

Анализ барьеров и перспектив развития инновационных технологий автомобильного транспорта



В. В. Иосифов,
к. т. н., доцент, зав. кафедрой
машиностроения и автомобильного
транспорта, Кубанский государственный
технологический университет, г. Краснодар
iosifov_v@mail.ru



С. В. Ратнер,
д. э. н., доцент, ведущий научный
сотрудник лаборатории экономической
динамики и управления инновациями
Института проблем управления
им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва
lanaratner@gmail.com

В работе выполнен анализ структуры и динамики развития мирового рынка легковых электромобилей и автомобилей на водородном топливе. Выделены основные экономические, технические и инфраструктурные барьеры распространения каждой из рассматриваемых технологий. Проанализировано состояние и перспективы развития российского рынка электромобилей, в качестве основной технологии-конкурента выделена технология автомобиля на газомоторном топливе, в частности, сжиженном природном газе. Приведен наиболее вероятный сценарий развития альтернативных автомобильных технологий в России в ближайшей перспективе (до 2020 г.), выделены главные заинтересованные стороны и драйверы рынка.

Ключевые слова: электромобили, автомобили на водородном топливе, автомобили на газомоторном топливе, барьеры диффузии технологий.

Введение

Вопросы развития технологий возобновляемой энергетики и повышения энергоэффективности российской экономики в последние годы привлекают все более пристальное внимание специалистов из различных областей науки — техники, технологий, менеджмента, экономики, экологии, социологии и юриспруденции. Высокий уровень конвергенции различных областей знания в данных вопросах не случаен, и обусловлен тем, что инновации в энергоснабжении затрагивают все уровни современных социально-технических систем. При этом большинство исследователей в сфере экономики и менеджмента уделяет в своих работах основное внимание изучению перспектив и барьеров развития солнечной [1-3], ветровой [4-5], геотермальной [6] и малой гидроэнергетики [7-8], которые во многих странах уже сформировались в самостоятельные отрасли экономики, оказывающие существенные мультипликативные эффекты на развитие смежных внутренних рынков [9].

В тоже время работ по анализу перспектив развития новых технологий автомобильного транспорта (электромобилей, автомобилей на водородных то-

пливных элементах) и их возможному влиянию на энергетическую систему и экономику страны нам пока выявить не удалось. Несмотря на то, что уровень проникновения новых автомобильных технологий на российский рынок пока ничтожно мал, прогнозируемое распространение легковых электромобилей, очевидно, способно существенно увеличить спрос на электроэнергию, а также нагрузку на электросети, что может повлиять на качество энергоснабжения в регионах, испытывающих дефицит электроэнергии. Переход на новые технологии в легковом автомобилестроении может существенно изменить расстановку сил, как на мировом, так и внутреннем автомобильных рынках, предоставив российским производителям уникальный шанс повысить свою конкурентоспособность и включиться в борьбу технологических стандартов. С увеличением использования транспортных средств на электротяге неизбежно будет возрастать необходимость в разработке новых технологий аккумулирования энергии и создании новых производственных мощностей для производства автомобильных батарей [10], что также дает возможность для развития новых высокотехнологичных производств. Поэтому исследования, направленные на мониторинг развития

альтернативных автомобильных технологий и оценку возможных экономических и социальных эффектов их более широкого внедрения являются актуальными и востребованными.

Анализ динамики и структуры мирового рынка электромобилей

Стремительное распространение легковых электромобилей на рынках США, Европы и Японии началось в 2010 г., в 2013 г. оно захватило Китай, и в настоящее время характер роста уровня производства и продаж электромобилей соответствует возрастающему участку логистической кривой (рис. 1), традиционно используемой в теории инноваций для описания динамики диффузии новых технологий на качественном уровне [11].

Самый высокий уровень проникновения легковых электромобилей на сегодня наблюдается в США, штат Калифорния. В крупнейших мегаполисах Калифорнии — Лос-Анджелесе и Сан-Франциско — уровень проникновения электромобилей достигает 3,8 и 5,6%, соответственно [12].

Наиболее распространенной в мире на настоящий момент маркой легкового автомобиля является выпускаемый с 2010 г. Nissan Leaf. Литий-ионная батарея 24 кВт позволяет компактному пятиместному автомобилю проехать без подзарядки до 135 км, а синхронный электродвигатель мощностью 110 л. с. — развить максимальную скорость до 150 км/ч. Стартовав с объема продаж 19 автомобилей на рынке Японии и 19 автомобилей на рынке США, Nissan к концу 2014 г. вышел уже на рынки 13 стран мира [13], а к апрелю 2015 г. по всему миру было продано более 170000 электромобилей данной марки (см. рис. 2). При этом цена на электромобиль колебалась в зависимости от страны и года от \$30 тыс. [14] до почти \$49 тыс. [15].

С декабря 2010 г. по настоящее время производится второй наиболее распространенный электромобиль (гибрид электромобиля и обычного двигателя внутреннего сгорания) в мире — Chevrolet Volt, производства General Motors (США). Электродвигатель мощностью 74/149 л. с. (в зависимости от модификации) и литий-ионная батарея емкостью 16/17,1 кВт·ч позволяют проехать на электротяге 56/61 км и развить

максимальную скорость 161 км/ч [16]. Старт продаж произошел в декабре 2010 г. в США, и в течение первой половины 2011 г. Chevrolet Volt был доступен только на рынке США, причем, в ограниченном количестве. Начальная цена составила \$40 тыс. Во второй половине 2011 г. Chevrolet Volt вышел на рынок Канады и ЕС, а с конца 2010 г. — еще на рынки Австралии и Новой Зеландии [17].

