

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Беспилотные транспортные средства	6
1.1. Беспилотные механические транспортные средства передвижения российского производства	6
1.2. Перспективы развития рынка в области беспилотных технологий.....	9
1.2.1. Обзор мировых тенденций.....	10
1.2.2. Практические эксперименты.....	12
1.2.3. Задействованные технологии.....	12
1.2.4. Ведущие организации в России.....	13
1.3. Элементы и системы управления БТС	13
1.4. Преимущества и недостатки.....	14
1.5. Классификация БТС.....	16
1.6. История создания БТС.....	17
1.7. Проблемные вопросы развития программ БТС.....	18
1.7.1. Инновационная разработка автономного автомобиля.....	22
1.7.2. Некоторые технические характеристики.....	24
1.8. Современные реалии	25
1.9. Как работает система управления беспилотным транспортным средством	26
Глава 2. Беспилотные летательные аппараты	31
2.1. Общие представления о конструкции и назначении мультикоптеров	31
2.2. Дроны – беспилотные летательные аппараты.....	35
2.3. Простейшая конструкция и управление БПЛА.....	35
2.4. Применение БПЛА в особой сфере	36
2.5. Ограничения в использовании БПЛА в России	38
2.6. Экскурс в историю использования дронов в России	38
Глава 3. Современные квадрокоптеры	42
3.1. О значимых факторах при выборе квадрокоптера	42
3.1.1. Количество лопастей	43
3.1.2. Размеры	43
3.1.3. Наличие камеры.....	44
3.1.4. Как выбрать для себя оптимальный вариант?.....	44

3.2. Принципы управления квадрокоптерами с камерой	45
Автономная работа	46
3.3. Модели радиоуправляемых квадрокоптеров	49
3.3.1. Сума X5HW Wi-Fi FPV с видеокамерой и барометром	49
3.3.2. Квадрокоптер Сума X5SC с HD-видеокамерой	51
3.3.3. Квадрокоптер Сума X8G с HD-видеокамерой	52
3.3.4. Квадрокоптер Сума X8SW	54
3.3.5. Квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro	55
3.3.7. Квадрокоптер Scout X4	59
3.4. Квадрокоптеры в экономичном бюджетном варианте	60
3.4.1. Квадрокоптеры Hubsan H107D и H109S	60
3.4.2. Квадрокоптер JXD 510W	62
3.4.3. Hubsan X4 H502S	62
3.4.4. Квадрокоптер JJRC JJPRO X1G	64
3.4.5. Квадрокоптер WLToys V666N	66
3.5. Квадрокоптеры для продвинутых	67
3.5.1. Квадрокоптер XK X252 Shuttle	67
3.5.2. Квадрокоптер Walkera Runner 250	68
3.5.3. Квадрокоптер Parrot Bebop Drone 2	69
3.6. Профессиональные квадрокоптеры	70
3.7. Бюджетные квадрокоптеры	71
3.7.1. Бюджетные модели со встроенной видеокамерой	71
3.7.2. Бюджетные квадрокоптеры для съемной камеры GoPro	74
3.8. Полупрофессиональные квадрокоптеры	77
3.8.1. Квадрокоптер DJI Phantom 3SE	77
3.8.2. Квадрокоптер DJI Mavic Pro	79
3.8.3. Квадрокоптер DJI Mavic Pro Combo	82
3.8.4. Квадрокоптеры Hubsan X4 H501S и Hubsan H501S PRO с GPS и FPV-камерой	84
3.8.5. Квадрокоптер MJX B6W	87
3.8.6. Квадрокоптер Сума X8HW	88
3.9. Квадрокоптеры различных классов	90
3.9.1. Квадрокоптер Сума X54HW	90
3.9.2. Квадрокоптер Сума X5UW	91
3.9.3. Квадрокоптер Сума X5HC	92
3.9.4. Квадрокоптер WLToys V686J	94
3.9.5. Квадрокоптер Sky Hunter X8TW	96
3.9.6. Складной квадрокоптер X33C	97
3.9.7. Квадрокоптер СумаX5SW с камерой	98
3.10. Решение практических задач	100
3.10.1. Подвесы для крепления видеокамеры на БПЛА	100
3.10.2. Факторы влияния на выбор квадрокоптера	101
3.11. Мнения специалистов и выводы	112

3.12. Юридические аспекты полетных правил	114
---	-----

Литература	115
-------------------------	------------

Ссылки на патенты, выданные в Российской Федерации	117
--	-----

Ссылки на использованные электронные ресурсы.....	118
---	-----

Глава 1.

БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Беспилотные устройства и транспортные средства (опираясь на устройство и особенности управления «дронами», летательными аппаратами с видеокамерами, уже вполне популярными в народе – с их помощью осуществляют разведку, ловят рыбу, фотографируют и снимают видео) весьма маневренны и легки (компактны). Надо заметить, что их объединяет один способ управления – «автоматический режим» без участия человека или иного естественного, живого разума (животного), но с постоянным контролем и диспетчерской связью. Формы же беспилотных аппаратов могут быть различны: беспилотным считается и микроавтобус «Шаттл», о котором вкратце поведаю ниже, и квадрокоптер (мультикоптер), о котором мы подробно поговорим в третьей главе этой книги.

1.1. Беспилотные механические транспортные средства передвижения российского производства

Развитие промышленности и экономики передовых стран существенным образом зависит от дальнейшего совершенствования транспортных средств и систем, которые должны обеспечивать повышение мобильности населения, эффективности грузопассажирских перевозок, повышение безопасности дорожного движения, снижение экологической нагрузки на окружающую среду, повышение комфортности водителей и пользователей транспорта. Одним из приоритетных направлений при решении этих задач является создание наземных беспилотных транспортных средств (БТС) и систем помощи водителю.

Беспилотный пассажирский автобус под названием «Шатл» разработан и создан при содействии Центрального научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института

«НАМИ», в 2016 году представлен на Московском международном автосалоне. Внешний вид дан на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Внешний вид российского БПТС «Шаттл» совместного производства НАМИ и КамАЗ

Длина микроавтобуса – 4,6 м, ширина – 2 м, высота – 2,5 м. Вместимость 12 пассажиров. Сидений внутри салона нет, водителей и кондукторов тоже. Крейсерская скорость пилотного и единственного образца 5 км/ч, идут испытания по увеличению скорости до 25 км/ч. Каркас микроавтобуса выполнен из «легких» композитных материалов. Посадка (клиренс) транспортного средства низкая – ногу поднимать высоко не надо. Диванов или сидений в салоне никаких нет. Есть небольшой диванчик в хвостовой части беспилотной машины. Для удобства посадки-высадки раздвижные двери открываются с обеих сторон.

Новинку позиционируют как наземный пассажирский транспорт для мегаполисов. На воплощение задумки ушло всего несколько месяцев. Ускорить процесс создания беспилотной схемы управления для «Шаттла» помогло использование наработок и опыта создания и испытаний уже известной беспилотной модели легкового авто «Lada Kalina». Система управления состоит из датчиков различного назначения, радаров, 16 сонаров, четырех видеокамер и двух стереокамер типа Mobileye, которые оценивают расстояние до различных объектов. Задача видеоконтроля – про-

сканировать местность и с помощью программного обеспечения построить трехмерную картину местности, а также движущихся по ней объектов. Программа оценивает предполагаемое поведение этих предметов и принимает решение о дальнейших действиях. Например, о торможении – если по дороге бежит пешеход. Предполагается, что вызвать/заказать микроавтобус можно при помощи приложения для смартфона – БТС будет следовать по удобному маршруту и при этом подбирать пассажиров, которым по пути. На рис. 1.2 представлен вид на единственное конструктивное окно – «подкапотное» пространство беспилотного транспортного средства.

