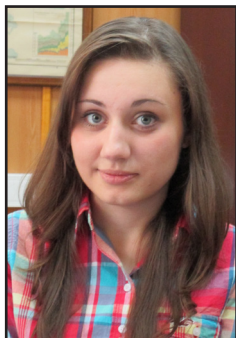




Волны инновационного развития железных дорог



Анастасия ИЗМАЙКОВА

Anastasia V. IZMAIKOVA

Waves of Railway Innovative Development

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 34)

В статье рассматривается необходимость активизации инновационного развития железнодорожного транспорта, приводятся примеры выявленного автором вида инноваций – синергетических, которые открывают возможности для кардинальных социально-экономических перемен, анализируются технологические революции и их влияние на отраслевую экономику. На основе сопоставления ретроспективного анализа инноваций с фазами «большой волны» Карлоты Перес, «большими циклами» Кондратьева, фазами эволюции железных дорог сформирована графическая модель инновационного развития железнодорожного транспорта. «Мотором» предстоящих перемен могут стать именно синергетические инновации – новые транспортные средства и технологии, возникающие в процессе гибридизации различных видов транспорта и формирующие консолидированные социально-экономические эффекты.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, теория инноваций, синергетические инновации, циклы Кондратьева, технологическая революция, экономический рост, фазы эволюции.

Измайкова Анастасия Валерьевна – младший научный сотрудник Объединенного ученого совета ОАО «РЖД», аспирант ОАО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ВНИИЖТ), Москва, Россия.

Термин «инновация» происходит от латинского «*novatio*» (обновление, изменение) и приставки «*in*» (лат. «в направлении»). Дословно «*innovatio*» – «в направлении изменений». Понятие «инновация» появилось в научных исследованиях еще в XIX веке, но широкое распространение оно получило в XX веке благодаря работам Й. Шумпетера, который впервые применил этот термин в экономике. Он писал, что, когда инновации внедряются в экономику, имеет место так называемый «вихрь созидательного разрушения», подрывающий равновесие прежней экономической системы, вызывающий уход с рынка устаревших технологий и отживших организационных структур, приводящий к появлению новых жизнеспособных отраслей, в результате чего и происходит небывалый рост экономики и благосостояния людей. «Инновация – это акт изменения производственных функций» [1].

Инновация – вместе с тем и специфическая форма жизне- и мыследеятельности человека. Ее осуществление и осмысление (тем более системное) как совокупности особым образом организованных действий и мыслей на разных этапах развития об-

щества, в различных типах и моделях экономических систем не было одинаковым.

Следует отметить, что общественные условия существенно влияют на склонность к изобретениям и реализации инноваций — «технологическую креативность общества», по определению Джозеля Мокира [2]. Он выделил три главных условия, способствующих такой креативности:

- во-первых, наличие кадров «изобретательных и предприимчивых новаторов, способных и готовых бросить вызов физическому окружению ради улучшения своей жизни»;

- во-вторых, «экономические и социальные институты должны поощрять потенциальных новаторов, создавая для них нужную структуру стимулов»;

- в-третьих, «инновации требуют разнообразия и терпимости».

ЦИКЛЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

В современной науке инновации рассматриваются как важнейший фактор социально-экономического развития и являются неотъемлемой составляющей для формирования общества XXI века. Одной из общемировых тенденций становится обострение конкуренции инновационных систем с «традиционными» производственными системами за необходимые ресурсы. Экономическое развитие обладает некоторой диалектичностью: с одной стороны, оно порождается усилением научно-технического прогресса; с другой стороны, его результат приводит к повышению уровня технологического развития. Именно поэтому теория инноваций крайне актуальна, особенно для железнодорожного транспорта, который «оказал поистине неоценимые услуги человечеству в развитии цивилизации» [3].

Формирование основ теории инноваций происходило в рамках становления общей теории циклов и кризисов, прежде всего в экономической и технологической сферах. Краеугольный камень в фундамент теории инноваций заложил Н. Д. Кондратьев. Российский экономист увязывал технологические и экономические инновационные волны с радикальными переменами в других сферах жизни общества: «...войны и социальные потрясения вклю-

чаются в ритмический процесс развития больших циклов и оказываются не исходными силами этого развития, а формой его проявления. Но раз возникнув, они, конечно, в свою очередь оказывают могущественное, иногда пертурбирующее влияние на темп и направления экономической динамики» [4]. «Длинные волны Кондратьева» или, по другому, «большие циклы Кондратьева» имеют примерно полувековую продолжительность и состоят из двух стадий — повышательной и понижательной — и четырех фаз (оживление, подъем, спад, депрессия).

Согласно его представлениям, первый такой цикл начался в 1803 году и продолжался до 1843 года; второй цикл — 1843—1896 гг.; третий возник в 1896 году. По мнению современных исследователей, этот цикл продлился вплоть до 1947 года. Выделено еще два цикла, соответствующих теории Н. Д. Кондратьева: четвертый (1947—1983 гг.) и пятый (с 1983 года) [5]. (Границы циклов варьируются в различных работах).

Как отмечено в [6], существование больших циклов Кондратьев связывал с прогрессом техники и технологии. Эмпирические исследования показывают, что длительность экономических циклов — величина переменная. Теоретическое объяснение цикличности экономического развития также не допускает наличия строгого количественного закона развертывания рыночных процессов во времени, неких «магических дат» наступления подъемов и возникновения катаклизмов. Кондратьев, отмечая, что развитие понижательной волны приводит к образованию предпосылок нового длительного подъема, указывал: подъем этот не является неизбежным, так как в экономике могут произойти органические изменения, деформирующие характер экономической динамики. И уж тем более нельзя без конкретного анализа утверждать, что смена тенденции обязательно наступит в определенное время.

Сегодня экономическая наука определяет феномен больших циклов следующим образом: это конъюнктурные колебания продолжительностью 45—60 лет, проявляющиеся в динамике цен, выпуске продукции и показателях различных отраслей и сфер народного хозяйства, определяемых



долгосрочным изменением тенденций спроса и предложения.

Каждый большой цикл Кондратьева сопровождается волной инноваций, вызываемой масштабной технологической революцией. Автор книги «Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания» Карлота Перес [7] определяет технологическую революцию как мощный кластер новых динамично развивающихся технологий, способных породить долгосрочную тенденцию к развитию и существенный подъем в экономике. Каждый такой кластер содержит набор взаимосвязанных инновационных технологий широкого применения и организационных принципов, приводящих к скачку производительности практически во всех сферах экономической деятельности. Технологическая революция приносит с собой не только полную перестройку производственной структуры, но и перемены в государственном управлении и обществе. В совокупности всё перечисленное Перес назвала «технико-экономической парадигмой».

