

государственной поддержки, предусмотренных программой развития химической промышленности (субсидии, налоговые льготы).

### **Список использованных источников**

1. Официальный сайт Министерства промышленности Республики Беларусь. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minprom.gov.by> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Официальный сайт ОАО «Лакокраска» (г. Лида). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lakokraska.by> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Промышленность Республики Беларусь, 2023: Стат. сб. – Минск, 2023.

УДК 004.5:656.052

**К.Д. Топорков, Б.А. Аль-Нами**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, Россия

## **ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ УМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ПОДКЛЮЧЁННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Аннотация.** Статья посвящена анализу интерфейсов для умных и подключённых автомобилей, включая принципы взаимодействия человека и машины, технологии обмена данными между транспортными средствами и инфраструктурой, а также роль телематики и искусственного интеллекта в интеллектуальной мобильности.

**K.D. Toporkov, B.A. Al-Nami**

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications  
Saint Petersburg, Russia

## **INTERFACES FOR SMART AND CONNECTED VEHICLES**

**Abstract.** The paper examines interfaces for smart and connected vehicles, focusing on human-machine interaction, data-exchange technologies such as V2X and 5G-V2X, and the role of telematics and AI in intelligent mobility.

Интерфейсы для умных автомобилей становятся основным средством взаимодействия между человеком, транспортным средством

и окружающей транспортной средой. Для современного автомобиля важна не только способность собирать данные датчиков, но и возможность понятным образом объяснять пользователю состояние систем, предстоящие манёвры и уровень автоматизации. Согласно исследованиям в области автономных транспортных средств, внутренние интерфейсы должны давать водителю прозрачное представление о работе систем восприятия и принятия решений, чтобы повысить доверие и обеспечить управляемость в критических ситуациях.

Значимым направлением являются технологии обмена данными между автомобилями, дорогой и участниками движения (V2X). Термин V2X (Vehicle-to-Everything) обозначает технологию беспроводной связи, при которой автомобиль может обмениваться данными со всеми объектами, имеющими значение для безопасности движения: с другими транспортными средствами (V2V), дорожной инфраструктурой (V2I), пешеходами (V2P), сетевыми сервисами (V2N). Например, автомобиль получает информацию о пробках впереди, о работе светофоров, о приближающихся машинах, даже если они пока не видны визуально. Это обеспечивает более предсказуемое и безопасное движение для всех участников [1].

Следующим уровнем развития является 5G-V2X — технология, использующая связь пятого поколения. Она обеспечивает значительно более высокую скорость передачи данных и минимальные задержки. Это означает, что автомобили могут обмениваться информацией практически мгновенно: предупреждать о торможении впереди, согласовывать перестроения, передавать данные о дорожных условиях и даже синхронизировать движение колонн грузового транспорта. Благодаря 5G-V2X появляется возможность реализовать кооперативное автономное вождение, когда каждый автомобиль учитывает данные не только своих датчиков, но и всех окружающих объектов, повышая общую безопасность транспортной системы [1].

Такие механизмы требуют эффективных интерфейсов — как внутренних, так и внешних. Внешние интерфейсы (eHMI) предназначены для коммуникации автомобиля с пешеходами и другими участниками движения. Это могут быть световые панели, динамические указатели или аудиосигналы, которые сообщают, что автомобиль остановится, пропустит пешехода или выполняет автоматический манёвр. Исследования показывают, что такие интерфейсы снижают неопределенность поведения автономного транспорта и повышают уровень доверия людей [3].

Развитие интерфейсов тесно связано с телематикой — комплексом технологий мониторинга и передачи данных. Интеллектуальные системы управления автомобилем используют спутниковые навигационные методы, встроенные датчики, каналы связи и серверы обработки данных для формирования потока информации о техническом состоянии, координатах и стиле вождения. Интеграция телематики с бортовыми системами управления формирует единую интеллектуальную среду, которая позволяет проводить дистанционную диагностику, оптимизировать эксплуатацию и повышать безопасность [2]. Такие решения используются не только в пассажирских автомобилях, но и в управлении автопарками, городском транспорте, службах доставки и логистике.

Важным фактором развития интерфейсов и подключённых автомобилей является стремительное внедрение искусственного интеллекта. Согласно аналитическим данным из отчёта о глобальной мобильности, ИИ в автомобильной промышленности применяется в системах помощи водителю, автономном вождении, персонализации интерфейсов, диагностике и предиктивном обслуживании, а также в оптимизации логистических процессов [4]. Также отчёты показывают, что мировой авторынок продолжает восстанавливаться, при этом лидером по объёму продаж остаётся Китай с долей более 30% [4]. Инновации, такие как автономное вождение, подключённые автомобили и транспортная телематика, выступают одним из ключевых драйверов роста мирового автомобильного рынка [4]. Эти данные подчёркивают, что интерфейсы становятся не вспомогательным компонентом, а критически важным элементом технологического развития всей транспортной отрасли.

Внутренние интерфейсы изменяются под влиянием цифровизации и развития электромобилей. Автомобили нового поколения используют мультимодальные HMI — визуальные панели, голосовые помощники, тактильные сигналы, адаптивные уведомления. Такие интерфейсы учитывают когнитивную нагрузку и помогают водителю легче воспринимать информацию. Исследования подчёркивают важность того, чтобы интерфейсы не перегружали пользователя, а наоборот — формировали ситуации слабой вовлечённости, где только важные сигналы требуют внимания [3]. Именно поэтому для автономных автомобилей ключевым становится «объяснимый интерфейс», который может показать, почему система приняла то или иное решение.

Опыт реального внедрения подключённых систем подтверждает их эффективность. Телематика, системы экстренного реагирования, интеллектуальные ассистенты водителя и дистанционная диагностика приводят к снижению аварийности, уменьшению эксплуатационных затрат и росту надёжности транспорта [2]. В условиях глобального распространения автономных технологий интерфейсы становятся основным элементом обеспечения безопасности, потому что выполняют роль «языка общения» между сложной вычислительной системой и человеком.

Таким образом, развитие интеллектуальной мобильности невозможно без совершенствования интерфейсов, объединяющих возможности сенсорных систем, телематики, искусственного интеллекта и технологий V2X. Эти решения позволяют сформировать более безопасную, предсказуемую и эффективную транспортную среду, обеспечивая технологическую основу для перехода к автономным и кооперативным системам управления.

### **Список использованных источников**

6. Vehicle-to-Everything (V2X) 5G в эволюции автомобилей // TAdviser. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything\\_\(V2X\)\\_5G\\_в\\_эволюции\\_автомобилей](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Vehicle-to-Everything_(V2X)_5G_в_эволюции_автомобилей) (дата обращения: 16.11.2025).
7. Гурский, А. С. Интеллектуальные системы управления автомобилем. Транспортная телематика / А. С. Гурский, В. С. Смольская, Н. Г. Мальцев. – Минск : БНТУ, 2021. – 50 с.
8. Mandujano-Granillo, Jesus A. Human–Machine Interfaces: A Review for Autonomous Electric Vehicles / Jesus A. Mandujano-Granillo, Milton O. Candela-Leal, Juan J. Ortiz-Vazquez [и др.] // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 121635–121658. – DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3450439.
9. Тренды на рынке транспорта и городской умной мобильности. Спецвыпуск: искусственный интеллект в автомобильной промышленности : аналитический отчёт. – М. : Автонет-НТИ, 2025. – 48 с. – URL: <https://data.tedo.ru/publications/transport-mobility-rus.pdf> (дата обращения: 16.11.2025).