

Тенденции развития и риски беспилотных автомобилей в России и за рубежом

Младший научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Центрального экономико-математического института (ЦЭМИ) РАН
В.В. Дубинина
Младший научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Центрального экономико-математического института (ЦЭМИ) РАН
М.С. Кузнецова

Аннотация. Полная автоматизация транспортных средств является главным трендом на рынке автономных автомобилей. Они способны выполнять все функции вождения на всех видах поверхностей и в любых погодных условиях. Однако существуют риски и угрозы от появления беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования. В статье рассмотрен опыт разработки и развития беспилотных автомобилей российских и зарубежных компаний, представлена характеристика пяти уровней автономного вождения, данные рынка беспилотных автомобилей, а также отражены риски и законодательные инициативы по регулированию деятельности, связанной с развитием данной технологии.

Ключевые слова: беспилотные автомобили, уровни автономного вождения, риски, ответственность, кибербезопасность.

DOI: 10.34705/KO.2022.62.91.005

Development trends and risks of self-driving vehicles in Russia and abroad

Dubinina V.V., Kuznetsova M.S.

Annotation. Full vehicle automation is a major trend in the autonomous vehicle market. They are capable of performing all driving functions on all kinds of surfaces and in all weather conditions. However, there are risks and threats from the emergence of unmanned vehicles on public roads. The article discusses the experience of developing unmanned vehicles of Russian and foreign companies, presents a description of five levels of autonomous driving, data on the unmanned vehicles market, and also reflects the risks and legislative initiatives to regulate activities related to the development of this technology.

Keywords: self-driving vehicles, levels of autonomous driving, risks, liability, cybersecurity.

Введение

За последнее десятилетие значительно вырос интерес к автономному вождению. Ожидается, что внедрение самоходных транспортных средств будет способствовать появлению более безопасных и экологически чистых транспортных систем. Считается, что с появлением мощных методов искусственного интеллекта (ИИ) автономные транспортные средства могут с высокой точностью воспринимать окружающую среду, принимать решения в реальном времени и работать без вмешательства человека.

В течение последних лет компании по всему миру начали инвестировать сотни миллионов долларов в развитие самоуправляемых автомобилей, также известных как автономные транспортные средства.

Беспилотный автомобиль, БА (самоуправляемый или автономный автомобиль) - транспортное средство, которое использует комбинацию датчиков, камер, радара и ИИ для перемещения между пунктами назначения без участия человека [1].

Самоуправляемые автомобили обладают рядом технологий, которые отсутствуют в современном поколении автомобилей – например, радары, инерциальные измерительные приборы, лидары (лазерные локаторы), гидролокаторы и камеры. Системы, основанные на искусственном интеллекте, анализируют полученные приборами данные, помогая автомобилю распознать окружающую среду и самостоятельно принять решение. Например, камеры могут определить человека, а радар - уловить разницу между реальным челове-

ком и картонной фигурой человека. Все компоненты системы должны работать одновременно. Таким образом, необходимы не только датчики высокой четкости, но и высокопроизводительная центральная цифровая система внутри автомобиля, которая позволит обрабатывать данные датчиков, создавать виртуальное воспроизведение окружающего автомобиль физического мира, а затем, в реальном времени быстро принимать сложные решения о том, куда повернуть, когда затормозить и т.д.

В последнее время растет количество исследований и разработок, направленных на повышение безопасности и возможностей автоматизации автономных транспортных средств, предотвращение дорожно-транспортных происшествий и создание лучшей дорожной инфраструктуры. Потенциальными преимуществами беспилотников являются повышенное удобство, безопасность

эксплуатации (особенно для пожилых людей и людей с ограниченной подвижностью), снижение выбросов углекислого газа, повышение безопасности, снижение транспортных расходов и плотности движения. В частности, уменьшение пробок на дорогах и обеспечение безопасности являются двумя важными обещаниями автономных транспортных средств. В отчете Intel о прогнозируемых преимуществах автономных транспортных средств предполагается, что развертывание этой технологии на дорогах приведет к сокращению на 250 млн часов времени в пути пользователей в год и спасет более полумиллиона жизней в период 2035–2045 гг. только в США [2].

Считается, что одним из основных потребителей беспилотных автомобилей будет отрасль такси. По прогнозам Markets&Markets, объем мирового рынка робо-такси вырастет с 617 ед. в 2021 г. до 1,4 млн ед. к 2030 г. [3].

Развитие беспилотных автомобилей

Международное Общество автомобильных инженеров (SAE) выделяет следующие уровни автоматизированного вождения [4].

0-й уровень – автоматизация вождения отсутствует.

1-ый – введены передовые системы помощи водителю (ADAS): функции, которые либо контролируют рулевое управление, либо скорость для поддержки водителя (например, контроль устойчивости, адаптивный круиз-контроль, который автоматически ускоряет и замедляет автомобиль на основе других транспортных средств на дороге). Эти функции были введены в 1950-1960-х гг. и в настоящее время распространены в большинстве современных автомобилей.

2-ой – автономная система одновременно контролирует рулевое управление и ускорение, а водитель осуществляет вспомогательные функции (например, системы Tesla Autopilot, Nissan ProPilot и Cadillac Super Cruise относятся к уровню 2). К уровням 1 и 2 относятся машины с такими системами, как адаптивный круиз-контроль, адаптивная тормозная система и система помощи при парковке (при этом, водителям необходимо держать руки на руле). В 2020 г. было продано около 11,2 млн автомобилей с функциями уровня 2 (на 78% больше, чем в 2019 г.) [5].

