

УДК 621.331

DOI: 10.25559/SITITO.14.201803.707-716

## «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА» РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

А.В. Кочетков<sup>1,3</sup>, В.В. Талалай<sup>2</sup>, Ю.Э. Васильев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup> Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Россия

<sup>3</sup> Российская академия транспорта, г. Москва, Россия

## “DIGITAL ECONOMY” OF THE DISTRIBUTED NETWORK OF ELECTRIC-CHARGING INFRASTRUCTURE OF MOBILE ELECTRIC TRANSPORT

Andrej V. Kochetkov<sup>1,3</sup>, Viktor V. Talalay<sup>2</sup>, Yuriy E. Vasiliev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

<sup>2</sup> Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Russian Transport Academy, Moscow, Russia

© Кочетков А.В., Талалай В.В., Васильев Ю.Э., 2018

### Ключевые слова

Электромобиль, электрозарядная инфраструктура, смартзарядка, государственно-частное партнерство, цифровая экономика, оплата, интерактивный режим, навигация, пользователь, мобильный телефон, центральный компьютер, система управления.

### Аннотация

Авторами предлагается создать цифровую экономику развития электрозарядных сетей автомобильного транспорта массового использования в условиях бизнеса, фактически это механизмы государственно-частного партнерства. Идти по пути закупки электрозарядных станций корейских, японских, немецких производителей и размещения их за свои деньги на коммуникациях федеральных или территориальных автомобильных дорог или в организациях и предприятиях различных форм собственности – процесс плохо управляемый и не рациональный.

В настоящее время устойчивым получением финансовых ресурсов является схемы цифровой экономики, когда создаются структуры над какими-то сетями или над какими-то устойчивыми бизнес-механизмами. В данном случае предлагается уйти от схем размещения конкретных электрозарядных станций и перейти к схемам незапитанных розеток или вилок. Техническое решение относится к техническим средствам электрической зарядки (подзарядки) единиц мобильного электротранспорта. Задача – снижение расходов на создание сетевой электрозарядной инфраструктуры для электромобильного транспорта. Техническим результатом является возможность обеспечения режима зарядки электромобиля непосредственно от имеющейся распределенной в пространстве системы электропитания, за счет использования режимов фазового состояния запитанного или не запитанного электрическим током кабеля электрического разъема. По материалам статьи поданы заявки на патенты в России и Казахстане

### Keywords

Electric car; electric charging infrastructure; smart-charging; public-private partnership; digital economy; payment; interactive mode; navigation; user; mobile phone; central computer; control system.

### Abstract

The authors propose to create a digital economy for the development of electric car charging networks for mass use in business, in fact, these are mechanisms of public-private partnerships. Purchasing electric charging stations of Korean, Japanese, German manufacturers and paying for placing them on communications of federal or territorial highways or in organizations and enterprises of various forms of ownership is a poorly managed and not rational process.

At present, the digital economy schemes are a sustainable way of obtaining financial resources, when structures are created over some networks or over some sustainable business mechanisms. In this case, it is proposed to leave the layout of specific electrical charging stations and go to the schemes of un-powered outlets or

### Об авторах:

**Кочетков Андрей Викторович**, доктор технических наук, профессор, главный экс-перт ФАУ «РОСДОРНИИ»; профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский пр., д. 29); член Президиума, действительный член Российской академии транспорта (107078, Россия, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34, блок 1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6523-6095>, [soni.81@mail.ru](mailto:soni.81@mail.ru)

**Талалай Виктор Вячеславович**, заместитель руководителя управления научных исследований, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (125319, Россия, г. Москва, Ленинградский пр., д. 64); действительный член Российской академии транспорта, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0410-888X>, [talalay@bk.ru](mailto:talalay@bk.ru)



plugs. The technical solution relates to the technical means of electric charging (recharging) of units of mobile electric transport. The task is to reduce the cost of creating a network of electric charging infrastructure for electric vehicles. The technical result is the ability to provide an electric vehicle charging directly from an existing power supply system by using phase state modes of an electrical connector cable that is powered or not powered by electric current. Based on the materials of the article, applications for patents in Russia and Kazakhstan have been submitted.

## Введение

Идти по пути закупки электрочарядных станций корейских, японских, немецких производителей и размещения их за свои деньги на коммуникациях федеральных или территориальных автомобильных дорог или в организациях и предприятиях различных форм собственности - процесс плохо управляемый и не рациональный. Проблема может быть решена в рамках государственно частного партнерства без привлечения иностранных фирм.

Если есть общее желание государства и бизнеса освоить отрасль, рынок, освоить те объемы, которые возникают при желании потребителя тратить деньги на эти технические решения, то в какой-то момент и государство и бизнес должно прийти к общему согласию освоения финансовых ресурсов развития электрочарядной инфраструктуры. В этом процессе в конечном итоге рынок будет насыщен.

Структура статьи определяется новой концепцией «цифровой экономики» электрочарядной инфраструктуры. авторской идеей и практической отработкой систем смартзарядки электромобильного транспорта и малогабаритных транспортных средств. Настоящие исследования проведены исходя из поставленных задач и включали поиск доступной научно-технической информации, включающей нормативно-техническую документацию, научные статьи, действующие патенты на изобретения и на полезные модели, сведения о передовые производственных технологиях [1-30].

## Обзор работ по теме исследований

Проводилось патентное исследование с целью исследования технического уровня и перспектив развития зарядной инфраструктурой для электротранспорта на территории РФ [1-30]. Под техническим уровнем понимается достижение определенных технико-экономических показателей за счет воплощения в объектах техники перспективных научно-технических решений.

Под тенденцией развития исследуемого объекта понимается выявленная закономерность ее развития, характеризующаяся направлениями и темпами развития.

По результатам проведенного патентного анализ состоя-

ния патентования по исследуемой теме показал следующее.

Основными направлениями известных разработок, касающихся развитию зарядной инфраструктуры электротранспорта, являются:

- разработка технических решений в системе мониторинга и управления зарядной инфраструктурой для электротранспорта;
- разработка технических решений в системе информационного обмена, регистрации, аутентификации и авторизации пользователей и приложений зарядной инфраструктуры электротранспорта;
- разработка технических решений в системе оплаты за зарядку электромобиля зарядной инфраструктуры электротранспорта;

Система мониторинга и управления зарядной инфраструктурой для электротранспорта – это процесс отслеживания, проверки и регулирования исполнения для определения статуса заряда батареи электрического транспортного средства, мощности заряда, времени зарядки, руководства зарядной станцией, услуг резервирования зарядной станции и пр. Мониторинг включает в себя сбор, измерение и распространение информации об исполнении, а также оценку измерений и тенденций для оказания влияния на улучшение процесса. Постоянный мониторинг дает возможность понимать общее состояние зарядной инфраструктурой для электротранспорта и определять, на какие области следует обратить особое внимание. Управление включает в себя определение корректирующих или предупреждающих действий, либо повторное планирование и отслеживание планов с целью определить, удалось ли решить проблему с помощью предпринятых действий.

