

Ю. Т. Водолажченко; под ред. проф. Б. П. Кашубы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 456 с.

3. Шарипов, В. М. Конструирование и расчет тракторов / В. М. Шарипов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2009. – 752 с.

Представлено 26.05.2022

УДК 656.021

## **КОНЦЕПЦИИ ИСПОЛНЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА**

NFRASTRUCTURE CONCEPTS FOR AUTONOMOUS VEHICLES

**Гончарова Е. А.**, ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

E. Goncharova, Lecturer,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассматриваются варианты исполнения инфраструктуры для движения автономного транспорта.*

*This article discusses the options for surprises for cars with automatic control.*

*Ключевые слова: автономный транспорт, автоматизация движения, транспорт.*

*Keywords: autonomous vehicle, traffic automation, transport.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

С тех пор, как появились первые автомобили, автомобильная промышленность не переставала развиваться. В последние годы, с выходом на рынок первых электромобилей, этот темп еще больше ускорился. Автомобильная промышленность продемонстрировала динамизм в соответствии с тенденциями и требованиями настоящего и будущего общества.

Автоматизированному вождению уделяется все больше внимания для всех видов транспорта. Наиболее часто приводимые дово-

ды в пользу этой технологии включают повышение эффективности транспорта, что приводит к лучшему использованию производственных мощностей и меньшему негативному воздействию окружающую среду. Вопросы безопасности также упоминаются довольно часто, в то время как в это же время эти проблемы безопасности вызывают наибольшие сомнения в отношении принятия таких систем.

## УРОВНИ АВТОМАТИЗАЦИИ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА

Итак, для реализации общего алгоритма бепилотника необходимо пройти две стадии – автоматизацию авто и приборную цифровизацию дорожного пути или дорожной инфраструктуры.

SAE International (Международное общество автомобильных инженеров) была представлена система классификации транспортных средств по степени их автоматизации, начиная от транспортных средств уровня 0, полностью управляемых человеком, и заканчивая автономными транспортными средствами 5-го уровня. Автомобили 2-го уровня, которые могут, например, автономно регулировать скорость и помогать управлять транспортным средством при определенных условиях, доступны уже сегодня, но водитель должен все время следить за дорогой. Автономные автомобили 3-го уровня, которые уже были протестированы в уличном движении, могут самостоятельно ездить по большинству нанесенных на карту дорог, однако они все еще требуют участия водителя. Он должен обратить внимание и принять на себя управление после получения соответствующего уведомления. Тем не менее, автомобильная промышленность не прекращает свои усилия в направлении выпуска автономного автомобиля уровня 4 всего через два года. Такой автомобиль передвигается самостоятельно, например, по магистралям автодорогам, без участия водителя, водитель даже сможет поспать в своем сидении во время движения. Конечным этапом развития умного автомобиля должен стать 5-й уровень, который является полностью автономным, независимо от типа дороги, однако, возможность человека принять управление на себя, допускается [6].

Учитывая представленные выше уровни автоматизации, ниже рассмотрим 3 концепции для автоматизации транспортных средств.

## КОНЦЕПЦИЯ: РАЗДЕЛЕННЫЙ ТРАФИК

С помощью этой концепции самоуправляемые транспортные могут использоваться для перевозки грузов. Примерами могут служить автономные транспортные средства на территории завода, а также региональные челночные перевозки, такие как перевозки в портах внутренних районов или транспортировка добытого сырья на соответствующие перерабатывающие предприятия [3]. Среда, в которой может быть реализован транспорт с самоуправляемыми транспортными средствами, имеет довольно низкую сложность и может легко управляться. В этом случае снижение сложности также предполагает минимальное взаимодействие с другими участниками дорожного движения. Кроме того, физическая инфраструктура адаптируется с помощью структурных мер для разделения транспортных средств с автономным управлением и других участников дорожного движения. Хотя в транспортном средстве больше нет водителя, необходим мониторинг рабочей зоны автономных транспортных средств, поскольку транспортные средства не могут справляться со сложными событиями из-за простой среды. Скорость, с которой движется такая система, зависит от времени, необходимого для экстренного торможения, и степени отрыва от других участников дорожного движения [4].

## КОНЦЕПЦИЯ: СМЕШАННЫЙ ТРАФИК, НО ФИКСИРОВАННЫЕ МАРШРУТЫ

В этой концепции автономные транспортные средства разрешены только на выделенных маршрутах, например, между терминалами в пределах одного порта или на выделенных маршрутах между двумя портами. Это приводит к снижению сложности дорожных систем и инфраструктуры. Эта концепция внедрения позволяет проводить испытания вновь разработанных транспортных средств в реальных условиях. С юридической точки зрения автономные транспортные средства могут использоваться только в общественных местах на определенных маршрутах.