3-ий – условная автоматизация вождения: система может управлять автомобилем без необходимости в человеческом контроле и реагировании, при этом, система может попросить человека вмешаться, и водитель должен быть в состоянии взять управление на себя в любое время. К 3-му уровню относятся Audi A8L с системой Traffic Jam Pilot и Mercedes-Benz S-Class с системой Drive Pilot.

4-ый – системы обладают высокой автоматизацией и могут полностью управлять автомобилем при определенных условиях. При этом автомобиль не будет двигаться, если не выполнены все условия. К 4-му уровню относятся автомобили Waymo и Lyft.

5-ый – полная автоматизация вождения, вмешательство человека не требуется. Автомобиль работает на всех видах поверхностей, по всему миру, круглый год, в любых погодных условиях.

Развитие самоуправляемых автомобилей началось с дополнительных функций автоматизации для безопасности и удобства (круиз-контроль, антиблокировочные тормоза). После 2000 г. в автомобилях стали доступны расширенные функции безопасности (например, электронный контроль устойчивости, обнаружение слепых зон, предупреждение о столкновениях и сдвиге с полосы движения). В период 2010–2016 гг. появились расширенные возможности помощи водителю (видеокамеры заднего вида, автоматические аварийные тормоза и помощь в центрировании полосы движения). С 2016 г. самоуправляемые автомобили перешли к частичной автономии с функциями, которые помогают водителям оставаться на своей полосе движения, а также технологией АСС (адаптивный круиз-контроль) и возможностью самостоятельной парковки [6].

На рис. 1. представлен прогноз мировых продаж автомобилей с учетом внедрения систем помощи водителю, частично автономного вождения и полностью автономных транспортных средств 5-го уровня. По прогнозу, к 2030 г. ожидается полный переход на автомобили 5-го уровня [7].

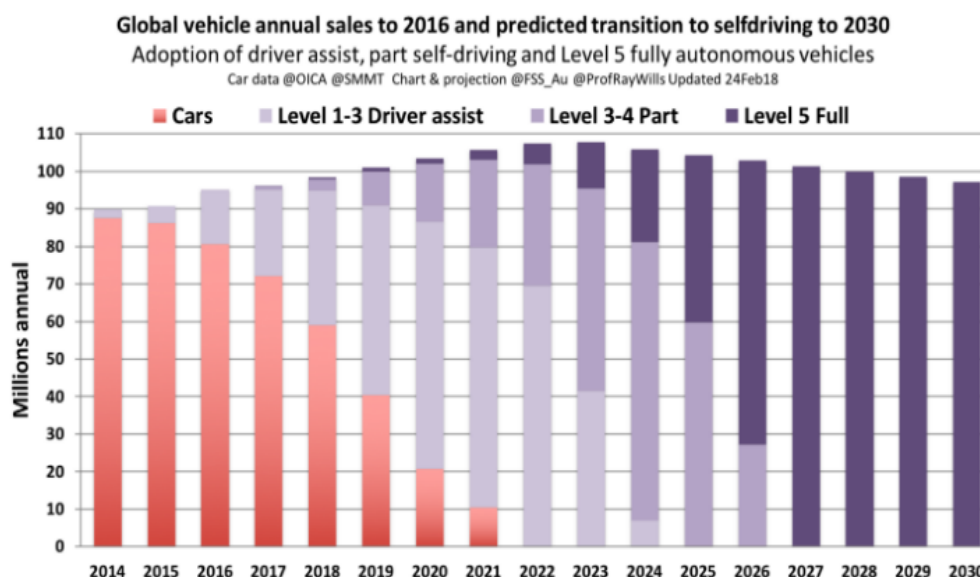


Рис. 1. Ежегодные мировые продажи автомобилей до 2016 г. и прогнозируемый переход на беспилотные автомобили до 2030 г.

Источник: [7].

По уровню автоматизации рынок разделен на полуавтономные (уровни 1–3) и полностью автономные автомобили (уровни 4, 5). В 2020 г. доля полуавтономных автомобилей составляла 21,9% от общего количества машин. По данным Capalys, в 4 квартале 2020 г. во всем мире было продано около 3,5 млн легковых автомобилей с функциями автономного вождения уровня 2. Из них в США –

1,2 млн ед., в Японии - 199 тыс. ед., в Европе - 628 тыс. ед., в Китае - 832 тыс. ед. [8] (рис. 2).

В настоящее время автономные автомобили уровней 2 и 3 наиболее заметны на рынке, также тестируются автомобили 4-го уровня и ведутся разработки для автомобилей 5-го уровня. Ожидается, что автомобили 4-го и 5-го уровней автономности достигнут более широкого признания к 2030 г. [5].

