

По Сибири на электромобиле

© А. Г. Осипов, М. Е. Лебедева, К. П. Зенин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье дана историческая справка, касающаяся создания двигателей и автомобилей. Проанализированы преимущества эксплуатации электромобилей, позволяющие снизить эксплуатационные расходы и уровень загрязнения окружающей среды. Рассмотрены модели электромобилей лидирующих мировых компаний, технические характеристики. Отмечено, что их эксплуатация в условиях резко-континентального климата Сибири имеет свои специфические особенности, из-за которых трудно отказаться от автомобилей с традиционными двигателями внутреннего сгорания и перейти на электромобили. В статье даны практические рекомендации по их эксплуатации в сибирских условиях. Установлены оптимальные границы применения электромобилей в Сибири, показана экономическая целесообразность их использования, сделано рациональное предложение для Nissan Leaf. Также проведены аналитические исследования научного материала, экономические расчеты и сравнительный анализ автомобилей с разным типом двигателей. Сформулированы практические рекомендации по применению электромобилей в условиях Сибири.

Ключевые слова: специфика Сибири, автомобильные двигатели, электромобили, аккумуляторные батареи, зарядные станции, время зарядки, гибридные двигатели

Across Siberia by Electric Car

© Artur G. Osipov, Marina E. Lebedeva, Konstantin P. Zenin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article provides a historical background regarding the creation of engines and cars, analyzes the advantages of operating electric vehicles, which reduce operating costs and environmental pollution, considers models of electric vehicles from leading global companies, and technical characteristics. The operation of electric vehicles in the conditions of the sharply continental climate of Siberia has its own specific features, which make it difficult to abandon vehicles with traditional internal combustion engines and switch to electric vehicles. The article gives practical recommendations for the operation of electric vehicles in Siberian conditions, that is, the optimal boundaries for the use of electric vehicles in Siberia, the economic feasibility of use, and a rational proposal for the Nissan Leaf. The article also provides analytical studies of scientific material, economic calculations and a comparative analysis of cars with different types of engines, and formulates practical recommendations for the use of electric vehicles in conditions.

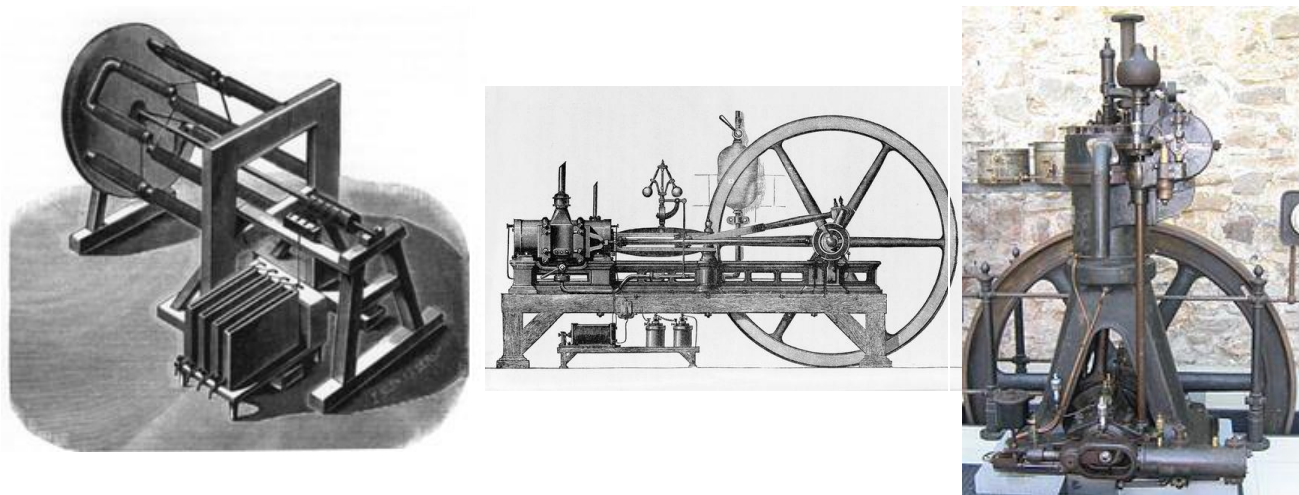
Keywords: electric cars, horsepower, charging time, electric charging stations, hybrids, Siberia

