

ОТЧЕТ

Состояние и перспективы развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в России и мире



2024 г.

Состояние и перспективы развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством (аналитический отчёт, 2024).

Данный отчет посвящен комплексному анализу состояния и перспектив развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством. В отчете рассматриваются основные сегменты аппаратных сенсорных решений, включая лидары, радары, камеры и ГНСС-модули. В документе приводятся сведения о текущих характеристиках международного и российского рынка по обозначенным сегментам, рассматриваются основные тенденции, ключевые драйверы и барьеры развития данного рынка. Представлен анализ деятельности ключевых игроков рынка и прогнозы развития рынка по указанным сегментам аппаратных решений. Также в отчете содержатся сведения, необходимые для формирования комплексного представления о рынке аппаратных решений систем автономного вождения: результаты патентного и болометрического анализа, описание ключевых достижений и разработок последних лет, сведения об объемах привлеченных инвестиций компаниями-разработчиками сенсорного оборудования и др. - Москва, 2024. – 99 с.

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Общие сведения и технологические аспекты развития	5
1.1 Общие сведения о беспилотных транспортных средствах и системах автономного вождения	5
1.2 Технологические особенности ключевых аппаратных сенсорных решений..	12
1.2.1 Лидары	12
1.2.2 Радары	15
1.2.3 Камеры	17
1.2.4 GNSS-модули	20
1.3 Научно-исследовательские аспекты развития разработок в сфере аппаратных решений систем автономного вождения	21
1.3.1 Анализ патентной активности	21
1.3.2 Библиометрический анализ	25
1.3.3 Ключевые разработки.....	26
1.4 Нормативно-технический ландшафт.....	28
Глава 2. Мировой рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством	32
2.1 Объём, прогноз развития, региональные особенности рынка.....	32
2.2 Характеристика традиционно выделяемых сегментов рынка.....	39
2.3 Инвестиционная активность, сделки слияния и поглощения.....	49
Глава 3. Основные игроки и стартапы в сфере аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством	57
3.1 Компании Азиатско-Тихоокеанского региона	57
3.2 Компании Европейского региона	66
3.3 Компании Североамериканского региона	77
Глава 4. Российский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством	86
4.1 Общая характеристика рынка. Драйверы и барьеры развития.....	86
4.2 Ключевые компании	89
Заключение	99

Введение

На сегодняшний день во всем мире процесс внедрения технологий автоматизации управления транспортным средством (также называемых как технологии «автономного вождения», или «беспилотного вождения») набирает обороты. Наблюдается повышенный интерес к данным технологиям со стороны мировых автопроизводителей и крупных технологических лидеров. Вместе с тем возникает спрос со стороны промышленных предприятий на применение передовых технологий автоматизации с целью обеспечения беспилотного управления транспортными средствами специального назначения, в том числе задействованными в транспортно-логистических процессах при строительстве сооружений, добыче полезных ископаемых, перемещении готовой продукции на складах и в других видах деятельности. В последние годы во всем мире активно развиваются и беспилотные пассажирские перевозки. Автономные автомобили, некогда футуристическая концепция, стремительно становятся реальностью, меняя наше представление о транспорте и открывая новые горизонты для мобильности будущего. Развитие технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и компьютерного зрения приводит к все более стремительному прогрессу в этой области.

Немаловажным аспектом безопасного внедрения беспилотных автомобилей является и наблюдаемое развитие аппаратных сенсорных решений систем автоматизации управления транспортным средством. Сенсорные системы являются основными органами беспилотного автомобиля, предоставляя критическую информацию об окружающей среде и обеспечивая навигацию. От их надежности, точности и способности работать в различных условиях напрямую зависит безопасность внедрения беспилотного транспорта.

Данный отчет посвящен анализу состояния и перспектив развития рынка аппаратных сенсорных решений систем автоматизации управления транспортным средством. В нем рассматриваются ключевые типы сенсоров, используемых в беспилотных системах, включая камеры, лидары, радары и ГНСС-модули.

Глава 1. Общие сведения и технологические аспекты развития

1.1 Общие сведения о беспилотных транспортных средствах и системах автономного вождения

Автономные транспортные средства (Autonomous Vehicles, AVs) – транспортные средства, оснащенные автоматизированной системой вождения и осуществляющие движение без участия человека, либо с минимальным участием или вмешательством в случае риска возникновения нештатной ситуации.

Говоря об истории развития технологий автоматизации управления транспортным средством, стоит сказать, что первые идеи о создании беспилотных автомобилей появились в 20-х годах XX века, а первые испытания состоялись в 50-х. Компанией-пионером, начавшей испытания в 1950 году, стала General Motors. Прототип автомобиля под названием Firebird II имел в своей конструкции магнитные датчики и взаимодействовал с дорогой, оснащенной электрокабелем, однако при съезде со специально оборудованной дороги водитель должен был взять управление в свои руки.

В 1977 году в лаборатории машиностроения Университета Цукуба (Япония) был разработан первый полуавтоматизированный автомобиль, способный анализировать окружающую среду. Испытания показали, что транспортное средство с помощью одной камеры было способно проехать по разметке длиной в 50 м со скоростью 50 км/ч. Значимым событием в истории развития беспилотного транспорта XX века стала разработка автоматизированного фургона Mercedes-Benz Vario, который стал прототипом современных самоуправляемых автомобилей. Фургон был оснащен компьютерной системой управления движением транспортного средства и вычислительными устройствами. Автомобиль самостоятельно оценивал ситуацию на дороге и принимал решения во время поездки. Основываясь на разработках Mercedes, автоконцерн Daimler-Benz запустил проект «Прометей», основной целью которого было усовершенствование роботизированных автомобилей.

Начавшиеся в XX веке разработки в области создания автономных автомобилей постепенно переходили от стадии научных исследований к практическому воплощению, эта тенденция усилилась в XXI веке. Значимым

событием в истории развития беспилотных автомобилей в начале 2000-х годов стал организованный Управлением перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) конкурс роботизированных автомобилей. Первый из них состоялся в 2004-м году в Калифорнии с целью выявления лучшего работающего прототипа беспилотного автомобиля. Сконструированная модель каждого участника должна была проехать 230 километров без управления человеком, не повреждая при этом другие транспортные средства, дорожное покрытие и окружающие объекты. По результатам конкурса частично маршрут преодолели лишь несколько автомобилей, весь маршрут не смогло преодолеть ни одно из заявленных транспортных средств.

События, описанные выше, послужили началом для ряда испытаний и разработок автономных автомобилей крупными автопроизводителями и приобретающими все большее влияние IT-компаниями. В их числе: Google, Tesla, Volvo, Ford и другие известные бренды автомобильного и технологического секторов. Развитие беспилотных технологий в разных странах мира послужило катализатором для появления новых сервисов на смежных рынках: телематика, страхование, логистика и др.

На фоне активного проведения испытаний автономных автомобилей перед властями разных стран встал вопрос о нормативном регулировании данного процесса – требовались законодательные изменения, регламентирующие поездки по дорогам общего пользования. В целом по всему миру развитию беспилотных технологий и разработкам в области AVs способствуют различные правительственные инициативы - на национальном уровне принимаются нормативные акты, запускаются пилотные проекты, частично или полностью реализуемые за счет государственного финансирования.

В России автопроизводители и компании IT-сектора начали разработки в области автономного транспорта с 2015 года. На сегодняшний день лидером в сфере автономного транспорта является компания «Яндекс». «Яндекс» запустила первые беспилотные автомобили в мае 2017 года. С начала 2018 года автономные автомобили тестируются на дорогах Израиля и России.

Ещё одним отечественным первопроходцем в области технологий автономного вождения является компания «Starline». Свои машины компания тестировала на закрытых территориях с 2018 года, а в 2020 году она впервые провела тесты на дорогах общего пользования в Санкт-Петербурге.

В целях развития отечественных разработок и расширения возможностей тестирования беспилотных транспортных средств были разработаны меры законодательного регулирования. В 2018 году Премьер-министр России Д.А. Медведев подписал постановление Правительства РФ № 1415 о проведении эксперимента по опытной эксплуатации на дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств. Согласно постановлению, производители должны подтвердить пригодность высокоавтоматизированного транспорта для проведения экспериментов на дорогах общего пользования, а также соблюдение всех технических требований, предъявляемых к автоматизированной системе¹. В 2020-м году Премьер-министр России подписал распоряжение, в котором утвердил концепцию обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на дорогах общего пользования². Принятое распоряжение было направлено на содействие развитию дорожно-транспортной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение беспилотного дорожного движения, а также для выработки политики органов государственной власти в области внедрения беспилотного транспорта. Стоит отметить, что несмотря на ряд принятых в последующие годы инициатив и нормативных правовых актов, сегодня нормативно-правовая база, полноценно регламентирующая все аспекты внедрения и эксплуатации наземного беспилотного транспорта, находится в этапе формирования: так, в завершающей стадии доработки законопроекта находится изначально планируемый к принятию и вступлению в силу в 2024 году Федеральный закон «О высокоавтоматизированных транспортных средствах»³.

¹ <https://www.autonews.ru/news/5bf6029a79470aceb15728>

² Постановление Правительства РФ от 25.03.2020 № 724-П «Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования»

³ <https://base.garant.ru/56880577/>

Появление беспилотных автомобилей стало возможным благодаря развитию определенных технологий и появлению на их основе специального оборудования.

Различные компании, фокусирующиеся на разработках автомобилей с высоким уровнем автоматизации, имеют свои особенности концепции разрабатываемых ими моделей. Вместе с тем, можно выделить некий общий принцип работы, характерный для большинства испытываемых в настоящее время автономных автомобилей. Наиболее распространенная концепция архитектуры системы автономного управления автомобилем подразумевает одновременную работу аппаратных и программных компонент, которые можно условно разделить на 3 функциональных блока. Различные сенсорные устройства (блок «perception») собирают информацию об окружающем мире, передают её в компонент системы управления («motion planning»), где производится анализ поступающих данных и планирование действий на основе этой информации, а также данных карт и локализации. Компонент системы управления передаёт принятые решения в блок «управление автомобилем» («vehicle control»), который непосредственно осуществляет управление автомобилем и направляет его по заданной траектории. Далее будут рассмотрены ключевые технологии и устройства, являющиеся составной частью автономного транспортного средства, а также технологии, развитие которых необходимо для появления на дорогах автономных автомобилей.

Ключевые устройства, располагающиеся на борту автономного автомобиля, представлены на рисунке ниже. Рассмотрим принцип работы каждого из них более подробно.

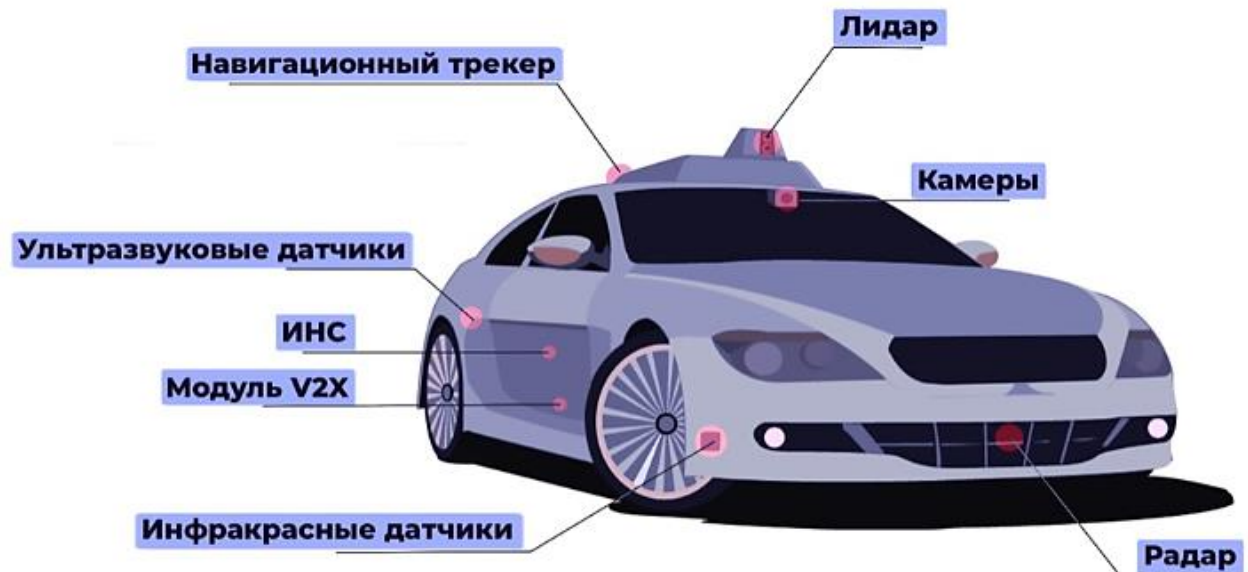


Рис 1.1 Основные сенсорные устройства на борту автономного автомобиля

Источник: составлено автором

- **Лидар** как устройство представляет собой вращающийся световой (лазерный) локатор, основной функцией которого в работе систем автономного вождения является сканирование пространства вокруг автомобиля и высокоточное моделирование окружающей среды. Полученные от лидара данные компьютерная система объединяет с данными высокоточных карт и GPS, что позволяет автомобилю осуществлять позиционирование, соблюдая при этом правила дорожного движения
- **Радар** представляет собой радиоволновой датчик, необходимый для измерения расстояния от автомобиля до какого-либо объекта на дороге, а также определения скорости объектов и траектории их движения. На современных высокоавтоматизированных автомобилях, как правило, установлено не менее 4-х радаров.
- **Камеры** фиксируют свет фар других автомобилей, сигналы светофора, помогают радарам определять препятствия, предупреждающие и запрещающие знаки на дороге. На современных высокоавтоматизированных транспортных средствах, как правило, установлено от 1 до 6-и камер.

- **Инфракрасные датчики** являются дополнением последних двух комплектующих – позволяют обнаруживать объекты дорожного движения при слабом освещении и в определенных условиях окружающей среды.
- **ГНСС-модуль (GPS/ГЛОНАСС)** позволяет с высокой точностью определить местоположение автомобиля, а **инерциальные навигационные системы** используются в сочетании с работой ГНСС-трекеров для обеспечения наибольшей точности их показаний за счет гироскопа (устройства, способного реагировать на изменение угла ориентирования объекта) и акселерометра (прибора, предназначенного для измерения проекции ускорения движущегося объекта).
- **Модуль короткодействующей связи V2X (C-V2X или DSRC/ITS-G5)** позволяет автомобилю обмениваться информацией с другими автомобилями и объектами умной дорожной инфраструктуры на коротких расстояниях. Обмен информацией происходит с помощью бортовых (OBU) и придорожных (RSU) устройств, через которые регулярно осуществляется отправка и прием коротких сообщений с данными о координатах, скорости движения автомобилей, работе умной инфраструктуры. На сегодняшний день основное назначение использования V2X-технологий состоит в обеспечении дополнительной безопасности при эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) и дополнительной оптимизации городских транспортных потоков (в частности, для обеспечения приоритетного проезда общественного транспорта и автомобилей экстренных служб).
- **Высокоточные карты (HD maps)** в режиме реального времени предоставляют системе автономного транспортного средства детализированную картину окружающего пространства, и в определенных случаях позволяют прокладывать маршрут.
- **Ультразвуковые датчики** предоставляют данные об окружающей обстановке на коротких расстояниях, такие данные чаще всего используются в процессе парковки или резервной системе предупреждения.

Выше была представлена наиболее распространенная в современности концепция архитектуры сенсорной системы автоматизированного транспортного средства, которая лежит в основе большинства тестируемых в настоящее время моделей беспилотных автомобилей, разрабатываемых российскими и зарубежными компаниями. Вместе с тем, предлагались и другие концепции систем автономного вождения транспортного средства. В таблице ниже описаны представленные ранее концепции беспилотных автомобилей, а также особенности концепций, предложенных различными сообществами и компаниями в различные периоды времени (см. таблицу 1).

Таблица 1.1 Некоторые концепции беспилотных автомобилей и систем автоматизации вождения, предложенные различными компаниями Источник: составлено автором

КОМПАНИЯ	ГОД	ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
HOUDINA RADIO CONTROL CO	1925	Созданный компанией Houdina Radio Control Co седан Chendler 1926 года был оснащён передающей антенной, и радиосигналы, которые он принимал, приводили в действие электромоторы, контролирующие скорость и направление движения автомобиля. Экипаж второй машины, следовавшей позади, управлял первой, впередиидущей.
RCA LABS	1950	В лаборатории компании RCA разработали детекторные схемы, встроенные в дороги в Линкольне (штат Небраска, США) и Принстоне (штат Нью-Джерси). Датчики были способны определять местоположение и скорость других транспортных средств и предоставлять необходимую для позиционирования информацию автономным автомобилям. Приемники для этой системы были встроены в автомобиль GM Firebird II 1956 года.
BASETRACK	2019	Технология BaseTrack заключается в создании надежной системы позиционирования объекта без оптических сенсоров, что позволяет транспортному средству двигаться по заданному пути в любых погодных условиях и при отсутствии дорожной разметки. Предлагаемое решение обрабатывает геоинформационные данные местности и затем прокладывает "виртуальный рельс" в системе навигации автомобиля (стереокамеры и радары могут использоваться как вспомогательные устройства).
WAYVE, TESLA	2019- 2020	Компания Tesla наряду с Wayve в разрабатываемых ими системах автономного вождения делают ставку на технологии машинного обучения и разрабатываемую систему компьютерного зрения, отказываясь от лидара как от необходимого устройства на борту.

1.2 Технологические особенности ключевых аппаратных сенсорных решений

Безусловно, представленная выше схема с основными датчиками и устройствами на борту автомобиля не отражает полной картины аппаратного обеспечения систем автоматизации управления транспортными средствами: как минимум, для обеспечения принятия решений беспилотному автомобилю необходим мощный вычислитель с предустановленным программным обеспечением, отвечающим за принятие решений, электронные блоки управления и актуаторы, отвечающие за передачу управляющих воздействий на исполнительные механизмы и бортовые системы автомобиля, различное коммуникационное оборудование для обмена данными и др. Современные архитектуры систем автоматизации управления транспортным средством представляют из себя не только продвинутые алгоритмы на базе нейросетевых технологий, но и сложные аппаратные решения со множеством типов включаемого в них оборудования и наличием резервных отказоустойчивых систем. Как было отмечено выше, в рамках данной работы мы концентрируемся на рассмотрении только сенсорного оборудования, служащего основными «органами восприятия» системы автоматизированного транспортного средства.

Ниже мы рассмотрим более детально технологические особенности устройства и принцип работы по основным 4-м сегментам сенсорных решений: лидары, радары, камеры и ГНСС-модули.

1.2.1 Лидары

Лидар (LIDAR, англ. Light Detection and Ranging) — технология измерения расстояний путем излучения света (лазерных лучей) и замера времени возвращения этого отражённого света на приёмник. Лидар как прибор представляет активный дальномер оптического диапазона.

Существуют лидары разного типа. *Сканирующие лидары* в системах машинного зрения формируют двумерную или трёхмерную картину окружающего пространства. *«Атмосферные» лидары* способны не только определять расстояния до непрозрачных отражающих целей, но и

анализировать свойства прозрачной среды, рассеивающей и поглощающей свет.

В отличие от радиоволн, эффективно отражающихся только от достаточно крупных металлических объектов, световые волны подвержены рассеянию в любых средах, в том числе в воздухе, поэтому возможно не только определять расстояние до непрозрачных (отражающих свет) дискретных целей, но и фиксировать интенсивность рассеивания света в прозрачных средах.

На рисунке ниже представлен обобщенный принцип работы технологии лидара (см. рис. ниже).

