



Надежда Филиппова,  
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО  
Московский автомобильно-  
дорожный государственный  
технический университет



Кирилл Крюков,  
магистрант, ФГБОУ ВО  
Московский автомобильно-  
дорожный государственный  
технический университет

## АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ВИДА ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ НГПТ

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные причины необходимости выработки энергии без использования ископаемого топлива, а также замены парка подвижного состава, работающего в городских условиях, на экологически чистый вид транспорта, получающего энергию посредством использования альтернативного вида топлива.

**Ключевые слова.** Автобус, трамвай, транспорт, троллейбус, рекуперативное торможение, экология, электробус, электромобиль, энергетические ресурсы.

**Annotation.** The article discusses the main reasons for the need to generate energy without the use of fossil fuels, as well as the replacement of the fleet of rolling stock operating in urban conditions, an environmentally friendly mode of transport, receiving energy through the use of alternative fuels.

**Key words.** Bus, tram, transportation, trolley, regenerative braking, ecology, electric bus, electric car, energy resources.

### Введение

Сегодня перед населением планеты стоит проблема нехватки энергии. Для ее выработки в нужном количестве электростанции различных типов потребляют миллионы тонн полезных ископаемых, ежедневно выбрасывая углекислый газ, токсичные отходы, пары и другие вредные вещества, разрушающие атмосферу планеты Земля.

Как и другие сферы жизнедеятельности человека, транспорт полностью зависит от энергии, получаемой в процессе сжигания ископаемого топлива. По нашему мнению, если в ближайшее время не будет найден альтернативный способ получения энергии, то экологическая обстановка в городах и мегаполисах станет критической.

Выход нам видится в снижении зависимости людей от энергии, получаемой посредством сжигания полезных ископаемых.

Во-первых, нужно создать станции, вырабатывающие электричество без использования природных ископаемых. Во-вторых, необходимо организовать сеть зарядных станций для общественного и личного транспорта. В-третьих, необходимо перевести систему наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ) на экологически чистый транспорт, использующий в качестве энергии электрический заряд.

### Анализ мероприятий, направленных на снижение количества вредных выбросов в атмосферу

*Создание сети зарядных станций для электромобилей.* Одной из первых стран, которая задумалась о проблеме вредных выбросов в атмосферу от работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), стала КНР. Правительство Китая озвучило намерение выделить 300 млрд долл. на развитие

экологичного транспорта и его инфраструктуры. На такие масштабные расходы Поднебесная решилась из-за катастрофической экологической обстановки.

Если проанализировать количество выбросов CO<sub>2</sub> в мире и Китае (рис. 1), то мы видим, что Поднебесная на сегодняшний день занимает долю, равную около 50% от всех суммарных выбросов CO<sub>2</sub> на планете Земля.

Первым шагом станет создание национальной сети зарядных станций для электромобилей, которая будет самым крупным проектом на планете. В результате его 6-летней реализации планируют получить сеть станций, которые позволят свободно перемещаться на электромобилях на любые расстояния по всему Китаю.

Расстояния между станциями будут чуть меньше, чем максимальный пробег на одном заряде аккумуляторов электромобиля.

*Переработку твердых бытовых отходов (ТБО) для получения*



# Управление корпоративным автопарком

Уважаемые коллеги!  
Мы рады пригласить вас на ежегодную конференцию газеты «Ведомости».

## Ключевые темы

- Планы регуляторов по изменению транспортного законодательства.
- Какие новые задачи ставятся перед управляющими корпоративными автопарками с учетом последних законодательных нововведений? Как эффективно работать в текущей ситуации и к чему готовиться в будущем?
- Внесение изменений в транспортную политику компании с учетом последних тенденций.
- Организация системы закупок/продаж/обмена в корпоративном автопарке. Как эффективно провести тендер, выбрать лучших поставщиков? Как заработать и на чем сэкономить?

Все профессионалы в области управления корпоративным автопарком соберутся  
4 июля на одной площадке! Внесите в расписание!

**Анастасия Эллер**  
Руководитель проекта  
(a.eller@vedomosti.ru)

**Марина Исаева**  
Менеджер по продажам спонсорства  
(m.isaeva@vedomosti.ru)

**Сергей Кузнецов**  
Менеджер по продажам участия  
(s.kuznetsov@vedomosti.ru)

Официальная страница проекта:  
<https://praktika.vedomosti.ru/events/AvtoParki18>  
Реклама | 16+

электроэнергии широко используют в Швеции, где на эти цели уходят все ТБО государства. Стране уже недостаточно своего мусора, и ей приходится импортировать отходы из Великобритании, Италии, Норвегии и Ирландии, чтобы обеспечить 32 электростанции, работающие на основе сжигания отходов.

