

ЭКОЛОГИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ INDUSTRIAL ECOLOGY IN METALLURGY

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)
УДК 504.064
DOI: 10.18503/1995-2732-2025-23-3-178-186



ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДЕ МАГНИТОГОРСКЕ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Лимарев А.С., Сомова Ю.В., Волкова Е.А.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия

Аннотация. В последнее время на самых высших уровнях государственного управления нашей страны проводят целенаправленную работу по улучшению экологической обстановки в городах. В конечном итоге это повлияет на повышение качества жизни и здоровье населения. Поэтому в ряде городов Российской Федерации реализуется проект «Чистый воздух», в рамках которого выполняется комплекс мероприятий, направленных на снижение совокупного выброса загрязняющих атмосферу веществ в крупных промышленных центрах. В результате проведения работ на основе системного и независимого сбора информации были определены основные источники загрязнения в г. Магнитогорске. Анализ полученных данных показал, что наибольшее негативное влияние на окружающую среду в городе оказывают крупные промышленные предприятия, автомобильный транспорт, работа систем жилищно-коммунального хозяйства, жилой сектор и садоводческие товарищества. Если влияние организаций и предприятий носит в основном локальный характер, то автомобили осуществляют выбросы выхлопных газов на всей территории города. Особенно сильно это воздействие наблюдается при существенном скоплении транспорта на перекрестках, в местах замедления движения, возле торговых центров и т. п. Поэтому рост количества транспортных средств приводит к ухудшению экологической ситуации. Это требует разработки соответствующих мероприятий, направленных на снижение выбросов автомобилей. Среди достаточно большого объема возможных действий наиболее перспективным представляется развитие транспорта на электрической тяге. Рассмотренные в статье достоинства и недостатки данного вида решения показали, что переход на электромобили является наиболее перспективным вариантом в условиях города. Для этого требуется создание соответствующей инфраструктуры, обеспечивающей возможность комфортной эксплуатации и обслуживания электромобилей, а также использование других средств мотивации, среди которых можно выделить субсидирование, льготы и др.

Ключевые слова: атмосферный воздух, электромобили, выбросы транспорта, источники загрязнения, городская среда, городская инфраструктура

© Лимарев А.С., Сомова Ю.В., Волкова Е.А., 2025

Для цитирования

Лимарев А.С., Сомова Ю.В., Волкова Е.А. Исследование уровня воздействия на окружающую среду и возможности улучшения экологической ситуации в городе Магнитогорске на основе развития электротранспорта // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2025. Т. 23. №3. С. 178-186. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2025-23-3-178-186>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY AND OPPORTUNITIES FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE CITY OF MAGNITOGORSK BASED ON THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC TRANSPORT

Limarev A.S., Somova Yu.V., Volkova E.A.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

Abstract. Recently, at the highest levels of government in our country, targeted work has been carried out to improve the environmental situation in cities. Ultimately, this will impact on improving the quality of life and health of the population. Therefore, in a number of cities of the Russian Federation, the “Clean Air” project is being implemented, within the framework of which a set of measures is being carried out aimed at reducing the total emissions of air pollutants in large industrial centers. As a result of the work, based on systematic and independent collection of information, the main sources of pollution in Magnitogorsk were identified. Analysis of the data obtained showed that the greatest negative impact on the environment in the city is exerted by large industrial enterprises, road transport, the operation of housing and communal services systems, the residential sector and gardening partnerships. If the influence of organizations and enterprises is mainly local in nature, then cars emit exhaust gases throughout the city. This impact is especially strong when there is a significant congestion of traffic at intersections, in places where traffic slows down, near shopping centers and etc. Therefore, an increase in the number of vehicles leads to a deterioration in the environmental situation. This requires the development of appropriate measures aimed at reducing vehicle emissions. Among the fairly large scope of possible actions, the development of electric transport seems to be the most promising. The advantages and disadvantages of this type of solution discussed in the article showed that the transition to electric vehicles is the most promising option in urban conditions. This requires the creation of an appropriate infrastructure that provides the possibility of comfortable operation and maintenance of electric vehicles, as well as the use of other means of motivation, among which are subsidies, benefits, etc.

Keywords: atmospheric air, electric vehicles, transport emissions, sources of pollution, urban environment, urban infrastructure.