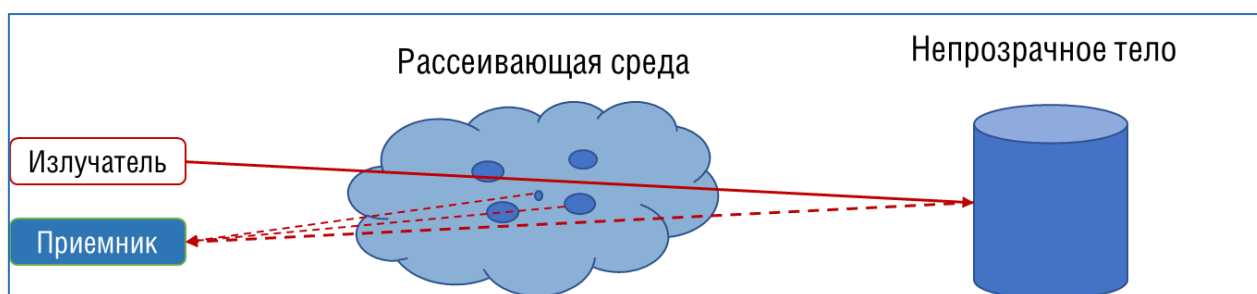


Рис.1.2 Обобщенный принцип работы технологии лидара (Источник: составлено автором)

Для определения не только расстояния, но и габаритов цели в пространстве измеряется множество точек. Ниже будут рассмотрены основные типы используемых лидаров в робототехнических системах, основные преимущества и недостатки их использования.

1) Механические лидары:

Принцип действия: используют вращающиеся лазерные лучи для сканирования пространства. Вращение осуществляется с помощью моторов, что делает конструкцию механически сложной и подверженной вибрациям.

Преимущества: широкий угол обзора (до 360°), высокая точность и дальность действия (до 200 метров).

Недостатки: высокая стоимость, громоздкость, низкая надежность из-за движущихся частей.

2) Твердотельные лидары:

Принцип действия: не имеют подвижных частей. Вместо этого, они используют электронное сканирование, например, фазированную антенную решетку (ФАР) или оптические фазовые решетки (ОРА), для направления лазерных лучей.

Преимущества: компактность, высокая надежность, более низкая стоимость по сравнению с механическими лидарами.

Недостатки: меньшая дальность действия и разрешение по сравнению с механическими лидарами.

3) Сканирующие лидары с микроэлектромеханическими системами (MEMS):

Принцип действия: используют микроскопические зеркала, управляемые MEMS-актуаторами, для сканирования лазерного луча.

Преимущества: компактный размер, более низкая стоимость по сравнению с механическими лидарами, хорошая производительность.

Недостатки: меньшая надежность по сравнению с твердотельными лидарами, более низкая дальность действия по сравнению с механическими лидарами.

4) Флеш-лидары:

Принцип действия: освещают всю сцену коротким, но мощным лазерным импульсом. Камера фиксирует отраженный свет, а время, затраченное на возвращение света, используется для расчета расстояния.

Преимущества: отсутствие движущихся частей, высокая скорость сканирования, потенциально низкая стоимость.

Недостатки: ограниченная дальность действия (до 50 метров), чувствительность к погодным условиям (туман, дождь).

Большинство современных лидаров используют цилиндрическую развертку. Этот тип развертки наиболее просто формируется и прост в дальнейшей обработке. Однако у него есть недостатки. Например, при использовании цилиндрической развертки есть вероятность пропустить узкие горизонтальные объекты (такие как шлагбаум). Чаще всего эта проблема решается применением дополнительного лидара с цилиндрической разверткой, но ориентированного перпендикулярно первому лидару.

По результатам проведенного анализа можно сформировать перечень ключевых характеристик⁴ для принятия решения о выборе того или иного устанавливаемого лидара в качестве компонента системы автоматизации управления транспортным средством:

- Диапазон действия (дальность действия)
- Количество каналов
- Многократность возврата
- Количество точек в секунду
- Поле зрения (FoV)
- Точность сканирования
- Скорость сканирования лидара / частота вращения
- Устойчивость к помехам

1.2.2 Радары

Под общим термином **радар** понимается радиотехническая система для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, а также для определения их дальности, скорости и геометрических параметров. В устройстве автомобильных радаров (как и радиолокационных станций) используется метод радиолокации, основанный на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов. Сигналы передаются из массива передающих антенн и принимаются через массив приемных антенн. Дальность, скорость и направление объектов и препятствий можно оценить по относительным фазам принимаемых сигналов, которые отразились от них.

Используемые в настоящее время в высокоавтоматизированных автомобилях наборы микросхем радаров обычно состоят из двух основных компонентов: *датчика или приемопередатчика радара*, обрабатывающего радиосигналы от антенн миллиметрового диапазона (миллиметрового диапазона) до сигнала основной полосы частот, и *микроконтроллера радара* (MCU), отвечающего за цифровую обработку сигналов радара.

Радиолокационный приемопередатчик и микроконтроллер обычно представляют собой две разные микросхемы, каждая из которых производится в технологически оптимальной форме. В то время как

⁴ <https://www.blickfeld.com/blog/understanding-lidar-specifications/>

сложность радиолокационного приемопередатчика линейно пропорциональна количеству антенн или физических радиочастотных цепей, сложность обработки сигналов, выполняемой в микроконтроллере радара, связана с количеством виртуальных каналов. Следовательно, оно находится в квадратичной зависимости по отношению к количеству антенн (и возрастает намного быстрее по мере усложнения системы).

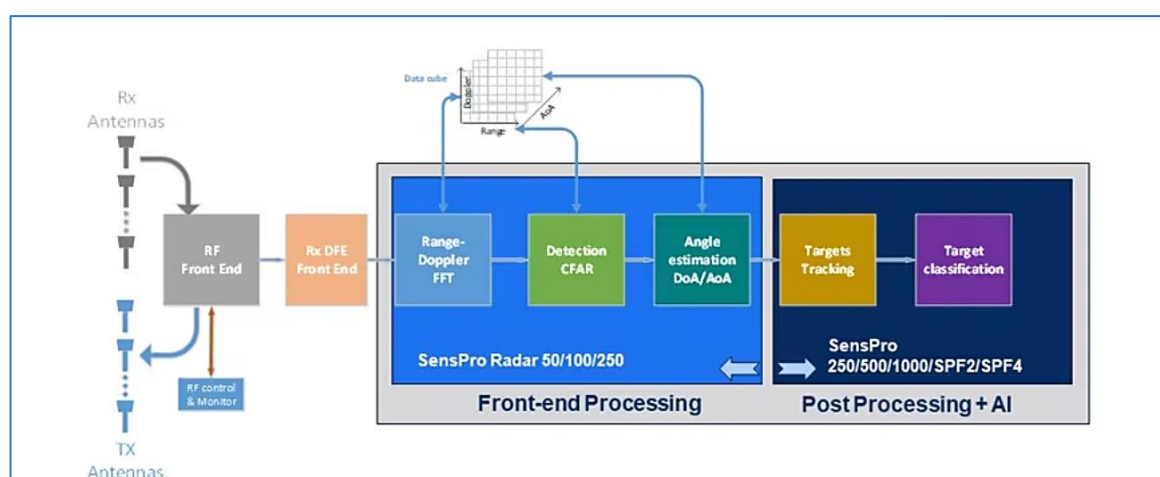


Рис. 1.3 Схема обработки данных радара. Fron-end Processing – первоэтапный процесс; PosProcessing + AI –постобработка данных с применением технологий искусственного интеллекта, TX – передающие антенны, RX – принимающие антенны

Источник: electronicdesign.com

На рисунке выше показана типичная схема обработки данных радара⁵. Первоэтапный процесс реализуется в приемопередатчике радара. После аналого-цифрового преобразования сигнал обрабатывается в микроконтроллере радара.

Как показано на рисунке выше, процесс обработки данных радара обычно состоит из двух основных этапов:

- Обработка внешнего интерфейса радара, которая выводит облако точек радара;
- Постобработка радара, которая занимается классификацией и отслеживанием объектов.

Эти две операции требуют применения различных методов обработки. В зависимости от архитектуры микроконтроллера радара как интерфейс, так

⁵ <https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21167866/ceva-radar-systems-for-autonomous-driving-at-l2l2-and-beyond>

и постобработка могут быть интегрированы в один MCU, или же последние части цепочки могут обрабатываться в центральном электронном блоке управления (ECU).

В ходе проведения обзора функционала имеющихся по состоянию на текущий момент на рынке радаров, используемых в качестве составляющей аппаратной части систем автоматизации управления транспортными средствами, было сделано заключение, что основными техническими характеристиками, определяющих выбор той или иной модели радара являются:

- **Дальность действия.** Является ключевой характеристикой ввиду того, что большая дальность необходима для обеспечения безопасности движения с максимально допустимой скоростью.
- **Горизонтальное поле зрения** (на минимальной и максимальной дистанции зоны действия).
- **Вертикальное поле зрения** (на минимальной и максимальной дистанции зоны действия).
- **Частота обновления данных**

1.2.3 Камеры

Как правило, камеры являются неотъемлемой частью практически любой системы автоматизации управления транспортным средством. Стоит отметить, что на сегодняшний день существуют компании-разработчики систем автономного вождения, которые определяют технологию анализа поступающего изображения с камеры в качестве ключевой технологии, обеспечивающей автоматизацию управления автомобилем.

Вместо световых импульсов камеры используют визуальные данные, возвращаемые оптикой в объективе и обрабатываемые встроенным программным обеспечением для дальнейшего анализа. Текущий уровень развития нейронных сетей и алгоритмов компьютерного зрения позволяет идентифицировать и классифицировать объекты с достаточно высокой точностью. Модуль планирования поведения со встроенным ПО на основе анализа поступающего видеоизображения помогает автомобилю или мобильному роботу избегать столкновений с другими объектами, снижать скорость при движении, безопасно менять полосу движения и даже

распознавать дорожные знаки с помощью OCR (оптического распознавания символов). В современных системах автономного вождения применяются сложные методы и модели анализа поступающего видеоизображения с камеры с применением технологий искусственного интеллекта и реализацией методов нейросетей. Данный класс технологических решений получил название технологии компьютерного, или машинного зрения.

Существуют различные типы камер с различными характеристиками и архитектурой, имеющие различное компонентное обеспечение внутри: так, в современных беспилотных ТС могут использоваться монокулярные или стереокамеры, инфракрасные камеры, камеры с событийным зрением. В общем принцип работы стандартной монокулярной цифровой камеры можно отобразить следующим образом (см. рис. ниже). Фокусированные через линзу объектива фильтрованные световые потоки поступают на матрицу ПЗС, где следом происходит аналогово-цифровое преобразование получаемых сигналов (электрических импульсов), после чего уже происходит дальнейшая обработка информации в цифровом виде, ее сжатие и передача на внешнее устройство, либо на внутренний накопитель.

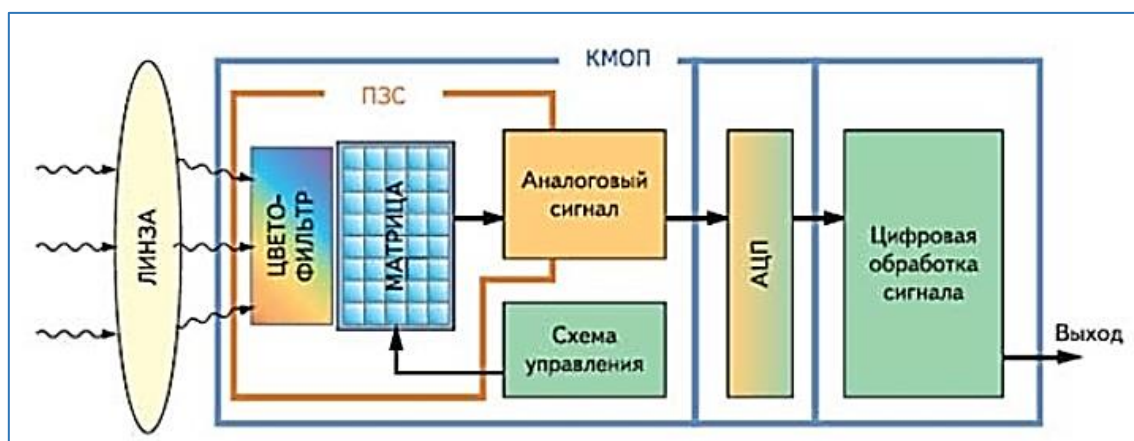


Рис. 1.4 Обобщенный принцип работы монокулярной камеры

Источник: foto.ru

Так, один из основных методов анализа поступающего изображения, применяемый в беспилотных транспортных средствах с одной или несколькими камер с целью оценки движения транспортного средства, называют визуальной одометрией. Основная задача визуальной одометрии – вычислить относительные преобразования изображений (последовательных кадров), а затем использовать преобразования для восстановления полной траектории транспортного средства. Таким образом, с помощью визуальной

одометрии путь движения транспортного средства определяется постепенно, позиция за позицией.

Тем не менее, в условиях применения в системе с использованием лидара, позволяющего с высокой точностью создавать 3D-картину окружающего пространства, отнесение интегрируемой в систему камеры к классу стереокамер не является критичным.

В ходе проведения обзора функционала имеющихся на текущий момент на рынке камер, используемых в качестве составляющей аппаратной части систем автоматизации управления транспортными средствами, изначально был определен набор наиболее значимых характеристик. Наиболее значимыми характеристиками для камер, используемых в качестве одной из ключевых составляющих аппаратного облика системы автоматизации управления транспортным средством, являются:

- Угол обзора (FOV, AFOV)
- Количество кадров в секунду (fps)
- Разрешение изображения (Image resolution)

По результатам проведенного обзора используемых на глобальном пространстве решений было сделано заключение, что в большинстве систем автономного вождения, реализованных как в тестируемых автономных транспортных средствах ключевыми компаниями и стартапами, так и в исследованиях научных организаций используются камеры, которые имеют горизонтальный AFOV > 60°, вертикальный AFOV > 45°. Также, как правило, в системах автоматизации управления пассажирскими и грузовыми транспортными средствами используются камеры с характеристикой fps > 30. Если данная характеристика будет низкой, то будет происходить потеря множества кадров, что может привести к отсутствию реакции на то или иное событие или некорректную реакцию системы автономного вождения.

1.2.4 ГНСС-модули

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou, играют ключевую роль в работе беспилотных транспортных средств, предоставляя данные о местоположении, скорости и времени. ГНСС-трекер, установленный в беспилотном автомобиле, использует сигналы со спутников для определения своего точного местоположения на земном шаре.

Принцип работы устанавливаемого на борту автомобиля ГНСС-трекера в целом можно описать следующей последовательностью:

1) Прием сигналов со спутников: ГНСС-трекер принимает сигналы как минимум от четырех спутников одновременно. Каждый спутник передает сигналы, содержащие информацию о его местоположении и времени отправки сигнала.

2) Расчет расстояния до спутников: путем сравнения времени отправки и приема сигнала, трекер вычисляет расстояние до каждого спутника. Учитывается скорость света, с которой распространяются радиоволны.

3) Определение местоположения методом трилатерации: зная расстояние до нескольких спутников, трекер определяет свое местоположение в трехмерном пространстве методом трилатерации. По сути, трекер находится в точке пересечения сфер, радиусы которых равны расстояниям до спутников.

4) Учет поправок и повышение точности:

- Для повышения точности определения местоположения используются дифференциальные поправки DGPS (Differential GPS), RTK (Real-Time Kinematic) или аналогичные системы, которые учитывают погрешности, связанные с различными факторами.

Стоит отметить, что значительная часть присутствующих на рынке модулей ГНСС используют дополнительные датчики (инерциальные системы / IMU, датчики скорости колес), чтобы улучшить точность позиционирования в условиях плотного городского строения или в тоннелях, где прием сигнала со спутников может быть затруднен.

5) Передача данных системе управления транспортным средством: полученные данные о местоположении, скорости и времени передаются в бортовую систему управления беспилотным ТС, где они используются для:

- навигации: построения маршрута и движения по заданному маршруту.
- локализации: определения положения автомобиля относительно дорожной разметки, знаков и других объектов инфраструктуры.
- планирования движения: прогнозирования ситуации на дороге и выбора оптимальной траектории движения.

Анализ предоставляемого производителями оборудования описания различных моделей ГНСС-модулей позволил выделить следующий перечень ключевых технических характеристик:

- Точность позиционирования
- Максимальная удаленность до базовой станции (в километрах)
- Частота обновления данных – является более важной характеристикой в условиях движения транспортного средства с высокой скоростью (более 100 км/ч).
- Наличие интегрированного (или внешнего дополнительного) инерциального блока. Некоторые ГНСС-модули оснащены встроенной инерциальной навигационной системой, либо дополнительным внешним блоком ИНС, который позволяет какое-то время продолжать определение геопозиции при потере сигнала от спутника в определенных ситуациях (например, при въезде беспилотника в тоннель).

1.3 Научно-исследовательские аспекты развития разработок в сфере аппаратных решений систем автономного вождения

1.3.1 Анализ патентной активности

Ниже представим описание состояния и динамики патентной активности в сфере разработок по обозначенным сегментам решений систем автоматизации управления транспортным средством.

Сегмент «Лидары»

Согласно данным патентной базы Lens⁶, по состоянию на конец мая 2024 года насчитывается **более 195 тыс. заявок** на регистрацию патентов

⁶ URL: <https://www.lens.org/>

(около 100 тыс. патентных семейств⁷), связанных с разработками в сфере лидарных технологий⁸.

Анализируя динамику патентной активности за последние 4 полных периода, можно отметить устойчивый рост от года к году количества поданных заявок на регистрацию патентов по разработкам в сфере лидарных технологий (см. диаграмму ниже). **За период с января по май 2024 г. было подано 16538 заявок**, что на 16% больше показателя аналогичного периода прошлого года.

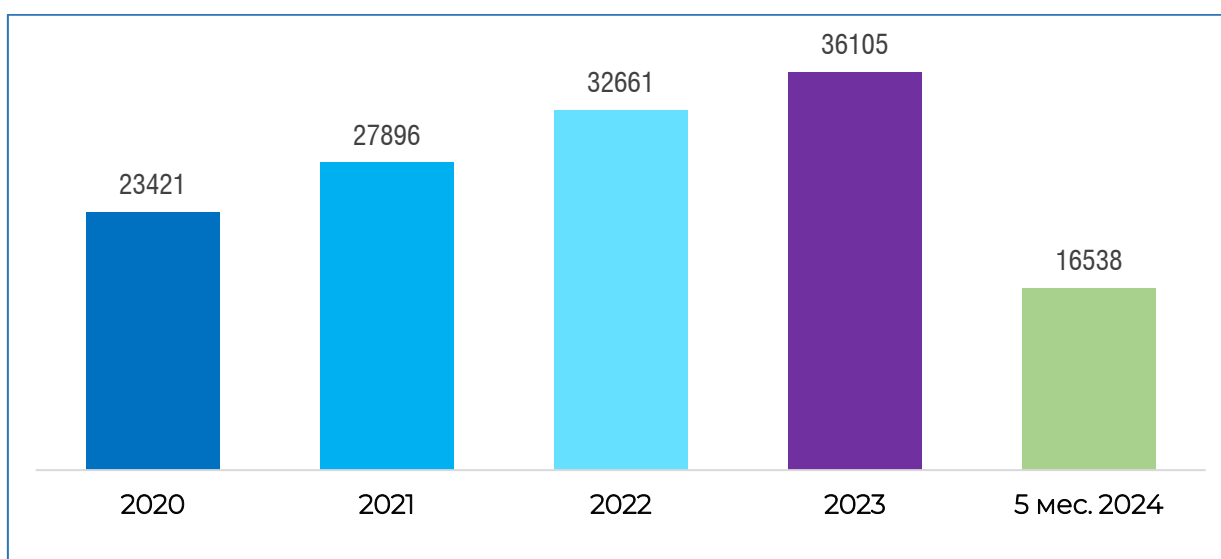


Рис. 1.5 Количество поданных патентных заявок в сегменте лидарных решений в год за период 2019-2024 гг.

Источник: lens.org

Среди наиболее активных заявителей в данном сегменте отмечаются такие компании, как Ford, Toyota, LG Electronics.

Сегмент «Радары»

Согласно данным упомянутой выше патентной базы⁹, по состоянию на 1 июня 2024 года насчитывается **около 560 тыс. заявок** на регистрацию патентов (331 тыс. патентных семейств¹⁰), связанных с разработками в сфере радарных технологий¹¹.

⁷ Одно патентное семейство характеризует одно техническое решение, но может содержать множество патентных документов в одной или в разных странах

⁸ ключевое слово: LIDAR

⁹ URL: <https://www.lens.org/>

¹⁰ Одно патентное семейство характеризует одно техническое решение, но может содержать множество патентных документов в одной или в разных странах

¹¹ ключевое слово: radar

Анализируя динамику патентной активности за последние годы, можно также отметить устойчивый рост заявок на регистрацию прав на результаты интеллектуальной деятельности в области разработки радарных технологий (см. диаграмму ниже).