Карлота Перес выделяет пять технологических революций, произошедших в период 1770–2000-х годов. Каждая из них представляет собой экспансию новых продуктов, отраслей и инфраструктур, постепенно образующих новую технико-экономическую парадигму. Стоит заметить, что любая такая революция совмещает действительно новые отрасли и товары с ранее существовавшими, подвергающимися обновлению. Железные дороги второй технологической революции привели к появлению национальных железнодорожных транспортных сетей и телеграфа. Стальные рельсы третьей революции породили трансконтинентальные сети, которые вместе с пароходами и телеграфом обеспечили работу международных рынков и т.д. При этом железнодорожный транспорт сыграл ключевую роль в обеих этих революциях. По мнению крупного специалиста в области экономической истории Р. Камерона, «паровой локомотив и стальные рельсы в большей степени способствовали ускорению процесса экономического развития, чем какое-либо другое технологическое нововведение XIX века» [8].

Развивая теорию больших циклов Кондратьева, Карлота Перес утверждает, что каждая вызванная технологической революцией большая волна имеет четыре фазы:

1) После «депрессии» наступает период бурного роста, появляются инновационные товары, которые побуждают отрасли к преобразованиям и определяют направление дальнейшего развития. Формируется парадигма, соответствующая фазе «внедрение».

2) Вторая фаза — быстрого распространения товара. В этот период наблюдается расцвет новых отраслей технологических систем, инфраструктур, а следовательно, и рост рынков. Это пора агрессивного проведения инвестирования (фаза «агрессия»).

Эти две фазы можно назвать периодом становления, после которого наступает переломный момент, и начинается период разветвления. Как правило, переломному моменту предшествует коллапс финансового «пузыря».

3) В третьей фазе — «синергия» — рост продолжается уже в условиях, когда производственная система полностью подчинена новой парадигме.

4) Четвертая фаза — «зрелость», в которой основные отрасли начинают сталкиваться с перенасыщением рынка.

Предложенная концепция, с учетом творческого переосмысления, может быть использована и для анализа инновационного развития железнодорожного транспорта на протяжении всей его истории.

ПРОЕКЦИИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ФАЗ

Появление и развитие железнодорожного транспорта стимулировало развитие смежных отраслей, а в дальнейшем стало и фактором зарождения новых сфер производственной деятельности. Это позволяет сделать вывод, что железная дорога, будучи прорывной (эпохальной) инновацией, одновременно является основой формирования кластера улучшающих инноваций, что делает эту отрасль уникальной и экономически привлекательной.

Развитие железнодорожного транспорта было одним из ключевых факторов ускорения роста мировой экономики начиная с XIX века. Б. М. Лапидус и Д. А. Мачерет [9] выделяют три фазы эволюции железнодорожного транспорта, соответст-

вующих гегелевской триаде: «тезис — анти-тезис — синтез».

Для первой фазы («тезис») характерно экстенсивное развитие отрасли. Железнодорожный транспорт в этот период становится стимулятором развития остальных отраслей экономики и роста капитализации, способствует формированию единого экономического пространства.

Вторая фаза эволюции («антитезис») поддерживает устойчивое экономическое развитие сформированной в первой фазе сети железных дорог. Основным направлением признается внедрение технических инноваций, позволяющих повысить производительность инфраструктуры и подвижного состава, усовершенствовать технологию перевозочного процесса. Экстенсивное развитие железнодорожного транспорта «вширь» все больше заменяется интенсивным — «вглубь» [10].

Ключевым моментом перехода к третьей фазе («синтез») является специализация железных дорог: развиваются высокоскоростное сообщение, что отражает потребности пассажиров в кардинальном ускорении поездок, а также тяжеловесное грузовое движение, позволяющее существенно повысить объемы и снизить стоимость перевозки массовых грузов. Приоритетные направления повышения качества перевозочного процесса — снижение себестоимости и увеличение скорости доставки грузов и перемещения пассажиров [9], что может быть достигнуто только на основе инновационно-ориентированного развития.

Надо отметить, что в развитии железных дорог своеобразно отражаются волновая теория Кондратьева и теория фаз Переса, и это связано со спецификой отрасли:

- железнодорожный транспорт обслуживает все другие отрасли экономики, в том числе инновационные, и его состояние должно соответствовать их требованиям;

- железнодорожный транспорт, потребляя продукцию, производимую многими отраслями, абсорбирует инновации, формируемые в других сферах деятельности.

В конце прошлого—начале нынешнего столетия в мире наметилась тенденция к ускоренному развитию железнодорожного транспорта на базе инноваций, что стало основой концепции инновационного ренессанса железных дорог [11, 12].

Следует при этом выделить ключевое значение инновационного развития железнодорожного транспорта именно сейчас для того, чтобы мировая экономика (частью которой является экономика России), преодолевающая последствия глобального кризиса, смогла встать на рельсы устойчивого прогресса.

По мнению Е. Г. Ясина, основная проблема состоит в том, что «наступил период инновационной паузы, крупных изобретений, которые порождали бы дополнительные потоки нововведений, пока нет» [13]. Из этого вытекает потребность в появлении крупных инноваций, которые послужили бы «мотором» устойчивого роста, а они, как справедливо заметил Д. А. Мачерет, возможны лишь при инвестициях [14], основанных на реальных сбережениях. Причем если предшествующий экономический «бум» в конце XX—начале XXI века базировался преимущественно на инновациях в области информационных технологий и телекоммуникаций, что в немалой степени способствовало «виртуализации» экономики, ставшей одной из причин глобального кризиса, то поворот к росту реальной эффективности с опорой на производительность требует инноваций в системе движения реальных товаров или, говоря иначе, транспортной сфере.

Таким образом, инновации в сфере железнодорожного транспорта, имеющие длительную историю и сыгравшие значительную роль в становлении и развитии эпохи динамичного экономического роста, вновь приобретают большую востребованность в реальных условиях экономики, особенно в России, где железные дороги остаются основой товародвижения и перемещения людей.

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Учитывая эволюционность, цикличность экономического, инновационного развития, для понимания перспектив и обоснования направлений инновационно-ориентированной железнодорожной отрасли необходим ретроспективный анализ, который и был выполнен с использованием разработанной автором экономической классификации инноваций [15].