For citation

Limarev A.S., Somova Yu.V., Volkova E.A. Environmental Impact Study and Opportunities for Improving the Environmental Situation in the City Of Magnitogorsk Based on the Development of Electric Transport. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2025, vol. 23, no. 3, pp. 178-186. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2025-23-3-178-186>

Введение

В современных условиях развитие невозможно без удовлетворения потребностей общества. Поэтому в Российской Федерации на самых высших уровнях государственного управления проводят целенаправленную политику по улучшению экологической обстановки как в отдельных муниципалитетах, так и в стране в целом. С 2018 года в стране реализуется федеральный проект «Чистый воздух», в рамках которого выполняется комплекс мероприятий, направленных на снижение совокупного выброса загрязняющих веществ и повышение уровня экологической безопасности в крупных промышленных центрах [1]. Решение поставленных задач осуществляется на основе проведения комплекса запланированных мероприятий по уменьшению степени загрязнения атмосферного воздуха и повышению энергетической эффективности предприятий, включающих [2]:

- модернизацию промышленных предприятий и энергетических установок;

- развитие системы мониторинга качества воздуха;

- популяризацию использования экологически чистых технологий и развитие альтернативных источников энергии;

- расширение мероприятий по сбору и утилизации отходов;

- проведение образовательных и информационных компаний среди населения.

На сегодняшний день в проекте участвует более 40 городов, в которых реализуются широкомасштабные мероприятия по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу. В число городов, на территории которых реализуется проект, входит г. Магнитогorsk, являющийся одним из крупнейших центров металлургической отрасли страны с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. К значимым загрязняющим факторам можно отнести промышленные предприятия города, среди которых ПАО «ММК». Кроме того, немалое влияние оказывают и другие источники вредных веществ, такие как предприятия

топливно-энергетического комплекса и коммунального хозяйства, автомобильный транспорт и другие автономные источники загрязнений.

Проект по экологическому мониторингу и исследованию состояния атмосферного воздуха г. Магнитогорска реализовывался ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» с 2020 по 2024 г. совместно с Российским экологическим движением. Основной целью проекта является определение и исследования источников загрязнения воздуха в городе для разработки и внедрения наиболее эффективных воздухоохраных технологических решений, обеспечивающих улучшение экологической ситуации [3]. Проведение такой работы возможно только на основе систематического мониторинга, что в конечном итоге обеспечит возможность достижения главного конечного результата проекта, а именно защиту здоровья проживающего в городе населения.

Материалы и методы исследования

Мониторинг и исследование состояния атмосферного воздуха г. Магнитогорска проводится с апреля 2021 года. Участвующие в проекте члены команды прошли обучение и получили допуск на право выполнения работ с использованием специализированного оборудования. Для проведения работ по исследованию состояния атмосферного воздуха г. Магнитогорска был выбран поверенный газоанализатор «Геолан-1П». Этот прибор предназначен для измерения концентрации 8 загрязняющих веществ в атмосферном воздухе: оксид углерода, оксид и диоксид азота, диоксид серы, сероводород, углеводороды, меркаптаны, фтороводород. Для изучения состояния и качества атмосферного воздуха и объективной оценки реального вклада в загрязнение атмосферы различных природопользователей рабочей группой был определен обширный перечень точек, охватывающий всю территорию города. При выполнении работы были идентифицированы первичные и вторичные источники негативного воздействия на основе системного и независимого сбора информации, что впоследствии позволило выделить среди них основные. В перечень интересующих потенциальных источников загрязнения вошли следующие объекты [3]:

- промышленные предприятия и площадки;
- автотранспорт и дороги;
- городские очистные сооружения, свалка;
- птицефабрика;
- садово-огородные товарищества;
- частный сектор и др.

Для полного охвата территории города были определены точки возможной локации источников загрязнения и составлен сезонный график проведения замеров. Проведение измерений загрязнения атмосферного воздуха г. Магнитогорска проводилось не только в местах, определенных графиком (всего 126 контрольных точек), но и на границах санитарно-защитных зон промышленных предприятий (рис. 1).

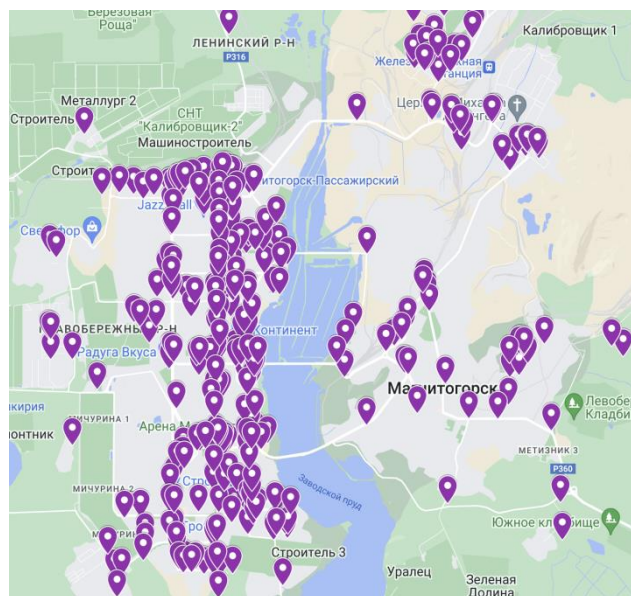


Рис. 1. Карта контрольных точек в г. Магнитогорске
Fig. 1. Map of control points in Magnitogorsk

