

Научная статья  
УДК 656.13: 621.333]: 338.47: 502.1  
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-78-89>  
EDN: YRNYAK



## ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Е.Г. Кеян<sup>1</sup> ✉, А.Н. Мельников<sup>1</sup>, О.А. Тамошина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Оренбургский государственный университет,

<sup>2</sup>Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Оренбурге,  
г. Оренбург, Россия

✉ ответственный автор  
[keyan1959@mail.ru](mailto:keyan1959@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Цель работы – формирование параметра, характеризующего условия эффективной эксплуатации автомобилей с электрическим приводом. В процессе работы было установлено, что использование электромобилей связано не только с достижением экологических показателей, сокращением материальных затрат на эксплуатацию, но и с ограничением мобильности индивидуальных владельцев легковых автомобилей и владельцев коммерческого автомобильного транспорта. Ограничения связаны как со стоимостью новых автомобилей, так и с техническими пределами – запасом хода, продолжительностью зарядки тяговых батарей и развитостью зарядной инфраструктуры. При этом необходимо учитывать условия эксплуатации, влияющие на запас хода, а следовательно, на количество и продолжительность зарядных операций, что сказывается на продолжительности эксплуатационного цикла и цикла обслуживания автомобилей с электроприводом. В работе представлена математическая модель эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом, учитывающая взаимосвязь технических характеристик автомобилей, зарядной инфраструктуры с назначением и условиями эксплуатации автомобилей.

**Материалы и методы.** Представлены результаты опроса автовладельцев об условиях применения электромобилей, моделирования эксплуатации автомобилей с электроприводом, использованы классификации. Дано описание результатов и рекомендаций по технической эксплуатации автомобилей с электроприводом в зависимости от назначения и параметров эксплуатации.

**Результаты.** В качестве промежуточных результатов проводимого исследования получены граничные значения параметра эффективности использования автомобилей с электроприводом, позволяющие обосновать режимы их эксплуатации.

**Обсуждение.** Отмечено, что подход, реализуемый при формировании параметра эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом, позволяет обоснованно проводить мероприятия по развитию как парка электромобилей, так и инфраструктуры, обеспечивающей эффективную их эксплуатацию.

**Заключение.** В качестве обобщающего вывода отмечено, что предложенный параметр эффективности позволит оценить перспективы применения автомобилей с электроприводом в зависимости от сферы деятельности и условий эксплуатации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электромобили, зарядная инфраструктура, сокращение вредных выбросов, жизненный цикл электромобилей, эффективность эксплуатации электромобилей

Статья поступила в редакцию 09.11.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 24.02.2025.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Кеян Е.Г., Мельников А.Н., Тамошина О.А. Формирование параметра эффективности использования электромобилей // Вестник СибАДИ. 2025. Т. 22, № 1. С. 78-89. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-78-89>

© Кеян Е.Г., Мельников А.Н., Тамошина О.А., 2025



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article  
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-78-89>  
EDN: YRNYAK

## DETERMINATION OF AN EFFICIENCY PARAMETER FOR THE USE OF ELECTRIC VEHICLES

Ervand G. Keyan<sup>1</sup> ✉, Aleksey N. Melnikov<sup>1</sup>, Olga A. Tamoshina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orenburg State University,

<sup>2</sup>The Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU) Branch in Orenburg  
Orenburg, Russia

✉ corresponding author  
[keyan1959@mail.ru](mailto:keyan1959@mail.ru)

### ADSTRACT

**Introduction.** The main purpose of the work is to determine a parameter characterizing conditions for effective operation of electrically powered vehicles. It has been found that the use of electric vehicles is associated not only with environmental performance, reducing operation costs, but also with limited mobility of both individual owners of passenger cars and owners of commercial vehicles. The limitations are related to the cost of new cars and technical characteristics – power reserve, charging time of traction batteries and charging infrastructure. At the same time, it is necessary to take into account the operating conditions that affect the power reserve, and therefore the number and time of charging operations, which affect the operating cycle length and the maintenance cycle of electric vehicles. The paper presents a mathematical model for efficient operation of electric vehicles, taking into account the relationship of the technical characteristics of cars, charging infrastructure with the purpose and operating conditions of cars.

**Materials and methods.** The results of a survey into opinions of car owners about the conditions of electric vehicles operation, modeling of electric vehicles operation, and classifications have been used. The results and recommendations for the technical operation of electric vehicles are described, depending on the purpose and operating parameters.

**Results.** As intermediate results of the conducted research, the boundary values of the parameter of the efficiency of using electric vehicles were obtained, which makes it possible to justify their operating modes.

**Discussion.** It is noted that the approach implemented in determining the efficiency parameter for electric vehicle operation makes it possible to reasonably carry out measures to develop both the fleet of electric vehicles and the infrastructure that ensures their efficient operation.

**Conclusion.** It has been concluded that the efficiency parameter proposed will make it possible to assess the prospects for the use of electric vehicles, depending on the field of activity and operating conditions.

**KEYWORDS:** electric vehicles, charging infrastructure, reduction of harmful emissions, life cycle of electric vehicles, efficiency of operation of electric vehicles

**The article was submitted: 09.11.2024; approved after reviewing: 23.12.2024; accepted for publication: 24.02.2025.**

**All authors have read and approved the final manuscript.**

**Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.**

*For citation.* Keyan E.G., Melnikov A.N., Tamoshina O.A. Determination of an efficiency parameter for the use of electric vehicles. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2025; 22 (1): 78-89. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-78-89>

© Keyan E.G., Melnikov A.N., Tamoshina O.A., 2025



Content is available under the license  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из современных направлений развития автомобильного транспорта является использование транспортных средств на электрической тяге – электромобилей.