Сопоставление результатов ретроспективного анализа инноваций на железнодорожном транспорте с фазами большой волны Карлоты Перес, большими циклами Кондратьева, фазами эволюции железных дорог позволило построить графическую модель инновационного развития железнодорожного транспорта (рис. 1). На ее базе можно сделать следующие выводы:

- фазы эволюционного развития железнодорожного транспорта отличаются долгосрочностью;

- исторические, социальные и другие события, безусловно, влияют на развитие железнодорожного транспорта, но при всех изменениях он остается уникальной отраслью, которая является «ключевым звеном в цепи мировых экономических связей» [16];

- основой для каждого нового технологического уклада становятся изобретения предыдущего уклада;

- одна из характеристик уникальности железнодорожного транспорта состоит в достаточно долгом жизненном цикле отрасли, который уже продолжается около 200 лет.

Графическая модель инновационного развития отрасли показывает его тенденции во взаимосвязи с фазами большой волны Карлоты Перес и большими циклами Кондратьева. Причем смена первых, как правило, соответствует экстремумам вторых.

На проявлении фаз большой волны в ходе инновационного развития железнодорожного транспорта следует остановиться более подробно.

Фаза «внедрение» (продолжавшаяся до середины XIX века) характеризуется появлением нескольких эпохальных и целого ряда базисных инноваций, благодаря которым железнодорожный транспорт сформировался как отрасль и показал свою эффективность.

Фаза «агрессия» (1850–1870-е годы) — период создания мировой железнодорожной сети, когда отрасль была инвестиционным лидером. В это время продолжали внедряться базовые инновации, но существенно возросла роль улучшающих.

В совокупности эти две фазы обеспечили становление железнодорожной отрасли, которая заняла доминирующее положение

в сухопутных перевозках как грузов, так и пассажиров.

«Переломный момент» достаточно четко проявился в истории российских железных дорог в ходе «железнодорожной горячки» 1880-х—начала 1890-х годов, после которой темпы строительства рельсовых линий сократились [17]. Схожие процессы происходили и в ряде других стран.

Фаза «синергия», приходящаяся на конец XIX—начало XX века, была в полном смысле слова «золотым веком» железных дорог, которые, продолжая уверенно доминировать в сухопутных перевозках, интенсифицировали свою деятельность на основе диффузии инноваций предшествующей фазы и появления новых, связанных с абсорбцией в отрасли результатов первого этапа второй промышленной революции (третьей технологической — по классификации К. Перес).

Второй ее этап (четвертая технологическая революция — по классификации К. Перес) дал импульс к переходу в фазу «зрелость», одновременно породив и мощнейших конкурентов железных дорог — авиационный, автомобильный и трубопроводный транспорт. В условиях перенасыщения рынка в этот период в железнодорожной отрасли растет роль микроинноваций и уже появляются псевдоинновации.

В фазах «синергия» и «зрелость» происходит развертывание технико-технологических возможностей и социально-экономической роли, соответствующей первой фазе эволюции железнодорожного транспорта («тезис»), и во второй части фазы «зрелость» он из числа инновационных и экономических лидеров переходит в разряд традиционных отраслей, поддерживающих устойчивое функционирование экономики при сужении рыночной доли. Этот период соответствует второй фазе эволюции («антитезис»). Происходившие тогда интенсификация и повышение эффективности деятельности отрасли были связаны с диффузией ранее абсорбированных инновационных результатов произошедшей в конце XIX—начале XX века второй промышленной революции (этапы которой соответствуют третьей и четвертой технологическим революциям — по классификации К. Перес).

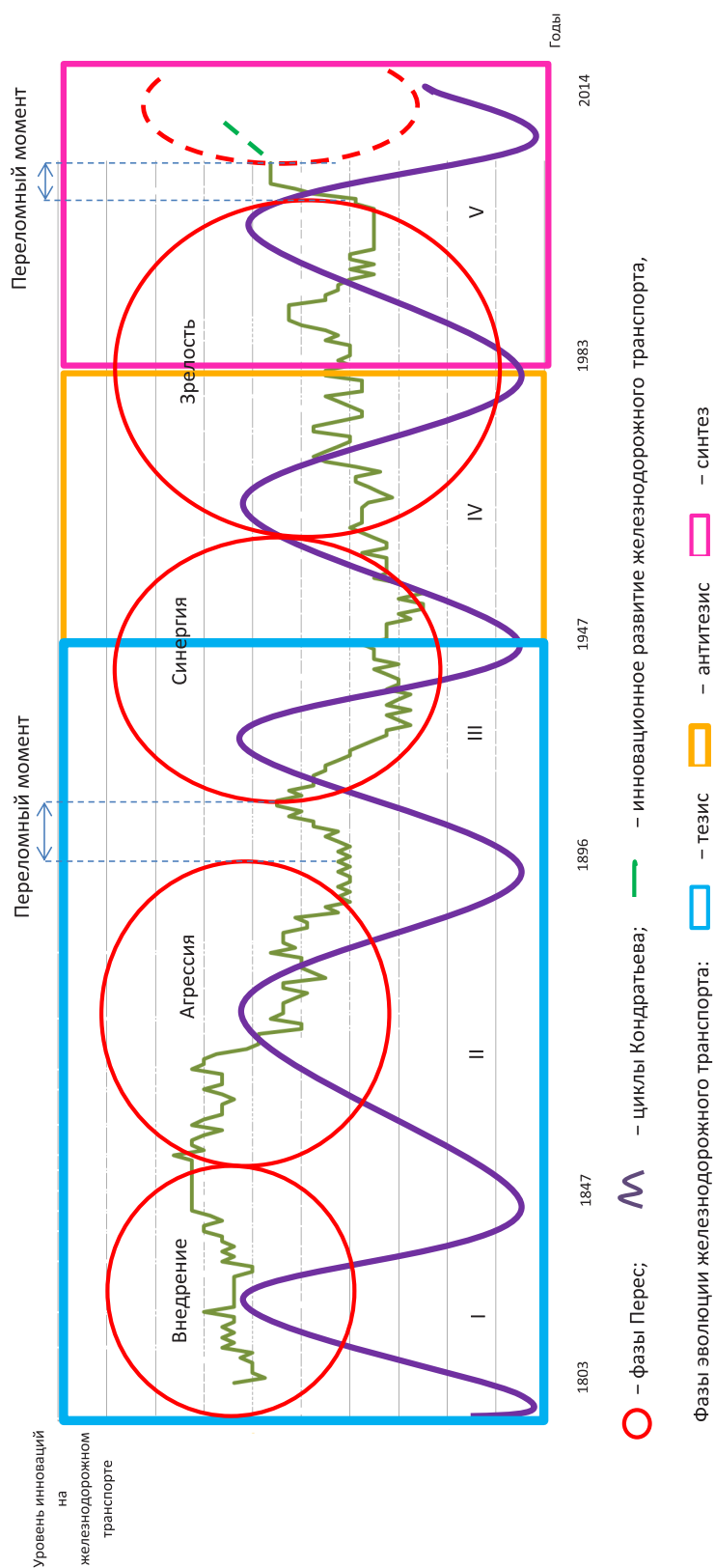


Рис. 1. Графическая модель инновационного развития железнодорожного транспорта в контексте долгосрочной экономической динамики.