Помимо измерений, выполняемых специалистами проекта, важным источником информации были сведения о нарушениях экологических требований предприятиями малого и среднего бизнеса, полученные от общественных активистов. Оперативные выезды по сигналам и жалобам жителей города в районы вредного воздействия производственных объектов позволили своевременно регистрировать отдельные загрязнения, вызванные нарушением природоохранного законодательства. В дальнейшем в этих местах сотрудники и волонтеры, участвующие в проекте, регулярно осуществляли контроль за состоянием воздуха. Для выявления автомобилистов, нарушающих природоохранное законодательство, проведение сезонных наблюдений в зонах наибольшего скопления автотранспорта проводилось с привлечением сотрудников ГИБДД. Особое внимание уделялось маршрутным микроавтобусам «Газель», осуществляющим движение с использованием газового топлива, а также автомобилям, направляющимся из города.

Анализ полученных за весь период наблюдений результатов позволил идентифицировать ряд наиболее существенных источников вредных веществ и разработать предварительные рекомендации для минимизации их негативного воздействия на атмосферный воздух и здоровье горожан. Во время проведения работы было установлено, что большее воздействие, чем крупные промышленные предприятия (ПАО «ММК», ОАО «ММК-МЕТИЗ», ООО «Магнитогорский цементно-огнеупорный завод» и др.), на жителей и гостей города оказывают автомобильный транспорт, работа систем жилищно-коммунального хозяйства (насосные и перекачивающие станции, коллекторы), жилой сектор (использование печного отопления, бани), садоводческие товарищества (сжи-

гание мусора на территории садов, использование удобрений и пестицидов) [3].

Полученные результаты и их обсуждение

В ходе проведения исследований был накоплен достаточно большой массив данных по загрязнению атмосферного воздуха города объектами и источниками, не относящимися к крупным промышленным предприятиям. По основным точкам загрязнения мониторинг выполнялся в летний, осенний и зимний периоды. Следует отметить, что выявленные источники загрязнения в основном являются локальными и влияют на качество воздуха преимущественно в месте своего расположения. В то же время автотранспорт загрязняет атмосферный воздух на всей территории города – на улицах, перекрестках, во дворах. По полученным данным за весь период наблюдения были отмечены значительные превышения допустимых норм по следующим веществам [3]:

- углеводородам – в 1,2–5,3 раза вблизи автодорог, перекрестков, автостоянок торговых центров и АЗС, что характеризует влияние источников автотранспорта и городской инфраструктуры;

- сероводороду – в 61,3–585 раза, меркаптанам – в 8,3–1890 раз и аммиаку – в 2,5–24 раза на территории частного сектора, садоводческих товариществ, в районах выхода канализационных коллекторов, предприятий малого бизнеса и др.

По полученным в результате мониторинга данным можно сделать вывод, что основным источником загрязнения воздуха в городе является автотранспорт. В часы пик по углеводородам отмечено превышение над нормативными значениями в 1,1–8,3 раза. Проведение замеров на парковках в некоторые периоды показывало превышение по C_xH_y в 1,2–4,2 раза. Подобные колебания можно объяснить предварительным прогревом двигателей в зимний период. При невысокой плотности автотранспорта возле торговых центров в дневные часы загрязнение атмосферы, как правило, остается в пределах нормы. В различное время суток вдоль автодорог города зафиксированы колебания содержания углеводородов C_xH_y от 13 до 693 мг/м^3 , что составляет от 0,1–3,5 ПДК_{м.р.}. Для всех этих точек характерно присутствие значительного количества автомашин, движущихся со скоростью, не превышающей 50 км/ч, а также наличие такого объекта инфраструктуры, как автовокзал.

Результаты мониторинга показали, что наибольшее содержание углеводородов в атмосферном воздухе г. Магнитогорска наблюдается в районах автодорог в местах наибольшего скопления автотранспорта в часы наивысшей плотности потока. Это характерно, прежде всего, для утренних и вечерних часов в будние дни, когда население города направляется на работу (утро) либо домой после работы (вечер). При проведении измерений газоанализатор фиксировал высокое содержание углеводородов во всех

точках замеров. В вечернее время содержание выше дневных значений в 4–6 раз.

