

# ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИИ НА РАЗВИТИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

**Беляев Сергей Васильевич**

Доцент, Петрозаводский государственный университет  
sergbel2014@mail.ru

**Давыдков Геннадий Анатольевич**

Доцент, Петрозаводский государственный университет

**Пронина Ольга Ивановна**

Доцент, Петрозаводский государственный университет

## ENVIRONMENTAL IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT

**S. Belyaev  
G. Davydkov  
O. Pronina**

*Summary.* The Article is devoted to the problems of improving fuel efficiency and environmental characteristics of cars. It is noted that automobile transport plays an important role in the socio-economic provision and development of society the purpose of the study is to conduct a comprehensive analysis of the current state of transport technologies based on the accumulated experience in different countries. The author evaluates and justifies the expediency of selecting vehicles for wider use, taking into account the consumer's opinion. A comprehensive analysis of modern and promising transport technologies that have the potential to find a niche in the competition for consumers. It is noted that competition among vehicle manufacturers is increasing. The article also notes that one of the current trends is the transition to the so-called "green", low-carbon transport technology, which can be achieved by significant modernization of road transport, as well as ways to produce new types of fuels and improve energy efficiency. This requires both a systematic approach and specific technological solutions, for example, increasing the share of vehicles without the use of internal combustion engines, stimulating the development of efficient fuel and energy technologies. the article uses research methods: analysis and a systematic approach. In accordance with this, it is proposed to consider transport technologies as a system that is dynamically developing with some contradictions and risks. It is concluded that cars with heat engines with the transition to traditional environmentally friendly oil and alternative fuels retain their positions and have the potential for improvement.

*Keywords:* transport technologies, ecology, car, heat engine, hybrid car, electric car.

*Аннотация.* Статья посвящена проблемам повышения топливной эффективности и экологических характеристик автомобилей. Отмечается, что автомобильный транспорт играет важную роль в социально-экономическом обеспечении и развитии общества. Целью исследования является проведение комплексного анализа современного состояния транспортных технологий на основе накопленного опыта в разных странах. Дается оценка и обосновывается целесообразность выбора транспортных средств для более широкого применения с учетом мнения потребителя. Проведен комплексный анализ современных и перспективных транспортных технологий, имеющих потенциал найти свою нишу в конкурентной борьбе за потребителя. Отмечается, что возрастает конкуренция среди производителей транспортных средств. В статье также отмечается, что одной из актуальных тенденций в настоящее время является переход к так называемой «зеленой», низкоуглеродной транспортной технологии, что может быть достигнуто значительной модернизацией автомобильного транспорта, а также способов производства новых видов топлив и повышения эффективности использования энергии. Это требует как системного подхода, так и специфических технологических решений, например, увеличения доли транспортных средств без использования ДВС, стимулирования разработок эффективных топливно-энергетических технологий. В статье использованы методы исследования: анализ и системный подход. В соответствии с этим предлагается рассматривать транспортные технологии как систему, которая динамично развивается с некоторыми противоречиями и рисками. Делается вывод, что автомобили с тепловыми двигателями с переходом на традиционные экологически чистые нефтяные и альтернативные топлива сохраняют свои позиции и имеют потенциал для совершенствования.

*Ключевые слова:* транспортные технологии, экология, автомобиль, тепловой двигатель, гибридный автомобиль, электромобиль.

**А**втомобильный транспорт играет важную роль в социально-экономическом обеспечении и развитии общества. Наряду с этим мобильные машины, использующие ископаемое топливо неизбежно вызывают негативные последствия для окружающей среды. Мобильный наземный транспорт использует более четверти мировой энергии и отвечает за сопоставимую долю глобальных выбросов CO<sub>2</sub> в результате сжигания ископаемого топлива.

Одной из актуальных тенденций современного времени является переход к так называемой «зеленой», низкоуглеродной экономике, что может быть достигнуто значительной модернизацией способов производства и использования энергии. Это требует как системного подхода, так и специфических технологических решений, например, увеличения доли немоторных средств (без использования ДВС), стимулирования разработок эффективных топливно-энергетических технологий [1, 2].

