

## ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И АВТОНОМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА: ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ И ВОПРОСЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

*д-р техн. наук, доц. С.А. РЫНКЕВИЧ*

*(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой;  
Белорусско-Российский университет, Могилев)*

*Приведена характеристика высокоавтоматизированного транспортного средства (ВАТС). Рассмотрена классификация уровней автономности ВАТС. Отмечено, что путь к появлению беспилотных автомобилей был долгим и тернистым, требующим десятилетий научных изысканий и череды революционных технологических прорывов. Представлены примеры широкого распространения беспилотных автомобилей в ряде стран. Описаны электрические автономные транспортные средства с трансформируемым интерьером и основные типы таких электромобилей. Отмечено, что в ВАТС идея передачи управления водителю подразумевает координацию действий между автоматикой и человеком, особенно когда система не справляется с безопасным вождением или когда необходимо человеческое вмешательство. Проанализированы ключевые аспекты данного подхода. Выделены проблемы, связанные с массовым внедрением ВАТС. Подчеркнуто, что неопределенность правового статуса и высокие эксплуатационные риски могут замедлить массовое производство автономного транспорта. Пока неясно, как именно будут регулироваться автономные машины, и есть немало рисков при их использовании. Развертывание полностью автоматизированных транспортных средств, соответствующих пятому уровню автономности и не требующих вмешательства человека, порождает не только комплекс юридических вопросов, но и значительные угрозы в области кибербезопасности.*

**Ключевые слова:** транспортное средство, высокоавтоматизированный транспорт, автоматизированное управление, дорожное движение, транспортная безопасность.

**Введение.** Высокоавтоматизированное транспортное средство – это автомобиль, который оснащен системами автоматизации, позволяющими ему выполнять значительную часть функций управления без непосредственного вмешательства водителя. Эти технологии могут включать в себя как частичное, так и полное автоматическое управление<sup>1</sup>. Обеспечение безопасной и своевременной передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах – проблема, требующая решения для успешного внедрения этой технологии.

ВАТС оборудованы различными датчиками, такими как камеры, радары и лидары, которые помогают им воспринимать окружающую среду и принимать решения. Алгоритмы обработки данных используются для анализа информации, полученной от датчиков в реальном времени, о движении и взаимодействии с другими участниками дорожного движения.

**Основная часть.** В 2014 г. Общество автомобильных инженеров (SAE) опубликовало работу, представляющую собой стандарт, который устанавливает таксономию и определения терминов, относящихся к автоматизированным системам управления движением дорожных транспортных средств. Данный документ подробно рассматривает ряд ключевых аспектов, включая введение системы классификации уровней автоматизации. SAE J3016<sup>2</sup> делит эти уровни на шесть категорий, описание которых приводится далее.

Уровень 0 (Непосредственное управление). Водитель полностью контролирует управление автомобилем без помощи систем автоматизации. Здесь система помогает человеку управлять автомобилем (круиз-контроль, автоматическая парковка).

Уровень 1 (Помощь водителю). Системы могут управлять одной функцией, такой как управление рулевым колесом или ускорением/торможением, но водитель должен оставаться вовлеченным и готовым перейти к управлению.

Уровень 2 (Управление частично автоматизированное). Системы могут одновременно управлять рулевым управлением и ускорением/торможением, но водитель должен постоянно следить за дорогой и быть готовым взять управление. Этот уровень предполагает частичную автономность, когда автомобиль берет на себя часть задач по управлению (навигация, рулевое управление, маневрирование, торможение, разгоны), но водитель по-прежнему остается активным участником процесса.

Уровень 3 (Самостоятельное управление при определенных условиях). Автомобиль способен самостоятельно перемещаться, когда для этого созданы подходящие условия, без необходимости вмешательства водителя.

<sup>1</sup> ГОСТ Р 70249-2022. Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения. – М.: Рос. и-т стандартизации, 2022. – 11 с.

