

УДК 656.1, 504.054

DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-4-16-28

Научная статья

## **Анализ целесообразности реализации мероприятий и внедрения инноваций экологического назначения в транспортную систему Санкт-Петербург**

**Анисимова А.И.** alina.anisimova.97@mail.ru

Канд. экон. наук **Лебедева А.С.** hebo@rambler.ru

Университет ИТМО

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

*Данное исследование направлено на выявление наиболее эффективных мероприятий по повышению экологической безопасности транспорта города Санкт-Петербург с учетом зарубежной и отечественной практики, мнения жителей города, а также экспертного мнения и опыта сотрудников транспортного предприятия, осуществляющего значительную долю городских пассажирских перевозок. Проблема негативного влияния наземного транспорта на окружающую среду является актуальной и острой, особенно это касается городов с высокой численностью населения, уровнем автомобилизации, плотностью автомобильных дорог, к которым относятся и Санкт-Петербург. В результате анализа зарубежного и отечественного опыта по решению экологических проблем на транспорте были выявлены наилучшие практики, которые оказались результативными в решении экологических задач. Исследование мнения населения города Санкт-Петербург показало, что не все выявленные мероприятия и инновации одинаково поддерживаются населением и могут быть реализованы с той же эффективностью. Также требуются различные финансовые стимулы для повышения активности участия населения в реализации экологических инициатив и политики. При этом мнение населения частично совпадает с мнением экспертов, которые обладают более детальной информацией и учитывают такие факторы, как ограниченность и доступность ресурсов, стоимость реализации, полученный опыт реализации в отечественных условиях. Кроме того, были определены стоимость и ожидаемые эффекты реализации мероприятий. В результате комплексной оценки были выявлены наиболее целесообразные к реализации мероприятия, включающие как традиционные, так и инновационные решения. Предложенный комплекс мероприятий, а также логика исследования могут быть использованы при планировании повышения экологической безопасности транспорта и других мегаполисов РФ, что определяет практическую значимость результатов исследования.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, наземный транспорт мегаполиса, инновационные технологии.

## **Analysis of feasibility of implementation of measures and introduction of innovations of environmental purpose in the transportation system of St. Petersburg**

**Anisimova A.I.** alina.anisimova.97@mail.ru

Ph.D. **Lebedeva A.S.** hebo@rambler.ru

ITMO University

197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky pr. 49

*This study is aimed at identifying the most effective measures to improve the environmental safety of transport in the city of St. Petersburg, taking into account foreign and domestic practices, the opinion of residents of the city, as well as the expert opinion and experience of employees of the transport enterprise, which carries out a significant share of urban passenger transportation. The problem of the negative impact of land transport on the environment is urgent and acute, especially in cities with a high population, level of motorization, density of roads, to which St. Petersburg belongs. As a result of the analysis of foreign and domestic experience in solving environmental problems in transport, best practices were identified, which turned out to be effective in solving environmental problems. A study of the opinion of the population of the city of St. Petersburg showed that not all identified measures and innovations are equally supported by the population and can be implemented with the same efficiency. Various financial incentives are also needed to increase public participation in environmental initiatives and policies. At the same time, the opinion of the population partially coincides with the opinion of experts who have more detailed information and take into account such factors*

*as the limited availability of resources, the cost of implementation, the experience gained in implementation in domestic conditions. In addition, the cost and expected effects of implementing activities were determined. As a result of the integrated assessment, the most appropriate activities were identified, including both traditional and innovative solutions. The proposed set of measures, as well as the logic of the study, can be used in planning to improve the environmental safety of transport and other megacities of the Russian Federation, which determines the practical significance of the study results.*

**Keywords:** environmental security, land transport of the metropolis, innovative technologies.

## Введение

Отрицательное воздействие транспорта на окружающую среду признано во всем мире. В мегаполисах таких стран, как США, Германия и Франция приходится около 60% загрязнения на автомобильный транспорт по сравнению со стационарными источниками. С выхлопными газами в воздух попадают канцерогенные вещества: окись углерода, оксиды азота, углеводороды, свинец и его соединения. По оценкам группы компаний *SkyWay*, создающую инновационную транспортную систему в сфере экологической безопасности, одно транспортное средство ежегодно выбрасывает в атмосферу 600-800 кг окиси углерода, около 200 кг несгоревших углеводородов и около 40 кг оксидов азота [1].

Тема экологической безопасности транспорта становится с каждым годом все более острой и актуальной. В работе латвийских авторов S.Grishin, O.V.Schiptsov анализируется опыт стран ЕС и Америки. [2] Анализ негативного влияния на окружающую среду и предложения по применению альтернативного вида топлива отражены в работе «Влияние транспорта на экологию большого мегаполиса» авторов Yu.N. Bezborodov, M.A. Kovaleva, A.N. Sokolnikov, V.G. Shram, N.N. Lysyannikova и A.O. Karkashenko [3]. Вопросы оценки выбросов на определенных территориях, включая районы с урбанизацией, рассматривали в своих работах Гармонов К.В., Полосин И.И., Плотников А.В., Сазонов Э.В., Пепина Л.А., Созонтова А.Н., Подгорнова Н.А, Князева Д.К., Щукина Т.В., Тамонова О.С., Акулова И.И. [4-9] Однако, стоит отметить, что подавляющее большинство работ по предложению каких-либо мероприятий или действий для снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду основываются либо на опыте зарубежных стран, либо на знаниях экспертных предположений и выводов, без учета готовности населения территориальных образований к внедрению инновационных технологий, реализации тех или иных мероприятий, законопроектов, экологических инициатив и политики, которые разрабатываются как на федеральном, так и местном уровне.

Кроме того, в отечественной практике большинство запланированных мероприятий не выполняются в полном объеме, что связано с рядом причин: прекращение финансирования, бюрократия, недостаточное значение экологических проблем по отношению к другим проблемам транспорта, недостижение ожидаемых эффектов по причине отсутствия системности и комплексности предлагаемых решений на разных уровнях власти.

В связи с этим возникает необходимость в применении комплексного подхода к разработке предложений по реализации мероприятий, внедрению инновационных технологий для повышения уровня экологической безопасности мегаполисов, как центров тяготения загрязняющих окружающую среду передвижных источников.

## Методология исследования

Актуальность исследования обуславливает цель: выявить наиболее эффективные мероприятия и инновационные технологии по повышению экологической безопасности транспорта мегаполиса с точки зрения заинтересованных сторон, к которым относятся как предприятия, осуществляющие пассажирские городские перевозки, так и жители территориального образования.

