



«Экологический императив» и инновационное развитие транспорта



Дмитрий МАЧЕРЕТ
Dmitry A. MACHERET

Анастасия ИЗМАЙКОВА
Anastasia V. IZMAIKOVA



Мачерет Дмитрий Александрович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика строительного бизнеса и управление собственностью» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

Измайкова Анастасия Валерьевна – младший научный сотрудник Объединённого учёного совета ОАО «РЖД», Москва, Россия.

«Ecological Imperative» and Innovative Development of Transport
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 27)

В статье рассмотрена одна из ключевых характеристик новой промышленной революции – повышение экологичности производства или «экологический императив». Сформированы направления повышения экологичности в транспортной отрасли, проведен анализ ряда изобретений (инновационных предложений), способствующих реализации экологического императива.

На основе анализа представлена матричная классификация подобных инноваций, значимых для транспорта, прежде всего – железнодорожного.

Сделаны выводы относительно задач долгосрочного развития железнодорожного транспорта с целью повышения его экологичности, адекватной реакции на глобальные вызовы будущего.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, экологический императив, инновационное развитие, экономический рост, энергоэффективность, бионика.

Появление железных дорог стало одним из результатов промышленной революции начала XIX века, открывшей новую эпоху в экономической истории человечества – эпоху современного экономического роста. Всё дальнейшее, почти двухвековое, развитие железнодорожной отрасли происходило в тесной взаимосвязи с последующими промышленными революциями, которые по-разному классифицируются различными исследователями, но при любой классификации очевидно как их воздействие на развитие железных дорог, так и то, что это развитие, в свою очередь, способствовало развёртыванию каждой очередной промышленной революции и формированию предпосылок к новой [1].

Поэтому, прогнозируя перспективы железнодорожной отрасли и транспорта вообще, стремясь уже сейчас подготовить возможные ответы на вероятные будущие вызовы, надо очень чутко отслеживать новые тенденции в экономическом развитии, чтобы не упустить начало очередной промышленной революции, которая, безусловно, породит как новые требования, так и новые возможности для транспорта.

По мнению Питера Марша, известного британского специалиста, новая, пятая по его классификации, промышленная революция разворачивается уже сейчас. Она «началась около 2005 года и продлится примерно до 2040 года, но возможно, что в полной мере её эффект сможет проявиться лишь к концу столетия» [2, с. 363].

Одна из ключевых характеристик новой промышленной революции, на которой надо сфокусировать внимание — повышение экологичности производства, или, по терминологии Марша, «экологический императив». Следует отметить необходимость взвешенного и осторожного отношения к экологическому аспекту развития. При всей очевидной важности экологических проблем многие экономисты высказывают скептическое отношение к «апокалиптическим» заключениям ряда экспертов-экологов о последствиях влияния промышленного производства на окружающую среду [3, с. 526–556] или даже дают негативные оценки некоторым действиям в защиту окружающей среды [4, с. 286].

Представляется, что наиболее взвешенным с экономической точки зрения является подход Дипака Лала, подкрепленный позицией ряда видных специалистов, согласно которому «экологическая экономика» в её правильном понимании сводится к применению анализа соотношения издержек и результатов на основе принципов экономики благосостояния [5, с. 381].

П. Марш при рассмотрении экологических аспектов новой промышленной революции, хотя и не декларирует подобных теоретических подходов, также увязывает экологичность и экономичность. И, соответственно, не противопоставляет сохранение окружающей среды экономическому росту, а показывает возможности реализации и того, и другого. По его мнению, для новой промышленной революции будут характерны «экономное распоряжение ресурсами и минимизация воздействия на окружающую среду... Это будет мир, в котором рост экономики будет продолжаться, но при этом производство впервые в истории станет снижать воздействие на окружающую среду вместо увеличения этого воздействия» [2, с. 211].