<sup>2</sup> SAE J3016. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. – Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2014. – 41 p.

Однако в этом случае требуется, чтобы водитель был готов взять управление в любой момент по запросу системы. Система автопилота активна, но водитель сохраняет контроль и может перехватить управление в любой момент.

Уровень 4 («Продвинутое» автопилотирование). Автомобиль может управлять собой в заранее определенных условиях (например, в городских условиях или на автомагистрали) без необходимости вмешательства водителя. Т.е. транспортное средство способно к самостоятельному управлению в рамках четко очерченного операционного дизайна. Наличие водителя в транспортном средстве является обязательным, при этом его непосредственное управление может отсутствовать. Эксплуатация автомобиля разрешена исключительно в специально оборудованных для данного типа передвижения участках.

Уровень 5 (Полное управление). Автомобиль способен управлять собой в любых условиях и не требует вмешательства водителя. Уровень 5 предполагает отсутствие рулевого колеса и педалей. Термин «беспилотный автомобиль» подразумевает транспортное средство, где водитель не контролирует движение, но остается в салоне. Однако сегодня такие машины не используются в реальных условиях, т.к. законодательство и технологии требуют обязательного присутствия водителя.

Работа<sup>3</sup> представляет собой значительный вклад в стандартизацию терминологии и классификации, что напрямую влияет на безопасность интеграции автоматизированных систем управления движением в общую дорожную сеть и улучшает координацию между всеми участниками. Путь к созданию беспилотных автомобилей проложен благодаря многолетним научным открытиям и технологическим достижениям. От зарождения идеи в середине прошлого века до сегодняшних автономных прототипов этот прогресс стал реальностью благодаря развитию датчиков, искусственного интеллекта и вычислительных мощностей.

Европа уверенно движется вперед, внедряя беспилотные автомобили. Россия не отстает, делая ставку на инновации в этой перспективной области. Ярким подтверждением тому служит «Яндекс.Такси»: уже сегодня на дорогах работают 50 самоуправляемых машин. С 2020 по 2022 гг. они проехали более миллиона километров, причем львиная доля этого пути пришлась на столичные магистрали. А к 2023 г., успешно завершив испытания, компания планирует увеличить свой автономный автопарк до тысячи машин.

В конце 2023 г. на трассе М-11 Москва–Санкт-Петербург стартовал новый этап в логистике: беспилотные грузоперевозки стали реальностью. На линию вышли новейшие магистральные тягачи КАМАЗ-5490, на 70% собранные из российских комплектующих. Эти грузовые автомобили оснащены продвинутой системой автопилота (уровень 4 по классификации SAE), использующей искусственные нейронные сети для управления. Для беспилотных грузовых автомобилей предусмотрена отдельная полоса движения. Ожидается, что благодаря круглосуточной работе и возможности совершать больше рейсов в день скорость доставки увеличится на 12%. Руководители федерального проекта «Беспилотные логистические коридоры» рассчитывают на 10% сократить расходы на перевозку, поскольку беспилотники смогут работать без перерывов, как это требуется водителям, и исключат затраты на их оплату.

Процесс внедрения ВАТС имеет огромные возможности и перспективы, поскольку устраняет человеческий фактор, являющийся причиной большинства ДТП (70%). Значительный потенциал и масштабность упомянутых и аналогичных проектов в сфере автономного транспорта не могут быть полностью реализованы, поскольку прогресс в области беспилотных автомобилей упирается в неразвитость законодательной базы.

В качестве примера высокоавтоматизированного транспорта рассмотрим концепт Volvo 360c как революционный электромобиль с возможностью автономного управления и трансформируемым интерьером. Он соответствует уровню 4 автономности. Так, Volvo 360c спроектирован с использованием технологии автономного вождения, что позволяет ему самостоятельно управлять движением во многих ситуациях без необходимости вмешательства водителя. Концепт включает в себя множество датчиков и камер, которые обеспечивают высокий уровень безопасности и позволяют автомобилю адаптироваться к изменяющимся дорожным условиям.