Третьей наиболее распространенной на настоящий момент маркой является Toyota Prius Plug-in (или Prius PHV), которая также представляет собой гибридный электротяги (мощность электродвигателя 80 л. с.) и двигателя внутреннего сгорания. Первые модели автомобиля были способны проехать на электротяге только 18 км, более поздние модификации — до 26 км, максимальная скорость на электротяге — 100 км/ч [18]. Производство данной марки началось в 2012 г., в том же году стартовали продажи автомобиля практически одновременно в 10 странах — Японии (10970 шт. [19]), США (12750 шт. [20]), Нидерландах (1184 шт. [21]), Великобритании (470 шт. [22]), Швеции (499 шт. [23]), Франции (413 шт. [24]), Норвегии (171 шт. [25]), Канаде (63 шт. [26]), Финляндии (73 шт. [27]) и Испании (58 шт. [28]). Однако выпуск Toyota Prius Plug-in в конце 2015 г. прекращен в связи с переходом производителя на новые более совершенные технологии, поэтому ранг данной марки в рейтинге распространности, вероятнее всего, скоро значительно понизится.

Учитывая, что Chevrolet Volt и Toyota Prius Plug-in являются гибридами, модель Tesla Model S (производство Tesla Motors, США) можно считать вторым по распространенности полноценным электромобилем в мире после Nissan Leaf. В линейке Tesla Model S представлены различные модели и их модификации, эксплуатационные характеристики которых существенно различаются (см. табл. 1). Мощность электродвигателя колеблется от 400 до 700 л. с.

Продажи Tesla Model S начались во второй половине 2012 г., и по настоящий момент компания демонстрирует впечатляющий рост объемов продаж (рис. 3). Более 63% всех продаж приходится на США, далее следует Норвегия (более 11%), Китай (около 6%) и Нидерланды (4,5%). Всего же электромобиль представлен на рынках 14 стран. Цена электромобиля на

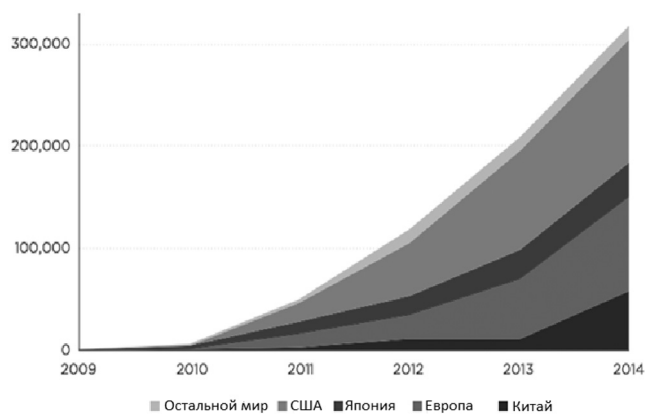


Рис. 1. Объемы продаж электромобилей в мире

Источник: [38]

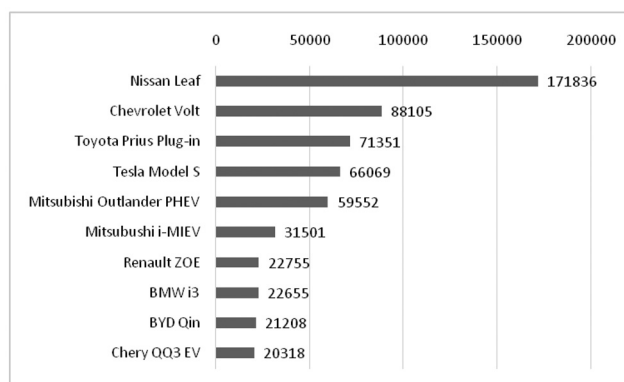


Рис. 2. Объемы продаж наиболее распространенных в мире марок легковых электромобилей

Источник: составлено авторами по данным [39] на апрель 2015 г.

Таблица 1
Эксплуатационные характеристики Tesla Model S

Емкость батареи, кВт·ч	60	85	85
Дальность хода без подзарядки (при 88 км/ч), км	330	420	420
Разгон 0-96 км/ч, с	5,9	5,4	4,2
Максимальная скорость, км/ч	193	201	209

рынке США составляет около \$100 тыс. в зависимости от комплектации.

Рейтинг производителей легковых электромобилей отличается от рейтинга наиболее распространенных моделей несущественно (рис. 4). Нетрудно заметить, что лидирующие позиции принадлежат японским и американским компаниям. Однако в ближайшие годы ситуация может существенно измениться вследствие активной позиции китайских производителей электромобилей, и, в первую очередь, компании BYD.

Так, по данным специализированного аналитического портала <http://ev-sales.com>, в 2015 г. объем продаж BYD составил почти 51000 электромобилей (что практически в 2 раза больше, чем за все предыдущие годы), тогда как Nissan продал более 44000 электромобилей (рис. 5).

Учитывая, что в 2014 г. BYD занимал лишь седьмую позицию по объемам продаж, прогресс этой китайской компании налицо. Третье и четвертое место в рейтинге продаж 2015 г. принадлежит соответственно Tesla и Mitsubishi, в середине рейтинга расположились европейские компании, а восьмая и девятая позиции опять принадлежат китайским производителям — быстрорастущим компаниям Kandi (Kandi Technologies Group, Inc., создана в 2013 г. как совместное предприятие Kandi Vehicles и Shanghai Maple Guorun Automobile Co., Ltd.) и Zotye (Zotye International Automobile Trading Co., Ltd., образована в 2005 г.).