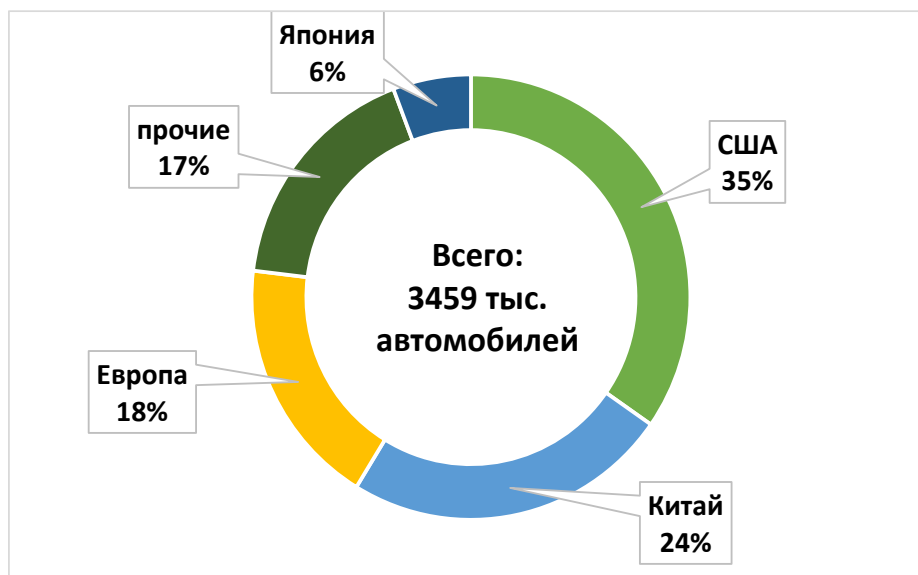


Рис. 2. Структура продаж автомобилей с функциями автономного вождения уровня 2 в 4 квартале 2020 г. по странам (%)

Источник: [8]

Законодательное регулирование деятельности беспилотных автомобилей

17 марта 2022 г. было принято постановление Правительства РФ (от 9 марта 2022 г.) № 309 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций в РФ» [9].

Экспериментальный правовой режим (ЭПР) составит 3 года и распространяется, в частности, на высокоавтоматизированные транспортные средства (ВАТС) категорий 1 и 2.

ЭПР для ВАТС 1-й категории (движение с водителем-испытателем (ВИ), который находится на водительском или переднем пассажирском сиденье) устанавливается на территориях г. Москвы, г. Иннополиса (Республика Татарстан) и федеральной территории «Сириус» (Краснодарский край).

ЭПР для ВАТС 2-й категории (движение без ВИ в салоне при удаленных маршрутизации и диспетчеризации оператора) устанавливается на территориях г. Иннополиса (Республика Татарстан) и инновационного центра территории «Сколково» (г. Москва).

По данным принятого постановления субъектом ЭПР является ООО «Яндекс.Испытания», который сможет оказывать услуги на возмездной основе третьим лицам. Таким образом, постановление позволит Яндексу запустить коммерческий сервис самоуправляемых такси в г. Москве.

Субъект ЭПР должен застраховать и поддерживать застрахованным в период эксплуатации ВАТС риск ответственности по обязательствам, которые возникают вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц, в пользу третьих лиц на 10 млн руб. в отношении каждого ВАТС.

Также отмечается, что ВАТС должно обеспечивать соблюдение ПДД, безопасно взаимодействовать с другими участниками дорожного движения и действовать только в установленных пределах среды эксплуатации.

При этом существует множество сложностей со взаимодействием с ВАТС 2 категории. Например, чтобы сотруднику полиции остановить ВАТС, необходимо связаться с оператором (номер указан на боковом стекле), который обеспечит остановку конкретного ТС в ближайшем безопасном месте. При ДТП с участием ВАТС 2 категории, повлекшем причинение вреда жизни и здоровью людей, ответственность несут оператор и отвечающие за техническое состояние автомобиля (в зависимости от причины ДТП).

Также отмечается, что субъект ЭПР обязан учитывать риски, возникающие при эксплуатации ВАТС, и принять меры для их минимизации [9].

Риски и угрозы, связанные с беспилотными автомобилями

Несмотря на большой ожидаемый потенциал рынка автономных автомобилей (АА), существуют значительные риски, которые этому препятствуют: кибербезопасность, неподготовленная инфраструктура, несовершенство технологии, безопасность участников движения, а также повышенное воздействие радиации.

Чем выше уровень автономии, тем больше риск кибератаки, поскольку автомобилям требуется связь для безопасного движения. Также существует вероятность того, что система даст сбой и АА будет действовать непредсказуемо, остановится и подвергнет риску остальных участников дорожного движения. Программное обеспечение не может учитывать непредвиденные ситуации на дороге (плохое, опасное вождение других людей, препятствия на дороге, вводящая в заблуждение дорожная разметка) [10]. При этом, текущая инфраструктура не оптимизирована для использования АА.

В исследовании AAA (the American Automobile Association, Inc.) 2020 г. было показано, что автомобили, оснащенные активными системами помощи при вождении, испытывали проблемы в среднем через каждые 12–13 км пути [11]. Системы часто отключались без предупреждения и

требовали от водителя незамедлительного возобновления управления ТС. Кроме того, на них могут оказать влияние плохие погодные условия (снег, дождь, туман и т.д.), которые препятствуют автомобилю объективно воспринимать окружающую среду.

Разработчики считают, что автомобили с автоматическим управлением более безопасны, чем с ручным управлением, однако аварии с их участием становятся все более частыми. На пройденные 1,6 млн км. (1 млн миль) приходится 9,1 автомобильных аварий без водителя, при этом, у обычных транспортных средств этот показатель - 4,1 аварии [12].

По данным IDTechEx, в период 2019–2021 гг. в Калифорнии произошло 187 аварий с участием АА, из которых 83 - произошли при работе в автономном режиме, 2 - связаны с неисправностью системы автомобиля, остальные - вызваны другими ТС или нарушениями со стороны пешеходов [13].