Первый электрический двигатель был изобретен в 1821 году Майклом Фарадеем, который продемонстрировал возможность преобразования электрической энергии в механическую. Магнетизм и электричество привлекли внимание ученых всего мира, и эта отрасль стала быстро развиваться [1]. Академик Императорской Санкт-Петербургской академии наук Борис Семенович (Мориц Герман фон) Якоби, немецкий и русский физик, изобрел первый в мире электродвигатель с непосредственным вращением рабочего вала (рис. 1а) [2]. Мощность его двигателя составляла около 15 Вт, частота вращения ротора 80–120 оборотов в минуту. До этого открытия существовали только устройства с качающимся и возвратно-поступательным движением якоря. В 1876

году в Германии был построен первый работоспособный бензиновый двигатель (рис. 1б) [3] Николаусом Отто, хотя ранее были попытки его создания Этьеном Ленуаром, Зигфридом Маркусом, Юлиусом Хоком и Джорджем Брайтоном.

В январе 1897 года создается первый в мире дизельный двигатель (рис. 1в) [4], который был пригоден уже для серийного производства. Автором изобретения стал немецкий инженер Рудольф Дизель. Для достижения такого успеха он потратил семнадцать лет упорного труда.

Первые двигатели, включая пороховые, паровые и другие, были стационарными, тихоходными, имели большую массу и незначительную мощность. Например, двигатель Отто, построенный в 1870 году, при числе



а)

б)

в)

Рис. 1. Первые двигатели: а – электрический; б – бензиновый; в – дизельный

оборотов близком к 150 в минуту и массе 2000 кг развивал мощность равную всего 2 л с. [5]. Большая масса первых двигателей и низкие их мощностные и экономические показатели тормозили создание и развитие самоходных транспортных средств, в частности, автомобилей.

Несмотря на это, с появлением первых работоспособных двигателей предпринимаются попытки их установки на самодвижущиеся тележки и экипажи. В этом ключе следует отметить фламандского изобретателя Иоганна Вербиста, сконструировавшего в 1672 году оригинальную тележку с примитивным котлом для газовой турбины, Христиана Гюйгенса, построившего в 1673 году оригинальный пороховой двигатель – прототип современных двигателей внутреннего сгорания, француза Жозефа Кюньо, создавшего первую трехколесную транспортную машину с паровым двигателем, швейцарца Исаака де Риваза, построившего в 1807 году самодвижущийся четырехколесный экипаж, русского механика Б. Г. Луцкого, сконструировавшего «Батарейный двигатель» [6].

Особого внимания заслуживают конструктивные разработки немецких инженеров, в частности, Готтлиба Даймлера, Карла Бенца, Майбаха, впервые установивших в 1885–1889 гг. «легко и быстро работающие двигатели» (ДВС) на «скаковую коляску», трехколесный экипаж и четырехколесный автомобиль, соответственно. Таким образом, их конструктивные разработки считаются прототипами современных мотоциклов и автомо-

билей [6].

Первая самоходная тележка с электродвигателем и аккумуляторной батареей на борту, преодолевшая расстояние в 100 метров, появилась в 1841 году, настоящие электромобили на европейских дорогах только в конце XIX века. Тогда они опережали бензиновых и паровых конкурентов по всем параметрам: скорости, динамике разгона, грузоподъемности и запасу хода, минусом был только сложный процесс зарядки батарей.

Пока не изобрели выпрямитель тока, приходилось соединять между собой электродвигатель переменного тока и генератор постоянного тока. Механизм тратил много энергии и часто ломался, тем временем как автомобили с бензиновыми двигателями становились все более совершенными. Минусы электромобилей заставили надолго забыть об этом виде транспортного средства [7]. К ним вернулись только на рубеже 1960–70-х гг., когда стоимость горючего резко возросла, а в крупных городах остро встала проблема с необходимостью сокращения выбросов в атмосферу ядовитых отработавших газов.