Электромобиль имеет ряд видимых преимуществ по сравнению с моделями, оснащенными двигателем внутреннего сгорания, – отсутствие выбросов отработавших газов в процессе работы двигателя и шумового загрязнения окружающей среды. При этом имеются и существенные недостатки эксплуатации таких автомобилей, связанные как с экологическими аспектами, так и с экономическими.

Сравнительная характеристика электромобилей и автомобилей с традиционными двигателями возможна при анализе жизненного цикла данных транспортных средств.

Жизненный цикл автомобиля включает следующие стадии:

- производство – изготовление узлов, деталей, сборка автомобиля, строительство инженерных сооружений;
- использование (эксплуатация) – выполнение транспортной работы в период нормативного срока службы;
- восстановление работоспособности;
- проведение технического обслуживания (содержания) и ремонта автомобиля с восстановлением деталей, узлов, агрегатов, выработавших ресурс и их замена;
- утилизация отслужившего срок автомобиля;
- разборка (ликвидация), переработка непригодных к восстановлению деталей и узлов, повторное использование конструкционных, строительных и эксплуатационных материалов на предыдущих этапах жизненного цикла автомобиля или в других сферах деятельности, а также захоронение отходов.

Рассматривая вопросы увеличения доли автомобилей с электроприводом, необходимо учитывать взаимосвязь факторов, влияющих на эффективность их эксплуатации. При этом для формирования параметра эффективности эксплуатации электромобилей важно учитывать цель их приобретения и использования. Также нужно учитывать, что как существующие владельцы, так и частные лица и предприниматели, планирующие в настоящее время приобрести автомобили с электроприводом, уже сопоставили возможности электромобилей со своими потребностями. В то же время значительная часть автовладельцев испытывает определенные опасения, связанные с отказом от автомобилей с традиционными

двигателями внутреннего сгорания и переходом на эксплуатацию электромобилей. Если индивидуальные владельцы для принятия решения исходят из субъективных предпочтений и возможностей, то для предприятий, организаций и предпринимателей использование электромобилей не должно сопровождаться рисками невозможности выполнения своих функций или снижения эффективности их выполнения.

При выполнении работы проведен анализ научных исследований, связанных с разнообразными аспектами существования электромобилей на различных этапах их жизненного цикла.

В работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] приведена характеристика экологических аспектов развития автотранспорта с электроприводом, проанализированы направления развития рынка электромобилей в России, анализ выбросов CO<sub>2</sub> на этапе жизненного цикла электромобилей и сравнение стоимости их эксплуатации. Так, в работе [1] авторы исследуют настроения общественности, связанные с приобретением и использованием электромобилей. При этом не учитываются какие-либо технические параметры автотранспортных средств с электроприводом, цели и условия эксплуатации, развитость зарядной инфраструктуры. В трудах [2, 3, 4, 5, 6, 7] авторы рассматривают развитие как российского, так и мирового рынка электромобилей сквозь призму проблем глобального потепления, декарбонизации с позиции автопроизводителей, государства. Недостатком следует считать отсутствие учета потребностей конечных пользователей этих автомобилей.

В статьях [8, 9, 10, 11, 12, 13] представлены направления и перспективы развития электромобилей в Российской Федерации, энергетические и неэнергетические аспекты, препятствующие распространению автотранспортных средств с электроприводом. Авторами [8, 9, 10, 11, 12] рассматриваются экономические аспекты эксплуатации автомобилей с электроприводом, делается заключение о достижении положительного экономического эффекта от эксплуатации грузовых электромобилей с увеличением объемов их производства, снижения цен на тяговые аккумуляторные батареи, развития сети зарядных и сервисных станций. При этом не приводятся какие-либо критерии, позволяющие установить границы эффективности использования такого рода транспортных средств. В работе [13] автор проводит сравнительный анализ эффективности эксплуатации автомобилей с различными

источниками энергии, не приводя каких-либо параметров эффективности эксплуатации электромобилей.

Исследования [14, 15, 16, 17, 18] направлены на изучение влияния зарядной инфраструктуры на развитие электротранспорта. В данных работах авторы анализируют динамику развития парка электромобилей в России, мировой опыт, рассматривают проблематику роста парка электромобилей с позиции государства, энергоснабжающих компаний. Исследования посвящены формированию технических требований к зарядным станциям, их размещению, а также мерам государственного стимулирования продаж электромобилей.

Труды [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], а также полученные результаты оценки работы автомобилей с электроприводом<sup>1</sup> посвящены исследованию экономической эффективности электромобилей на этапах жизненного цикла. Данные исследования направлены на установление суммарных затрат на всех этапах жизненного цикла автотранспортных средств с разными энергетическими установками на различных энергоносителях. При этом авторы ставят под сомнение эффективность эксплуатации электромобилей с существующими в настоящее время технико-экономическими параметрами.

В работах [26, 27] представлены аспекты обеспечения мобильности населения на основе использования индивидуальных транспортных средств. Авторы отмечают мобильность населения как один из важнейших показателей качества жизни. В этой связи важно установить способность автомобилей с электроприводом удовлетворять разнообразные потребности населения в автомобильных перевозках.

Содержание результатов исследований, посвященных проблематике эксплуатации электромобилей, позволило сформулировать требования к подсистемам производства, эксплуатации, утилизации электромобилей, а также к параметрам инфраструктуры, обеспечивающей эксплуатацию автомобилей с электроприводом.