Объектом исследования является транспортная система города Санкт-Петербург, так как в нем сосредоточено около 4% парка транспортных средств РФ, что составляет около 1,8 млн ед. В рейтинге городов по уровню загрязнения атмосферы диоксидом углерода в результате деятельности транспорта Санкт-Петербург занимает 21 место из 76 городов Европы в 2020 году [10]. В связи с сохранением тенденции роста количества автотранспортных средств, увеличивается и количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. На основании анализа зарубежного и отечественного опыта выявить потенциально возможные к реализации традиционные и инновационные мероприятия для повышения экологической безопасности транспорта Санкт-Петербурга;
2. Провести исследование мнения населения Санкт-Петербурга с целью выявления наиболее эффективных с их точки зрения мероприятий экологического назначения в сфере транспорта и готовности к их реализации;
3. Провести экспертное исследование и глубинное интервьюирование для определения позиции предприятий, осуществляющих пассажирские городские перевозки, относительно эффективности и готовности к

реализации мероприятий экологического назначения;

4. Определить комплекс мероприятий по повышению экологической безопасности Санкт-Петербурга с учетом полученных результатов исследований.

### **Анализ отечественного и зарубежного опыта повышения экологической безопасности транспорта**

Снизить отрицательное воздействие транспорта на экологию можно с помощью реализации различных традиционных мероприятий или внедрения инновационных технологий. При этом в каждом конкретном случае необходимо подбирать определенный комплекс решений на основании их характеристик и оценивать возможный эффект и эффективность от их реализации.

Под традиционными методами решения экологических проблем на транспорте обычно подразумевают: организацию платных парковок для автомобилей в тех районах, где это необходимо; возведение дорог и развязок; запрет на перемещение автомобильного транспорта в тех или иных районах. Подобные способы, безусловно, могут оказывать положительное влияние на экологию в сфере транспорта, но также могут иметь и негативные последствия как с точки зрения экологии, так и социальной напряженности.

При этом в настоящий момент разрабатывается множество различных инновационных решений, оказывающих влияние на экологическую безопасность транспорта мегаполиса. Однако многие из них не находят широкого распространения и представлены в виде патентов, результатов исследований. Это происходит потому, что зачастую нет системности в принятии решений относительно внедрения той или иной инновации в сфере экологии. Они внедряются точечно, без учета их взаимодействия, возможных рисков, эффектов.

Рассмотрим подробнее опыт стран-лидеров в области обеспечения экологической безопасности на транспорте с целью выявления лучших практик.

Дания является одним из лидеров по качеству воздуха, в которой вредные выбросы компенсируются развитой системой экологического общественного транспорта в городах: граждане активно и повсеместно используют велосипеды (более 20% населения). Именно поэтому в этой стране в Копенгагене уровень загрязнения воздуха заметно снизился в 2018 году по сравнению с 2016 годом. Законодательством предусмотрена продажа жителями излишек электроэнергии, выработанной солнечными батареями энергетическим компаниям. В 2010 году был введен налог на выброс азота. Было выделено 22 млн долларов на экологически чистые автобусы и 4,2 млн долларов на развитие железной дороги. Больше половины общего потребления в Дании составляют возобновляемые в стране источники энергии. Транспортная сфера представляет собой массовое потребление биогаза, биоэтанола, биодизеля – всё это результат бережного отношения к природе и переработка отходов от сельскохозяйственных производств.

В Финляндии инновационной идеей для решения экологических проблем в 2014 году стало то, что правительство создало для водителей полосу чётного и нечётного автомобиля. В час пик уровень выбросов снизился на 20%.

В начале 2017 года в Париже была введена система наклеек, которая показывала информацию о возрасте и чистоте используемого автомобиля. В области транспорта и чистых технологий Франция на уровне законодательства с 2012 года поддерживает зарубежных и отечественных автопроизводителей гибридных и электрических автомобилей субсидиями. Так в 2015 году был принят закон для тех, кто владеет транспортными средствами с выбросами меньше 100 г CO<sub>2</sub> на км. Таким образом, открывается право на получение некоторых бонусов от государства.

В Швейцарии огромное внимание заботе об окружающей среде уделяют как правительство, так и сами граждане. Весь общественный транспорт использует электроэнергию. Он хорошо развит и комфортен для пользователей, что стимулирует население к его использованию. Биотопливо, производимое страной, не только активно используется внутри страны, но и экспортируется.

В Швеции предпочтение отдаётся биотопливу, которое изготавливают из мусора. Количество аккумуляторных электромобилей удвоилось в период с 2014 по 2015 год, тенденция продолжилась в последующие годы. Около 49000 ед. приходилось на аккумуляторные электромобили в Швеции в декабре 2017 года, примерно две трети – это подключаемые гибридные электромобили, и треть – чистые электромобили. Внедренная в Швеции система умной зарядки электромобилей в 2021 году отличается от обычных зарядок тем, что они способны не только экономить энергию и предотвращать его перепад, но и заряжать автомобиль удаленно или с функцией отложенного старта [10].

Лидирующие позиции по внедрению инноваций на транспорте планирует занять Германия. Огромная часть средств направляется на исследования и разработки в данной сфере – около 17 млрд евро в год. В госпрограмму страны входят стимулирующие выплаты для потребителей за использование гибридных машин, электромобилей, мотоциклов и мопедов, работающих на электронике. Уже в 2017 году количество машин на альтернативном топливе, в том числе водородном, увеличилось более, чем вдвое, по сравнению с предыдущим годом и составило 1,7

% от общего числа зарегистрированных автомобилей [11, с.50].

В отечественной практике также существует ряд проектов правительственных программ развития до 2025 года, которые предусматривают для пользователей электрического транспорта льготные тарифы на платных дорогах, нулевой транспортный налог, возможность бесплатной парковки и езды по выделенной полосе. Несмотря на поставленные в Транспортной стратегии задачи и отдельные мероприятия, экологическая ситуация в РФ стремительно ухудшается, о чем свидетельствует динамика индекса экологической эффективности [12].

На основании анализа отечественного и зарубежного опыта были выделены наилучшие практики решения экологических проблем на транспорте, которые были соотнесены с динамикой индекса экологической эффективности стран-лидеров по годам, что позволило выявить наиболее результативные мероприятия такие, как: система квот с поставщиками, государственные льготы за использование альтернативного источника энергии на транспорте, господдержка при покупке и использовании велосипедов и электромобилей, экологически чистого общественного транспорта, повышение доли возобновляемых источников энергии, увеличение количества зарядных станций для электромобилей, создание развитой инфраструктуры для транспортных средств на газе, отмена платы за проезд на общественном транспорте, создание обязательства на автобусы, грузовые автомобили и такси перевести на экологические виды топлива, «зеленые шины».