Система информационного обмена зарядной инфраструктурой электротранспорта осуществляет информационное взаимодействие потребителей и поставщиков электрической энергии по вопросам определения статуса заряда батареи электрического транспортного средства, мощности заряда, времени зарядки, услуг резервирования зарядной станции, услуг оплаты за потребленную мощность электроэнергии. Информационный обмен осуществляется с привлечением территориально распределенных государственных, частных и корпоративных компьютерных сетей, телекоммуникационных сетей; систем специального назначения и общего пользования, сетей и кана-



лов передачи данных, средствами коммутации и управления информационными потоками. Доступ к информационным ресурсам, как правило, осуществляется после регистрации, идентификации и аутентификации пользователя. Идентификация и аутентификация являются взаимосвязанными процессами распознавания и проверки подлинности субъектов (пользователей). Именно от них зависит последующее решение системы: можно ли разрешить доступ к ресурсам системы конкретному пользователю или процессу. После идентификации и аутентификации субъекта выполняется его авторизация.

Система расчетов за услуги зарядки электромобиля основана на использовании беспроводной связи и должна отвечать следующим требованиям:

- осуществлять учет баланса на личном счету пользователя;
- производить учет объемов потребляемых Услуг зарядки и временных интервалов их предоставления на основании правил тарификации оператора;
- осуществлять сбор статистики по счетам пользователей и ее передача в системы Заказчика;
- обеспечить передачу данных необходимых для оказания услуги или отказа в ней и взаимосвязь пользователя с поставщиком услуг;
- учитывать при расчете с пользователем правила тарификации в зависимости от условий договора, времени суток, места предоставления Услуги, программ лояльности Пользователей и др.;
- осуществлять отслеживание и формирование отчетов об активности пользователей и нагрузки.

По результатам патентного анализа установлена новизна, существенные отличия и практическая реализуемость предлагаемых технических решений. По материалам статьи поданы заявки на патенты в России и Казахстане.

Формализованная постановка задачи, описание и аналитическое исследование предлагаемых авторами подходов, методов и алгоритмов.

В настоящее время устойчивым получением финансовых ресурсов является схемы цифровой экономики, когда создаются «цифровые» структуры и надстандарты «цифровой экономики» над инфраструктурными сетями или над устойчивыми бизнес-механизмами. Предлагается создать цифровую экономику развития электроразрядных сетей автомобильного транспорта массового использования в условиях бизнеса, фактически это механизмы государственно-частного партнерства.

В данном случае предлагается уйти от схем размещения конкретных электроразрядных станций и перейти к схемам незапитанных розеток или вилок.

Важно, что если кто-то заходит на рынок, тот формирует базовый протокол обмена, систему выдачи опций под программу айфонов и айпадов сервиса электроразрядки электромобилей, он будет контактировать рынок.

Фактически предлагается создание системы цифровой экономики зарядными устройствами. Если этим не заниматься то эту нишу займут корейцы, японцы, американцы и будут контролировать все финансовые потоки. Стоимость одного клика на заряд порядка одного рубля, прикладывается палец к поверхности мобильного и он идентифицирует его отпечаток и выполняет команду. Этот клик оплачивается. Общий объем развитого рынка услуг только на оплату электроразрядки – до 9 миллиардов рублей в год только за оплату этих услуг.

## Реализационная часть

На объекте дорожной или коммунальной инфраструктуры, например, бордюре, в стене, на столбе, на подвесной системе, из дорожного покрытия, из любого объекта, изделия или конструкции встраивается или пристраивается розетка или розеточный комплекс небольших размеров, к ним подходит силовые линии мощностью от 220 до 500 В, и, при необходимости, провода информационной системы. Производится быстрая или медленная зарядка после подачи напряжения в регулируемом режиме.

Идентификация местоположения электромобиля, водителя и ближайшей розетки электроразрядной инфраструктуры управление всеми состояниями и режимами зарядки производится путем использования специальных опций мобильного телефона и управление в удаленном узле автоматическом мобильнике с обратной связью. Схема цифровой экономики электроразрядной инфраструктуры фактически будет развитием цифровой экономики парковочного обеспечения г. Москвы и Санкт-Петербурга, когда оплата и схемы взаимодействия проходят через электрические и информационные связи. В данном случае транспортное средство (электромобиль) подъезжает на парковку например, где есть знак, что есть зарядка подключения. Водитель, находясь в машине, включает мобильник (айфон, айпад) и нажимает опцию «Электроразрядка». Высвечивается режим зарядки, дальше работает схема алгоритма программы парковки. По навигатору идентифицируется место водителя, место машины, место ближайшей розетки электроразрядной инфраструктуры. На айфоне показывается карта расположения, возможности ближайшей розетки.

Опция «Электроразрядка» включает указания времени и назначение режимов, приходят сообщения от банка, местных операторов этой электроразрядной розетки, назначение тарифов. Водителем выбирается тариф, время и сколько денег он готов потратить на эту зарядку (условно 100 рублей на 15 минут времени парковки). Включается режим оплаты, нажимает кнопку опции «Оплатить». Автоматически с удаленного рубильника, который находится на удаленном расстоянии, подается напряжение на эту розетку, идет зарядка. После того как режим зарядки закончится, через установленное время придет СМС на мобильник с уведомлением, что «Зарядка закончилась заберите электромобиль с парковки (освободите место)».

Техническое решение относится к техническим средствам электрической зарядки (подзарядки) единиц мобильного электротранспорта, таких как электроавтобусы, гибридные троллейбусы, электрокары (электромобили), гибридный транспорт с использованием энергии аккумулятора, электромопеды, электровелосипеды, электромотоциклы и другие.

Для зарядки аккумуляторных батарей электромобилей используют переменный (одно-или трехфазный) и постоянный ток. Для использования сети переменного тока его нужно выпрямить и понизить напряжение до напряжения бортовой сети электромобиля. Из-за громоздкости и перегрева в работе мощность таких зарядных устройств значительно увеличивает время зарядки. Зарядка же мощным постоянным током позволяет зарядить батареи намного быстрее, но требует создания специальной инфраструктуры зарядных станций.