АА являются высокотехнологичными ТС и используют различные электронные устройства (GPS, Bluetooth, Wi-Fi и т.д.), создающие электромагнитное излучение. При этом постоянное воздействие электромагнитного поля может привести к головной боли, мигрени, бессоннице и увеличить восприимчивость к инфекциям [14].

Опыт России

Наиболее активно беспилотный транспорт в России развивает Яндекс. Их лаборатория пока что остается единственной в России, получившей разрешение на тестирование 64 беспилотных автомобилей (БА) в особых зонах в условиях городской среды (в Москве и Татарстане) [15]. При этом КАМАЗ также считается лидером в разработке решений для беспилотного транспорта в России.

Беспилотные автомобили КАМАЗа. С 2015 г. автоконцерн КАМАЗ совместно с Cognitive Technologies (отечественный разработчик программного обеспечения) запустили проект по разработке беспилотного грузового автомобиля [16].

В 2018 г. в Казани был продемонстрирован прототип беспилотного электробуса КАМАЗ-1221 «Ш.А.Т.Л.» (Широко Адаптивная Транспортная Логистика) совместной разработки КАМАЗа и ФГУП «НАМИ». ТС особо малого класса категории М2 предназначено для передвижения по дорогам с твердым покрытием с использованием данных цифровых карт, систем навигации и органов технического зрения [17]. В 2021 г. в Казани проходило тестирование уже второй версии с измененным дизайном и улучшенными характеристиками. По данным КАМАЗ, в 2030 г. шаттлы смогут начать работу на дорогах общего пользования [18].

В 2019 г. начались первые тестовые заезды БА КАМАЗ-4308 (Одиссей) на заводской территории КАМАЗа (проект по перевозке комплектующих). Логистические операции проводятся на дорогах в границах промышленной площадки завода, однако, считается, что такие БА могут применяться на любых производствах, где требуются челночные перевозки по заданным маршрутам [17].

В 2020 г. КАМАЗ получил патент на электрический беспилотный грузовой автомобиль без кабины для водителя - КАМАЗ-3373 (Челнок). Челнок имеет равнозначное направление движения вперед или назад (продублированная передняя и задняя светотехника). При движении в одном направлении зажигаются передние фары и в противоположном - задние фонари (замена освещения происходит соответственно направлению движения). Первый образец уже создан и ведутся отладочные работы [17].

В 2021 г. представлена совместная разработка КАМАЗ и МГТУ им. Н.Э. Баумана - шарнирно-сочлененный самосвал КАМАЗ-6561 (Геркулес) с системой ADAS 5 уровня. Он может управляться дистанционно и водителем из кабины (водительское место сохранено полнофункциональным). При снаряженной массе в 31 т самосвал может перевезти до 40 т [17].

Также работу по созданию системы автономного вождения ведут другие автоконцерны: ГАЗ, «АвтоВАЗ», УАЗ.

В 2018 г. на дорогах Москвы и Татарстана появились первые беспилотные автомобили. В 2019

г. на общих дорогах Москвы ездили 35 беспилотных автомобилей Яндекса, отмеченных специальным знаком «А» - машина с автономным управлением (на МКАДе, ТТК, в районах Бутово, Ясенево и Коммунарка). Также на закрытых площадках тестируются беспилотники Cognitive Technologies, StarLine и BaseTrack [18].

Компания StarLine, занимающаяся производством охранно-телематического оборудования, также инвестирует средства в беспилотные автомобили. Используются автомобили Skoda Superb и Lexus RX450h. В 2020 г. прошли испытания беспилотного автомобиля StarLine в Санкт-Петербурге. В распоряжении Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) имеется два полностью автоматизированных автомобиля — Hyundai Solaris и Ford Focus II [19].

По данным департамента транспорта Москвы, в 2020 г. на дорогах ежедневно ездило около 70 автомобилей без водителя, которые проехали в столице с автономной системой управления почти 4 млн км [20].

Беспилотные автомобили Яндекса. В начале 2017 г. компания Яндекс начала работать над беспилотными технологиями для создания полностью автономной системы (уровень 5), которая может управлять различными типами транспортных средств и применяться в различных транспортных сценариях (включая логистику, электронную коммерцию, доставку продуктов питания и т.д.) в широком диапазоне условий. В мае 2017 г. был представлен первый прототип самоуправляемого автомобиля, в котором используются технологии мирового класса Яндекса (картографирование, навигация в реальном времени, искусственный интеллект, машинное обучение и облачные технологии, позволяющие самоуправляемому автомобилю принимать решения в сложных условиях), и к концу того же года запущены дорожные испытания.

Автомобили Яндекса оснащены лидаром (лазерный сенсор, определяющий расстояние машины до других объектов), камерами (не менее 6) и радаром (помогает видеть положение машины в пространстве), а программное обеспечение не позволяет нарушать ПДД.

Беспилотные автомобили компании находятся в постоянном обучении, например - на дорогах Иннополиса, где бегают зайцы, автопилота научили «видеть» мелких животных, а на дорогах Тель-Авива, где много мотоциклов, скутеров и электросамокатов - собирать данные о поведении двухколесного транспорта [21].

В 2020 г. на дорогах Москвы появилось пять автомобилей уровня автономности 4 (на базе Hyundai Sonata). По сравнению с автомобилями 3-го поколения у автомобилей 4-го поколения общее количество камер выросло до 9; добавили

сенсоры и изменили их расположение, что позволяет лучше считывать дорожную ситуацию; радары расположили на крыше, чтобы различать большее количество машин вокруг [22].