Стоит отметить, что центральную роль в реализации мер экологической безопасности играет государство, иногда вводя жесткие ограничения и запреты, разрабатывая стимулирующие программы, но от того насколько активно задействованы компании и обычные граждане в решении данной проблемы зависит эффект от предложенных государством мер.

### **Исследование мнений жителей Санкт-Петербурга относительно мероприятий в сфере экологической безопасности наземного транспорта**

Для комплексного анализа результатов исследования необходимо учитывать мнение населения мегаполиса, потому что именно жители города являются прямыми потребителями транспортных услуг и объектами воздействия в процессе загрязнения окружающей среды.

В целях достижения поставленных задач был проведен опрос среди жителей исследуемого города.

Исследование проводилось в разрезе трех групп наземного транспорта: государственный (автобус, троллейбус, трамвай), личный (автомобиль, велосипед, электрокар, самокат) и коммерческий (такси, каршеринг, маршрутное такси). Для каждой группы транспорта выявлялись наиболее эффективные мероприятия и стимулы для их реализации. Сегментация респондентов с точки зрения возраста, уровня образования и доходов позволила проанализировать закономерности в выборе тех или иных вариантов ответов. Исследование было проведено в апреле 2021 года в форме анкетного опроса, содержащего 27 вопросов различного типа, включая вопросы, требующие ранжирования критериев выбора.

Генеральную совокупность составили лица, достигшие возраста 18 лет, проживающие на территории города Санкт-Петербург. При доверительной вероятности (точности) в 95% и погрешности 10% величина репрезентативной выборки составила 119 респондентов. Всего было опрошено 126 человек, что удовлетворяет требованиям необходимого объема выборки.

Первый этап опроса был направлен на выявление уровня заинтересованности респондентов в вопросах экологической безопасности на транспорте г. Санкт-Петербург. По результатам опроса выяснилось, что подавляющее большинство респондентов заинтересованы в решении проблем экологической безопасности транспорта Санкт-Петербурга. Всего около 57% опрошенных «задумываются о данной проблеме», 23% - «очень обеспокоены», и только 4% респондентов «всё устраивает». Данные опроса показали, что чем выше уровень образования, тем больше осведомленность или понимание важности и значимости экологических проблем, их влияния на здоровье и развитие общества.

На следующем этапе была определена приоритетность реализации мероприятий экологического назначения для каждой из групп наземного транспорта. Результаты в соотношении с возрастом и уровнем дохода населения представлены на рис. 1.



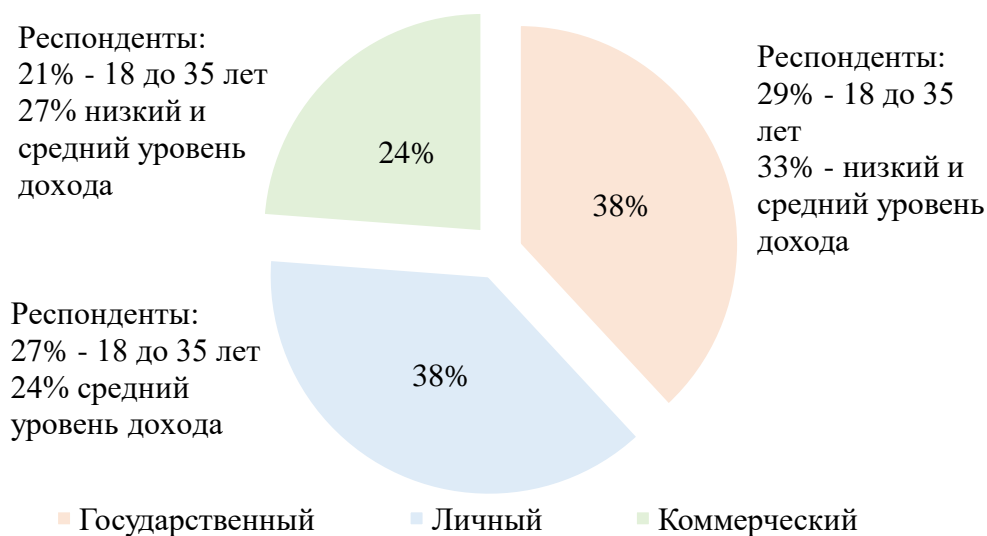


Рис. 1. Структура видов транспорта по необходимости повышения уровня экологической безопасности

По мнению респондентов, в первую очередь, необходимо предпринимать меры для повышения уровня экологической безопасности на личном и государственном транспорте. При этом не установлено зависимости вариантов ответа от возраста респондентов. Ответы респондентов в возрасте от 18 до 35 лет примерно в равной степени распределились между группами транспорта, что связано с наличием экологического тренда в различных сферах жизнедеятельности. Однако выявлена некоторая взаимосвязь с уровнем дохода населения. Категории респондентов с низким и средним уровнем дохода чаще отмечают такие группы транспорта, как государственный и коммерческий. Данный выбор респондентов обусловлен их потребностью в передвижении на общественном виде транспорта в связи с указанным уровнем дохода. Чем выше финансовый достаток, тем чаще уделялось внимание коммерческому и личному транспорту, так как доход является одним из определяющих факторов выбора способа передвижения. Следующий этап исследования был посвящен расстановке приоритетов в мероприятиях и стимулах для их реализации по группам наземного транспорта. Ответы респондентов относительно наиболее эффективных и целесообразных мероприятий и инноваций в сфере экологической безопасности личного транспорта представлены на рис. 2.



Рис. 5. Наиболее эффективные мероприятия экологической безопасности личного транспорта

Для группы личного транспорта наиболее значимыми мероприятиями стали: переход на альтернативный вид топлива (28%); снижение частоты использования автомобилей посредством стимулирования к использованию общественного транспорта, частичный переход на велосипед или самокат (18%); снижение количества автомобилей посредством запрета на их использование на определенных территориях (13%); установка катализаторов в автомобилях с низким показателем экологического качества – Евро – 3 и ниже (10%). Соответственно, в качестве стимулов следует сформировать необходимую инфраструктуру для автомобилей (22%), для активного использования велосипедов, самокатов (17%), предоставлять финансовое стимулирование за использование общественного вида транспорта (19%), предоставлять льготы на приобретение транспорта с альтернативным видом топлива (17%), обеспечить доступность и выбор альтернативного топлива (16%).