Стандарты зарядки электромобилей и подзаряжаемых гибридов рекомендуются Международной электротехнической комиссией (МЭК). Основным является стандарт IES 62196, кото-



рый определяет виды используемых разъемов (розеток и вилок) и режимы зарядки. Зарядки делятся на зарядки переменным и постоянным током. При этом тяговая батарея в электромобиле постоянного тока, поэтому для использования зарядной станции переменного тока применяется бортовое зарядное устройство электромобиля, которое преобразует переменный ток в постоянный, которым и заряжается тяговая батарея. Скорость зарядки электромобиля определяется мощностью бортового зарядного устройства. Станции переменного тока являются зарядными станциями стандартной зарядки, а станции постоянного тока – комплексами экспресс-зарядки или быстрыми зарядными станциями.

Известна система сети электрозарядной инфраструктуры, состоящая из центральной зарядной станции, включающей множество зарядных колонн, пространственно связанных между собой, и центра управления, при этом центральная зарядная станция оснащена центральным компьютером, который предназначен для управления одним пользователем зарядной станцией и для автоматического управления другими зарядными колоннами, а центральный компьютер снабжен коммуникационным блоком для связи с центром управления, при этом центр управления включает центр оператора и/или информационный центр и/или центр управления движением и/или центр управления энергией. При этом связь с центром управления может осуществляться по проводному или беспроводному мобильному каналу связи. Для передачи управляющих сигналов и программ передачи данных каждая зарядная станция или имеет контроллер и коммутационный модуль, которые находятся в коммуникационном соединении с базой данных, работающей по принципу Master-Slave. В качестве линии передачи данных для базы данных, используется линия питания энергосистемы, в которой на месте установки зарядной станции или находится промежуточный управляющий и коммутационный модуль (см. патент WO № 2012041902, МПК В60L11/1816; В60L11/1824; опубл. 05.04. 2012 г.). Известная система также сложна для ее обустройства и эксплуатации в условиях ограничения места размещения, при этом требуемые затраты сужают возможности для ее широкого использования.

Известна система сети электрозарядной инфраструктуры, включающая зарядную станцию для электрического транспортного средства, пользователь которого снабжен мобильным устройством для связи с облачным сервером и зарядной станцией. Известная система включает в себя: передачу от электрического транспортного средства на зарядную станцию сообщение о качестве электрического транспортного средства на мобильное устройство; передачу с мобильного устройства сообщения об электрическом транспортном средстве на облачный сервер, причем сообщение, переданное с мобильного устройства, информацию идентификации и информацию о кредитном счете; авторизацию сигнала управления зарядкой с использованием информации идентификации и информации о кредитном счете, принятой от мобильного устройства; прием зарядки управляющего сигналом от сервера облачного через мобильное устройство по одному сетевому каналу связи на электрическом транспортном средстве зарядку станции. При этом сигнал управления зарядкой выполнен с возможностью регулировки параметра, используемого для потребления электрической энергии от электрического транспортного средства зарядки станции и регулировки передачи заряда на основе скорректированного параметра (см. патент US № 2016364776, МПК В60L11/18;

G06Q30/02; H04L29/08; H04W4/02, опубл. 15.12. 2016 г.). Технологическая сложность известной системы и высокие затраты на ее устройство обуславливают бесперспективность и нетиражируемость ее использования, а ее эксплуатация экономически не выгодна.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является система сети электрозарядной инфраструктуры автотранспорта, включающая устройство, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта в виде зарядной станции, пользователь которого снабжен мобильным устройством для связи с облачным сервером и зарядной станцией.

Мобильное устройство обеспечивает сетевую связь с зарядной станцией, т.е. мобильное устройство выступает в качестве сетевого посредника для облегчения связи между зарядной станцией и облачным сервером. Облачный сервер может принимать идентификационную информацию, отчеты сеанса транзакций зарядки пользователя, статус зарядной станции обновления и другие данные по соединению с мобильным устройством. Электрическое транспортное средство имеет соединение с зарядной станцией, которое может включать в себя зарядный соединитель для передачи зарядного тока на батарею электрического транспортного средства или связь с электрическим транспортным средством.

Мобильное устройство может иметь пользовательский интерфейс для предоставления информации о тарификации, отчеты о статусе оплаты для электрического транспортного средства, о текущей стоимости транзакции зарядки и другой соответствующей информации для пользователя. Зарядная станция также может иметь пользовательский интерфейс для ввода данных в зарядную станцию (см. патент US № 2016364658, МПК G06Q10/02; G06Q10/10; G06Q20/10; G06Q20/40; H04L25/20; H04L29/08, опубл. 15.12. 2016 г.). Известная система сетевой электрозарядной инфраструктуры имеет сложную и избыточную конфигурацию, требующую больших затрат на ее устройство, содержание и эксплуатацию, что не выгодно с технологической и коммерческой точек зрения.

Задача – снижение расходов на создание сетевой электрозарядной инфраструктуры для электромобильного транспорта. Техническим результатом является возможность обеспечения режима зарядки электромобиля непосредственно от имеющейся распределенной в пространстве системы электроснабжения, за счет использования режимов фазового состояния запитанного или не запитанного электрическим током кабеля электрического разъема.

Поставленная задача достигается тем, что в системе распределенной сети электрозарядной инфраструктуры мобильного электротранспорта, включающей устройство, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта, снабженного мобильным средством связи через удаленный центр управления системой зарядки с устройством, предоставляющим электроэнергию, при этом мобильное средство связи снабжено мобильным приложением, согласно техническому решению, устройство, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта, выполнено в виде комплекса, содержащего электроустановку приема/передачи, преобразования и распределения электрической энергии с удаленно управляемым автоматическим переключателем нагрузки электрической цепи, по крайней мере, один электрический силовой кабель и, по крайней мере, один удаленный электрический разъем, при этом



каждый силовой кабель одним концом соединен с переключателем нагрузки электрической цепи, а другим концом посредством нормально разомкнутых контактов с соответствующим электрическим разъемом. При этом удаленный центр управления системой зарядки может быть реализован в виде облачного сервера, микропроцессора или промышленного компьютера. Электроустановка приема/передачи, преобразования и распределения электрической энергии с удаленно управляемым автоматическим переключателем нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде электрической подстанции, в виде шкафа распределительного электрического, (напольной или настенной компоновки), модульных контакторов, электросчетчиков с блоками хранения и передачи информации, силовых кабелей управления в электроустановках различного назначения. Также электроустановка с удаленно управляемым автоматическим переключателем нагрузки электрической цепи включает автоматически управляемый датчик поставляемого к электротранспорту 2 напряжения; 11 - беспроводное соединение с удаленным центром 4 управления системой зарядки. Заявляемая система сети электрозарядной инфраструктуры автомобильного электротранспорта, включает устройство 1, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта 2, снабженного мобильным средством 3 связи через удаленный центр 4 управления системой зарядки с устройством 1, предоставляющим электроэнергию (рисунок 1).

