

Быстров И.Р.

студент 4 курса автомобильного факультета
Воронежского государственного
лесотехнического университета имени
Г. Ф. Морозова, РФ

Прядкин В.И.

доктор техн. наук, профессор кафедры
автомобилей и сервиса Воронежского
государственного лесотехнического
университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Bystrov I.R.

4th year student of the Automobile
Faculty of Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russian Federation

Pryadkin V.I.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of cars and service, Voronezh State
University of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov, Russian Federation

БЕЗОПАСНЫЕ ШИНЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО И ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

SAFE TIRES FOR SELF-DRIVERS AND ELECTRIC VEHICLES

Аннотация. В статье приведен анализ применения передовых технологий с использованием телематических данных для передачи информации о состоянии дорожного полотна от "умных" шин другим транспортным средствам с целью повышения безопасности движения и реализации концепции "умного" города.

Abstract. The article provides an analysis of the application of advanced technologies using telematic data to transmit information about the condition of the road surface from "smart" tires to other vehicles in order to improve traffic safety and implement the concept of a "smart" city.

Ключевые слова: «Умная» шина, безопасность движения, беспилотный транспорт, телематические данные, технология V2X, «Умный» город.

Keywords: «smart» tire, traffic safety, unmanned transport, telematics data, V2X technology, «smart» city.

Введение

Вследствие развития технологий нового поколения неуклонно растет темп человеческой жизни. Все больше задач появляется у людей, и задачи эти необходимо решать для удовлетворения современных потребностей. Если говорить об автомобилях и о дорожном движении – это применения беспилотного транспорта и рост скоростей, увеличение числа автомобилей на дорогах и увеличение аварийных ситуаций с различной тяжестью последствий. Перед специалистами, занимающимися разработкой производством современных автомобилей, стоит задача обезопасить, в условиях их усиливающегося внедрения в повседневную жизнь, людей: пешеходов и водителей. Одним из решений здесь является использование новых технологических систем, которые позволят принимать решение быстрее человека на основании каких-либо входных пара-

метров. Автомобильная шина, в данном контексте, становится не просто пассивным элементом системы «автомобиль-дорога-среда», а устройством, которое активно участвует в принятии решений, когда речь идет не только о традиционном, но и о беспилотном транспорте. Применение «умных» шин открывает исследователям новые возможности обеспечения водителей постоянной информированностью об условиях движения.

Безопасные шины и беспилотный транспорт

Рассматривая влияние «умных шин» на безопасность движения беспилотного транспорта по нескольким ключевым аспектам становится ясно, что шины непосредственно влияют на основные параметры дорожного движения. Они критически важны для трех основ управления автомобилем. Сцепление с дорогой определяет возможность автомобиля двигаться и маневрировать. Изношенный рисунок протектора шины усложняет и делает опасным маневрирование: увеличивают тормозной путь и риск заноса. Устойчивость и управляемость автомобиля зависят от величины давления воздуха, а износ протектора также влияет на общее состояние шин. Скорость возникновения аквапланирования зависит от глубины рисунка протектора. Поэтому для беспилотного транспортного средства (рис. 1), который не «чувствует» момент потери сцепления, это особенно опасно [1].

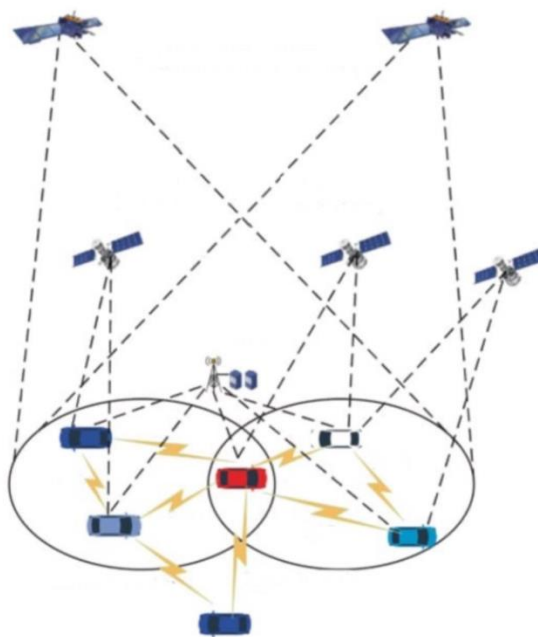


Рисунок 1 – Обмен информацией беспилотного автомобиля с другими автомобилями в транспортном потоке