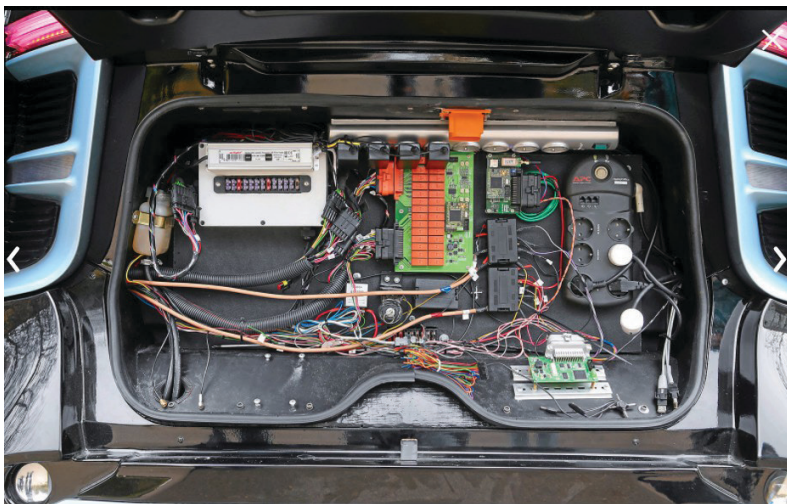


Рис. 1.2. Что видно под крышкой подкапотного пространства

Сей образец – новый вид городского средства передвижения, автономная машина, которая может приспособиться к изменяющимся транспортным задачам, а также способна оптимизировать маршруты в зависимости от желаний пассажира при транспортировке. При создании концепции беспилотного управления, инверторов, тяговой батареи, блоков управления электрическим приводом за основу были взяты технические решения из прошлых проектов КамАЗ и НАМИ.

Проблема создания беспилотного автомобиля многогранна и не ограничивается только техническими аспектами. Возникает целый ряд серьезных вопросов, в частности:

- законодательные требования и нормы в области беспилотных транспортных средств;
- инфраструктура для беспилотных транспортных средств;
- экономические и социальные вопросы беспилотных транспортных средств (государственная поддержка и участие бизнеса). Это требует открытого обсуждения, выработки профессиональной позиции, которая, возможно, будет поддержана органами государственной власти грантовым образом, 72 автопроизводителями, испытательными центрами, инжиниринговыми компаниями, научными и учебными организациями.

1.2. Перспективы развития рынка в области беспилотных технологий

Перспективы развития рынка в области беспилотных технологий дистанционного управления таковы, что в ближайшие двадцать лет с «типичным», «классическим» автомобилем произойдет гораздо больше изменений, чем происходило за последние 100 лет. В первую очередь это будет связано с развитием БТС и передачей функций управления автомобилем от водителя к искусственному интеллекту. К сожалению, и мы об этом еще поговорим в книге, в России регистрируется крайне мало (относительно численности граждан и территории страны) патентов в области инновационных разработок вообще и БТС в частности. Именно поэтому при написании и подготовке книги был использован не только российский, но и зарубежный опыт разработки и внедрения новых технологий; без этого было не обойтись. И внимательный читатель увидит в списке литературы ссылки на публикации иностранных авторов по выбранной нами теме.

Говоря канцелярским языком с понятными регламентирующим специалистам отрасли терминами, беспилотное транспортное средство управляется дистанционно. Прежде всего это – дистанционно управляемое транспортное средство. С полным соответствием оснований, приложенных уже к термину «транспортное средство» и частично раскрытых в Правилах дорожного движения. Из «Википедии» мы можем получить следующее определение: беспилотный автомобиль – транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое

может передвигаться без участия человека. При этом персональный автоматический транспорт – вид городского и пригородного транспорта, который автоматически (без водителя) перевозит пассажиров в режиме такси, используя сеть выделенных путей.

Беспилотное механическое транспортное средство, снабженное системой дистанционного управления и встроенной системой распознавания дорожной ситуации, диагностики собственных подсистем, возможностью программирования и коррекции (на запасные) маршрутов, обратной связью с диспетчерским пунктом дистанционного управления, определения собственного местоположения, прогнозирования дорожной ситуации через спутниковые каналы связи (GPS) и другими настраиваемыми функциями, способно в беспилотном режиме перемещаться из одной зоны пространства в другую, объезжая при этом встречающиеся на пути подвижные и неподвижные препятствия.

1.2.1. Обзор мировых тенденций

С апреля 2011 года в лондонском аэропорту Хитроу запущены полностью автоматические маршрутные такси (мини-автобусы, «pods»): скорость до 40 км/ч; вместимость 4 человека; на 70% экономичнее автомобилей, на 50% – обычных автобусов.

Компания Nissan оснащает свои автомобили Nissan Qashqai функцией полуавтономного вождения начиная с 2017 года.

Британский проект «Гринвичская среда автономных средств передвижения» (GATEway) в мае 2016 года провел набор тестеров беспилотных автомобилей на закрытой территории.