Анализ содержания рассмотренных научных работ позволил выявить факторы, не нашедшие достаточного отражения при формировании критериев эффективности эксплуатации автомобилей с электрическим приводом. Большинство исследователей от-

мечены вопросы экологии – сокращения вредных выбросов в окружающую среду, а также экономической эффективности эксплуатации электромобилей на этапах жизненного цикла. Ряд исследований посвящен изучению взаимосвязи зарядной инфраструктуры и динамики развития парка электромобилей. При этом не нашли достаточного отражения вопросы взаимосвязи параметров эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом с потребностями владельца автомобиля.

Цель работы – обоснование параметра эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом. Предмет исследования – взаимосвязь параметра эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом с потребностями владельца автомобиля.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- провести литературный обзор в области, определяемой тематикой исследования;
- разработать методику оценки эффективности эксплуатации автомобилей с электроприводом с потребностями владельцев в конкретных условиях эксплуатации;
- разработать практические рекомендации к конструкции электромобилей и зарядной инфраструктуры.

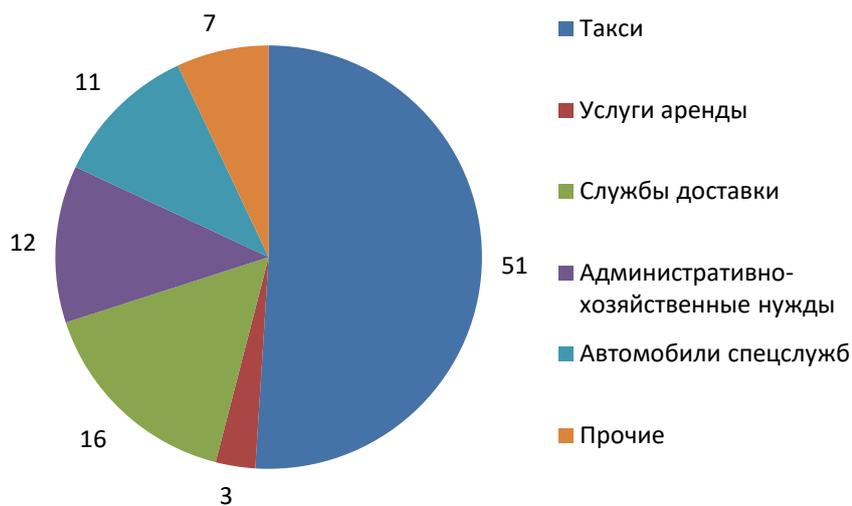
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Актуальность темы исследования обусловлена общемировой тенденцией производства и эксплуатации экологически чистого автомобильного транспорта с электроприводом. Прирост парка автомобилей с электроприводом в мире составляет 8,6%, при этом в странах ЕС наблюдается максимальный прирост в 28,7%, в КНР – 12,9%, в США – 4,5% [25].

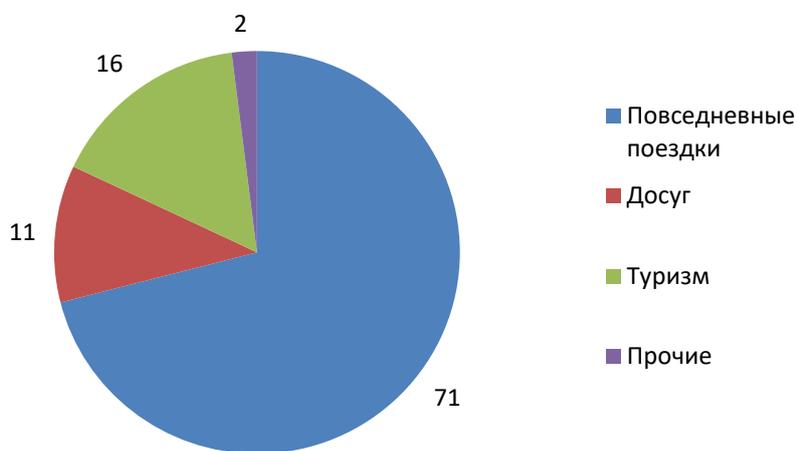
Несмотря на высокие показатели прироста парка электромобилей, в России по состоянию на начало 2024 г., по данным агентства «Автостат», насчитывается 37,8 тыс. автомобилей с электроприводом.

Рассматривая структуру парка по целевому использованию, на долю автомобилей индивидуальных владельцев, применяющих транспортные средства в личных целях, приходится 84,1% всех автотранспортных средств, на долю коммерческого автотранспорта, автомобилей предприятий и организаций – 15,9% [25].

<sup>1</sup> Истягин В.М., Губарь С.А. Комплексная оценка эффективности электромобиля // Материалы секционных заседаний 60-й студенческой научно-практической конференции ТОГУ: материалы конференции. В 2 томах, Хабаровск, 26–30 апреля 2020 года / Редколлегия: И.Н. Пугачев (отв. редактор) [и др.]. Том 1. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2020. С. 87–91. EDN: TUWKPН.



а



б

Рисунок 1 – Направления использования автотранспортных средств:  
 а – предприятий и организаций, в коммерческих целях, %;  
 б – индивидуальных владельцев в личных целях, %  
 Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Use of motor vehicles  
 а – enterprises and organizations, commercial purposes, %;  
 б – individual owners, personal purposes, %  
 Source: compiled by the author.