Общий объем мирового рынка легковых электромобилей в 2015 г. по самым скромным подсчетам можно оценить в \$13-15 млрд¹. Учитывая достигнутые темпы роста производственных мощностей ведущих

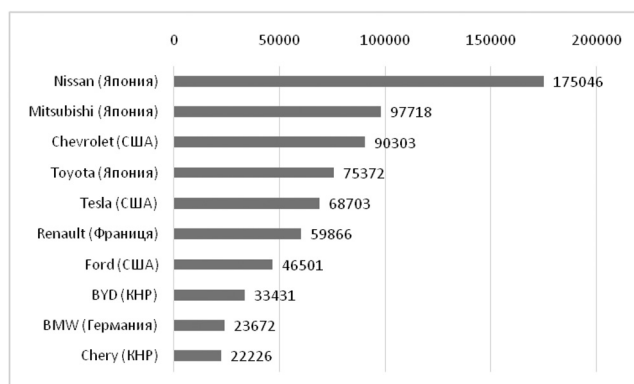


Рис. 4. Объемы производства электромобилей крупнейшими компаниями

Источник: составлено авторами по данным [39] на апрель 2015 г.

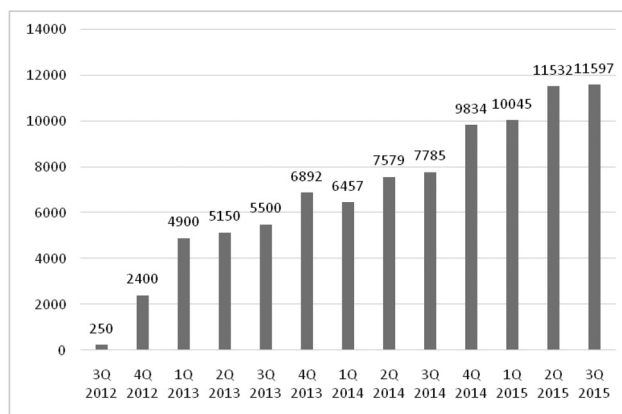


Рис. 3. Динамика объемов продаж Tesla Model S

Источник: составлено авторами по данным ежегодных отчетов компании Tesla Motors

компаний-производителей (например, строительство Gigafactory Tesla Motors [29]), а также объемы инвестиций в исследования и разработки по данному направлению в странах — лидерах электромобилестроения (рис. 6), ожидаемые темпы роста мирового рынка легковых электромобилей на ближайшие годы (до 2020 г.) можно оценить в 100-120% ежегодно.

В среднесрочной перспективе (после 2020 г.) можно ожидать еще более бурного роста рынка легковых электромобилей, в связи с планами выхода на рынок новых игроков. Так, например, анализируя структуру патентного пула в Американском патентном ведомстве (USPTO — United States Patent and Trademark Office) по электромобильным технологиям, можно отметить наличие большого количества серьезных разработок у таких компаний как Honda, Hitachi, Hyundai, LG, Fiat и многих других (рис. 7).

Развитие электромобилестроения стимулирует рост смежных отраслей производства, в первую очередь, производства батарей для аккумуляции энергии. По итогам 2014 г. лидером на данном рынке является компания Panasonic (рис. 8), которая поставляет батареи как для Tesla Motors, так и для Volkswagen. За ней следует японская Automotive Energy Supply Corporation (AESC), поставляющая литий-ионные

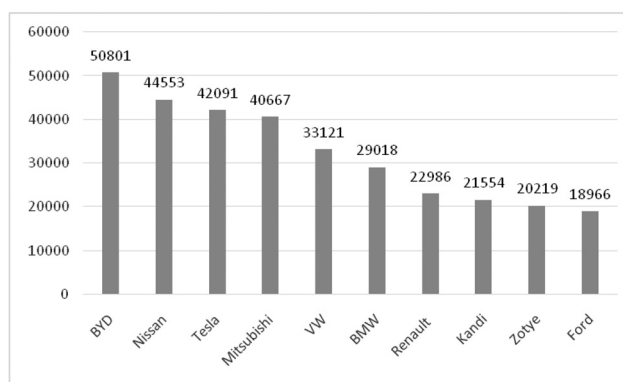


Рис. 5. Объемы продаж электромобилей в 2015 г. лидерами рынка

Источник: составлено авторами по данным EV-sales

¹ Собственные расчеты авторов на основе данных по объемам продаж компаний и розничным ценам на электромобили в 2015 г. без учета государственных субсидий. Разброс в оценках связан с неполнотой данных об объемах продаж мелких игроков рынка.

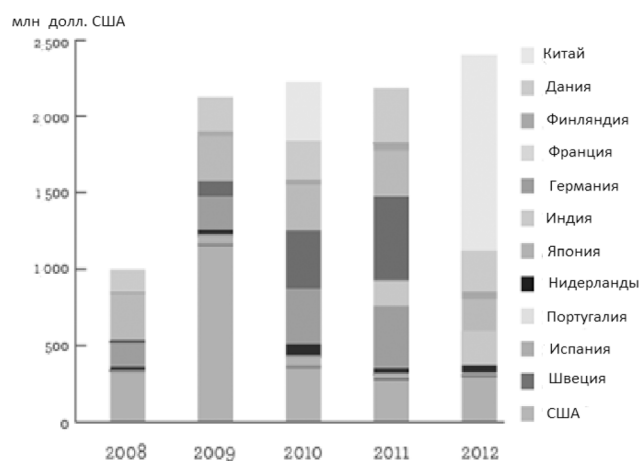


Рис. 6. Объемы затрат на исследования и разработки в области электромобилестроения
Источник: [30]

накопители энергии для Nissan, LG Chem и Samsung в 2014 г. обеспечили себе третью и шестую позицию в рейтинге соответственно за счет поставок батарей для Chevy Volt и некоторых моделей электромобилей BMW. Суммарный объем рынка батарей для электромобилей в 2014 г. можно оценить в \$1,5 млрд². Данные по объемам продаж за 2015 г. пока не доступны, однако, учитывая 20-30% рост продаж литий-ионных батарей в первом квартале 2015 г. по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. у таких компаний – лидеров рынка, как Panasonic, AESC и BYD, можно ожидать пропорционального роста рынка литий-ионных и литий-железно-фосфатных батарей для электромобилей по итогам 2015 г.