В качестве мобильного средства связи может быть использован сотовый телефон, iPad, персональный цифровой помощник, персональный компьютер, компонент/модуль электрического транспортного средства, устройство, использующее телематическое обслуживание и пр. и включает в себя мобильное приложение с программным обеспечением. При этом мобильное средство связи снабжено средством позиционирования в системах GPS или ГЛОНАСС.

Заявляемая совокупность признаков технического решения позволяет использовать для зарядки электромобилей более простую технологическую схему сетевой пространственной электрозарядной инфраструктуры, тем самым снизить расходы на ее устройство, содержание и эксплуатацию. Для обеспечения режима зарядки электромобиля используется фазовое состояние запитанного или не запитанного электрическим током кабеля, соединяющего уже имеющуюся систему электроснабжения, в виде электроподстанции, с удаленным электрическим разъемом, что позволяет исключить необходимость использования специализированных стационарных электрозарядных станций. Этим обеспечивается синергетический эффект от использования технического решения, заключающийся в возможности удаленного мониторинга и управления объектами системы электрозарядной инфраструктуры за счет использования в мобильном средстве связи приложения с информационной средой, обеспечивающей информационный обмен, регистрацию, аутентификацию и авторизацию пользователей и приложений, интеграцию со смежными системами, работу с личным счетом пользователя

На рисунке 1 схематично изображена схема системы сетевой электрозарядной инфраструктуры, на рисунках 2-4 примеры реализации системы.

Позиции на чертеже означают следующее: 1 - устройство, предоставляющее электроэнергию для зарядки; 2 - электротранспорт; 3 - мобильное средство связи; 4 - удаленный центр управления системой зарядки; 5 - электроустановка приема/передачи, преобразования и распределения электрической

энергии; 6 - удаленно управляемый автоматический переключатель нагрузки электрической цепи электроустановки 5; 7 - силовой кабель; 8 - удаленный электрический разъем; 9 - нормально разомкнутые контакты; 10 - датчик поставляемого к электротранспорту 2 напряжения; 11 - беспроводное соединение с удаленным центром 4 управления системой зарядки. Заявляемая система сети электрозарядной инфраструктуры автомобильного электротранспорта, включает устройство 1, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта 2, снабженного мобильным средством 3 связи через удаленный центр 4 управления системой зарядки с устройством 1, предоставляющим электроэнергию (рисунок 1).

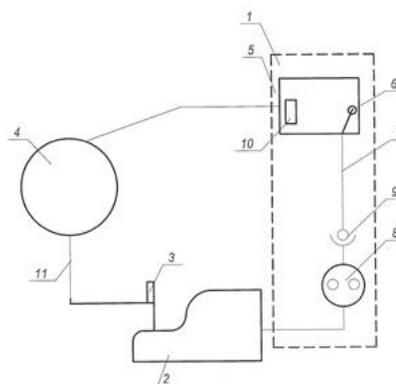


Рис. 1. Система сети электрозарядной инфраструктуры автомобильного электротранспорта (рис. авт.)

Fig. 1. System of power grid of electrical charging infrastructure of automobile electric transport (author's picture)

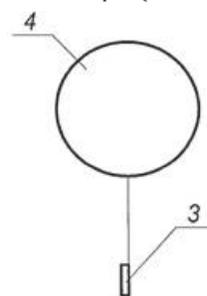


Рис. 2. Примеры реализации системы (рис. авт.)

Fig. 2. Examples of the implementation of the system (author's picture)

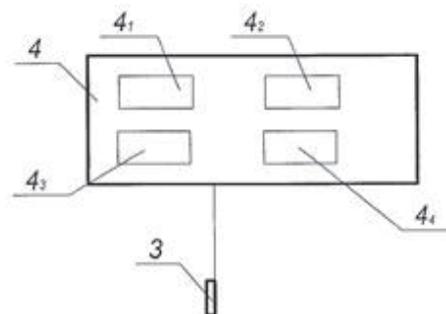


Рис. 3. Примеры реализации системы (рис. авт.)

Fig. 3. Examples of the implementation of the system (author's picture)



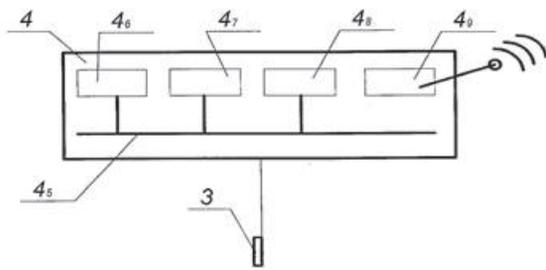


Рис. 4. Примеры реализации системы (рис. авт.)

Fig. 4. Examples of the implementation of the system (author's picture)

Устройство 1, предоставляющее электроэнергию для зарядки электротранспорта 2, выполнено в виде комплекса, включающего электроустановку 5 приема/передачи, преобразования и распределения электрической энергии с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи, по крайней мере, один электрический силовой кабель 7 и, по крайней мере, один удаленный электрический разъем 8. При этом каждый силовой кабель 7 одним концом соединен с переключателем 6 нагрузки электрической цепи, а другим концом посредством нормально разомкнутых контактов 9 с соответствующим электрическим разъемом 8 (рисунок 1).

Удаленный центр 4 управления системой зарядки предназначен для формирования (расчета) режима зарядки (времени, напряжения), передачи управляющего сигнала на автоматический переключатель нагрузки электрической цепи электроподстанции и информационных сигналов о начале и окончании режима зарядки, а также согласование тарифа оплаты с владельцем транспортного средства и передачи сигналов об оплате в расчетный центр. Удаленный центр 4 управления системой зарядки может быть реализован в виде облачного сервера, расположенного удаленно от устройства 1, предоставляющего электроэнергию, и подключенный посредством глобальной сети (WAN), такой как, например, Интернет (рисунок 2). Облачный сервер состоит из массива памяти накопления, обработки, форматирования и преобразования и анализа данных, а также из модели и расчетных программ определения параметра режима зарядки.