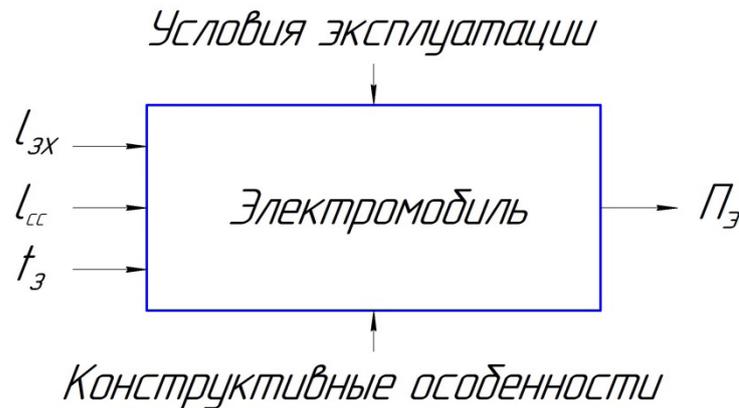


Рисунок 2 – Схема взаимосвязи параметра эффективности эксплуатации электромотобиля с его техническими характеристиками и параметром эксплуатации  
Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Relationship between the efficiency parameter for electric vehicle operation and its technical characteristics and the operation parameter  
Source: compiled by the author.

При формировании критериев эффективности эксплуатации электромотобилей необходимо учитывать их целевое назначение, которое характеризуется:

- периодом эксплуатации;
- особенностями распределения фонда периода эксплуатации в течение суток, дней недели, характерных сезонов года;
- суточными пробегами;
- дорожными условиями;
- условиями движения;
- природно-климатическими условиями.

На рисунке 1 представлены результаты установления направлений использования автомобилей предприятий и организаций, коммерческих легковых автотранспортных средств (рисунок 1, а) и автомобилей индивидуальных владельцев (рисунок 1, б) на примере г. Оренбурга. Исследование проводилось анкетным методом среди владельцев автотранспортных средств с традиционными двигателями внутреннего сгорания.

Таким образом, удовлетворенность владельцев и пользователей автомобилей с электроприводом от использования данного типа транспортных средств зависит от их способности выполнять заданные функции в пределах широкой номенклатуры направлений приме-

нения в сравнении с транспортными средствами на традиционных видах топлива.

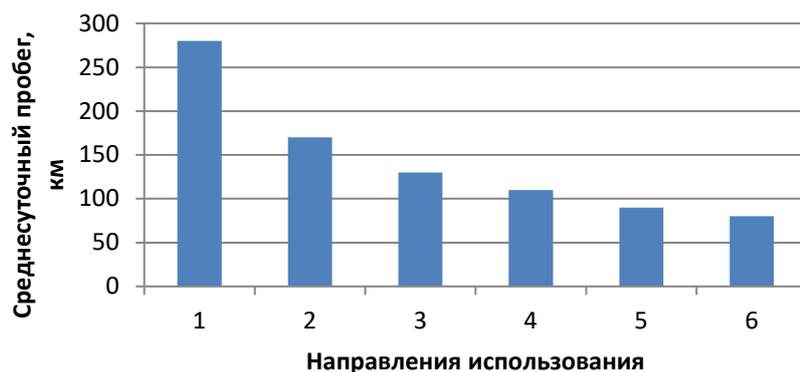
К основным характеристикам электромотобилей, существенно влияющих на эффективность их использования, относятся: запас хода, продолжительность заряда тяговой батареи и доступность зарядной инфраструктуры.

На рисунке 2 представлена схема взаимосвязи параметра эффективности эксплуатации электромотобиля  $\Pi_э$  с его техническими характеристиками – запасом хода на полном заряде тяговой батареи  $l_{зх}$  временем заряда  $t_з$  и параметром эксплуатации – среднесуточным пробегом  $l_{сс}$ .

В качестве гипотезы выдвинуто предположение о характере связи параметра эффективности эксплуатации электромотобилей с его техническими характеристиками и параметром эксплуатации:

$$\Pi_э = f(l_{зх}, l_{сс}, t_з) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Таким образом, на основе анализа условия (1) возможно сформулировать требования к конструкции и условиям заряда электромотобилей, обеспечивающих оптимальную эффективность их эксплуатации.



1 – такси; 2 – службы доставки; 3 – услуги аренды; 4 – прочие;  
5 – административно-хозяйственные нужды; 6 – автомобили спецслужб



1 – туризм; 2 – досуг; 3 – повседневные поездки; 4 – прочие

Рисунок 3 – Среднесуточные пробеги в исследуемых группах автотранспортных средств:  
а – предприятий и организаций, в коммерческих целях, км;  
б – индивидуальных владельцев в личных целях, км  
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Average daily mileage in the groups of vehicles under study  
a – enterprises and organizations, for commercial purposes, km.;  
b – individual owners for personal purposes, km.  
Source: compiled by the author.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Различные по направлениям использования транспортные средства характеризуются разной транспортной работой, которую можно выразить среднесуточным пробегом. На рисунке 3 представлены результаты установления значений среднесуточных пробегов в исследуемых группах автотранспортных средств.

В качестве параметра  $\Pi_3$ , характеризующего эффективность эксплуатации электромобиля, предлагается использовать выражение

$$\Pi_3 = \frac{T_{эм}}{T_n}, \quad (2)$$

где  $T_{эм}$  – время работы электромобиля, ч;

$T_n$  – нормативное время, необходимое для выполнения работы, ч.

Нормативное время, необходимое для выполнения работы,  $T_n$ , связано со среднесуточным пробегом автомобиля и средней скоростью его движения, которые определяются условиями движения

$$T_n = \frac{l_{cc}}{v_{cp}}, \quad (3)$$

где  $l_{cc}$  – среднесуточный пробег для выполнения необходимой работы, км;

$v_{cp}$  – средняя скорость автомобиля, км/ч.

