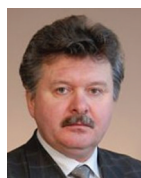


Обоснование показателей качества системы функционирования беспилотных автомобилей



В. В. Епифанов,
д-р техн. наук, профессор
кафедры «Автомобили»
Ульяновского
государственного
технического
университета (УГТУ),



Е. Н. Никитина,
аспирант кафедры
«Управление в технических
системах» УГТУ

Важной проблемой является отсутствие системного подхода к созданию системы функционирования беспилотных транспортных средств. Между тем она должна состоять из подсистем управления, беспилотного автотранспортного средства, транспортноцифровой инфраструктуры и внешней среды.

Мировые тенденции развития транспорта во многом связаны с широким внедрением беспилотных (автономных) систем [1]. При этом перспективы более быстрого продвижения имеют беспилотные летательные аппараты, а также водный и рельсовый транспорт (трамвай, метро),двигающиеся по выделенным или свободным транспортным путям, трассам.

Согласно первому национальному стандарту в сфере автономных транспортных средств SAE J3016 «Системы автоматизированного управления движением АТС. Классификация, термины и определения», принятому в США, беспилотный автомобиль (БА) соответствует пятому уровню автоматизации автомобилей — водитель должен лишь запустить систему и точно обозначить пункт назначения.

Значительные успехи в исследованиях БА достигнуты в Китае, Японии, США и других странах. В Китае, например, считают, что к 2030 г. 15 % автомобилей будут полностью автономными [2]. В Российской Федерации разработки по

БА ведут «Яндекс», «КамАЗ», НАМИ и другие автомобилестроительные компании. В Москве на форуме «Цифровые решения» заявлено, что поэтапное внедрение беспилотного такси (роботакси) «Яндекс» произойдет в 2026–2027 гг.

С 2023 г. успешно реализуется проект организации движения беспилотных автомобилей «КамАЗ» по логистическому коридору Санкт-Петербург — Москва на автомобильной магистрали М11 «Нева». Для работы в условиях города предложена новая беспилотная грузовая платформа Evocargo. Прошли испытания беспилотных самосвалов «БелАЗ», «КамАЗ» в условиях карьеров, шахт.

Основными преимуществами беспилотных автомобилей являются [3]: уменьшение затрат на перевозку пассажиров и грузов; снижение ДТП и числа пострадавших в них; перевозка грузов в опасных зонах и местах техногенных катастроф; экономия временных ресурсов; возможность использования автомобиля для людей с ограниченными возможностями.

Беспилотные автомобили непосредственно влияют на качество жизни на-



Беспилотное такси



Беспилотный тягач

Таблица 1. Требования транспортных услуг и показателей качества потребителей к СФБА

Наименование стандарта	Требования и показатели качества транспортных услуг
ГОСТ Р 51006–96. Услуги транспортные. Термины и определения	Безопасность услуг по перевозкам пассажиров, надежность транспортного обслуживания, своевременность перевозки пассажира, комфортность перевозки пассажиров, стоимость услуг, сохранность доставки грузов (багажа)
ГОСТ Р 51825–2001. Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования	Безопасность, своевременность и скорость, комфортность, этика и эстетика, комплексность, информативность и достоверность, доступность, надежность, стоимость, сохранность багажа
ГОСТ Р 52298–2004. Услуги транспортно-экспедиторские. Общие требования	Комплексность, точность и своевременность исполнения, безопасность, надежность, сохранность груза, этичность обслуживающего персонала, информативность, стоимость
ГОСТ Р 51004–96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества	Экономические требования услуги, требования информационного обслуживания (относят частоту передачи информации), требования комфортности поездки, требования скорости, требования своевременности, требования сохранности багажа, требования безопасности, требования надежности функционирования транспортных средств, требования профессиональной пригодности исполнителей транспортных услуг, требования готовности транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок
ГОСТ Р 51005–96. Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества	Показатели своевременности выполнения перевозки, показатели сохранности перевозимых грузов, комплексность, экономические показатели
Распоряжение Минтранса России от 31.01.2017 N HA-19-р (ред. от 10.03.2021) «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом»	Доступность, надежность, соблюдение расписания маршрутов регулярных перевозок, комфортность, своевременность, оснащенность транспортных средств средствами информирования пассажиров, оснащенность транспортных средств системой безналичной оплаты проезда
Распоряжение Минтранса России от 22.07.2021 N AK-150-р «Методика расчета показателя «Удовлетворенность качеством транспортного обслуживания пассажирским транспортом общего пользования в городских агломерациях»	Внешний вид транспортного средства, внешний вид маршрутного персонала, комфорт салона транспортного средства, стоимость и форма оплаты проезда в транспортном средстве, безопасность проезда пассажира, качество управления транспортными средствами, удобство остановочных пунктов, информационное обеспечение работы транспортного средства, вежливость и компетентность маршрутного персонала, удобство маршрутной сети, надежность транспортного обслуживания
Постановление Правительства Российской Федерации от 08 декабря 2023 года № 2086 «Требования к региональному стандарту транспортного обслуживания населения»	Доступность, безопасность, комфортность, информативность, стоимость, своевременность, комплексность
European Committee for Standardization. EN 13816:2002. Transportation — Logistics and services — public passenger transport — Service quality definition, targeting and measurement	Наличие услуги, доступность, информация, время, обслуживание клиентов, комфорт, безопасность, воздействие на окружающую среду