Аналогичные данные были получены по группам государственного и коммерческого транспорта. В разделе государственного транспорта респонденты в большинстве случаев выбрали такие мероприятия, как увеличение доли электробусов (18%), обновление парка автобусов на электричестве (15%), увеличение количества автобусов, работающих на газомоторном топливе (13%). При этом респонденты считают, что для обеспечения экологической безопасности государственного транспорта необходимо повышать комфорт и вместимость общественного транспорта (17%), развивать инфраструктуру (17%), направлять доход с платных стоянок на инновационное развитие общественного транспорта (16%).

Для коммерческого транспорта респонденты также отмечают целесообразность перехода на альтернативные виды топлива (32%), а также установку катализаторов (19%) и рациональное распределение транспортных линий для маршрутных такси (13%). При этом 21% респондентов в возрасте до 35 лет со средним и низким уровнем дохода считают, что следует повышать экологичность коммерческого транспорта, в первую очередь, за счет его замены и модернизации.

В целом, по результатам исследования можно сделать вывод, что без финансовой и инфраструктурной поддержки со стороны государства население не будет инициативным в данном вопросе по причине неготовности тратить свои средства на улучшение экологической безопасности на транспорте.

### **Исследование позиции предприятий, осуществляющих пассажирские городские перевозки, относительно мероприятий экологического назначения**

Для того, чтобы предпринимать рациональные действия по улучшению экологической безопасности на транспорте, необходимо помимо мнения жителей учитывать возможности и ограничения в деятельности государственных предприятий общественного транспорта. Для выполнения поставленной задачи был применен экспертный метод, а также глубинное интервьюирование с представителями СПб ГУП «Пассажиравтотранс», как наиболее крупной организации, осуществляющей пассажирские перевозки на территории города Санкт-Петербург.

В экспертном опросе принимали участие сотрудники СПб ГУП «Пассажиравтотранс»: специалисты, начальник технического отдела, начальник отдела делопроизводства, главный специалист по работе безопасности дорожного движения, начальник производственно-технического управления. Период проведения исследования: с 1 по 13 апреля 2021 года.

Экспертам на рассмотрение была предложена тема: «Какие меры или решения необходимо предпринять для улучшения экологической ситуации на транспорте в городе Санкт-Петербург?». Эксперты предложили следующие варианты решения задачи: постоянное обновление подвижного состава на общественном транспорте (А); переход на альтернативный вид топлива (электричество, газ, биотопливо) (Б); установка очистительных фильтров на трубы на транспортные средства с ДВС (В); рациональное распределение маршрутных линий для общественного транспорта (Г); совершенствование конструкций салона, шин (Д); развитие водородной энергетики на транспорте (Е); финансовая поддержка со стороны государства (Ж); замена электротранспорта на газовый (З); грамотное распределение энергии для повышения уровня энергоемкости (И); развитие электротранспорта (К); убрать все АЗС (Л); повышение безопасности сборки транспортных средств (М); завод по переработке аккумуляторных батарей (АКБ) электротранспорта (Н).

Сформулированные экспертами идеи были оценены по определенным критериям в баллах, где «1» – соответствует критерию, «0» – не соответствует критерию. Полученные результаты оценки представлены в табл. 1, где каждый эксперт условно обозначен «Э-*N*».

Таблица 1

**Итоговые результаты экспертного оперативного метода решения задач**

Критерии и оценки идей экспертами						
Эксперты / идеи	Э-1	Э-2	Э-3	Э-4	Э-5	Э-6
	Д, Н	Б, Л	Б, К, В, Ж	Г, З	А, И	Б, З, Е, М
Возможность практической реализации в ближайшие 5 лет	1;1	0;1	0;1;1;1	1;1	1;0	1;1;1;1;0
Эсперты / идеи	Э-1	Э-2	Э-3	Э-4	Э-5	Э-6
	Д, Н	Б, Л	Б, К, В, Ж	Г, З	А, И	Б, З, Е, М
Научная новизна предлагаемых в проекте решений	1;1	0;0	0;0;1;0	0;0	0;0	0;1;0;1;0
Актуальность исследования и уникальность проекта	1;1	1;1	1;1;1;1	1;1	0;1	1;1;1;0;1
Невысокие затраты для реализации	1;1	0;0	0;0;1;0	0;0	1;0	0;0;0;1;0
Соответствие проекта приоритетным направлениям индустриально-инновационной стратегии	1;1	1;1	1;1;1;1	1;1	1;1	1;1;1;1;1
Конкурентоспособность на рынке	1;1	0;1	1;1;1;0	0;1	0;0	1;0;1;1;0
Технологический уровень проекта	1;1	1;1	1;0;1;0	0;1	0;0	1;1;1;0;1
Преимущества проекта по сравнению с существующими аналогами в мире	1;1	0;0	0;0;1;0	0;0	0;0	0;0;1;0;1
Экономическая целесообразность проекта в ближайшие 5 лет	1;1	1;0	1;0;1;1	0;0	1;0	0;0;0;1;1
Патентоспособность	0;0	0;0	1;1;1;0	0;1	0;0	1;1;1;0;0
Наличие квалифицированных специалистов и наличие опыта в реализации проектов	1;0	1;0	1;1;1;0	0;1	1;0	1;1;0;1;1
Перспектива привлечения к финансированию частного капитала	1;1	1;0	0;1;0;1	1;0	0;1	0;0;1;0;0
<b>Итого</b>	<b>11;10</b>	<b>6;5</b>	<b>7;7;11;5</b>	<b>4;7</b>	<b>5;3</b>	<b>7;7;8;7;6</b>

Приоритетными инновационными направлениями развития в сфере экологии на транспорте эксперты считают: переход на альтернативный вид топлива; установка катализаторов, совершенствование конструкций салона, шин; развитие водородной энергетики на транспорте; постройка завода по переработке аккумуляторных батарей (АКБ) электротранспорта.

Сравнение экспертной оценки с результатами опроса жителей города показало совпадение мнений по необходимости перехода на альтернативный вид транспорта с учетом прямой поддержки со стороны государства. Однако наиболее перспективным направлением развития в данной сфере жители города считают электротранспорт, в то время как эксперты предпочитают развитие газомоторной, водородной энергетики.

В связи с этим на следующем этапе необходимо провести глубинное интервью со специалистом, который напрямую связан с реализацией мероприятий подобного характера и способен оценить эффекты и риски различных решений технического характера.