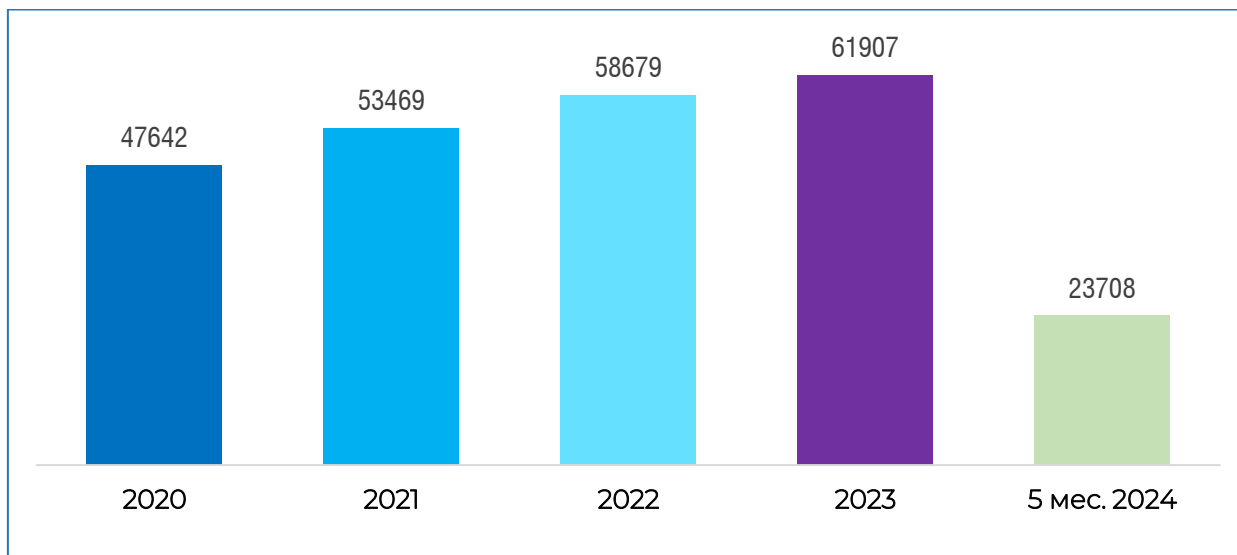


Рис. 1.6 Количество поданных патентных заявок в сегменте радарных технологий за период 2019-2024 гг.

Источник: lens.org

В тройку наиболее активных заявителей здесь также входят Toyota, Ford и LG Electronics.

Сегмент «Камеры»

По состоянию на 1 июня 2024 года в патентной базе зарегистрировано **около 127 тыс. заявок** (более 57 тыс. патентных семейств) на регистрацию патентов в сфере разработок в сегменте автомобильных камер¹² и решений в области обработки данных сенсоров указанного типа. За 5 месяцев 2024 года было зарегистрировано более 7,1 тыс. заявок.

По результатам анализа динамики патентной активности за последние полные 4 года (2020-2023 гг.) также стоит отметить рост от года к году количества поданных заявок (см. диаграмму ниже). При этом количество поданных заявок на регистрацию прав на интеллектуальную собственность в этой области за 2023 год возросло на 9% по сравнению с 2022 годом.

¹² поисковый запрос по ключевым словам включал следующие запросы: «automotive camera»

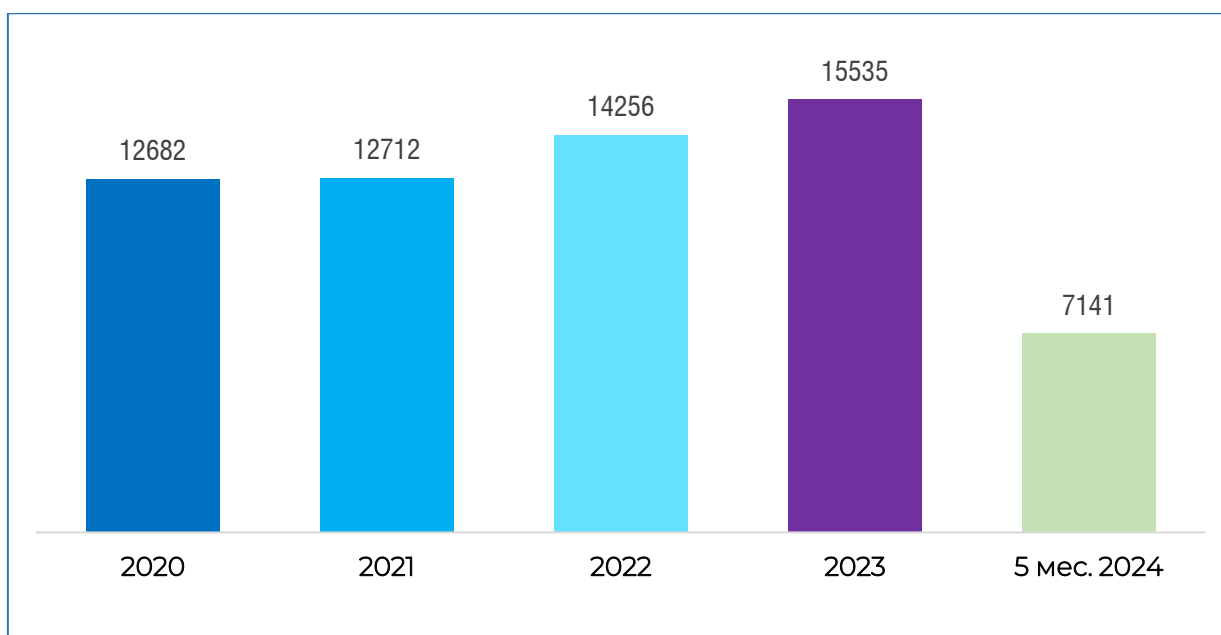


Рис. 1.7 Количество поданных патентных заявок в сегменте автомобильных камер за период 2019-2024 гг. Источник: lens.org

Среди ключевых заявителей в данном сегменте отмечаются такие компании, как Samsung Electronics, Qualcomm и LG Electronics.

Сегмент «ГНСС-модули»

На 1 июня 2024 года в патентной базе зарегистрировано **более 108 тыс. заявок** (более 52 тыс. патентных семейств) на регистрацию патентов в сфере разработок в сегменте ГНСС-трекеров и технологий обработки сигналов ГНСС¹³. За 5 месяцев 2024 года было зарегистрировано **более 9 тыс. заявок** (что больше на 28% показателя аналогичного периода прошлого года).

При рассмотрении динамики патентной активности за последние 4 полных периода (2020-2023 гг.) в этом сегменте мы также можем отметить значительный рост от года к году количества поданных заявок на регистрацию прав на результаты интеллектуальной деятельности.

¹³ поисковый запрос по ключевым словам включал следующие запросы: «GNSS tracker», «GNSS tracking», «GNSS-module»

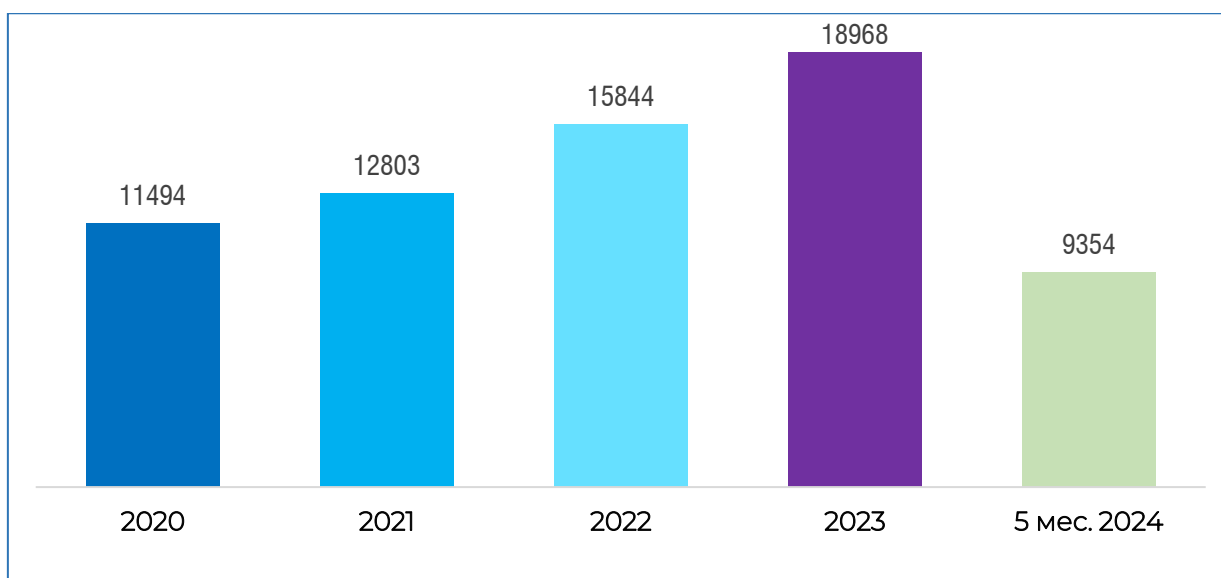


Рис. 1.8 Количество поданных патентных заявок в обозначенном сегменте разработок за период 2019-2024 гг. Источник: lens.org

Среди наиболее активных заявителей в данном сегменте разработок отмечаются такие технологические корпорации, как Samsung Electronics, Qualcomm, Apple.

1.3.2 Библиометрический анализ

Если принять во внимание в качестве основного источника информации одну из крупнейших в мире баз данных по опубликованным научным работам, ScienceDirect¹⁴, то по состоянию на конец мая 2024 года в ней содержалось **более 79 тыс. научных работ** в части разработок в сфере аппаратных сенсорных решений автомобильных систем и сопутствующих технологий обработки сенсорных данных. Распределение количества представленных в указанной базе научных работ по сегментам разработок и исследований представлено на диаграмме ниже (см. рис. ниже). Согласно представленным данным, наиболее популярной является тематика исследований в области применения технологий лидаров.

Стоит отметить, что подавляющее большинство статей в указанной базе размещается в таких категориях, как «Инженерия», «Информатика», «Материаловедение», «Наука об окружающей среде», «Наука о Земле и планетах».

¹⁴ <https://www.sciencedirect.com/>

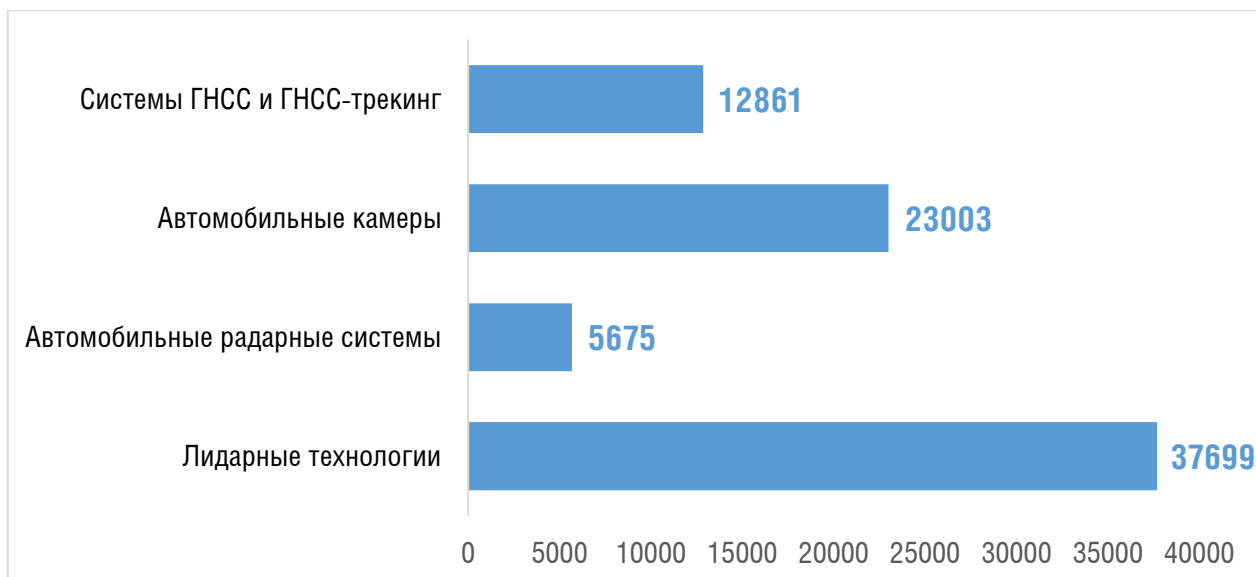


Рис. 1.9 Распределение количества научных работ по тематикам

Источник: ScienceDirect

1.3.3 Ключевые разработки

Ниже рассмотрим примеры наиболее интересных разработок компаний в сфере аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством и сопутствующих технологий, выбранных на основе библиометрического анализа и зарегистрированных заявок на получение патентов / полученных патентов за период 2022-2024 гг.

Система очистки лидаров (компания Waymo)¹⁵

Патент, поданный компанией Waymo (разработчик беспилотных автомобилей-такси в США), описывает механизм самоочистки линз лидара от грязи, воды и других загрязнений с использованием специальных дворников и средств очистки, ультразвуковых волн и сжатого воздуха. Система оснащена датчиками, которые постоянно отслеживают состояние чистоты линз лидара. Используются оптические датчики, реагирующие на изменение прозрачности линз, а также емкостные датчики, определяющие наличие на них капель воды или других загрязнений. Данное изобретение помогает решить значимую проблему загрязнения лидаров, которая может существенно снижать их эффективность в реальных условиях эксплуатации.

¹⁵

https://www.reddit.com/r/SelfDrivingCars/comments/k5vry4/waymo_lidarcamera_dome_cleaning_routine_up_close/?rdt=64502

Твердотельные лидары серии RS-LiDAR-M с расширенным углом обзора (компания Robosense)¹⁶

Компания представила новые твердотельные лидары с расширенным углом обзора и улучшенными характеристиками обнаружения в сложных погодных условиях. Лидары серии RS-LiDAR-M построены на твердотельных технологиях, что означает отсутствие вращающихся частей. Сканирование осуществляется за счет использования MEMS-зеркал (микроэлектромеханические системы), которые отклоняют лазерный луч по горизонтали и вертикали. Характеристика угла обзора достигает 120° по горизонтали и 90° по вертикали. Это позволяет формировать детальное трехмерное изображение окружающего пространства с минимальным количеством "слепых" зон.

Разработанная система «Cabin Awareness» с 4D-радаром (компания Toyota Connected North America)¹⁷

Toyota Connected North America (TCNA), центр разработок в области программного обеспечения и подключенного транспорта компании Toyota, запатентовала свою технологию Cabin Awareness concept, которая использует 4D-радар (радар с когнитивной визуализацией) миллиметрового диапазона для обнаружения забытых в салоне детей или животных. Датчик, смонтированный в обшивку потолка автомобиля, является настолько чувствительным, что может распознавать дыхание и даже сердцебиение, а также пассажиров, накрытых одеялом. Радар улавливает микродвижения на в салоне автомобиля, алгоритмы системы способны определить, кто попал в ее поле зрения – взрослый человек, ребенок или домашнее животное. В отличие от датчиков веса, камер или радаров ограниченного действия, радар миллиметрового диапазона способен работать практически без погрешностей. Обнаружив забытого ребенка или животного, он подаст сигнал системе Cabin Awareness, в функционале которой предусмотрена система оповещений. Сначала она включит сигнал на приборной панели, затем — аварийные огни и

¹⁶ <https://www.robosense.ai/en/RS-LiDAR-M1>

¹⁷ <https://www.greencarcongress.com/2022/06/20220601-cabinawareness.html>

звуковой сигнал. Если реакции не поступит, система отправит push-уведомление на смартфон водителя через приложение Toyota или SMS.

Лидар на основе кремниевой фотоники (патент компании Continental)

Патент описывает использование кремниевой фотоники для создания более компактных, дешевых и надежных лидаров. Вместо традиционных материалов в этом лидаре используется кремний – материал, лежащий в основе современных микрочипов. Ключевые компоненты лидара, такие как лазер, оптические волноводы и фотодетекторы, могут быть интегрированы на одном кремниевом чипе. Это возможно благодаря развитию технологий кремниевой фотоники. Данная технология способна революционизировать рынок лидаров, сделав их производство значительно дешевле и проще.

1.4 Нормативно-технический ландшафт

Говоря о существующем на международном уровне нормативно-техническом ландшафте в области разработки аппаратных компонентов систем автономного вождения, следует отметить, что разработка технических решений в данной сфере должна производиться с учетом существующих стандартов в части безопасности и функционала систем автомобильной телематики, систем помощи водителю и различных электронных бортовых подсистем (разработанные стандарты ISO и документы других организаций).

При этом также стоит подчеркнуть, что разработка специализированных стандартов, регламентирующих создание решений в области автомобильной сенсорики, а также аспекты оценки соответствия требованиям производительности и безопасности, а также регламентирующих процессы тестирования аппаратных сенсорных решений, на данный момент еще полностью не завершена (так, к примеру, в стадии проекта находится стандарт ISO /AWI 13228¹⁸ «Road vehicles — Test method for automotive LiDAR», который должен регламентировать процедуру тестирования автомобильных лидаров).

¹⁸ <https://www.iso.org/standard/84347.html>

В таблице ниже приведен список основных опубликованных международных / межгосударственных стандартов ISO и другими организациями, используемых при разработке радаров, лидаров, автомобильных камерных систем и ГНСС-модулей, а также интеллектуальных транспортных систем, телематических систем и компонентов (в том числе - обеспечивающих автоматизацию выполнения динамических задач вождения). Стоит подчеркнуть, что данный список не является исчерпывающим списком стандартов, применяемых при разработке систем автоматизации управления транспортным средством и их отдельных компонентов.

Таблица 1.2 Пример разработанных и опубликованных стандартов ISO, SAE, IEC

Номер стандарта / название документа	Наименование стандарта	Область применения
IEC 60825-1—2013	Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements	LIDAR
ISO 23150:2023	Road vehicles — Data communication between sensors and data fusion unit for automated driving functions — Logical interface	AD/ADAS/LIDAR/RADAR/CAMERA
ISO 16505:2019	Road vehicles — Ergonomic and performance aspects of Camera Monitor Systems — Requirements and test procedures	CAMERA
IEEE SA - P3116	Standard for Automotive Radar Performance Metrics and Testing Methods for Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) and Automated Driving System (ADS) Applications ¹⁹	RADAR/ADAS
ISO 21202:2020	Intelligent transport systems — Partially automated lane change systems (PALS) — Functional / operational requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 21717:2018	Intelligent transport systems — Partially Automated In-Lane Driving Systems (PADS) — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 16787:2017	Intelligent transport systems — Assisted Parking System (APS) — Performance requirements and test procedure	AD / ADAS
ISO 19638	ITS – Road boundary departure prevention systems	ADAS / Telematics
SAE J3045	Truck & bus lane departure warning systems test procedure	AD / ADAS
ETSI TS 101 539	Intersection collision risk warning	ADAS / Telematics

¹⁹ стандарт находится в стадии доработки

ISO 19237:2017	Intelligent transport systems — Pedestrian detection and collision mitigation systems (PDCMS) — Performance requirements and test	AD / ADAS
ISO 15622:2018	Intelligent transport systems — Adaptive cruise control systems — Performance requirements and test procedures	ADAS
ISO 20900:2019	Intelligent transport systems — Partially automated parking systems (PAPS) — Performance requirements and test procedures	ADAS
ISO 11067:2015	Intelligent transport systems — Curve speed warning systems (CSWS) — Performance requirements and test procedures	ADAS / Telematics
ISO 11270:2014	Intelligent transport systems — Lane keeping assistance systems (LKAS) — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 15623:2013	Intelligent transport systems — Forward vehicle collision warning systems — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 17361:2017	Intelligent transport systems — Lane departure warning systems — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 17386:2010	Transport information and control systems — Maneuvering Aids for Low Speed Operation (MALSO) — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 17387:2008	Intelligent transport systems — Lane change decision aid systems (LCDAS) — Performance requirements and test procedures	AD / ADAS
ISO 22839:2013	Intelligent transport systems — Forward vehicle collision mitigation systems — Operation, performance, and verification requirements	AD / ADAS
ISO 22840:2010	Intelligent transport systems — Devices to aid reverse manoeuvres — Extended-range backing aid systems (ERBA)	ITS / ADAS / Telematics
ISO 26684:2015	Intelligent transport systems (ITS) — Cooperative intersection signal information and violation warning systems (CIWS) — Performance requirements and test procedures	ITS / Telematics / ADAS

На российском пространстве применительно конкретно к сенсорным аппаратным компонентам систем автономного управления автомобилем не имеется специализированных принятых стандартов. Вместе с тем применительно к сфере ГНСС-устройств и оборудования транспортной телематики (включая специализированные телематические устройства контроля использования / тахографы и бортовую аппаратуру ГЛОНАСС), интеллектуальных транспортных систем, подключаемой бортовой аппаратуры и систем автоматизации управления транспортным средством / систем

содействия водителю можно отметить наличие множества утвержденных ГОСТ, среди которых можно считать основными нижеперечисленные:

Межгосударственный стандарт ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 «Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей»

ГОСТ 3472-2015 «Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура спутниковой навигации для оснащения колесных транспортных средств категории М и N. Общие технические требования»

ГОСТ Р 57484-2017 Комплексная система унифицированной бортовой аппаратуры ГЛОНАСС. Технические средства контроля обстоятельств причинения вреда транспортному средству в результате дорожно-транспортного происшествия. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 59289-2020 «Глобальная навигационная спутниковая система на транспорте. Технические средства контроля на транспорте. Единый расширяемый набор протоколов обмена данными технических средств контроля с информационными системами»

ГОСТ Р 58834-2020 «Автомобильные транспортные средства. Бортовые системы помощи водителю. Общие технические требования к компонентам и методы испытаний»

ГОСТ Р 70249-2022 «Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения»

ГОСТ Р 70250-2022 «Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта»

ГОСТ 34005-2022 «Автомобильные транспортные средства. Тахографы цифровые. Технические требования и методы испытаний»

Глава 2. Мировой рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

2.1 Объём, прогноз развития, региональные особенности рынка

Согласно актуальным аналитическим данным, объём мирового рынка аппаратных решений (сенсоров) систем автоматизации управления транспортным средством на 2023 год может оцениваться в величину около \$9 млрд. Его совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) на период до 2033 года может превысить 12% с достижением перспективного объёма более \$29 млрд²⁰. Стадия зрелости рынка – рост. Текущее состояние и общая прогнозная динамика мирового рынка аппаратных решений (сенсоров) систем автоматизации управления транспортным средством представлены ниже, на рис. 2.1.