В качестве возможных причин роста загрязнения атмосферного воздуха от автомобилей можно выделить увеличение их количества в городе за последнее десятилетие более чем в 1,5 раза. Экологичность современных автомобилей существенно возросла, но, несмотря на это, их выбросы по-прежнему содержат канцерогенные и токсичные вещества [4]. Состав выхлопных газов изменяется в зависимости от типа двигателя и включает порядка 250 химических веществ и их соединений. Среди них вещества как безвредные для организма человека (азот N_2 , кислород O_2 , водяные пары H_2O , углекислый газ CO_2 и др.), так и весьма токсичные соединения (оксид углерода CO, углеводороды C_xH_y , альдегиды $C_nH_{2n}O$, диоксид серы SO_2 , сажа, бензоапирен $C_{20}H_{12}$ и др.). Следует отметить, что осуществляемая в последние годы реконструкция городских дорог для уменьшения количества пробок также формирует не очень благоприятные условия для улучшения экологической обстановки. Это в значительной степени обусловлено уничтожением естественного барьера из деревьев между дорогой и пешеходной частью при расширении дорожного полотна.

Загрязнения выхлопными газами являются причиной многих заболеваний органов дыхания, которые при изменении могут привести к достаточно серьезным повреждениям организма. При длительном взаимодействии с загрязненной выхлопными газами средой происходит общее ослабление организма. Больше всего влиянию выбросов автомобилей подвергаются водители и пассажиры транспортных средств, долгое время находящиеся в пробках. Также от выхлопа страдают и пешеходы, особенно дети, поскольку наибольшая концентрация вредных веществ формируется в приземном слое атмосферы на уровне дыхательных путей ребенка [5, 6].

С целью улучшения экологической ситуации в городе необходимо осуществлять системную работу по проведению комплекса мероприятий, направленных на снижение выбросов автомобилей. В качестве таких мероприятий возможно проведение просветительской работы среди владельцев автомобилей для объяснения необходимости выполнения соответствующей регулировки двигателей, использования нейтрализаторов отработанных газов и выбора рационального режима двигателя. Наряду с этим, немаловажным фактором является минимизация количества и объединение в совместные поездки с соседями и коллегами. При передвижении на короткие дистанции возможно использование велосипеда или осуществление пеших прогулок. Следует отметить, что одной просветительской работой вопрос решить невозможно, поэтому в городе должна быть организована соответствующая инфраструктура, включающая организацию велосипедных и пешеходных дорожек, автосервисов по настройке двигателей и др. Снижению точек концентрации загрязнений также способ-

ствует проведение соответствующих работ по изменению структуры парка автомобилей, организации дорожного движения и регулирования транспортных процессов, к которым отнести следующие:

- переход на альтернативные виды топлива;
- развитие дорожной сети и планирование городской инфраструктуры;
- повышение требований к выхлопам транспортных средств;
- развитие сети общественного транспорта;
- создание центров по координации дорожного движения.

В полной мере реализация представленных мероприятий не представляется возможной, поскольку сопряжено с необходимостью проведения достаточно большого объема проектных работ и существенных капиталовложений. Среди представленных решений достаточно перспективным является переход на альтернативные виды топлива, в частности газ или электроэнергию [7, 8]. Как показал опыт, переход на газовое топливо как с экологической, так и с экономической точки зрения не позволяет существенно улучшить ситуацию. Это обусловлено ограниченностью этого ресурса и достаточно высоким уровнем опасности, что требует серьезного контроля в этой сфере. Кроме того, автомобили с газовыми двигателями обладают хоть и меньшим по сравнению с двигателем внутреннего сгорания, но все же достаточно большим выбросом. В этой связи существенными преимуществами обладает электротранспорт с нулевым или минимальным количеством выбросов вредных веществ, включая углекислый газ, оксиды азота и твердые частицы [9-11].

В большинстве случаев под электромобилем принято считать транспортное средство, движущую силу в котором создаёт электродвигатель с независимым электропитанием, основным из которых на данный момент является аккумулятор. Как уже отмечалось, у электротранспорта нет выхлопных газов, что значительно снижает уровень загрязнения атмосферы и риск возникновения заболеваний дыхательных путей. Такой вид транспорта уменьшает выбросы парниковых газов и в результате способствует борьбе с негативными изменениями климата. В качестве дополнительного преимущества стоит отметить бесшумность, что обеспечивает снижение издаваемого шума и более комфортные условия для жителей городов [12].