Время работы электромобиля  $T_{эм}$ , ч, можно представить в виде

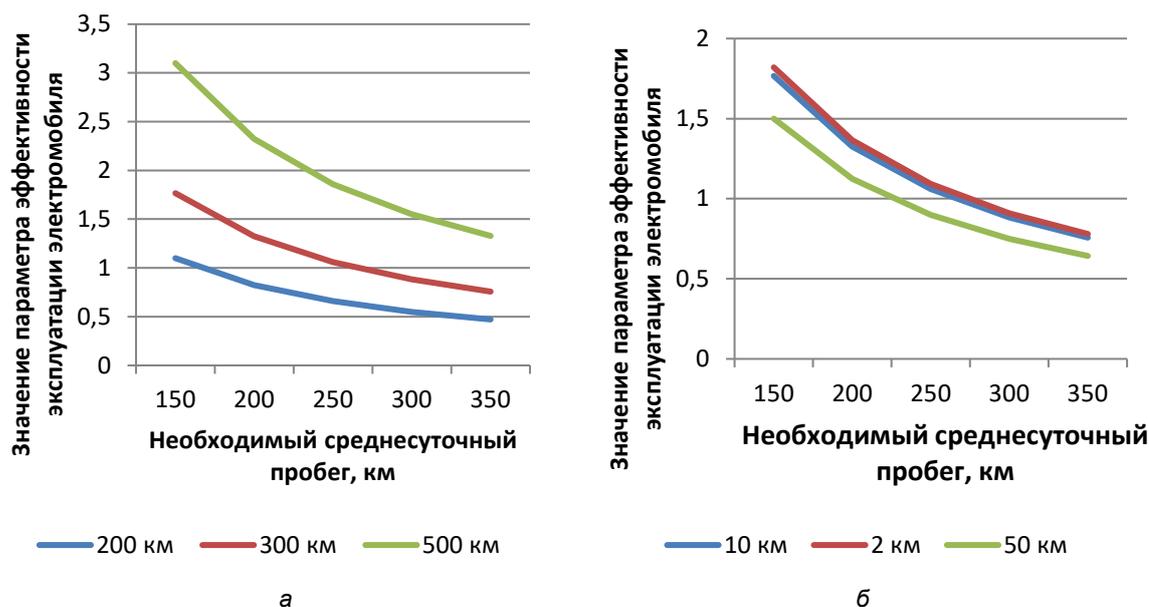


Рисунок 4 – Зависимость параметра эффективности эксплуатации электромобиля от величины необходимого среднесуточного пробега автомобиля при вариации: а – запаса хода на полном заряде батареи; б – среднего расстояния до зарядной станции  
Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Dependence between the efficiency parameter for electric vehicle operation and the value of the required average daily mileage of the car with a variation of: а – the power reserve at full battery charge; б – the average distance to the charging station  
Source: compiled by the author.

$$T_{эм} = T_{13} - (T_{zc} + T_3), \quad (4)$$

где  $T_{13}$  – время работы электромобиля до допустимого уровня разряда тяговой батареи, ч;

$T_{zc}$  – время следования электромобиля к зарядной станции, ч;

$T_3$  – продолжительность заряда тяговой батареи электромобиля, ч.

Время работы электромобиля до допустимого уровня разряда тяговой батареи  $T_{13}$ , ч, можно представить в виде выражения

$$T_{13} = \frac{l_{13}}{v_{cp}}, \quad (5)$$

где  $l_{13}$  – пробег электромобиля до допустимого уровня разряда тяговой батареи, км.

Время следования электромобиля к зарядной станции  $T_{zc}$ , ч, зависит от степени развитости зарядной инфраструктуры

$$T_{zc} = \frac{\bar{l}_{zc}}{v_{cp}}, \quad (6)$$

где  $\bar{l}_{zc}$  – среднее расстояние следования до зарядной станции, км.

Продолжительность заряда тяговой батареи электромобиля  $T_3$ , ч, определяется конструктивными особенностями транспортного средства, зарядной станции, режима заряда, степенью разряда и заряда батареи, которые в совокупности влияют на время эффективной работы электромобиля.

Таким образом, с учётом выражений (2) – (6) выражение (1) можно представить

$$P_3 = \frac{l_{13} - (\bar{l}_{zc} + T_3 v_{cp})}{l_{cc}} \rightarrow \max. \quad (6)$$

На рисунке 4 представлена зависимость параметра эффективности эксплуатации электромобиля  $P_3$  от величины необходимого среднесуточного пробега автомобиля. При определении величины параметра использовано значение запаса хода при полностью заряженной тяговой батарее.

Результаты оценки параметра эффективности эксплуатации электромобиля свидетельствуют о существенном влиянии на эффективность его работы конструктивных параметров – емкости батареи, обеспечивающей запас хода и продолжительности заряда, а также зарядной инфраструктуры, характеризующейся затратами времени на пополнение заряда тяговой батареи.

Дальнейшие исследования будут направлены на установление взаимосвязи параметра эффективности эксплуатации электромобилей при частичном разряде и неполной зарядке тяговой батареи.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эксплуатация автомобилей с электроприводом наряду со значимым экологическим эффектом тем не менее обладает существенными недостатками, ограничивающими их использование. Одними из основных параметров, обеспечивающих эффективность эксплуатации электромобилей, являются конструктивные параметры – запас хода и продолжительность зарядки автомобиля, а также эксплуатационный параметр, характеризующий удовлетворение потребности в перевозке – среднесуточный пробег.