Основными вызовами, которые шины создают для беспилотных автомобилей являются:

- человек-водитель может по величине вибрации, шуму или изменению усилия на руле определить, что с шинами что-то не так. Беспилотное транспортное средство лишено этой тактильной обратной связи. Оно узнает о проблеме только по косвенным признакам, когда может уже быть пройдена «точка невозврата»;

- алгоритмы беспилотного управления строят траекторию и рассчитывают маневры на основе точных математических моделей, включая параметры трения.

Если характеристики шин изменились (например, давление упало, а система этого не знает), реальное поведение автомобиля будет отличаться от прогнозируемого. Это может привести к недостаточной или избыточной поворачиваемости в повороте, блокировке колес при торможении (если алгоритм ABS неправильно оценивает коэффициент сцепления) или выезду за пределы расчетной траектории;

- сложность оценки состояния в реальном времени. Хотя современные автомобили оснащены системами контроля давления в шинах (TPMS), они не могут отследить глубину протектора, температуру шины, равномерность износа, появление микротрещин или повреждений (порезов, вздутий). Для беспилотного транспорта необходим более продвинутый и непрерывный мониторинг состояния шин.

Решением этих проблем может стать использование технологий «умных шин», способных обеспечить необходимой информацией интеллектуальные системы автомобиля [2].

Телематические данные и их применимость в дорожном движении

Обеспечение безопасности дорожного движения при использовании беспилотного транспорта, а также развитие концепции умного города может осуществляться только при использовании так называемых «телематических» данных и технологии V2X (Vehicle-to-everything). Под телематикой понимается совокупность технологий, применяемых в автомобилестроении, в частности в автомобилях, которые собирают данные с датчиков автомобиля, передают их с помощью сетей (4G, 5G, Wi-fi, Bluetooth), обрабатывают в облаке для анализа и управления. «Телематические» данные могут включать в себя информацию о многих параметрах автомобиля в настоящий момент, что позволяет предупре-

ждать какие-либо внештатные ситуации и снижать риск дорожно-транспортных происшествий. Взаимодействие с данными, получаемыми автомобилем с датчиков, а также обмен этими данными с окружающей средой обеспечивается устройством, которое называется TBOX. [3]

С развитием «умных» шин появляется гораздо больше информации, которая может быть доступна не только одному автомобилю, а целой инфраструктуре (рис. 2).

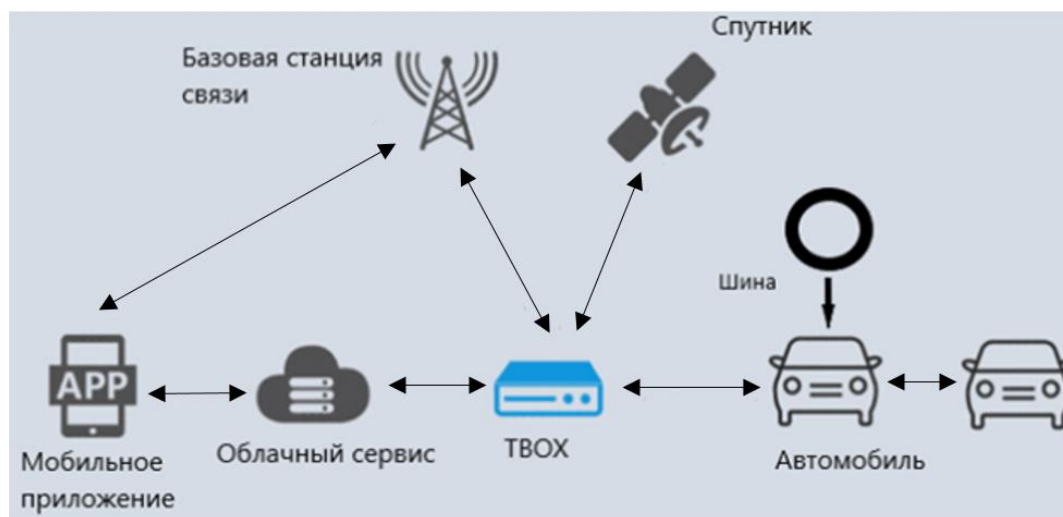


Рисунок 2 – Шина и её участие в развитии V2X технологии

Роль «умных» шин в концепции развития «умного города»