Электромобили выпускались небольшими партиями, но по-прежнему оставались диковинкой на дорогах. В 1990-х гг. были выпущены первые крупные партии электромобилей. В США их можно было взять в лизинг или аренду. Наглядно плюсы электромобилей продемонстрировала компания Илона Маска Tesla Motors [8]. Ее спорткар Roadster приближался к бензиновым конкурентам по динамике движения и запасу хода. До него в 1964 году кон-

церн General Motors создал свой первый электрокар Chevrolet Electrovair [9].

В 2010-х гг. выпуск электрокаров начали многие автомобильные компании: Mitsubishi, Nissan, Volkswagen, Toyota, Jaguar, Renault и другие, что привело к снижению их стоимости в 1,5–2 раза.

Экологически чистый транспорт стал доступным. Электрический двигатель явился достойной заменой двигателя внутреннего сгорания. Его плюсами стали: простота конструкции и уменьшенное количество движущихся деталей, а следовательно, менее частое обслуживание. Источником питания служит аккумуляторная батарея. Трансмиссия максимально проста: обычно это одноступенчатый планетарный редуктор, который служит автоматической коробкой передач.

Все больше автомобильных брендов, включая крупнейших игроков, таких как Mercedes [10], BMW [11] и Ford [12], разрабатывают концепт-кары и выпускают электрокары на аккумуляторных батареях. Развитие инфраструктуры для зарядки аккумуляторных батарей набирает обороты, чтобы владельцы электрокаров могли не только свободно передвигаться по городу, но и пользоваться шоссе и автострадами, не боясь остаться без заряда электричества на середине пути.

К электротранспорту в первом приближении можно отнести и гибридные автомобили. В них электромотор берет на себя часть задач, решаемых бензиновым или дизельным двигателем, сокращая при этом выбросы вредных веществ и снижая расход топлива.

Энергия в классическом гибриде рекуперируется при торможении автомобиля, при этом электромотор выполняет функции электрогенератора. От сети могут заряжаться подключаемые (Plug-In) модели, увеличивая запас хода. В последовательных гибридах двигатель внутреннего сгорания вращает вал электрогенератора, который заряжает аккумуляторную батарею.

В электрокаре, в отличие от гибрида, отсутствует двигатель внутреннего сгорания. Электромотор соединен с аккумуляторной батареей, которая заряжается от электросети, а также при торможении электрокара.

В настоящее время существуют электрокары, работающие на топливных элементах, в которых энергия вырабатывается за счет химической реакции, при этом в выхлопную трубу поступает только чистый водяной пар. Такие машины нужно заправлять водородом. Однако из-за сложности химического процесса они пока не получили достаточно широкого распространения.

Таблица 1. Электрокары в мировой истории автомобилестроения




| | Год изготовления | Вид общий | Изготовитель |
|-----------------------------------|------------------|--|---|
| Тележка с электродвигателем | 1841 | - | - |
| Первый электрокар | 1881 |  | Густав Триве |
| Электрокар, Chevrolet Electrovair | 1964 |  | General Motors |
| Электрокар | 1970 |  | Компания EVA (Electric Vehicle Associates) [10] |

Таблица 2. Анализ мирового рынка электромобилей

| Фирма - производитель | Цена, руб. | Мощность, л.с. | Запас хода, км | Время зарядки от 220В, час | Скорость, км/ч |
|------------------------|------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|
| Электромобили | | | | | |
| Chevrolet Bolt | 2 700 000 | 204 | 322 | 9 | 160 |
| Tesla Model 3 | 4 500 000 | 225 | 345 | 7,5 | 225 |
| BMW i3 | 3 840 000 | 184 | 310 | 4,5 | 160 |
| Kia Niro E | 2 500 000 | 204 | 455 | 9,5 | 180 |
| Hyundai Ioniq Electric | 4 700 000 | 120 | 280 | 10 | 160 |
| Renault Zoe | 1 700 000 | 108 | 390 | 9 | 140 |
| Nissan Leaf | 2 600 000 | 150 | 378 | 8 | 150 |
| Peugeot iOn | 2 500 000 | 64 | 150 | 6,5 | 130 |
| Skoda Citijo-e iV | 1 700 000 | 83 | 285 | 13 | 130 |
| Гибриды | | | | | |
| Toyota Prius | 2 300 000 | 72 | 1237 | 3,5 | 160 |
| Opel Ampera | 3 800 000 | 150 | 520 | 3,5 | 161 |