*Использование водных ресурсов для выработки энергии.* Норвегия занимает первое место в мире по производству электроэнергии на душу населения. Несмотря на собственные большие запасы углеводородов, 99% электроэнергии в стране производится на гидроэлектростанциях. Правительство страны всячески поощряет владельцев электрокаров – они не только получают значительные льготы, но и легально передвигаются по выделенным полосам для общественного транспорта, получают право пользоваться бесплатной транспортировкой на пароме и скидками на ежегодный транспортный налог.

*Использование водных и ветряных ресурсов для выработки электроэнергии.* Возможности использования возобновляемых источников энергии демонстрирует испанский остров Эль Йерро (El Hierro), самый малень-

“ **Переработку твердых бытовых отходов для получения электроэнергии широко используют в Швеции, где на эти цели уходят все ТБО государства.**

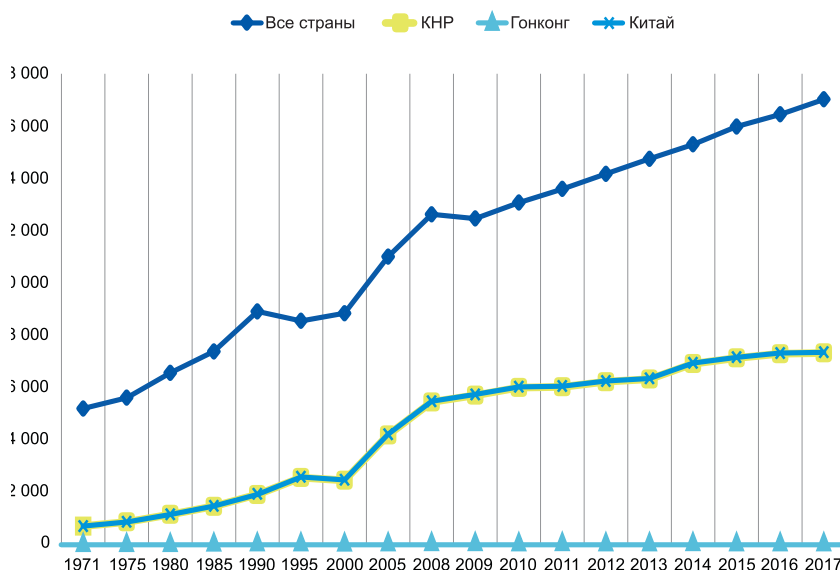


Рисунок 1. Анализ количества выбросов CO<sub>2</sub> в мире и Китае

“ **Электробусы не загрязняют воздух в городе выхлопными газами, это положительно сказывается на здоровье людей и экологической обстановке в городах, что, в свою очередь, оказывает влияние на рост экономики.**



Электробус ЛиАЗ-6274 в центре Москвы  
Источник: [www.mos.ru](http://www.mos.ru)

кий из Канарских островов Испании. Это первый в мире островок суши, полностью независимый от внешнего энергопитания, что стало возможно благодаря ветряной электростанции в 11,5 МВт и водяной турбине. Ветряные турбины генерируют энергию для покрытия потребностей жилого сектора, а также электроэнергию для завода по опреснению воды. Излишки энергии от ветряных турбин идут на перекачку пресной воды из меньшего резервуара, находящегося рядом с гаванью, в больший, который расположен в вулканическом кратере примерно в 2 300 футах (701,04 м) над уровнем моря. Когда силы ветра недостаточно или наблюдается полный штиль, вода направляется через турбины в нижний резервуар, при этом производя электричество.

Энергетический проект Эль Йерро сократил годовые выбросы углекислого газа на 18 700 т и полностью отменил годовое потребление 40 000 баррелей нефти. К 2020 году Эль Йерро планирует перевести все свои 6 000 автомобилей и автобусов на электротягу.

В июне 2015 года на саммите «Большой семерки» был осуществлен масштабный прорыв в политике по изменению климата. Семь крупнейших стран (США, Япония, Германия, Великобритания, Франция, Италия и

Канада) приняли революционное решение – перестать использовать ископаемое топливо до конца XXI века. Самые богатые страны впервые в истории договорились о необходимости покончить с зависимостью от угля, нефти и природного газа.