Барьеры развития и альтернативные технологии

Проведенный анализ структуры и динамики мирового рынка электромобилей позволяет сделать вывод о том, что электромобилестроение в настоящий момент

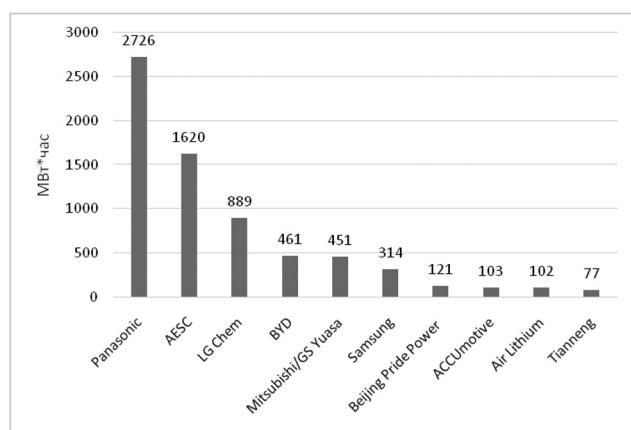


Рис. 8 Объемы продаж батарей для электромобилей компаний-лидеров в 2014 г.
Источник: составлено авторами по данным [38]

² Собственные расчеты авторов на основе данных о рыночных долях компаний-производителей аналитического портала [38] и объемах продаж компании AESC (официальный сайт компании [42]).

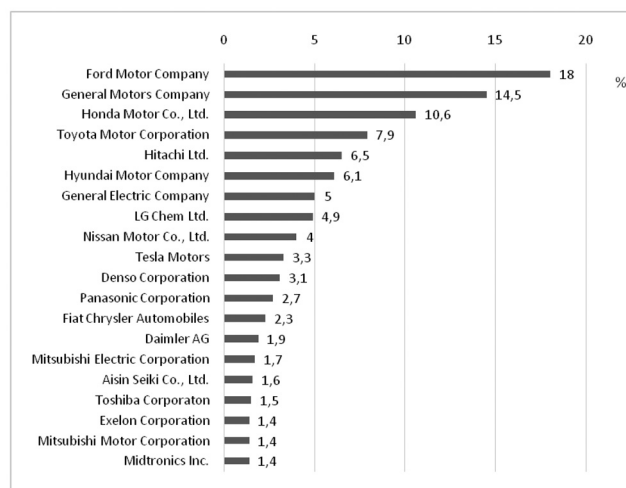


Рис. 7. Доля патентов различных компаний в общем количестве патентов по электромобильным технологиям, зарегистрированных в USPTO
Источник: составлено авторами по данным [40]

находится в переходном периоде от демонстрационной стадии к стадии промышленного освоения, а в недалеком будущем может стать драйвером роста для многих смежных секторов производства. В тоже время будущее альтернативных автомобильных технологий пока неоднозначно. Впечатляющий рост рынка в последние годы частично обусловлен государственными субсидиями для потребителей электромобилей, особенно в странах – лидерах производства. Дальнейшее распространение электромобилей связано с необходимостью преодоления различных барьеров, наиболее важными из которых являются технические, экономические и инфраструктурные. Для электромобилей, как отмечается в большинстве исследований, технические барьеры в основном связаны с технологией аккумуляции энергии [31]. Относительно низкая удельная энергоемкость батареи на практике сказывается на увеличении ее размеров, массы и стоимости. Так, на современном уровне развития технологии, для пробега дистанции в 200 км требуется наличие литиево-ионной батареи массой 150 кг или свинцово-кислотной батареи с массой более 500 кг. Это фундаментальная проблема, поскольку место хранения химических реагентов и место их преобразования в электроэнергию конструктивно объединены в одном устройстве. Удельная энергоемкость (и, как следствие, предельное расстояние пробега) является меньшей проблемой для автомобилей на водородном топливе, где химическая энергия преобразуется в электрическую в топливном элементе, а водородное топливо хранится в баке, поэтому некоторые специалисты склонны выделять автомобили на водородном топливе как наиболее перспективную замену традиционным транспортным средствам на углеводородном топливе. Заправка бака водородом занимает всего несколько минут (по данным исследования [32] в среднем 3,3 мин.), тогда как полная зарядка аккумулятора для сопоставимого пробега электромобиля может занять несколько часов (от 2 до 11 ч), в зависимости от технологии изготовления батареи и местного ограничения мощности электричества. Кроме того, полный цикл производства

топлива для электрического транспортного средства на водородных топливных элементах имеет более высокую энергоэффективность, что объясняется более высокой эффективностью процесса паровой конверсии природного газа в водород по сравнению с конверсией природного газа в электричество. Риформинг метана с использованием пара преобразует природный газ в водород с эффективностью примерно 75%. Современные электростанции по производству природного газа с комбинированным циклом имеют в лучшем случае 48% эффективности в преобразовании природного газа в электроэнергию, и простые турбины внутреннего сгорания природного газа имеют КПД между 26 и 32%. В результате оценка выбросов CO₂ по методике анализа жизненного цикла (Life Cycle Analysis) для автомобилей на водородном топливе в случае максимального пробега 320 км (200 миль) составляет 180 г/км, тогда как для электромобилей с аналогичным максимальным пробегом — 285 г/км (соотношение 1,58). При увеличении максимального пробега до 480 км (300 миль), оценка выбросов водородного автомобиля составляет 182 г/км, электромобиля — 339 г/км (соотношение 1,86) [33]. Тем не менее, топливные баки водорода характеризуется низкой удельной энергией на единицу объема, поэтому для преодоления одинакового расстояния автомобилю с обычным бензобаком потребуется меньший объем топлива, чем для автомобиля на водородном топливе.