Достижение таких целей видится за счет сочетания разных тематических направлений:

– снижения энергопотребления и водопотребления, прежде всего — за счет совершенствования конструкций потребляющих устройств;

– снижения экологической нагрузки благодаря применению высокопрочных износостойких материалов;

– ликвидации ненужных производственных этапов и связанных с ними вредных выбросов и других видов экологического воздействия;

– переработки вторичного сырья, что решает сразу две проблемы: ликвидирует свалки отходов и снижает объемы использования первичных ресурсов (полезных ископаемых).

Последнее направление наиболее полно может быть реализовано в рамках «экономики замкнутого цикла», предполагающей «непрерывный цикл переработки материалов, соединяющий старую и новую продукцию» [2, с. 224–225]. Благодаря этому возможно сочетание экологичности и прибыльности производства. «Если <...> добиться эффективной работы подобной замкнутой системы оборота материалов, то исходные материалы в такой системе, по определению, добываются легко и весьма дешево. Благодаря низким затратам компании, работающие по такому принципу, могут поставить себе задачей достижение более высоких показателей прибыли по сравнению со своими конкурентами...» [2, с. 225]. Таким образом, говоря об «экологическом императиве», Марш не прибегает к расхожему тезису «есть вещи поважнее прибыли и конкуренции», а показывает, в том числе и на ряде примеров, как экологичность продукции повышает эффективность и конкурентоспособность производителя.

Влияние «экологического императива» на железнодорожный транспорт можно рассматривать в разных аспектах.

Во-первых, снижение потребления ископаемых источников сырья для производства энергии и материалов сократит (по крайней мере, относительно объемов промышленного производства и ВВП, а, возможно, и абсолютно) добычу и, следовательно, перевозки полезных ископаемых. Учитывая, что данные грузы доминируют в структуре железнодорожных перевозок, это окажет существенное негативное влияние на их объемы. Увеличение перевозок вторсырья, скорее





Таблица 1
Классификация изобретений (инновационных предложений), соответствующих «экологическому императиву» и значимых для транспорта