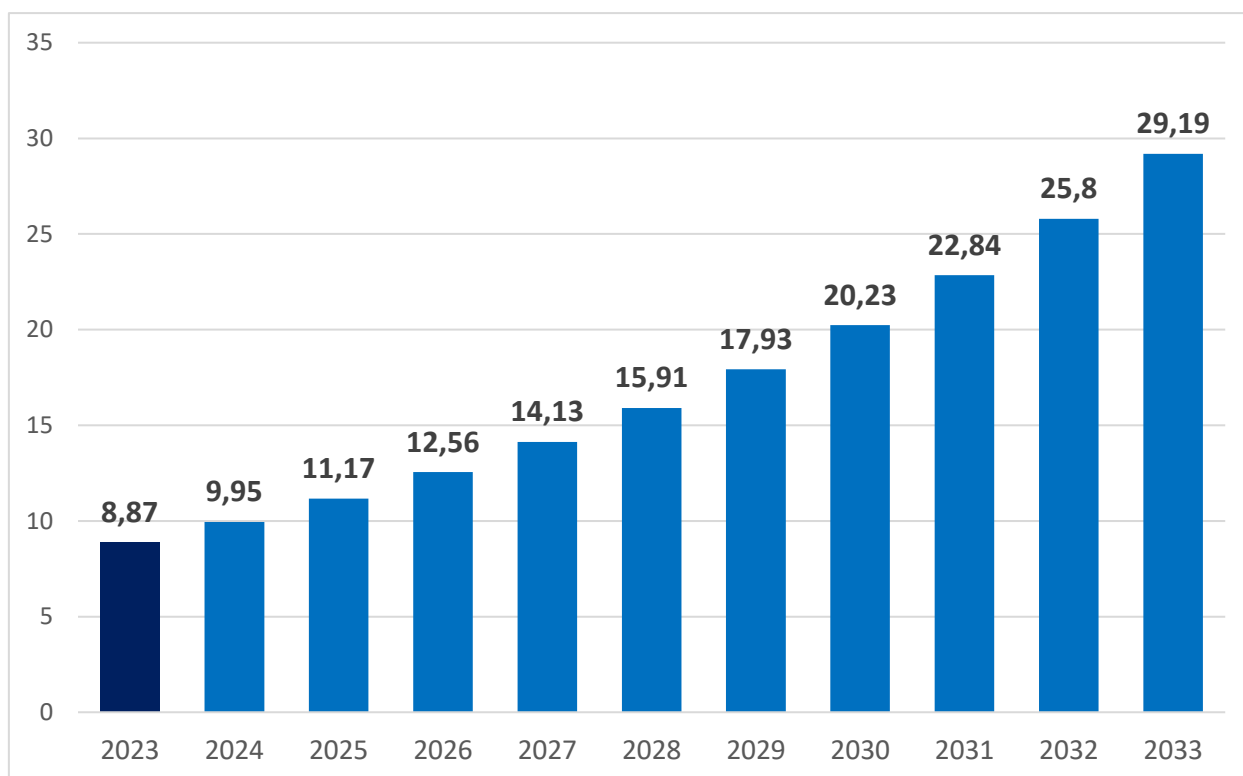


Рис. 2.1 Состояние и прогноз развития рынка аппаратных решений (сенсоров) систем автоматизации управления транспортным средством в 2023-2033 гг., \$ млрд
Источник: Precedence Research

Как следует из рис. 2.1 потенциально международный рынок аппаратных решений (сенсоров) систем автоматизации управления

²⁰ URL: <https://www.precedenceresearch.com/autonomous-vehicle-sensors-market>

транспортным средством может увеличиться в более чем 3 раза на горизонте до 2033 года. Аналитики и эксперты по-разному оценивают перспективы каждого из регионов. В части общей оценки примем Азиатско-Тихоокеанский регион как наибольший по своему объёму, далее примерно на равных идут североамериканский и европейский рынки (рис. 2.2).

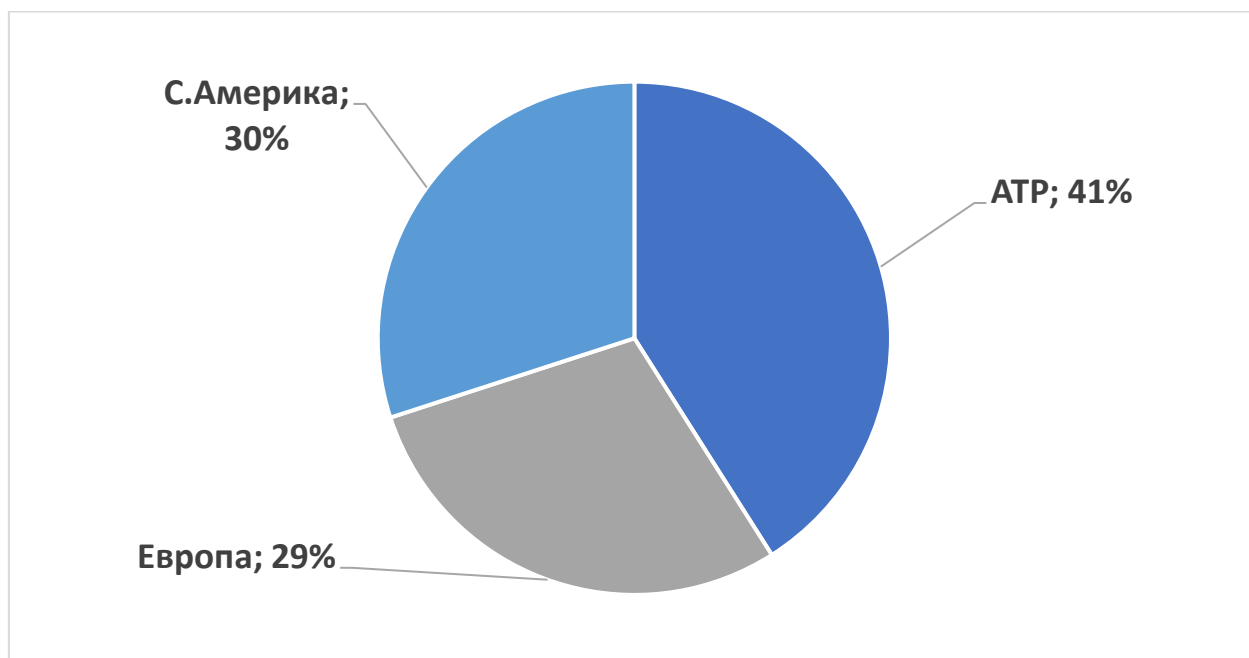


Рис. 2.2 Доли рынка аппаратных решений (сенсоров) систем автоматизации управления транспортным средством по регионам мира в 2023 г., %

Источник: аналитические и экспертные оценки

Среди ключевых факторов роста рынка в ближайшем будущем эксперты называют²¹:

- внедрение разного уровня требований к оснащению транспортных средств системами ADAS, что предусмотрено правительственными постановлениями; соответственно можно ожидать, что всё большее количество автомобилей будет оснащаться аппаратным и программным обеспечением, интегрированным для безопасного функционирования транспортных средств;

- наличие успешных примеров развития систем автоматизации управления транспортным средством посредством работающих концепций / платформ / экосистем для технологий автономного транспорта;

²¹ URL: <https://www.precedenceresearch.com/autonomous-vehicle-sensors-market>

- рост числа стратегических партнёрств и соответствующих синергетических эффектов.

Так, например, в рамках последнего, можно отдельно отметить тот факт, что в январе 2023 года технологическая компания Continental и производитель полупроводников Ambarella заключили стратегический альянс на выставке CES 2023. Вместе компании будут создавать и предоставлять своим клиентам масштабируемые универсальные аппаратные и программные решения для автоматизированного вождения на основе технологии искусственного интеллекта при перспективном переходе к автономной мобильности²².

Заметим, что ещё одним драйвером развития рынка может стать применение сенсоров для управления инфраструктурой, а именно – дорогами. Одним из подобных кейсов стала инициатива по проведению исследования состояния дорог для оценки скорости движения (Traffic Speed Road Assessment Condition Survey, TRACS), выполненное в Великобритании. Чтобы оценивать состояние дорожной сети, национальное агентство автомобильных дорог страны регулярно контролирует поверхность дорожного покрытия. Это говорит о том, что технология измерительных сенсоров может быть использована для получения данных от тех или иных инфраструктурных объектов в ближайшем будущем и тем самым способствовать развитию рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством²³.

С другой стороны, серьёзными ограничениями для развития рынка выступают, прежде всего:

- значительный уровень издержек на приобретение аппаратных решений в совокупности с пока ещё существенно высокими совокупными затратами по запуску проектов автоматизированного транспорта;

- необходимость повышения затрат на строительство / оснащение / модернизацию дорожной инфраструктуры, которая отвечала бы критерию

²² URL: <https://www.precedenceresearch.com/autonomous-vehicle-sensors-market>

²³ Там же

«умной» инфраструктуры, позволяющей масштабировать решения по автоматизации управления транспортом;

- преодоление текущих технологических несовершенств, а также потребительского неприятия в части отдельных решений рынка систем по автоматизации управления транспортным средством;

- проблемы обеспечения конфиденциальности и отсутствие стандартизации.

В части последнего отдельно заметим, что конфиденциальность и безопасность данных – это проблемы, возникающие из-за огромного объёма больших данных, собираемых сенсорами в разной степени автоматизированных транспортных средствах. Двумя основными проблемами являются: обеспечение связи между транспортными средствами и инфраструктурой, а также защита конфиденциальных данных. Кроме того, отсутствие установленных протоколов для сенсоров в автономных транспортных средствах может вызывать проблемы с совместимостью и препятствовать плавной интеграции различных транспортных средств и систем²⁴.

Среди наиболее заметных игроков глобального рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством сегодня выделяются: BorgWarner (США), Fujitsu (Япония), NXP Semiconductors (Нидерланды), Asahi Kasei Corporation (Япония), Lumentum Operations (США), Valeo (Франция), Continental (ФРГ), Brigade Electronics (Великобритания), Navtech Radar (Великобритания), Teledyne Geospatial (Нидерланды) и др.

Далее перейдём к рассмотрению региональных особенностей рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством.

²⁴ URL: <https://www.precedenceresearch.com/autonomous-vehicle-sensors-market>

Азиатско-Тихоокеанский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

Согласно аналитическим и экспертным данным на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством может приходиться по итогам 2023 года порядка \$3,6 млрд., а его совокупный среднегодовой темп роста превышать 10%, что на горизонте к 2033 году позволит сформировать рынок в более чем \$11,9 млрд. Текущее состояние рынка АТР и его долгосрочная прогнозная динамика продемонстрированы на рис. 2.3.

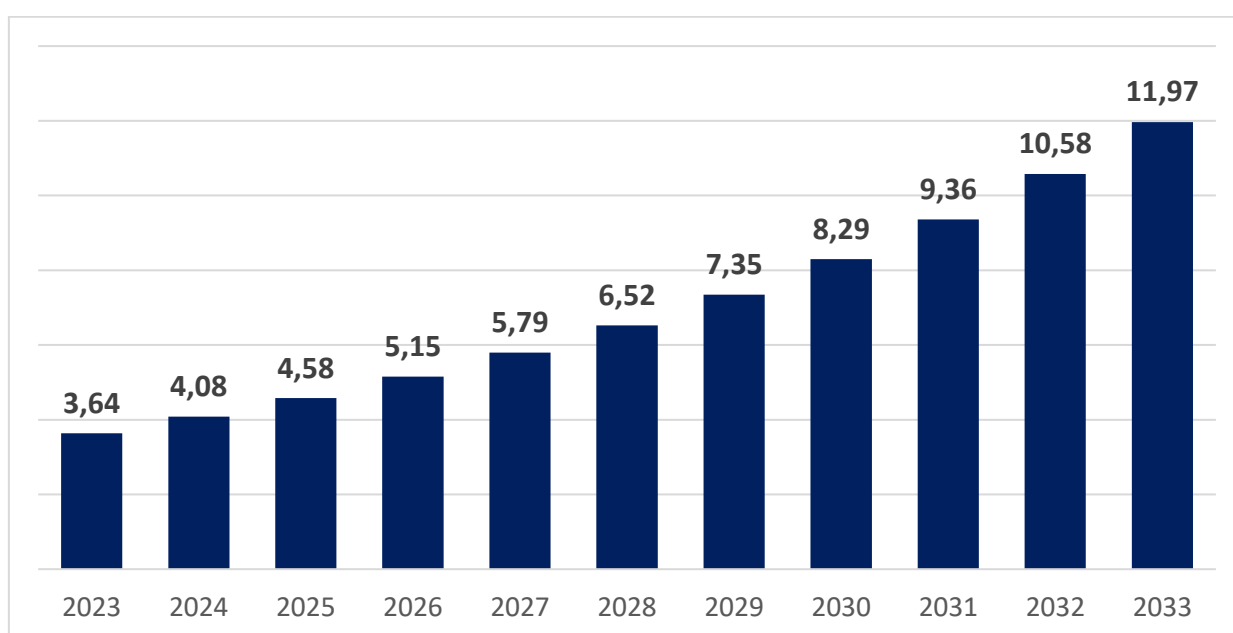


Рис. 2.3 Состояние и прогноз развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в Азиатско-Тихоокеанском регионе в 2023-2033 гг., \$ млрд Источник: Precedence Research, аналитические и экспертные оценки

Анализируя рынок АТР, важно выделить ключевую страну для развития рынка аппаратных решений и систем автоматизации управления транспортным средством – КНР. Как ожидается, эта страна и её рыночный / технологический потенциал будут одним из основных драйверов развития региона в ближайшие годы.

Европейский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

Согласно текущим оценкам на рынок Европейского региона аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством по итогам 2023 года может приходиться около \$2,5 млрд., а его совокупный среднегодовой темп роста находится в диапазоне 5-10%, что на горизонте к 2033 году позволит сформировать рынок общим объёмом около \$8 млрд. Текущее состояние рынка Европы и его долгосрочная прогнозная динамика продемонстрированы на рис. 2.4.

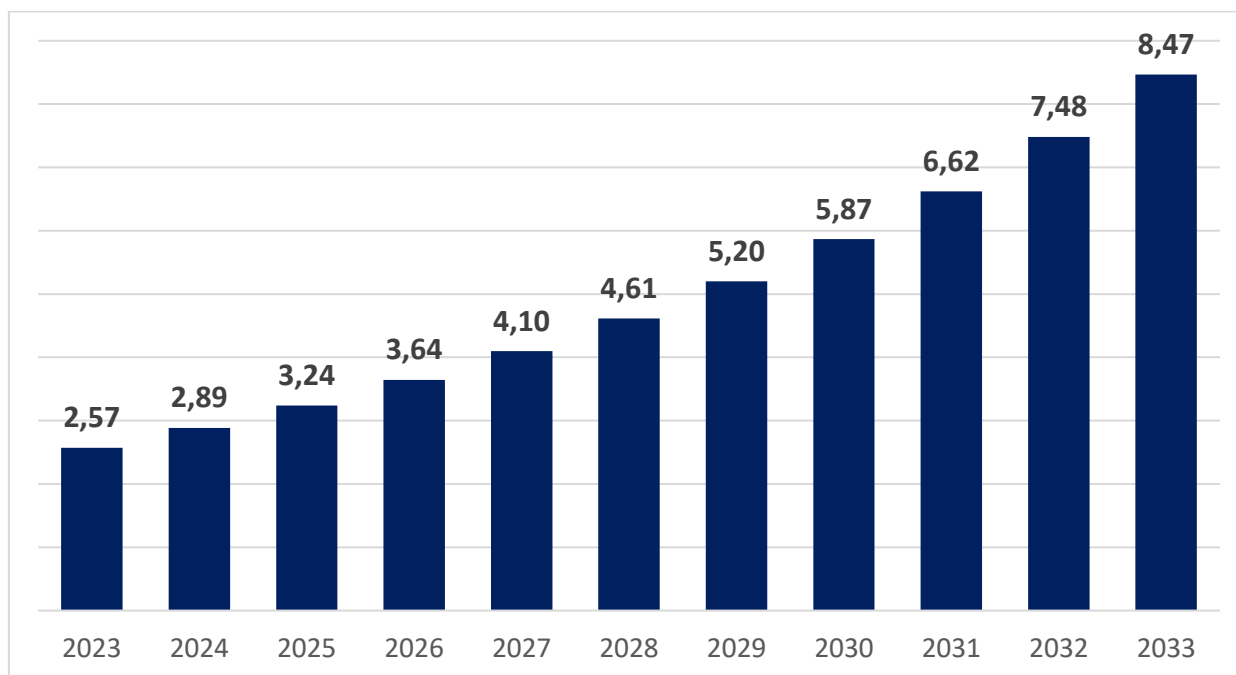


Рис. 2.4 Состояние и прогноз развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в Европе в 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research, аналитические и экспертные оценки

Европа будет занимать значительную долю рынка в течение прогнозируемого периода. Ожидается, что строгие к выполнению законы региона о безопасности движения наряду с внедрением инновационных решений класса ADAS будут стимулировать спрос на аппаратные решения в части автоматизации отдельных функций транспортного средства. В частности, это функции обеспечения безопасности движения, включая уведомления о выходе из полосы движения, автоматическое экстренное торможение, а также мониторинг сонливости и внимательности водителя в новых моделях автомобилях²⁵.

²⁵ URL: <https://www.precedenceresearch.com/autonomous-vehicle-sensors-market>

На европейском рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством наиболее сильные позиции сейчас занимает Великобритания, где сосредоточены многие технологические компании и где им оказывается существенная финансовая и нормативная правовая поддержка со стороны государства.

Североамериканский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

Согласно наиболее актуальным аналитическим и экспертным данным на рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством Северной Америки может приходиться по итогам 2023 года порядка \$2,6 млрд., а его совокупный среднегодовой темп роста может находиться на уровне 10%, что на горизонте к 2033 году позволит сформировать рынок, превышающий \$8 млрд. Текущее состояние рынка Северной Америки и его долгосрочная прогнозная динамика отражена на рис. 2.5.