В ходе анализа известных научных работ выявлена недостаточная проработанность вопросов, связанных с установлением параметров эффективности использования электромобилей. Выполненный в данной работе анализ направлений применения автомобилей предприятий и организаций, коммерческих легковых автотранспортных средств и автомобилей индивидуальных владельцев на примере г. Оренбурга позволил установить как структуру парка легковых автомобилей по направлениям их использования, так и показатели их эксплуатации – среднесуточные пробеги.

Сформированная математическая модель позволяет, с одной стороны, определить сферы эффективного использования электромобилей, с другой стороны, дать рекомендации производителям автомобилей с электроприводом по требованиям к емкости тяговых батарей и параметрам зарядной инфраструктуры.

Выпускаемые в настоящее время в Российской Федерации электромобили, например, «Москвич Зе», Evolute, максимальные значения параметра эффективности эксплуатации обеспечивают при поездках протяженностью до 250 км для повседневных поездок, работы служб доставки, административных поездок. Снижение значения параметра эффектив-

ности для более продолжительных поездок связано как с ограниченной емкостью тяговых батарей, так и с недостаточной развитостью зарядной инфраструктуры.

Направлением дальнейших исследований является установление комплекса факторов, влияющих на эффективность использования зарядной инфраструктуры, позволяющей обеспечить максимально эффективную эксплуатацию автомобилей с электроприводом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Wibowo A.S., Septiari D. How Does the Public React to the Electric Vehicle Tax Incentive Policy? A Sentiment Analysis // *Journal of Tax Reform*. 2023. Vol. 9, No. 3. P. 413–429. DOI 10.15826/jtr.2023.9.3.150. EDN EKSJNZ.
2. Ремизова Т.С., Кошелев Д.Б. Влияние мировых тенденций на рынок электромобилей в России: проблемы, возможности и направления развития // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2021. Т. 17, № 5(398). С. 913–939. DOI: 10.24891/ni.17.5.913. EDN DATBNI.
3. Hall D., Lutsey N. Effects of Battery Manufacturing on Electric Vehicle LifeCycle Greenhouse Gas Emission. ICCT. 2018. URL: <https://theicct.org/publications/EV-battery-manufacturing-emissions>
4. Nealer R., Reichmuth D., Anir D. Cleaner Cars from Cradle to Grave. How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emission. Union of Concerned Scientists, 2015. URL: <https://ucsusa.org/sites/default/files/attach/2015/11/Cleaner-Cars-fromCradle-to-Grave-full-report.pdf>.
5. Колпаков А.Ю., Галингер А.А. Экономическая эффективность распространения электромобилей и возобновляемых источников энергии в России // *Вестник Российской академии наук*. 2020. Т. 90, № 2. С. 128–139. DOI: 10.31857/S086958732002005X. EDN JCGEJZ.
6. Барабошкина А.В., Кудрявцева О.В. Экстернальные издержки от автомобильного транспорта в контексте перехода к низкоуглеродной экономике: российский опыт // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*. 2023. № 3. С. 137–156. DOI: 10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7. EDN PBLPHQ.
7. Мигунов П.А., Ярцева А.С., Нилова К.А., Рябов Е.А. Достоинства и недостатки экологического грузового транспорта // *Наука через призму времени*. 2019. № 6(27). С. 42–46. EDN ZPDWDI.
8. Фасхиев Х.А. Экономическая эффективность автотранспорта на электрической тяге. Часть 1 // *Грузовик*. 2019. № 3. С. 3–10. EDN GEABPH.
9. Фасхиев Х.А. Экономическая эффективность автотранспорта на электрической тяге. Часть 2 // *Грузовик*. 2019. № 4. С. 7–16. EDN ZKGNTI.
10. Фасхиев Х.А. Экономическая эффективность эксплуатации электрического легкого грузовика // *Грузовое и пассажирское автохозяйство*. 2023. № 2. С. 23–28. EDN UNWBKI.

