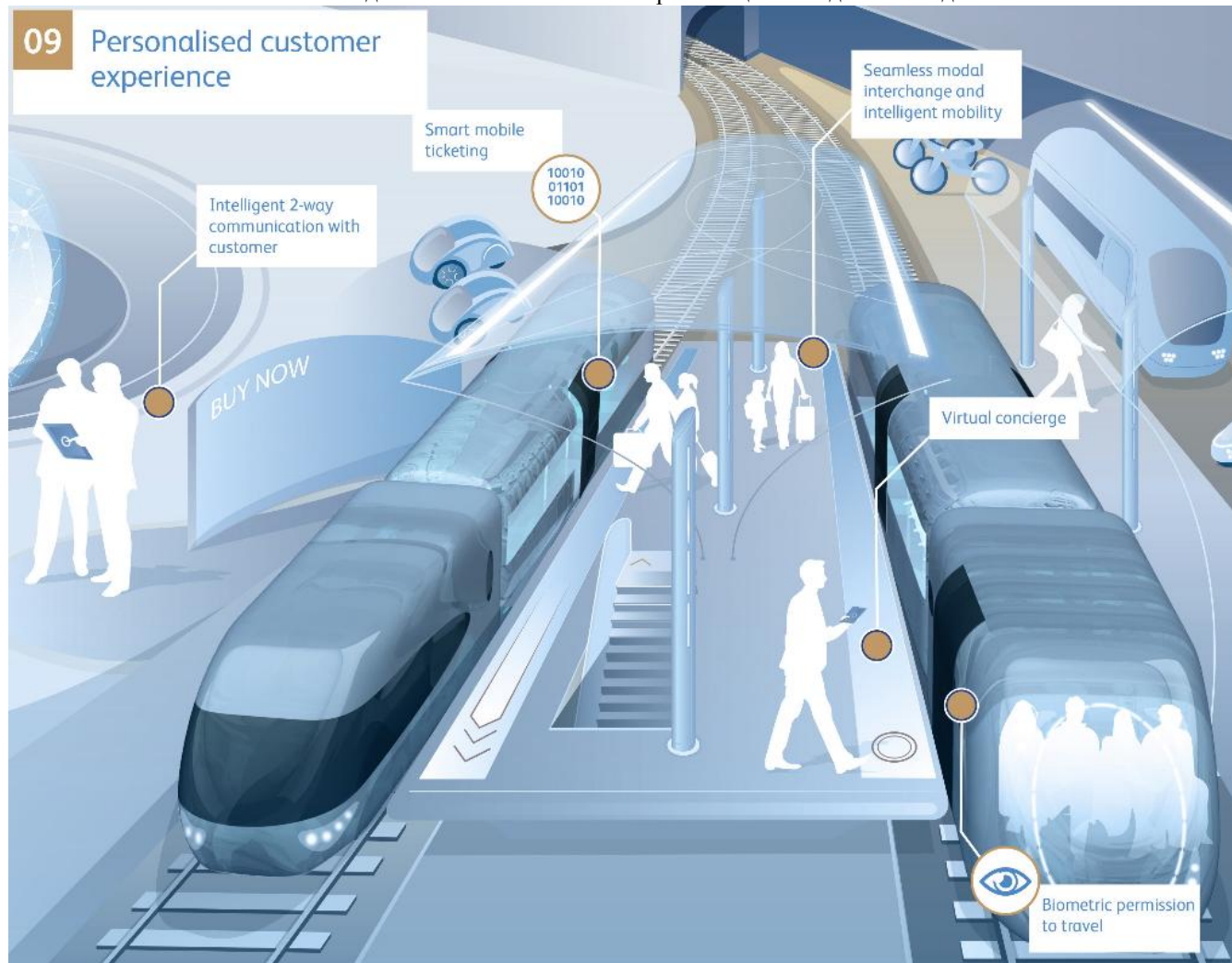


Рис. 12. Персонализация услуг [9].

#### XV ГИБКИЕ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Развитие новых рынков железнодорожных грузовых перевозок, происходит так, чтобы работать бок о бок с традиционными массовыми перевозками на большие расстояния и контейнерными грузовыми железнодорожными перевозками. Это позволит улучшить спектр логистических продуктов и услуг, которые железная дорога может предложить.