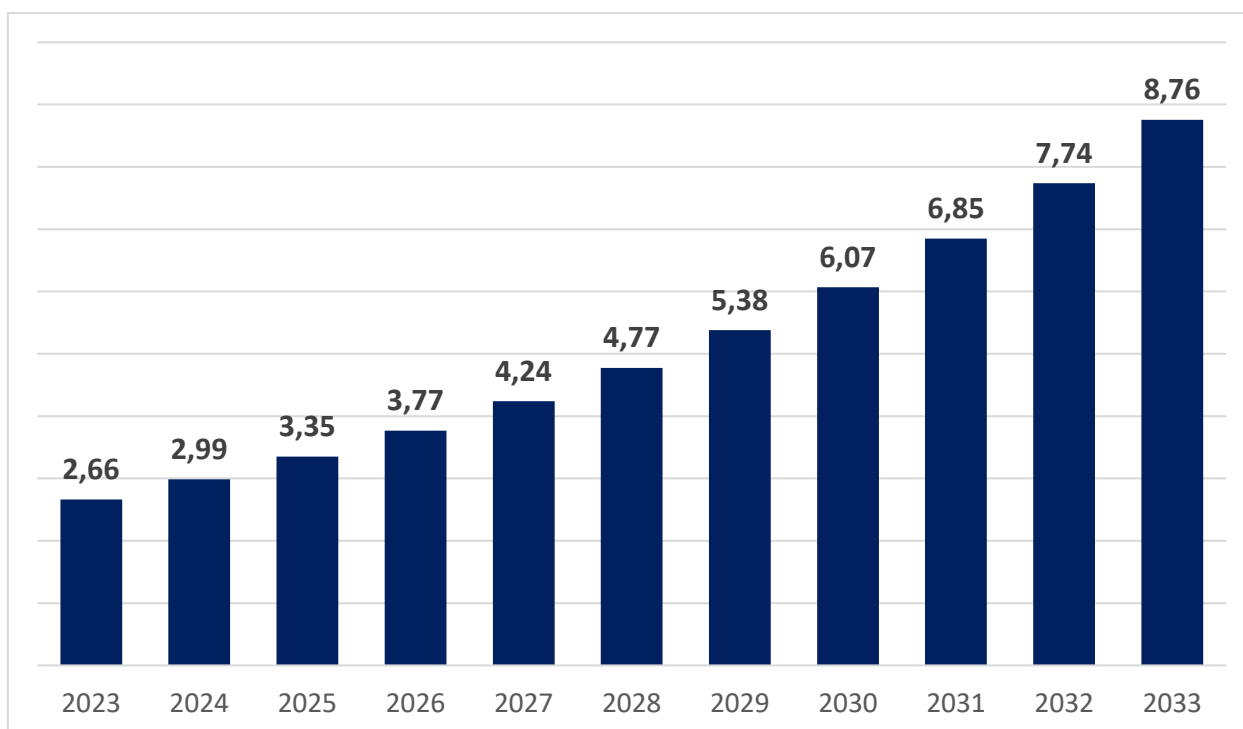


Рис. 2.5 Состояние и прогноз развития рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в Северной Америке в 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research, аналитические и экспертные оценки

В Северной Америке наиболее сильные позиции на рынке занимают Соединённые Штаты Америки, которые выступают наиболее инновационной и развитой страной не только региона, но и мира.

2.2 Характеристика традиционно выделяемых сегментов рынка

Среди традиционных сегментов рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством выделяют: лидары, камеры, радары и ГНСС-модули. Ниже рассмотрим основные рыночные характеристики данных сегментов. Отметим, что ввиду разных подходов к определению сегментов и в целом исследуемого рынка, приведённые оценки могут существенно отличаться и не соответствовать общим индикаторам, представленным в п. 2.1.

Оценка рыночного сегмента «лидары»

В 2023 году международный рынок лидаров оценивался в величину около \$2 млрд, однако на горизонте 2033 года он может увеличиться в более чем семь раз и достигнуть объёма в практически \$14 млрд. Совокупный среднегодовой темп роста данного рыночного сегмента превысит 21%²⁶. Текущее состояние и общая прогнозная динамика рынка лидаров представлены ниже, на рис. 2.6.

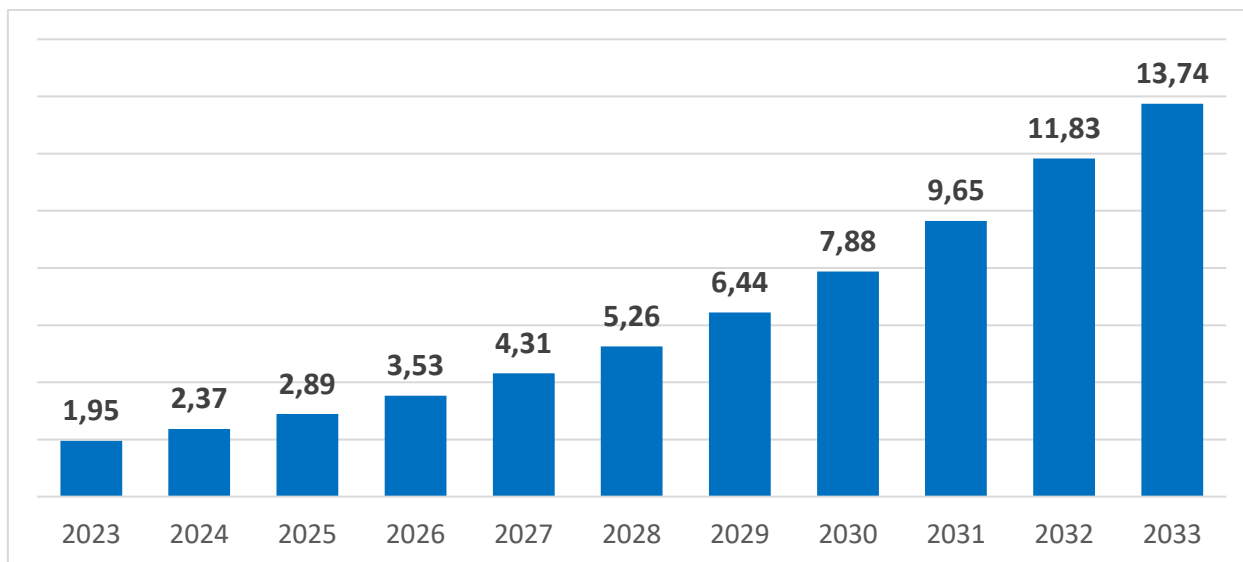


Рис. 2.6 Состояние и прогноз развития рыночного сегмента «лидары» в мире, за период 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research

²⁶ URL: <https://www.precedenceresearch.com/lidar-market>

В 2023 году на долю Северной Америки приходилась наибольшая доля рынка лидаров – 37,11%. Данный регион характеризуется как динамичный и быстро развивающийся, в котором используются лидары в качестве различных приложений для многих отраслей. В регионе наблюдается значительный рост внедрения лидаров, и ключевые факторы, способствующие этой тенденции: разработка и тестирование автономных транспортных средств. Сенсорные решения класса «лидар» играют критически важную роль в обеспечении картографирования в реальном времени и обнаружении объектов, что в целом является базовым фундаментом для безопасного использования беспилотных автомобилей²⁷.

По текущим оценкам, в Азиатско-Тихоокеанском регионе будет наблюдаться самый быстрый рост рынка лидаров на горизонте ближайшего десятилетия. АТР характеризуется ростом урбанизации и развитием соответствующей инфраструктуры. В тоже время решения на основе лидарных технологий имеют существенное значение для городского планирования, инициатив класса «умный город», а также для эффективного развития инфраструктуры, что в совокупной потребности будет способствовать увеличению спроса на лидары. Отметим также, что эти рыночные решения будут востребованы и в других сферах, в том числе, связанных с управлением природными ресурсами региона, включая лесное хозяйство, мониторинг окружающей среды, а также геологические исследования²⁸.

В Европе сегодня также наблюдается рост спроса на лидарные технологии, обусловленный инновационным развитием региона и в частности стремлением многих стран / компаний запустить проекты по тестированию и развёртыванию автономных транспортных средств. Одним из лидеров в этом отношении в регионе является Великобритания. Оценочно, в стране уже реализовано 90 проектов, касающихся подключённого и автономного

²⁷ URL: <https://www.precedenceresearch.com/lidar-market>

²⁸ Там же

транспорта с охватом более 200 организаций и государственным финансированием, превышающим £400 млн²⁹.

Среди общих примеров ключевых факторов роста данного сегмента рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортными средствами можно отметить³⁰:

- развитие автономных транспортных средств и инновационных решений в сфере мобильности;
- всё более широкое внедрение концепции умных городов и сопутствующих технологий;
- технологические усовершенствования лидаров, в том числе за счёт синергии разных игроков;
- экологический мониторинг и повышение внимания к концепции устойчивого развития;
- использование прецизионной агротехники;
- реализация инфраструктурных проектов.

Среди факторов, ограничивающих рынок следует выделить, прежде всего, основной из них – это издержки, приходящиеся на лидарные технологии. Стоимость технологических решений сегодня препятствует широкому внедрению лидаров в различных отраслях. Несмотря на значительный прогресс, затраты, связанные с производством высококачественных сенсоров остаются существенным препятствием, особенно для компаний и секторов экономики со строгими бюджетными ограничениями³¹.

Среди наиболее заметных игроков глобального рынка лидаров можно выделить: Aerometrex (Австралия), Leosphere / Vaisala (США), RIEGL Laser Measurement Systems (ФРГ), Mira Solutions (США), Yellowscan (Франция),

²⁹ URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/62ff438c8fa8f504cdec92df/cam-2025-realising-benefits-self-driving-vehicles.pdf>

³⁰ URL: <https://www.precedenceresearch.com/lidar-market>

³¹ URL: <https://www.precedenceresearch.com/lidar-market>

SICK AG (ФРГ), Leica Geosystems AG (ФРГ), FARO (США), Firmatek (США) и др.

Оценка рыночного сегмента «камеры»

В 2023 году глобальный рынок камер для автомобильных систем оценивался в величину около \$11.5 млрд при совокупном среднегодовом темпе роста в 11,49%. На горизонте к 2033 году данный рынок может возрасти в три раза и достигнуть объёма в \$34,7 млрд³². Текущее состояние и общая прогнозная динамика рынка камер отражена на рис. 2.7.

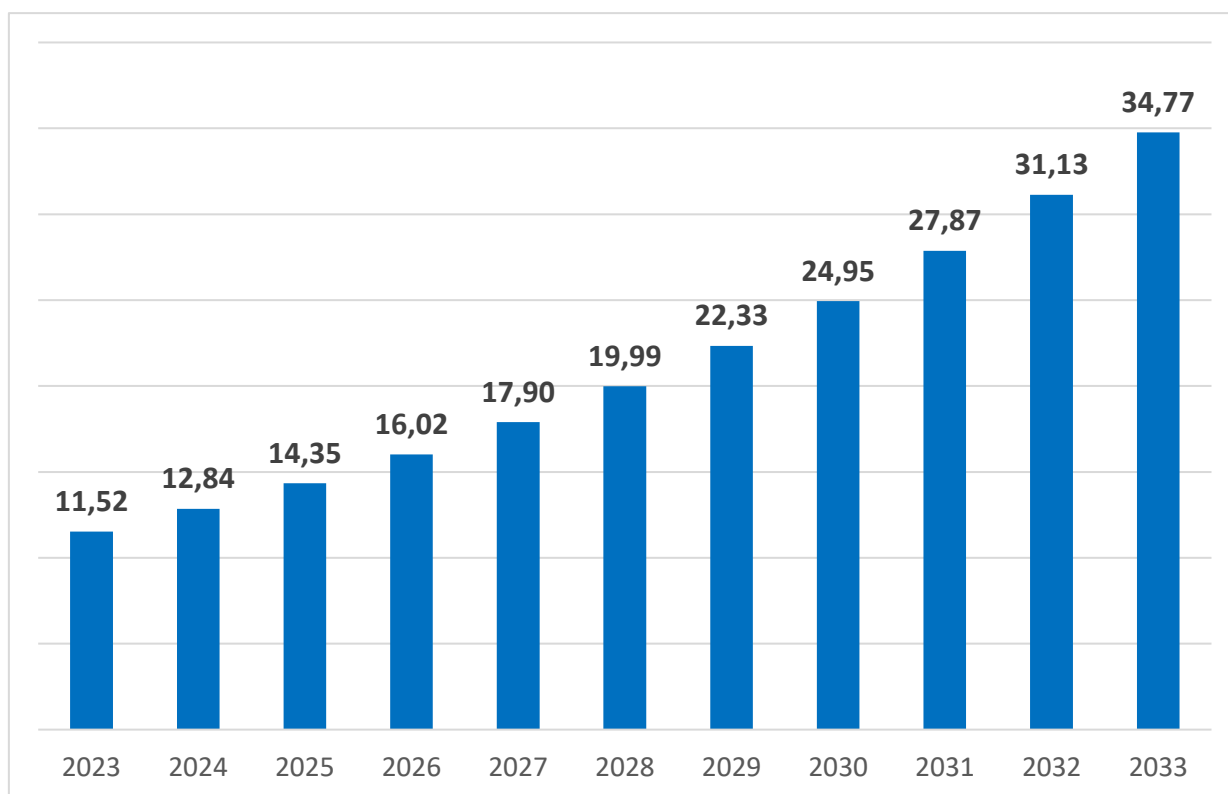


Рис. 2.7 Состояние и прогноз развития рыночного сегмента «камеры» в мире, за период 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research

Прогнозируется, что Северная Америка может занять лидирующие позиции на рынке автомобильных камер, что обусловлено устойчивым спросом на транспортные средства в США, Канаде и Мексике. Широкое внедрение передовых систем помощи водителю (ADAS) как в коммерческих,

³² URL: [https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20\(sister%20firm%20of%20Precedence%20Research.](https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20(sister%20firm%20of%20Precedence%20Research.)

так и в индивидуальных целях ещё больше способствует росту рынка. Кроме того, растущие предпочтения потребителей к наличию систем безопасности ведут к расширению рынка, что приводит к совокупному повышению спроса на камеры в Северной Америке³³.

Также, ожидается, что Европа сохранит значительную долю рынка в сегменте автомобильных камер, в первую очередь из-за строгих требований к ADAS и системам безопасности пассажиров в таких странах, как Германия, Великобритания, Франция и Италия³⁴. Такие инициативы, как Программа оценки новых автомобилей (NCAP)³⁵, также играют ключевую роль в развитии глобального рынка камер в Европе.

Что касается АТР, то здесь Китай и Южная Корея готовы способствовать существенному росту производства автомобилей, что будет драйвером дальнейшего расширения рынка автомобильных камер. Поскольку эти страны продолжают инвестировать в автомобильные технологии и инициативы по обеспечению безопасности, ожидается, что спрос на камеры в транспортных средствах в АТР также покажет позитивную динамику роста в ближайшем будущем³⁶.

Интеллектуальные камеры сегодня представляют собой значительный прогресс в технологиях автомобильной безопасности, разработанные с учетом строгих требований и предлагающие явные преимущества по сравнению с другими сенсорными технологиями, такими как радары или лидары. Используя сложные алгоритмы обработки изображений, умные камеры могут интеллектуально отслеживать дорожные знаки, сигналы светофора и другие визуальные сигналы, что позволяет им идентифицировать объекты и

³³ URL: [https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20\(.sister%20firm%20of%20Precedence%20Research](https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20(.sister%20firm%20of%20Precedence%20Research).

³⁴ Там же

³⁵ URL: <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/>

³⁶ URL: [https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20\(.sister%20firm%20of%20Precedence%20Research](https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20(.sister%20firm%20of%20Precedence%20Research).

предоставлять важную информацию для повышения безопасности транспортных средств³⁷.

Интеллектуальные камеры представляют собой более безопасные и эффективные, в том числе с точки зрения затрат, решения для приложений автомобильной безопасности, предлагая улучшенную видимость, расширенные возможности распознавания объектов и бесшовную интеграцию с существующими системами автомобиля для повышения общей безопасности. Это, в свою очередь, наряду с растущим количеством внедрений решений класса ADAS, выступает одним из драйверов развития данного сегмента рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством³⁸. С точки зрения ограничений для данного рынка можно отметить фрагментарность нормативного регулирования в отдельных регионах мира и отсутствие единых подходов к комплектованию умными камерами автомобилей существующих и новых моделей.

Среди ключевых компаний международного рынка данного сегмента рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством – «камеры», можно выделить такие компании как: Gentex Corporation (США), Continental (ФРГ), Autoliv (Швеция), Hella KGaA Hueck & Co (ФРГ), Bosch Mobility Solutions (ФРГ), Valeo (Франция), Magna International (Канада), ZF Friedrichshafen AG (ФРГ), Panasonic corporation (Япония), Garmin (США) и др.

Оценка рыночного сегмента «радары»

Мировой рынок радаров для автомобильной отрасли в 2023 году оценивался на уровне \$12 млрд с совокупным среднегодовым темпом роста в более чем 35%. Учитывая данный факт, к 2033 году глобальный рынок сегмента «радары» может достигнуть значения в более чем \$250 млрд,

³⁷ Там же

³⁸ URL: [https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20\(sister%20firm%20of%20Precedence%20Research](https://www.globenewswire.com/news-release/2024/04/30/2872458/0/en/Automotive-Camera-Market-Size-to-Worth-USD-23-55-Bn-by-2032.html#:~:text=Ottawa%2C%20April%2030%2C%202024%20(sister%20firm%20of%20Precedence%20Research).

увеличившись в более 20 раз³⁹. Текущее состояние и прогнозная динамика рынка отражена на рис. 2.8.

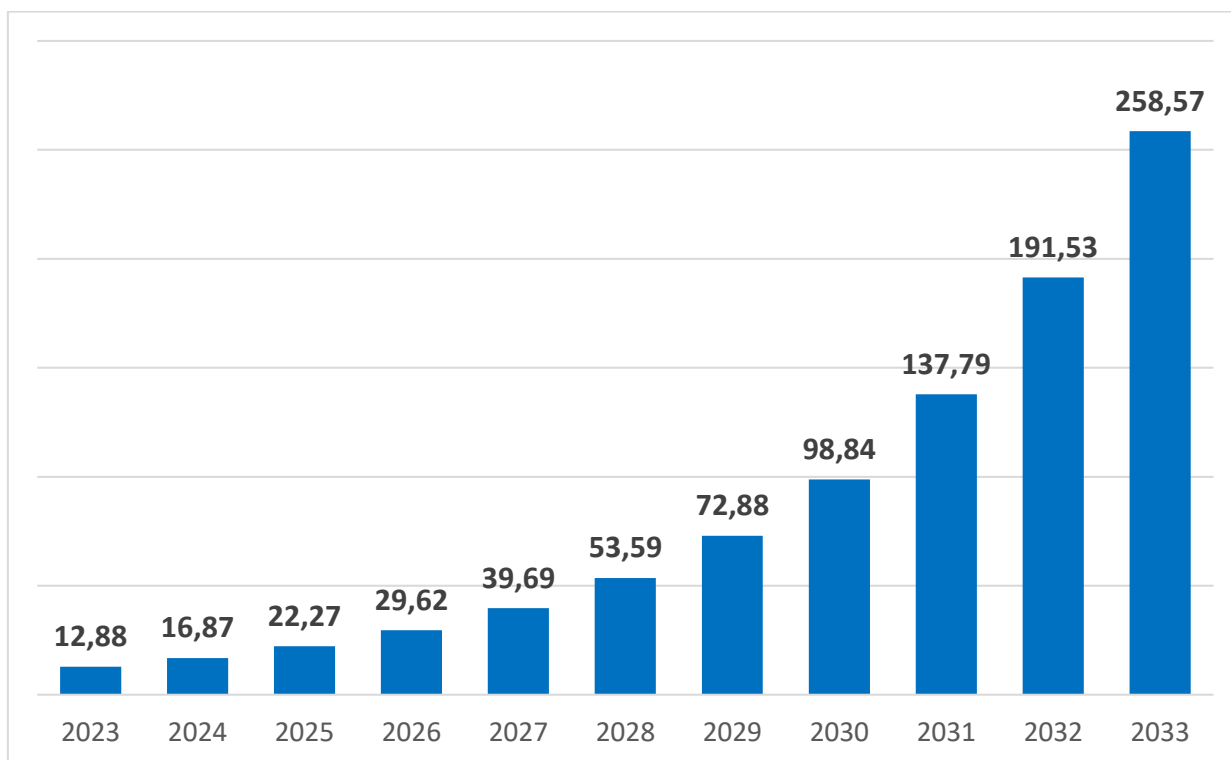


Рис. 2.8 Состояние и прогноз развития рыночного сегмента «радары» в мире, за период 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research

К началу 2023 г. Азиатско-Тихоокеанский регион доминировал на мировом рынке автомобильных радаров, и ожидается, что он будет активно развиваться в ближайшие годы благодаря увеличению покупательной способности в сочетании с «зелёной революцией», преобразующей мобильность в регионе. Китай, Индия, Южная Корея и Япония – одни из тех азиатских стран, которые активно внедряют интеллектуальные мобильные решения для повышения безопасности транспортных средств и снижения загрязнения окружающей среды⁴⁰.