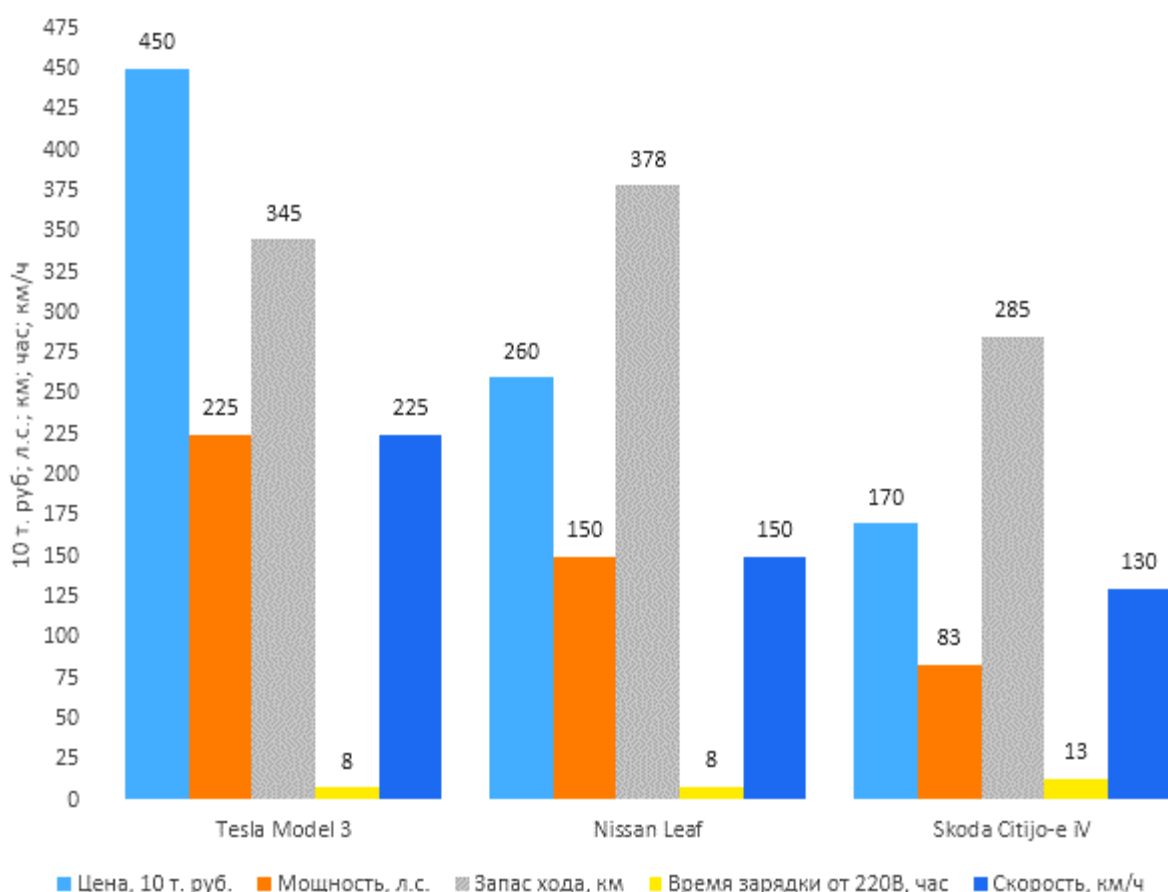


Рис. 2. График сравнения характеристик электромобилей

Для констатации преимуществ электромобилей проведем несложный расчет. По данным аналитического агентства «Авто-стат», среднегодовой пробег автомобилей в России составляет 16 тыс. км [14]. Для сравнения возьмем два максимально близких друг к другу транспортных средства: Nissan Note 1,6 с бензиновым двигателем и Nissan Leaf [15] с электрогенератором, эксплуатиру-

емых в разных регионах Сибири.

Автомобиль с бензиновым двигателем расходует при городском цикле движения около 7,5 л горючего на 100 км, а электромобиль при зарядке потребляет около 30 кВт/ч электроэнергии [15]. Этой электроэнергии хватает на 120 км пробега электромобиля в городе, при этом средний расход составляет 25 кВт/ч на 100 км.