Volvo 360c является полностью электрическим, что снижает выбросы углерода и способствует более чистой окружающей среде. Преимущества этого концепта:

- энергоэффективность: важным аспектом разработки является эффективное расходование энергии, что напрямую способствует увеличению дистанции, которую автомобиль может преодолеть без подзарядки;
- трансформируемый интерьер; гибкость пространства: салон Volvo 360c отличается исключительной адаптивностью, позволяя менять его конфигурацию под различные нужды – будь то комфортное путешествие, рабочая обстановка или зона отдыха;
- современный комфорт и технологии: внутри автомобиля пассажиров ждут передовые технологии, включая мультимедийные и коммуникационные системы, призванные сделать каждую поездку максимально приятной и продуктивной;

---

<sup>3</sup> SAE J3016. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. – Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2014. – 41 p.

– многообразие конфигураций: интерьер легко трансформируется, предлагая различные варианты обустройства – от спального места до рабочего кабинета или зоны для общения, в зависимости от текущих запросов пассажиров;

– интеграция с городской инфраструктурой; эффективное взаимодействие: Volvo 360c способен «общаться» с такими городскими системами, как управление движением и зарядные станции, что значительно повышает эффективность его перемещения. Перспектива «умных» городов: разработка концепта учитывает будущие потребности «умных» городов, где автономный транспорт будет играть центральную роль;

– пользовательский опыт; индивидуальный подход: пассажиры могут адаптировать салон и функции автомобиля под свои нужды, делая каждую поездку уникальной. Простота управления: современные интерфейсы и технологии обеспечивают легкое и комфортное взаимодействие с автомобилем.

На рисунке 1 представлены электрические автономные транспортные средства с трансформируемым интерьером.



*а* – городской кроссовер на электротяге; *б* – вариант изменения интерьера салона;  
*в* – концепт Volvo 360c; *г* – электрический беспилотный минивэн CM1e, КНР

**Рисунок 1. – Автономные транспортные средства с трансформируемым интерьером**

Электромобили с трансформируемым интерьером представляют собой инновационное решение, которое позволяет адаптировать пространство внутри автомобиля в зависимости от потребностей пассажиров. Основные типы таких электромобилей приведены на рисунке 2.

1. Модульные электромобили. Эти автомобили имеют сменные модули, которые могут быть настроены для различных нужд, таких как пассажирские перевозки, грузоперевозки или мобильные офисы.

2. Автомобили для совместного использования. Эти электромобили проектируются для совместного использования и могут менять свой интерьер для разных групп пассажиров. Например, сиденья могут быть переоборудованы для комфортной поездки нескольких человек или для работы. Так, концепты от таких компаний, как Toyota и Nissan, фокусируются на гибкости интерьера для повышения комфорта пассажиров.

3. Автономные электромобили. Это электромобили с уровнем автономности, которые могут трансформировать интерьер в зависимости от сценария использования. Например, в режиме автономного вождения могут разложиться сиденья для отдыха или работы. Пример: концепты, такие как Volvo 360c, предлагают автономные решения с гибким пространством для различных видов деятельности.

4. Электрические минивэны и кроссоверы. Эти автомобили имеют просторные интерьеры, которые можно адаптировать для перевозки пассажиров или грузов. Сиденья могут убираться или складываться для увеличения пространства.

5. Специальные электромобили. Это автомобили, предназначенные для конкретных задач, таких как мобильные офисы или автомобили для отдыха, могут иметь трансформируемый интерьер для повышения комфорта и функциональности. Например, такие концепты, такие как Rivian R1T, могут быть настроены для кемпинга или других активностей.