Европа будет демонстрировать стабильный рост в течение прогнозируемого периода. Значительный рост региона обусловлен главным образом правительственными инициативами, принятыми в Германии, Великобритании и в других европейских странах в отношении «зелёной» и

³⁹ URL: <https://www.precedenceresearch.com/automotive-radar-market>

⁴⁰ URL: <https://www.precedenceresearch.com/automotive-radar-market>

«умной» мобильности. Регион стремится снизить уровень загрязнения воздуха и количество аварий. Кроме того, стимулы для населения к внедрению электрической и умной мобильности стали ключевыми драйверами роста в том числе и рассматриваемого рынка в Европе⁴¹.

Северная Америка, наряду с Европой, также стремится переходить на более безопасный и «зелёный» транспорт, однако с точки зрения нормативных инициатив и развития интеллектуальной мобильности регион характеризуется с позиции меньшей степени развитости и перспективности радарных решений.

Среди факторов, обеспечивающих рост спроса на радары: комфортное и безопасное вождение. В частности, речь идёт о росте потребностей в таких функциях безопасности транспортных средств, как системы предотвращения столкновений, помощь при парковке, уведомления о выезде за пределы полосы движения, датчики давления в шинах, телематические сервисы и пр. В то же время нормативные правовые органы в некоторых регионах и странах ввели строгие правила и положения для внедрения расширенных функций безопасности в автономных и полуавтономных транспортных средствах, что, как ожидается, будет также способствовать росту рынка. При этом заметим, что высокая стоимость решений данного сегмента рынка и установки / интеграции ограничивает развитие рынка автомобильных радаров⁴².

Важнейшими компаниями глобального рынка по данному сегменту рынка выступают следующие игроки: Continental (ФРГ), Autoliv (Швеция), DENSO Corporation (Япония), Delphi Automotive Company (Великобритания), NXP Semiconductors (Нидерланды), Texas Instruments (США), Robert Bosch (ФРГ), ZF Friedrichshafen (ФРГ), Valeo (Франция) и др.

Оценка рыночного сегмента «ГНСС-модули»

Категория ГНСС-модулей относится к достаточно большому по определению рынка ГНСС-решений и приложений. В 2023 году рынок ГНСС-решений оценивался в более чем \$250 млрд со среднегодовым совокупным темпом роста в почти 10%. К 2033 году он может вырасти в

⁴¹ Там же

⁴² Там же

2.5 раза и составить уже более \$650 млрд⁴³. Текущее состояние и прогнозная динамика рынка отражена на рис. 2.9.

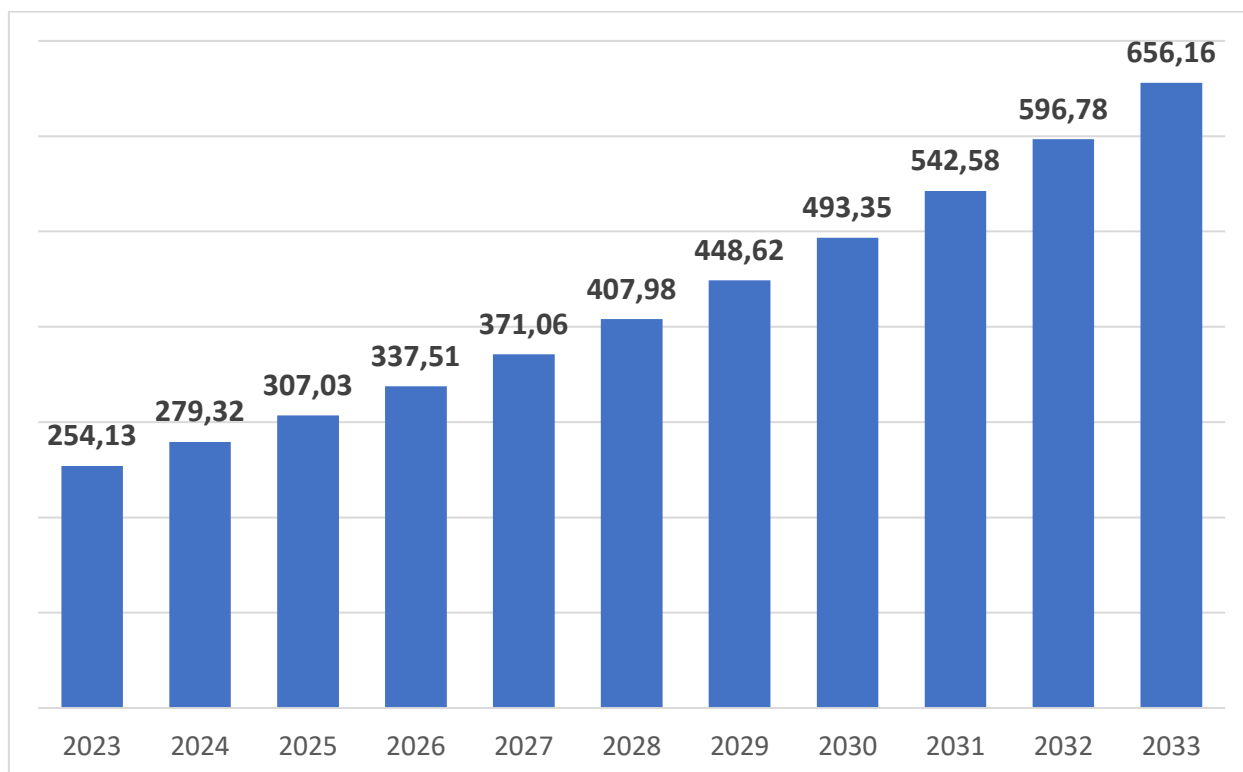


Рис. 2.9 Состояние и прогноз развития рыночного сегмента «ГНСС-решений» в мире, за период 2023-2033 гг., \$ млрд

Источник: Precedence Research

К началу 2023 года наибольшую долю рынка занимала Северная Америка. Присутствие нескольких всемирно известных поставщиков ГНСС-решений, таких как Garmin, Trimble, NovAtel и Hemisphere GNSS наряду с их бизнес- и инновационной активностью способствовали росту рынка. ГНСС-решения широко применяются в различных секторах Северной Америки, в частности таких как транспорт для навигации транспортных средств, логистика в части управления автопарками⁴⁴.

В тоже время в Азиатско-Тихоокеанском регионе наблюдается самый быстрый рост рынка ГНСС-решений, которые внедряются в различных секторах, включая транспорт, сельское хозяйство, строительство, телекоммуникации и другие. Кроме того, несколько стран Азиатско-Тихоокеанского региона разработали или находятся в процессе

⁴³ URL: <https://www.precedenceresearch.com/navigation-satellite-system-market>

⁴⁴ Там же

разработки своих региональных систем ГНСС. Например, в Индии есть Индийская региональная навигационная спутниковая система (IRNSS), также известная как NavIC. Всё это способствует развитию рынка ГНСС-решений в регионе⁴⁵.

В Европе существует хорошо функционирующий и активный рынок ГНСС-решений, на котором особое внимание уделяется разработке и использованию инновационных технологий ГНСС. Одной из ярких особенностей европейского рынка является наличие системы Galileo, которой управляет Европейский союз. Система Galileo предназначена для предоставления независимых услуг позиционирования, навигации и синхронизации пользователям по всему миру. Galileo используется в различных секторах, включая транспорт, сельское хозяйство, телекоммуникации и службы экстренной помощи⁴⁶.

Среди ключевых драйверов роста рынка ГНСС-решений можно выделить рост популярности LBS-сервисов (location-based services). В современном взаимозависимом мире LBS стали повседневными сервисами, легко интегрированными в нашу обыденную жизнь и в широкий спектр отраслей экономики. Растущая зависимость потребителей от приложений, определяющих местоположение, является одной из основных движущих сил рынка ГНСС-решений. В сфере транспорта и управления автопарком данные решения повышают безопасность и эффективность. Системы общественного транспорта используют отслеживание в режиме реального времени, чтобы обеспечить пассажирам точное время прибытия, а логистические компании получают позитивные эффекты от оптимизации маршрутов, чтобы сократить расход топлива и улучшить эффективность, например, в категории «время доставки»⁴⁷.

Растущая обеспокоенность по поводу безопасности является барьером для данного рынка. В настоящее время возникает несколько проблем, связанных с безопасностью, которые вызывают опасения как среди обычных пользователей, так и коммерческих организаций. Уязвимость сигналов ГНСС

⁴⁵ URL: <https://www.precedenceresearch.com/navigation-satellite-system-market>

⁴⁶ Там же

⁴⁷ Там же

к помехам является одной из основных проблем рынка. Преднамеренное подавление или непреднамеренное вмешательство может привести к нарушению сигналов, что приводит к получению неточной информации о местоположении. Эта уязвимость имеет серьезные последствия для таких критически важных секторов экономики, как авиация, морское судоходство и оборона, где точная навигация имеет критическое значение для обеспечения безопасности и защиты⁴⁸.

Среди наиболее заметных глобальных игроков данного сегмента рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством выделим следующие компании: Qualcomm (США), Texas Instrument (США), Trimble Inc. (США), Rockwell Collins (США), Broadcom Inc. (США), Hexagon (Швеция), Furuno Electric Co (Япония), Laird (Великобритания), Cobham (Великобритания), L3Harris Corporation (США), Topcon Corporation (Япония) и др.

2.3 Инвестиционная активность, сделки слияния и поглощения

По данным за 2023 год на мировом рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством было зафиксировано более 50 сделок с общим объемом привлечённых инвестиций в объеме, превышающем \$2 млрд⁴⁹.

Более подробная информация об инвестиционной активности / прошедших сделках с указанием компании, страны размещения штаб-квартиры, сектора работы и объема привлечённых средств представлена ниже, в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Инвестиционная активность на мировом рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством по итогам 2023 года, млн долларов

№	Компания	Страна (HQ)	Сектор работы	Инвестиции
1	Nullmax	КНР	ADAS/AV чипы	\$106.8
2	Kneron	США	ADAS/AV чипы	\$49.0
3	Huixi Technology	КНР	ADAS/AV чипы	\$28.5

⁴⁸ URL: <https://www.precedenceresearch.com/navigation-satellite-system-market>

⁴⁹ URL: <https://semiengineering.com/trendspotting-automotive-ic-startup-funding-in-2023/>

4	EdgeCortex	Япония	ADAS/AV чипы	\$20.0
5	VSORA	Франция	ADAS/AV чипы	\$17.4
6	EVAS Intelligence	КНР	ADAS/AV чипы	\$14.0
7	Aspinity	США	ADAS/AV чипы	\$5.0
8	BOS Semiconductors	Южная Корея	ADAS/AV чипы	\$2.3
9	Chiplego Technology	КНР	ADAS/AV чипы	н/д
10	iStarChip	КНР	Микроконтроллеры	\$14.0
11	YTMicro	КНР	Микроконтроллеры	\$13.8+
12	Advanchip	КНР	Микроконтроллеры	н/д
13	GTA Semiconductor	КНР	Полупроводники	\$1,848.4
14	AST Science Technology	КНР	Полупроводники	\$44.5
15	KKChips Automotive Electronics	КНР	Полупроводники	\$14.5
16	Gongmo Semiconductor	КНР	Полупроводники	\$13.8
17	Immorta Microelectronics	КНР	Полупроводники	\$13.8
18	E-tronic	КНР	Полупроводники	\$1.5+
19	Chipsine Semiconductor	КНР	Полупроводники	\$1.4+
20	Cloud Child Technology	КНР	Полупроводники	\$1.4+
21	Haike Electronics	КНР	Полупроводники	\$1.4+
22	Zhiming Microelectronics	КНР	Полупроводники	\$1.4+
23	Zhongke Saifei	КНР	Полупроводники	\$1.4+
24	GiantOhm	КНР	Полупроводники	н/д
25	J2 Semiconductor	КНР	Полупроводники	н/д

26	LingRui Semiconductor	КНР	Полупроводники	н/д
27	Meraki Integrated	КНР	Полупроводники	н/д
28	PN Junction Semiconductor	КНР	Полупроводники	н/д
29	Xinlian Power	КНР	Полупроводники	н/д
30	Zero-Error Systems	Сингапур	Безопасность	\$2.5
31	Uni-Sentry	КНР	Безопасность	\$1.4+
32	Shanghai Thinktech	КНР	Безопасность	н/д
33	SiEngine Technology	КНР	Решения для кабины	\$72.5
34	Mojo Vision	США	Решения для кабины	\$22.4
35	Oritek Semiconductor	КНР	Решения для кабины	\$14.6+
36	Genesys Microelectronics	КНР	Решения для кабины	\$14.5+
37	Boréas Technologies	Канада	Решения для кабины	\$12.0
38	iGentAI Computing Technology	КНР	Решения для кабины	\$1.5+
39	Dashchip	КНР	Решения для кабины	\$0.6
40	Xlink Semiconductor	КНР	Решения для кабины	н/д
41	SiLC Technologies	США	Лидары	\$25.0
42	Adaps Photonics	КНР	Лидары	\$14.6
43	Leishen Intelligent System	КНР	Лидары	\$13.7+
44	Lumotive	США	Лидары	\$13.0
45	Fortsense	КНР	Лидары	н/д

46	Omnitron Sensors	США	Лидары	н/д
47	Siliconroad Semiconductor	КНР	Лидары	н/д
48	KiSilicon Technology	КНР	Навигация	\$14.3
49	Bynav Technology	КНР	Навигация	\$14.0+
50	Grayscale AI	Великобритания	Навигация	\$0.1
51	Senasic	КНР	Сенсоры давления	\$70.1
52	MZJ Sensor	КНР	Сенсоры давления	\$1.5+
53	Muye Microelectronics	КНР	Радары	\$14.5
54	Guibu Microelectronics	КНР	Радары	\$14.0
55	Youhang Technology	КНР	Радары	\$1.4+

Источник: Semiconductor Engineering

Если рассматривать региональный разрез инвестиционной активности (в рамках финансовых активов и количества прошедших раундов), то здесь доминирует Азиатско-Тихоокеанский регион / APAC, в частности существенная роль в данном регионе отводится экономическому и технологическому лидеру в лице Китайской Народной Республики.

Общая тенденция относительно регионального разреза по инвестиционной активности на рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством по итогам 2023 года наглядно заметна из представленного ниже рис. 2.10.

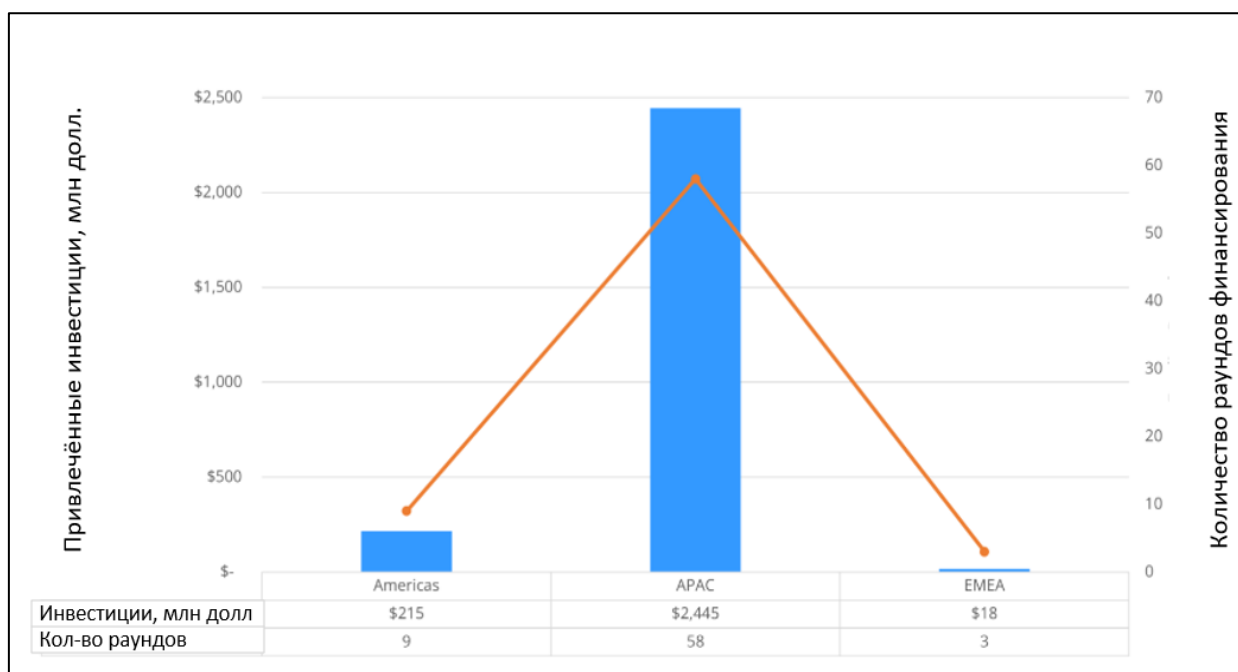


Рис. 2.10 Региональный разрез инвестиционной активности на глобальном рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в 2023 году

Источник: Semiconductor Engineering

Как заметно из рис. 2.10, позиции Азиатско-Тихоокеанского региона выглядят не только лидирующими, но и предполагающими серьезный запас прочности перед другими регионами мира. После АТР, следующим регионом с наибольшим объемом инвестиционной активности, следуя также из рис. 2.10, является Америка, далее следует Европа, Ближний Восток и Африка / регион EMEA.

Отметим, также что наиболее заметный раунд финансирования на общую сумму в \$1,8 млрд состоялся именно в Азиатско-Тихоокеанском Регионе, на территории Китайской Народной Республики⁵⁰.

С участием государственных инвестиционных фондов, производитель полупроводников GTA Semiconductor привлёк рекордный финансовый капитал для расширения, прежде всего, домашнего бизнеса по производству полупроводников. Данный шаг отчётливо следует из-за всё более нарастающих геополитических и санкционных проблем в отношениях с США,

⁵⁰ URL: <https://www.reuters.com/technology/chinese-auto-chipmaker-raises-over-18-billion-beijing-prepares-new-chip-fund-2023-09-06/>

которые ранее ограничили поставку отдельных технологических решений Китаю.

Если рассматривать наиболее важные с точки зрения инвестиционной активности сегменты работы на рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством, то здесь можно выделить в основном такие направления (по убывающей относительно привлечённых инвестиций), как:

- сенсоры давления,
- лидары,
- радары,
- навигация.

Наглядная информация в этом разрезе относительно объёмом инвестиций и количества раундов по сегментам работы компаний представлена на рис. 2.11.