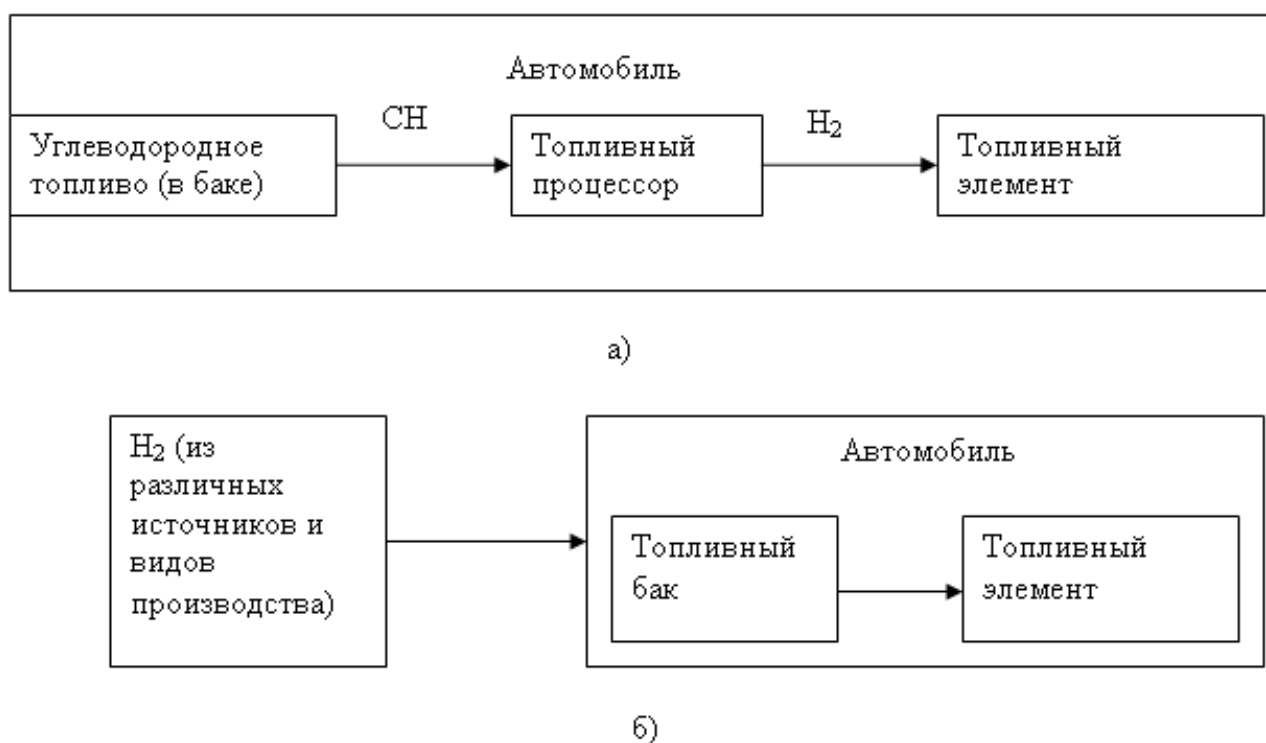


Рис. 1. Варианты питания топливных элементов: а — получение водорода на борту через топливный процессор; б — заправка топливного бака водородом на станции

Внедрение «зеленых» транспортных технологий неизбежно и сегодня, и в перспективе. Например, использование ненефтяных топлив, к которым относятся топливный этанол и биодизель. Автомобили, способные работать на спирто-бензиновых смесях называют «Flex-Fuel Vehicle» или FFV. Данные технологии уже апробированы во многих регионах (Бразилия, США, Европа и т.д.) [3, 4].

Интерес к применению растительных масел в дизельных двигателях проявился почти сто лет назад самим Рудольфом Дизелем.

Известно, что чистые растительные масла могут применяться в дизелях, но при этом их эксплуатационные свойства уступают минеральному дизельному топливу (повышение нагароотложений, проблемы при низких температурах и т.д.).

Применение растительных эфиров жирных кислот (FAME — биодизель B100–100% биодизель) снимает ряд проблем при эксплуатации дизельных двигателей. При этом отмечена эффективность использования и смесевых топлив B2 B5 B20 — соответственно 2, 5, 20% содержания биотоплива в дизельном топливе. В этих соотношениях био- и минерального топлива не требуются конструктивные изменения в топливной системе двигателя.