В 2020 г. направление беспилотных автомобилей выделено в отдельную компанию Yandex Self-Driving Group (Yandex SDG).

Парк беспилотных автомобилей Яндекса представлен в табл. 1.

Таблица 1. Парк самоуправляемых автомобилей Яндекса (на конец года)

Год	2018	2019	2020	2021
Количество автомобилей	более 10	более 100	более 160	170
Накопленные автономные мили*, млн	...	более 2	более 6	более 17

Примечание. * мили на дорогах общего пользования в России, США и Израиле.

Источник: составлено по данным [23, 24].

Инвестиции в беспилотное направление составляют свыше 2,2 млрд руб., из которых 1,5 млрд руб. компания потратила в 2019 г.

По данным РБК (со ссылкой на отчет банка UBS), к 2030 г. направление беспилотных автомобилей Яндекса может оцениваться в 2,6–6,4 млрд долл. [24].

Беспилотные автомобили Сбербанка. В 2020 г. было создано подразделение SberAutoTech, занимающееся разработкой беспилотного

транспорта. В том же году выпущена первая серия собственных беспилотных автомобилей (на базе Kia Ceed) и к его концу - получено разрешение на испытания на дорогах общего пользования. В конце 2020 г. на улицах Москвы тестировалось 10 машин [25].

На автомобилях компании установлено 4 лидара Velodyne, используется собственное программное обеспечение, а бортовой компьютер подключен к картографическому сервису 2ГИС [26].

Опыт зарубежных стран

Среди зарубежных компаний, которые активно занимаются разработкой беспилотных автомобилей, можно выделить такие крупные автоконцерны, как Volkswagen, General Motors, Jaguar Land Rover, Toyota, Audi, BMW, а также крупнейшие IT-компании - Google и Apple.

С 2009 г. компания Google разрабатывает технологии самостоятельного вождения в моделях автомобилей Toyota Prius и Lexus. Технология может распознавать пешеходов и велосипедистов, определять сотни объектов одновременно и даже «читать» знаки «стоп». Первая модель автономного автомобиля была протестирована в 2010 г., проехав 226 тыс. км с поддержкой специалиста и 1,6 тыс. км без водителя. В эксперименте участвовало 10 моделей автомобилей разных производителей, среди которых были Toyota Prius, Audi и Lexus. В 2012 г. автомобили компании Google преодолели 300 тыс. миль (482,8 тыс. км) с помощью автоматизированного вождения, в 2013 г. – 500 тыс. миль (804,7 тыс. км). В 2014 г. компанией протестирован полностью автоматизированный прототип [27], в котором отсутствовали рулевое колесо, педали тормоза и газа. Google полагает, что автомобили без водителей могут значительно улучшить безопасность дорожного движения и помочь инвалидам или слепым управлять автомобилем. Данные автомобили планируют вывести на рынок, при этом они предназначены только для обучения. Если технология окажется успешной, компания надеется привести ее в производство.

С 2014 г. компания Mercedes-Benz тестирует автомобили без водителя на дорогах общего

пользования в Калифорнии. При этом в 2013 г. Mercedes-Benz S500 Intelligent Drive проехал полностью автономно 100 км между немецкими городами Мангейм и Пфорцхайм. В октябре 2014 г. начались испытания на военно-морском оружейном комплексе Конкорд.

В 2016 г. General Motors купила компанию Cruise и начала разработку самоуправляемых электромобилей. GM выпустила 200 ТС. В 2016 г. в Аризоне начались испытания полностью электрического беспилотного автомобиля Chevrolet Bolt EV, который поставил рекорд запаса хода – 483 км на одном заряде [28].

В 2016 г. компания Honda представила полуавтономную модель Honda Civic LX Sedan по цене 20 тыс. долл. В автомобиле были усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS), которые предлагают поддержку в сохранении и изменении полосы движения, автоматическое торможение и адаптивный круиз-контроль. В 2021 г. Honda начала продавать автономные автомобили 3-го уровня автономности, который подразумевает, что автомобиль может двигаться без участия водителя при определенных условиях, например, в потоке по шоссе, совершая торможения, ускорения и обгоны медленного транспорта. При этом находящемуся за рулем все равно необходимо следить за дорогой и быть готовым отреагировать в случае возникновения экстренной ситуации. Данный автомобиль оснащен многочисленными системами помощи при вождении, имеется автопилот, а цена модели составляет 102 тыс. долл. [29].

С 2017 г. BMW работает с Fiat Chrysler Automobiles NV, Intel Corp. и Mobileye NV над автомобилями 3-го уровня автономности. При этом BMW также сотрудничает с Daimler AG над автомобилями 4-го уровня. Центральное место в работе направления исследований и разработок BMW занимает экспериментальный парк (автомобили, которые способны передвигаться в высоко- и полностью автоматизированном режиме) из 40 испытательных моделей BMW 7 серии – группа автомобилей, покрывающих тысячи километров в разных странах мира, чтобы найти решения под требования к серийному производству [30].

По данным Департамента транспортных средств Калифорнии (DMV), на 2018 г. количество зарегистрированных самоуправляемых автомобилей Cruise (дочерней компании GM) составляло 104 ед., Apple – 55 ед., Waymo – 51 ед., Tesla – 39 ед. (рис. 3). В общей сложности DMV предоставила 53 компаниям разрешения на самоуправляемые автомобили, которые позволяют тестирование только с водителями на борту [31]. В 2020 г. DMV предоставила разрешения 58 компаниям, в 2022 г. – 50, при этом, только 7 компаний имеют разрешение на испытания без водителя [32].