Снижение энергопотребления и возобновляемой энергетики	<p>Инновации, реализуемые на железнодорожном транспорте, а также на других видах транспорта, позволяющие обеспечить синергию с развитием железных дорог</p> <p>Уникальная беспроводная технология для двигателей – датчик, способный без проводов передавать информацию о температуре двигателя, позволяющий избежать транспортные средства от проводов и снизить энергопотребление.</p>	<p>Инновации, реализуемые на других видах транспорта, которые могут дать им конкурентные преимущества на рынке перевозок</p> <p>Проект высокоскоростных энергоэффективных магнитоплазменных – прототип трубы для поездов на магнитной подвеске, внутри которой воздушное сопротивление в 10 раз ниже, чем атмосферное давление на уровне моря, что дает возможность магнитоплазменным перемещаться практически бесшумно, при этом тратя на порядок меньше энергии.</p>	<p>Инновации в иных, нетранспортных, отраслях, абсорбирование которых железнодорожным и другими видами транспорта открывает новые возможности по повышению эффективности деятельности транспортных компаний</p> <p>Магнитный чип – магнитный чип, потребляющий для проведения вычислений минимально возможное количество энергии, практически равное пределу Ландауэра, что в миллион раз меньше, чем аналогичные энергетические затраты в современных процессорах.</p> <p>Энергоэффективное регулирование температуры в зданиях – замена кондиционеров зеркала, перенаправляющими излучение тепла в космос.</p>
Снижение CO ₂ развигие возобновляемой энергетики	<p>Пассажирский экспресс Solar Bullet – специальный проект высокоскоростного пассажирского экспресса с энергетическим снабжением от эффективных солнечных батарей.</p> <p>Железнодорожная электростанция – пилотный проект выработки и хранения энергии при помощи железной мини-дороги, считающийся лучшим вариантом решения проблемы запаса энергии.</p> <p>Проект транспортной системы Nurelvoor («Пиллертия») – пассажирские капсулы из алюминиевого сплава, перевозящиеся со скоростью до 1200 км/ч по специальному трубопроводу низкого давления, подвешенного над землей на опорах, без выбросов CO₂ и с низким энергозатратами.</p> <p>SkyTrain – инновационный городской транспорт – небольшие капсулы, построенные из композитных материалов, вмещающие до 2 человек, удерживаемые на монорельсе на высоте шести метров с помощью магнитной левитации. Основная идея проекта: замена автомобилей экологически чистым транспортом, который в перспективе можно оснастить солнечными батареями.</p> <p>Полностью электрический самолет – самолет с единой централизованной системой электроснабжения, которая обеспечивала бы все его энергетические потребности.</p> <p>Система MagLev – основанная на использовании магнитной подвески, система MagLev Levitation поднимет уровень движения общественного транспорта выше уровня наземных магистралей и сделает движение транспортных кабин независимым от пробок, аварий и других неприятностей наземного транспортного движения при отсутствии выбросов CO₂.</p> <p>Технология Super-MagLev – позволяющая избежать сопротивление воздуха, что в теории позволит поездам на магнитной подвеске разогнаться до скоростей в 3 тысячи километров в час.</p>	<p>Электромобили с использованием графеновых батарей – графен позволяет сделать легкие прочные аккумуляторы с огромной емкостью, способные заряжаться от возобновляемых источников энергии.</p> <p>Stella – автомобиль на солнечных батареях – первый в мире, за счет малого веса обеспечивающий высокую дальность пробега.</p>	<p>Прозрачная солнечная батарея – способная поглощать ультрафиолетовое излучение и применяемая в самых разных конструкциях, получаемой энергией от которой можно будет заряжать сотовые телефоны, датчики для измерения температуры и другие приборы.</p> <p>Солнечные батареи, способные генерировать электричество как в солнечную, так и в дождливую погоду.</p> <p>Спрей, превращающий любую поверхность в батарею – метод, позволяющий преобразовать традиционный аккумулятор в жидкость, которая затем может быть нанесена на любую поверхность как краска из баллончика, для создания источника питания.</p> <p>Дисканционное получение энергии из бактерий основано на их способности выделять электрический заряд изнутри клетки.</p>
Применение высокотехнологичных энергоэффективных материалов	<p>Нет данных в использованной выборке</p>	<p>Грузовые фургоны на графеновых суперконденсаторах – новая модель тентованного фургона с предустановленной гибридной системой двигателя, экономящая около 25% топлива, а также сокращающая вредные выбросы.</p> <p>Инновационная технология восстановления шин использует герметик для самостоятельного восстановления шин.</p>	<p>Перовскитовые солнечные батареи – батареи, изготовленные из нового материала – перовскита, дающего возможность получать энергию по цене 2,7 доллара за ватт по сравнению с 3,9 доллара за ватт у современных солнечных батарей.</p> <p>Гибридные кристаллы – черные кристаллы на перовскитовой матрице, с очень низким энергопотреблением.</p> <p>Воздухоходимость – автомобиль, имеющий пневматический двигатель, для работы которого используется сжатый воздух.</p> <p>Трибоэлектрический генератор – устройство, которое вырабатывает электричество в результате трения между двумя поверхностями.</p> <p>Тяговый двигатель, использующий энергию микроволн и потому не нуждающийся в топливе.</p> <p>Технология, позволяющая превращать воду и углекислый газ в жидкое топливо – жидкие углеводороды, синтетический бензин, керосин и дизельное топливо.</p> <p>Сверхпрочная сталь для экономии топлива – новая сверхпрочная сталь третьего поколения, позволяющая снизить расход топлива за счет уменьшения веса транспортного средства.</p> <p>Электробетон, самостоятельно очищающий себя от снега и льда – способный нагревать сам себя и плавить скопившиеся на нем образования, при этом покрытие абсолютно безопасно для человека и любой техники.</p> <p>Аккумуляторы на углеродных батареях – на новых, графеновых, выдерживающие до трех тысяч циклов перезарядки без потери емкости, против нескольких сотен у современных литий-ионных батарей.</p>