Одним из лидеров производства автомобилей на водородных топливных элементах является компания Honda. Первый прототип FCX-V1 был разработан в 1999 г., а уже в 2002 г. Honda FCX прошла процесс сертификации в США и Японии и запустила производства первого массового легкового автомобиля на водородных топливных элементах. Автомобиль имел мощность 81 л. с., мог совершить пробег на одной заправке 355 км и развивал максимальную скорость 150 км/ч. Продажи следующей усовершенствованной модели Honda FCX Clarity стартовали в июле 2008 г. в США и в декабре того же года в Японии. Топливный бак весом 4,1 кг позволял автомобилю совершить пробег без дозаправки до 380 км. Начало продаж очередной версии автомобиля Honda FCV Concept запланировано на весну 2016 г. Honda FCV Concept будет способен совершить пробег без подзарядки 700 км за счет повышения компактности блока топливных ячеек на 33%.

В декабре 2014 г. Toyota объявила старт продаж автомобиля Toyota Mirai по цене \$61 тыс., из которых \$17 тыс. для потребителя покрывается правительственными субсидиями. Автомобиль мощностью 150 л. с имеет два бака из углеродного волокна с водородом под давлением 70 МПа. Одной заправки бака достаточно для пробега 480 км, а сама заправка 5 кг (170 л) водорода длится около 3 минут. Максимальная скорость Mirai составляет 180 км/ч, при этом для разгона до 100 км/ч потребуется 9 секунд.

Еще одна доступная на рынке модель автомобиля на водородном топливе Hyundai ix35. Его максимальная скорость — 160 км/ч, разгон до 100 км/ч за 12,5 секунд, полного бака хватает на пробег 600 км. Стоимость автомобиля составляет около \$70 тыс.

Помимо высокой стоимости самого автомобиля на водородном топливе, серьезным барьером на пути их более широкого распространения является высокая стоимость инфраструктуры подзарядки. Так, стоимость заправочной станции для Toyota Mirai оценивается в \$7,2 млн. По оценкам [34] при массовом производстве стоимость заправочной станции может снизиться до \$2,2 млн. Такая станция способна обслуживать примерно 2300 автомобилей на водородном топливе, что в пересчете на один автомобиль составит \$955, тогда как современные зарядные станции для электромобилей доступны на рынке по цене более \$2700. Таким образом, полномасштабная инфраструктура заправки автомобилей на водородном топливе теоретически обходится дешевле, однако ее развитие требует государственного участия или существенных инвестиций частных компаний. В то же время, владелец электромобиля может позволить себе покупку индивидуального зарядного устройства, что дает ему некоторую степень независимости от действий государства и/или крупного бизнеса и создает более благоприятные условия для быстрой диффузии технологии.

Таким образом, технические преимущества и недостатки технологий электромобилей и автомобилей на водородном топливе, в определенной мере, комплементарны. До недавнего времени электромобили и автомобили на водородном топливе рассматривались в литературе, в основном, как взаимоисключающие варианты будущего развития автомобильных технологий. В работе [32] впервые было выдвинуто предположение об их параллельном развитии, однако предполагалось что оно будет происходить на различных технологических платформах для транспортных средств, но никак не в одном автомобиле. Гибридные топливные элементы до сих пор мало освещены в литературе, хотя данные технические решения в настоящее время разрабатываются и демонстрируются рядом крупных автомобильных производителей (например, Ford HySeries Drive, Mercedes BlueZero).

Состояние и перспективы развития российского рынка легковых электромобилей

В России уровень распространения электромобилей пока чрезвычайно низок, хотя меры по развитию экологически чистого транспорта в РФ уже неоднократно обсуждались в Правительстве и Государственной Думе. Основным аргументом в пользу распространения электромобилей в России является неблагоприятная экологическая обстановка в крупных городах, обусловленная большими объемами выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с выхлопными газами автомобильного транспорта. По данным Росгидромета, в 123 городах (57% городов) степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая и только в 22% городов — низкая. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 54,2 млн человек, что составляет 52% городского населения России. В 204 городах (81% городов, где проводятся наблюдения) средняя за год концентрация одного или нескольких загрязняющих

Сравнительные стоимостные и технические характеристики электромобилей, представленных на российском рынке

Марка	Кол-во мест	Мощность, л. с.	Макс. скорость, км/ч	Запас хода, км	Время разгона до 100 км/ч, с	Снаряженная масса, кг	Цена, млн руб.
Smart Fortwo ED (Германия)	2	75	125	145	11,5	900	1,6
Mitsubishi I-MiEV (Япония)	4	64	130	160	12	1100	0,999
Tesla Model S (США)	7	416	193	330	5,9	1732	6,0
Tesla Model S P85 (США)	5	421	210	335-420	4,4	2108	8,5
Ford Focus Electric (США)	5	143	135	160	9,7	1651	3,95
KIA Soul EV	5	110	145	212	11,2	1513	3,9
Mercedes B-class Electric Drive (Германия)	5	136	160	200	7,9	1725	6,2
BMW I3 (Германия)	4	170	150	130-160	7,2	1195	3,8
Citroën C-Zero (Франция)	4	64	130	115-160	15,9	1100	1,75
Renault Fluence Z. E. (Франция)	5	95	135	160	9	1543	3,3
Toyota RAV4 EV (Япония)	5	154	135	165	8,6	1828	4,6
Volkswagen E-Golf (Германия)	5	115	140	190	10,4	1510	4,9
BYD e6 (Китай)	5	268	160	300	8,0	2020	2,57

Источник: составлено авторами по данным компании ООО «Экомоторс»

веществ превышает 1ПДК. В этих городах проживает 66,6 млн чел [35].

По данным аналитического агентства «Автостат» по состоянию на середину 2015 г. в российском автопарке насчитывалось всего 486 легковых автомобилей, имеющих исключительно электрический привод (гибридные модели в исследовании не учитывались). Наиболее массово в нашей стране представлен Mitsubishi I-MiEV (217 шт.), на втором месте Tesla Model S (122 шт.), третью строчку занимает Nissan Leaf (86 шт.), Сравнительные стоимостные и технические характеристики легковых электромобилей, доступных на российском рынке для физических лиц, представлены в табл. 2.