Сейчас порядка 80% первичной энергии в мире производится путем сжигания ископаемого топлива, это приводит к выбросу в атмосферу около 34 млрд т диоксида углерода. Чтобы прекратился дальнейший рост концентрации атмосферного CO<sub>2</sub>, необходимо, чтобы его выбросы уже в этом столетии упали до нуля.

Мы должны производить электричество с помощью ветра, солнца, гидроэнергии, геотермальной энергии и других источников, не основанных на углеродном топливе. Трудность заключается в том, как массово воплотить эти замыслы, не разрушив при этом нашу энергезависимую экономику. Подсчитывая затраты, нужно помнить, что неконтролируемое изменение климата в случае продолжения сжигания ископаемого топлива обойдется намного дороже.

Рассматривая возможность снижения выбросов в атмосферу вредных канцерогенов, в том числе CO<sub>2</sub>, необходимо начать с постепенного отказа от транспорта, получающего энергию

посредством сжигания ископаемого топлива, в пользу экологически чистого транспорта, работающего на электрической энергии.

На сегодняшний день в России производится 60 млн т бензина и дизтоплива в год, для электромобилей и электробусов было бы достаточно 120 млрд кВт. Примерно такое же количество энергии сгорает в попутных газах России (10 млрд м<sup>3</sup> в год).

### Современный способ перевозки пассажиров

Электробус – вид транспорта, использующий в качестве источника энергии электричество, а в качестве привода – тяговый электродвигатель. Основными его преимуществами перед автобусом с ДВС являются более высокая производительность и экологичность. Практически любой двигатель можно заменить электрическим. Соответственно любое транспортное средство, работающее на ДВС, дизельном двигателе и др., может использовать в качестве тяги и электрический двигатель.

Электробус – наиболее безопасный и экологичный вид транспорта. По сравнению с автобусом, оборудованным двигателем внутреннего сгорания, работающем на бензине, дизельном топливе или газе, электробус обладает рядом несомненных преимуществ. Он практически бесшумен, прост в управлении, надежен и долговечен. Эксплуатация электробуса обходится гораздо дешевле, чем эксплуатация обычного автобуса с ДВС. Главное же достоинство электробуса – экологическая безопасность без привязки к проводам. Это особенно важно в городских условиях, где из-за выхлопных газов многочисленных автобусов, особенно в час пик горожанам буквально нечем дышать, ведь по количеству выбросов отравляющих веществ в окружающую среду один пассажирский автобус приравнивается к 343 легковым автомобилям. Электробусы эксплуатировать выгоднее, чем строить сеть для троллейбусов или прокладывать трамвайные пути. Трамвай изживает себя, потому что имеет большую стоимость прокладки рельсов. Трамвайные рельсы занимают полезную площадь дорог, доставляют немало неудобств автомобилистам при переезде трамвайных путей. Освободившуюся от рельсов площадь можно использовать для расширения проезжей части, а крайние полосы – как выделенные полосы

для курсирования электробусов, что увеличит скорость их трафика.

Эксплуатация троллейбусов проигрывает электробусам: большие потери на тепло в проводах, загромождение городов проводами, малая маневренность, низкая скорость, не отвечающая современному ритму городов. Обрыв в сети проводов приводит к остановке всех троллейбусов, находящихся на линии.

#### *Сравнение электробусов и автобусов*

Электродвигатели электробусов имеют гораздо больший КПД – до 90–95%, по сравнению с ДВС автобусов – 22–42%. Помимо маленького КПД, в традиционных автобусах с ДВС есть потери КПД в трансмиссии, карданных валах и мостах.

ДВС автобусов, особенно работающие на дизельном топливе, являются источником возникновения вибраций, передающихся кузову автобуса и пассажирам. Электродвигатели электробусов динамически уравновешены.

Благодаря отсутствию ДВС, трансмиссии, карданных валов, мостов и выхлопной системы, компоновка электробусов может быть намного разнообразнее и позволяет установить абсолютно плоский пол.

Снаряженная масса электробуса остается одинаковой и не зависит от заряда аккумуляторных батарей. У автобусов с ДВС снаряженная масса меняется в зависимости от наполненности топливного бака.

Электрический ток для зарядки электробуса во всем мире одинаковый, а градации до требуемых значений выравниваются на зарядной станции. Качество углеводородного топлива во всем мире разное, например, в российской нефти содержится большое количество серы, и перерабатывать ее намного сложнее, чем нефть из стран Персидского залива.

Среди преимуществ электробусов – низкая пожароопасность и взрывоопасность при возникновении аварийных ситуаций. Современные аккумуляторные батареи безопасны, они не горят и не выбрасывают токсичные вещества, даже если проделать в них сквозные отверстия. Последствия пожара в случае с автобусом, оборудованным ДВС, более страшные, поскольку в них есть большие баки с дизельным топливом – легко воспламеняющейся жидкостью.