BMW (Германия) планирует выпустить первый конвейерный беспилотный электромобиль в 2021 году.

В мае 2016-го китайские компании Baidu и CheryAutomobile протестировали два автомобиля (в городском округе провинции Аньхой).

В 2008 году в компании General Motors заявили о планах по началу тестирования беспилотного автомобиля в 2015 году и возможному запуску продукта на рынок к 2018-му. Позже, в мае 2016 года, GM и Lyft (конкурент Uber) заявили, что в течение года начнут тестирование самоуправляемого такси – электроавтомобиля Bolt с автопилотом от Cruise Automation. Результативность ранее анонсированных планов налицо: через месяц, в мае 2018 года, объявлено о запуске General Motors своего продукта

на американском рынке. Каково технологическое отставание российских производителей (ориентация на 2022 год) в этом сегменте, показывает простой анализ вполне проверяемой информации.

В 2016 году беспилотный автомобиль британской фирмы Delphi Automotive совершил автопробег от Сан-Франциско до Нью-Йорка. Длина маршрута составила почти 5,5 тыс. км. От одного американского побережья до другого автоматизированный транспорт ехал 9 дней.

Беспилотный автомобиль Google – изначально проект компании Google по развитию технологии беспилотного автомобиля. У истоков стоял инженер Себастьян Трун, директор лаборатории искусственного интеллекта Стенфордского университета, один из создателей сервиса Google Street View. Команда, разрабатывающая беспилотный автомобиль, также часто называемый гугломобиль, включает 15 инженеров Google, Крис Урмсон, Майк Монтемерло и Энтони Левандовски ранее работали над проектом DARPA Grand and Urban Challenges. В декабре 2016-го проект был выделен в отдельную компанию Waymo, дочернюю компанию Alphabet.

В январе 2018 года на выставке CES в Лас-Вегасе швейцарская компания Rinspeed фактически представила проект и опытный образец беспилотного городского электромобиля Spar, который планируется делать по модульной схеме без элементов управления.

Компания Volvo (Швеция) тестирует полуавтономный дорожный поезд для автотрасс, который может начать использоваться к 2020 году.

14 декабря 2017 года в Японии в г. Кота прошли первые испытания беспилотного автомобиля на участке шоссе длиной 700 метров, открытом для движения других машин.

В начале 2015 года ПАО «КамАЗ» и компания Cognitive Technologies объявили о старте совместного проекта по созданию беспилотного транспортного средства на базе КамАЗ, при поддержке Минобрнауки России. Уже через год компания Cognitive Technologies объявила о создании программно-аппаратной платформы C-Pilot, которая может устанавливаться как на легковых, так и на других типах автомобилей, а также анонсировала планы по ее развитию, предполагающие обеспечение возможности полностью автономного движения к 2022 году.

1.2.2. Практические эксперименты

Заслуживает внимания проект «European Truck Platooning Challenge», целью которого является «пропаганда» беспилотных грузовиков, наглядная демонстрация возможности эксплуатации БТС на дорогах общего пользования. Грузовики шести крупнейших производителей выехали из трех европейских стран (Германии, Бельгии и Швеции), чтобы объединиться в одну колонну, и, проехав через весь европейский континент, достигнуть порта Роттердама (Королевство Нидерланды).

Общая протяженность маршрута составила 2100 км. «Рулевым», т. е. управляемым человеком, был первый грузовик в колонне, который по сети Wi-Fi взаимодействовал с остальными машинами, не имеющими водителей, задавая им необходимые параметры движения. Лишь в некоторых грузовиках (для подстраховки) сидели водители.

Установленное на всех грузовиках программное обеспечение позволяло организовать четкое и слаженное движение по трассам в соответствии с конкретным законодательством той или иной страны. Демонстрационный заезд оказался успешным, все грузовые автомобили достигли конечного места назначения. Организаторы данного мероприятия и автопроизводители, предоставившие автомобили, получили положительный опыт в испытаниях интеллектуальных систем для БПТС и в настоящее время планируют развитие данной тематики с целью внедрения прорывных технологий в практику современного автомобилестроения.

Внимание, важно!

Во всех проектах БТС предусмотрена инфраструктура развития контроллинга движения через обмен данными с дорожной инфраструктурой и создания единых протоколов обмена данными.