При наличии большого количества положительных качеств со стороны экологии у электромобилей как в производстве, так и в эксплуатации имеются определенные недостатки. Основной проблемой является производство и утилизация аккумуляторов, сопровождающиеся множеством всевозможных выбро-

сов. Кроме этого, при рассмотрении электротранспорта также необходимо учитывать способ производства электроэнергии, поскольку порядка 25% загрязнения воздуха в России приходится именно на энергетическую отрасль [6]. Поэтому можно говорить о том, что количество выбросов электромобилей во многом определяется способом производства электроэнергии на рассматриваемой территории. Несмотря на это, с точки зрения улучшения атмосферного воздуха в г. Магнитогорске от применения такого транспорта можно ожидать достаточно хороший положительный эффект, поскольку значительная часть энергии вырабатывается за пределами города. Также стоит отметить, что вредного производства электромобилей и его компонентов в близлежащих районах нет. Увеличение количества транспорта на электричестве за счет традиционных автомобилей в городе приведет к существенному снижению выбросов при низкоскоростном движении на перекрестках и стоянках. В результате этого будет уменьшение вредного воздействия на каждого отдельного жителя города, что окажет положительное влияние на их здоровье [13].

Несмотря на существенные преимущества электромобилей относительно выбросов, все же остается важная экологическая проблема, которая еще не в полной мере решена. Во время движения происходит износ покрышек, в результате чего образуется пыль, которая переносится воздухом и постоянно находится в нем. Присутствие такой пыли в атмосфере отрицательно влияет на здоровье людей. У автомобилей с двигателями внутреннего сгорания также происходит истирание шин, но в электромобиле эти процессы ввиду наличия рекуперации происходят интенсивнее. Тем не менее переход на автомобили с электродвигателем в итоге дает неплохой положительный эффект и целесообразен для применения.

В пользу развития электромобилей в городе говорит и тот факт, что проблемой загрязнений атмосферного воздуха традиционными автомобилями на двигателях внутреннего сгорания занимаются на уровне правительства Российской Федерации. В стране постепенно вводятся обновленные экологические стандарты. Кроме того, вопросами снижения количества выбросов занимаются во многих регионах, что приводит к существенному росту электромобилей (**рис. 2**). В настоящее время в стране по данным аналитического агентства «Автостат» около 30 тыс. электромобилей. Самое большое их количество в Иркутской области, Приморском крае и г. Москве. Это можно объяснить двумя основными факторами: достаточно хорошей развитостью инфраструктуры и относительно высокой доступностью.

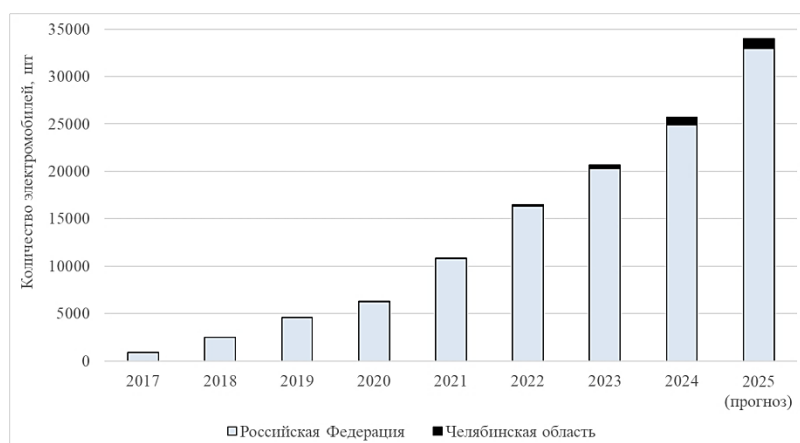


Рис. 2. Динамика роста электромобилей в России и Челябинской области
Fig. 2. Dynamics of growth of electric vehicles in Russia and the Chelyabinsk region

В Челябинской области, так же как и по всей стране, наблюдается рост электромобилей. Так, в 2020 году было зарегистрировано порядка 60, из них 4 в г. Магнитогорске. Уже в 2023 году в области насчитывалось порядка 385 единиц, а на начало 2024 количество автомобилей достигло 823, в том числе в г. Магнитогорске порядка 50 единиц. Таким образом, в городе, как и по всей стране, наблюдается существенный рост этого экологичного вида транспорта, что говорит о достаточно высоком интересе жителей к такому виду автомобилей. Несмотря на высокий рост, существует ряд факторов, сдерживающих развитие электротранспорта в городе. Одним из наиболее важных факторов является практически полное отсутствие электрозаправочных станций. Так, на сегодняшний день в г. Магнитогорске имеется всего 4 пункта зарядки электромобилей (рис. 3), что явно недостаточно. Следует отметить, что устанавливаемые электрозаправочные станции экологичны, соответствуют современным требованиям безопасности, энергоэффективны и подходят для всех существующих марок электромобилей. Тем не менее это является достаточно серьезной проблемой, тормозящей развитие электротранспорта в городе.

