6. Отчет о реализации природоохранных мероприятий в Белгородской области за 2024 год / Правительство Белгородской области. – 2024. – URL: https://belregion.ru (дата обращения: 12.10.2025).

7. Региональные аспекты зеленого финансирования в России // Экономика региона. – 2024. – Т. 20, № 1. – С. 45–60.

8. Справочная информация о Белгородской области [Электронный ресурс] // РМСП Налог.ру. – 2024. – URL: https://rmsp.nalog.ru (дата обращения: 12.10.2025).

9. Статистика выбросов 2024: что мы узнали и почему это важно // Greenium. – 2025. – URL: https://greenium.ru (дата обращения: 12.10.2025).

10. Экологическая отчетность в 2025 году: формы, сроки и ответственность // ЭкоПромЦентр. – 2025. – URL: https://ecopromcentre.ru (дата обращения: 12.10.2025).

11. Экологическая повестка в России: основные итоги 2024 года // EcoStandard.journal. – 2024. – URL: https://ecostandard.journal (дата обращения: 12.10.2025).

12. Экологическая статистическая отчетность: 2-ТП отходы // ЕСЭК. – 2025. – URL: https://ecek.ru (дата обращения: 12.10.2025).

13. Экологический рэнкинг регионов России – 2022 // АКРА. – 2022. – URL: https://www.acra-ratings.ru (дата обращения: 12.10.2025).

14. Экологичный маркетинг в 2024 году: модный тренд или бизнес-необходимость? // Workspace. – 2024. – URL: https://workspace.ru (дата обращения: 12.10.2025).

УГРОЗЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ПАРКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ КОНЦЕПЦИИ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Л.Н. Салимов
г. Казань, Россия
ЧОУ ВО «Казанский инновационный университет
В.Г. Тимирясова (ИЭУП)»

Аннотация. *Широкий диапазон типов электромобилей и особенности такой концепции экологизации экономики, как экономика замкнутого цикла, обуславливают дифференциацию угроз и возможностей электрификации транспортной мобильности в разных регионах. Для идентификации широкого спектра экологических и смежных рисков расширения парка электромобилей в контексте концепции циркулярной экономики обобщены передовые достижения научной мысли.*

Ключевые слова: *циркулярная экономика, BEV, PHEV, HEV, FCEV*

THREATS AND OPPORTUNITIES FOR EXPANDING THE FLEET OF ELECTRIC VEHICLES IN THE CONTEXT OF THE CIRCULAR ECONOMY CONCEPT

Lenar N. Salimov
Kazan, Russia
Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov (KIU)

Annotation. *A wide range of types of electric vehicles and the peculiarities of such a concept of greening the economy as a closed-loop economy determine the differentiation of threats and opportunities for electrification of transport mobility in different regions. In order to identify a wide range of environmental and related risks of expanding the fleet of electric vehicles in the context of the circular economy concept, the advanced achievements of scientific thought are summarized.*

Keywords: *circular economy, BEV, PHEV, HEV, FCEV*

Потребительский спрос на экологичность стал импульсом для инноватизации автомобильной индустрии. Главный вопрос, требующий тщательного технико-экономического анализа со стороны производителей транспортных средств, обусловлен, с одной стороны, широким диапазона электрификации двигательной установки автомобиля, а с

другой стороны, широким спектром концепции экологизации экономики. Возникает потребность систематизировать результаты современных научных исследований в области сравнительного анализа экологических и смежных рисков организации производства аккумуляторных электромобилей и автомобилей на водородных топливных элементах в контексте наилучшего соответствия требованиям такой концепции экологизации экономики, как концепция экономики замкнутого цикла.

Parviziomran E. и Bergqvist R. в научной работе «Затраты на декарбонизацию шведского автопарка большегрузных автомобилей: анализ экономии на аккумуляторных электромобилях» проанализировали затраты на декарбонизацию шведского автопарка для большегрузных автомобилей в пяти сценариях, один из которых взят из интегрированной имитационной модели EUCalc в качестве базового сценария, а четыре других основаны на интервью: высокоскоростной переход на электромобили со 100%-ным аккумулятором (далее – BEV) на все расстояния; высокоскоростной переход с использованием BEV, использующих к 2050 году 100% рынка будет приходиться на местные и региональные перевозки и 40% – на дальние, а остальные 60% – на транспортные средства на топливных элементах (далее – FCV); низкоскоростной переход, при котором доля BEV на рынке будет увеличиваться на 15% каждые пять лет, начиная с 10% с 2025 года для местных перевозок и до 2030 года для региональных перевозок и перевозок на дальние расстояния; и низкоскоростной переход, аналогичный предыдущему сценарию, но при этом 60% электрифицированного парка поездов дальнего следования будут составлять FCV. Затраты на систему затем рассчитываются с помощью численного моделирования. Исследование связывает исследование затрат на устойчивый переход к экономике замкнутого цикла с анализом влияния диапазона зарядки и температуры на износ аккумуляторов для BEV и их влияния на повышение стоимости аккумуляторов. В случае полной электрификации, несмотря на более низкие эксплуатационные расходы, общая стоимость системы возрастает из-за более высоких инвестиционных затрат. Режим зарядки и разрядки и температура влияют на остаточную емкость и, следовательно, на стоимость использования аккумуляторов с истекшим сроком службы [1].