			Сверхпрочный алюминий — такой же лёгкий, как алюминий, металл, но в двадцать пять раз прочнее. Ванадиевые батареи — способны работать практически вечно. Деревянное стекло — крепкий, дешёвый, возобновляемый и очень податливый инновационный материал на основе древесных волокон, нашедший свое применение в производстве окон и солнечных панелей в качестве более дешевой альтернативы традиционному кремниевому стеклу. Нет данных в использованной выборке.
Ликвидация ненужных производственных этапов	Вагонно-электрический комплекс с применением мощного средства «О-БИС» — экологически безопасна, ресурсосберегающая технология отливки котлов железнодорожных цистерн, особенно-стью которой являются одновременная дегазация от остаточного газа и отливка внутренней поверхности котла.	Самолеты с напечатанными 3D-детальками — новый метод производства металлических деталей самолетов с помощью трехмерной печати, который позволит экономить топливо, материалы и другие ресурсы. StreetScooter C16 — электромобиль, изготовленный на 3D-принтере — прототип малопартичного электрического автомобиля, практически весь кузов которого и большая часть других деталей были изготовлены при помощи промышленного трехмерного принтера, способного печатать несколькими различными материалами.	Нет данных в использованной выборке.
Бионика	Поезда-невидимки: новую японскую железную дорогу — новыи дуганы-хамелеон сверхскоростных поездов, которые будут сливаться с окружающей местностью, обеспечивая гармонично транспорта и природной среды. Технология создания «живых» автомобилей — из биологических материалов, которые могут изменяться и адаптироваться к окружающей среде.	Нет данных в использованной выборке.	Небьющееся стекло — новая технология обработки стекла, благодаря которой удалось значительно повысить его прочность, подскана свойствами панширей моллюсков.

всего, не компенсирует снижения перевозок полезных ископаемых. Но и для роста перевозок вторсырья железнодорожники должны предпринять специальные меры — в отличие от транспортировки угля и руды этот сектор рынка будет более конкурентным. Очевидно, понадобятся как новые типы вагонов, так и новая логистика доставки грузов.

В еще большей степени, чем общие объемы перевозок, изменится их распределение по направлениям. Грузопотоки из мест добычи полезных ископаемых к местам их переработки или портам будут частично замещены грузопотоками из мест концентрации вторсырья к местам его переработки. Такое перераспределение надо будет учитывать при планировании развития инфраструктуры и тягового обеспечения перевозок. Кроме того, грузопотоки вторсырья будет, вероятно, труднее маршрутизировать, чем грузопотоки полезных ископаемых, особенно это касается отправительской маршрутизации. Соответственно сложнее будет обеспечивать высокие веса поездов, снижая на этой основе себестоимость перевозок.

Конечно, все эти изменения — дело перспективы, причем, наверное, не очень близкой — пока «экономика замкнутого цикла» находится на начальной стадии и её влияние на объемы и структуру железнодорожных перевозок проявится не скоро. Тем не менее начинать готовиться к этим изменениям, хотя бы концептуально, надо уже сегодня. Нельзя уподобляться «плохим экономистам» (по выражению Г. Хазлитта), легкомысленно пренебрегающим перспективой [6, с. 19].

Во-вторых, повышение требований к экологичности глобальных цепочек создания стоимости может способствовать переходу части грузопотоков с менее экологичного автомобильного и водного транспорта на железные дороги. Так, европейская программа «Shift2Rail», ставящая эту цель, во многом основывается именно на экологической мотивации. А, например, в Японии решающим аргументом в пользу частичного замещения морского трафика железнодорожной перевозкой на одной из корреспонденций стало снижение вредных выбросов.