селения и реализации национальных проектов Российской Федерации на 2025–2030 гг. «Эффективная транспортная система», «Инфраструктура для жизни», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Экологическое благополучие». В то же время существует ряд проблем, которые сдерживают внедрение беспилотных автомобилей. В частности, отсутствует комплексный подход к созданию и эксплуатации системы функционирования БА [4].

Успешно развиваются технические и цифровые средства беспилотников, что позволяет их использовать в основном в демонстрационном режиме (по выделенным дорогам, в аэропортах, университетских кампусах, зоопарках и др.). Значительно сложнее создать необходимую для эксплуатации БА систему функционирования, включая инфраструктуру. Особенно это касается городских агломераций, где сегодняшнее обустройство дорог, наличие большого количества традиционного транспорта и пешеходов, неустойчивая внешняя среда, отсутствие интеллектуальных систем управления не позволяют эксплуатировать беспилотные автомобили. Также не определено понятие «система функционирования беспилотного автомобиля» (СФБА).

Система функционирования беспилотного автомобиля — это совокупность интеллектуальной системы управления движением, автономной автомобильной системы, дорожно-транспортной и цифровой инфраструктуры, внешней среды, достаточной для бесперебойной работы БА [5–7]. Фактически СФБА соответствует традиционной системе «водитель — автомобиль — дорога — среда (ВАДС)» для условий БА [8].

Другая проблема заключается в отсутствии законодательной базы для работы БА в современных условиях, что представляется непростой задачей, так как основной целью является обеспечение безаварийного движения в ходе взаимодействия традиционного и инновационного транспорта и готовности современного общества к внедрению такой инновации.

Значимой проблемой является то, что при проектировании, создании и эксплуатации СФБА не учитываются требования качества. Методология менеджмента качества включает три основных процесса: обеспечение качества; управление качеством; повышение качества. Эти процессы должны использоваться совместно и образовывать систему менеджмента



Беспилотный тягач

качества на основе стандартов ГОСТ Р ИСО 9001–2015. К сожалению, процессы качества при проектировании и создании СФБА не рассматриваются. Поэтому предлагается ввести в структуру СФБА подсистему обеспечения и управления качеством. Задачами подсистемы являются идентификация и документирование процессов СФБА, оценка удовлетворенности потребителей, аудит, выработка корректирующих и регулирующих мероприятий, применение инструментариев по постоянному улучшению качества процессов.

В настоящее время требования потребителей к СФБА вообще не проработаны. Поэтому в данных условиях в качестве требований потребителей предлагается принять требования к транспортным услугам и показателям качества, изложенным в существующих стандартах (табл. 1).

На данном этапе необходимо обосновать необходимый и достаточный набор показателей качества. Для этого вначале нужно объединить одинаковые требования и показатели качества из всех стандартов. Всего в девяти стандартах приведены 25 требований и показатели качества. Очевидно, что применять их все для оценки качества транспортных услуг в СФБА не целесообразно, так как многие из них указываются в стандартах редко.