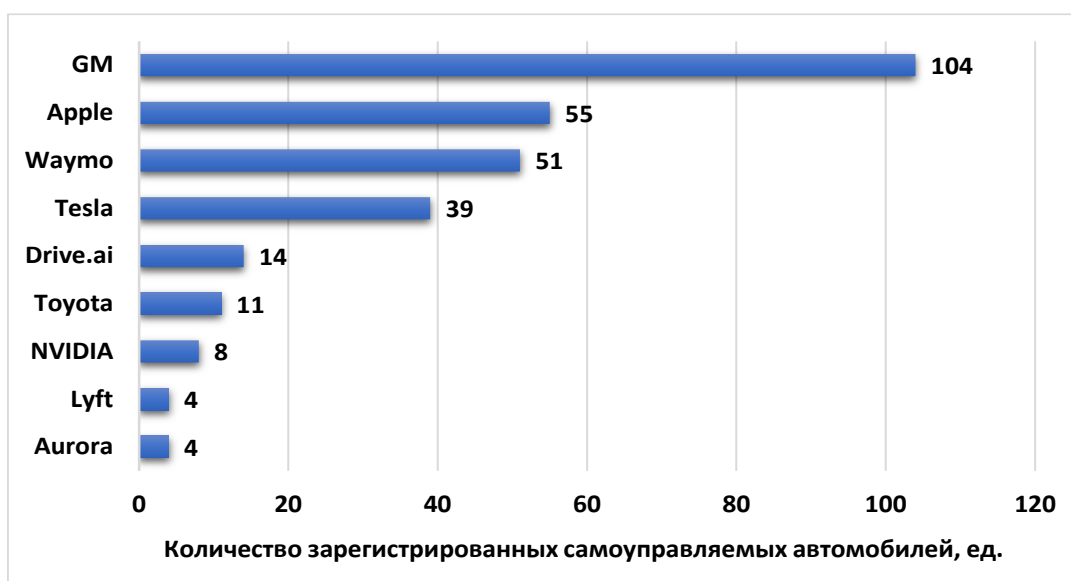


Рис. 3. Количество зарегистрированных самоуправляемых автомобилей в 2018 г. (ед.).

Источник: составлено по данным [31]

Компания Waymo выпустила 600 беспилотных автомобилей, которые преодолели более 20 млн миль (32 млн км). В 2018 г. они ездили уже в 25 городах США [33]. В 2020 г. был запущен сервис беспилотного такси Waymo One в Аризоне. Кроме того, компания занимается грузовыми беспилотниками.

Компания Argo AI выпустила 100 транспортных средств. В США Argo проводит пилотные программы робо-такси и беспилотной доставки в Майами, Вашингтоне, Детройте, Питтсбурге, Остине, Техасе и Пало-Альто, штат Калифорния.

В 2019 г. Volkswagen AG и Ford Motor Co. объединили усилия для совместной разработки автономных машин и электромобилей. В том же году Volkswagen AG и Qatar Investment Authority (QIA) подписали «Project Qatar Mobility» и начали совместную работу над созданием необходимой физической и цифровой инфраструктуры для беспрепятственной интеграции парка беспилотных автомобилей в существующую сеть общественного транспорта Дохи. Согласно проекту, 35 автономных электрических ID.BUZZ AD от Volkswagen

Commercial Vehicles будут перевозить до 4-х пассажиров в районе Westbay по полужестко фиксированным маршрутам, 10 высокотехнологичных автобусов Scania будут забирать большие группы. Проект планируется запустить к концу 2022 г., что станет технической демонстрацией будущего автономного вождения [34].

Aurora Innovation тестирует свое программное обеспечение для самостоятельного вождения на автомобилях нескольких автопроизводителей, включая Hyundai и Fiat Chrysler Automobiles NV. Основатели Aurora считают, что робо-такси будет жизнеспособной бизнес-моделью для автономных транспортных средств, при этом, сосредоточились на логистике и транспортировке товаров. Также партнерство Aurora с Fiat Chrysler ориентировано на коммерческие автомобили. Бизнес-модель Aurora основана на агностической технологической платформе (программное обеспечение, аппаратное обеспечение и услуги передачи данных), которая может быть лицензирована для любого автомобиля.

В 2019 г. Aptiv объединилась с Hyundai Motor Group для создания совместного предприятия с

50% акций у каждой, с целью - сосредоточиться на продвижении проектирования, разработки и коммерциализации автономных технологий SAE уровня 4 и 5. В 2020 г. предприятие было названо Motional [35]. Motional разрабатывает и коммерциализирует автомобили автономных технологий SAE уровня 4. Планировалось, что его беспилотные системы и вспомогательные технологии будут доступны для поставщиков робо-такси и операторов автопарка в 2022 г. [36].

Компания Nissan представила новую версию своего спортивного седана Skyline, в которой используются передовые технологии автономного вождения автопроизводителя (данное транспортное средство не полностью автономное, согласно

классификации SAE - между уровнями 2 и 3). Модели оцениваются в 41–58 тыс. долл. [37].

Сейчас в США насчитывается свыше 1400 самоуправляемых автомобилей, которые тестируют более 80 компаний [38].