Таблица 3. Анализ денежных затрат на годовой заряд Nissan Leaf и заправку Nissan Note

| Стоимость | Иркутская область | Красноярский край | Новосибирская область |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 л 95-го бензина, руб. | 51 | 55 | 48,9 |
| 1 кВт. энергии, руб. | 1,23 | 2,77 | 2,93 |
| Плата за год по бензину, руб. | $7,5 \cdot 160 \cdot 51 = 61\ 200$ | $7,5 \cdot 160 \cdot 55 = 66\ 000$ | $7,5 \cdot 160 \cdot 48,9 = 58\ 680$ |
| Плата за год по электричеству, руб. | $25 \cdot 160 \cdot 1,23 = 4\ 920$ | $25 \cdot 160 \cdot 2,77 = 11\ 080$ | $25 \cdot 160 \cdot 2,93 = 11\ 720$ |

Как видно из табл. 3, заряд электромобиля обходится в среднем в 7,8 раза дешевле, чем заправка бензином марки 95 автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Стоимость обслуживания ходовой части, электроники, салона и кузова электромобиля и автомобиля с двигателем внутреннего сгорания приблизительно одинаковая. Различия состоят только в обслуживании двигателя и трансмиссии. Автомобилю с двигателем внутреннего сгорания требуется периодическая замена масла, ремня газораспределительного механизма, а также свечей зажигания. В расчете на 16 тыс. км пробега это будет стоить порядка 8–10 тыс. руб. Из планового обслуживания электромобиля требуется только замена масла в редукторе, диагностика электродвигателя и определение остаточного ресурса аккумуляторной батареи. Стоимость материалов и работ в расчете на годовой пробег составит около 2,5 тыс. руб., то есть в 4 раза меньше.

Для электромобилей используются, в основном, два типа аккумуляторных батарей. К первому типу относятся никель-металлгидридные батареи. Они стоят дешевле, но весят значительно больше, раньше изнашиваются, а также быстрее теряют емкость при снижении температуры окружающей среды. Ко второму относятся более дорогие литий-ионные аккумуляторные батареи. Они легче, долговечнее и стабильнее в эксплуатации. Срок службы никель-металлгидридной батареи составляет от 5 до 10 лет, литий-ионной – от 8 до 15 лет. В течение этого времени батареи постепенно деградируют, теряя по 1–5 % емкости в год. Чем мощнее зарядное устройство, тем быстрее изнашивается аккумуляторная батарея. Стоимость ее замены сравнима со стоимостью капитального ремонта двигателя внутреннего сгорания.

В настоящее время проводятся эксперименты по применению на электромобилях алюминий-ионных, литий-железосфатных

и кремний-кислородных аккумуляторных батарей. Их преимущества и недостатки будут известны в ближайшие годы.

Электромобили заряжаются тремя возможными способами:

- от двухфазной бытовой электросети 220 В за время от 5 до 20 часов;

- от трехфазных станций 380–480 В (supercharger) до 60 % за время 45–90 минут;

- от промышленных источников электротока мощностью 50 кВт до 90 % за 15–40 минут.

На данный момент в Иркутске работают 22 зарядные станции [16], в Новосибирске – 35, в Красноярске – 31. Увеличение числа зарядных станций не прекращается, что способствует развитию электрических транспортных средств, в частности, электромобилей. Новые ЭЗС позволят увеличить охват инфраструктурой разные районы Сибири, владельцы электромобилей смогут путешествовать по отдаленным уголкам страны и комфортно пользоваться заправкой по всему маршруту движения.

Современные зарядные станции оборудуются разъемами CHADEMO и CCS для быстрой зарядки на мощность 50 кВт, и разъемом Type 1 для медленной зарядки на мощность до 7,4 кВт. Быстрая зарядка предполагает заполнение 80 % емкости аккумуляторной батареи за 20 минут. В ближайшее время планируется установить «быстрые» и экологически чистые заправочные станции по автомобильным трассам Иркутской области, в частности, в направлении населенных пунктов Усть-Ордынского Бурятского округа, Ольхонского района, Тулуна, Братска и Байкальска.