1.2.3. Задействованные технологии

В современных беспилотных автомобилях используются алгоритмы на основе байесовского метода одновременной локализации и построения карт (SLAM). Суть работы алгоритмов состоит в комбинировании данных с датчиков автомобиля (real-time) и данных карт (offline). К слову, аналогичный SLAM и метод обнаружения

и отслеживания движущихся объектов (DATMO) разработаны и применяются в Google.

1.2.4. Ведущие организации в России

Тем не менее, несмотря на радужные перспективы массового освоения БТС российскими производителями, едва ли к 2022 году появятся организации, которые профессионально и результативно смогут конкурировать с европейскими образцами, перспективные разработки которых начались еще десяток лет назад.

Под аббревиатурой НАМИ следует понимать профильный научно-исследовательский институт, литейное производство, услуги по сертификации продукции, инжиниринг. Эта научно-производственная организация является заслуженным экспертом и ведущей в России организацией – Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт.

Несколько лет здесь развивается программа AutoNET:

- создание автополигона для БТС на базе имеющейся инфраструктуры;
- создание отечественных систем помощи водителю (ADAS);
- создание комплекса мультиспектральных сенсоров БТС;
- создание программного обеспечения распознавания объектов дорожной сцены;
- разработка унифицированных типов электронных модулей для БТС (включая программные модули);
- разработка унифицированных типов механических и электромеханических модулей для БТС;
- создание системы дистанционного управления БТС;
- человеко-машинные интерфейсы (ИМИ);
- техническое регулирование и стандарты;
- модули высокоточного позиционирования мобильных объектов.

1.3. Элементы и системы управления БТС

Обычно в таком устройстве устанавливают следующие датчики:

- LIDAR – дальномер оптического распознавания;
- система стереозрения;
- система глобального позиционирования (GPS, Глонасс);

- гиостабилизатор;
- программное обеспечение беспилотного автомобиля может включать машинное зрение и нейросети.

Подсистемы полагаются на еще более дискретные инфраструктурные системы (к примеру, встроенные в дорогу или вблизи оной), однако более продвинутые технологии, апробированные за рубежом, уже сегодня позволяют имитировать присутствие человека на уровне принятия решений о рулении и скорости благодаря набору камер, сенсоров, радаров и систем спутниковой навигации.

1.4. Преимущества и недостатки

Экономические преимущества включают в себя:

- кардинальную минимизацию возможностей ДТП и практически полное исключение человеческих жертв (среди пассажиров, находящихся внутри БПТС), отсюда перспективы значительного снижения расходов на страхование и медицинскую быструю реагирования;
- снижение стоимости транспортировки грузов и людей за счет экономии на заработной плате и времени отдыха водителей, а также экономии топлива;
- повышение эффективности использования дорог за счет централизованного управления транспортным потоком;
- снижение потребности в индивидуальных автомобилях за счет развития систем каршеринга¹;
- повышение пропускной способности дорог за счет сужения ширины дорожных полос (в отдаленной перспективе).

Внимание, важно!

В итоге, кроме технических преимуществ, смысловой акцент инновационных разработок в области БПТС состоит в минимизации влияния на ситуацию пресловутого «человеческого фактора», который даже в XXI веке во всех сферах жизни

¹ Каршеринг – вариант проката, аренды. Каршеринг (англ. *carsharing*) – вид пользования автомобилем, когда одна из сторон не является его собственником. Это вариант аренды автомобиля у профильных компаний (чаще всего для внутригородских и/или коротких поездок) или частных лиц (на любой срок и расстояние поездки – по договоренности). Такая модель проката автомобилей удобна для периодического пользования автотранспортным средством.

приводит еще к увечьям и гибели людей вследствие неверной интерпретации конкретным человеком, ответственным за управление, той или иной ситуации.

Социальные преимущества новых разработок выражаются в следующем:

- появляется возможность самостоятельно перемещаться на роботизированном автомобиле для людей без водительских прав, возможно, включая несовершеннолетних;
- экономия времени, ныне затрачиваемого на управление ТС, позволяет заняться более важными делами (к примеру, приступить к работе за компьютером уже во время поездки в автомобиле) или отдохнуть.