Электробусы не загрязняют воздух в городе выхлопными газами, это положительно сказывается на здоровье



Китайский электробус Foton в Пекине  
Источник: <https://commons.wikimedia.org>

людей и экологической обстановке в городах, что, в свою очередь, оказывает влияние на рост экономики.

При эксплуатации автобусов с ДВС, помимо выхлопных газов, выбрасывается минеральная пыль – асбесто-содержащие частицы фрикционных материалов, применяемых в автобусах для дисков сцепления и тормозных колодок. У современных электробусов торможение осуществляется рекуперацией (электродвигатели в режиме генератора), при котором отсутствует трение, нет износа тормозных накладок, тормозные механизмы используются лишь для фиксации электробуса на скоростях не более 5 км/ч. При рекуперативном торможении часть кинетической энергии преобразуется в электрическую, тем самым подзаряжая аккумуляторы или суперконденсаторы. У автобусов с ДВС кинетическая энергия при торможении превращается в тепло, стирая при этом тормозные колодки и загрязняя улицы минеральной пылью.

#### *Сравнение электробусов с троллейбусами*

Первоначальные затраты на развертывание троллейбусной системы выше, чем для электробусной, так как первая требует строительства тяговых подстанций и контактной сети. Конструкция спецчастей контактной сети (пересечений, стрелок, разделяемых соединений на разводных мостах) требует снижения скорости при

их прохождении (иногда до 5 км/ч), что значительно снижает трафик.

Троллейбус чувствителен к обледенению контактных проводов. Контактная сеть троллейбусов загромождает улицы и площади, путаница проводов и подвесных тросов портит облик городов.

#### *Сравнение электробусов с трамваями*

Стоимость реконструкции 1 км трамвайного полотна варьируется от 15 до 50 млн руб. При ненадлежащем содержании путей возникает вероятность схода трамвая с рельсов, что делает трамвай потенциально более опасным участником дорожного движения, чем электробус. Вызываемые трамваями вибрации почвы могут создавать акустический дискомфорт для жителей ближайших зданий и приводить к повреждению их фундаментов.

При плохом содержании путей обратный тяговый ток может уходить в землю, возникающие при этом блуждающие токи усиливают коррозию близлежащих подземных металлических сооружений, оболочек кабелей, труб канализации и водопровода, арматуры фундаментов зданий. Негативные факторы экологии, связанные с трамваями: только при сварочных работах в процессе ремонта трамвайных путей с одного килограмма сварочной проволоки выделяется более 50 г оксида кремния, алюминия, маг-

ния, а при послесварочной обработке и шлифовке одного рельсового стыка – еще около 600 г.

### Утилизация аккумуляторных батарей для электробусов и электромобилей

Говоря о введении в эксплуатацию двигателей, работающих на электричестве, а не на природном ископаемом топливе, мы говорим об отсутствии вредных выбросов в атмосферу. Однако выбросы существуют, просто они отнесены в другие фазы жизненного цикла, и мы должны их оценить, чтобы стало предельно ясно, какие вредные воздействия Земля и человечество получают при массовом производстве элементов питания и переводе энергии в электрическую форму.

Абсолютно все элементы питания содержат тяжелые металлы. Производства – вредные, отходы – токсичные. Применение аккумуляторных батарей подобного плана в массовом порядке повлечет за собой проблему утилизации элементов питания. На сегодняшний день культуры безопасной утилизации батарей подобного типа не имеет ни одна из стран мира.

Вместе с этим работы в этом направлении ведутся. Группа ученых из университета Южной Флориды предложила оригинальную технологию переработки аккумуляторных батарей. Ученые предлагают не выбрасывать и не захоронять использованные батареи, а перерабатывать их для повторного использования. Однако сделать это непросто. Основная проблема переработки состоит в сложностях с извлечением лития и кадмия, которые в аккумуляторе присутствуют в виде оксида лития-кобальта (LiCoO<sub>2</sub>). Разработчики из Южной Флориды под руководством Джеффри Каннингема предлагают использовать для этой цели плесневые грибы.

Для предварительных испытаний было выбрано три вида грибов: аспергилл черный, пеницилл простой и пеницилл золотистый. Их способность вырабатывать кислоту, которая вымывает металлы из сложных соединений, уже доказана. Если покрыть катоды, содержащие оксид лития-кобальта, питательной средой для спор этих грибов, то удастся извлечь 85% лития и 48% кобальта. Сейчас исследователи ищут другие штаммы и виды грибов, которые могли бы изв-

лекать ценные и токсичные вещества из аккумуляторов с большим коэффициентом полезного действия.