Для развития электротранспорта в городе необходимо развивать сеть зарядных электростанций. В 2024 году в области планируется запустить порядка 30 таких станций, но и этого скорее всего будет недостаточно для решения вопросов в этом направлении и улучшения экологической ситуации. Возможность более эффективного применения новых зарядных станций предполагает, что в них будет предусмотрена зарядка нескольких автомобилей. Также важное значение имеет и их расположение. Целесообразно осуществлять установку станций возле торговых площадей, бизнес-центров, магазинов и ресторанов. Установка мест для зарядки в жилых районах улучшит привлекательность покупки электромобилей для жителей многоквартирных домов. Это особенно важно, поскольку возможность полноценной постоянной

зарядки у них практически отсутствует, что сдерживает покупку. Наряду с этим развитие сети электрозаправочных станций, помимо комфортного передвижения благодаря возможности подзарядки в удобных местах, также способствует созданию рабочих мест и развитию экономики в целом.

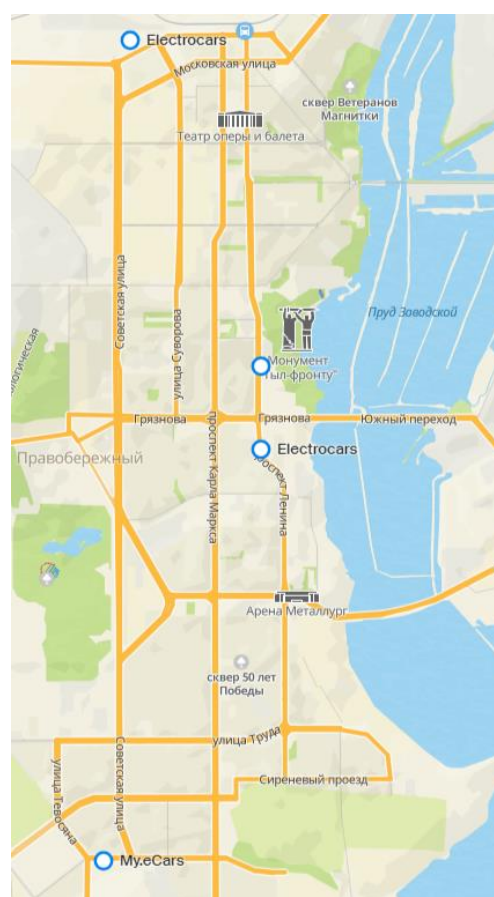


Рис. 3. Расположение электрозаправочных станций в г. Магнитогорске

Fig. 3. Location of electric filling stations in Magnitogorsk

Увеличение доли транспорта на электрической тяге приведет к суммарному уменьшению выбросов транспорта, что благоприятно скажется на экологической ситуации в городе. Это особенно актуально для мест скопления автомобилей на перекрестках, возле торговых центров, стоянках и пр. В этой связи целесообразна проработка вопроса по переходу муниципальных организаций на электротранспорт. Такой переход обеспечит не только положительное влияние на экологическую обстановку, но также и снизит расходы на топливо. По оценкам экспертов топливные расходы в этом случае могут уменьшиться примерно в 5 раз.

В качестве возможного направления развития электротранспорта, наряду с развитием инфраструктуры в городе, целесообразно рассмотреть вопрос об установке льготных тарифов для подзарядки. В этом случае перевозки станут более дешевыми, что способствует созданию парков электротакси. Также развитию электротранспорта способствует снижение или отмена транспортного налога и выделение специальных парковочных мест. При таком подходе благодаря снижению затрат на топливо станет более выгодным держать электромобили. В настоящее время успешно развиваются электромобильные такси, первое из которых было открыто в г. Нижний Новгород в начале 2023 года. Учитывая, что данное направление в стране пока не сильно развито, можно привлечь клиентов на относительной новизне и современных экотрендах. Парк такси с экологически чистым транспортом будет интересен прогрессивным жителям города, интересующимся инновационными технологиями и проявляющим заботу об экологической обстановке. При использовании таких автомобилей без длительного простоя его стоимость достаточно быстро окупится и начнет приносить прибыль.

