

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
УДК 656.13.08:378.147.091.113 (075.8)  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОНОМНЫХ (БЕСПИЛОТНЫХ)  
ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS  
(UNCLEANED) ROAD VEHICLES

Д.В. Капский, д-р. техн. наук, доц.,  
А.Д. Лукьянчук, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Kapsky, Doctor of Technical Sciences, Associate professor,  
A. Lukyanchuk, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа интернет-источников рассмотрены перспективы развития беспилотных дорожных транспортных средств, показаны их преимущества, а также наиболее передовые системы определения дорожной ситуации.*

*Abstract. On the basis of an analysis of Internet sources, the prospects for the development of unmanned road vehicles were considered, their advantages were shown, as well as the most advanced systems for determining the traffic situation.*

*Ключевые слова: беспилотные автомобили; датчик, система XFCD, лидар, ладар, видеосистема.*

*Keywords: unmanned vehicles; sensor, XFCD system, lidar, ladar, video system.*

## ВВЕДЕНИЕ

Человечеству необходимо иметь такой транспорт, который ездил бы автономно, а водитель мог наслаждаться отдыхом и спокойно добираться до нужного места, не прилагая при этом никаких усилий. Можно было бы в дороге спокойно спать и не волноваться по поводу выпитого алкоголя, ведь машина сама довезет домой. Желание добиться улучшения ситуации дорожного движения за счет автоматизации подтолкнуло ученых к разработке автономных автомобилей, способных передвигаться без участия человека.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека. По сравнению с машинами, управляемыми человеком, автономные обладают большей скоростью реакции на изменение дорожной ситуации и не подвержены влиянию человеческого фактора: усталости, психическое состояние и пр. Использование качественных систем автономной навигации позволит уменьшить количество ДТП и человеческих жертв, снизит стоимость транспортировки товаров, позволит экономить время, затрачиваемое сейчас на вождение транспортных средств. Даже при наличии водителя автономная система может взять управление на себя, в случае, например, если водителю станет плохо. Такие системы разрабатываются на основе платформ, конструктивно сходных с современными автомобилями и не свойственных другим робототехническим конструкциям.

#### 1. ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Подобные разработки разрушают сложившееся представление о том, что создание полноценного автомобиля-робота теоретически невозможно, поскольку эта задача относится к классу AI-complete («совершенный искусственный интеллект»), то есть может быть решена, только если робот будет обладать интеллектом человека во всей его полноте. В случае, если интеллект робота уступает человеческому, всегда может возникнуть какая-то нештатная ситуация, в которой он окажется бессилён. С этой точкой зрения можно было бы согласиться, если бы не реальный интеллектуальный уровень многих современных водителей, и если не знать реальную ситуацию на дорогах.

Не вызывает сомнения, что если бы живые водители были столь же дисциплинированы, как и роботы, и не употребляли алкоголь и наркотики, а неизбежные несчастные случаи являлись бы только следствием нештатных ситуаций, оказавшимся роботам не под силу, то жертв на дорогах стало бы на порядки меньше.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

В дальнейшем под беспилотным автомобилем будем понимать такое транспортное средство, которое оборудовано системой автоматического управления и которое может передвигаться по дорогам без непосредственного участия человека.

Таким образом, беспилотные автомобили – это следующий этап эволюции перевозок. Начавшийся с ручного перетаскивания, изобретения колеса и пройдя этот долгий путь, очевидным следующим этапом является исключение человека из этой схемы. Это несет ряд преимуществ:

- у людей с ослабленным зрением появится возможность самостоятельно перемещаться на автомобиле;
- сократится количество ДТП и человеческих жертв;
- возможность перевозки грузов в опасных зонах, во время природных и техногенных катастроф или военных действий;
- снижение стоимости транспортировки грузов и людей за счёт экономии на заработной плате водителей;
- более экономичное потребление топлива и использование дорог за счёт централизованного управления транспортным потоком;
- экономия времени, ныне затрачиваемого на управление автомобилем, позволяет заняться более важными делами или отдохнуть;
- повышение пропускной способности дорог за счёт сужения ширины дорожных полос.

Современный автомобиль активно роботизируется изнутри и сегодня оснащен целым рядом систем автоматизации. Помимо уже вошедших в обиход автоматических коробок передач, систем автоматической блокировки торможения и систем управления другими агрегатами плюс обычного круиз-контроля, существуют: система информирования о состоянии дорожного покрытия, особенно об оледенении; система адаптивного круиз-контроля, воспринимающая данные от систем обнаружения соседних автомобилей; система взаимного информирования автомобилей, снабженных системами GPS; средства слежения за дорожной разметкой; системы автоматизированной парковки; устройства для просмотра мертвых зон; системы контроля скорости на поворотах.