Большие надежды на создание почти идеального экологически чистого автомобиля были связаны с применением водородных топливных элементов. Однако ряд нерешенных технических задач (стоимость получения водорода и т.д.) не позволяют рассматривать водородные технологии готовыми для их широкой коммерциализации [5, 6].

На рисунке 1 представлены возможные варианты питания топливных элементов транспортных средств водородом.

Ожидается, что к 2050 году глобальный парк легковых транспортных средств утроится, причем большинство из них (около 90%) придется на долю развивающихся стран и стран с переходной экономикой. Поэтому прогнозирование структуры автопарка и состава транспортных средств становится одной из важных задач в среднесрочной и долгосрочной перспективе [7]. При изучении решений по снижению выбросов на автомобильном транспорте и повышению топливной экономичности, в основном внимание сосредоточено на экономически эффективных технологиях [4]. Гибридные электромобили, вместе с другими, более чистыми транспортными технологиями занимают приоритетные позиции в списке современных перспективных вариантов [8, 9].

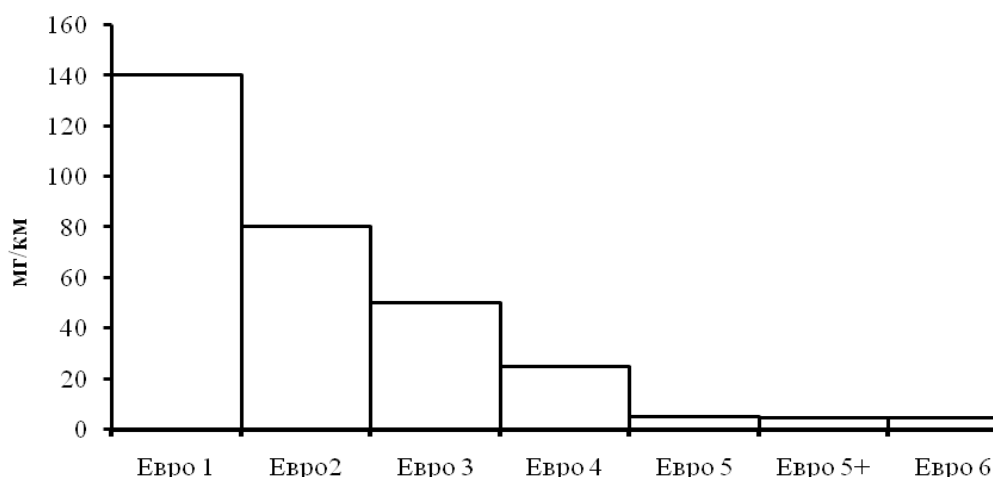


Рис. 2. Динамика уменьшения выбросов сажистых частиц для дизельных двигателей (мг /км)