Всего в Иркутской области на сегодняшний день зарегистрировано около 1,5 тыс. электромобилей. Иркутская агломерация, включающая в себя столицу региона, а также города Шелехов и Ангарск, занимает по уровню электромобилизации второе место в России после Владивостока. Инвестиции в

проект в 2021 году составили более 17 млн руб. Неуклонно реализуется курс на развитие экологически чистых технологий в промышленной и социальной сфере.

Основными преимуществами эксплуатации электромобилей являются: оздоровление окружающей воздушной среды; снижение уровня шума от транспортного потока; сокращение материальных затрат и времени на обслуживание и ремонт транспортных средств; повышение динамики движения; снижение центра масс и повышение безопасности движения.

К недостаткам эксплуатации электромобилей следует отнести: снижение показателей электродвигателя при отрицательной температуре; некомфортный микроклимат в салоне в холодное время года; ограниченный запас хода; высокая цена, превышающая в 1,5–2 раза стоимость недорогих хетчбэков японского или европейского производства.

Так у моделей электромобилей стоимостью 3,5 млн руб. запас хода составляет 200–250 км, а у бюджетных электрокаров – всего около 100–120 км. Поэтому их можно использовать только в городе. Однако электромобили класса S лишены таких недостатков, например, Tesla Model S и Jaguar F-Pace проезжают более 500 км на одной зарядке.

Из-за слабо развитой инфраструктура для комфортного пользования электромобилем подходят только крупные города России, включая Санкт-Петербург, Москву, Новосибирск, Казань и Ростов. В большинстве случаев электротранспорт приходится заряжать от собственной розетки в доме или квартире.

Основными проблемами эксплуатации электромобилей в Восточной Сибири являются недостаточное количество зарядных стан-

ций и необходимость создания комфортного микроклимата в салоне машины в холодное время года. Для решения последней проблемы под капотами электромобилей устанавливаются автономные дизельных подогреватели салона, стоимостью порядка 9 тыс. руб. [17]. Сгорающее в подогревателе (типа паяльной лампы) дизельное топливо нагревает корпус устройства, через который прокачивается холодный воздух. Нагретые воздушные потоки подаются в штатные воздуховоды для обогрева салона электромобиля.

Производительность подогревателя позволяет прогреть салон при двадцати градусном морозе в течение 6 минут. При коротких поездках по городу можно оставлять подогреватель работающим, чтобы салон не остывал. На обычном автомобиле с двигателем внутреннего сгорания этого сделать нельзя. В табл. 4 показано влияние температуры окружающего воздуха на технические характеристики электромобиля.

При температуре остывшей батареи минус 17 С° использовать электромобиль запрещено.

Как видно из табл. 4, при температуре зимой около минус 10 С° можно спокойно ездить на электромобиле, так как до минус 25 С° его эксплуатация вполне возможна, поскольку аккумуляторная батарея не успевает замерзнуть. Однако при морозах минус 30 С° гарантированно можно совершать только короткие выезды без длительных стоянок, при этом на целый день оставлять электромобиль на улице не рекомендуется.

Целесообразно зимой хранить электромобиль в теплом гараже или поддерживать температуру аккумуляторной батареи не ниже минус 15 С° [18, 19].

Таблица 4. Характеристики Nissan Leaf при отрицательной температуре

| Температура, С° | Заряд батареи за 9 часов, % | Пробег, км | КВт на обогрев салона | Температура остывшей батареи, С° |
|-----------------|-----------------------------|------------|-----------------------|----------------------------------|
| +10 | 94 | 150 | 1 | +10 |
| 0 | 89 | 135 | 2 | +3 |
| -10 | 84,1 | 120 | 4 | -5 |
| -20 | 79 | 75 | 5 | -17 |
| -30 | 63 | 60 | 6 | -20 |

На основании проведенных расчетно-аналитических исследований можно констатировать, что эксплуатация электромобилей в Сибири возможна, если придерживаться следующих рекомендаций: регулярная подзарядка аккумуляторной батареи; поддержание дистанционной связи с машиной; экономный режим рекуперации электроэнергии; подогрев аккумуляторной батареи; грамотное использование климат-контроля; технический

осмотр перед зимней эксплуатацией.