Заключение

Таким образом, установлено, что одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в г. Магнитогорске является автомобильный транспорт. Поэтому уменьшение количества выбросов этим источником загрязнения позволит существенно улучшить экологическую ситуацию в городе. Достаточно перспективным решением данного вопроса является увеличение доли транспорта на электротяге. Сами по себе электромобили не являются абсолютно экологичными, поскольку их производство оказывает существенную нагрузку на окружающую среду, а для движения используется производство электричества, которое также является источником загрязнения. Тем не менее для решения локальной задачи улучшения экологической ситуации в городе применение этого вида транспорта достаточно эффективно. Проведенный в статье анализ показал, что электрический транспорт обладает достаточно большим количеством преимуществ по сравнению с автомобилями на двигателях внутреннего сгорания.

Для развития электротранспорта в городе недостаточно проведения просветительской работы. Необходимо создание соответствующей инфраструктуры для зарядки и обслуживания частных автолюбителей и таксопарков. Также при разработке программы по развитию данного вида транспорта для создания мотивации по их приобретению необходимо предусмотреть различные виды стимулирования и льгот, поскольку немаловажным фактором, сдерживающим приобретение, является стоимость.

В пользу развития электромобилей говорит развитие научной и промышленной деятельности. На сегодняшний день существуют инновационные разработки батарей с повышенным уровнем безопасности, ресурса и более быстрой зарядки. Поэтому в краткосрочной перспективе стоимость электромобилей существенно уменьшится и к этому времени должна быть полностью подготовлена соответствующая инфраструктура для возможности комфортного их использования. Для достижения этого должна проводиться совместная просветительская и проектная деятельность жителей и соответствующих служб и организаций города. Все это позволит улучшить экологическую ситуацию в городе и повысить уровень качества жизни в г. Магнитогорске.

Список источников

1. Ревич Б.А., Харьков Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 16-27. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02. EDN VKGTJQ.
2. О ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории города Омска / А.С. Крига, С.В. Никитин, Е.Л. Овчинникова [и др.] // Анализ риска здоровью. 2020. № 4. С. 31-45. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.04. EDN OFYLQU.
3. Экопост-Магнитогорск: итоги первого года работы / Э.А. Расулмухамедов, Е.А. Волкова, А.Ю. Перятинский [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20, № 2. С. 133-139. DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-2-133-139. EDN DBXWQS.
4. Цгоев Т.Ф., Амбалов В.Б. Влияние состояния автотранспортной инфраструктуры на экологию города Владикавказ // Евразийский союз ученых. 2020. № 8-5(77). С. 39-44. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.77.991. EDN ULZWQN.
5. Грушников В.А. Разумная автомобилизация. Тенденции и инструменты контроля // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2017. № 2. С. 45-51. EDN XXZHTR.
6. Лагерева А.В., Хананова В.Н. Возможные направления снижения выбросов парниковых газов от электростанций в России до 2050 г. // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2010. № 1. С. 50-58. EDN KZDWMH.
7. Лимарев А.С., Воротников М.Ю. Сравнительная оценка перспективности применения электромобилей на водородном топливном элементе // Мир транспорта.