Инфраструктура подзарядки электромобилей пока развивается медленными темпами, особенно, за пределами столичного региона. Реализация первого в России проекта по развитию зарядной инфраструктуры для электромобильного транспорта началась в конце 2011 г. компанией ПАО «МОЭСК». На сегодняшний день в рамках проекта «МОЭСК-EV» установлено 28 зарядных станций, 25 из которых являются зарядными станциями переменного тока, а 3 — станциями экспресс-зарядки постоянного тока стандарта CHAdeMO [42]. Зарядные станции установлены в различных районах Москвы, 26 из них, в том числе станции экспресс-зарядки, открыты для широкого доступа. Все зарядные станции объединены в единую сеть с помощью специализированного программного обеспечения с возможностью дистанционного управления.

Что касается производства, то первый серийный российский электромобиль Lada Ellada компании АвтоВАЗ (мощность 81,6 л. с., запас хода до 140 км, максимальная скорость 130 км/ч) был представлен в 2011 г., продажи по цене 1,25 млн руб. стартовали в 2013 г. В автомобиле использованы электродвигатель и бортовая электроника швейцарского производства, а система накопления энергии — китайского. Остальные узлы, включая приводы колес и редуктор созданы в Тольятти [43]. Пилотная серия электромобилей 100 шт. была продана юридическим лицам и дилерам

АвтоВАЗа для опытной эксплуатации и изучения потребительского спроса [44]. О датах и объемах производства новых серий электромобиля данных в свободном доступе пока нет. Также нет данных о разработках российских автопроизводителей технологий транспортных средств на водородном топливе.

Поэтому реальной альтернативой развитию экологически чистого транспорта на электротяге в России может быть пока только рост производства транспортных средств (в том числе, легковых автомобилей) на газомоторном топливе — компримированном природном газе (КПГ) и, в перспективе, сжиженном природном газе (СПГ). На сегодняшний день развитие транспорта на газомоторном топливе (ГМТ) в РФ стимулируется поручениями Президента (от 14 мая 2013 г.), Распоряжением Правительства РФ №767-р от 13 мая 2013 г. и реализацией комплексной программы развития ООО «Газпром газомоторное топливо» до 2020 г.

Конкурирующие технологии

Ключевыми факторами роста мирового рынка КПГ (в период 2008-2015 гг. объем потребления КПГ в мире демонстрировал среднегодовой темп прироста 27%) являются его экономичность и экологичность. КПГ почти в 3 раза дешевле бензина и дизельного топлива [36]. При использовании природного газа вместо нефтяного топлива выброс токсичных веществ в окружающую среду снижается приблизительно в 2-3 раза по оксиду углерода, по окислам азота — в 2 раза, по углеводородам — в 3 раза, по задымленности — в 9 раз, а образование сажи, свойственное дизельным двигателям, отсутствует. Использование газомоторного топлива увеличивает срок эксплуатации транспортных средств и удешевляет их техническое обслуживание, так как в отличие от бензинового и дизельного топлива, оно имеет лучшие антидетонационные характеристики. Переход на ГМТ не требует внесения кардинальных изменений в технологическую платформу автомобиля и позволяет относительно недорого (в сравнении с разработкой и производством новой конструкции

Показатели уровня развития транспорта на газомоторном топливе в странах-лидерах (топ-20)

Страна	Парк транспортных средств на газомоторном топливе	% от мирового парка	Количество заправок станций	% от мирового количества
Иран	4000000	17,91	2220	8,3
Китай	3994350	17,88	6502	24,42
Пакистан	3700000	16,57	2997	11,25
Аргентина	2487300	11,14	1939	7,28
Индия	1800000	8,06	936	3,51
Бразилия	1781102	7,97	1805	6,78
Италия	885300	3,96	1060	3,98
Колумбия	500000	2,24	800	3,00
Таиланд	462450	2,07	497	1,87
Узбекистан	450000	2,01	213	0,80
Боливия	300000	1,34	178	0,67
Армения	244000	1,09	345	1,30
Бангладеш	220000	0,98	585	2,20
Египет	207717	0,93	181	0,68
Перу	183768	0,82	237	0,89
Украина	170000	0,76	325	1,22
США	150000	0,64	1615	6,06
Германия	98172	0,44	921	3,46
Россия	90050	0,40	253	0,95
Венесуэла	90000	0,40	166	0,62

Источник: составлено авторами по данным [36]

двигателя) переоборудовать серийно выпускаемые автомобили.

Наиболее развитыми рынками транспортных средств на газомоторном топливе по состоянию на середину 2015 г. являются Иран, Пакистан, Аргентина, Китай, Индия и Бразилия (табл. 3).

Дополнительными к вышеперечисленным преимуществам использования газомоторного топлива в России являются стабильность предложения в связи с наличием существенных запасов и объемов добычи природного газа, а также развитость газораспределительной сети. Кроме того, у крупных газовых компаний России («Газпром» и его дочерние предприятия) имеется опыт работы с газомоторным топливом, наработанный еще в советское время.