По данным TechCrunch, в 2021 г. подразделение Waymo по сравнению с 2020 г. почти в 4 раза увеличило количество тестовых миль до 2,3 млн (3,7 млн км), также количество тестовых миль компании Cruise (GM) составило более 882 тыс. (1,4 млн км), AV Pony.ai (стартап из Кремниевой долины) - почти 306 тыс. (492,5 тыс. км), Zoox (Amazon) – более 155 тыс. (249,4 тыс. км) [39].

Заключение

Самоуправляемые автомобили являются ключевым новшеством в автомобильной промышленности. Данные ТС обладают высоким потенциалом роста и действуют как катализатор технологического развития автомобилей. Однако существуют риски кибербезопасности и безопасности участников движения. Из-за атаки хакеров могут быть украдены данные пассажиров (угроза конфиденциальности) или захвачен контроль над транспортными средствами и т.д. Это означает, что при недостаточном учете рисков самоуправляемые автомобили могут стать примером проблемной инновации, которая способна принести не только пользу, но и вред, то есть необходимо учитывать угрозы, связанные с безопасностью человека [40].

В то же время использование беспилотных грузовых автомобилей в границах промышленных площадок заводов и производств имеет большие перспективы. Отсутствие прочих участников дви-

жения позволит им безопасно и без риска для водителей осуществлять логистические операции, например - перевозить комплектующие.

При этом прогнозы очень оптимистичны: так, по данным Mordor Intelligence, ожидается, что к 2027 г. рынок беспилотных автомобилей достигнет 75,95 млрд долл. [41]; по данным IDTechEx, к 2030 г. рынок автономных систем вождения (включая лидары, радары, камеры, компьютеры, программное обеспечение и карты) достигнет 57 млрд долл., а рыночная стоимость к 2040 г. - 173 млрд долл. [42]; в России в 2025 г., по одному из прогнозов, могут продать 20–40 тыс. беспилотных автомобилей [43].

Вместе с тем, аварии с беспилотниками в США (сбитый пешеход, ДТП с грузовиком и т.д.) показывают, что необходимо продолжить улучшение технологии, а правительству стран — принимать законы для безопасного использования автономных автомобилей.

Литература

1. Self-driving car (autonomous car or driverless car). URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/driverless-car> (дата обращения 15.04.2022).
2. Atakishiyev S., Salameh M., Yao H., Goebel R. Explainable artificial intelligence for autonomous driving: An overview and guide for future research directions. URL: <https://arxiv.org/pdf/2112.11561.pdf> (дата обращения 11.05.2022).
3. Robotaxi Market by Application (Goods and Passenger), Level of Autonomy (L4 and L5), Vehicle (Car and Shuttle/Van), Service (Rental and Station Based), Propulsion (Electric and Fuel Cell), Component and Region - Global Forecast to 2030. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/robo-taxi-market-132098403.html> (дата обращения 15.05.2022).
4. SAE International. Automated driving. URL: <https://templatelab.com/automated-driving/> (дата обращения 15.05.2022).
5. Mordor Intelligence. Autonomous (driverless) car market -growth, trends, covid-19 impact, and forecast (2022-2027). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/autonomous-driverless-cars-market-potential-estimation> (дата обращения 15.05.2022).
6. What are self-driving cars and how do they work? URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/driverless-car> (дата обращения 12.05.2022).
7. Disruptability and Technology Lifecycle of Autonomous Vehicles. URL: <https://medium.com/@david.justy/disruptability-and-technology-lifecycle-of-autonomous-vehicles-3dc43bcd3a30> (дата обращения 25.05.2022).