Абсорбирование инноваций, вызванных третьей промышленной революцией в конце XX века (пятой технологической — по классификации К. Перес), а также появление на железнодорожном транспорте в ходе фазы «зрелость» важных базисных инноваций типа высокоскоростного сообщения становятся предпосылками следующей большой волны в развитии железнодорожной отрасли, началом которой и должен оказаться называвшийся уже «инновационный ренессанс».

В то же время современный этап развития железнодорожного транспорта характеризуется наличием в большей степени поддерживающих инноваций, что говорит о том, что отрасли нужны радикальные перемены, основанные на инновационно-ориентированной стратегии. «Мотором» таких перемен могут стать синергетические инновации — новые транспортные средства и технологии, возникающие в процессе гибридизации различных видов транспорта и формирующие синергетические социально-экономические эффекты.

КОНСОЛИДИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ СИНЕРГИИ

Синергетические инновации основаны на выявленной автором [18] тенденции к гибридизации видов транспорта и транспортных средств. Эти инновации позволяют сформировать синергетические эффекты за счет сочетания «сильных» сторон разных транспортных услуг и возможностей, открываемых с их участием. В начале XXI века синергетические инновации как проекты все больше и больше захватывают умы ученых и инженеров по всему миру.

Так, например, инновационный вид транспорта «поезд-самолет» представляет собой систему, сочетающую скорость движения самолета и гибкость железнодорожного транспорта. Вместо локомотива используется летающее крыло с двигателями, кабиной, топливными баками и шасси. Вместо вагонов — модули (капсулы), каждая из которых представляет собой автономный фюзеляж самолета. Капсулы можно применять на железнодорожном транспорте, что позволяет внести существенные изменения в саму концепцию работы аэропортов и их архитектурную конструкцию. Вместо того, чтобы идти в аэропорт и са-

диться на самолет, пассажиры смогут пойти на железнодорожный вокзал для размещения внутри капсулы. Причем процесс будет столь же простым, как в случае с пригородным поездом. По достижении аэропорта капсулы прикрепляются к летающему крылу, так что пассажирам не нужен никакой терминал.

Тот же принцип относится и к коммерческим грузоперевозкам. Данная конфигурация обеспечивает более эффективное и гибкое управление пассажиро- и грузоперевозками, снижая вероятность незаполненных рейсов. Модульная конструкция дает экономию в эксплуатации, хранении и логистике. Кроме того, подобный подход экологичен. Реализация проекта поможет гармонизировать взаимодействие авиационного и железнодорожного транспорта, ключевую роль в котором возьмет на себя железнодорожная инфраструктура. Тем самым железнодорожные компании смогут эффективно диверсифицировать свою деятельность в области пассажирских перевозок, выстраивая логистику поездок на дальние и сверхдальние расстояния с использованием традиционных и высокоскоростных поездов и поездов-самолетов.

Другая синергетическая инновация, проект SkyTran, представляет собой небольшие, построенные из композитных материалов капсулы вместимостью до двух человек, удерживаемые монорельсом на высоте шести метров с помощью магнитной левитации. Основные преимущества проекта:

1. Экономия времени (без пробок, ожидания, простота использования).
2. Комфорт (капсулы приходят без опоздания, выбрать станции прибытия/отправления можно с помощью смартфона, подходят для людей с ограниченными возможностями).
3. Решение проблем пробок на автодорогах.
4. Увеличение пространства для велосипедистов и пешеходов.
5. Уменьшение потребности в парковочных местах.
6. Возможность добираться до крупных бизнес-центров, бизнес-инкубаторов, офисов крупных компаний быстрее, надежнее и точно в срок.
7. Высокая экологичность, что особенно важно для мегаполисов.

Проект SkyTran¹ может составить определенную конкуренцию городским железным дорогам. Но в большей степени его следует рассматривать в качестве конкурента для автомобильного транспорта. Обеспечение удобного для пассажиров взаимодействия железных дорог и системы SkyTran дает им преимущество во внутригородских и пригородных перевозках.

Система Hyperloop предусматривает пассажирские капсулы из алюминиевого сплава, передвигающиеся со скоростью 1200 км/ч по специальному трубопроводу низкого давления, поднятому над землей на опорах. Основная ее выгода состоит в дешевизне.

Hyperloop может составить конкуренцию как существующим высокоскоростным железным дорогам и авиаперевозкам, так и таким инновационным видам транспорта, как система MagLev.

В то же время ограниченная провозная способность системы Hyperloop в сочетании с относительной дешевизной дает возможность использовать ее на направлениях относительно небольших пассажиропотоков, то есть в качестве линий, подпитывающих высокоскоростные железнодорожные магистрали. Тем самым будут достигнуты расширение общих границ наземного высокоскоростного сообщения и серьезный синергетический эффект.

Синергетические инновации, как и базисные, эпохальные, относятся к категории «прорывных». Они также опираются на макроизобретения, открывают возможности для кардинальных социально-экономических перемен и в дальнейшем могут лечь в основу эпохальных нововведений. Появление в отрасли такой категории инноваций — еще одно подтверждение справедливости концепции «инновационного ренессанса» железных дорог.