Удаленный центр 4 управления системой зарядки может быть реализован аппаратной средой в виде, по меньшей мере, одного процессора, включающего множество модулей – модуль 4<sub>1</sub> формирования (расчета) режима зарядки (времени, напряжения), модуль 4<sub>2</sub> передачи управляющего сигнала на автоматический переключатель нагрузки электрической цепи электроподстанции и информационных сигналов о начале и окончании режима зарядки, модуль 4<sub>3</sub> согласования тарифа оплаты с владельцем транспортного средства, модуль 4<sub>4</sub> передачи сигналов об оплате в расчетный центр и др. (рисунок 3). Удаленный центр 4 управления системой зарядки может быть реализован в виде промышленного компьютера, который может содержать, например, системную шину 4<sub>5</sub> для передачи информации и процессор 4<sub>6</sub>, соединенный с шиной 4<sub>5</sub> для обработки информации (рисунок 4).

Компьютерная система может включать оперативное (динамическое) запоминающее устройство (основную память) 4<sub>7</sub>, соединенное с шиной 4<sub>5</sub> для хранения информации и команд, которые должны выполняться процессором. Основная память 4<sub>7</sub> также может использоваться для хранения временных перемен-

ных или другой промежуточной информации во время выполнения команд процессором. Компьютерная система также может включать в себя постоянное запоминающее устройство 4<sub>8</sub> (ПЗУ) и/или другое статическое запоминающее устройство, соединенное с шиной 4<sub>5</sub> для хранения статической информации и инструкций, используемых процессором.

Компьютерная система может включать устройство связи 4<sub>9</sub> для доступа к другим компьютерам (серверам или клиентам) или серверам с помощью различных типов сетей. Электроустановка 5 приема/передачи, преобразования и распределения электрической энергии с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде электрической подстанции, состоящей из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств. Электроустановка 5 с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде шкафа распределительного электрического (напольной или настенной компоновки). Шкаф распределительный представляет собой металлический или пластиковый короб, в котором размещена коммутационная аппаратура, счетчики и другие элементы сети. В зависимости от места установки шкаф может быть уличного или внутреннего исполнения. Шкафы уличного исполнения отличаются повышенной степенью влагоустойчивости, герметичностью, что позволяет их эксплуатировать в суровых зимних условиях. По компоновке шкаф распределительный может быть настенный или напольный.

Настенный шкаф крепится к вертикальной поверхности посредством специальных монтажных скоб через предусмотренные для этой цели отверстия и используется в основном для монтажа оборудования на улице или в промышленных помещениях. Эти массивные изделия подходят для организации многочисленных потоков электроэнергии. Напольные шкафы обеспечивают повышенные меры безопасности от поражения электрическим током при транспортировке энергии по проводам, находящимся под высоким напряжением.

Встраиваемые конструкции наиболее предпочтительно использовать для монтажа оборудования внутри помещений или жилых домов.

Электроустановка 5 с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде модульных контакторов. Модульные контакторы для удаленного управления схемой электроцепи могут быть различных конструкций, например, пускатели, в которых предусмотрено наличие вспомогательных контактов, специального реле, системы автозапуска, при этом автоматическая система может также подразделяться на реверсивную, неревверсивную, предусматривающую и не предусматривающую переключение обмоток.

Электроустановка 5 с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде электросчетчиков с блоками хранения и передачи информации, которые укомплектованы удаленной системой считывания поставляемой энергии и осуществляют передачу информации в дистанционном режиме с помощью сетевых информационно-измерительных систем. Электроустановка 5 с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи может быть реализована в виде, например, силовых кабелей управления в электроустанов-



ках различного назначения, конструктивно представляющих собой кабели с токопроводящими медными жилами, защищенные изоляционным слоем и оболочкой из ПВХ-пластика и ПВХ-композиций повышенной огнестойкости.

Электроустановка 5 с удаленно управляемым автоматическим переключателем 6 нагрузки электрической цепи включает автоматически управляемый датчик 10 поставляемого к электромобилу напряжения для определения времени и подаваемого напряжения в зависимости от величины оплаты и передаваемого от владельца электротранспортного средства ограничения по времени зарядки. Электрический силовой кабель 7 может быть реализован в виде металлического, например, медного провода, с возможностью передачи напряжения от 220-500 В. (с не менее чем тремя дискретными (например, 220 В, 380 В и 500 В) и (или) изменяемыми (промежуточными) уровнями выходного напряжения).

Удаленные электрические разъемы 8 выполнены в виде типовых разъемов по международным, межгосударственным и национальным стандартам, например, штепсельной розетки с гнездовыми контактами, штыревыми контактами или и теми и другими, специализированных розеток по стандарту IEC62196 и размещены на имеющихся объектах дорожной, или транспортной, или торговой, или жилой, или инфраструктуры заправочной АЗС. В качестве мобильного средства 3 связи может быть использован сотовый телефон, iPad, персональный цифровой помощник, персональный компьютер, компонент/модуль электрического транспортного средства, устройство, использующее телематическое обслуживание и пр.

Мобильное средство связи 4 включает в себя мобильное приложение, посредством которого оно осуществляет беспроводное соединение 11 с удаленным центром 4 управления системой зарядки посредством, например, WiFi, сотовая технология (например, CDMA, GPRS, HSDPA, EDGE, LTE и т. д.) или сети Интернет. Мобильное приложение может быть реализовано посредством, например, программного обеспечения мобильного средства связи 4. Мобильное средство связи 4 снабжено средством позиционирования в системах GPS или ГЛОНАСС.

Пример функционирования заявляемой системы распределенной сети электрозарядной инфраструктуры мобильного электротранспорта.

Пользователь электротранспорта 2 посредством мобильного средства 3 связи через мобильное приложение подключается к системе сети электрозарядной инфраструктуры, при этом навигационное устройство мобильного средства 3 связи идентифицирует местоположение автомобильного электротранспорта и электрического разъема 8. Пользователь 3 электротранспорта 2 отправляет в удаленный центр 5 управления системой зарядки запрос на разрешение зарядки электротранспорта 2. В удаленном центре 4 управления системой зарядки осуществляется расчет стоимости и времени зарядки, результат которого отправляется на согласование оплаты с владельцем транспортного средства.

После оплаты пользователем электротранспорта 2 тарифа удаленный центр 4 управления системой зарядки осуществляет передачу сигнала об оплате в расчетный центр (на схеме не показан) и управляющего сигнала на автоматический переключатель 6 нагрузки электрической цепи, который, в свою очередь, подает сигнал на замыкание нормально разомкнутых контактов 9 и подачу питания через силовой кабель 7 на соответствующий электрический разъем 8.