В интервью экспертом выступал начальник производственно-технического управления СПб ГУП «Пассажиравтотранс», 20 февраля 2021 года. Как отметил эксперт в ходе интервью, в текущих условиях предпочтение по виду топлива будет отдаваться газомоторному, в силу его экологичности, соответствия программе развития транспорта в РФ и в городе Санкт-Петербург, возможной экономии по сравнению с дизельным видом топлива, наличием льгот и финансирования со стороны государства, доступности данного ресурса на территории РФ. Для того, чтобы развивать электротранспорт (электробусы) требуются значительные вложения и реконструкции парков, льготы и финансирование со стороны государства, которых на сегодняшний день недостаточно.

Следовательно, оценив выводы по трем опросам, можно утверждать, что без прямой государственной поддержки развитие экологической безопасности на транспорте будет крайне затруднено; на примере электробусов и газомоторного топлива, очевидно, что сегодня ориентир на газ обусловлен именно финансированием со стороны государства. Подробный расчет для одного из решений – катализаторов, определит значимость привносимых эффектов от их установки в автомобиле.

### Определение комплекса мероприятий по повышению экологической безопасности Санкт-Петербурга

Таким образом, были исследованы перспективы реализации инновационных мероприятий экологического назначения с точки зрения различных субъектов транспортной системы города, а также на основании анализа зарубежного и отечественного опыта, что позволяет сделать вывод о наиболее эффективных мерах воздействия на экологическую безопасность транспорта г. Санкт-Петербург. Анализ целесообразности реализации мероприятий и внедрения инноваций по результатам проведенных исследований представлен в таб. 2. При этом чем выше оценка, тем целесообразнее к реализации мероприятие или инновационная технология.

Таблица 2

#### Анализ целесообразности реализации мероприятий и внедрения инноваций экологического назначения в транспортную систему Санкт-Петербург

Мероприятия/инновационные технологии	Глубинное интервью	Анализ зарубежного и отечественного опыта	Исследование предпочтений жителей СПб	Итого
Постоянное обновление подвижного состава	5	5	5	15
Испытания и ввод в эксплуатацию транспортных средств на водороде	5	5	5	15
Завод по переработке АКБ электрокаров	5	5	5	15
Установка шумозащитных экранов	5	5	5	15
Интеллектуальные транспортные технологии	5	5	5	15
«Зеленые» шины	5	5	5	15
Умная зарядка для электромобилей	5	5	5	15
Рациональное распределение маршрутных линий для общественного транспорта	5	5	4	14
Катализаторы	5	4	5	14
Дорога, заряжающая электрокары	5	5	4	14
Увеличение доли электробусов	4	4	5	13
Грамотная система платных парковок, плата за которые направляется на развитие экологии на транспорте	5	5	3	13
Замена транспорта на газовый	3	5	4	12
Ограничение на въезд в городах с учетом экологического стандарта «Евро»	3	5	4	12
Развитие велодорожек	3	4	3	10

Данные таблицы отражают комплексную оценку целесообразности внедрения тех или иных решений в транспортную систему г. Санкт-Петербург. Однако одновременное осуществление всей совокупности мероприятий невозможно ввиду ограниченности ресурсов, что обуславливает необходимость дальнейшей конкретизации и составления плана реализации комплекса решений на основе таких критериев, как затраты и ожидаемые эффекты, которые представлены в табл. 3. Ниже приведены подробные примеры расчетов и обоснований итоговых значений в порядке их упоминания.



Инновационное решение с применением водородного топлива для транспортных средств уже находится на стадии испытаний в Санкт-Петербурге. На сегодняшний день, в регулярной эксплуатации в России существует только одно транспортное средство марки Toyota Mirai с объемом топливного бака в 122 л. Скорость заправки топлива составляет от 5 до 6 минут, при этом стоимость за 100 км пробега машины около 250 руб., то есть 2,5 руб. за 1 км, что несущественно дороже чем использование сжатого газа (1,7 руб. за 1 км) и пропана (2,2 руб. за 1 км), однако значительно дешевле бензина стандарта «ЕВРО-5» (4,4 руб. за 1 км). В Санкт-Петербурге уже были проведены успешные тестовые испытания водородного трамвая [13]. Неоспоримыми преимуществами водорода, как топлива для транспорта, является его высокая экологичность. Недостатки с учетом мирового опыта – значительная дороговизна транспорта на водороде, менее экологичное производство водорода по сравнению с электрогенерацией, неразвитая и дорогостоящая инфраструктура, более низкий КПД по сравнению с электромобилями (Toyota Mirai тратит 54,7 кВт/ч на 100 км, а Tesla Model S 23,8 кВт/ч на 100 км). С ускоренным развитием инфраструктуры ожидается пропорциональный рост автомобилей с водородным топливом. Следовательно, при сохранении тенденции перехода автолюбителей на водородное топливо, которая будет составлять около 83 ед. после 6 года реализации проекта, следовательно, ожидается переход около 6% видов транспорта на водородную энергетику, а так как выбросы от водорода минимальны – выделяется водяной пар, то этот процент и будет тем положительным эффектом по выбросам. Чтобы обеспечить водородными станциями город в достаточном количестве, необходимо обустройство 8 станций по 1 станции на 10 км территории. Совокупные затраты на строительство одной новой станции составили 16,6 млн руб., что говорит о высоких капитальных вложениях: строительство, проектирование пусконаладочные работы силами компании подрядчика 12 млн руб., приобретение участка под строительство 3 млн. руб., маркетинг 0,1 млн руб., инвентарь газовой заправки 0,3 млн руб., закупка пропана под реализацию (60000 л по закупочной цене в 20 руб. за л) 1,2 млн руб. [14]. Затраты для модернизации имеющихся АЗС будут намного меньше. При договоренности с владельцами объектов можно получить экономию на затратах в 9 млн руб. в год. Всего на строительство водородных станций уйдет 602,8 млн руб.

Экологический эффект для катализаторов в виде снижения уровня выбросов от одного автотранспорта рассчитан для легковых и грузовых автомобилей в условиях перекрестка и магистрали. Для этого были взяты такие виды автомобилей: легковые, автофургоны до 3,5 т, грузовые от 3,5 до 12 т, грузовые от свыше 12 т. Учитывались загрязнения: оксид углерод, диоксид азота, радикалы, сажа, диоксид серы. Расчет удельных выбросов загрязняющих веществ произведен по методике определения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков различных категорий автомобилей [15]. Суммарный эффект от установки катализаторов составит около 27%. В процентном соотношении уровень выбросов углеводородов и монооксида углерода (угарного газа) будет равен 30%, а оксидов азота – 15%. При расчет экологического эффекта от установки катализаторов произведен использованием следующей формулы 1:

$$(1) S_{Г,i}(\text{ед.}) = (L_{Л.б.к.} \times L + G_{Г.б.к.} \times G) \times 90\% + 10\% \times L_{Л.к.} \times L + 10\% \times G_{Г.к.} \times G,$$

где  $S_{Г,i}(\text{ед.})$  – количество переведенных транспортных средств на катализаторы в зависимости от ежегодного ожидаемого процента за каждый год;  $L_{Л.б.к.}$  - суммарное загрязнение от легкового автомобиля без катализатора на ед. транспортного средства, г/км;  $L_{Л.к.}$  - суммарное загрязнение от грузового автомобиля с катализатором на ед. транспортного средства, г/км;  $G_{Г.б.к.}$  - суммарное загрязнение от легкового автомобиля без катализатора на ед. транспортного средства, г/км;  $G_{Г.к.}$  - суммарное загрязнение от грузового автомобиля с катализатором на ед. транспортного средства, г/км;  $L$  – количество легковых автомобилей всего, ед.,  $G$  – количество грузовых автомобилей всего, ед.