Рисунок 2. – Типы электромобилей

Когда речь идет о машинах с высокой степенью автоматизации, важно понимать, что передача управления обратно человеку-водителю – это не просто кнопка. Это процесс, требующий четкого взаимодействия между машиной и человеком. Особенно это важно, когда автоматика сталкивается с трудностями в безопасном вождении или когда водителю нужно взять руль на себя. Вот основные моменты, касающиеся этого:

1. Степень автоматизации и управление.

*Уровни автономии.* В зависимости от того, насколько автомобиль способен управлять самостоятельно (от частичной до полной), меняются и способы передачи контроля. Например, на более низких уровнях автоматизации (втором и третьем) водитель должен быть готов в любой момент «перехватить» управление. На более высоком уровне (четвертом) система может самостоятельно справляться с вождением в определенных условиях.

2. Сигналы для водителя.

*Оповещения о необходимости вмешательства.* Автомобили с высоким уровнем автоматизации оснащены комплексом систем, которые уведомляют водителя о том, что ему нужно взять управление. Эти уведомления могут быть визуальными, звуковыми или тактильными.

*Ситуационные подсказки.* Передача управления может зависеть от текущей ситуации, например, при ухудшении дорожных условий или возникновении технических проблем.

3. Взаимодействие человека и машины.

*Интуитивное управление и своевременное информирование.* Ключевым аспектом является создание простых и понятных интерфейсов, обеспечивающих легкий и быстрый переход управления к водителю. Это может быть реализовано посредством физических кнопок, сенсорных панелей или голосового управления.

Система также должна эффективно информировать водителя, предоставляя актуальные данные о состоянии автомобиля и окружающей среде, что способствует принятию обоснованных решений.

4. Обучение и подготовка водителей.

*Навыки взаимодействия с автоматикой.* Водители должны быть обучены правилам взаимодействия с высокоавтоматизированными системами, включая понимание того, когда и как следует брать на себя управление.

*Практические тренировки.* Использование симуляторов для отработки различных сценариев поможет водителям лучше реагировать в реальных дорожных ситуациях.

5. Обеспечение безопасности и надежности.

*Гарантирование высокого уровня защищенности и безотказности функционирования.*

*Поддержание стабильности и защищенности системы, а также обеспечение устойчивости и защищенности всех процессов.*

6. Правовые и психологические вопросы.

*Определение ответственности.* Необходимо четко установить, кто несет ответственность в случае аварии или происшествия, когда управление было передано водителю.

*Психологическая готовность водителя.* Важно изучить, как водители воспринимают процесс передачи управления и как это влияет на их способность быстро и эффективно вмешаться.

Несмотря на очевидные плюсы, широкое распространение автомобилей с автопилотом сталкивается с серьезными препятствиями. Во-первых, это может повлечь за собой сокращение штата в транспортных организациях и уменьшение нагрузки на сотрудников дорожной полиции, занимающихся расследованием аварий. Во-вторых, остро стоит вопрос определения виновного в случае ДТП, вызванного сбоем системы. Неясно, кто будет нести ответственность: владельцы автомобилей (или юридические лица на этапе тестирования) за программные недочеты? Такая правовая неопределенность и высокие риски эксплуатации могут замедлить массовое производство и внедрение ВАС. Ответственность водителя будет ограничиваться случаями, когда он не смог вовремя перехватить управление в критической ситуации или, наоборот, необоснованно вмешался в работу автопилота, который мог бы предотвратить аварию.

Согласно общепринятым нормам, как обычные, так и высокоавтоматизированные транспортные средства признаются источниками повышенной опасности. В большинстве случаев владелец такого транспортного средства несет ответственность за причиненный им вред. Однако эта ответственность может быть снята, если будет установлено, что вред возник по причине непреодолимых обстоятельств или умышленных действий потерпевшего.

На рисунке 3 отражены существенные факторы, препятствующие формированию устойчивой уверенности в безопасности ВАС.