«Умные» шины, оснащенные датчиками, превращаются в сеть мобильных сенсоров, постоянно собирающих информацию о дорогах и окружающей среде. Происходит постоянный мониторинг состояния дорожного полотна – датчики могут фиксировать вибрации, соответствующие ямам, неровностям, рельсам или поврежденному асфальту. Эта информация в реальном времени передается в центральную платформу города. Например, городские службы получают точные карты проблемных участков дорог и могут планировать ремонт эффективнее. Могут определяться погодные условия: датчики шин могут измерять температуру дорожного покрытия, наличие воды или льда (косвенно, через изменение коэффициента трения). Это может применяться следующим образом: система предупреждает другие беспилотные и обычные автомобили о гололеде на конкретном участке дороги, мосту или в тенистом тоннеле. Коммунальные службы получают данные для точного и своевременного использования реагентов [4,5].

Данные от шин позволяют сделать дорожное движение безопаснее для всех участников: если один автомобиль попал в аварию или испытал экстренное торможение из-за опасности на дороге, его шины и системы стабилизации фиксируют это. Данные мгновенно анализируются и передаются с помощью технологии V2X на ближайшие светофоры, дорожные знаки и другие автомобили (рис. 3). «Умные шины» оказывают положительное влияние на оптимизацию дорожного движения. Информация о нагрузке на шины, которая коррелирует с весом автомобиля и характере движения оказывает положительное влияние при анализе транспортных потоков. Это позволяет в режиме реального времени управлять светофорами, меняя интервалы смены разрешающих и запрещающих сигналов, для предотвращения заторов [6].

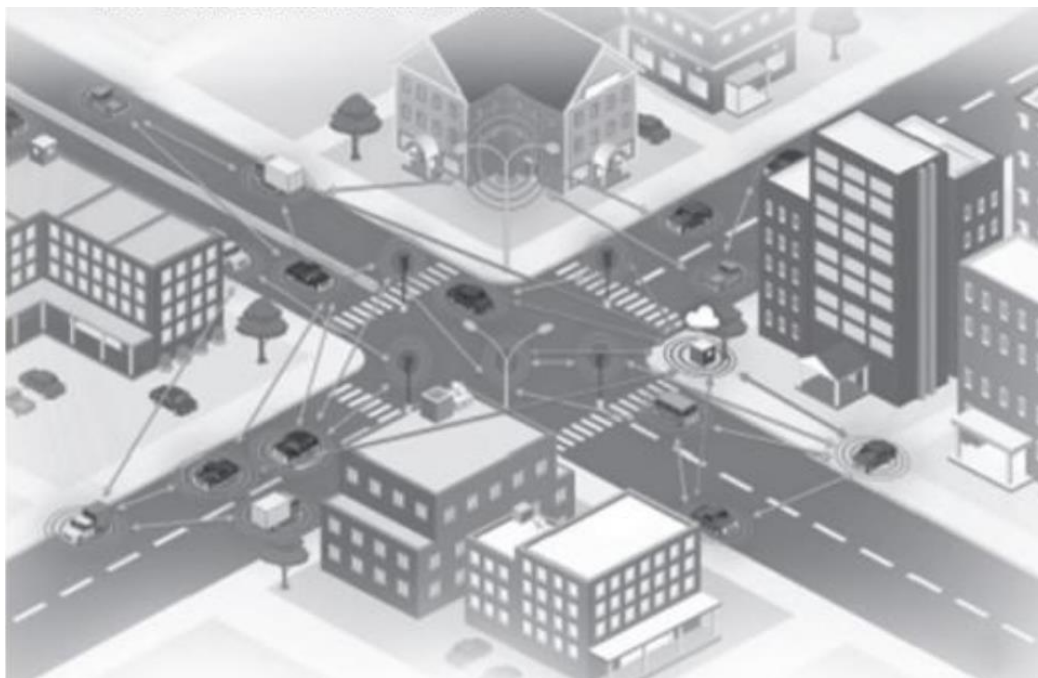


Рисунок 3 – Технология V2X в «умном городе»