Таким образом, повышение темпов и устойчивости роста российской и мировой экономик требует активизации инновационного развития транспорта, а разработанная графическая модель инновационного

развития железнодорожного транспорта в контексте долгосрочной экономической динамики свидетельствует о том, что ускорение транспортных инноваций — реальное дело ближайшего будущего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумпетер Й. Теория экономического развития: Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1982. — 452 с.
2. Мокир Дж. Рычаг богатства. Технологическая креативность и экономический прогресс: Пер. с англ. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2014. — 502 с.
3. Сотников Е. А. История и перспективы мирового и российского транспорта. 1800—2100 годы. — М.: Интекст, 2005. — 110 с.
4. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. — М.: Экономика, 2002. — 767 с.
5. Циклы Кондратьева. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Циклы_Кондратьева. Доступ 02.09.2015.
6. Мачерет Д. А. Совершенствование экономических методов управления производственными ресурсами и работой железнодорожного транспорта / Дис... док. экон. наук. — М., 2000. — 311 с.
7. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания: Пер. с англ. — М.: Дело, 2013. — 232 с.
8. Камерон Р. Краткая экономическая история мира. От палеолита до наших дней: Пер. с англ. — М.: Российская политическая энциклопедия, 2001. — 544 с.
9. Лапидус Б. М., Мачерет Д. А. Макроэкономическая роль железнодорожного транспорта: теоретические основы, исторические тенденции и взгляд в будущее. — М.: Красанд, 2012. — 234 с.
10. Хачатуров Т. С. Экономика транспорта. — М.: АН СССР, 1959. — 587 с.
11. Лапидус Б. М., Мачерет Д. А. Эволюция железнодорожного транспорта — на пути к инновационному ренессансу // Вестник ВНИИЖТ. — 2011. — № 1. — С. 3—14.
12. Лапидус Б. М., Мачерет Д. А. Макроэкономический аспект эволюции железнодорожного транспорта // Вопросы экономики. — 2011. — № 3. — С. 124—137.
13. Ясин Е. Г. Новая реальность. Электронный ресурс: <http://www.liberal.ru/articles/cat/5374>. Доступ 02.09.2015.
14. Мачерет Д. А. Экономический кризис и транспорт // Мир транспорта. — 2010. — № 2. — С. 4—13.
15. Измайкова А. В. Классификация инноваций на железнодорожном транспорте и инвестиционный фактор их реализации // Вестник ВНИИЖТ. — 2015. — № 3. — С. 35—41.
16. Мачерет Д. А., Рышков А. В., Белоглазов А. Ю., Захаров К. В. Макроэкономическая оценка развития транспортной инфраструктуры // Вестник ВНИИЖТ. — 2010. — № 5. — С. 3—10.
17. Воронцов В. П. Экономика и капитализм. — М.: Астрель, 2008. — 981 с.
18. Измайкова А. В. Инновации, значимые для железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». — 2014. — № 3. — С. 53—69.

¹ См., напр., <http://www.skytran.com/> и в отношении Hyperloop: <http://hyperlooptech.com/>. — прим. ред.

Координаты автора: **Измайкова А. В.** — anastasiya.izmaykova@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 02.09.2015, принята к публикации 30.09.2015.



WAVES OF RAILWAY INNOVATIVE DEVELOPMENT

Izmaikova, Anastasia V., Scientific Research Institute of Railway Transport (VNIIZhT), Moscow, Russia.

ABSTRACT

The article considers the need to strengthen innovative development of railway transport. There are examples of a new type of innovations identified by the author – synergies that open up opportunities for radical social and economic changes. Technological revolutions and their impact on industry economy are examined. Basing on comparing a retrospective analysis of innovation with

phases of techno-economic paradigm shifts and great surges of Carlota Pérez, «great cycles» of Kondratiev, phases of railway evolution graphic model of innovative development of railway transport is generated. «Engine» of upcoming changes can be powered by synergistic innovations – new vehicles and technologies, resulting in hybridization of various modes of transport, followed by consolidated socio-economic effects.

Keywords: railway transport, innovation theory, synergetic innovations, Kondratiev cycles, technological revolution, economic growth, evolution phases.

Background. The term «innovation» comes from the Latin «novatio» (update, change) and the prefix «in» (lat. «in direction of»). Literally «innovatio» means «in the direction of change». The concept of «innovation» appeared in scientific research in XIX century, but it has become widespread in XX century through the works of Schumpeter, who first used this term in the economy. He wrote that when innovations are introduced into the economy, there is a so-called «whirlwind of creative destruction», undermining the balance of the previous economic system, causing withdrawal from the market of obsolete technologies and outmoded organizational structures, leading to emergence of new sustainable industries, resulting in unprecedented economic growth and human well-being. «Innovation» is an act of changing production functions» [1].

Innovation is at the same time a specific form of life- and human mental activity. Its implementation and interpretation (especially if taken as a system) as of a set of specially organized actions and thoughts at different stages of development of society, in different types and models of economic systems have not been the same.

It should be noted that social conditions significantly affect the propensity to inventions and implementation of innovations – «technological creativity of society», by definition of Joel Mokyr [2]. He identified three main conditions that promote such a creativity:

- firstly, the presence of staff of «inventive and entrepreneurial innovators, able and willing to challenge the physical environment for improvement of their lives»;
- secondly, «economic and social institutions should encourage potential innovators, creating for them the right incentive structure»;
- thirdly, «innovation requires diversity and tolerance».

Objective. The objective of the author is to consider waves of railway innovative development.

Methods. The author uses general scientific methods, comparative analysis, construction of graphical models.

Results.

Cycles of economic dynamics

In modern science, innovation is considered as an important factor of social and economic development and is an integral component for formation of the society of XXI century. One of the global trends is an increased competition of innovative systems with «traditional» production systems for the necessary resources. Economic development is dialectical to some extent: on the one hand, it is generated by intensification of scientific and technological progress; on the other hand, its result leads to an increase in the level of technological development. That is why

the theory of innovation is extremely relevant, particularly for railway transport, which «rendered a truly invaluable service to humanity in the development of civilization» [3].

Formation of the foundations of innovation theory happened within the framework of the formation of the general theory of cycles and crises, particularly in economic and technological spheres. The cornerstone in the foundation of the innovation theory was laid by N. D. Kondratiev. Russian economist linked the technological and economic innovation waves with radical changes in other spheres of social life: «... wars and social upheavals are included in the rhythmic process of development of large cycles and not as source forces of this development, but as one of the forms of its manifestation. But once established, they, of course, in turn have a powerful, sometimes perturbing effect on pace and direction of economic dynamics» [4]. «Long Kondratiev waves» or, on the other, «long Kondratiev cycles» have about half a century of duration and consist of two stages – upward and downward, and four phases – recovery, rise, downturn, recession.

According to his ideas, the first such cycle began in 1803 and lasted until 1843; the second cycle lasted during 1843–1896; the third one arose in 1896. According to modern researchers, this cycle lasted until 1947. There are two more cycles corresponding to the theory of N. D. Kondratiev: the fourth (1947–1983) and fifth (1983) [5]. (Borders of cycles vary in different works).