Пользователь электротранспорта 2 получает информацию о готовности системы сети электрозарядной инфраструктуры к зарядке автомобильного электротранспорта 2. По окончании сеанса зарядки удаленный центр 4 управления системой зарядки подает сигнал автоматическому переключателю 6 нагрузки электрической цепи на отключение питания электрического разъема 8.

## Краткое описание мобильного приложения для смартзарядок

При первом запуске приложение предложит зарегистрироваться в системе для получения персонального рублевого счета с которого в дальнейшем будут списываться суммы для оплаты зарядки электромобиля, а также получить PIN-код для входа в систему. В случае выбора пункта «РЕГИСТРАЦИЯ» появится окно для регистрации нового пользователя распределенной электрозарядной инфраструктуры. На рисунке 5 представлено интерактивное окно оплаты зарядки.



Рис. 5. Интерактивное окно оплаты зарядки (рис. авт.)  
Fig. 5. Interactive charging payment window (author's picture)

Смартзарядки физически могут располагаться как поодиночке в пределах доступности для подключения в местах разрешенных для остановки электротранспортных средств (стены домов, столбы, стойки, вмонтированные в асфальт на крытых и открытых паркингах, автомобильных стоянках около мест общественного пользования, отелей, ресторанов, супермаркетов, торговых центров и т.д.), так и группироваться в электрозарядные станции (например, на базе существующих АЗС). Рядом со смартзарядкой находится информационная табличка с ее индивидуальным номером в системе, по которому она идентифицируется для активации. То есть, с помощью этого номера указывается какую именно смартзарядку, входящую в распределенную электрозарядную инфраструктуру требуется включить дистанционно в данный момент для того, что бы конкретный заказчик начал процесс зарядки своего электромобиля с использованием предоплаченной электроэнергии. При выборе конкретной смартзарядки на карте или из списка, выводится карта местности с указанием выбранной смартзарядки или электрозарядной



станции, текущего месторасположения пользователя и кратчайшего маршрута, по которому до нее можно доехать (рисунок 6).

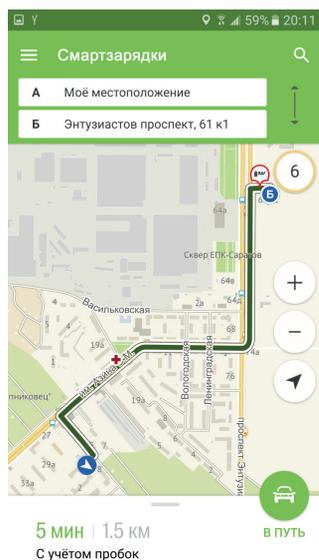


Рис. 6. Информационное окно о маршрутизации движения транспорта (рис. авт.)  
Fig. 6. Information window on the routing of traffic (author's picture)

После того, как пользователь подъехал к одиночной смарт-зарядке или на электростанцию, необходимо вернуться в основное меню, выбрать пункт «Зарядка электромобиля» и приступить к зарядке так, как было описано выше.

## Социальный результат

Если кто-то заходит на рынок, тот и формирует базовый протокол обмена, систему выдачи опций под программу айфонов и айпадов сервиса электростанции электромобилей, он будет контактировать рынок.

Фактически предлагается создание системы цифровой экономики зарядными устройствами. Если этим не заниматься то эту нишу займут корейцы, японцы, американцы и будут контролировать все финансовые потоки.

Стоимость одного клика на заряд порядка одного рубля, прикладывается палец к поверхности мобильного и он индицирует его отпечаток и выполняет команду. Этот клик оплачивается. Общий объем развитого рынка услуг только на оплату электростанции – до 9 миллиардов рублей в год только за оплату этих услуг.

## Заключение

Использование заявляемой динамической системы сетевой электростанции инфраструктуры на различных объектах транспортных систем, жилых и общественных комплексах позволит решить следующие актуальные проблемы:

- исключить жесткую привязку электромобиля к существующей сети зарядных станций;
- снизить затраты времени на подзарядку электромобиля;
- минимизировать затраты на обслуживание процесса зарядки электромобиля.

## Список использованных источников

- [1] Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы / Под ред. В.В. Бушуева. М.: ИД «Энергия», 2015. 48 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL\\_TR.pdf](http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL_TR.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
- [2] Батова С. Троллейбусы смогут объезжать заторы // Российская газета. 2013. 14 февраля. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2013/02/14/trolleibusi-site.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [3] Маневровый тепловоз ТЭМ9Н Sinar Hybrid с гибридной силовой установкой // ОАО «Синара-Транспортные Машины». [Электронный ресурс]. URL: <https://sinaratm.ru/products/teplovozy/tem9h-sinarahybrid/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [4] В Екатеринбурге представлен низковольтный трамвай // Коммерсантъ Екатеринбург. 2013. 20 декабря. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2374279> (дата обращения: 05.08.2018).
- [5] Duncan G-R. Denmark to power electric cars by wind in vehicle-to-grid experiment // The Guardian. 2009. 19 June. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theguardian.com/environment/2009/jun/19/denmark-wind-electric-cars> (дата обращения: 05.08.2018).
- [6] «Транспорт и связь в России. Статистический сборник». Федеральная служба государственной статистики, 2014. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B14\\_5563/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B14_5563/Main.htm) (дата обращения: 05.08.2018).
- [7] Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года». Москва, 2011. 96 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rzd-expo.ru/doc/Energ\\_Strateg\\_new.pdf](http://www.rzd-expo.ru/doc/Energ_Strateg_new.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
- [8] «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 05.08.2018).
- [9] Pontes J. World Full Year 2012 // EV Sales. 2013. February 9. [Электронный ресурс]. URL: <http://ev-sales.blogspot.ru/2013/02/world-full-year-2012.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [10] Pontes J. World Top 20 December 2013 (Special Edition) // EV Sales. 2014. January 30. [Электронный ресурс]. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/01/world-top-20-december-2013-special.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [11] Pontes J. World Top 10 April 2014 // EV Sales. 2014. June 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/06/world-top-10-april-2014.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [12] Pontes J. World All Time Top 10 (Updated to 30 April 2014) // EV Sales. 2014. June 13. [Электронный ресурс]. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/06/world-all-time-top-10-updated-to-30.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [13] Pontes J. World Top 20 December 2014 (Special Edition) // EV Sales. 2015. January 31. [Электронный ресурс]. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/2015/01> (дата обращения: 05.08.2018).
- [14] Cobb J. Top 6 Plug-In Vehicle Adopting Countries – 2013 // HybridCars.com. 2014. January 16. [Электронный ресурс].