Прочие преимущества заключаются в следующем:

- перевозка грузов в опасных зонах, во время природных и техногенных катастроф или военных действий;
- в долгосрочной перспективе снижение глобальной экологической нагрузки как за счет количественной оптимизации парка автомобилей, так и за счет более широкого использования для их передвижения альтернативных видов энергии.

Недостатки с введением метода инновационного управления БПТС тоже имеют место:

- вопросы конкретной ответственности за нанесение ущерба;
- утрата возможности самостоятельного вождения автомобиля. Возможно, для любителей непосредственного вождения автомобиля будут выделяться специальные дороги с дополнительными мерами по обеспечению безопасности по типу нынешних автомотогоночных трасс, но отделенные от общей сети дорог для передвижения автономных автомобилей;
- по состоянию на 2018 год ненадежность ПО, уязвимость в том числе к взлому (вмешательству) и слежке;
- потеря приватности;
- возможности минирования беспилотных автомобилей (и даже такой фактор в наше турбулентное время, связанное с террористической опасностью, нельзя не учитывать);
- потеря рабочих мест людьми, чья работа связана с вождением транспортных средств;

- отсутствие опыта вождения у водителей или диспетчеров в критической ситуации;
- этический вопрос о приемлемом числе жертв, аналогичный проблеме вагонетки, стоящий перед компьютером автомобиля при неизбежном столкновении.

С этими недостатками разработчики различных технологий БПТС справляются с разной эффективностью. Система распознавания устроена так, что в ней перепроверяют друг друга 3 независимые подсистемы с разными датчиками, и при скорости движения 5–25 км/ч по ровной дороге разработчикам этого показалось достаточно.

Внимание, важно!

Это очень серьезный вопрос в наше время – нюансы безопасности транспортной инфраструктуры. Дальномер распознавания и система так называемого машинного зрения нуждаются в постоянной защите от «хакерских» технологий. Известно по исследованию, опубликованному в [18] (Кашкаров А. П. Электронные системы охраны с пирозлектрическими датчиками и способы их нейтрализации. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 96 с. ISBN 978-5-97060-326-0), что от сканирующего луча ИК-спектра PR-сенсора (пирозлектрического детектора) можно «защититься» 12 способами, в том числе простым проносом стекла большого размера перед датчиком, и таким образом нейтрализовать его основную охранную функцию, нацеленную производителями на обнаружение живого «теплоизлучающего» и «теплоотражающего» объекта – человека и животного, следовательно, разными способами можно обмануть систему контроля дорожной обстановки БТС. Речь, разумеется в нашей книге не идет о том, как обмануть. А вот о том, как предотвратить возможный обман, диверсии и прочее несанкционированное вмешательство, которое может привести к трагедии на дороге с участием беспилотного транспортного средства, в наше время вполне считаю уместным социуму напомнить.

1.5. Классификация БТС

Классификация автоматизации автомобилей разработана сообществом автомобильных инженеров (SAE) и содержит шесть уровней [10]:

- 0-й уровень: отсутствие контроля над машиной, но может присутствовать система уведомлений;

- 1-й уровень: водитель должен быть готов в любой момент взять управление на себя. Могут присутствовать следующие автоматизированные системы: круиз-контроль (ACC, Adaptive Cruise Control), автоматическая парковочная система и система предупреждения о сходе с полосы (LKA, Lane Keeping Assistance) 2-го типа;
- 2-й уровень: водитель должен реагировать, если система не смогла справиться самостоятельно. Система управляет ускорением, торможением и рулением. Система может быть отключена;
- 3-й уровень: водитель может не контролировать машину на дорогах с «предсказуемым» движением (к примеру, скоростные шоссе, выделенные полосы, автобаны), но быть готовым взять управление;
- 4-й уровень: аналогичная 3-му уровню, но уже не требует внимания водителя;
- 5-й уровень: со стороны человека не требуется никаких действий, кроме старта системы и указания пункта назначения. Автоматизированная система может доехать до любой точки назначения, если это не запрещено законом.

1.6. История создания БТС

Автономные автомобили проекта Navlab разрабатывались с 1984 по 1986 г. Его усовершенствованная модель «пятого поколения» – Navlab 5, законченный в 1995 году, стал первым автомобилем, который автономно проехал от одного побережья США до другого.