Рисунок 3. – Аспекты проблемы формирования надежной уверенности в безопасности ВАС

В 2018 г. в Аризоне произошла трагическая авария, унесшая жизнь женщины. Она погибла, переходя дорогу вне установленного пешеходного перехода, примерно в ста метрах от него, ведя за собой велосипед. Система автономного вождения автомобиля, принадлежащего Uber, зафиксировала объект за 5,6 с до столкновения, но первоначально идентифицировала его как другое транспортное средство, а затем как велосипед, а не как пе-

шехода. Лишь за 1,2 с до удара система предупредила водителя-испытателя о критической ситуации и передала управление. Аварийное торможение было активировано за 0,2 с до столкновения, когда избежать его уже было невозможно. Водитель в момент происшествия отвлеклась на просмотр телепередачи, что способствовало трагическому исходу. Расследование, длившееся полтора года, установило вину всех сторон: водителя-испытателя за невнимательность, погибшей за нарушение правил перехода дороги в темное время суток, компании Uber за недоработки в алгоритмах распознавания объектов и задержку реакции системы, а также власти Аризоны за недостаточное регулирование тестирования беспилотных автомобилей на дорогах. Ответственность за возмещение ущерба возложена на водителя-испытателя и Uber, с которой ранее были сняты уголовные обвинения.

Внедрение полностью автономных транспортных средств (пятый уровень по классификации SAE), исключающее потребность в человеческом управлении, сопряжено не только с юридическими вызовами, но и с существенными рисками для кибербезопасности. Потенциальные кибератаки могут поставить под угрозу функционирование целых городских агломераций и их транспортной инфраструктуры, делая их уязвимыми объектами.

**Заключение.** Высокоавтоматизированные транспортные средства представляют собой значительный шаг в развитии автомобильной индустрии, предлагая новые уровни безопасности, удобства и эффективности. Методология передачи управления в ВАТС акцентирует внимание на формировании надежного и понятного интерфейса взаимодействия между человеком и машиной. Это важно для обеспечения безопасности и эффективности вождения, а также для подготовки человека (водителей, пассажиров, пешеходов) к новым условиям автономного вождения.

В то же время неясность правового статуса и высокие эксплуатационные риски могут замедлить массовое производство автономного транспорта. Развертывание полностью автоматизированных транспортных средств, соответствующих пятому уровню автономности и не требующих вмешательства человека, порождает не только комплекс юридических вопросов, но и значительные угрозы в области кибербезопасности.

*Поступила 17.12.2025*

## HIGHLY AUTOMATED AND AUTONOMOUS VEHICLES: PROSPECTS, CHALLENGES AND LIABILITY ISSUES

**S. RYNKEVICH**

*(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk;  
Belarusian-Russian University, Mogilev)*

*This article describes highly automated vehicles (HAV). Classifications of HAV autonomy levels are considered. It is noted that the path to the emergence of driverless cars was long and arduous, requiring decades of scientific research and a series of revolutionary technological breakthroughs. From the first ideas in the middle of the last century to modern prototypes, autonomous transport has become a reality thanks to the improvement of sensors, the development of artificial intelligence technologies, and computing power. Examples of the widespread use of driverless vehicles in several countries are considered. Electric autonomous vehicles with a transformable interior are described, and the main types of such electric vehicles are examined. It is noted that in HAV, the idea of transferring control to the driver implies coordination between the automation and the human, especially when the system cannot cope with safe driving or when human intervention is necessary. Key aspects of this approach are analyzed. The challenges associated with the widespread implementation of HAV are highlighted. It is noted that the unclear legal status and high operational risks could slow the mass production of autonomous vehicles. It is still unclear how autonomous vehicles will be regulated, and their use poses numerous risks. The deployment of fully automated vehicles, which correspond to Level 5 autonomy and require no human intervention, raises not only a host of legal issues but also significant cybersecurity threats.*

**Keywords:** *hydromechanical transmission, mechanical transmission, mobile machine, gear engagement, profile modification, dry friction damper.*