Németh P. и соавторы научной статьи «Система оценки жизненного цикла для оценки воздействия на климат технологий использования водородных пассажирских транспортных средств в целях обеспечения устойчивой мобильности» на основании сравнительной оценки жизненного цикла (или LCA) предлагают определить, какой тип транспортного средства обеспечивает наилучшие экологические показатели при использовании серого, голубого и зеленого водорода – трех доминирующих в настоящее время вариантах с высокой углеродоемкостью. Были проанализированы семь различных конфигураций транспортных средств, использующих водородные источники энергии в различных силовых установках: электромобиль на водородных топливных элементах (далее – H_2FCEV), автомобиль с водородным двигателем внутреннего сгорания (далее – H_2ICEV), гибридный метаноловый автомобиль (далее – MeOH FFV), гибридный этаноловый автомобиль (далее – EtOH FFV), автомобиль Фишера-Тропша (далее – FT) дизельный автомобиль внутреннего сгорания (далее – FTD ICEV) и автомобиль, работающий на возобновляемом сжатом природном газе (далее – RNGV). Благодаря производству как серого, так и голубого водорода, автомобили H_2FCEV являются лучшими вариантами с точки зрения потенциала глобального потепления (или GWP), но, как ни странно, в категории «экологичных» автомобили, работающие на водороде, занимают как первое, так и второе место, поскольку они производят почти половину выбросов углекислого газа в течение срока службы по сравнению с автомобилями, работающими исключительно на водороде. RNGV также является многообещающей альтернативой, предлагая оптимальные характеристики двигателя в системе, аналогичной H_2ICEV, что позволяет проводить параллельную разработку и технологическую модернизацию. Эти результаты не только указывают на жизнеспособные пути снижения выбросов углерода, но и дают четкое руководство для будущих целенаправленных, подробных прикладных исследований [2].

Kusuma I. и соавторы научной статьи «Обзор электромобилей: BEV, PHEV, HEV или FCEV?» сравнили преимущества, ограничения и перспективы разных типов электромобилей – BEV, подключаемых гибридных электромобилей (далее – PHEV), гибридных электромобилей (далее – HEV) и электромобилей на топливных элементах (далее – FCEV), – в контексте их энергоэффективности, уровня выбросов углекислого газа, технологического развития и готовности инфраструктуры. Полученные результаты показывают, что BEV обладают наиболее значительным потенциалом для использования в личных автомобилях и городском транспорте, в то время как FCEV больше подходят для тяжелых условий эксплуатации и перевозок на большие расстояния. PHEV и HEV-системы считаются решениями для перехода, но ожидается, что их актуальность будет снижаться по мере развития технологий и глобальной политики. BEV обеспечивают нулевой уровень выбросов. PHEV обеспечивают высокую гибкость, в то время как HEV не требуют инфраструктуры для зарядки, а FCEV обеспечивают нулевой уровень выбросов и длительное и быстрое время зарядки. FCEV может преодолевать расстояние более 800 км, что крайне важно для решения проблемы дальности, которая является сложной задачей для электромобилей [3].

Yi Y. и соавторы научной статьи «Ускорение на пути к устойчивому развитию: оценка динамики политики и технологий в автомобильном транспортном секторе Китая» проанализировали политическую и технологическую динамику, определяющую переход автомобильного транспортного сектора Китая к низкоуглеродной устойчивости, уделив особое внимание BEV и электромобилям на водородных топливных элементах (далее – HFCEV). Являясь вторым по величине в мире источником выбросов углекислого газа, Китай сталкивается со значительными трудностями в снижении зависимости автомобильного транспорта от ископаемого топлива, что приводит к разнообразным выбросам и рискам для энергетической безопасности. Было выявлено доминирующее положение BEV на рынках малотоннажных автомобилей, которые добиваются значительного снижения эксплуатационных выбросов, но сталкиваются с ограничениями на выбросы углерода в течение всего жизненного цикла при производстве аккумуляторов и в энергосистемах, зависящих от угля. HFCEV демонстрируют потенциал для декарбонизации в тяжелых условиях эксплуатации, но сталкиваются с проблемами использования серого водорода и пробелов в инфраструктуре. Эволюция политики свидетельствует о переходе от субсидий к рыночным механизмам управления, а также о региональных различиях в реализации [4].