Поскольку транспортные средства до уровня автоматизации 4 не способны справиться со всеми дорожными ситуациями, заранее выбранный маршрут снижает вероятность возникновения такой ситуации [6]. В случае использования общественного транспорта шаттлы, как правило, будут работать в пределах ограниченных зон

или по заранее определенным маршрутам, по крайней мере, на ранних стадиях применения. Следовательно, необходимость в эксплуатации “везде” менее критична, и это может быть привлекательной альтернативой для настройки инфраструктуры (например, с помощью электронного трека и некоторых барьеров для защиты от других трафиков и для повышения производительности системы [5].

## КОНЦЕПЦИЯ: СМЕШАННОЕ ДВИЖЕНИЕ И СВОБОДНЫЙ ВЫБОР МАРШРУТА

Существенным условием использования автономных транспортных средств в условиях смешанного движения является то, что транспортное средство может выполнять все задачи вождения в любых условиях и в любых ситуациях. Таким образом, эта концепция может быть применена только с автоматизацией 5-го уровня. Кроме того, различные требования предъявляются как к физической, так и к коммуникационной инфраструктуре. Для функциональности автономных транспортных средств и системы обеспечение и степень подключения к беспроводным технологиям, таким как DSRC и, возможно, 5G, имеют первостепенное значение. Однако проблема заключается в подключении, а не в пропускной способности. Требования к физической инфраструктуре пока не могут быть четко определены, поскольку необходимость структурного разделения между автономными транспортными средствами и другими участниками дорожного движения определяется достижимой технологической зрелостью.

В настоящее время пока невозможно определить, какие ситуации никогда не могут быть разрешены автономным транспортным средством и должны быть предотвращены с помощью структурных мер [4]. Для интеграции транспортных средств с автономным управлением в обычное движение без потери пропускной способности необходимы технические решения для транспортных узлов, а также необходимо разработать структурные и нормативные корректировки [5]. Для городского вождения особенно необходимо изменить условную совместимость между пересекающимися транспортными потоками потому что автономные транспортные средства не могут справиться с такими ситуациями. Это можно было бы решить с помощью отдельной фазы зеленого сигнала светофора для автономных транспортных средств, которым не нужны

специальные правила дорожного движения, когда возможна связь V2X, или отдельной фазы зеленого сигнала светофора для пешеходов и велосипедистов [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Планирование дорожной инфраструктуры должно учитывать требования к автономным транспортным средствам также на начальном этапе. Несмотря на то, что общая идея автономных транспортных средств заключается в том, что они должны быть способны справляться с любыми условиями инфраструктуры, на этапе их появления им потребуется дополнительная помощь со стороны надежной физической инфраструктуры – высококачественных тротуаров, неповрежденной (дорожной) разметки и цифровой инфраструктуры в виде сетей. В то время как разработка автономных транспортных средств все еще находится в стадии разработки, необходимо уделить особое внимание на такие аспекты, как: подготовка дорог высококачественным дорожным покрытием, чтобы свести к минимуму раздражение автомобильных датчиков; обеспечить высокое качество формирования, контрастность и регулярное техническое обслуживание дорожной разметки для легкости ее считывания, обеспечить в качестве дополнительной поддержки системы дорожного ориентирования и дорожные демаркационные знаки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Featherstone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/chi.842>. – Дата доступа: 04.03.2022.
2. UX/UI элементы в дисплеях автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/designers/interactive/amazing-vehicle-ui>. – Дата доступа: 04.05.2022.
3. DHL Trend Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dhl.com/cn-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/key-logistics-trends-in-life-sciences-2020.html>. – Дата доступа: 04.04.2022.
4. UX элементы в системе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198221001603>. – Дата доступа: 16.05.2022.

5. ADAS система для автономных автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.i-micronews.com/products/sensing-and-computing-for-adas-vehicle-020/?utm\\_source=Yole&utm\\_medium=relatedreports\\_Sample&utm\\_campaign=r\\_LiDAR\\_Sept2021](https://www.i-micronews.com/products/sensing-and-computing-for-adas-vehicle-020/?utm_source=Yole&utm_medium=relatedreports_Sample&utm_campaign=r_LiDAR_Sept2021). – Дата доступа: 05.04.2022.

6. Knaufautomotive.com [Электронный ресурс] / <https://knaufautomotive.com/ru/avtonomnyu-avtomobil-kogda-mashine-bolshe-ne-nuzhen-voditel>. – Дата доступа: 16.05.2022.

Представлено 15.05.2022