Частота железнодорожных перевозок, а также расположение станций в городских центрах, означает, что железнодорожный транспорт получит возможность играть важную интеграционную роль в решении чувствительных логистических вопросов.

Более широкий выбор грузов, которые будут отправлены по железной дороге с использованием усовершенствованного планирования, маршрутизации и отслеживания перемещения является обеспечением того, что железная дорога сможет полностью интегрироваться с интермодальными грузовыми перевозками и услугами для нового рынка легких контейнеров товаров с высокой добавленной

стоимостью.

Новые грузовые вагоны должны быть гибкими, насколько это разумно и практически осуществимо, чтобы увеличить разнообразие нагрузок. Модальные развязки будут автоматизированы, позволяя грузам быть быстро и эффективно переданным для дальнейшего транзита.

Грузовые решения, которые работают в тандеме с пассажирскими перевозками, открывают новые рынки грузовых перевозок по железной дороге, обеспечивающие надежную, высокоскоростную и энергоэффективную альтернативу грузовым автомобильным перевозкам.

#### A. Приложения для поддержки грузовой перевозки

Для записи информации о перевозимых грузах было разработано специальное приложение для планшетного компьютера, которое позволяет вводить информацию непосредственно в центральную систему. Помимо повышения эффективности, более упрощенным становится рабочий процесс, и уменьшается количество ошибок транскрипции.

В дальнейшем, информация, записанная в таком



приложении может быть передана непосредственно в другие железнодорожные информационные системы.

