

УДК 62-503.55

## НОВЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ, УДОБСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ – БЕСПИЛОТНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Иванов С.А., ст. преподаватель  
Орехов Ф.Ю., студент гр. СДб-161, IV курс  
Научный руководитель Вахьянов Е.М., ст. преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

Каждый день на дорогах страны происходит 460 ДТП с пострадавшими. В них гибнет 50 человек. За год на дорогах страны погибло 18 тысяч человек. Еще 215 тысяч человек получили травмы. Девять из десяти (88,1 %) ДТП произошло в результате нарушения Правил дорожного движения (ПДД) водителями транспортных средств. Чаще всего — не соблюдают знаки приоритета на перекрестке. При этом треть всех нарушений происходит из-за того, что с дорогой что-то не так. Например, дорожный знак не видно, или его вообще нет, стерлась разметка или плохая видимость светофора. Каждая десятая авария в стране произошла по вине пьяных водителей. В таких ДТП в 2018 году погибло 4645 человек — это четверть всех смертей на дорогах. Самым аварийно-опасным временем суток являлся период с 17:00 до 20:00 часов. В это время произошло каждое пятое ДТП (20,8%). В темное время суток совершено 57341 ДТП, что составило 34,1% от общего их количества, при этом погибло 8810 человек (48,4% от численности всех погибших)[1-3].

Как мы видим, причиной ДТП в большинстве случаев является человеческий фактор. В результате колоссальная смертность, около 18 000 человек ежегодно. Этот показатель постепенно снижается, но слишком ничтожно, примерно 5% в год. Такой результат достигается за счет новых технологий, повышающих безопасность автомобиля, например, таких как:

- Технологии помощи водителю AdvancedDriverAssistSystems (ADAS), особенно таких как Автономное экстренное торможение автомобиля (AutomaticEmergencyBraking, АЕВ) и удержание автомобиля на полосе (Lanedeparturewarningsystem LDW), система определения препятствий.

- индикатор непристегнутого ремня (seatbeltreminder, SBR) и электронный контроль устойчивости (Electronicstabilitycontrol, ESC)

- усовершенствованные фары, подушки безопасности, конструкции кузова

- удаленный мониторинг скорости, теперь водителям, допускающим превышение скоростного режима, рассылаются предупреждения, после

которых следует блокировка – временная, а в случае необходимости – постоянная.

- системы поддержки скорости (SpeedAssistanceSystems, SAS) и поддержка внимания (AttentionAssist), которые предупреждают водителя в критических ситуациях

- V2X коммуникация, включающая в себя как обмен данными между транспортными средствами, так и с дорожной инфраструктурой

- устройство, анализирующее внимание водителя. Отслеживает 68 точек на лице, направление взгляда и другие параметры. В случае если водитель отвлекается от дороги или алгоритм обнаруживает признаки усталости или сонливости, подается специальный сигнал [4,5].

Именно мероприятия по внедрению интеллектуальных транспортных систем и беспилотных автомобилей являются наиболее эффективными. Полный отказ от человека при вождении снижает человеческий фактор в ДТП на нет (рис. 1).



Рис. 1 Возможность перехода к беспилотному транспорту

Беспилотный автомобиль представляет собой обычное транспортное средство, оборудованное датчиками: лидарами (лазерными радары), камерами, радары и высокоточными картами, аппаратурой и программным обеспечением, так железная составляющая Google-автопилота включает:

- управляющий компьютер, компьютер визуального интерфейса и модули датчиков; контроллер рулевого управления и привода; систему коммуникации «машина-машина»; систему голосового радиуправления.

На данный момент автомобили с искусственным интеллектом разделяются на 5 уровней управления:

- 0-й уровень: беспилотных систем нет, но может работать система уведомлений - сигнальные табло, звуки и т.д;

1-й уровень: автомобиль управляется водителем, но могут работать некоторые автоматизированные системы: круиз-контроль, автоматическая парковка и система предупреждения о сходе с полосы;

2-й уровень: большую часть пути можно ехать на автопилоте, но водитель должен брать управление на себя в случаях, когда система не может справиться самостоятельно – например, резко перестраивается или подрезает другая машина. Автопилот может быть в любой момент включен или выключен по желанию водителя и управляет рулением, скоростью автомобиля и торможением;