Логичным продолжением этого направления стали системы Internet для автомобилей. Каким бы совершенным ни был робот, он

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

эффективнее работает во взаимодействии с себе подобными. В системах могут использоваться совместно действующие объекты, обходящие то, что теперь называют «разумным роєм»

Подобную систему Extended Floating Car Data-System (XFCD) представила компания BMW. Испытание проводилось на специальной тестовой трассе в SBC Park, и было призвано продемонстрировать возможности системы. Например, автомобиль попадает на скользкую дорогу. За считанные секунды система обрабатывает информацию и предупреждает в режиме реального времени следующий за ним автомобиль. Та же информация в то же самое время передается стационарным службам движения, которые статистически обрабатывают поступающие данные и рассылают их обратно другим участникам движения.

Система определения дорожной ситуации XFCD станет в будущем усовершенствованным последователем существующей системы Floating Car Data, что переводится как «данные с движущегося автомобиля». Уже сегодня с помощью FCD автомобили посылают свои данные о местонахождении в определенный момент времени на центральный пульт движения, который сопоставляет получаемые сообщения с сообщениями других автомобилей, оснащенных FCD, с целью распознавания дорожных и внештатных ситуаций. Система XFCD способна сама распознавать дорожную ситуацию, анализировать все имеющиеся данные в автомобиле и передавать обработанные данные на центральный пульт движения. Параллельно система способна через систему-коммуникатор «Авто-Авто» предупреждать другие автомобили в зоне действия передатчика.

Для разработанной автомобильной системы не требуется установки никаких дополнительных аппаратов. XFCD функционирует на базе имеющейся навигационной системы, и ее ввод в эксплуатацию заключается лишь в загрузке программы. Введение бортовой сети позволяет синхронно задействовать целый спектр возможностей. В устроенном таким образом современном автомобиле система получает доступ и совмещение с множеством других инфо-блоков управления. Это ближний и дальний свет, противотуманное освещение, термометр внешней среды и кондиционер, тормоза и навигационная система, сенсор дождя и омыватель стекла, а также прочие не менее важные мелочи. Все эти механизмы функционируют в зависимости

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

от дорожной ситуации. Так, на понижение температуры окружающей среды, лед или даже неожиданное появление масла на участке дороги автомобиль тут же отреагирует регулированием системы стабилизационного контроля (DSC) и скорости движения.

Еще одно неоспоримое преимущество системы XFCD заключается в возможности передачи сообщений напрямую другим автомобилям. Информация передается посредством Ad-hoc-сети всем автомобилям в ближайших окрестностях. Каждый автомобиль, в зависимости от ситуации, исполняет роль или отправителя, или получателя, или передатчика. Преимущество зарекомендовавшей себя технологии Multi-Hopping неоспоримо: Ad-hoc-сеть организуется автономно, обладает необходимой дальностью радиуса действия и не требует создания специальной инфраструктуры.

Система XFCD создана BMW Group в рамках концепта BMW ConnectedDrive. основополагающая идея концепта – связывание воедино трех информаторов автомобильного движения «водитель – автомобиль – внешняя среда» посредством телекоммуникационных, онлайн и автомобильных вспомогательных систем ради безопасности движения.

Теперь понятно, что ключевой системой беспилотного автомобиля робота и ITS является интегрированная система, которая является бортовым компьютером, параметров движения и навигационной системой одновременно и постоянно связанными между собой.

## **2. АВТОМОБИЛЬ, ВИДЯЩИЙ И КОММУНИЦИРУЮЩИЙ**

Перечисленные выше, уже созданные элементы автоматизации снимают технические проблемы управления агрегатами автомобиля. Остаются проблемы ориентации и взаимодействия с внешней средой. Для ориентации в пространстве могут использоваться разнообразные устройства, например, инфракрасные датчики, действующие на предельно близком расстоянии. Эти устройства хорошо известны.

Менее известен, так называемый, «ладар», который иногда еще именуют «лидаром» от английского названия Light-Imaging Detection and Ranging. Сначала он использовался как прибор для измерения атмосферных характеристик дистанционным способом лазерного зондирования. Позже усилиями компании SICK ладар стал составной частью системы измерения дистанции (Laser Measurement Sensor,

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

LMS). Идея ладара не оригинальна: LMS излучает несколько лучей и воспринимает отраженные данные. Лазеры монтируются в головке, вращающейся со скоростью несколько сотен оборотов в минуту. Наибольшая сложность заключается в том, что при движении по земле на коротких расстояниях с большой скоростью возникают большие угловые перемещения. Поэтому, несмотря на использование различного рода систем стабилизации и сложных подвесов, для обработки изображений в режиме реального времени требуется применение серьезной вычислительной мощности и соответствующего программного обеспечения. О масштабе решаемых задач можно судить по тому что, например, сканирующий ладар Velodyne's HDL-64E генерирует данные по 2,5 млн. точек в секунду и передает их в виде пакетов данных, используя Fast Ethernet.