Наиболее важные (значимые) показатели качества можно выделить по их распространенности в стандартах: экономичность присутствует в 3 стандартах; информационность — 6; комфортность — 6; скорость перемещения — 1; своевременность — 8; безопасность — 7; надежность — 6; профессиональная пригодность исполнителей транспортных услуг — 1; доступность — 3; наличие услуги — 2; воздействие на окружающую среду — 1; сохранность груза и багажа — 3; комплексность транспортных услуг — 2; соблюдение расписания регулярных перевозок — 1; обслуживание клиентов — 1;

Таблица 2. Наиболее значимые требования к транспортным услугам в СФБА

Значимые показатели качества	Число в стандартах	%
Своевременность	8	15
Безопасность	7	13
Информационность	7	12
Комфортность	6	12
Комплексность	6	12
Экономичность (стоимость)	5	11
Итого	39	76

время, затрачиваемое пассажирами на передвижение, — 1; гибкость обслуживания — 1; требование скорости — 1; вежливость и компетентность маршрутного персонала — 1; точность и своевременность исполнения — 1; этичность обслуживающего персонала — 1; оснащенность транспортных средств средствами информирования пассажиров — 1; оснащенность транспортных средств системой безналичной оплаты проезда — 1; требования профессиональной пригодности исполнителей транспортных услуг — 1; требования готовности транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок — 1.

Видно, что в существующих стандартах наиболее часто указываются такие требования, как своевременность, комфортность, безопасность, надежность транспортных услуг, информационное обслуживание. На основе анализа Парето получим, что шесть показателей качества по количеству составляют примерно 20%, а по числу присутствия в разных стандартах, т. е. по значимости, — почти 80% от значимости всех показателей. Поэтому предлагается принять показатели качества, представленные в табл. 2, для оценки качества СФБА.

Для реализации оценки качества СФБА нужно определить численные значения каждого показателя качества и рассчитать комплексный показатель уровня качества транспортных услуг. Исходя из того, что предельное значение комплексного показателя качества стремится к 1, после определения фактического значения можно сделать вывод об уровне качества транспортных услуг в СФБА.

Оценить показатели качества транспортных услуг в СФБА можно путем анкетного опроса потребителей. Однако пока отсутствуют реально работающие СФБА, и опрос потребителей провести затруднительно. Таким образом, обоснованы показатели качества, которые

можно использовать для оценки качества системы функционирования беспилотного автомобиля.

Литература

1. Малыгин И. Г., Гуриев Н. В. Мировые тенденции развития транспорта // Транспорт Российской Федерации. 2023. № 5–6. С. 4–8.
2. Шадрин С. С. Методология создания систем управления движением автономных колесных транспортных средств, интегрированных в интеллектуальную транспортную среду: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2017. 34 с.
3. Антонов А. Как это работает: беспилотный автомобиль Google. URL: <http://robotosha.ru/robotics/how-it-worksdriverless-car-google.html> (дата обращения: 23.11.2025).
4. Елифанов В. В., Гусев С. И. Структура системы функционирования беспилотного автотранспортного средства // Вестник УлГТУ. 2020. № 1. С. 47–51.
5. Задорожная А. А., Киричек Р. В. Функциональная архитектура сетевой инфраструктуры беспилотного автотранспорта. URL: <https://conf-ntores.etu.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
6. Комаров В. В., Гараган С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. М.: НТБ «Энергия», 2012. 158 с.
7. Климов А. А., Покусаев О. Н., Куприяновский В. П., Намиот Д. Е. Архитектура автономных (беспилотных) автомобилей и инфраструктура для их эксплуатации // Современные информационные технологии и ИТ-технологии. 2018. Т. 14. № 3. С. 711–720.
8. Степанов И. С., Покровский Ю. Ю., Ломакин В. В., Москалева Ю. Г. Влияние элементов системы водитель — автомобиль — дорога — среда на безопасность дорожного движения: учебное пособие. М.: МГТУ «МАМИ», 2011. 171 с.