Однако, как видно из данных, представленных в табл. 3, по уровню использования газомоторного топлива в настоящее время Россия, к сожалению, находится лишь на 20-м месте в мире. Резкий спад потребления ГМТ в стране произошел в период 1991-1999 гг., одновременно со спадом промышленного производства. Восстановительный рост объемов потребления ГМТ, начавшийся в 2005-2007 гг. и продолжающийся до сих пор, пока позволил только приблизиться к достигнутому к концу 1980-х гг. уровню развития транспорта на ГМТ. Основным барьером для более широкого распространения технологии является инфраструктурный: высокий уровень износа (до 80%) существующих автомобильных газовых наполнительных компрессорных станций (АГНКС) и недостаточная плотность их сети. Поэтому приоритетным направлением деятельности ООО «Газпром газомоторное топливо» на ближайшие годы является строительство современных АГНКС, криоАЗС и прочих инфраструктурных объектов. Вторым приоритетом компании является сотрудничество

с российскими и иностранными производителями транспортных средств на ГМТ (преимущественно, грузовых автомобилей, автобусов и специальной тяжелой техники) с целью увеличения ассортимента производимой продукции и роста объемов производства. Заметим, что основной акцент в стратегии развития рынка ГМТ в России пока смещен в сторону грузовой и спецтехники, а также общественного транспорта, тогда как для интенсификации распространения легковых автомобилей на ГМТ пока никаких специальных мер не предусмотрено.

Наиболее вероятные сценарии развития альтернативных автомобильных технологий в России

Проведенный анализ барьеров и перспектив, а также существующих программ государственной поддержки (в том числе, опосредованной через создание специализированных дочерних компаний государственных корпораций) развития альтернативных автомобильных технологий в России, позволяет выделить как наиболее вероятный в ближайшей перспективе (до 2020 г.) следующий сценарий: постепенное и достаточно медленное развитие инфраструктуры подзарядки электромобилей в крупнейших городах и сопоставимое с ним по темпам повышение уровня проникновения электромобилей, преимущественно иностранного производства. Данный период может рассматриваться как демонстрационная фаза развития технологии, позволяющая выявить ее латентные недостатки и возможные позитивные и негативные экстерналии. Основными драйверами развития на данном этапе будут выступать иностранные производители электромобилей, стремящиеся расширить географию

своих рынков сбыта и утвердить собственные технологические стандарты, и сетевые компании, заинтересованные в увеличении спроса на электроэнергию и имеющие. Одновременно можно ожидать более интенсивного развития автотранспорта на газомоторном топливе в сегменте грузовых автомобилей и автобусов, в том числе, за счет активизации отечественных производителей. Вовлечение в процесс развития рынка ГМТ таких крупных компаний как «Газпром» (через дочерние предприятия), УК «Группа ГАЗ», ОАО «Кировский завод», ОАО «КАМАЗ», ООО «ВОЛГАБАС», ООО «Завод Испытательных машин», ООО «ККУ «Концерн «Тракторные заводы», ОАО «Синара-Транспортные машины», ОАО «МАЗ» позволит создать поле сил, способное продолжить развитие рынка ГМТ даже при прекращении специальных программ поддержки (после 2020 г.) и мультиплицировать положительные экономические эффекты.

Что касается дальнейшего развития легкового автомобильного транспорта, то его будущее в период после 2020 г. (после завершения демонстрационной фазы) будет, наоборот, полностью зависеть от введения специализированных государственных программ поддержки, направленных, в первую очередь, на становление отечественного электромобилестроения и сопутствующих производств. Немаловажную роль при этом будет играть успех (или неуспех) первоначальных мер, направленных на развитие возобновляемой энергетики (солнечной, ветровой и малой гидроэнергетики) на основе платы за мощность, реализуемых в настоящее время в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации № 861-р от 28 мая 2013 г. Повышение уровня проникновения электромобилей, неизбежно, приводит к росту спроса на электроэнергию, который целесообразно удовлетворять путем сонаправленного развития солнечной и ветровой энергетики, так как использование данных видов электроэнергии непосредственно для зарядки электромобиля на батареях считается в большинстве современных исследований более эффективным, нежели преобразование того же объема электричества в водород (на стадии электролиза теряется примерно 25% электрической энергии) [33, 37]. Кроме эффективности полного топливного цикла важным аргументом в пользу сонаправленного развития возобновляемой энергетики и электромобильного транспорта является тот факт, повышение спроса на электроэнергию для подзарядки электромобилей, которая может осуществляться в периоды спада нагрузки на электросети, дает возможность активного управления нагрузкой и более эффективного использования имеющихся генерирующих мощностей.

* * *

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект15-06-06360).