Однако надо принимать во внимание, что одними экологическими преимуществами, без эффективного сочетания цены и качества перевозки, конкурентоспособность железных дорог обеспечить нельзя. Да и другие



виды транспорта активно работают над повышением экологичности в рамках концепции «зеленого» транспорта и развития технологий «зеленой» логистики, актуальность и востребованность которой показана в работе [7].

Концепцию «зеленого» транспорта необходимо увязать с общим «экологическим императивом» новой промышленной революции таким образом, чтобы совместить высокую экологичность и эффективность.

В настоящее время в рамках повышения экологичности железнодорожного транспорта акцент делается на снижении вредных выбросов, шума и удельного энергопотребления. Последнее («энергоэффективность») полностью сочетается с задачей повышения экономической эффективности.

Повторное использование или утилизация материалов на железных дорогах также традиционно применяются (и всегда рассматривались именно как меры по сокращению затрат, а не с позиций снижения экологической нагрузки), однако реализация в отрасли концепции «экономики замкнутого цикла» — дело будущего. Как показывают примеры из других отраслей, для этого может потребоваться уменьшение количества видов материалов, используемых для изготовления железнодорожных технических средств и конструкций (чтобы упростить их переработку).

Следует упомянуть, что концепция экономики замкнутого цикла предусматривает также «необходимость ремонта и перепродажи вещей, которые перестали соответствовать требованиям первоначальных владельцев» [2, с. 225].

С этой точки зрения в указанную концепцию (даже без всякой перепродажи) хорошо вписывается капитальный ремонт технических средств с продлением срока их службы, в проведении которого на железнодорожном транспорте накоплен большой опыт. (Безусловно, его реализация не должна противоречить требованиям эффективности и безопасности перевозок).

Повышение экологичности железнодорожного транспорта требует также применения экологичных материалов и материалов с повышенной прочностью и износостойкостью. Выполнение этого условия позволяет снижать затраты за жизненный цикл соот-

ветствующих технических средств или устройств.

Для оценки перспектив и направлений реализации «экологического императива» в сфере транспорта проведен анализ ряда изобретений (инновационных предложений) по данным источников [8–43]. Они классифицированы по следующим направлениям:

- снижение энергопотребления и водопотребления;
- сокращение выбросов CO_2 , в том числе на основе развития возобновляемой энергетики (использование ветровой, солнечной, различных видов гидроэнергетики и др.);
- применение высокопрочных износостойких эффективных материалов;
- ликвидация ненужных производственных этапов;
- бионика (прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы).

Кроме того, в перспективе повышенное внимание должно быть уделено инновациям, обеспечивающим переработку вторичного сырья и реализующим на транспорте принципы безотходной экономики замкнутого цикла.

С точки зрения применения этих инноваций на транспорте (с фокусированием внимания на железных дорогах) или их влияния на транспортную сферу, они классифицированы по трем категориям:

- инновации, реализуемые на железнодорожном транспорте, а также на других видах транспорта, позволяющие обеспечить синергию с развитием железных дорог;
- инновации, реализуемые на других видах транспорта, которые могут дать им конкурентные преимущества на рынке перевозок;
- инновации в иных, нетранспортных, отраслях, абсорбирование которых железнодорожным и другими видами транспорта открывает новые возможности по повышению эффективности деятельности транспортных компаний.

(Такая группировка является модификацией классификации инноваций, значимых для железнодорожного транспорта, предложенной в работе [44]).

Получившаяся матричная классификация инноваций, соответствующих «экологическому императиву» и значимых для транспорта, прежде всего — железнодорожного, показана в таблице 1.

На основе проведенного анализа изобретений (инновационных предложений), сформированных в рамках экологической парадигмы и значимых для долгосрочного развития транспорта, можно сделать ряд существенных **выводов**.

Из пяти выделенных направлений реализации экологической парадигмы наиболее активно развивается направление, связанное со снижением выбросов CO₂ и использованием возобновляемой энергии. При этом большая часть изобретений и инноваций как по данному направлению, так и в целом осуществляется в нетранспортных отраслях (что вполне естественно). Для повышения экологичности железнодорожного и других видов транспорта требуется целевая абсорбция, а затем — диффузия таких инноваций.