8. Canalsys. Level 2 autonomous driving Q4 2020 and full year 2020. URL: <https://canalys.com/news-room/canalys-autonomous-driving-starts-to-hit-mainstream-as-35-million-new-cars-had-level-2-features-in-q4-2020> (дата обращения 14.05.2022).
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.03.2022 № 309 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203170018?index=0&rangeSize=1> (дата обращения 10.05.2022).
10. Global Autonomous Cars Market (2020 to 2030) - COVID-19 Growth and Change. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/05/20/2036203/0/en/Global-Autonomous-Cars-Market-2020-to-2030-COVID-19-Growth-and-Change.html> (дата обращения 11.05.2022).
11. The Dangers of Driverless Cars. URL: <https://www.natlawreview.com/article/dangers-driverless-cars> (дата обращения 23.05.2022).
12. 24 Self-Driving Car Statistics & Facts. URL: <https://carsurance.net/insights/self-driving-car-statistics/> (дата обращения 22.05.2022).
13. Only 2 accidents involving self-driving cars caused by poor systems. URL: <https://electronics360.global-spec.com/article/17324/only-2-accidents-involving-self-driving-cars-caused-by-poor-systems> (дата обращения 23.05.2022).
14. Top 3 Possible Dangers Of Self-Driving Cars. URL: <https://www.vesttech.com/top-3-possible-dangers-of-self-driving-cars/> (дата обращения 23.05.2022).
15. Беспилотники для Грета: что известно о новом партнере Сбербанка. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/388411-bespilotniki-dlya-grefta-cto-izvestno-o-novom-partnere-sberbanka> (дата обращения 25.05.2022).
16. КАМАЗ и Cognitive Technologies начали разработку грузовика-беспилотника. URL: <https://www.forbes.ru/news/279313-kamaz-i-cognitive-technologies-nachali-razrabotku-gruzovika-bespilotnika> (дата обращения 25.05.2022).
17. КАМАЗ. URL: <https://kamaz.ru/press/> (дата обращения 25.05.2022).
18. Софрыгин А. Беспилотные автомобили в Москве. Топ-6 марок и компаний. URL: <https://bespilot.com/news/372-bespilotniye-auto-v-moskve> (дата обращения 26.04.2022).
19. Беспилотные автомобили: кто разрабатывает их в России и что мешает развитию рынка. URL: <https://sk.ru/news/bespilotnye-avtomobili-kto-razrabatyvaet-ih-v-rossii-i-cto-meshaet-razvitiyu-rynka/> (дата обращения 15.05.2022).
20. Власти посчитали количество беспилотников на дорогах Москвы. URL: <https://www.autonews.ru/news/5f1a7d769a79473d823d8fd6> (дата обращения 15.05.2022).
21. Беспилотные машины уже ездят по Москве. Прокатились на авто под управлением робота-педанта. URL: https://tass.ru/obschestvo/6690058?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения 10.05.2021).
22. Софрыгин А. 4 поколение беспилотников Яндекс. 2020. URL: <https://bespilot.com/news/797-yandex-fourth> (дата обращения 15.05.2022).
23. Годовые отчёты Yandex N.V. 2019–2021 гг. URL: <https://yandex.ru/company/prospectus> (дата обращения 10.05.2022).
24. Беспилотник за \$60 000: «Яндекс» выпустил новый автономный автомобиль URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/401985-bespilotnik-za-60-000-yandeks-vypustil-novyy-avtonomnyy-avtomobil> (дата обращения 15.05.2022).
25. «Сбер» выпустил на улицы Москвы свои первые беспилотники. URL: <https://motor.ru/news/sber-automotive-technologies-22-12-2020.htm> (дата обращения 11.05.2022).
26. Софрыгин А. Беспилотный автомобиль Сбера. Компания SberAutoTech (СберАвтоТех). URL: <https://bespilot.com/news/974-sberautotech-bespilot> (дата обращения 15.05.2022).
27. The future of autonomous vehicles. URL: <https://www.futureautonomous.org/pdf/full/Future%20of%20Autonomous%20Vehicles%202020%20-%20Final%20LR.pdf> (дата обращения 07.04.2022).
28. Гонка за 2021 год: кто есть кто на рынке беспилотных автомобилей. URL: <https://vc.ru/transport/23330-the-race-to-2021> (дата обращения 26.04.2022).
29. Honda первой в мире начала продажи автомобилей с третьим уровнем автоматизации. URL: <https://www.autostat.ru/news/47600/> (дата обращения 25.04.2022).
30. BMW Personal Copilot: Автономное вождение. URL: <https://www.bmw.ru/ru/topics/fascination-bmw/bmwcopilot/bmw-autonomous-driving.html> (дата обращения 16.05.2022).
31. Apple's self-driving car fleet grows to 55 in California. <https://techcrunch.com/2018/05/14/apples-self-driving-car-fleet-grows-to-55-in-california/> (дата обращения 10.05.2022).
32. Autonomous Vehicle Companies Doubled Their Testing Miles In California Last Year. URL: <https://dot.la/autonomous-vehicle-companies-2656626289.html> (дата обращения 10.05.2022).

33. Софрыгин А. Беспилотные автомобили WAYMO. URL: <https://bespilot.com/companies/268-waymo> (дата обращения 26.04.2022).
34. 'Project Qatar Mobility': Self-driving shuttles set to take Doha's local public transport to the next level in 2022. URL: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/project-qatar-mobility-self-driving-shuttles-set-to-take-dohas-local-public-transport-to-the-next-level-in-2022-5679> (дата обращения 10.05.2022).
35. Hyundai's autonomous vehicle project with Aptiv will now be called Motional. URL: <https://www.theverge.com/2020/8/11/21362322/hyundai-aptiv-motional-autonomous-vehicle-joint-venture> (дата обращения 10.05.2022).
36. Introducing Motional: The Hyundai Motor Group and Aptiv Autonomous Driving Joint Venture Unveils New Identity. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/introducing-motional-the-hyundai-motor-group-and-aptiv-autonomous-driving-joint-venture-unveils-new-identity-301109904.html> (дата обращения 10.05.2022).
37. The State of the Self-Driving Car Race 2020. URL: <https://www.bloomberg.com/features/2020-self-driving-car-race/#waymo> (дата обращения 10.05.2022).
38. 25 Astonishing Self-Driving Car Statistics for 2022. URL: <https://policyadvice.net/insurance/insights/self-driving-car-statistics/> (дата обращения 20.04.2022).
39. Autonomous Vehicle Companies Doubled Their Testing Miles In California Last Year. URL: <https://dot.la/autonomous-vehicle-companies-2656626289.html> (дата обращения 10.05.2022).
40. Варшавский А.Е. Проблемные инновации: риски для человечества. М.: ЛЕНАНД, 2014. 328 с.
41. Mordor Intelligence. Autonomous (driverless) car market -growth, trends, covid-19 impact, and forecast (2022-2027). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/autonomous-driverless-cars-market-potential-estimation> (дата обращения 15.05.2022).
42. Autonomous Cars and Robotaxis 2020-2040: Players, Technologies and Market Forecast. URL: <https://www.idtechex.com/en/research-report/autonomous-cars-and-robotaxis-2020-2040-players-technologies-and-market-forecast/701> (дата обращения 04.05.2022).
43. Как изменится авторынок в России через семь лет. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5182554> (дата обращения 14.05.2022).