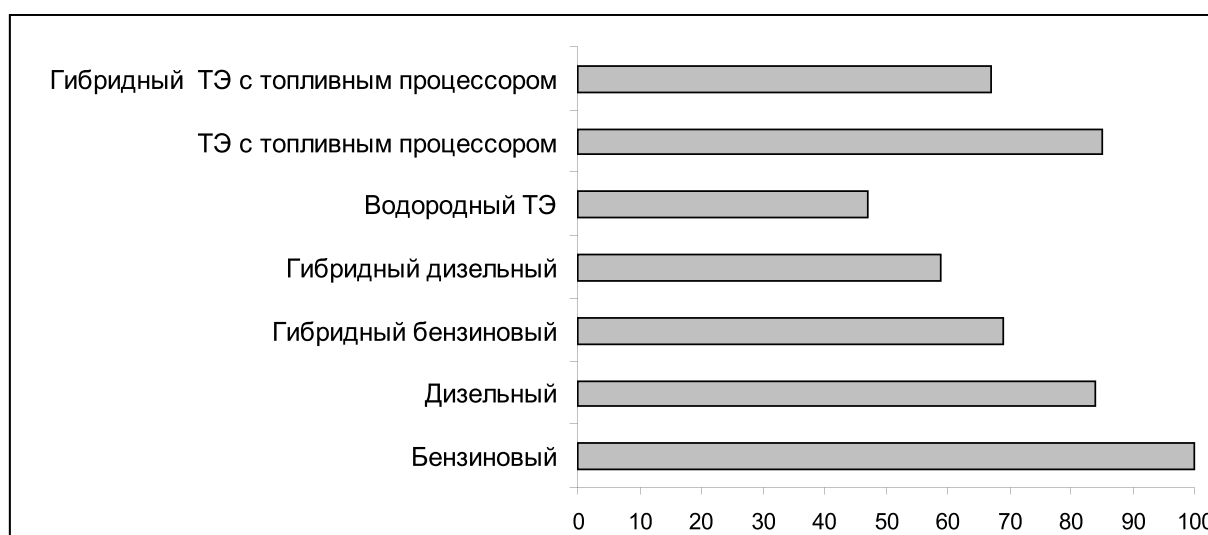


Рис. 3. Топливная экономичность при смешанном ездовом цикле

Принятые Европейским Союзом (ЕС) решения по улучшению качества воздуха с целью оздоровления окружающей среды настойчиво реализуются через нормы, регулирующие выбросы токсичных веществ двигателей автомобилей [10]. По мере реализации серии стандартов ЕС и других стран токсичность новых дизельных и бензиновых двигателей существенно снижается. Производители автомобилей были вынуждены внедрять новые технологии и развивать системы очистки вредных выбросов. Например, выбросы крайне токсичных твердых сажистых частиц уменьшились почти на 97% (рис 2).

Есть все основания полагать, что транспорт на бензиновых и дизельных двигателях имеет высокий потенциал для дальнейшего повышения экономичности и снижения токсичных выбросов [4, 11].

В последние годы во многих регионах мира, в том числе и в России в центре внимания находятся электромобили и так называемые «гибриды». И, действительно, семейство «электрифицированных мобильных транспортных средств», к которому и относятся гибриды, подключаемые гибриды и электромобили, является привлекательной альтернативой существующим на рынке автомобилям. Интересно, что одной из причин появления гибридных электрических автомобилей было вызвано неудовлетворительным спросом на электромобили, первоначально выпускаемых с пробегом до зарядки менее 100 км, что не удовлетворяло потенциальных покупателей [3, 4].

Сейчас гибридные автомобили развиваются быстро, и именно они открыли рынок электрифицированных ав-