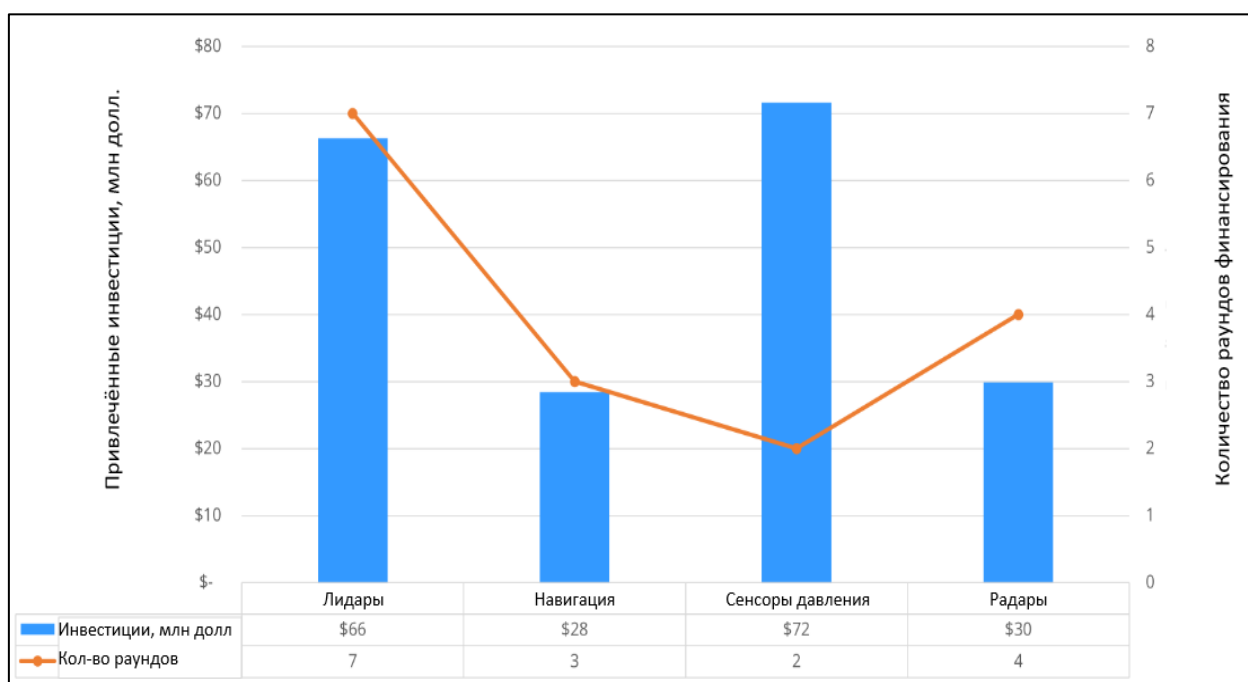


Рис. 2.11 Инвестиционная активность по наиболее важным сегментам работы стартапов на глобальном рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в 2023 году

Источник: Semiconductor Engineering

Далее, если перейти к обзору наиболее заметных сделок слияний и поглощений на рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в 2023 году, то можно отметить их незначительный объём.

Одной из самых важных сделок для рынка, имевших место в 2023 году стало завершение объединения активов двух лидеров в производстве лидарных технологий: Ouster и Velodyne⁵¹.

В результате сделки M&A между компаниями создаётся существенный технологический игрок с более чем 850 клиентами из автомобильной, промышленной, робототехнической и инфраструктурной и др. отраслей, поддерживаемый объединенным портфелем инновационных аппаратных и программных решений, а также высококлассными инженерными и коммерческими командами.

После интеграции, объединенная под брендом Ouster, компания планирует сохранить около 350 сотрудников со штаб-квартирой в Сан-Франциско и ключевыми офисами в Америке, Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе.

В целом среди ключевых синергетических эффектов от слияния бизнесов Ouster и Velodyne выделяются⁵²:

- наличие широкого портфеля продуктов для обслуживания нынешних и потенциальных клиентов, включая лидары серий Ouster OS и DF, лидары модели Velodyne Lidar, а также программное обеспечение Ouster Gemini и Bluecity;
- расширение партнерской экосистемы и каналов сбыта для ускорения проникновения решений на рынок;
- новые инициативы для стимулирования внедрения инновационных продуктов;

⁵¹ URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20230213005229/en/>

⁵² Там же

- появление обширного портфеля активов интеллектуальной собственности, включающего 173 выданных и 504 ожидающих рассмотрения патента, подкрепленные более чем 20-летним совокупным опытом в области инноваций в области лидарных технологий;

- усиление финансового положения с совокупным балансом денежных средств более \$315 млн по состоянию на начало 2023 года.

Далее перейдём к характеристике основных игроков и стартапов в сфере аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством в мире.

Глава 3. Основные игроки и стартапы в сфере аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

3.1 Компании Азиатско-Тихоокеанского региона

RoboSense (КНР)

Компания RoboSense является одним из мировых лидеров на рынке лидарных решений для автоматизации управления транспортным средством. Миссия компании – сделать мир безопаснее и умнее с помощью инноваций в области автономных технологий. Компания имеет офисы по всему миру, включая США и Германию⁵³. Всего в RoboSense заняты более 1100 сотрудников. Основная справочная информация о компании приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Справочная информация о компании RoboSense

Год создания	2014
Основатели	Qiu Chunxin
СЕО Компании	Qiu Chunxin
Штаб-квартира	Шэньчжэнь, КНР
Общий объём привлечённых инвестиций	\$45M+
Последний инвестиционный раунд	Series G
Уровень выручки в год	\$154.9M
Официальный веб-сайт компании	https://www.robosense.ai/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

В своём рыночном предложении компания RoboSense выделяет следующие продукты⁵⁴:

1. P6⁵⁵. Один из самых инновационных лидаров, выпущенных RoboSense, имеющих наиболее совершенные характеристики, в частности: поле зрения / FoV – 360° x 25°, 200 метров – горизонт идентификации объектов. Данный лидар представляет собой один из ключевых драйверов для ускорения внедрения и развития систем автоматизации управления транспортным средством. P6 оснащен независимо разработанным программным обеспечением, поддерживающим одновременный вывод результатов восприятия со стороны нескольких лидаров и обработку

⁵³ URL: <https://www.robosense.ai/en/about>

⁵⁴ URL: <https://www.robosense.ai/en/scheme>

⁵⁵ URL: <https://www.robosense.ai/en/rslidar/RS-Fusion-P6>

интегрированной информации в реальном времени. Это, в свою очередь, приводит к более точному восприятию информации о динамичных и статичных объектах в сложных транспортных условиях.

2. V2X⁵⁶. RoboSense V2X-решение сочетает в себе передовые технологии в инновационном оборудовании с использованием аппаратных решений класса «лидар» и программного обеспечения для идентификации и восприятия окружающей транспортной среды. Это решение позволяет преодолеть многие ограничения для развития интеллектуальных транспортных систем и способствовать быстрому развитию умной инфраструктуры для безопасного автономного транспорта.

3. Reference⁵⁷. В эту категорию компания относит сенсорные системы с развитым программным обеспечением на основе технологии искусственного интеллекта. Данный тип решений предназначен для развития автономных систем, в том числе класса ADAS.

4. HyperVision 1.0⁵⁸. Программное обеспечение на основе технологии искусственного интеллекта специально разработанное для решений по автоматизации управления транспортным средством.

По данным на середину 2024 года компания RoboSense выиграла престижную награду 2024 Tech.AD Award for Sensors & LiDAR и активно участвовала со своими решениями в проектах по развитию систем автономного транспорта не только на территории домашнего региона в КНР, но и за его пределами. Так, например, в этом году в инновационные автомобили Lotus (Великобритания) в рамках соглашения с RoboSense стали устанавливаться лидарные решения компании⁵⁹.

Важно также заметить, что в начале 2024 года компания объявила о своём членстве в Mcity, государственно-частном исследовательском центре относительно вопросов мобильности, в том числе автоматизированной мобильности на базе Мичиганского университета (США). Членство в экосистеме Mcity подчеркивает стремление RoboSense оставаться в авангарде технологических достижений в сфере автотранспорта⁶⁰.

⁵⁶ URL: <https://www.robosense.ai/en/rslidar/RS-V2X>

⁵⁷ URL: <https://www.robosense.ai/en/rslidar/RS-Reference>

⁵⁸ URL: <https://www.robosense.ai/en/rslidar/HyperVision1>

⁵⁹ URL: <https://www.robosense.ai/en/news-show-1780>

⁶⁰ URL: <https://www.robosense.ai/en/news-show-1779>

Navisys Technology Corp. (Тайвань)

Компания Navisys Technology была основана с целью предоставления решений по определению позиционирования и решений для обеспечения беспроводной связи. Со временем её бизнес расширился на сферы систем отслеживания места нахождения, аппаратных и программных продуктов / услуг сферы Интернета вещей. В компании сегодня занято несколько десятков сотрудников. Основная справочная информация о Navisys Technology представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Справочная информация о компании Navisys Technology

Год создания	2006
Основатели	н/д
СЕО Компании	Jau-Yang Chen
Штаб-квартира	Синьчжу, Тайвань
Общий объём привлечённых инвестиций	н/д
Последний инвестиционный раунд	н/д
Уровень выручки в год	\$3М+
Официальный веб-сайт компании	https://www.navisys.com.tw/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Среди актуального продуктового предложения Navisys Technology⁶¹ выделяются:

1. GPS/GNSS⁶². Устройства для определения позиционирования в различных интерфейсах и типах исполнения, которые варьируются от поддержки исключительно GPS или GPS + ГЛОНАСС до поддержки GPS + ГЛОНАСС + BEIDOU + GALILEO + QZSS, с вариациями диапазонов частот от L1 до L1 + L2/L1 + L5.

2. RTK⁶³. Продукты для обеспечения точности в рамках как горизонтального, так и для вертикального позиционирования с точностью до сантиметра.

3. Modem⁶⁴. Модемы разных поколений, среди доступных вариантов: 4G LTE и 3G.

⁶¹ URL: <https://www.navisys.com.tw/Default>

⁶² URL: <https://www.navisys.com.tw/ProductGPS>

⁶³ URL: <https://www.navisys.com.tw/ProductRTK>

⁶⁴ URL: <https://www.navisys.com.tw/ProductModem>

4. Tracker⁶⁵. Трекеры, которые используют технологии сетей связи от 2G, 3G, 4G до NB-IoT/Cat M. Технологии определения позиционирования применяются от только GPS до GPS + ГЛОНАСС, а также до одновременного GPS + ГЛОНАСС + BEIDOU + GALILEO + QZSS.

5. NG/LPG⁶⁶. Специальные устройства для считывания показаний счётчиков, управления счётчиками, доставки оповещений в режиме реального времени.

Компания Navisys Technology имеет незначительное представление в СМИ, известно о стремлении компании укреплять свою технологическую экспертизу и расширять рынки сбыта. В основе чего лежат видение Navisys Technology: быть доверенным поставщиком услуг на основе технологий Интернета вещей; миссии – быть ориентированным на рынок; и ключевых ценностей: честность, инновации и доверие клиентов⁶⁷.

Среди ключевых партнёров Navisys Technology следует выделить одну из крупнейших, успешных и инновационных компаний мира – американскую Qualcomm.

Denso Corporation (Япония)

Denso Corporation – международная корпорация, фокусирующаяся на передовых решениях для автотранспорта, направленных на повышение благополучия людей и положительные изменения во всём мире. Миссией компании заявлено создание сильного бренда продуктов и услуг, уделяя особое внимание надёжности и технологиям по защите окружающей среды. В корпорации Denso трудоустроено на сегодня более 160 тыс. человек по всему миру⁶⁸. Основная справочная информация, кратко характеризующая компанию, представлена в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Справочная информация о компании Denso Corporation

Год создания	1949
Основатели	н/д
СЕО Компании	Кoji Arima
Штаб-квартира	Кария, Япония
Общий объём привлечённых инвестиций	-

⁶⁵ URL: <https://www.navisys.com.tw/ProductTracker>

⁶⁶ URL: <https://www.navisys.com.tw/ProductNB>

⁶⁷ URL: <https://www.navisys.com.tw/>

⁶⁸ URL: <https://www.denso.com/global/home/>

Последний инвестиционный раунд	Post-IPO Debt
Уровень выручки в год	\$47B+
Официальный веб-сайт компании	https://www.denso.com/global/home/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

В качестве компании-производителя компонентов для автомобильной индустрии Denso занимает второе место по объёмам продаж профильных компонентов и систем. В фокусе внимания компании находятся такие технологические направления как:

- подключённое вождение,
- технологии ADAS,
- электрификация,
- автоматизация.

В разных странах мира Denso Corporation было зарегистрировано более 40 тыс. патентов, а её расходы на исследования и разработки превышают \$4 млрд⁶⁹.

Среди ключевых продуктов Denso можно отметить следующие:

1. Thermal Management & Air-conditioning Systems⁷⁰. Терморегулирование и системы кондиционирования воздуха. Компания предлагает решения для оптимального управления тепловой энергией и кондиционирования воздуха, необходимые в транспортном средстве, что повышает как энергоэффективность, так и комфорт.

2. Power-train Systems⁷¹. Системы силовой передачи в части: автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (бензин / дизель), гибридных автомобилей, электромобилей на основе аккумуляторных батарей, электромобилей на топливных элементах.

3. Safety and Cockpit Systems⁷². Решения для обеспечения безопасности и кабинные системы. В эту группу решений входят системы распознавания условий вождения, в том числе камеры, радары и лидары; системы динамического управления транспортными средствами; системы

⁶⁹ URL: <https://www.denso.com/ru/ru/about-us/corporate-info/>

⁷⁰ URL: <https://www.denso.com/global/en/business/products-and-services/mobility/airconditioning/>

⁷¹ URL: <https://www.denso.com/global/en/business/products-and-services/mobility/powertrain/>

⁷² URL: <https://www.denso.com/global/en/business/products-and-services/mobility/safety-cockpit/>

безопасности при столкновении; системы обеспечения видимости; информационные системы для кабин транспортного средства; системы информационной безопасности и прочие решения.

4. Automotive Service Parts and Accessories⁷³. Автомобильные запасные части / компоненты и аксессуары: детали для технического обслуживания, ремонтные запчасти и др.

5. Service Station⁷⁴. Станции технического обслуживания автомобилей.

Заметим, что ещё в 1997 году Denso представила исключительно сложный на тот момент продукт – активный инфракрасный сканирующий сенсор, получивший название лидар. В 2012 году его улучшенная и более компактная версия была интегрирована в систему защиты от столкновений, устанавливавшуюся на автомобили марки Daihatsu⁷⁵.

В 2003 году компания первой в мире разработала и вывела на рынок миллиметровый радарный датчик для применения на автомобилях. В 2018 году был представлен образец серийного субмиллиметрового автомобильного радара. Оба эти сенсора функционируют на основе принципа цифрового формирования луча. Фазорегулятор радаров Denso способен переключать направление чувствительности и диапазон датчика для точного обнаружения других транспортных средств при движении как передним, так и задним ходом. Такие устройства устанавливаются на ряд серийных моделей Toyota. Радар является частью системы, помогающей водителю видеть другие автомобили и маневрировать в потоке при смене полосы движения или при движении задним ходом на парковке. Эта же система управляет функцией экстренного торможения для предотвращения столкновений⁷⁶.

Инженерам Denso в 2016 году удалось разработать и внедрить в серийное производство компактную стереокамеру с интегрированным вычислительным блоком. Устройство способно определять препятствия перед автомобилем, например, пешеходов, машины и элементы дорожного ограждения. Помимо обнаружения, стереодатчик измеряет расстояние от

⁷³ URL: <https://www.denso.com/global/en/business/products-and-services/mobility/parts-accessories/>

⁷⁴ URL: <https://www.denso.com/global/en/business/products-and-services/mobility/maintenance/>

⁷⁵ URL: <https://www.denso-am.eu/ua/news/>

⁷⁶ URL: <https://www.denso-am.eu/ua/news/>

автомобиля до объектов, а также находит свободные участки дороги, куда машина сможет при необходимости маневрировать⁷⁷.

В рамках своей текущей стратегии компания Denso расширяет партнёрские отношения и старается выводить новые продукты и услуги на профильные рынки.

Так, например, в июне 2024 года Denso объявила о стратегическом партнёрстве с NTT Data Japan Corporation. Благодаря соглашению компании углубят своё сотрудничество в области стратегии, управления талантами и технологий, поскольку они совместно способствуют развитию автомобильной промышленности Японии и помогают решать социальные проблемы. Партнерство между Denso, которая имеет сильные стороны в автомобильных технологиях, включая автомобильное программное обеспечение, и NTT Data, которая имеет преимущества в технологиях разного спектра применения, включая облачные вычисления, направлено на быструю и эффективную разработку и предложение бортового программного обеспечения для новых моделей автотранспорта⁷⁸.

Кроме того, в 2023 году было объявлено о партнёрстве Denso с компанией AMD, процессорные решения которой войдут в состав новых моделей лидарных продуктов Denso, в частности ожидаемых в 2025 году – Single-Photon Avalanche Diode (SPAD) lidar system⁷⁹.

Hesai Technology (КНР)

Компания Hesai Technology является одним из мировых лидеров в области лидарных технологий для беспилотного транспорта и решений класса ADAS. Продукты компании применимы к широкому спектру транспорта, включая легковые и коммерческие автомобили с усовершенствованными системами помощи водителю, автономные транспортные средства и их роботизированные промышленные приложения. Компания обладает существенными компетенциями в исследованиях и разработках в области оптики, механики, электроники и программного обеспечения. Всего в Hesai Technology работают более 1000 человек. Базовая справочная информация о компании отражена в табл. 3.4.

⁷⁷ Там же

⁷⁸ URL: <https://www.denso.com/global/en/news/newsroom/2024/20240613-g01/>

⁷⁹ URL: <https://www.fiercееlectronics.com/sensors/amd-powers-densos-next-gen-automotive-lidar-systems>

Таблица 3.4. Справочная информация о компании Hesai Technology

Год создания	2014
Основатели	David Li, Kai Sun, Shaoqing Xiang
СЕО Компании	David Li
Штаб-квартира	Шанхай, КНР
Общий объём привлечённых инвестиций	\$599M
Последний инвестиционный раунд	Series D
Уровень выручки в год	\$264M+
Официальный веб-сайт компании	https://www.hesaitech.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Hesai Technology в своём продуктом предложении выделяет следующие типы лидаров⁸⁰:

1. AT (Automotive Long-Range Lidar, Ultra-High Resolution): автомобильный лидар дальнего действия с ультравысоким разрешением.

2. FX (Automotive Short-Range Lidar): автомобильный лидар ближнего действия.

3. XT (Superior Precision, Cost-Effective Solution): автомобильный лидар высокой степени точности, экономически выгодное решение для клиентов.

4. OT (360° Primary Lidar for Large-Scale Deployment): автомобильный лидар с обзором в 360 градусов для масштабного внедрения.

5. Pandar (All-Around Performance, 360° Coverage): высокопроизводительный автомобильный лидар с обзором в 360 градусов.

6. QT (Close Object Detection, Ultra-Wide View): автомобильный лидар ближнего действия.

7. ET (Automotive Long-Range Lidar, Behind Windshield Installation): автомобильный лидар дальнего действия с установкой позади лобового стекла.

К середине 2024 года компания Hesai Technology открыла офисы в нескольких странах мира: Китайской Народной Республике, Соединённых Штатах Америки, а также в Германии, в частности в следующих городах:

⁸⁰ URL: <https://www.hesaitech.com/>

Шанхае, Пало-Альто и Штутгарте соответственно. Клиенты компании находятся в более чем 40 странах мира⁸¹.

В последние годы компания Hesai Technology активно создавала и выводила на рынок новые лидарные решения.

Одним из её приоритетных заказчиков стала Xiaomi⁸², новые электромобили которой начали оснащаться технологическими решениями Hesai Technology и сейчас уверенно находят новых клиентов в КНР и в других странах мира. Заглядывая в будущее, Hesai Technology и Xiaomi намерены углубить своё сотрудничество, сосредоточив внимание на стратегии создания экосистемы «человек-автомобиль-дом». Вместе они будут стремиться способствовать развитию технологий интеллектуального вождения, расширять их области применения и обеспечивать более безопасные и приятные в части впечатлений от путешествий для пользователей по всему миру⁸³.

Среди ключевых стратегических инициатив Hesai Technology заметных на сегодняшний день – расширение своего продуктового предложения и рост числа клиентов, а также увеличение числа стратегических партнёрств с другими участниками рынка.

В части последнего, в 2024 году компанией была достигнута договорённость о стратегическом партнёрстве с одной из крупнейших частных автомобилестроительных компаний из Китая – Great Wall Motors (GWM). Две стороны заявили о совместной реализации нескольких проектов, касающихся исследований и разработок по направлению лидарных технологий⁸⁴.