As noted in [6], Kondratiev linked the existence of long cycles to the progress of engineering and technology. Empirical studies show that the length of economic cycles is a variable value. The theoretical explanation of cyclical economic development does not allow the presence of strict quantitative laws of deployment of market processes over time, either some «magic dates» for emergence or rise or cataclysms. Kondratiev, noting that the development of the downward wave leads to formation of preconditions for a new long-term rise, pointed out: the rise is not inevitable, as in the economy organic changes can occur, distorting the nature of economic dynamics. And it is even more impossible without a specific analysis to state that a change of trend is bound to come at a certain time.

Today, economic science defines the phenomenon of long cycles as follows: they are market fluctuations lasting 45–60 years, manifested in the dynamics of prices, output and performance of various industries and sectors of the economy, defined by long-term changes in supply and demand trends.

Every long Kondratiev cycle is accompanied by a wave of innovation caused by large-scale technological revolution. The author of the book «Technological

Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages» Carlota Pérez [7] defines the technological revolution as a powerful cluster of new dynamically developing technologies that can generate a long-term trend of development and a significant rise in the economy. Each cluster contains a set of related innovative technologies of wide application and organizational principles, leading to a jump in performance in almost all spheres of economic activity. The technological revolution brings with it not only a complete restructuring of the production structure, but also the changes in public management and society. C. Pérez named all the above «techno-economic paradigm».

Carlota Pérez identifies five technological revolutions that had occurred in the period of 1770s–2000s. Each of them represents the expansion of new products, industries and infrastructures, gradually forming a new techno-economic paradigm. It should be noted that any such revolution really combines new industries and products with pre-existing undergoing renovation. Railways of the second technological revolution led to emergence of national rail transportation network and the telegraph. Steel rails of the third revolution spawned transcontinental networks, which together with steamers and the telegraph provided the flourishing of international markets, etc. At that time railway transport played a key role in both revolutions. According to a major specialist in the field of economic history R. Cameron, «steam locomotive and steel rails to a greater extent contributed to acceleration of the process of economic development than any other technological innovation of XIX century» [8].

Developing the theory of long cycles of Kondratiev, Carlota Pérez argues that each long wave caused by technological revolution has four phases:

1) After «Depression», a period of rapid growth, innovative products appear that drive the industry to change and determine the direction of future development. A paradigm is formed corresponding to the phase of «implementation».

2) The second phase – rapid distribution of goods. During this period, there is flourishing of new branches of technology systems, infrastructures and, consequently, growth of markets. It is time to conduct aggressive investment (phase «aggression»).

Those two phases can be called a period of formation, after which comes a turning point, and a period of deployment begins. As a rule, a turning point is preceded by the collapse of the financial «bubble».

3) In the third phase – «synergy» – growth continues under the conditions when the production system is completely subordinated to the new paradigm.

4) The fourth phase – «maturity» in which the main branches are beginning to face a market glut.

Projections of evolutionary phases

Emergence and development of railway transport had stimulated the development of related industries, and later became a factor of emergence of new areas of production activities. This leads to the conclusion that the railway, being breakthrough (landmark) innovation, is also the basis for formation of the cluster of improving innovations that makes this industry unique and economically attractive.

The development of railway transport was a key factor in accelerating the growth of the world economy since XIX century. B. M. Lapidus and D. A. Macheret [9] divide three phases in the evolution of railway transport, corresponding to the Hegelian triad of «thesis – antithesis – synthesis».

The first phase («thesis») is characterized by extensive development of the industry. Railway transport

in this period becomes a stimulator of other sectors of the economy and market capitalization growth, promotes the formation of a single economic space.

The second phase of evolution («antithesis») supports sustainable economic growth generated in the first phase by the railway network. Its main focus is introduction of technical innovations that improve the performance of infrastructure and rolling stock, technology of transportation process. Extensive development of railway transport «in breadth» is replaced more by the intense – «depthward» [10].

The key to the transition to the third phase («synthesis») is a specialty of railways: high-speed communication is developing that reflects the needs of passengers for cardinal acceleration of traveling, as well as heavy freight traffic, which can significantly increase the volume and reduce the cost of transportation of bulk cargo. Priorities for improving the quality of the transportation process are reduction of the cost and increase in the speed of delivery of goods and the movement of passengers [9], which can be achieved only on the basis of innovation-oriented development.

It should be noted that Kondratiev wave theory and phase theory of Pérez have original sounding for railway development, and this is due to the specifics of the industry:

- Railway transport renders services to all other sectors of the economy, including innovation, and its status should meet their requirements;
- Railway transport, consuming products produced by many industries, absorbs innovations generated in other areas.

At the end of last and the beginning of this century, the world has tended to accelerate the development of rail transport on the basis of innovations that became the basis of the concept of an innovative renaissance of railways [11, 12].

Here we should highlight the key significance of innovative development of rail transport to the world economy (part of which is the Russian economy), coping with the effects of the global crisis, to be able to embark on a path of sustained progress.

According to E. G. Yasin, the main problem lies in the fact that «a period of innovation pause takes place, there are no major inventions that would generate additional streams of innovation» [13]. This implies the need for emergence of the major innovations that would serve as an «engine» for sustainable growth, and they, as is rightly pointed out by D. A. Macheret, are possible only with investment [14], based on real savings. And if the previous economic «boom» at the end of XX-beginning of XXI century was based mainly on innovation in the field of information technology and telecommunications, which largely contributed to «virtualization» of the economy, becoming one of the causes of the global crisis, then, turn to the growth of the real effectiveness based on performance requires innovation in the movement of real goods or, in other words, in transport sector.

Thus, innovation in the field of railway transport, has a long history and has played a significant role in the development of the era of rapid economic growth, once again becomes a great demand in the real economy, especially in Russia, where the railways remain the backbone of the mobility of people and goods.

Construction of a graphical model

Given the evolutionary, cyclical economic, innovative development, to understand the perspectives and to justify areas of innovation-oriented rail industry a retrospective analysis is required, which was carried



out using an economic classification of innovations developed by the author [15].

Comparison of the results of a retrospective analysis of innovation in railway transport with the phases of a big wave of Carlota Pérez, long waves of Kondratiev, phases of evolution of railways helped to build a graphical model of innovative development of railway transport (Pic. 1). On its basis the following conclusions are made:

- Phases of evolutionary development of railway transport are characterized by continuity;
- Historical, social and other events, of course, affect the development of railway transport, but with all the changes, it remains a unique industry, which is a «key link in the chain of world economic relations» [16];
- The basis for every new technological order are inventions of the previous way of life;
- One of the unique characteristics of railway transport is quite long life cycle of the industry, which has been going on for 200 years.