На конкурирующих с железными дорогами видах транспорта — автомобильном и авиационном — имеется ряд перспективных для внедрения изобретений, которые могут дать им конкурентные преимущества в плане экологичности. Это требует от железнодорожников адекватного реагирования.

Большинство инноваций, непосредственно затрагивающих железнодорожный транспорт, связано с инновационными транспортными системами, имеющими потенциал для синергии с развитием железных дорог. Для реализации этого потенциала нужна целенаправленная научно-техническая и экономическая политика.

Необходима кардинальная активизация разработок в области новых высокопрочных износостойких эффективных материалов для железнодорожного транспорта (а также диффузии разработок, имеющих в иных отраслях) и в области создания новых технологий, сокращающих количество производственных этапов.

Следует обратить внимание на недостаточную активность в сфере радикальных инноваций, снижающих энергопотребление и водопотребление на железнодорожном транспорте. В отрасли происходит преимущественно диффузия ранее создан-

ных инноваций (таких, как система «Эльбрус»), но нужны и новые изобретения, которые позволили бы динамично повышать энергоэффективность железных дорог в стратегической перспективе.

Требуют больших усилий и поддержки инновации в рамках пока непривычного направления «бионика», которые могут касаться не только использования свойств конкретных объектов живой природы, но и механизмов взаимодействия между ними, таких, например, как симбиоз, могущий служить основой гармонизации взаимодействия различных транспортных систем и технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мачерет Д. А., Измайкова А. В. Инновационное развитие железнодорожного транспорта в контексте промышленных революций // Вектор транспорта. — 2015. — № 4. — С. 60–63.
2. Марш П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. — 420 с.
3. Мэддисон Э. Контуры мировой экономики в 1–2030 гг. Очерки по макроэкономической истории. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2012. — 584 с.
4. Ландсбург С. Экономист на диване: экономическая наука и повседневная жизнь. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2012. — 304 с.
5. Лал Д. Возвращение «невидимой руки»: Актуальность классического либерализма в XXI веке. — М.: Новое издательство, 2009. — 426 с.
6. Хазлитт Г. Экономика за один урок. — М.: Вильям, 2007. — 256 с.
7. Мухина И. И., Смирнова А. В. «Зеленая» логистика // Мир транспорта. — 2016. — № 1. — С. 186–190.
8. Русское «ноу-хау»: в петербургском Политехе создана уникальная беспроводная технология для двигателей. [Электронный ресурс]: <https://ruposters.ru/news/13-11-2014/russkoe-nou-xau-v-peterburgskom-politexe-sozdana-unikalnaya-besprovodnaya-texnologiya-dlya-dvigatelej>. Доступ 01.06.2016.
9. Физики создали почти не потребляющий энергии магнитный чип. [Электронный ресурс]: <http://news.ifresh.ws/40702-fiziki-sozdali-pochti-ne-potrebluyuschiy-energii-magnitnyiy-chip.html>. Доступ 01.06.2016.
10. Разработана первая в мире прозрачная солнечная батарея. [Электронный ресурс]: <http://www.innovanews.ru/info/news/energy/15769/>. Доступ 01.06.2016.
11. «Магнитный» поезд доставит из Парижа в Москву за час. [Электронный ресурс]: <http://hitech.vesti.ru/news/view/id/4747>. Доступ 01.06.2016.
12. Созданы солнечные панели, способные генерировать электричество даже в дождь. [Электронный ресурс]: <https://hi-news.ru/technology/sozdany-solnechnye-paneli-sposobnye-generirovat-elektrichestvo-dazhe-v-dozhd.html>. Доступ 01.06.2016.
13. Sprey, превращающий любую поверхность в батарею. [Электронный ресурс]: https://r-ht.ru/interesting/novosti/sprej_prevrashhajushhij_ljubuju_poverkhnost_v_batareju/1-1-0-525. Доступ 01.06.2016.
14. Stella — автомобиль на солнечных батареях для всей семьи. [Электронный ресурс]: <http://24gadget.ru/1161054356-stella-avtomobil-na-solnechnyh-batareyah-dlya-vsey-semi.html>. Доступ 01.06.2016