- URL: <https://www.hybridcars.com/top-6-plug-in-car-adopting-countries/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [15] Electric Drive Sales Dashboard // Electric Drive Sales Dashboard. [Электронный ресурс]. URL: <https://electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/20952/pid/20952> (дата обращения: 05.08.2018).
- [16] *Graham-Rowe E., Gardner B., Abraham C., Skippon S., Dittmar H., Hutchins R., Stannard J.* Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2012. Vol. 46, issue 1. Pp. 140-153. DOI: 10.1016/j.tra.2011.09.008
- [17] Car and motorcycle taxes. Summary of the 2019 Budget Memorandum // *Government.nl*. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.government.nl/documents/budgets/2018/09/18/summary-of-the-2019-budget-memorandum> (дата обращения: 19.09.2018).
- [18] *Motavalli J.* China to Subsidize Electric Cars and Hybrids // *The New York Times*. 2010. June 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://wheels.blogs.nytimes.com/2010/06/02/china-to-start-pilot-program-providing-subsidies-for-electric-cars-and-hybrids/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [19] Boost for electric and hybrid cars with Rs 1.5 Lakh subsidy // *The Indian Express*. 2014. April 18. [Электронный ресурс]. URL: <https://indianexpress.com/article/business/companies/boost-for-electric-and-hybrid-cars-with-rs-1-5-lakh-subsidy/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [20] *Hiroimi Sato.* Big Subsidies for Foreign Electric Cars in Japan // *Nikkei Business*. 2014. September 16. [Электронный ресурс]. URL: <http://web.archive.org/web/20141223104246/http://business.nikkeibp.co.jp/eng/20140916/271299> (дата обращения: 05.08.2018).
- [21] Overview of Purchase and Tax Incentives for Electric Vehicles in the EU // *European Automobile Manufacturers Association*. 2014. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.acea.be/uploads/publications/Electric\\_vehicles\\_overview\\_2014.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles_overview_2014.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
- [22] Ontario Electric Vehicle Program Incentive // *Ministry of Transportation of Ontario*. 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://web.archive.org/web/20140715131017/http://www.mto.gov.on.ca/english/dandv/vehicle/electric/ev-vehicle-list.shtml> (дата обращения: 05.08.2018).
- [23] New Qualified Plug-in Electric Drive Motor Vehicle Credit // *Internal Revenue Service: 2009-48*. 2009. November 30. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.irs.gov/irb/2009-48\\_IRB](https://www.irs.gov/irb/2009-48_IRB) (дата обращения: 05.08.2018).
- [24] *Bilsalget Statistikk* // *Opplysningsrådet for Veitrafikken AS*. April. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ofvas.no/bilsalget-i-april/category659.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [25] Much more than a 'second car': families get charged up about all-electric Nissan LEAF // *Nissan Motor Co., Ltd.*, 2015. March 12. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nissan.ru/campaigns-wip/experience-nissan-new/news\\_and\\_events/leaf\\_familys\\_first\\_choice.html](https://www.nissan.ru/campaigns-wip/experience-nissan-new/news_and_events/leaf_familys_first_choice.html) (дата обращения: 05.08.2018).
- [26] *Rosevear J.* Chevy Bolt: First Pure Electric Car With Good Range, Price // *AOL.COM*. 2015. February 12. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aol.com/article/finance/2015/02/12/chevy-bolt-good-range-price/21142197/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [27] *Hirsch J., Fleming Ch.* Ramping up production of affordable Tesla may take years, Elon Musk says // *The Los Angeles Times*. 2015. January 13. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.latimes.com/business/autos/la-fi-hy-affordable-tesla-may-take-years-story.html> (дата обращения: 05.08.2018).
- [28] *Jaffe S.* The Lithium Ion Inflection Point // *Cambridge EnerTech*. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.batterypoweronline.com/articles/the-lithium-ion-inflection-point/> (дата обращения: 05.08.2018).
- [29] *Johnson Ch.* Grant Progress Review. Materials and Manufacturing Technologies for High Energy Lithium-ion Batteries. Merit Review – Electrochemical Storage. US Department of Energy, 2012. May 15. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f9/es098\\_johnson\\_2012\\_o.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f9/es098_johnson_2012_o.pdf) (дата обращения: 05.08.2018).
- [30] Emerging Battery Technologies // *Navigant Research*. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.navigantresearch.com/research/emerging-batterytechnologies> (дата обращения: 05.08.2018).

Поступила 05.08.2018; принята в печать 10.09.2018;  
опубликована онлайн 30.09.2018.

## References

- [1] Timatkov V.V. Ehlektrotransport kak chast' ehlektricheskogo mira. Fakty i prognozy [Electric transport as part of the electrical world. Facts and forecasts]. V.V. Bushuev (Ed). Moscow: Publishing house "Energia", 2015. 48 p. Available at: [http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL\\_TR.pdf](http://www.energystrategy.ru/editions/docs/EL_TR.pdf) (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [2] Batova S. Trolleybuses will be able to drive around congestion. *Rossiyskaya gazeta*. 2013. 14 February. Available at: <https://rg.ru/2013/02/14/trolleibusi-site.html> (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [3] Shunting diesel locomotive ТЕМ9Н Sinara Hybrid with a hybrid power plant. ОАО "Sinara-Transportnye Mashiny". Available at: <https://sinaratm.ru/products/teplovozy/tem9h-sinarahybrid/> (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [4] Low-floor tram is presented in Yekaterinburg. *Kommersant Ekaterinburg*. 2013. 20 December. Available at: <http://www.kommersant.ru/doc/2374279> (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [5] Duncan G-R. Denmark to power electric cars by wind in vehicle-to-grid experiment. *The Guardian*. 2009. 19 June. Available at: <http://www.theguardian.com/environment/2009/jun/19/denmark-wind-electric-cars> (accessed 05.08.2018).
- [6] "Transport i svyaz v Rossii. Statisticheskij sbornik". Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki, 2014. Available at: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B14\\_5563/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B14_5563/Main.htm) (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [7] Ehnergeticheskaya strategiya holdinga "Rossijskie zheleznye dorogi" na period do 2015 goda i na perspektivu do 2030 goda». M., 2011. 96 p. Available at: [http://www.rzd-expo.ru/doc/Energ\\_Strateg\\_new.pdf](http://www.rzd-expo.ru/doc/Energ_Strateg_new.pdf) (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [8] "Ehnergeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 god"». Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 13.11.2009. № 1715-p. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (accessed 05.08.2018). (In Russian)
- [9] Pontes J. World Full Year 2012. EV Sales. 2013. February 9. Available at: <http://ev-sales.blogspot.ru/2013/02/world->