Graphical model of innovative development of industry shows its trend in relation to the phases of the big wave of Carlota Pérez and large cycles of Kondratiev. And the change of the former, as a rule, corresponds to the extremes of the latter.

We should consider in detail manifestation of the phases of big wave in the innovative development of railway transport.

The phase of «implementation» (which lasted until the middle of XIX century) is characterized by the appearance of several landmark and a number of basic innovations due to which railway transport has emerged as the industry and has shown its effectiveness.

The phase of «aggression» (1850s–1870s) is a period of creation of the global railway network when the industry has been the investment leader. At that time, basic innovations were introduced, but the role of improving innovations significantly increased.

Together, these two phases ensured the establishment of the railway industry, which has taken a dominant position in the land transportation of cargo, and passengers.

«The turning point» has quite clearly manifested itself in the history of Russian railways in the «railway fever» of 1880s and the beginning of the 1890s, after which the pace of construction of rail lines have decreased [17]. Similar processes occurred in other countries.

The phase of «synergy», attributable to the end of XIX–beginning of XX century, was in the full sense of the word «golden age» of railways, which, continuing steadily to dominate in overland transportation, intensified its activities basing on the diffusion of innovations of the previous phase and the emergence of new, related to absorption in the industry of the results of the first phase of the second industrial revolution (the third technological revolution according to C. Pérez).

The second stage (the fourth technological revolution according to C. Pérez) gave impetus to the transition to a phase of «maturity», and at the same time gave rise to powerful competitors of railways – air, road, and pipeline transport. While transportation market is saturated, the role of microinnovation is growing for railways, and pseudo-innovations have since appeared.

In the phases of «synergy» and «maturity» the deployment of technical and technological possibilities and socio-economic role occurs, corresponding to the first phase of the evolution of railway transport («thesis»). And in the second part of the phase of «maturity» railways from the group of innovative and economic leaders goes into the category of traditional industries, supporting the stable functioning of the economy by narrowing the market share. This period corresponds to the second

phase of evolution («antithesis»). Intensification and increase in efficiency of the industry at that time were related to the diffusion of earlier absorbed results of innovations occurred in the late XIX–early XX century, the second industrial revolution (the stages of which correspond to the third and fourth technological revolution according to C. Pérez).

The absorption of innovation caused by the third industrial revolution in the late XX century (the fifth technological revolution according to C. Pérez), as well as the appearance on the railway transport in the phase of «maturity» of important basic innovations such as high-speed communications have become prerequisites for the next big wave in the development of the railway sector, the beginning of which should be already called «innovative renaissance».

At the same time the current stage of development of railway transport is characterized by presence to a greater extent of supportive innovations, which suggests that the industry needs radical change, based on innovation-oriented strategy. «Engine» of these changes may be powered by synergistic innovations – new vehicles and technologies, resulting in hybridization of various modes of transport and synergistic social and economic effects.

Consolidating effect of synergy

Synergetic innovations are based on the tendency, identified by the author [18], to hybridization of modes of transport and vehicles. These innovations make it possible to generate synergetic effects through a combination of «strong» sides parties of various transport services and opportunities, appearing due to their participation. At the beginning of XXI century synergistic innovations implemented in the projects capture more and more the minds of scientists and engineers around the world.

For example, an innovative mode of transport «train-plane» is a system that combines the speed of the aircraft and the flexibility of rail transport. Instead of using the locomotive, flying wing with engines, cabin, fuel tanks and landing gear is applied. Instead of cars – modules (capsules) are applied, each of which is an independent aircraft fuselage. The capsules can be used in rail transport, which allows to make significant changes in the concept of airports work and their architectural design. Instead of going to the airport and boarding the plane, passengers will be able to go to the railway station for placing inside the capsule. Moreover, the process is as simple as in the case of the commuter train. Upon reaching the airport capsule is attached to the flying wing, so that passengers do not need any terminal.

The same principle applies to commercial cargo transportation. This configuration provides a more efficient and flexible management of passenger and cargo transportation, reducing the probability of unoccupied runs. The modular design enables savings in use, storage and logistics. In addition, this approach is harmless. The project will help to harmonize the interaction between air and rail transport, a key role in which will be played by railway infrastructure. Thus, railway companies will be able to effectively diversify their activities in the field of passenger transportation, building logistics of traveling at long and very long distances using conventional and high-speed trains and trains-planes.

The same principle applies to commercial cargo.

Other synergistic innovation, project SkyTran¹, is small, built of composite materials capsules for up to

¹ See, e.g., <http://www.skytran.com/> and <http://hyperlooptech.com/>. as for Hyperloop system. — Ed. note.



Pic. 1. Graphical model of innovative development of railway transport in the context of long-term economic dynamics.

2 persons held by monorail at the height of six meters using magnetic levitation. The main advantages of the project:

1. Time saving (without traffic jams, waiting, ease of use).
2. Comfort (capsules come without delay, it is possible to select station of arrival / departure with smart phone, they are suitable for people with disabilities).
3. Solving of traffic jams problem on the roads.
4. The increase in space for bicycle-passengers and pedestrians.
5. Reducing the demand for parking spaces.
6. The ability to get to major business centers, business incubators, offices of large companies quickly, reliably and on time.
7. High environmental friendliness, which is particularly important for metropolitan areas.

Project SkyTran can make certain competition to urban railways. But mostly it should be seen as a competitor for road transport. Provision of interaction of railways and SkyTran system is more convenient for passengers and gives them an advantage in urban and suburban traffic.

The system Hyperloop provides passenger capsules of aluminum alloy, moving at a speed of 1200 km / h in special low-pressure pipelines, raised above the ground on supports. Its main benefit is cheapness.

Hyperloop can compete with existing high-speed railways and air transportation, and such innovative modes of transport, as a system of MagLev.

At the same time, the limited carrying capacity of the system Hyperloop combined with the relative cheapness makes it possible to use it at lines with relatively small volumes of passenger traffic, that is, at the lines that feed the high-speed railway main lines. Thus, expansion of common borders of terrestrial high-speed communications and serious synergetic effect will be achieved.

Synergetic innovation as basis, epoch-making, are classified as breakthrough innovations. They also rely on macro inventions, open up opportunities for radical social and economic changes and in the future could form the basis of epochal innovations. The emergence of such a category of innovations in the industry is another confirmation of the validity of the concept of «innovation renaissance» of railways.