2023. Т. 21, № 4(107). С. 99-105. DOI: 10.30932/1992-3252-2023-21-4-11. EDN THZGHW.
8. Слутин А.Ф., Ручкина Л.Г., Бугреев В.А. Моделирование режимов движения и сравнительная оценка топливно-энергетической эффективности гибридного электробуса // Наука и техника транспорта. 2021. № 1. С. 51-56. EDN TEYBVR.
 9. Воротников М.Ю., Лимарев А.С., Мезин И.Ю. Сравнение эксплуатационных расходов электромобиля и автомобиля с двигателем внутреннего сгорания // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2021. № 10. С. 50-53. DOI: 10.36535/0236-1914-2021-10-9. EDN RJDKHU.
 10. Zhang L., Brown T., Samuelsen G.S. Evaluation of charging infrastructure requirements and operating costs for plug-in electric vehicles // Journal of Power Sources. 2013, vol. 240, pp. 515-524.
 11. Хазин М.Л., Штыков С. О. Карьерный электрифицированный транспорт // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2018. Т. 16, № 1. С. 11-18. DOI: 10.18503/1995-2732-2018-16-1-11-18. EDN YTLZMU.
 12. Ларин В. TESLA-электромобиль // Энергия: экономика, техника, экология. 2016. № 1. С. 69-72. EDN VWHQQH.
 13. Юсупова О.А. О проблемах и перспективах развития рынка электромобилей в России // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2022. № 2. С. 38-42. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-02-6. EDN YZOFXU.
 - Vladikavkaz. *Evraziyskiy soyuz uchenikh* [The Eurasian Union of Scientists], 2020;(8-5(77)):39-44. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.77.991. EDN ULZWQN. (In Russ.)
 5. Grushnikov V.A. Smart motorization. Trends and control tools. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchniy informatsionniy sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific information collection], 2017;(2):45-51. EDN XXZHTR. (In Russ.)
 6. Lagerev A.V., Khanaeva V.N. Possible directions for reducing greenhouse gas emissions from power plants in Russia until 2050. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Energetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy], 2010;(1):50-58. EDN KZDWMH. (In Russ.)
 7. Limarev A.S., Vorotnikov M.Yu. Comparative assessment of the prospects for using electric vehicles on hydrogen fuel cell. *Mir transporta* [World of Transport and Transportation], 2023;21(4(107)):99-105. DOI: 10.30932/1992-3252-2023-21-4-11. EDN THZGHW. (In Russ.)
 8. Slutin A.F., Ruchkina L.G., Bugreev V.A. Modeling of driving modes and comparative assessment of the fuel and energy efficiency of a hybrid electric bus. *Nauka i tekhnika transporta* [Science and technology of transport], 2021;(1):51-56. EDN TEYBVR. (In Russ.)
 9. Vorotnikov M.Yu., Limarev A.S., Mezin I.Yu. Comparison of operating costs of an electric car and a car with an internal combustion engine. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchniy informatsionniy sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific information collection], 2021;(10): 50-53. DOI: 10.36535/0236-1914-2021-10-9. – EDN RJDKHU. (In Russ.)
 10. Zhang L., Brown T., Samuelsen G.S. Evaluation of charging infrastructure requirements and operating costs for plug-in electric vehicles. *Journal of Power Sources*. 2013;240:515-524.
 11. Khazin M.L., Shtykov S.O. Quarry electrified transport. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2018;16(1):11-18. DOI: 10.18503/1995-2732-2018-16-1-11-18. EDN YTLZMU. (In Russ.)
 12. Larin V. TESLA electric car. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* [Energy: economics, technology, ecology], 2016;(1):69-72. EDN VWHQQH. (In Russ.)
 13. Yusupova O.A. On the problems and prospects for the development of the electric vehicle market in Russia. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchniy informatsionniy sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific information collection], 2022;(2):38-42. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-02-6. EDN YZOFXU. (In Russ.)

References

1. Revich B.A., Kharkova T.L., Kvasha E.A. Some health indicators of residents of the cities of the federal project "Clean Air". *Analiz riska zdorov'yu* [Health risk analysis], 2020;(2):16-27. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.02. EDN VKGTJQ. (In Russ.)
2. Kriga A.S., Nikitin S.V., Ovchinnikova E.L. et al. On the progress of the implementation of the federal project "Clean Air" in the city of Omsk. *Analiz riska zdorov'yu* [Health risk analysis], 2020;(4):31-45. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.04. EDN OFYLQU. (In Russ.)
3. Rasulmukhamedov E.A., Volkova E.A., Peryatinskiy A.Yu. et al. Ecopost-Magnitogorsk: results of the first year of work. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2022;20(2):133-139. DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-2-133-139. EDN DBXWQS. (In Russ.)
4. Tsgoev T.F., Ambalov V.B. The influence of the state of motor transport infrastructure on the ecology of the city of

Поступила 21.01.2025; принята к публикации 10.03.2025; опубликована 30.09.2025
Submitted 21/01/2025; revised 10/03/2025; published 30/09/2025

Лимарев Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий, сертификации и сервиса автомобилей, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия.
Email: aslimarev@mail.ru. ORCID 0000-0002-1499-4988

Сомова Юлия Васильевна – кандидат технических наук,
доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия.
Email: y.somova@magtu.ru. ORCID 0000-0003-0856-4612

Волкова Елена Александровна – кандидат технических наук, профессор РАЕ,
доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия.
Email: valena.dom@rambler.ru. ORCID 0009-0007-6997-2819

Alexander S. Limarev – PhD (Eng.), Associate Professor the Department of Technologies,
Certification and Automobile Service,
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.
Email: aslimarev@mail.ru. ORCID 0000-0002-1499-4988

Yulia V. Somova – PhD (Eng.), Associate Professor of the Department of Industrial Ecology and Life Safety,
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.
Email: y.somova@magtu.ru. ORCID 0000-0003-0856-4612

Elena A. Volkova – PhD (Eng.), Professor of the Russian Academy of Natural History,
Associate Professor of the Department of Industrial Ecology and Life Safety,
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.
Email: valena.dom@rambler.ru. ORCID 0009-0007-6997-2819