В умном городе личный автомобиль может уступить место сервисам, позволяющим безопасно и с комфортом перемещаться по своим нуждам, не садясь при этом за руль автомобиля. Шины играют ключевую роль в этом: они гарантируют безопасность и предсказуемость. Когда пользователь вызывает беспилотное такси, он должен быть уверен в его техническом состоянии. Умные шины постоянно передают данные о своей исправности в диспетчерский центр, гарантируя, что автомобиль безопасен для поездки. Кроме того, сервисные компании могут менять шины на автомобилях парка не по графику, а на

основании их фактического износа, что повышает безопасность и снижает простой транспорта [7].

Заключение

Интенсивным ростом беспилотного транспорта обусловлены основные тенденции развития концепции «умного города», в которых «умные шины» играют важнейшую роль, так способствуют повышению безопасности для движения не одного транспортного средства, а целого потока. В концепции «умного города» шины трансформируются из пассивного компонента в активный, подключенный к интеллектуальным элементам системы. Собираемая «умными шинами» информация попадает не только в бортовой компьютер автомобиля, но и, благодаря технологии V2X, в бортовые компьютеры других автомобилей, что может заблаговременно оповестить их водителей (или интеллектуальную систему, в случае с беспилотным транспортом) об опасности на дороге.

Список литературы

1. Хуссейн Т. Муфтах. Подключенные и автономные транспортные средства в умных городах / Хуссейн Т. Муфтах, М. Эрол-Кантарси, С. Соррор // CRC Press. – 2020.
2. Мухаммад Х. Рэшид. Справочник по силовой электронике автономных и электрических транспортных средств / Мухаммад Х. Рэшид // Academic Press. – 2024.
3. Х. Ли. Принцип архитектуры, протокол и алгоритмы CoG-MIN / Х. Ли, Х. Бэй // Springer Nature Singapore. – 2025.
4. Д. Пэттерсон. Умные шины / Д. Пэттерсон // Publiflye AS. – 2025.
5. П. Бехрузиния. Мониторинг состояния шин с использованием концепции интеллектуальных шин / П. Бехрузиния, С. Тахери, Р. Мирзайфар // Structural Health Monitoring. – 2013.
6. Ф. Ху. Коммуникации между транспортными средствами и транспортными средствами и инфраструктурой / Ф. Ху // CRC Press. – 2018.
7. Н. Сюй. Интеллектуальные системы шин / Н. Сюй, Х. Аскари, А. Хаджепур // Springer International Publishing. – 2022.

References

1. Hussein T. Mouftah. Connected and Autonomus Vehicles in Smart Cities / Hussein T. Mouftah, M. Erol-Kantarci, S. Sorrour // CRC Press. – 2020.
2. Muhammad H. Rashid. Handbook of Power Electronics in Autonomous and Electric Vehicles / Muhammad H. Rashid // Academic Press – 2024.
3. H. Li. Principle of Architecture, Protocol, and Algorithms for CoG-MIN / H. Li, H. Bai // Springer Nature Singapore. – 2025.
4. J. Patterson. Smart Tires / J. Patterson // Publiflye AS. – 2025.
5. P. Behroozinia. Tire health monitoring using the intelligent tire concept / P. Behroozinia, S. Taheri, R. Mirzaeifar // Structural Health Monitoring. – 2013.
6. F. Hu. Vehicle-to-Vehicle and Vehicle-to-Infrastructure Communications / F. Hu // CRC Press. – 2018.
7. N. Syuj. Intelligent Tire Systems / N. Syuj, H. Askari, A. Khajepour // Springer International Publishing. – 2022.