Conclusion. Thus, increasing the pace and sustainability of growth in the Russian and world economies requires enhancement of innovative development of transport. The developed graphical model of innovative development of railway transport in the context of long-term economic dynamics indicates that the acceleration of transport innovation is a real deal of near future.

REFERENCES

1. Schumpeter, J. A. The Theory of Economic Development [Teoriya ekonomicheskogo razvitiya: Transl. from English]. Moscow, Progress publ., 1982, 452 p.
2. Mokyr, J. The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress [Rychag bogatstva. Tehnologicheskaya kreativnost' i ekonomicheskij progress. Transl. from English]. Moscow, Izd-vo Instituta Gajdara, 2014, 502 p.

3. Sotnikov, E. A. History and prospects of the Russian and world transport. 1800–2100 years [Istoriya i perspektivy mirovogo i rossijskogo transporta. 1800–2100 gody]. Moscow, Intekst publ., 2005, 110 p.

4. Kondratiev, N. D. Big cycles of conjuncture and theory of foresight [Bol'shie cikly kon'unktury i teoriya predvideniya]. Moscow, Ekonomika publ., 2002, 767 p.

5. Kondratiev cycle [Cikly Kondrat'eva]. Electronic data: https://ru.wikipedia.org/wiki/Циклы_Кондратьева. Last accessed 02.09.2015.

6. Macheret, D. A. Improving economic methods of production resources management and operation of rail transport [Sovershenstvovanie ekonomicheskikh metodov upravleniya proizvodstvennymi resursami i rabotoj zheleznodorozhnogo transporta]. D. Sc. (Economics) thesis. Moscow, 2000, 311 p.

7. Pérez, C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages periods of prosperity [Tehnologicheskie revolyucii i finansovyy kapital. Dinamika puzryej i periodov procvetaniya. Transl. from English]. Moscow, Delo publ., 2013, 232 p.

8. Cameron, R. A Concise Economic History of the World: From Paleolithic Times to the Present [Kratkaja ekonomicheskaja istoriya mira. Ot paleolita do nashih dnei. Transl. from English]. Moscow, Russian Political Encyclopedia, 2001, 544 p.

9. Lapidus, B. M., Macheret, D. A. The macroeconomic role of rail transport: theoretical foundations, historical trends and look into the future [Makroekonomicheskaja rol' zheleznodorozhnogo transporta: teoreticheskie osnovy, istoricheskie tendencii i vzgljad v budushhee]. Moscow, Krasand publ., 2012, 234 p.

10. Khachaturov, T. S. Transport Economics [Ekonomika transporta]. Moscow, USSR Academy of Sciences, 1959, 587 p.

11. Lapidus, B. M., Macheret, D. A. Evolution of rail transport – on the way to an innovative renaissance [Evoljucija zheleznodorozhnogo transporta – na puti k innovacionnomu renessansu]. Vestnik VNIIZhT, 2011, Iss. 1, pp. 3–14.

12. Lapidus, B. M., Macheret, D. A. Macroeconomic aspects of the evolution of rail transport [Makroekonomicheskij aspekt evoljucii zheleznodorozhnogo transporta]. Voprosy ekonomiki, 2011, Iss. 3, pp. 124–137.

13. Yasin, E. G. The new reality [Novaja real'nost']. Electronic data: <http://www.liberal.ru/articles/cat/5374>. Last accessed 02.09.2015.

14. Macheret, D. A. Economic crisis and transport. World of Transport and Transportation, Vol. 8, 2010, Iss. 2, pp. 4–13.

15. Izmaikova, A. V. Classification of innovations in rail transport and investment factor of their implementation [Klassifikacija innovacij na zheleznodorozhnom transporte i investicionnyj faktor ih realizacii]. Vestnik VNIIZhT, 2015, Iss. 3, pp. 35–41.

16. Macheret, D. A. Ryshkov, A. V., Beloglazov, A. Yu., Zakharov, K. V. Macroeconomic assessment of transport infrastructure development [Makroekonomicheskaja ocenka razvitiya transportnoj infrastruktury]. Vestnik VNIIZhT, 2010, Iss. 5, pp. 3–10.

17. Vorontsov, V. P. The economy and capitalism [Ekonomika i kapitalizm]. Moscow, Astrel publ., 2008, 981 p.

18. Izmaikova, A. V. Innovations that are important for railway transport [Innovacii, znachimye dlja zheleznodorozhnogo transporta]. Bulletin of the Joint Scientific Council of JSC Russian Railways, 2014, Iss. 3, pp. 53–69. ●

Information about the author:

Izmaikova, Anastasia V. – junior researcher of the Joint Scientific Council of JSC «Russian Railways», Ph.D. student of Scientific Research Institute of Railway Transport (VNIIZhT), Moscow, Russia, anastasiya.izmaykova@mail.ru.

Article received 02.09.2015, accepted 30.09.2015.



МЕТАЛЛООБРАБОТКА 40

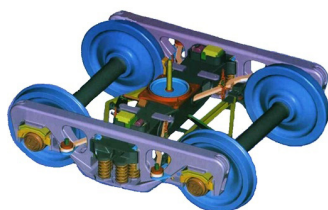
Детали для подвижного состава.

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ АВТОМОБИЛЯ 50

Дилемма решается при существующем уровне техники.

ТЕЛЕЖКА ВАГОНА 58

Эффект поперечной связи.



БЕССТЫКОВОЙ ПУТЬ 64

«Ермаку» облегчат жизнь в Забайкалье.

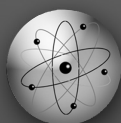
РАДИОСВЯЗЬ 80

Клиппирование сигнала: вариант четырехразового снижения помех.

ЛОКОМОТИВ 86

Привод с параллельными потоками мощности.

НАУКА И ТЕХНИКА • SCIENCE AND ENGINEERING



METALWORKING 40

Parts for rolling stock.

POWER EFFICIENCY OF A MOTOR-CAR 50

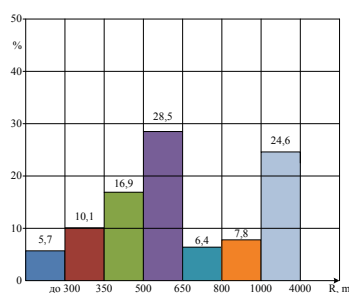
Dilemma can be solved under current engineering conditions.

RAIL CAR'S BOGIE 58

Effects of transverse connection.

JOINTLESS TRACK 64

Ermak locomotive will go easier in Trans Baikal area.



COMMUNICATIONS 80

Signal clipping: noise can be reduced by four.

LOCOMOTIVE 86

Gear with parallel power flows.