Обладая в полной мере свойствами инерциальной навигационной системы с полным набором датчиков ориентации и перемещения (рисунок 1), интегрированная система способна определять все параметры движения транспортного средства: угловые скорости, ускорения, ударные и вибрационные воздействия, перегрузки.

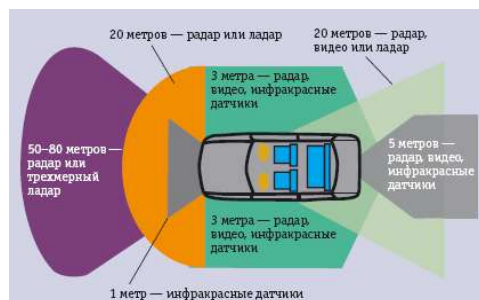


Рисунок 1 – Схема расположения датчиков.

При этом в отличие от традиционных блоков датчиков движения в интегрированной системе, реализован сложный математический аппарат пересчета воздействий в различные системы координат. Поэтому потребитель может использовать выходную информацию системы непосредственно для своих приложений без предварительной обработки.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Автомобиль обладает развитой видеосистемой, функционирующей как в режиме автоматического, так и ручного режимов работы. Сущность видеосистемы заключается в контроле «слепых» зон автомобиля. При этом изображение с видеокамер в реальном времени передаётся на монитор, установленный в салоне или на место боковых зеркал. Разрабатывается проект, в котором изображение проецируется непосредственно на лобовое стекло при этом, не мешая водителю. Видеокамеры в дорожных системах подкрепляются инфракрасными и ультразвуковыми датчиками, которые в случае опасности заранее предупреждают водителя. Во время поездки по городу камеры наблюдения фиксируют категории автомобилей, дорожную разметку и знаки. Например, автомобиль видит знак «Стоп» и предупреждает водителя о нем. Если же водитель не среагирует, то автомобиль остановится сам.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Внедрение беспилотных автомобилей позволит в будущем поправляться с красными огнями светофоров и дорожными знаками. Все автомобили будут оснащены датчиками, камерами и радаром, которые позволят контролировать трафик и не допустить аварий на дорогах. При этом скорость таких автомобилей сможет достигнуть 160 км в час уже к 2040 году. С развитием технологий, беспилотные автомобили смогут обеспечить быструю и безопасную поездку. В лучшем случае, мы больше никогда не будем опасаться за свою безопасность на дороге, сидя в таком автомобиле.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. <http://www.motor.ru/news/2012/01/13/auditjam>.
2. <http://www.inhabitat.com/fords-new-traffic-jam-assist-technology>.
3. <http://www.paves-the-way-to-self-driving-cars>.
4. <http://www.wired.com/2012/10/volvo-autonomous>.
5. <http://www.computerra.ru/89665/roboty-i-lyudi-na-ulitsah-gyoteborga>.
6. [http://www.vedomosti.ru/auto/news/5329411/volvo\\_ustanovit\\_na\\_serijnye\\_mashiny\\_avtopilot\\_dlya\\_probok\\_v](http://www.vedomosti.ru/auto/news/5329411/volvo_ustanovit_na_serijnye_mashiny_avtopilot_dlya_probok_v).
7. [http://www.en.wikipedia.org/wiki/Safe\\_Road\\_Trains\\_for\\_the\\_Environment](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment).

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

8. [http://www.newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2011/11/2011\\_AAA\\_CrashvCongUpd.pdf](http://www.newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2011/11/2011_AAA_CrashvCongUpd.pdf).

9. <http://www.d2dt15nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/mobility-report-2012-wappx.pdf>.

10. <http://www.technologyreview.com/view/525591/can-we-put-a-price-on-autonomous-driving>.

Представлено 25.03.2019

УДК 656.072

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПАССАЖИРСКИХ  
ПЕРЕВОЗКАХ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТРАНСПОРТА  
INFORMATION TECHNOLOGIES IN PASSENGER  
TRANSPORTATION ON DIFFERENT TYPES OF TRANSPORT

А.В. Бауэр, ст. преп.,

Донецкий институт железнодорожного транспорта, г. Донецк

A. Bauer, Senior Lecturer,

Donetsk Institute of Railway Transport, Donetsk,

*Аннотация.* Рассмотрена необходимость применения информационных технологий в условиях комплексного транспортного обслуживания пассажиров.

*Abstract.* Considered the need to use information technology in an integrated transport service for passengers.

*Ключевые слова:* информационные технологии, комплексное транспортное обслуживание, пассажирские перевозки.

*Keywords:* information technology, integrated transport services, passenger transportation.

## ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии (ИТ) играют важную роль в повышении улучшения качества обслуживания пользователей услугами транспорта и обеспечении транспортной безопасности. В настоящее время на различных видах транспорта применяется множество информационных, информационно-справочных, аналитических и про-