11. Фасхиев Х.А. Электрический привод – будущее автотранспорта. Часть 2 // Грузовик. 2019. № 11. С. 15–23. EDN PDAHGI.
12. Фасхиев Х.А. Электрический привод – будущее автотранспорта. Часть 1 // Грузовик. 2019. № 10. С. 7–10. EDN FFFMNХ.
13. Петров М.Б., Кожов К.Б. Новые возможности и новые проблемы перехода к электрическим транспортным технологиям // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2018. № 4(40). С. 33–45. DOI: 10.20291/2079-0392-2018-4-33-45. EDN: YWPTTV.
14. Беляева И.А., Козловский В.Н. Инфраструктурные аспекты развития качества электромобилей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 12. С. 99–102. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-12-99-100. EDN: WWKAPG.
15. Юсупова И.В., Арзамасова А.Г., Селезнев Д.К. Актуальная повестка развития зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в России // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2022. № 3(66). С. 123–136. EDN DBOIUG.
16. Востров А.В., Раков В.А. Анализ экономической эффективности эксплуатации электромобилей при разных схемах зарядки // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. 2024. № 2(24). С. 70–73. EDN: KRMCGR.
17. Терентьев Е.Е., Блянкинштейн И.М. Методика выбора типа аккумулятора для эксплуатации электромобилей в регионах с холодным климатом // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 1. С. 112–124. DOI: 10.25198/2077-7175-2023-1-112. EDN: FNKXAN.
18. Мусина Л.Ф. Электрические транспортные системы: инфраструктура зарядных станций для электромобилей // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 7, № 11(152). С. 95–103. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.07.010. EDN: EMHNGG.
19. Отарский А.А., Демидов А.В., Знаменский О.И. Использование городских электромобилей // Международный научный журнал. 2009. № 3. С. 84–87. EDN KZHBIN.
20. Митягин Г.Е. Проблемы и перспективы производства и эксплуатации электротранспортных средств в России / Г.Е. Митягин, О. П. Андреев, Видурангани Рупасингхе Араччиге Апсара // Международный технико-экономический журнал. 2022. Т. 83, № 2. С. 33–44. DOI: 10.34286/1995-4646-2022-83-2-33-44.
21. Батуев Н.И., Сурков А.А. Оценка жизненного цикла электромобиля // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2022. Т. 1, С. 87–90. EDN LEOPUR.
22. Иосифов В.В. Оценка экологических эффектов инновационных автотранспортных технологий по стандарту ГОСТ Р ИСО 14040–2010 // Эксплуатация морского транспорта. 2017. № 3(84). С. 20–26. EDN: ZXQXUR.
23. Азаров В.К., Козлов А.В., Кутенев В.Ф., Теренченко А.С. Экономика современных и перспективных конструкций автомобилей в их полном жизненном цикле // Журнал автомобильных инженеров. 2013. № 1(78). С. 46–48. EDN RYEGXP.
24. Армашова-Тельник Г.С., Пак С.А. Неоднозначность преимуществ эксплуатации электромобилей в контексте инновационного развития Северо-Западного региона // Актуальные проблемы экономики и управления. 2022. № 1(33). С. 12–18. EDN: WYGYBJ.
25. Венжик А.В., Мнускина Ю.В., Хазипова В.В. Причины негативного воздействия электромобиля на окружающую среду // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 3(7). С. 91–95. EDN FYJBZK.
26. Вульфович Р.М. Мобильность как определяющий фактор качества жизни // Управленческое консультирование. 2018. № 9(117). С. 79–93. DOI: 10.22394/1726-1139-2018-9-79-93. EDN: YLXYGD.
27. Pavloudakis F., Roumpos C., Karlopoulos E., Koukouzas, N. Sustainable Rehabilitation of Surface Coal Mining Areas: The Case of Greek Lignite Mines. *Energies* 2020, 13, 3995. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13153995>.

## REFERENCES

1. Wibowo A.S., Septiari D. How Does the Public React to the Electric Vehicle Tax Incentive Policy? A Sentiment Analysis. *Journal of Tax Reform*. 2023; Vol. 9, No. 3: 413–429. DOI: 10.15826/jtr.2023.9.3.150. EDN EKSJNZ.
2. Remizova T.S., Koshelev D.B. The Impact of Global Trends on the Electric Vehicle Market in Russia: Challenges, Opportunities and Directions of Development. *National Interests: Priorities and Security*. 2021; vol. 17, iss. 5: 913–939. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.17.5.913>
3. Hall D., Lutsey N. Effects of Battery Manufacturing on Electric Vehicle LifeCycle Greenhouse Gas Emission. ICCT. 2018. URL: <https://theicct.org/publications/EV-battery-manufacturing-emissions>.
4. Nealer R., Reichmuth D., Anir D. Cleaner Cars from Cradle to Grave. How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emission. Union of Concerned Scientists, 2015. URL: <https://ucsusa.org/sites/default/files/attach/2015/11/Cleaner-Cars-from-Cradle-to-Grave-full-report.pdf>.
5. Kolpakov A.Yu., Galinger A.A. Economic efficiency of electric vehicles and renewable energy distribution in Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2020; T. 90, no 2: 128–139. (in Russ.) DOI: 10.31857/S086958732002005X. EDN JCGEJZ.
6. Baraboshkina A.V., Kudryavtseva O.V. External costs of road transport in the context of the transition to a low-carbon economy: Russian experience. *Moscow University Economics Bulletin*. 2023; (3): 137–156. (In Russ.) <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7>
7. Migunov P.A., Yartseva A.S., Nilova K.A., Ryabov E.A. Advantages and disadvantages of ecological freight transport. *Science through the prism of time*.

2019; 6(27): 42–46. EDN ZPDWDI.EDN ZPDWDI. (In Russ.)

8. Faskhiev H.A. Economic efficiency of electric traction vehicles. Part 1 *Truck*. 2019; 3: 10. EDN GEABPH. (In Russ.)

9. Faskhiev H.A. Economic efficiency of electric traction vehicles. Chast' 2. *Truck*. 2019; 4: 7–16. EDN ZKGNTI. (In Russ.)

10. Faskhiev H.A. Economic efficiency of electric light truck operation. *Cargo and passenger automobile economy*. 2023; 2: 23–28. EDN UNWBKI. (In Russ.)

11. Faskhiev H.A. Electric drive – the future of motor transport. Part 2. *Truck*. 2019; 11: 15–23. EDN PDAHGI. (In Russ.)

12. Faskhiev H.A. Electric drive – the future of motor transport. Part 1. *Truck*. 2019; 10: 7–10. EDN FFFMNX. (In Russ.)

13. Petrov M.B., Kozhov K.B. New opportunities and new challenges in the transition to electric transport technologies. *Bulletin of the Ural State University of Communications*. 2018; 4(40): 33–45. (In Russ.) DOI: 10.20291/2079-0392-2018-4-33-45. EDN YWPPTV.

14. Belyaeva I.A., Kozlovskij V.N. Infrastructure aspects of electric vehicle quality development. *Izvestiya Tula State University (Izvestiya TulGU)*. 2023; 12: 99–102. (In Russ.) DOI: 10.24412/2071-6168-2023-12-99-100. EDN WWKAPG.