3-й уровень: автомобиль может двигаться почти без контроля пилота, особенно на дорогах с "предсказуемым" движением (например на шоссе, автостраде). Но водитель должен быть готов в любой момент взять управление на себя, так как в некоторых нестандартных ситуациях автомобиль может реагировать на обстановку на дороге не совсем верно и это может привести к аварии;

4-й уровень: то же самое, что 3-й уровень, но внимание пилота уже не требуется. 4 уровень - это практически полностью автономная машина;

5-й уровень: от пассажира автомобиля не требуется ничего кроме старта автопилота и определения пункта назначения. Передвигается полностью самостоятельно из пункта А в пункт В, и выбирает для этого оптимальный маршрут, учитывая не только данные карты, но и информацию из интернета о пробках на дорогах. Самостоятельно регулирует скорость, притормаживает на поворотах и ускоряется на прямых участках пути. А также находит свободное место для парковки и самостоятельно паркуется. Распознает другие транспортные средства, четко «видит» сквозь туман, снег и дождь, замечает дорожные знаки и сигналы светофора.

Достигается 5-ый уровень автономности благодаря не хитрому алгоритму:

1. С помощью лидара генерируется объемная карта местности, а управляющий компьютер соединяет ее с теми данными, которые содержатся в памяти;

2. На основе полученной информации от радаров, камеры и сенсоров специальный алгоритм оценивает ситуацию на дороге и учитывает поведение других участников движения;

3. Компьютер определяет траекторию движения беспилота, а также реагирует на ситуацию на дороге: движение других автомобилей, жесты полицейского, идущий впереди школьный автобус, пешеходы, гололед на трассе и множество других факторов.

Машины не столкнутся, если они предупреждены в режиме реального времени о скорости и направлении движения друг друга. Они выберут правильную скорость и нужную траекторию в соответствии с организацией движения на этом участке. Им не нужен светофор, не надо блокировать движение на перекрестке, потому что машины сами общаются между собой, учитывают движение друг друга и избегают столкновения.

При движении грузовиков в колонне такая связь позволит соблюдать оптимальную дистанцию и скорость для экономии топлива и безопасности. Для этого нужна только защищенная связь (быстрый мобильный интернет), «железяка», которая передаст и получит информацию, и центр организации трафика на дороге. Каждый автомобиль передает информацию о своем местоположении, направлении, скорости соседним машинам и в этот центр.

Предполагаемые эффекты от внедрения интеллектуальных транспортных систем и беспилотных автомобилей таковы. Первый и главный: снижение аварийности на 80–90%, потому что основная причина ДТП — человеческий фактор. Робот не будет осознанно нарушать, не будет превышать, не бросится обгонять по встречной с расчетом проскочить.

Рекомендация не превышать максимальную разрешенную скорость для роботизированной машины станет табу.

В первую очередь в нашу повседневную жизнь будут внедряться те беспилотные транспортные средства, которые в состоянии обеспечить максимальный экономический эффект. Это грузовые автомобили, способные обеспечить экономию до 50% на автоперевозках.

Так уже разработан беспилотник Volvo. У этого грузовика нет кабины, что экономит полезное пространство. Данный автомобиль планируется использовать для транспортировки грузов на небольшие расстояния и передвижению по регулярно повторяющимся маршрутам. Программа будет сама определять очередность загрузки, пути маршрута, общаясь с другими автомобилями, таким образом наиболее эффективно использовать ресурсы и время.

На автовыставке в Шанхае, где каждый год демонстрируются новейшие разработки в сфере транспорта, китайцами была представлена беспилотная электрофура: изобретение по-настоящему уникально, поскольку подобных реализованных проектов в мире до текущего момента ещё не было. Одна из особенностей электрогрузовика – автоматическое распознавание снижения уровня запаса энергии до минимального значения и следование к месту зарядки без привлечения человека.

Для возможности использования беспилотного транспорта нужны роботизированные транспортные коридоры (РТК), это адаптация скоростных дорог для организации движения беспилотников. В городе это сделать сложнее, там много факторов риска: светофоры, пешеходные переходы, перекрёстки. А в рамках РТК на скоростных дорогах это сделать проще, поскольку там меньше факторов риска, и ответственность за возможное ДТП можно возложить на оператора дороги. В принципе создание автомобиля, который будет адаптирован для движения по автомагистрали, — это задача более близкого будущего, чем решение задачи создания беспилотного транспорта для движения в городской среде.