15. Достигнута возможность дистанционного получения энергии из бактерий. [Электронный ресурс]: <http://www.innovanews.ru/info/news/energy/15176/>. Доступ 01.06.2016.
16. Сочетание разных материалов дает высокую конверсионную эффективность. [Электронный ресурс]: <http://www.innovanews.ru/info/news/energy/15817/>. Доступ 01.06.2016.
17. Гибридный кристалл раздвигает границы эффективности светодиодных ламп. [Электронный ресурс]: <http://www.innovanews.ru/info/news/energy/15808/>. Доступ 01.06.2016.
18. Воздухомобиль (пневмомобиль). [Электронный ресурс]: <http://greenevolution.ru/enc/wiki/vozduхомobil-pnevмомobil/>. Доступ 01.06.2016.
19. Solar Bullet – проект скоростного пассажирского экспресса с энергоснабжением от солнечных батарей. [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/energy/191-solar-bullet-proekt-skorostnogo-passazhirskogo.html>. Доступ 01.06.2016.
20. Разработана новая высокоэффективная технология, позволяющая превращать воду и углекислый газ в жидкое топливо [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/eco/6493-gazrabotana-novaya-vysokoeffektivnaya-tehnologiya-pozvolayayushchaya-prevrashchat-vodu-i-uglekislyy-gaz-v-zhidkoe-toplivo.html>. Доступ 01.06.2016.
21. В России создается полностью электрический самолет. [Электронный ресурс]: <http://www.popmech.ru/technologies/15737-v-rossii-sozdaetsya-polnostyu-elektricheskiy-samolet/>. Доступ 01.06.2016.
22. Городской общественный транспорт будущего – система на магнитной подвеске MagLev. [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/auto/1248-gorodskoj-obshhestvennyj-transport-budushhego-sistema-na-magnitnoj-podveske-maglev.html>. Доступ 01.06.2016.
23. Технология Super-Maglev позволит поездам на магнитной подушке развивать скорость до 3000 километров в час. [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/auto/5893-tehnologiya-super-maglev-pozvolit-poezdam-na-magnitnoj-podushke-razvivat-skorost-do-3000-kilometrov-v-chas.html>. Доступ 01.06.2016.
24. Графеновые суперконденсаторы поднимают эффективность грузовых автоперевозок на 25 процентов. [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/auto/8085-grafenovyie-superkondensatory-podnimayut-effektivnost-gruzovyh-avtoperevozok-na-25-procentov.html>. Доступ 01.06.2016.
25. Будущее, в лице транспортной системы Skytran, прибывает в Тель-Авив. [Электронный ресурс]: <http://www.dailytechinfo.org/auto/5040-budushee-v-lice-transportnoy-sistemy-skytran-pribyvaet-v-tel-aviv.html>. Доступ 01.06.2016.
26. Новый тончайший материал для аккумуляторов с огромной ёмкостью. [Электронный ресурс]: <http://telegraf.com.ua/tehnologii/1303588-novyiy-tonchayshiy-material-dlya-akkumulyatorov-s-ogromnoy-emkostyu.html>. Доступ 01.06.2016.
27. Трибоэлектрическая революция? [Электронный ресурс]: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2014/triboelektricheskaya-revolutsiya>. Доступ 01.06.2016.
28. Грузите электричество вагонами! [Электронный ресурс]: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2014/gruzite-elektrichestvo-vagonami>. Доступ 01.06.2016.
29. В NASA протестировали двигатель, работающий без топлива и опровергающий законы физики. [Электронный ресурс]: <http://www.newsru.com/world/04aug2014/emdrive.html>. Доступ 01.06.2016.