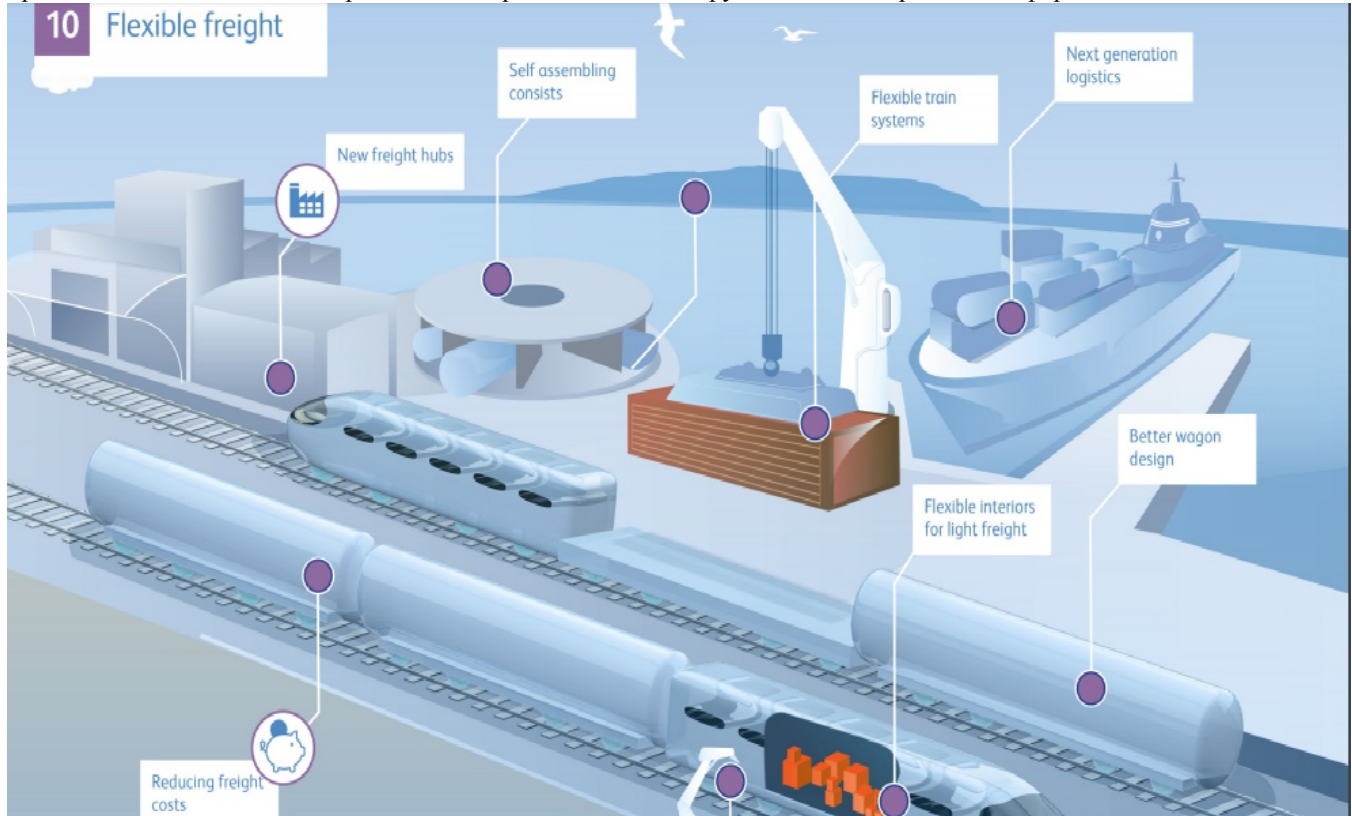


Рис. 13. Гибкие грузовые перевозки [9].

#### XVI МАЛОЗАТРАТНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

Снижение стоимости использования железной дороги имеет важное значение на национальном уровне, но особенно для тех областей, где спрос небольшой и доходы низкие. Магистральная (тяжелая) сеть железных дорог имеет значительную базу затрат, как с точки зрения первоначальных инвестиций капитала, необходимого для установления маршрутов, так и с точки зрения текущих эксплуатационных расходов.

Малозатратные железные дороги будут заимствовать идеи и технологии от лёгкого рельсового сектора (и других секторов, таких, как автомобильный сектор, например) и интегрировать их с магистральными железнодорожными требованиями.

Облегченный энергоэффективный подвижной состав с минимальными затратами в течение жизненного цикла будет предоставлять услуги, используя надлежащим образом спроектированные путевые инфраструктуры, энергетические системы, а также системы управления.

В дополнение к улучшению бизнеса для существующих маршрутов, эта способность позволит улучшить бизнес-кейсы для будущего расширения сети.

Следует изучить возможности для оптимизации эксплуатационных расходов существующей сети и подвижного состава в ближайшем будущем с более радикальными решениями для снижения затрат, которые должны быть развернуты, как только они станут доступными.

В случае необходимости, недорогие решения,

разработанные как малозатратные железнодорожные решения, там, где есть спрос на части сети (где риск для операций низкий), могут быть переданы в сети с более интенсивным движением.

##### A. Очень легкие рельсовые транспортные средства

Инновационные подвижные решения имеют потенциал для того, чтобы снизить стоимость операций для сетевых операторов, предоставляя новый вид транспортных средств, которые являются легкими по весу и имеют низкую стоимость. Проект очень легких рельсовых транспортных средств состоит в проектировании, строительстве и тестировании легкого, экологичного железнодорожного вагона.

Этот тип транспортного средства использует инновационный интерьер, который более целесообразен для коротких расстояний на отводных линиях железных дорог Великобритании. Ядром конструкции является разработка с автономным питанием, средствами самопогрузки, тележки, которые включают в себя все тяги и тормозное оборудование в раме тележки.

Сопряжение этих тележек в легкий состав образует поезд модульной конструкции, который значительно легче по сравнению с обычными дизельными единицами транспортных средств.