Gonzalez-Rodriguez P. S. и соавторы научной статьи «Проблемы и возможности для продления срока службы аккумуляторных батарей с использованием новых алгоритмов и технологий для аккумуляторных электромобилей» отмечают, что износ аккумуляторных батарей, высокая стоимость и ограниченный срок службы остаются серьезными препятствиями в реализации процесса декарбонизации транспорта. Были обобщены инновации, направленные на продление срока службы литий-ионных аккумуляторов в аккумуляторных электромобилях, проанализированы достижения в области моделирования деградации, адаптивных систем управления аккумуляторами (или BMS), моделирования электронных компонентов. На основании систематизации результатов исследований были выявлены пробелы в современной научной литературе, особенно в том, что касается реальных воздействий на двигатель электромобилей, эффектов пульсаций тока и применения аккумуляторов с длительным сроком службы [5].

Vaz C. R. и соавторы научной статьи «Моделирование будущих сценариев управления аккумуляторами электромобилей с истекшим сроком службы в Сан-Паулу», используя моделирование системной динамики, сформулировали прогноз: к 2045 году парк электромобилей малой грузоподъемности в Сан-Паулу составит примерно 11 млн. единиц, что обеспечит ежегодный приток 1,34 млн. аккумуляторов с истекшим сроком службы (далее – EOL), что подчеркивает острую потребность в надежной инфраструктуре управления. Были оценены три сценария: нормальное ведение бизнеса (далее – BAU), согласно которому к 2045 году более 50% аккумуляторов EOL будут утилизированы; политика вторичной переработки, демонстрирующая потенциальное сокращение объема захоронения отходов на свалках на 34%

по сравнению с BAU за счет увеличения объемов переработки; и политика вторичного использования. По оценкам последнего, уделяющего приоритетное внимание инвестициям в повторное использование аккумуляторов, к 2045 году почти 90% аккумуляторов EOL могут быть использованы повторно, что позволит значительно сократить количество свалок и одновременно увеличить срок службы аккумуляторов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что стратегия, ориентированная на применение вторичных технологий, обеспечивает наиболее устойчивое и выгодное решение, повышающее эффективность использования ресурсов и обеспечивающее существенные экологические, экономические и энергетические преимущества в ответ на быстрый рост рынка электромобилей в Сан-Паулу, что имеет последствия для городских районов во всем мире [6].

Das P. K. в научной статье «Взгляд на проблемы и перспективы продления срока службы вышедших из строя аккумуляторов электромобилей» отмечает, что аккумуляторы, которые более не отвечают жестким требованиям, предъявляемым к использованию в автомобилях, часто сохраняют значительную часть своей емкости и функциональности. Это привело к растущему интересу к изучению возможностей использования вышедших из эксплуатации электромобильных аккумуляторов, начиная от стационарных накопителей энергии и заканчивая стабилизацией электросети. Были проанализированы ключевые проблемы и перспективы, связанные с продлением срока службы вышедших из строя аккумуляторов электромобилей. Были исследованы такие технические препятствия, как ухудшение качества аккумуляторов, проблемы безопасности и разработка эффективных методов повторного использования, а также нормативные и экономические барьеры, включая стандарты повторного использования аккумуляторов, инфраструктуру переработки и динамику рынка. Были оценены потенциальные экологические преимущества, включая сокращение выбросов углерода и ресурсосбережение. Вторая жизнь вышедших из строя аккумуляторов электромобилей сопряжена как с угрозами, так и с возможностями [7].

На основании систематизации результатов современных научных исследований в области сравнительного анализа экологических и смежных рисков организации производства аккумуляторных электромобилей и автомобилей на водородных топливных элементах в контексте соответствия требованиям концепции циркулярной экономики были сделаны следующие выводы и предложения. Вышеуказанный подход к организации сравнительного анализа должен быть дополнен такими важными параметрами, как: диапазон зарядки и температуры, влияющий на износ и, как следствие, стоимость аккумуляторов для BEV; наличие и потенциал организации производства серого, голубого и зеленого водорода, влияющий, в частности, на стоимость покупки и владения автомобиля с водородными топливными элементами; климатические, геоморфологические и иные особенности эксплуатации транспортных средств, используемых для перевозки грузов и пассажиров; и иные важные факторы, определяющие наилучшее соответствие различных типов электромобилей требованиям концепции циркулярной экономики.