Таким образом, сводные расчеты по загрязнениям за первый год отдельно для легковых и грузовых автомобилей позволяют в дальнейшем вычислить уровень снижения выбросов от данного мероприятия по годам. Далее приведен пример логики расчета снижения выбросов по 1 и 2 годам – формулы 2 и 3:

$$(2) S_{Г,1}(\text{ед.}) = (1260881,02 \times 1,35 + 142936 \times 10,992) = 3274605 (\text{ед.}),$$

$$(3) S_{Г,2}(\text{ед.}) = (3274605) \times 95\% + 5\% \times 0,36 \times 1260881 + 5\% \times 2,58 \times 142936 = 3152082 (\text{ед.}),$$

Расчет произведен исходя из того, что грузовые автомобили составляют 5% от общего числа категорий автомобилей, на 5 год – 10%. Наибольшим эффектом будет обладать вариант при 100% оснащении через 7 лет, что обеспечит снижение выбросов вредных веществ на 1639980 г/км (50%) на магистрали и 2275141 г/км (47%) на перекрестках. Вариант с 50% оснащением показал результаты - 253536 г/км (31%) и 340739 г/км (29%) соответственно. В среднем покупка одного катализатора составит около 20 тыс. руб., из которых 2 тыс. руб. – это стоимость датчика. Стоимость установки зависит от марки автомобиля: в среднем она составляет 10 тыс. руб. Итого для установки катализатора на один автомобиль потребуется 32 тыс. руб. При реализации программы

финансирования данного проекта со стороны государства, что включает возмещение 85% затрат для автовладельцев, в общей сложности необходимо потратить на проект 38 млрд. руб. при полном оснащении всех бензиновых транспортных средств, зарегистрированных в РФ. Если доля оснащенного транспорта будет 50%, то затраты составят 19 млрд. руб.

Опыт зарубежных стран может стать ключом к решению вопроса, связанного с экологической проблемой по отходам отработанных АКБ, как например, компании Duesenfeld с инновационным и экологичным решением в 2020 году. Суть метода переработки – разбор и сортировка компонентов, измельчение с остановкой химических реакций газообразным азотом. Обработка позволяет полностью отделить твердые частицы и подготовить 90% материалов к повторному использованию [16]. Затраты на переоборудование и эксплуатацию завода по рециклингу могут составить около 10 млн. руб. Экономико-экологический ущерб от отработавших АКБ на электромобилях может составить 42 млн. руб. от действующих электрокаров в Санкт-Петербурге (стоимость самих батарей).

Следующим мероприятием является установка защитных экранов. Защитные экраны поглощают около 39 дБА при стоимости в 4,2 тыс. руб. за один квадратный м, но в городскую среду узких улиц их очень сложно установить [17]. Критически повышенный уровень шумов располагается вдоль линии КАД 60-65 дБА. Если установить часть таких экранов вдоль линии КАД на протяжении около 60 из 117 км рядом с жилыми постройками, можно получить снижение уровня шума до 20-25 дБА. По расчетам на это потребуется около 252 млн. руб. Экологическим эффектом от данных мероприятий станет заметное снижение уровня шума в окружающей среде. Социальный эффект при этом будет заключаться в сокращении уровня заболеваемости, в большинстве случаев сердечно-сосудистых, и, как следствие, прямое сокращение затрат здравоохранения в этой области. Расчет экономии в расходах здравоохранения показал, что на 2 млн. жителей домов, расположенных вблизи КАД, на 4% снизится риск сердечно-сосудистых заболеваний, что составит примерно 80 тыс. человек [18]. Получаем формулу будущей экономии затрат на здравоохранении:

$$(4) \text{EH(руб.)} = \frac{R}{HR} * Z1 * 4\% = 1479702388 \text{ руб.} = 1,5 \text{ млрд. руб.},$$

где R - расходы на лечение сердечно-сосудистых заболеваний в РФ составляет около 2,7 трлн руб., равный примерно 3,2% ВВП [19]; Z1 - 2 млн. жителей домов, расположенных вблизи КАД; HR – число жителей в России человек.

Соответственно, при снижении группы риска на 80 тыс. чел. получится экономия в 1,5 млрд руб. для здравоохранения, что покроет расходы на экраны в будущем в 6,7 раз.

На дальнейшее развитие ИТС, опираясь на опыт г. Москва, потребуются затраты на обслуживание и установку необходимого оборудования в размере около 60 млрд руб. Предполагается, что ИТС позволит прогнозировать количество выбросов вредных веществ и обеспечит их сокращение за счет перераспределения, снижения интенсивности транспортных потоков [20]. Кроме того, возможно создание системы предупреждения значительного количества выбросов с помощью анализа и мониторинга транспортных процессов, система сможет предлагать оперативные решения, чтобы не допустить возникновения загрязнений ещё до их реального появления в предполагаемой зоне.

Затраты для реализации проекта «зеленые» шины по расчетам составят около 8 млн в год. Итого суммарные расходы по проекту на январь 2027 года составят 48 млн руб. Если рассчитать средние суммарные годовые затраты на топливо при пробеге транспортного средства в 16 тыс. км, среднем расходе 5 л на 100 км и цене в 44 руб./л, то получится 35,2 тыс. руб. Экономия на топливе одного транспортного средства за год эксплуатации составит 1408 руб., следовательно, и количество выбросов сократится на 4%.

Оснащение ЖК города умными зарядками предполагает следующие статьи затрат: аренда площадки (50 тыс. руб.); оборудование (800 тыс. руб.); программное обеспечение (150 тыс. руб.); прочие издержки (1 млн руб.). Общая стоимость установки таких зарядок в расчете на 40 ЖК с установленной системой «умного» дома составит 81 млн руб. При этом ожидается рост количества электромобилей по мере роста инфраструктуры.