15. Yusupova I.V., Arzamasova A.G., Seleznev D.K. Current agenda for the development of charging infrastructure for vehicles with electric motors in Russia. *Bulletin of PNU*. 2022; 3(66): 123–136. EDN DBOIUG. (In Russ.)

16. Vostrov A.V., Rakov V.A. Analysis of economic efficiency of electric vehicles operation at different charging schemes. *Bulletin of Vologda State University*. 2024; 2(24): 70–73. EDN KRMCGP. (In Russ.)

17. Terentiev E.E., Blyankinshtein I M. Methodology for selecting the type of battery for operation of electric vehicles in cold regions. *Intellect. Innovations. Investments*. 2023; Vol. 1: 112–124. DOI <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2023-1-112>.

18. Musina L.F. Electric transport systems: infrastructure of charging stations for electric vehicles. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024; T. 7, No 11(152): 95–103. (In Russ.) DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.07.010. EDN EMHNG.

19. Otarskiy A.A., Demidov A.V., Znamenskiy O.I. Utilization of urban electric vehicles. *International Scientific Journal*. 2009; 3: 84–87. EDN KZHBIN. (In Russ.)

20. Mityagin G.E. Andreev O.P., Rupasinghi Arachchige Apsara Vidurangani Problems and prospects of production and operation of electric vehicles in Russia. *International Technical and Economic Journal*. 2022; T. 83. No 2: 33–44. (In Russ.) DOI: 10.34286/1995-4646-2022-83-2-33-44.

21. Batuev N.I., Surkov A.A. Life cycle assessment of an electric vehicle. *Modernization and scientific research in the transport complex*. 2022; T. 1: 87–90. EDN LEOPUR. (In Russ.)

22. Iosifov V.V. Assessment of environmental effects of innovative motor transport technologies according to the standard GOST R ISO 14040-2010. *Operation of maritime transport*. 2017; 3(84): 20–26. EDN: ZXQXUR. (In Russ.)

23. Azarov V.K., Kozlov A.V., Kutenev V.F., Terenchenko A.S. Economics of modern and advanced car designs in their full life cycle. *Journal of Automotive Engineers*. 2013; 1(78): 46–48. EDN RYEGXP. (In Russ.)

24. Armashova-Telnik G.S., Pak S.A. Ambiguity of the advantages of electric vehicles operation in the context of innovative development of the North-West region. *Actual problems of economics and management*. 2022; 1(33): 12–18. EDN WYGYBJ. (In Russ.)

25. Venzhik A.V., Mnuskina Y.V., Khazipova V.V. Causes of the negative impact of electromobility on the environment. *Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement*. 2020; 3(7): 91–95. EDN FYJBZK. (In Russ.)

26. Vulfovich R.M. Mobility as a Life Quality Domain. *Administrative Consulting*. 2018; (9): 79–93. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2018-9-79-93>

27. Pavloudakis, F., Roumpos C. Karlopoulos E., Koukouzas N. Sustainable Rehabilitation of Surface Coal Mining Areas: The Case of Greek Lignite Mines. *Energies*. 2020; 13: 3995. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13153995>.

## ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Кеян Е.Г. *Формулирование проблемы исследований, постановка задач исследования, обозначения направления экспериментальных исследований.*

Мельников А.Н. *Формирование гипотезы исследования, анализ технико-эксплуатационных показателей работы электромобилей.*

Тамошина О.А. *Выполнение эксперимента и обработка его результатов, выполнение обзора литературных источников, формирование выводов по работе.*

## CO-AUTHORS' CONTRIBUTION

Keyan E.G. *Design of the research problem, research objectives, drafting experimental research directions.*

Melnikov A.I.N. *Design of the research hypothesis, analysis of technical and operational performance of electric vehicles.*

Tamoshina O.A. *Performing the experiment and processing its results, reviewing literary sources, drawing conclusions on the work.*

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кеян Ерванд Грантович – канд. техн. наук, доц. кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13).

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-5658-782X>,

**SPIN-код:** 5829-3818,

**e-mail:** [keyan1959@mail.ru](mailto:keyan1959@mail.ru)

Мельников Алексей Николаевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13).

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7324-2674>,

**SPIN-код:** 7759-1293,

**e-mail:** [mlnikov@rambler.ru](mailto:mlnikov@rambler.ru)

Тамошина Ольга Александровна – канд. техн. наук, доц. отделения химической технологии переработки нефти, газа и экологии, Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Оренбурге (460047, г. Оренбург, ул. Юных Ленинцев, д. 20).

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-7170-1733>,

**SPIN-код:** 1221-2954,

**e-mail:** [otamoshina@mail.ru](mailto:otamoshina@mail.ru)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Keyan Ervand H. – Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, Orenburg State University (460018, Orenburg region, Orenburg, Pobedy avenue, 13).

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-5658-782X>,

**SPIN-code:** 5829-3818,

**e-mail:** [keyan1959@mail.ru](mailto:keyan1959@mail.ru)

Melnikov Alexey N. – Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, Orenburg State University (13, Pobedy Ave., Orenburg, Orenburg region, 460018).

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7324-2674>,

**SPIN-code:** 7759-1293,

**e-mail:** [mlnikov@rambler.ru](mailto:mlnikov@rambler.ru)

Tamoshina Olga A. – Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Chemical Technology of Oil, Gas Processing and Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (RGU) Branch in Orenburg (20, Yunykh Lenintsev str., Orenburg, Orenburg region, 460047).

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-7170-1733>,

**SPIN-code:** 1221-2954,

**e-mail:** [otamoshina@mail.ru](mailto:otamoshina@mail.ru)