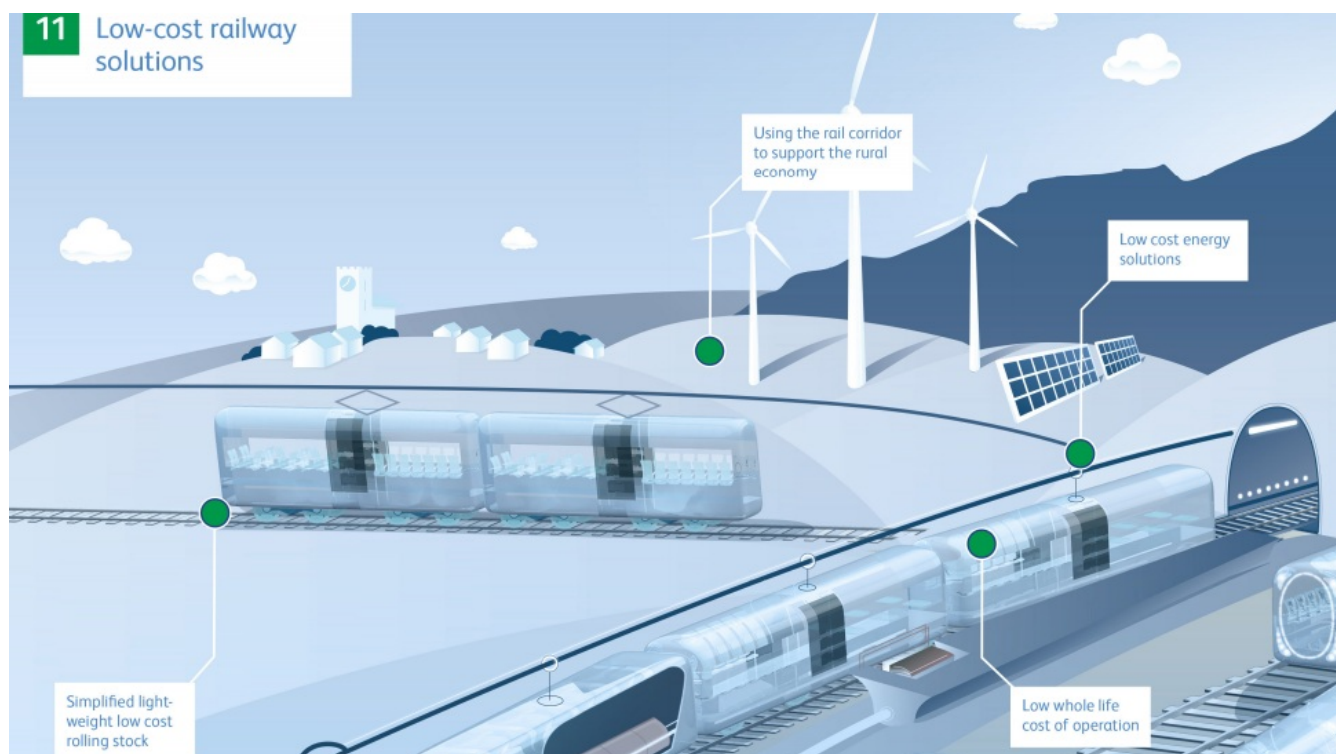


Рис. 14. Малозатратные решения [9].

#### XVII УСКОРЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТКИ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

Включение в процессы возможных технологий, чтобы была возможность более легко и быстро их интегрировать в железнодорожную систему, будет гарантировать, что выгоды общества от инноваций будут своевременно реализованы. Такое быстрое развертывание требует систематического построения инноваций и возможностей интеграции на уровне отрасли, а также обеспечения удаления барьеров для принятия новых технологий.

В настоящее время процедура рассмотрения технологий, как необходимая часть любого проекта, ограничена. Это уменьшает спрос на R&D и увеличивает риск внедрения новых продуктов и услуг, разработанных для железной дороги. Для стимулирования инвестиций частного сектора в железнодорожную технику необходим последовательный подход к рассмотрению новых технологий в промышленности, к планированию крупных проектов и усовершенствований. Ускорение темпов развития технологий требует высокого уровня спонсорства ключевых возможностей в рамках этого плана, а также набора инструментов и средств, чтобы помочь соединить поставщиков решений с клиентами железной дороги. Критические факторы успеха:

Стратегическое выравнивание - формулирование четкой инновационной стратегии, которая приведена в соответствие с транспортной стратегией.

Сотрудничество - эффективное совместное использование и защита данных по организационным границам.

Конкурентная среда - обеспечение длительности контрактов во временных рамках развития инновационных и инвестиционных горизонтов.

Инновационные процессы - обеспечение подходящих технических характеристик и разработанных стандартов, чтобы распределить инновации по всей цепочке создания стоимости.

Организация - ясные процессы принятия решений вокруг всей отрасли инновационных инициатив и содействие распределению рисков в бизнес-модели.

Культура - отраслевые модели поведения, ориентированные на конечного потребителя; активное поощрение осознанного риска и возможности создания нового.