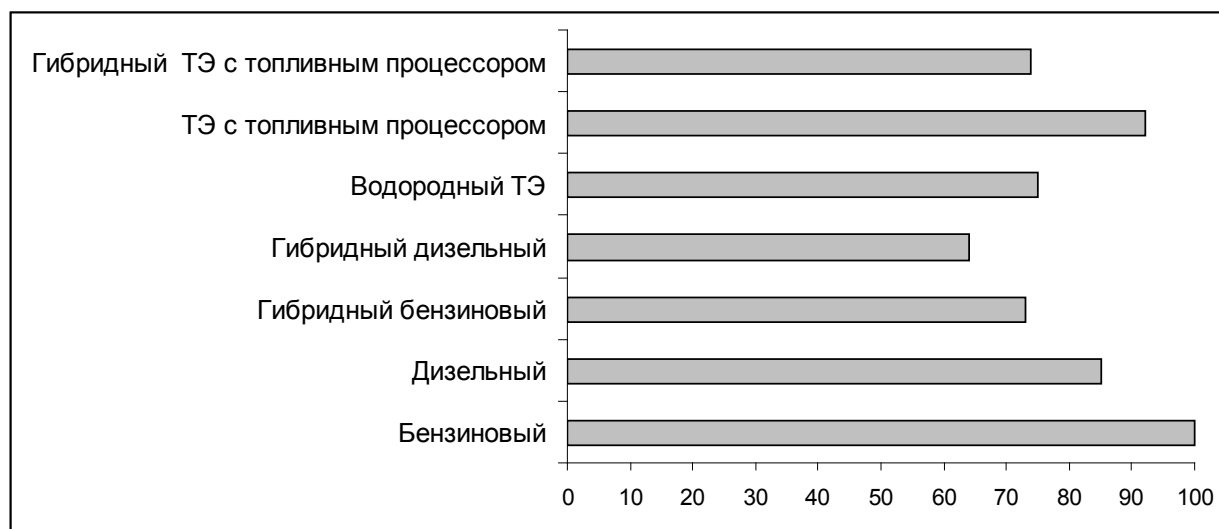


Рис. 4. Энергопотребление по жизненному циклу

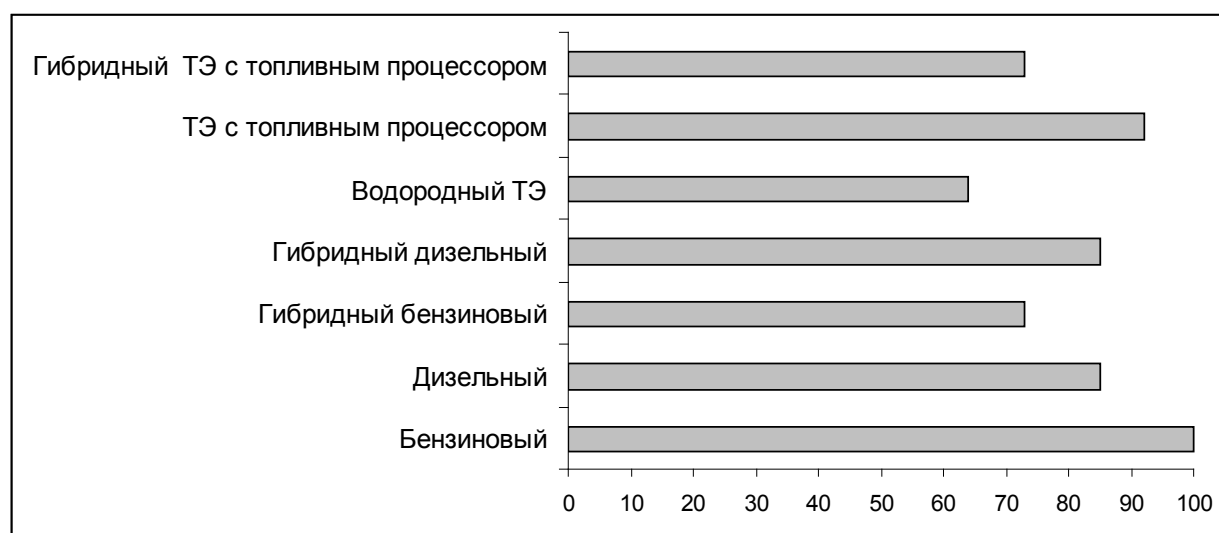


Рис. 5. Выбросы парниковых газов за жизненный цикл

томобилей, что по большей части обусловлено их гибкостью. Так, например, проведенные ранее исследования MIT(США) по данной проблеме можно считать актуальными и для современных условий с небольшими отклонениями [12].

На рисунках 3–5 представлены общие данные по энергопотреблению и выбросам парниковых газов, отнесенные к трем фазам жизненного цикла: эксплуатация автомобиля: на дороге, в производстве и доставке топлива и производство автомобиля, включая все материалы в сравнении с автомобилем с бензиновым автомобилем [12].

Как видно из приведенных данных для гибридных автомобилей с дизелем и водородным топливным элементом, результаты по жизненному циклу получаются подобными. Бензиновый гибрид и гибрид с ТЭ по эффективности уступают выше рассмотренным автомобилям, но учитывая некоторые неточности результатов, эти расхождения не столь существенны.

Для всех 4-х гибридных автомобилей энергопотребление и выбросы парниковых газов сократились на 15–20% [12]. Очевидно, что независимо от того, какой автомобиль будет превалировать на дорогах в будущем, существуют разные технические возможности повышать

Таблица 1. Сравнительный технико-экологический анализ автомобилей

Технико-экологические показатели	Гибридный электрический автомобиль HEV/PHEV	Автомобиль на аккумуляторах EV	Автомобиль на водородных топливных элементах FCV	Автомобиль спирт + бензин FFV	Автомобиль биодизель FAME
Уменьшение эмиссии токсичных веществ	Сокращение выброса практически всех вредных веществ до 30–40%	Отсутствие локальных выбросов при эксплуатации	Небольшие выбросы парниковых газов при использовании топливного процессора	Сокращение практически всех вредных веществ до 10–15%	Сокращение практически всех вредных веществ до 10–15% кроме окислов азота (небольшое увеличение)
Изменение конструкции автомобиля и двигателя	Необходима	Полный отказ от теплового двигателя и переход на электропривод	Радикальное изменение бортовой энергоустановки	Незначительное изменение в топливной системе двигателя	Незначительное изменение в топливной системе двигателя
Инфраструктура	Существует	Существует, но требуется дальнейшее развитие	Отсутствует либо ограничена	Ограничена, развитость зависит от региона	Ограничена, развитость зависит от региона
Зависимость от ископаемых топлив	Уменьшение зависимости при широком применении	Относительно высокая зависимость при получении электроэнергии на ТЭЦ и т.д.	Относительно высокая зависимость, но возможно уменьшение при получении водорода с использованием возобновляемых источников энергии	Уменьшение зависимости при широком применении.	Уменьшение зависимости при широком применении
Конкуренция с продуктами питания	Отсутствует либо ограничена	Отсутствует либо ограничена	Отсутствует либо ограничена	Увеличение при широком применении	Увеличение при широком применении