Разберемся с какими трудностями сталкиваются беспилотники, какие проблемы преодолены и с чем еще только предстоит бороться.

*Измененные дорожные знаки*

Исследователи решили нанести на дорожные знаки фэйковые граффити, чтобы увидеть, могут ли незначительные изменения привести в замешательство компьютер автомобиля, причем обычному человеку не должно составлять труда понять, какой это знак. Поддельные граффити заставляли алгоритмы ошибочно идентифицировать знак остановки в качестве знака ограничения скорости в двух случаях из трех, а если хотя бы частично скрыть само слово STOP (как это называли сами исследователи — «атака наклейкой абстрактного искусства»), то это приводит к ошибочной классификации знака в почти 100% случаев!

#### *Падающие снежинки*

Мешает ли дождь и снег при езде? В общем-то да, но не настолько, чтобы отказываться в дождь или зимой от автомобиля. Увы, для беспилотного транспорта осадки могут быть непреодолимой проблемой — так, снежинки и капли искажают сигналы датчиков. Они могут создать иллюзию, что препятствия существуют везде вокруг транспортного средства.

Алгоритмы работают лучше при использовании лазеров — с их помощью можно нарисовать 3D-карту окружающей среды с высоким разрешением, на которой различаются вода и твердые объекты, но все еще зима остается одной из самых больших проблем для беспилотных автомобилей. Снег и лед на дороге пока плохо различаются сенсорами, что может привести к авариям из-за неверного расчета тормозного пути. «Во многих [холодных] регионах потребуется намного больше времени, чем хотят большинство людей, прежде чем мы увидим автономные транспортные средства», — говорит Сэм Абуэлсамид из Navigantresearch. «У вас не будет автономных автомобилей, способных работать в Торонто в зимнее время, и к 2020 году».

#### *Птицы*

Птицы тоже могут запутать компьютеры. В Бостоне NuTonomy пришлось перепрограммировать свои машины, чтобы они могли разгонять упрямых чаек. «Для борьбы с местной породой невозмутимых чаек, которые могут останавливать автономные автомобили, просто стоя на улице и не обращая никакого внимания на тихие электромобилями NuTonomy, инженеры запрограммировали машины медленно ползти вперед, чтобы немного напугать птиц», — сообщает Bloomberg.

#### *Мосты*

Мосты — это черный ящик для автономных автомобилей, по словам ElectronicComponentNews. Это происходит из-за того, что на мостах большая часть датчиков банально перестают работать: «представьте, что вы начали идти из угла большой комнаты к двери на другой ее стороне, и в какой-то момент гаснет свет. Пока вы ничего не видите, у вас есть очень общее представление о том, куда двигаться дальше, и вас может сбить с пути все что угодно».

#### *Разметка*

Снег зачастую мешает распознавать не только знаки, но и разметку. В таких условиях беспилотникам, как и людям, необходимо «додумывать» ее самостоятельно. Для этого применяется несколько подходов.

Большинство разработчиков беспилотных автомобилей используют высокоточные (HD) карты, на которые нанесены все статичные объекты. Это значительно облегчает беспилотнику задачу ориентирования, потому что ему не надо создавать карту с нуля — достаточно лишь локализовать свое положение на карте и отслеживатьдвигающиеся объекты, например другие автомобили. Поскольку полосы и разметка тоже нанесены на HD-карту, беспилотнику не обязательно «видеть» их напрямую. Вместо этого он по другим объектам, тем же дорожным знакам и деревьям, может точно определить свое местоположение и сопоставить его с расположением полос на карте. Кроме того, помогают алгоритму и контуры дороги, помогающие высчитать расположение полос.

#### *Загрязнение камер*

У беспилотников есть и практические затруднения, связанные с компьютерным зрением, — время от времени автомобилю необходимо «протирать глаза». Так, инженерам Waymo пришлось разработать специальную систему защиты от продуктов жизнедеятельности птиц – мини дворники.