Литература

1. Parviziomran E., Bergqvist R. Decarbonization costs for the Swedish heavy-duty road fleet: Circular economy insights on electric truck batteries //Transport Policy. – 2025. – Т. 160. – С. 1-14.

2. Németh P., Mecséri B., Hanula B. A Life Cycle Assessment Framework for Evaluating the Climate Impact of Hydrogen-Based Passenger Vehicle Technologies Toward Sustainable Mobility //Hydrogen. – 2025. – Т. 6. – №. 3. – С. 68.

3. Kusuma I. et al. Electric Vehicle Review: BEV, PHEV, HEV, or FCEV? //Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur. – 2025. – С. 70-83.

4. Yi Y. et al. Accelerating Towards Sustainability: Policy and Technology Dynamic Assessments in China's Road Transport Sector //Sustainability. – 2025. – Т. 17. – №. 8. – С. 3668.

5. Gonzalez-Rodriguez P. S. et al. Challenges and Opportunities for Extending Battery Pack Life Using New Algorithms and Techniques for Battery Electric Vehicles //World Electric Vehicle Journal. – 2025. – Т. 16. – №. 8. – С. 442.

6. Vaz C. R., dos Santos É. F. N., Uriona Maldonado M. Modelling Future Scenarios for End-of-Life Battery Management of Electric Vehicles in São Paulo //Systems Research and Behavioral Science. – 2025.

7. Das P. K. A Perspective on the Challenges and Prospects of Realizing the Second Life of Retired EV Batteries //Batteries. – 2025. – Т. 11. – №. 5. – С. 176.

ЭКООТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗДЕСЬ И СЕЙЧАС: ПЕРЕРАБОТКА, ИНИЦИАТИВЫ, ДЕЙСТВИЯ

Е.М. Смирнова
г. Белгород, Россия
Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. *Экологическая культура сегодня – не просто тренд, а необходимое условие устойчивого развития общества. В условиях растущих вызовов, связанных с изменением климата, накоплением отходов и деградацией природных ресурсов, особенно важно объединять усилия граждан, организаций и власти для выработки ответственного отношения к окружающей среде. Именно на этом принципе системного, совместного и осознанного действия, строится работа Всероссийского экологического общественного движения «Экосистема».*

В Белгородской области за два года деятельности регионального отделения удалось не только наладить координацию множества локальных инициатив, но и встроить их в единое федеральное экологическое пространство. В этой статье мы расскажем о ключевых направлениях работы, достигнутых результатах, успешных проектах и планах на будущее с акцентом на то, как через просвещение, волонтёрство и партнёрство формируется новое экологическое сознание в регионе.

Ключевые слова: *экологическое движение, «Экосистема», экологопатриотизм, экологическое просвещение, волонтёрство, раздельный сбор отходов, экопроекты, устойчивое развитие, экологическая культура, региональное отделение, Белгородская область, экологическое образование, экодобровольчество, федеральная повестка, экологические инициативы.*

ECO-RESPONSIBILITY HERE AND NOW: RECYCLING, INITIATIVES, ACTIONS

E.M. Smirnova
Belgorod, Russia
Belgorod State University
Technological University

Annotation. *Today, environmental culture is not just a trend, but a necessary condition for sustainable development. In the face of growing challenges related to climate change, waste accumulation, and natural resource degradation, it is crucial to unite the efforts of citizens, organizations, and authorities to promote responsible environmental practices. This is precisely the principle that underlies the work of the All-Russian Environmental Public Movement "Ecosystem."*

In the Belgorod region, the regional branch has successfully coordinated numerous local initiatives over the past two years and integrated them into a unified federal environmental space. In this article, we will tell you about the key areas of work, the results achieved, successful projects, and future plans, focusing on how education, volunteering, and partnerships are shaping a new environmental consciousness in the region.

Keywords: *environmental movement, Ecosystem, eco-patriotism, environmental education, volunteering, separate waste collection, eco-projects, sustainable development, environmental culture, regional branch, Belgorod region, environmental education, eco-volunteering, federal agenda, environmental initiatives.*

Современный мир сталкивается с беспрецедентными экологическими вызовами: изменение климата, загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов и рост