общую энергетическую экономичность и уменьшать выбросы парниковых газов.

Совершенствование электромобилей для выхода на приемлемые технико-экономические характеристики будет, несомненно, проходить дольше. Дальнейшее развитие электромобилей будет опираться на комплекс инновационных технических улучшений с одной стороны и уделения большего внимания требованиям современного и перспективного рынка автомобилей при возрастающей конкуренции — с другой [1].

Технологии Plug-in electric vehicle (EV) — подключаемые (заряжаемые) электромобили и plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) — подключаемые гибридные электрические автомобили — это варианты, которые потенциально могут потеснить на рынке автомобили с тепловыми двигателями в условиях крупных городов и радикально улучшить их экологию [7].

Подключаемые электромобили используют электрический двигатель, работающий от системы накопления энергии, и используют только электроэнергию из ком-

мунальной сети. Подключаемый гибридный электромобиль имеет возможность подзарядки из своей системы накопления энергии и получения электроэнергии из коммунальной сети. С полностью заряженной системой накопления энергии PHEV будет смещаться в сторону использования электричества вместо жидкого топлива. В качестве неоспоримого достоинства данных технологий можно отметить независимость автомобиля от одного источника энергии. Одним из энергоносителей будет являться электроэнергия, вырабатываемая с использованием не только традиционных топлив, но и альтернативных источников, таких как солнечная энергия, энергия ветра, тепла земли и т.д. Например, для автомобилей с водородными топливными элементами вторичным энергоносителем может быть топливо, хранящееся на транспортном средстве (например, бензин, дизельное топливо или этанол).

Технологии EV и PHEV не лишены своих собственных технических проблем. Стоимость системы хранения энергии, вес и срок службы являются основными препятствиями, которые должны быть преодолены для достижения успеха этих транспортных средств на рынке

Перспективы широкого применения чистых электромобилей будут зависеть от технико-экономических характеристик аккумуляторов [1, 7]. Существует несколько подходов, направленных на повышение экономичности электрифицированных транспортных средств. Один из сценариев — повышение срока службы аккумулятора (в соответствии со сроком службы автомобиля) и снижение его стоимости. Второй — возможность замены аккумулятора в течение срока службы автомобиля. Третий сценарий — возможность подзарядки, которая предполагает, что автомобиль сможет подзаряжаться после каждой поездки, а не только в конце дня, или применение комбинации упомянутых подходов. Очевидно, что значительное повышение ресурса работы аккумулятора и уменьшение стоимости использования автомобиля в условиях городской среды может сделать электромобили (PHEV) более рентабельными, чем современные гибридные электромобили (HEs) и обычные автомобили с двигателем внутреннего сгорания [10, 13].

Почти все автопроизводители в настоящее время предлагают одну или несколько гибридных моделей в своем ассортименте или твердо настроены на производство подключаемых гибридных и электрических транспортных средств [1, 14].

В таблице 1 представлен сравнительный анализ по основным показателям транспортных технологий, которые активно развиваются в настоящее время и имеют потенциал на перспективу.

В конечном счете, все будет зависеть потребителя, его готовности пересечь с традиционного автомобиля на гибридный или электромобиль. Чтобы быть привлекательными для потенциальных потребителей, например, электромобили должны иметь батареи имеющие запас энергии на сравнимый пробег и перезаряжаемые в приемлемые сроки с современным автомобилем на углеродном топливе и оставаться в ценовых ограни-

чениях, которые были бы приемлемыми и отвечали бы запросам покупателей. В этом отношении, активная и последовательная политика может привести к положительным результатам (стимулирование покупательского спроса экологически чистых автомобилей, финансирование и развитие инфраструктуры, разумно устроенные энергосети и т.п.). Тем же самым покупателям придется, в свою очередь привыкнуть к новым транспортным технологиям, которые очевидно будут завоевывать рынок при дальнейшем ужесточении экологических требований.