#### *Стоимость*

Почти все лидеры индустрии беспилотных автомобилей убеждены, что без лидаров создать полноценный беспилотный автомобиль пятого уровня автономности невозможно. Однако стоимость лидаров текущего поколения слишком высока, чтобы снабжать ими автомобили, предназначенные для массового потребителя. Один лидар может стоить несколько десятков тысяч долларов, причем на один автомобиль, как правило, необходимо ставить несколько лидаров.

Надежды отрасли связаны с тем, что в ближайшие годы стоимость лидаров может резко упасть до нескольких тысяч, а то и сотен долларов за один прибор. Наиболее перспективными видятся твердотельные лидары без огромной вращающейся конструкции.

#### *Правовые и нормативно-технические условия*

Еще одним барьером являются законы в области регулирования беспилотного транспорта. А точнее, отсутствие полноценного регулирования в этой сфере во всем мире. Некоторые страны уже приняли временное законодательство, разрешающее испытания беспилотников на дорогах, но о полноценном приравнении их к обычным автомобилям речи пока нет.

В России подобные законы и подзаконные акты также готовятся, один из них в мае [внесли](#) на рассмотрение в Госдуму, но и здесь вопрос ставится только об опытной эксплуатации в рамках общероссийского [эксперимента](#).

Практически нерешаемой проблемой оценки безопасности беспилотников является недостаточность данных. У нас есть статистика о десятках годов работы обычных автомобилей, и готовы ли мы потратить

такие же десятки лет на тестирование робокаров прежде чем разрешить им ездить по общим дорогам.

Стоимость оборудования снижается, экономическая эффективность покрывает расходы на внедрение, следовательно экономически целесообразен переход на автономный беспилотный транспорт. А так же явное улучшение автомобильной безопасности: значительное уменьшение количества ДТП, снижение кол-ва смертей. Но все же беспилотный транспорт не способен полностью исключить ДТП.

Беспилотный автомобиль американской компании Uber, насмерть сбивший в 2018 году женщину в Аризоне, не смог распознать ее как пешехода, говорится в отчете Национального совета по безопасности на транспорте США (NTSB) по расследованию инцидента. "Несмотря на то, что система автоматического вождения (ADS) зафиксировала пешехода почти за шесть секунд до удара, система не классифицировала ее как пешехода и не смогла спрогнозировать ее цель как неосторожного пешехода или велосипедиста, потому что она пересекала улицу в месте, где не было перехода, а драйв-ассистент была отвлечена на просмотр фильма в смартфоне.

Мы привыкли к мысли, что ошибка водителя (другого живого человека) может покалечить или даже убить нас, но мы не допускаем идеи что нас может убить ошибочная строчка программного кода. При этом водитель может быть выпившим, уставшим или невыспавшимся, в отличие от компьютера.

Дорожникам же остается помогать автоиндустрии, создавая наиболее благоприятные условия движения, такие как:

-ровная очищенная дорога;

-хорошо распознаваемые знаки, разметка (отказаться от знаков будет возможность только при полном переходе на автономный транспорт, что произойдет совсем не скоро);

-применение в строительстве и обустройстве дорог «умных» гаджетов, образующих целую вспомогательную систему.

### Список литературы:

1. Научный центр безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] <https://journal.tinkoff.ru> Режим доступа: <https://journal.tinkoff.ru/media/obzor-stat-dtp.pdf>. Загл. с экрана.

2. Список регионов для испытания машин-беспилотников [Электронный ресурс] [www.interfax.ru](http://www.interfax.ru) Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/696782>. Загл. с экрана.

3. Уровни автоматизации автомобилей [Электронный ресурс] [bespilot.com](http://bespilot.com) Режим доступа <https://bespilot.com/info/urovni-avtomatizatsii-avtopilota>. Загл. с экрана.

4. Как работает беспилотный автомобиль [Электронный ресурс] [bespilot.com](https://bespilot.com) Режим доступа <https://bespilot.com/chastye-voprosy/kak-rabotaet-bespilotnyj-avtomobil>. Загл. с экрана.

5. Умные дороги и беспилотные машины [Электронный ресурс] [www.kp.ru](http://www.kp.ru) Режим доступа <https://www.kp.ru/best/msk/russianhighways>. Загл. с экрана.