#### A. Тестирование разработанного на путях

Привлечение новых технологий для оперативной деятельности железной дороги требует того, чтобы они были испытанными с точки зрения безопасности и влияния на окружающую среду. Великобритания имеет значительное количество тестовых объектов для испытаний в широком диапазоне возможностей, и спрос на них часто превышает доступные мощности.

Испытательный стенд в Лонг Марстон включает в себя контур тестирования пути в 4 км. Важно также, что в последние годы Rail Alliance оперировали с ваучерным тестированием по схеме, которая предоставила субсидированный доступ к этим средствам для малых и средних предприятий.



Рис. 15. Исследования и разработки [9].

### XVIII ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Разумный подход к разработке технологии, которая признает сильные цепочки поставок и использует возможности от инвестиций в других странах и секторах требует, на наш взгляд, анализа с точки зрения его использования в России и странах ЕАЭС и соответствует решениям руководства страны [19].

Некоторые из базовых технологий, необходимых для обеспечения этих инноваций, находятся на уровне готовности высоких технологий, но в других отраслях и секторах. Возможности заработать на подходящих перемещаемых технологиях из смежных секторов должны быть рассмотрены и поддержаны, чтобы довести эти технологии на рынок железнодорожных перевозок.

В железнодорожной отрасли есть существующие другие программы в области развития технологий, включая Европейскую Shift2Rail программу, которая имеет в рамках своего годового плана действий, целый ряд предлагаемых демонстраций технологий, которые представляют интерес по ключевым возможностям для России.

Сохраняя внимание ко всем соответствующим существующим технологическим разработкам, отметим, что ключевую роль будет играть фактор определения того, где уже есть развивающиеся технологии и возможные пробелы. Развертывание новых технологий на железной дороге России является серьезной проблемой, поскольку отрасль использует набор правил и положений, призванных обеспечить определенную степень однородности по всей сети, которая помогла создать одну из самых оживленных и самых безопасных

железных дорог в мире.

Решение этой задачи потребует развертывания инноваций на пути, в котором железная дорога планирует идти вперед и включается в крупные проекты. Хорошая новость заключается в том, что уже есть целый ряд инициатив, которые сигнализируют о желании довести новые технологии до практического развертывания.

Использование накопленного опыта, через инновации в пилотных программах цифровой железной дороги для реализации в целом, будет иметь важное значение. Движение вперед принесет дополнительные возможности за счет усовершенствования сети, закупок подвижного состава и будущих организационных решений для того, чтобы разрабатывать новые возможности для внедрения прорывных технологий.

Именно поэтому коллектив авторов из МИИТа и МГУ подготовил настоящую статью. Мы считаем необходимым предложить всем заинтересованным в развитии цифровых железных дорог обсудить возможные пути применения этого подхода в России и странах ЕАЭС.

### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Department for Transport. (2016). Rail Freight Strategy, Moving Britain Ahead. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/552492/rail-freight-strategy.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/552492/rail-freight-strategy.pdf) Retrieved: Feb, 2017
- [2] Freight Transport Association. (2016). The Agenda for More Freight by Rail. Retrieved from [http://www.fta.co.uk/export/sites/fta/\\_galleries/downloads/rail\\_freight\\_agenda-for-more-rail-guide-2016.pdf](http://www.fta.co.uk/export/sites/fta/_galleries/downloads/rail_freight_agenda-for-more-rail-guide-2016.pdf) Retrieved: Feb, 2017
- [3] Network Rail. (2013). Network Rail Technical Strategy. Retrieved from <http://www.networkrail.co.uk/publications/technical-strategy.pdf> Retrieved: Feb, 2017
- [4] Rail Delivery Group. (2015). Vision for Stations, Nine principles for the future of Britain's stations. Rail Delivery Group. Retrieved from