## ВЫВОДЫ

Гибридные автомобили уже завоевали свой сегмент рынка в некоторых странах Америки, Европы и Азии.

Технология гибридных электромобилей представляет собой отличный способ снизить потребление нефтяных топлив за счет повышения эффективности. Типичный гибрид позволяет снизить расход бензина примерно на 30% по сравнению с аналогичным обычным транспортным средством. В перспективе можно приблизиться к 45% с дополнительными улучшениями в аэродинамике и технологии тепловых двигателей.

На транспортный рынок регулярно поставляются все новые версии гибридных автомобилей и аккумуляторных электромобилей, и конкуренция среди новых моделей становится все жестче.

Дальнейший прогресс в разработке двигателей внутреннего сгорания и использование альтернативных и смесевых топлив с более высокими экологическими характеристиками (топливные спирты и их смеси, биодизель, диметиловый эфир и другие синтетические топлива) для них в сочетании с меньшей стоимостью позволит сохранить доминирующее положение традиционных автомобилей с тепловыми двигателями

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lohse-Busch H. Current and future trends in alternative fuel vehicles — a research perspective. IL Chamber of Commerce Panel, 2011.
2. Беляев С.В., Левина М. С. О роли биомассы в повышении топливно-энергетического потенциала регионов // Resources and Technology, 2019, № 4, Т. 16. С. 25–36.
3. Simpson A. Cost-Benefit Analyses of Plug-In Hybrid Electric Vehicle Technology. Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS-22). Japan, 2006. URL: nrel.gov/docs/fy07osti/40485.pdf.
4. Морозов В.А., Морозова О. Н. Совершенствование эффективности и экологичности двигателей внутреннего сгорания // Инженерный вестник Дона, 2016, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3503.
5. Юнусова Э.А., Константинов Н. В. Экспериментальная оценка скорости горения метано-водородного топлива с воздухом при изменении концентрации водорода // Инженерный вестник Дона, 2018, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5317.
6. Беляев С.В., Давыдов Г. А. Проблемы и перспективы применения водорода в тепловых двигателях // Инженерный вестник Дона, 2019, № 8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6123.
7. Ebehard M., Tarpenning M. The 21 Century Electric Car. Tesla Motors. USA, 2006. 10 p.

8. Bernstein A. The Emergence of Hybrid Vehicles: Ending Oil's Stranglehold on Transportation and the Economy, Research on Strategic Change Report, 2006. 37 p.
9. Hamment P., Flynn M., Sims M. K., Luria D. Fuel-Saving Technologies and Facility Conversion: Costs, Benefits, and Incentives. National Commission on Energy Policy The Grange, 2004. 42 p.
10. Greene D.L., Duleep K. G., McManus W. Future Potential of hybrid and Diesel Powertrains in the us light-duty vehicle market. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge. 2004.
11. Беляев С.В., Давыдов Г. А. Эволюция экологических стандартов в Европе // Фундаментальные и прикладные исследования в области естественных и технических наук. 2018. С. 45–48.
12. AuYeung F., Heywood J. B., Schafer A. Future Light-Duty Vehicles: Predicting their Fuel Consumption and Carbon-Reduction Potential. Society of Automotive Engineers. SAE2001–01–1081. 2001. 15 p. URL: saemobilus.sae.org/content/2001–01–1081.
13. Elgowainy A., Burnham A., Wang M., Molburg J., Rousseau A. Well-to-Wheels Energy Use and Greenhouse Gas Emissions Analyses of Plug-in Hybrid Electric Vehicles. ANL Report ESD/09–2. 2009.
14. Зайцева М.М., Мегера Г. И., Хаперская И. М. и др. Основные тенденции развития индустрии электротранспорта // Инженерный вестник Дона, 2019, № 1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5689.

© Беляев Сергей Васильевич ( sergbel2014@mail.ru ), Давыдов Геннадий Анатольевич, Пронина Ольга Ивановна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Петрозаводск