- full-year-2012.html (accessed 05.08.2018).
- [10] Pontes J. World Top 20 December 2013 (Special Edition). EV Sales. 2014. January 30. Available at: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/01/world-top-20-december-2013-special.html> (accessed 05.08.2018).
- [11] Pontes J. World Top 10 April 2014. EV Sales. 2014. June 1. Available at: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/06/world-top-10-april-2014.html> (accessed 05.08.2018).
- [12] Pontes J. World All Time Top 10 (Updated to 30 April 2014). EV Sales. 2014. June 13. Available at: <http://ev-sales.blogspot.com/2014/06/world-all-time-top-10-updated-to-30.html> (accessed 05.08.2018).
- [13] Pontes J. World Top 20 December 2014 (Special Edition). EV Sales. 2015. January 31. Available at: <http://ev-sales.blogspot.com/2015/01> (accessed 05.08.2018).
- [14] Cobb J. Top 6 Plug-In Vehicle Adopting Countries – 2013. HybridCars.com. 2014. January 16. Available at: <https://www.hybridcars.com/top-6-plug-in-car-adopting-countries/> (accessed 05.08.2018).
- [15] Electric Drive Sales Dashboard. Electric Drive Sales Dashboard. Available at: <https://electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/20952/pid/20952> (accessed 05.08.2018).
- [16] Graham-Rowe E., Gardner B., Abraham C., Skippon S., Dittmar H., Hutchins R., Stannard J. Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2012; 46(1):140-153. DOI: 10.1016/j.tra.2011.09.008
- [17] Car and motorcycle taxes. Summary of the 2019 Budget Memorandum. Government.nl. 2018. Available at: <https://www.government.nl/documents/budgets/2018/09/18/summary-of-the-2019-budget-memorandum> (accessed 19.09.2018).
- [18] Motavalli J. China to Subsidize Electric Cars and Hybrids. *The New York Times*. 2010. June 2. Available at: <https://wheels.blogs.nytimes.com/2010/06/02/china-to-start-pilot-program-providing-subsidies-for-electric-cars-and-hybrids/> (accessed 05.08.2018).
- [19] Boost for electric and hybrid cars with Rs 1.5 Lakh subsidy. *The Indian Express*. 2014. April 18. Available at: <https://indianexpress.com/article/business/companies/boost-for-electric-and-hybrid-cars-with-rs-1-5-lakh-subsidy/> (accessed 05.08.2018).
- [20] Hiromi Sato. Big Subsidies for Foreign Electric Cars in Japan. *Nikkei Business*. 2014. September 16. Available at: <http://web.archive.org/web/20141223104246/http://business.nikkeibp.co.jp:80/article/eng/20140916/271299> (accessed 05.08.2018).
- [21] Overview of Purchase and Tax Incentives for Electric Vehicles in the EU. European Automobile Manufacturers Association. 2014. Available at: [https://www.acea.be/uploads/publications/Electric\\_vehicles\\_overview\\_2014.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/Electric_vehicles_overview_2014.pdf) (accessed 05.08.2018).
- [22] Ontario Electric Vehicle Program Incentive. Ministry of Transportation of Ontario. 2014. Available at: <http://web.archive.org/web/20140715131017/http://www.mto.gov.on.ca/english/dandv/vehicle/electric/ev-vehicle-list.shtml> (accessed 05.08.2018).
- [23] New Qualified Plug-in Electric Drive Motor Vehicle Credit. Internal Revenue Service: 2009-48. 2009. November 30. Available at: [https://www.irs.gov/irb/2009-48\\_IRB](https://www.irs.gov/irb/2009-48_IRB) (accessed 05.08.2018).
- [24] Bilsalget Statistikk. Opplysningsrådet for Veitrafikken AS. April. 2015. Available at: <http://www.ofvas.no/bilsalget-i-april/category659.html> (accessed 05.08.2018).
- [25] Much more than a 'second car': families get charged up about all-electric Nissan LEAF. Nissan Motor Co., Ltd., 2015. March 12. Available at: [https://www.nissan.ru/campaigns-wip/experience-nissan-new/news\\_and\\_events/leaf\\_familys\\_first\\_choice.html](https://www.nissan.ru/campaigns-wip/experience-nissan-new/news_and_events/leaf_familys_first_choice.html) (accessed 05.08.2018).
- [26] Rosevear J. Chevy Bolt: First Pure Electric Car With Good Range, Price. AOL.COM. 2015. February 12. Available at: <https://www.aol.com/article/finance/2015/02/12/chevy-bolt-good-range-price/21142197/> (accessed 05.08.2018).
- [27] Hirsch J., Fleming Ch. Ramping up production of affordable Tesla may take years, Elon Musk says. *The Los Angeles Times*. 2015. January 13. Available at: <https://www.latimes.com/business/autos/la-fi-hy-affordable-tesla-may-take-years-story.html> (accessed 05.08.2018).
- [28] Jaffe S. The Lithium Ion Inflection Point. Cambridge EnerTech. 2013. Available at: <https://www.batterypoweronline.com/articles/the-lithium-ion-inflection-point/> (accessed 05.08.2018).
- [29] Johnson Ch. Grant Progress Review. Materials and Manufacturing Technologies for High Energy Lithium-ion Batteries. Merit Review – Electrochemical Storage. US Department of Energy, 2012. May 15. Available at: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f9/es098\\_johnson\\_2012\\_o.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f9/es098_johnson_2012_o.pdf) (accessed 05.08.2018).
- [30] Emerging Battery Technologies. Navigant Research. 2013. Available at: <http://www.navigantresearch.com/research/emerging-batterytechnologies> (accessed 05.08.2018).

Submitted 05.08.2018; revised 10.09.2018;  
published online 30.09.2018.

#### About the authors:

**Andrey V. Kochetkov**, Doctor of Technical Science, Professor, Chief Expert, FAI «ROSDORNII»; Professor, Perm National Research Polytechnic University (29 Komsomol'skaya Av., Perm 614990, Russia); full member Russian Transport Academy (1 bl., 34 Masha Poryvaeva Str., Moscow 107078, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6523-6095>, soni.81@mail.ru

**Viktor V. Talalay**, Deputy Head of Research, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (64 Leningradskij Av., Moscow 125319, Russia); full member Russian Transport Academy (1 bl., 34 Masha Poryvaeva Str., Moscow 107078, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0410-888X>, talalay@bk.ru

**Yuriy E. Vasilev**, Doctor of Technical Science, Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (64 Leningradskij Av., Moscow 125319, Russia); full member Russian Transport Academy (1 bl., 34 Masha Poryvaeva Str., Moscow 107078, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1634-0152>, vashome@yandex.ru



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