Эксперименты начались примерно с 1920-х годов, обещая создание беспилотных автомобилей уже в 1950-х. Практически же первые беспилотные устройства-мобили в формате транспортных средств появились в 1980-х: в 1984 году стали известны проекты Navlab (Университет Карнеги-Меллон) и ALM, и в 1987 году проект Мерседес-Бенц и Eureka Prometheus Project от Военного университета Мюнхена (Bundeswehr University Munich). Толчок развитию направления дала серия технологических конкурсов DARPA GrandChallenge – соревнования автомобилей-роботов, финансируемые правительством США, целью которых было создание автономных транспортных средств. Впервые соревнования производителей-конкурентов прошли в 2004 году, когда за

победу предполагался приз в \$1 млн, однако победитель так и не был определен – ни одна из 15 команд не преодолела маршрута. А в 2005 году победитель получил уже \$2 млн на развитие.

По состоянию на 2018 год опытным производством беспилотных транспортных средств для массового рынка и новыми разработками в этой перспективной области занимаются такие компании, как General Motors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Google, Cognitive Technologies и другие. Новейшие разработки включают в себя продолжающиеся проекты автономных автомобилей Google, автомобилей-роботов MIG (производства Германии), АКТИВ, VisLab, Leonie (производство в г. Брауншвейг), а также совместный проект ПАО «КамАЗ» и Cognitive Technologies по созданию беспилотного автомобиля к 2025 году. Существуют и другие крупные программы по разработке беспилотного автомобиля, включая программу Европейской комиссии с бюджетом в 800 млн евро, действующую программу в Нидерландах, исследовательскую программу ARGO в Италии, соревнование DARPA Grand Challenge в США.

1.7. Проблемные вопросы развития программ БТС

Одной из ключевых проблем, препятствующей активному развитию БПТС в России, считают отсутствие собственных промышленных технологий по программному обеспечению и аппаратной части. Кроме этого, актуальными являются следующие проблемы:

- отсутствие на территории РФ «умных» дорог – невозможность реализации технологий V2V и V2X;
- отсутствие законодательного регулирования производства и эксплуатации автономных автомобилей (РФ, ЕАЭС, СНГ);
- отсутствие специализированного полигона и специального оборудования для корректного и полноценного испытания автономных автомобилей КамАЗ;
- отсутствие отечественной компонентной базы и промышленных программных решений для автономно и дистанционно управляемых автомобилей.

Приоритетные направления развития интеллектуальных транспортных систем на автомобильном транспорте России:

- развитие мультимодальной транспортной системы как единого комплекса в России и СНГ, интегрированного в архитектуру международных интеллектуальных транспортных систем;
- эффективное использование транзитного потенциала страны и оснащение транспортных коридоров элементами ИТС;
- создание системы сбора, обработки и использования информации о транспортных путях, транспортной обстановке и информации для пассажиров и участников движения;
- непрерывная доступность ИТС сервисов на всей территории Российской Федерации;
- внедрение ИТС приложений для обеспечения безопасности дорожного движения;
- создание инфраструктуры информационного взаимодействия между объектами инфраструктуры, транспортными средствами, соответствующими службами, участниками движения и другими пользователями транспортной системы.

Сдерживающими факторами широкого применения автономных транспортных средств являются:

- сложность и высокая цена управляющего устройства, вынужденного учитывать множество объектов на дороге;
- невозможность использования «беспилотников» в условиях плохой видимости и экстремальных погодных условий;
- юридические и организационные проблемы;
- необходимость защиты от киберактивного вмешательства.

Среди проблем разработчиков, несомненно, актуальны вопросы по многоступенчатым трансмиссиям и их системам управления для беспилотных транспортных средств. Экспериментальные образцы многоступенчатых механических синхронизированных трансмиссий (6–16 ступеней) для мощностей 75–750 кВт имеют возможность работы в автоматическом и полуавтоматическом режимах и могут быть использованы на различных типах БПТС: LCV, CV, HCV (в том числе автобусы и автопоезда), специальная техника, вездеходные ТС (в том числе многоосные) уже разработаны на момент подготовки книги. Но являются относительно секретной информацией.

Дополнительно в табл. 1.1 собраны сведения о факторах, влияющих на развитие и внедрение БПТС в России.