Список использованных источников

- В. М. Андреев. Солнечная фотоэнергетика в России и мире// Наука и техника в газовой промышленности, № 2, 2013. С. 39-43.
- О. Б. Тарасенко, О. С. Попель. Промышленные технологии фотоэнергетики и возможные пути их развития в России (обзор). Ч. 2. Модификации технологий производства фотоэлектрических преобразователей, совершенствование контактных структур и выбор перспективных технологий для расширения производства ФЭП в России//Теплоэнергетика, № 12, 2015. С. 23-28.
- С. В. Ратнер, В. В. Иосифов. Перспективы развития солнечной энергетики в России: стоимостной анализ//Вестник Уральского федерального университета. Серия: «Экономика и управление», № 4, 2014. С. 52-62.
- В. Е. Фортков, О. С. Попель. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России//Теплоэнергетика, № 6, 2014. С. 4-13.
- С. В. Ратнер. «Зеленые» проекты энергетических компаний: экономические аспекты//Экономический анализ: теория и практика, № 8, 2014. С. 27-34.
- А. Б. Алхасов, Д. А. Алхасова, А. Ш. Рамазанов, М. А. Каспарова. Перспективы комплексного освоения высокопараметрических геотермальных рассолов//Теплоэнергетика, № 6, 2015. С. 11-17.
- Я. И. Бляшко. Малая гидроэнергетика России. Проблемы и перспективы развития//Энергетик, № 6, 2013. С. 101-105.
- Л. К. Малик. Малая гидроэнергетика и Киотский протокол// Энергия: экономика, техника, экология. № 7. 2009. С. 10-16.
- И. Д. Грачев, Г. В. Колесник, М. А. Бендииков. Механизмы реализации ответственности электроэнергетических компаний перед обществом//Экономический анализ: теория и практика. № 45. 2015. С. 2-4.
- В. В. Иосифов, С. В. Ратнер. Проблемы и перспективы развития машиностроения России в посткризисный период. Краснодар: Издательский дом – Юг, 2011. – 150 с.
- С. Ю. Глазьев. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993.
- James Ayre. Top EV Cities In US – 10 Charts. <http://evobsession.com/2015-08-08>.
- R. Schreffler. Toyota Remains Unchallenged Global Hybrid Leader//Wards Auto. № 8. 2014.
- M. Bettencourt. Electric Leaf falls in price//The Globe and Mail. № 6. 2013.
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA). Neuzulassungen von Personenkraftwagen im Dezember 2012 nach Marken und Modellreihen. January, 2013.
- U. S. Environmental Protection Agency. Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2014. October, 2014.
- M. Stevens. Holden Volt Pricing And Specifications Announced For Australia//The Motor Report, № 7, 2012.
- Prius Plug-In eligible for a \$1,500 California consumer incentive plus \$2,500 Federal tax credit. Green Car Congress. Toyota News Release (2012-02-28).
- Hybrid Model Global Sales Results. Toyota City, Japan: Toyota. 2015.
- J. Voelcker. Plug-In Electric Car Sales Triple In 2012 As Buyers. Models Increase//Green Car Reports, № 3, 2013.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Cijfers elektrisch vervoer – Top 5 geregistreerde modellen plug-in hybride elektrische voertuigen. July 2015.
- N. Middleton. Outlander PHEV tops ultra-low emission league table as plug-in sales soar//Fleet World, № 6, 2015.
- Bil Sweden Statistic (2015-07-01). Nyregistreringar juni 2015.
- J. Pontes. France June 2015 (EVSales.com).
- B. Frydenlund. 2 in 10 cars was an electric vehicle in the first half (in Norwegian)//Norwegian Electric Vehicle Association. № 7. 2015.
- T. Cain. Toyota Prius Plug-In Sales Figures//Good Car Bad Car, August 2015
- J. Pontes. Finland March 2015. (EVSales.com).
- J. Pontes. Spain Full Year 2012. (EVSales.com).
- Tesla Motors – Third Quarter 2015 Shareholder Letter. <http://www.teslamotors.com>.
- Global EV Outlook. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020. IEA. April, 2013.
- J. Tollefson. Car industry: charging up the future//Nature News, No. 1, 2008. P. 236-440.
- J. King. The King Review of low-carbon cars/In: H. Treasury (Ed.). The Stationery Office. London, 2007.

33. C. E. Thomas. Fuel cell and battery electric vehicles compared// International Journal of hydrogen energy, No. 34, 2009. P. 6005-6020.
34. Ramage M.P. Committee on the assessment of resource needs for fuel cell and hydrogen technologies, transitions to alternative transportation technologies – a focus on hydrogen. Washington, D. C.: National Research Council of the National Academies.
35. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 г. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2015. – 470 с.
36. Gas Vehicles Report. November, 2015. NGV Impresores. Buenos Aires: Argentina, 2015.
37. A. F. Burke. Batteries and ultracapacitors for electric, hybrid, and fuel cell vehicles//Proceedings of the IEEE 95, 2007. P. 806-820.
38. Аналитический портал <http://evobsession.com>.
39. <http://insideevs.com>.
40. Аналитический портал <http://IPWatchdog.com>.
41. Официальный сайт компании AESC. <http://www.eco-aesc-lb.com>.
42. Официальный сайт ПАО «МОЭСК». <http://www.moesk.ru>.
43. Портал COFX.RU. <http://cofx.ru/auto-news/el-lada>.
44. Пресс-релиз компании АвтоВАЗ от 12.11.14. <http://www.lada.ru>.

The barriers and prospects of innovative technologies' development in automobile transport

V. V. Iosifov, PhD in Engineering, Associated professor, Head of the department of mechanical engineering and road transport, Kuban State Technological University, Krasnodar.

S. V. Ratner, Doctor of economics, Associated professor, Leading Researcher, Institute of Control Science, Moscow.

The paper analyzed the structure and dynamics of the global market of electric and hydrogen cars. The basic economic, technical and infrastructural barriers of diffusion and development of each of the technologies are considered. The state and prospects of development of Russian market of electric vehicles are analyzed. Gas vehicles (including liquefied natural gas vehicles) are defined as the core technology competitor. The most likely scenario for the development of alternative automobile technologies in Russia in the near term (until 2020) is given, the major stakeholders and drivers of the market are defined.

Keywords: electric cars, hydrogen fuel cars, natural gas vehicles, technology diffusion, barriers.

Международный форум технологического развития «Технопром-2016» 9-10 июня 2016 года, г. Новосибирск, «Экспоцентр «Новосибирск»

Форум «Технопром» является ключевой международной деловой площадкой по обсуждению и выработке предложений по определению стратегических приоритетов государственной политики, обеспечивающих условия глобального технологического лидерства России.

В сложных современных экономических условиях и международных отношениях необходимо ставить стратегические цели и задачи технологического развития регионов и страны в целом.

Наступает время, когда повестка технологического развития становится фундаментом социально-экономической политики страны, роста благосостояния в России, повышения ее конкурентоспособности и безопасности.

Основной повесткой форума в 2016 году станет научно-технологическое обеспечение решения стратегических задач Российской Федерации в Арктике.

Также в рамках форума состоится обсуждение основных направлений долгосрочного развития национальной научно-технологической сферы.

Цель форума: разработка предложений по научно-технологическому обеспечению решения стратегических задач Российской Федерации в Арктической зоне путем формирования стратегических коммуникаций между представителями власти, науки, бизнеса, технологического предпринимательства, институтов развития и экспертного сообщества.

Подробнее: <http://forumtechnoprom.com>.