30. Первый взгляд на транспортную систему нового поколения от компании Hyperloop. [Электронный ресурс]: <https://hi-news.ru/technology/pervyy-vzglyad-na-transportnuyu-sistemu-novogo-pokoleniya-ot-kompanii-hyperloop-one.html>. Доступ 01.06.2016.
31. Сверхпрочная сталь для экономии топлива. [Электронный ресурс]: <http://evonews.org/news/interesnie-novosti/5126-sverhprochnaya-stal-dlya-ekonomii-topliva.html>. Доступ 01.06.2016.
32. Новый бетон спасёт дороги от обледенения, а корпорации – от промышленного шпионажа. [Электронный ресурс]: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2712198&cid=2161>. Доступ 01.06.2016.
33. Технология восстановления шин. [Электронный ресурс]: <https://ig-store.ru/news/transport/13961-tehnologiya-vosstanovleniya-shin>. Доступ 01.06.2016.
34. Новые японские батареи сделают электромобили дешевле и безопаснее. [Электронный ресурс]: <https://hi-news.ru/technology/novye-yaponskie-batarei-sdelayut-elektromobili-deshvele-i-bezopasnee.html>. Доступ 01.06.2016.
35. Российские ученые превращают алюминий в сталь. [Электронный ресурс]: <https://rusevik.ru/interesnoe/165750-rossiyskie-uchenye-prevrashchayut-aluminiy-v-stal.html>. Доступ 01.06.2016.
36. Создана проточная батарея высокой ёмкости. [Электронный ресурс]: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2015/sozdana-protocchnaya-batareya-vysokoi-emkosti>. Доступ 01.06.2016.
37. Ученые из Швеции создали «деревянное стекло». [Электронный ресурс]: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2016/uchenye-iz-shvetsii-sozdali-derevyannoe-steklo>. Доступ 01.06.2016.
38. Вагономоечный комплекс с применением мощного средства «О-БИС». [Электронный ресурс]: http://www.saveplanet.su/tehno_305.html. Доступ 01.06.2016.
39. 3D-печать позволяет добиться уменьшения веса деталей самолетов и упростить их производство. [Электронный ресурс]: <http://nmm.me/blogs/sep716/3d-pechat-pozvolyaet-dobitsya-umensheniya-vesa-detaley-samoletov-i-uprosit-ih-proizvodstvo/>. Доступ 01.06.2016.
40. StreetScooter C16 – прототип электрического автомобиля, изготовленного при помощи трехмерного принтера. [Электронный ресурс]: <https://oko-planet.su/science/sciencenews/262138-streetscooter-c16-prototip-elektricheskogo-avtomobilya-izgotovlennogo-pri-pomoschitrehmernogo-printera.html>. Доступ 01.06.2016.
41. Поезд-невидимка сливается с окружающей средой. [Электронный ресурс]: <http://www.popmech.ru/technologies/236988-poezd-nevidimka-slivaetsya-s-okruzhayushchey-sredoy/>. Доступ 01.06.2016.
42. В будущем автомобили научатся сами себя ремонтировать. [Электронный ресурс]: <http://hronika.info/tehnologii/32520-v-buduschem-avtomobili-nauchatsyasami-shebya-remontirovat.html>. Доступ 01.06.2016.
43. Ученые придумали небьющееся стекло на основе структуры панциря моллюсков. [Электронный ресурс]: <https://hi-news.ru/technology/uchenye-primdumali-nebyushheessteklo-na-osnove-struktury-pancirya-mollyuskov.html>. Доступ 01.06.2016.
44. Измайкова А. В. Инновации, значимые для железнодорожного транспорта // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2014. – № 3. – С. 53–69. ●

Координаты авторов: **Мачерет Д. А.** – macheretda@rambler.ru,
Измайкова А. В. – anastasiya.izmaykova@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 09.06.2016, принята к публикации 30.09.2016.