- [http://www.raildeliverygroup.com/files/Publications/2015-10\\_vision\\_for\\_stations.pdf](http://www.raildeliverygroup.com/files/Publications/2015-10_vision_for_stations.pdf) Retrieved: Feb, 2017
- [5] Rail Supply Group. (2016). Fast Track to the Future A strategy for productivity and growth in the UK rail supply chain. Retrieved from <http://www.railsupplygroup.org/wp-content/uploads/2016/01/RSG-Brochure-Jan-2016.pdf> Retrieved: Feb, 2017
- [6] RSSB. (2016). Rail Sustainable Development Principles. Retrieved from <http://www.rssb.co.uk/Library/improving-industry-performance/2016-05-rail-sustainable-development-principles.pdf> Retrieved: Feb, 2017
- [7] Technical Strategy Leadership Group. The Future Railway | The Industry's Rail Technical Strategy. Retrieved from <http://www.rssb.co.uk/Library/Future%20Railway/innovation-in-rail-rail-technical-strategy-2012.pdf> Retrieved: Feb, 2017
- [8] The Transport Systems Catapult. (2015, October). Traveller Needs and UK Capability Study. Retrieved from Transport Systems Catapult - Traveller Needs and UK Capability Study: <https://ts.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/04/Traveller-Needs-Study.pdf> Retrieved: Feb, 2017
- [9] Rail Technical Strategy Capability Delivery Plan RSSB, Rail Delivery Group, Rail Supply Group 2017 February
- [10] Куприяновский В. П. и др. Информационные технологии в системе университетов, науки и инновации в цифровой экономике на примере Великобритании //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С.30-39.
- [11] 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
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Куприяновский В. П. и др. Цифровая железная дорога-прогнозы, инновации, проекты //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 9. – С.34-43.
- [17] Куприяновский В. П. и др. Интернет цифровой железной дороги //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 12. – С.53-68.
- [18] Kupriyanovsky V. et al. The new paradigm of the digital railway-assets life cycle standardization //International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 64-84.
- [19] Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 1 декабря 2016 года № 642
- [20] Бубнова Г.В., Куренков П.В., Котляренко А.А., Сечкарев А.А. Конкуренция между евразийскими маршрутами широтного направления (СМП, ТСМ, ТРАСЕКА и другими) // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии.- 2016.- № 8 (ч.3).- С.37-41. (Agris)
- [21] Вакуленко С.П., Куренков П.В., Котляренко А.А., Астафьев А.В., Сечкарев А.А. Конкуренция и сотрудничество на зарубежных транспортных рынках // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии.- 2016.- № 9 (ч.1).- С. 41-47. (Agris)
- [22] Вакуленко С.П., Куренков П.В., Элларян А.С., Астафьев А.В., Сечкарев А.А. Конкуренция между магистральями направления «СЕВЕР – ЮГ» // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии.- 2016. - № 9 (ч.2).- С.23-30. (Agris)
- [23] Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Проблемы создания ситуационно-аналитической системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте // Бюллетень транспортной информации.- 2004.- № 9.- С.22-27.
- [24] Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Система поддержки принятия экономически обоснованных решений // Экономика железных дорог.- 2005.- № 1.- С.18-26.
- [25] Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. ОИ / ВИНТИ.- 2004.- № 11.- С.14-16.
- [26] Нехаев, М.А. Ситуационно-логистическая система управления перевозочным процессом / М.А. Нехаев, П.В.Куренков, В.А.Мартычук // Логистика и управление цепями поставок.- 2008.- № 5(28).- С.25-35.
- [27] Полянский, Ю.А. Дорожный центр ситуационного управления. Проблема создания и функционирования / Ю.А. Полянский, П.В. Куренков // Экономика железных дорог.- 2003.- № 1.- С.51-66.
- [28] Полянский, Ю.А. Топологическое моделирование взаимодействия хозяйств железной дороги / Ю.А. Полянский, П.В. Куренков // Транспорт: наука, техника, управление: сб. ОИ / ВИНТИ РАН.- 2003.- № 7.- С.8-18.



# Economics of innovations for digital railways. Experience in the UK

V.P. Kupriyanovsky, P.V. Kurenkov, G.V. Bubnova, O.N. Dunaev, S.A. Sinyagov, D.E. Namiot

***Abstract***— This article continues the cycle of papers devoted to asset management for the digital economy and digital railway. The paper describes the issues related to the economics of innovations in the digital railway on the example of the UK. The paper presents the twelve areas for innovations, which include approaches such as reducing the distance between trains, the minimization of service interruption, the effective organization of passenger traffic, heavy use of data, optimal energy policy, including energy storage and its own generation, configurable tracks, personalization for transportations, accurate positioning, intelligent trains, flexible freight transportation, and new, low-cost rail solutions.

***Keywords***— digital railways, digital economy.