Основываясь на данных по эксплуатации и утилизации батарей, необходимых для работы транспорта на электрической тяге, мы должны взвесить все за и против и принять профессиональное решение по массовому вводу в эксплуатацию электробусов и электромобилей.

### Заключение

Анализ технических особенностей электробуса показал, что при планировании транспортной системы пассажирских перевозок крупных городов и мегаполисов необходимо опираться не только на устоявшиеся годами требования и правила прокладки НГПТ, но также изучать возможности использования новейших видов транспорта, которые могут позволить уменьшить экономические издержки предприятий, улучшить экологическую обстановку в регионе использования данного вида транспорта.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технические особенности электробуса. Электронный ресурс: URL: [http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/projects/electrobus/HTC\\_08.09.2017/Electrotransservice.pdf](http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/projects/electrobus/HTC_08.09.2017/Electrotransservice.pdf)
2. Экологические проблемы современного городского транспорта. Электронный ресурс: URL: <http://euroinfo.tv/?p=7316>
3. Преимущества электробусов перед другими видами транспорта. Электронный ресурс: URL: [http://www.liotech.ru/UserFiles/presentations/Leaflets/Liotech\\_Listovka\\_NEFAZ\\_A4.pdf](http://www.liotech.ru/UserFiles/presentations/Leaflets/Liotech_Listovka_NEFAZ_A4.pdf)
4. Экологические проблемы энергетического обеспечения человечества. Электронный ресурс: URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ecology/ecol/ecol05.htm>
5. Транспорт и экология. Электронный ресурс: URL: <https://mirznaniy.com/a/328645/transport-i-ekologiya>
6. Транспорт и экология. Электронный ресурс: URL: <http://auts.esrae.ru/pdf/2015/4.1/302.pdf>
7. Тулайкова Т.В., Амирова С.Р. Возможность эффективной очистки свободной атмосферы от CO<sub>2</sub>. – М.: Физматкнига, 2012. – 100 с.
8. Денисов В.Н.; Роголев В.А. Проблемы эколизации автомобиль-

ного транспорта. – СПб.: ЭКО, 2004. – 194 с.

9. Кириллов Н.Г. Проблемы экологии автомобильного транспорта России. – М., 2007.
10. Грушников В.А. Экологические аспекты развития и инициативы автомобилестроения // Автотранспортное предприятие. – 2011. – № 12. – С. 27–30.
11. Грушников В.А. Экологические и экономические проблемы автотранспорта // Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт. – 2010. – № 9. – С. 33–37.
12. Долголаптев А.В. Экологически чистый транспорт – реальность завтрашнего дня // Экологический вестник России. – 2008. – № 3. – С. 15–18.
13. Гаевский В.В., Одиноква И.В. Электромобиль против гибридного автомобиля // Автомобильная промышленность. – 2017. – № 9. – С. 10–17.
14. Филиппова Н.А., Шутовская Г.А. Анализ мероприятий по снижению воздействия автотранспорта на окружающую среду // Молодежь в науке: новые аргументы: сб. научных работ. – Липецк: Аргумент, 2017. – С. 172–175.
15. Филиппова Н.А., Логачева А.Г., Шилимов М.В. Анализ основных требований к производственной и экологической безопасности на предприятиях транспортного комплекса // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: сб. материалов.–Липецк:Аргумент,2017.– С. 196–199.
16. Донченко В.В., Кунин Ю.И. Нормативное обеспечение оценки технического состояния эксплуатируемых автотранспортных средств по параметрам экологической безопасности // Автотранспортное предприятие. – 2008. – № 1. – С.15–20.
17. Транспорт и экология. Электронный ресурс: URL: [https://www.forus.ru/about/news/?NEWS\\_ID=28206](https://www.forus.ru/about/news/?NEWS_ID=28206)
18. Транспорт и экология. Электронный ресурс: URL: <https://http://www.promeco.h1.ru/>
19. Проблема утилизации батарей для электробусов и электромобилей. Электронный ресурс: URL: [http://www.motorpage.ru/magazine/news/problema\\_utilizacii\\_akkumuljatorov\\_jelektromobilej\\_mozhet\\_bit\\_reshena.html](http://www.motorpage.ru/magazine/news/problema_utilizacii_akkumuljatorov_jelektromobilej_mozhet_bit_reshena.html)