Стоимость дороги, заряжающая электрокары, за 1 км составляет в среднем 40 млн руб. с учетом материалов, оформления документов, совместной разработки проекта с зарубежными представителями и затрат на трудовые ресурсы. Для маршрута в 8 км затраты составят 360 млн руб. Ожидаемый эффект будет заключаться в увеличении числа пользователей электрокарами за счет создания инфраструктуры и снижения затрат на поиск зарядной станции. В силу ограниченности объема материала, составленные счетная и дорожная карты комплекса инновационных решений для повышения экологической безопасности транспорта г. Санкт-Петербург не вошли в статью, однако их итоговые результаты отражены в табл. 3.

Таблица 3

**Затраты и эффекты от предложенных решений по повышению экологической безопасности транспорта Санкт-Петербург**

Инновационное предложение и мероприятие	Суммарные затраты, млн рублей	Эффекты
Водородная энергетика	603	-экономия денежных средств населения в 40 раз; - снижение уровня выбросов на 6% конце 5 года проекта.
Катализаторы	19000	- снижение уровня выбросов на 27% в пересчете на 1 ТС; - снижение общих выбросов на 31% при 50% оснащении парка города на конец 5 года
Завод по переработке АКБ у электротранспорта	10	- экономия будущих затрат на АКБ 42 млн руб. на 8 году реализации проекта; - предотвращение выбросов в окружающую среду 30%
Шумозащитные экраны	252	- снижение уровня шума в 2 раза к 8 году реализации проекта; - экономия на сердечно-сосудистых заболеваниях 2,7 трлн руб.
Развитие компонентов интеллектуальной транспортной системы	60000	- предотвращение скопления выбросов; - экономия энергии
«Зеленые» шины	48	- экономия затрат на топливо; - снижение выброса на 4% от одного транспортного средства
Умная зарядка для электромобилей	81	- рост количества электромобилей, - снижение уровней выбросов
Дорога, заряжающая электрокары	360	

Таким образом, по результатам проведенных исследований и расчетов приоритетными мерами по повышению экологической безопасности наземного транспорта Санкт-Петербурга являются: установка катализаторов, которые позволят соответствовать ограничению на въезд в городах с учетом экологического стандарта «Евро»; установка шумозащитных экранов; развитие интеллектуальных транспортных технологий для мониторинга, предупреждения и контроля выбросов от транспортных средств; производство «зеленых» шин, позволяющих экономить на топливе и тем самым повышающих энергоемкость; внедрение системы для умной зарядки электромобилей в режиме отложенного старта или дистанционно; проектирование дороги, заряжающей электрокары на ходу; испытания и ввод в эксплуатацию водородной энергетике; строительство завода по переработке АКБ электротранспорта [15, 21].

**Вывод**

На основании полученных данных комплексного исследования эффективности мероприятий и инноваций экологического назначения с точки зрения субъектов транспортной системы города Санкт-Петербург, а также готовности и необходимых стимулов для их реализации, были выявлены наиболее целесообразные к внедрению решения. Предложенный комплекс решений требует значительных финансовых вложений, в первую очередь, со стороны государства, в связи с тем, что несмотря на заинтересованность населения в экологической безопасности, жители не готовы нести значительные расходы для реализации мер экологического назначения в добровольном порядке. Однако принудительный характер внедрения инноваций и запреты приведут к отрицательным социальным эффектам, что отразится и на экологическом эффекте. Поэтому планирование мероприятий в сфере экологической безопасности транспорта мегаполиса должно осуществляться с учетом мнения и доходов населения при информационной и финансовой поддержке государства.

### Литература

- 1 TRANSPORT AS ONE OF THE MAIN CAUSES FOR ENVIRONMENTAL POLLUTION. Company SkyWay.
- 2 *Grishin S., Schiptsov O.V.* Problems of transport ecology and analysis of ecological statistics of Latvia. 9th International Conference «Reliability and Statistics in Transportation and Communication». Riga: Transport and Telecommunication Institute. 21-24 October 2009. P. 37-44.
- 3 *Bezborodov Y. N., Kovaleva S. A., Sokolnikov A.N., Shram V.G.* Influence of transport on the ecology of big megapolis. Journal of Physics: Conference Series. 2019. 1399(5). 55008. DOI: 10.1088/1742-6596/1399/5/055008.
- 4 *Князев Д.К.* Экологические риски от автомобильного транспорта в городе-миллионнике // Вестник МГСУ. 2019. 14 (10). С. 1299-1308.
- 5 *Щукина Т.В., Тамонова О.С., Акулова И.И.* Оценка воздействия автотранспорта на экологию урбанизированных территорий и пути сокращения нагрузки транспортной системы мегаполиса // Журнал Экология и промышленность России. 2017. 21 (4). С. 36-41.
- 6 *Гармонов К.В., Полосин И.И., Плотников А.В.* Моделирование загрязнения окружающей природной среды вредными газообразными выбросами. // Журнал Экология урбанизированных территорий. 2015. № 1. С.12-14.
- 7 *Сазонов, Э. В.* Экология городской среды: учебное пособие для среднего профессионального образования. Москва. Издательство Юрайт. 2017. 308.
- 8 *Пепина Л.А., Созонтова А.Н.* Загрязнение атмосферного воздуха автомобильнодорожным комплексом // Alfabuild. 2017. № 1 (1). С. 99-100.
- 9 *Подгорнова Н. А.* Экологические проблемы автомобильного транспорта и пути решения // Молодой ученый. 2016. 22(2). С. 48-50.
- 10 Pollution Index by Country 2021. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.numbeo.com/pollution/rankings\\_by\\_country.jsp](https://www.numbeo.com/pollution/rankings_by_country.jsp). – Дата обращения: 15.01.2020.
- 11 В Европе разработали систему для «умной» зарядки электромобилей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/11378411>. – Дата обращения: 01.05.2021.
- 12 Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года. Подписано председателем Правительства Российской Федерации 22 августа 2008 года. С изменениями и дополнениями от: 11 июня 2014 г., 12 мая 2018 г.
- 13 В России открылась первая водородная автозаправочная станция. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://motor.ru/news/hydrogen-azs-russia-12-07-2020.htm> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 14 Свой бизнес: как открыть газовую заправку. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openbusiness.ru/biz/business/gazovaya-zapravka/> – Дата обращения: 01.05.2021.
- 15 Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга. Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности города Санкт-Петербург № 23-р от 17 февраля 2012 г.
- 16 Производство и утилизация аккумуляторов электромобилей: весь процесс от А до Я. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrocars.pro/proizvodstvo-i-utilizaciya-akkumulyatorov-elektromobilej-ves-process-ot-a-do-ya/>. – Дата обращения: 01.05.2021.
- 17 Шумозащитные экраны KRAFT SPAN BARRIER. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://kraftspan.com/products/noise\\_barrier/](https://kraftspan.com/products/noise_barrier/) – Дата обращения: 01.05.2021.
- 18 Burden of disease from environmental noise. World Health Organization – Denmark, 2011. – 106 с.
- 19 В Минздраве подсчитали ежегодный экономический ущерб от неинфекционных заболеваний. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/6277265>. – Дата обращения: 01.05.2021.
- 20 Интеллектуальная транспортная система обойдется Москве почти в 140 млрд рублей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrocars.pro/proizvodstvo-i-utilizaciya-akkumulyatorov-elektromobilej-ves-process-ot-a-do-ya/><https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/03/26/797406-intellektualnaya-transportnaya-sistema>. – Дата обращения: 01.05.2021.
- 21 Методика расчета годовых выбросов передвижных источников на автомагистралях Санкт-Петербурга на основе обследования структуры автотранспортных потоков. Разработана ООО «Фирма Интеграл-Софт» по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности города Санкт-Петербург на основании государственного контракта № 231 от 15.06.2011.