При соблюдении данных рекомендаций вы получите экономичный экологически чистый городской автомобиль.

Использование электромобилей в Иркутске поможет сократить в 12,5 раза расходы на эксплуатацию транспортных средств, а также улучшить экологическую обстановку в городе.

Список источников

1. Электромобили появились раньше бензиновых // Русские машины. [Электронный ресурс]. URL: <https://rmdetali.ru/news/elektromobili-poyavilis-ranshe-benzinovyh.html> (14.01.2022).
2. История создания электродвигателя // Инженерные решения. [Электронный ресурс]. URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/history/> (14.01.2022).
3. Heywood J. Internal Combustion Engine Fundamentals 2E. McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-11611. 2018.
4. Волкова О. В. Когда изобрели первый дизельный двигатель [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pnp.ru/social/pervyy-v-mire-dizelnyy-dvigatel-izobrel-123-goda-nazad.html> (14.01.2022).
5. Виды двигателей внутреннего сгорания // Автосредства. [Электронный ресурс]. URL: <https://avtodvigateli.com/vidy/vidy-dvs.html> (14.01.2022).
6. Пожарные автомобили: определение и классификация. fireman.club. [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnye-avtomobili-opredelenie-i-klassifikaciya/> (27.11.2021).
7. Щетина В. А., Морговский Ю. Я., Центр Б. И., Богомазов В. А. Электромобиль: техника и экономика. Л.: Машиностроение, 1987. 253 с.
8. Tesla official website. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tesla.com/> (23.07.2021).
9. Электромобили: преимущества, недостатки, перспективы // Рольф. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rolf.ru/blog/plusy_i_minusy_elektromobilei_stoit_li_pokupat_elektrokar/ (26.06.2021).
10. Лаврёнов Д. А. Предвестники Tesla: американские электромобили, которые так и не «выстрелили». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kolesa.ru/article/predvestniki-tesla-amerikanskie-jelektromobili-kotorye-tak-i-ne-vystrelili-2016-01-17> (10.01.2022).
11. Mercedes-benz official website. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mercedes-benz.com/en/> (17.01.2022).
12. Bayerische Motoren Werke official website [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bmw.com/en/index.html> (20.01.2022).
13. Ford official website [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ford.com/> (10.03.2022).
14. Выгода от использования электромобиля // За рулем. [Электронный ресурс]. URL: <https://kupim-avto57.ru/dvigatel/chem-otpolirovat-alyuminij-dvigatel.html> (06.08.2020).
15. Nissan official website [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nissanusa.com> (17.01.2022).
16. Пять новых электрозаправочных станций в открыли в Иркутской области // Сибирские новости. [Электронный ресурс]. URL: <https://snews.ru/news/pyat-novyh-elektrozapravochnyh-stanciy-v-otkryli-v-irkutskoy-oblasti> (20.10.2021).
17. Водитель в Новосибирске в морозы ездит на электрокаре и экономит по 10 тысяч рублей в месяц на бензине – обзор авто // Миртесен. [Электронный ресурс]. URL: <https://bestlj.ru/202638-Voditel-v-Novosibirsk-v-morozy-ezdit-na.html> (22.01.2020).
18. Drom A. Зимняя эксплуатация [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drom.ru/reviews/nissan/leaf/337049/132244/> (03.12.2021).
19. Norton Peter D. Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City. The MIT Press. ISBN 978-0262516129. 2011.

Информация об авторах / Information about the Authors

Артур Геннадьевич Осипов,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Конструирование и стандартизация в машиностроении»,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
arthur.osipov@rambler.ru

Artur G. Osipov,
Cand. Sci. (Engineering),
Associate Professor of Design and Standardization
in Mechanical Engineering Department,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport
Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russian Federation,
arthur.osipov@rambler.ru

Марина Евгеньевна Лебедева,
студент группы ММБ-19-2,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
lebedeva21.2000@mail.ru

Marina E. Lebedeva,
Student of
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
lebedeva21.2000@mail.ru

Константин Павлович Зенин,
студент группы ММБ-19-2,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kostya-zenin@mail.ru

Konstantin P. Zenin,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
kostya-zenin@mail.ru