### References

- 1 TRANSPORT AS ONE OF THE MAIN CAUSES FOR ENVIRONMENTAL POLLUTION. Company Sky-Way.
- 2 Grishin S., Schiptsov O.V. Problems of transport ecology and analysis of ecological statistics of Latvia. 9th International Conference «Reliability and Statistics in Transportation and Communication». Riga: Transport and Telecommunication Institute. 21-24 October 2009. P. 37-44.
- 3 Bezborodov Y. N., Kovaleva S. A., Sokolnikov A.N., Shram V.G. Influence of transport on the ecology of big megapolis. Journal of Physics: Conference Series. 2019. 1399(5). 55008. DOI: 10.1088/1742-6596/1399/5/055008.
- 4 Knyazev D.K. Ekologicheskie riski ot avtomobil'nogo transporta v gorode-millionnike // *Vestnik MGSU*. 2019. 14 (10). S. 1299-1308.
- 5 Shchukina T.V., Tamonova O.S., Akulova I.I. Otsenka vozdeistviya avtotransporta na ekologiyu urbanizirovannykh territorii i potu sokrashcheniya nagruzki transportnoi sistemy megapolisa // *Zhurnal Eko-logiya i promyshlennost' Rossii*. 2017. 21 (4). S. 36-41.
- 6 Garmonov K.V., Polosin I.I., Plotnikov A.V. Modelirovanie zagryazneniya okruzhayushchei prirodnoi sredy vrednymi gazoobraznymi vybrosami. // *Zhurnal Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2015. № 1. S.12-14.
- 7 Sazonov, E. V. Ekologiya gorodskoi sredy: uchebnoe posobie dlya srednego professional'nogo obrazovaniya. Moskva. Izdatel'stvo Yurait. 2017. 308.
- 8 Pepina L.A., Sozontova A.N. Zagryaznenie atmosfernogo vozdukh avtomobil'nodorozhnym kompleksom // *Alfabuild*. 2017. № 1 (1). S. 99-100.
- 9 Podgornova N. A. Ekologicheskie problemy avtomobil'nogo transporta i puti resheniya // *Molodoi uchenyi*. 2016. 22(2). S. 48-50.
- 10 Pollution Index by Country 2021. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.numbeo.com/pollution/rankings\\_by\\_country.jsp](https://www.numbeo.com/pollution/rankings_by_country.jsp). – Data obrashcheniya: 15.01.2020.
- 11 V Evrope razrabotali sistemu dlya «umnoi» zaryadki elektromobilei. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://tass.ru/ekonomika/11378411>. – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 12 Ob utverzhdenii Transportnoi strategii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Podpisano predsedatelem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii 22 avgusta 2008 goda. S izmeneniyami i dopolneniyami ot: 11 iyunya 2014 g., 12 maya 2018 g.
- 13 V Rossii otkrylas' pervaya vodorodnaya avtozapravochnaya stantsiya. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://motor.ru/news/hydrogen-azs-russia-12-07-2020.htm> – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 14 Svoi biznes: kak otkryt' gazovuyu zapravku. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.openbusiness.ru/biz/business/gazovaya-zapravka/> – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 15 Metodika opredeleniya vybrosov vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v atmosferyni vozdukh ot avtotransportnykh potokov, dvizhushchikhsya po avtomagistralyakh Sankt-Peterburga. Rasporyazhenie Komiteta po prirodopol'zovaniyu, okhrane okruzhayushchei sredy i obespecheniyu ekologicheskoi bezopasnosti goroda Sankt-Peterburg № 23-r ot 17 fevralya 2012 g.
- 16 Proizvodstvo i utilizatsiya akkumulyatorov elektromobilei: ves' protsess ot A do Ya. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://electrocars.pro/proizvodstvo-i-utilizatsiya-akkumulyatorov-elektromobilej-ves-process-ot-a-do-ya/>. – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 17 Shumozashchitnye ekrany KRAFT SPAN BARRIER. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: [https://kraftspan.com/products/noise\\_barrier/](https://kraftspan.com/products/noise_barrier/) – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 18 Burden of disease from environmental noise. World Health Organization – Denmark, 2011. – 106 s.
- 19 V Minzdrave podschitali ezhegodnyi ekonomicheskii usherb ot neinfektsionnykh zabolevaniy. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://tass.ru/ekonomika/6277265>. – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 20 Intellektual'naya transportnaya sistema oboidetsya Moskve pochti v 140 mlrd rublei. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://electrocars.pro/proizvodstvo-i-utilizatsiya-akkumulyatorov-elektromobilej-ves-process-ot-a-do-ya/>  
<https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/03/26/797406-intellektualnaya-transportnaya-sistema>. – Data obrashcheniya: 01.05.2021.
- 21 Metodika rascheta godovykh vybrosov peredvizhnykh istochnikov na avtomagistralyakh Sankt-Peterburga na osnove obsledovaniya struktury avtotransportnykh potokov. Razrabotana OOO «Firma Integral-Soft» po zakazu Komiteta po prirodopol'zovaniyu, okhrane okruzhayushchei sredy i obespecheniyu ekologicheskoi bezopasnosti goroda Sankt-Peterburg na osnovanii gosudarstvennogo kontrakta № 231 ot 15.06.2011.