Ожидается, что ряд новых моделей легковых автомобилей GWM будут оснащены лидарными решениями Hesai Technology. Кроме того, Hesai и GWM планируют сотрудничать в области сверхвысокопроизводительных лидарных технологий в рамках платформы нового поколения Hesai Technology, чтобы совместно исследовать перспективную область интеллектуального вождения

⁸¹ URL: <https://www.hesaitech.com/about/>

⁸² URL: <https://www.hesaitech.com/xiaomi-unveils-revolutionary-su7-electric-vehicle-equipped-with-hesai-high-performance-lidar/>

⁸³ URL: <https://www.hesaitech.com/xiaomi-unveils-revolutionary-su7-electric-vehicle-equipped-with-hesai-high-performance-lidar/>

⁸⁴ URL: <https://www.hesaitech.com/hesai-and-great-wall-motors-announce-strategic-partnership/>

транспортных средств и предлагать своим клиентам одни из самых инновационных решений на рынке⁸⁵.

По данным на конец 2023 года Hesai Technology поставила своим клиентам более 300 тыс. лидарных решений и планирует усилить своё будущее присутствие на рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством⁸⁶.

3.2 Компании Европейского региона

Continental Corporation (ФРГ)

Компания Continental разрабатывает инновационные технологии и услуги для устойчивой и подключённой мобильности. Continental предлагает безопасные, эффективные, интеллектуальные и доступные решения для транспортных средств, промышленных машин, систем дорожного движения и транспорта. Каждые четыре из пяти выпускаемых машин сегодня имеют программное или аппаратное обеспечение производства Continental. Всего в компании работают более 200 тыс. человек по всему миру⁸⁷. Краткая справочная информация о Continental Corporation представлена ниже, в табл. 3.5.

Таблица 3.5. Справочная информация о компании Continental Corporation

Год создания	1871
Основатели	н/д
СЕО Компании	Nikolai Setzer
Штаб-квартира	Ганновер, ФРГ
Общий объём привлечённых инвестиций	-
Последний инвестиционный раунд	-
Уровень выручки в год	€41.4B
Официальный веб-сайт компании	https://www.continental.com/en/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

В рамках своего продуктового предложения Continental Corporation выделяет следующие 3 основные группы специализированных продуктов и услуг:

⁸⁵ Там же

⁸⁶ Там же

⁸⁷ URL: <https://www.continental.com/en/press/studies-publications/figures-data-facts/>

1. Automotive⁸⁸. Автомобильная группа бизнеса включает следующие составляющие:

- интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии для мобильных услуг операторов автопарков и производителей коммерческих автомобилей;

- услуги, связанные с технологиями связи, автомобильной электроникой и высокопроизводительными компьютерами;

- технологии отображения и управления, а также аудио- и видеорешения для салона автомобиля;

- инновационные решения для вспомогательного и автоматизированного вождения;

- технологии пассивной безопасности и управления движением.

2. Tires⁸⁹. Группа бизнеса «шины» для автотранспорта включает в себя такие блоки, как:

- инновационные решения в области технологий по направлению «шины»;

- интеллектуальные продукты и услуги, связанные с шинами и продвижением концепции устойчивого развития;

- цифровые системы мониторинга и управления шинами;

- другие услуги с целью поддержания мобильности автопарков и повышения их эффективности.

3. ContiTech⁹⁰. Это группа технологических решений, в которые Continental включает:

- индивидуальные решения для клиентов разных индустрий (машиностроение, горнодобывающая промышленность, сельское хозяйство и автомобильная промышленность);

- предложение продуктов из резины, полиамида, металла, текстиля и электронных компонентов, сочетая с индивидуальными услугами для удовлетворения потребностей клиентов;

- функциональные и дизайнерские решения для дома.

В рамках своих аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством Continental особенно выделяет несколько моделей

⁸⁸ URL: <https://www.continental.com/en/products-and-innovation/products/automotive/>

⁸⁹ URL: <https://www.continental.com/en/products-and-innovation/products/tires/>

⁹⁰ URL: <https://www.continental.com/en/products-and-innovation/products/contitech/>

камер (Surround View Camera Family, Multi Function Mono Camera), радаров (дальнего и ближнего действия), а также высокопроизводительный лидар модели HRL131 для пассажирских и коммерческих транспортных средств. Данный лидар обеспечивает высокую надёжность, а также эффективную производительность работы в неблагоприятных погодных и дорожных условиях⁹¹.

Заметим, что по итогам 2023 года Continental выпустила более 39 млн сенсорных решений, включая камеры, радары и лидары для своих клиентов по всему миру⁹².

Стратегия компании предполагает фокус на трёх направлениях развития⁹³:

1. Укрепление операционной эффективности.
2. Дифференциация продуктового предложения.
3. Переход от изменений к возможностям.

Компания за последние годы уделяет очень большое внимание вопросам устойчивого ведения бизнеса и развития своей экспертизы по направлениям, связанным с автоматизацией управления ТС, электрификацией, технологиями обеспечения безопасности и подключённостью.

Среди последних новостей Continental можно отметить разработку высокопроизводительной компьютерной системы для автомобилей⁹⁴, а также новейших технологических решений, призванных упростить использование автомобилей между несколькими пользователями посредством использования технологии умного ключа, которым можно делиться через авторизованные смартфоны⁹⁵.

Отдельно выделим, что в 2023 году в рамках развития технологий автоматизации управления ТС Continental заявила о старте эксклюзивных партнёрских отношений с одним из ведущих американских стартапов, работающих в сфере автономного транспорта – Aurora. Совместно компании планируют коммерциализировать технологию беспилотного вождения путём

⁹¹ URL: <https://www.continental-automotive.com/en/components.html>

⁹² URL: <https://www.continental.com/en/press/studies-publications/figures-data-facts/>

⁹³ URL: Там же

⁹⁴ URL: <https://www.continental.com/en/press/press-releases/20240513-cross-domain-hpc/>

⁹⁵ URL: <https://www.continental.com/en/press/press-releases/20240423-cosma-e-class/>

объединения усилий в рамках разработки, производства и обслуживания будущих поколений автономных аппаратных комплектов для Aurora⁹⁶.

Navtech Radar (Великобритания)

Navtech Radar позиционирует себя как компанию из 100 специалистов, которые производят одну из самых развитых систем обнаружения посредством использования радаров для различных индустрий, включая промышленную автоматизацию и безопасность дорожного движения. Ключевая справочная информация о Navtech Radar отображена в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Справочная информация о компании Navtech Radar

Год создания	1999
Основатели	Dr. Stephen Clark, Philip Avery
СЕО Компании	Tom Davies
Штаб-квартира	Вантейдж, Великобритания
Общий объём привлечённых инвестиций	-
Последний инвестиционный раунд	-
Уровень выручки в год	\$5-10М
Официальный веб-сайт компании	https://navtechradar.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Основным продуктом компании являются радары, которые обеспечивают круглосуточную работу в любых условиях, в том числе, когда другие датчики могут выйти из строя. Радары Navtech Radar имеют функции осуществления наблюдения на обширной территории. Радарные системы компании часто используются в критически важных приложениях, где безопасность имеет жизненно важное значение⁹⁷.

Всего в рамках применения радаров компанией выделяются три ключевые области⁹⁸:

1. Security Solutions (Решения применимые для обеспечения безопасности). AdvanceGuard от Navtech – это инновационная система наблюдения за обширной территорией, обеспечивающая автоматизированное непрерывное наблюдение по заданному периметру. Система использует радар высокой чёткости и интеллектуальное программное обеспечение для

⁹⁶ URL: <https://www.continental-automotive.com/en/news/2023/10-26-continental-and-aurora.html#:~:text=For%20this%2C%20Continental%20and%20Aurora,kits%20for%20the%20Aurora%20Driver.>

⁹⁷ URL: <https://navtechradar.com/about/>

⁹⁸ URL: <https://navtechradar.com/radar-solutions/>

обеспечения защиты сложных инфраструктурных объектов, где одновременно может происходить законная и незаконная деятельность, в частности речь идёт об аэродромах и больших складских помещениях.

2. Radar Solutions for Industrial Automation (Радарные решения для промышленной автоматизации). В данной сфере компания предлагает радарные решения, обеспечивающие надёжную работу в неблагоприятных условиях, когда другие датчики могут выходить из строя. Радар дальнего действия с высоким разрешением и обзором на 360 градусов создаёт полную картину окружающей обстановки.

3. Intelligent Transport Systems (Интеллектуальные транспортные системы). Радарные решения Navtech используются дорожными агентствами по всему миру, а также регуляторами, в частности Министерством транспорта США, операторами туннелей, владельцами платных дорог и концессий, а также пожарными службами, чтобы они могли управлять дорогами и туннелями в более безопасной, эффективной и устойчивой манере.

Радарное решение для ИТС обеспечивает комплексное автоматизированное обнаружение происшествий (Automatic Incident Detection, AID), а также сбор и обработку практических данных, таких как количество транспортных средств и их классификация. Радар Navtech может успешно функционировать в условиях плохой видимости, когда вероятность возникновения аварий возрастает, а другие технологические решения могут давать сбои. Он работает в сложных с точки зрения эксплуатации туннелях, когда они могут быть покрыты пылью и грязью; он обнаруживает дым и горючие газы в случае пожара в туннеле и может быть развернут на длинных участках проезжей части, в отдельных проблемных точках и на несвязанных автомагистралях⁹⁹.

Для повышения безопасности радарное решение компании Navtech имеет функционал предупреждения операторов в течение нескольких секунд о происшествии, позволяя быстрее среагировать на чрезвычайную ситуацию. Данные о трафике помогают операторам принимать обоснованные решения для оптимизации транспортных потоков. Кроме того, сбор данных поддерживает точную отчётность по ключевым показателям эффективности и может использоваться для динамического установления отдельных

⁹⁹ URL: <https://navtehradar.com/radar-solutions/radar-for-intelligent-transport-solutions/>

параметров транспортной системы, например, цен на дорожные сборы. Не требуя технического обслуживания в течение более 10 лет, радар Navtech упрощает управление дорожным движением и обеспечивает защиту от вероятных происшествий¹⁰⁰.

В последние несколько лет компания Navtech успешно развивает свой бизнес посредством усиления маркетинговой стратегии, поиска новых рынков, клиентов и партнёров. В частности, в рамках одного из своих приоритетных направлений, компания стремится выходить на рынок интеллектуальных транспортных средств в США.

Так, например, в 2024 году Navtach заключила партнёрское соглашение с Advanced Government Services (AGS), американской компанией занимающейся управлением транспортными потоками и предоставлением услуг по обеспечению безопасности движения в нескольких штатах. Радарные технологии Navtech будут интегрированы с другими технологиями из портфолио AGS и помогут обеспечивать безопасность и эффективность работы автомагистралей США благодаря автоматическому обнаружению происшествий, идентификации нарушений и обработке спектра дорожных данных, поступающих из единой системы AGS.¹⁰¹

STMicroelectronics (Швейцария)

Компания STMicroelectronics с более 40 тыс. сотрудников является ведущим производителем электроники в Европе. Справочная информация о ней представлена в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Справочная информация о компании STMicroelectronics

Год создания	1987
Основатели	н/д
СЕО Компании	Jean-Marc Chery
Штаб-квартира	Женева, Швейцария
Общий объём привлечённых инвестиций	-
Последний инвестиционный раунд	-
Уровень выручки в год	\$17B
Официальный веб-сайт компании	https://www.st.com/

¹⁰⁰ URL: <https://navtechradar.com/radar-solutions/radar-for-intelligent-transport-solutions/>

¹⁰¹ URL: <https://navtechradar.com/news/ags-becomes-the-official-navtech-its-partner-for-washington-oregan-and-idaho/>

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Производственные мощности STMicroelectronics расположены в 12 странах мира. Более 11 тысяч сотрудников заняты исследованиями и разработками – инновационное лидерство компании подтверждено 16 тыс. зарегистрированных патентов¹⁰².

Компания на сегодняшний день является лидером по поставке полупроводниковых приборов для промышленных применений и телевизионных приставок, электроники для автомобильного сектора, интегральных схем для компьютерной периферии и МЭМС датчиков. Вместе с этим, STMicroelectronics поставляет широкий спектр полупроводниковых компонентов для производства различных систем управления и освещения, источников питания и передовых систем контроля доступа¹⁰³.

Компания STMicroelectronics одна из самых инновационных компаний в области полупроводников. Технологический портфель STMicroelectronics включает в себя самые продвинутые CMOS-технологии, а также дополнительные технологические опции: встроенная память, аналоговые и силовые решения.

STMicroelectronics имеет всемирную сеть дизайн-центров и заводов: микросхемы разрабатываются во многих странах Европы, в США, Индии и северных странах Африки. Производство кристаллов осуществляется в Италии, Франции и Сингапуре. Тестирование и корпусирование кристаллов производится в Китае, Малайзии, Мальте, Марокко и Сингапуре¹⁰⁴.

Ассортимент продукции STMicroelectronics включает: аналоговые и смешанные микросхемы, усилители и компараторы, диоды, устройства электромагнитной фильтрации, встроенные микропроцессоры, микроконтроллеры, модули памяти, преобразователи тока и другие модули питания, транзисторы, программное обеспечение и др. В рамках автомобильной индустрии особо выделим радарные решения в части общего класса ADAS-решений, телематические решения и ГНСС-модули¹⁰⁵.

¹⁰² URL: <https://lightcom.su/brend/12724/>

¹⁰³ Там же

¹⁰⁴ Там же

¹⁰⁵ URL: https://www.st.com/content/st_com/en.html

В рамках последнего выделяются модули, которые предназначены для максимальной производительности и оптимизированы для экономичных приложений без ущерба для качества. Конкурентоспособные по цене модули Teseo GNSS от STMicroelectronics позволяют легко интегрировать и мигрировать с существующих продуктов, включая трекеры, телематические устройства, портативные устройства и планшеты, а также морские и спортивные аксессуары. Сочетая высокую точность позиционирования и чувствительность внутри помещений с мощными вычислительными возможностями, модули Teseo-LIV3x одновременно поддерживают несколько глобальных навигационных систем, включая BeiDou, Galileo, ГЛОНАСС, GPS и QZSS¹⁰⁶.

STMicroelectronics, являясь одним из мировых технологических лидеров, активно работает над расширением своего продуктового предложения, увеличивает количество глобальных партнёров из различных индустрий на пути к созданию новых типов продуктов и услуг, которые будут востребованы в ближайшем будущем.

Среди последних новостей компании – это сотрудничество, совместные исследования и разработки, а также поставки своих технологических решений для компаний по всему миру: Airbus¹⁰⁷, ZF Friedrichshafen AG¹⁰⁸, Sanan Optoelectronics¹⁰⁹ и многие другие.

Valeo Group (Франция)

Группа компаний Valeo является поставщиком комплектующих для автомобильной отрасли и технологическим партнёром автопроизводителей по всему миру. Компания разрабатывает инновационные решения для интеллектуальной мобильности. В её составе находятся более 100 тыс. работников. Базовая справочная информация о группе компаний представлена в табл. 3.8.

¹⁰⁶ URL: <https://www.st.com/en/positioning/gnss-modules.html>

¹⁰⁷ URL: <https://www.aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/airbus-and-stmicroelectronics-to-develop-silicon-carbide-power-electronics-for-aircraft.html>

¹⁰⁸ URL: https://press.zf.com/press/en/releases/release_54145.html

¹⁰⁹ URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/06/07/2683466/0/en/STMicroelectronics-and-Sanan-Optoelectronics-to-advance-Silicon-Carbide-ecosystem-in-China.html>

Таблица 3.8. Справочная информация о компании Valeo Group

Год создания	1923
Основатели	Eugène Buisson
СЕО Компании	Christophe Périllat
Штаб-квартира	Крете́й, Франция
Общий объём привлечённых инвестиций	-
Последний инвестиционный раунд	Post-IPO Debt
Уровень выручки в год	€35B
Официальный веб-сайт компании	https://www.valeo.com/en/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Valeo Group представлена в нескольких десятках стран мира с 66 центрами, занимающимися исследованиями и разработками¹¹⁰. В своём технологическом портфолио продуктов группа компаний выделяет следующие категории¹¹¹:

1. Electrification (Решения по электрификации транспортного средства)¹¹².

Благодаря приобретению Valeo Siemens eAutomotive в июле 2022 года Valeo стала ещё более инновационной и конкурентоспособной группой компаний. Благодаря полному спектру решений для низко- и высоковольтных электрических трансмиссий Valeo можно найти как на стандартных, так и на премиальных платформах более чем 20 производителей автомобилей по всему миру.

Компанией также предлагаются решения по управлению температурным режимом для электромобилей. Valeo Group является вторым в мире производителем систем терморегулирования, которые необходимы для обеспечения эффективности, запаса хода, скорости зарядки и долговечности электромобилей и их аккумуляторов.

2. Driving Assistance Systems (Продвинутые системы помощи водителю)¹¹³.

Valeo Group разрабатывает инновационные технологии и автоматизированные системы, позволяющие повысить безопасность и время

¹¹⁰ URL: <https://www.valeo.com/en/mission-and-key-figures/>

¹¹¹ URL: <https://www.valeo.com/en/valeo-technologies-portfolio/>

¹¹² URL: <https://www.valeo.com/en/electrification/>

¹¹³ URL: <https://www.valeo.com/en/assistance-systems/>

реакции на потенциальные опасности на дороге. Сегодня группа компаний уже оснащает ими практически 1/3 новых автомобилей, продаваемых на всех рынках и владеет наиболее полным портфелем продуктов, необходимых для создания полной архитектуры передовых систем помощи при вождении (ADAS): датчики, камеры, современное программное обеспечение, искусственный интеллект и даже решения в сфере кибербезопасности. Особенно, в рамках анализируемой группы решений выделяются передовые камеры и лидары Valeo.

С точки зрения камер¹¹⁴, они помогают водителю, обеспечивать практически идеальный с точки зрения используемых технологий обзор окружающей обстановки в автомобиле. Миниатюрные камеры фиксируют окружающую обстановку и передают изображения интеллектуальному блоку управления, который тщательно их обрабатывает и оптимизирует перед отображением на цветном экране автомобиля.

С точки зрения лидарных решений¹¹⁵, они идентифицируют на дороге то, что не видят человеческий глаз, камеры и радар. Лидар Valeo предназначен в том числе для функционирования беспилотных автомобилей и адаптируется к любым условиям освещения, даже к экстремальным условиям, независимо от того, слишком много света или его нет вообще. Лидарные решения группы компаний даже оценивает плотность капель дождя и соответствующим образом рассчитывает тормозной путь.

3. Life On-Board (Пользовательские решения для установки в кабине)¹¹⁶.

Сюда относится система мониторинга состояния водителя. Это новая технология на основе камер, которая анализирует выражение лица водителя с помощью алгоритмов искусственного интеллекта, чтобы проверить его бдительность, определить, отвлечён ли он или сонлив, и при необходимости сделать уведомление. Система не просто распознает водителей и пассажиров: эта система обнаружения может сигнализировать, если в автомобиле остался без присмотра ребенок или животное.

Кроме того, группа Valeo предлагает интерактивные сенсорные экраны для автомобиля, которые улучшают впечатление от вождения и формируют

¹¹⁴ URL: <https://www.valeo.com/en/360-vue/>

¹¹⁵ URL: <https://www.valeo.com/en/valeo-scala-lidar/>

¹¹⁶ URL: <https://www.valeo.com/en/life-on-board/>

будущее более интеллектуальной мобильности, позволяя использовать всё большее количество функций для плавного и интуитивно взаимодействия с автомобилем. Так, например, отдельные решения компании предполагают индивидуальный тепловой комфорт, адаптированный для каждого пассажира в соответствии с его физиологией и потребностями.

Другие решения футуристического характера обеспечивают эффект дополненной реальности, когда может быть, к примеру, пользователем воспроизведен аватар любимого человека, совершающего таким образом совместную с водителем поездку и минимизирующего для последнего эффект эмоциональной отдалённости.

4. Lighting (Решения в сфере освещения)¹¹⁷.

Повышенная сложность технологий освещения предполагает новые функции с точки зрения безопасности и удобства: предупреждающее освещение, разметка на земле, проекция пешеходного перехода или даже персонализация внутренней атмосферы с подходящим освещением салона в соответствии с желаниями или настроением каждого пассажира или водителя (изменение цвета, интенсивность и пр.). Группа Valeo работает над подобными решениями и укрепляет свою технологическую экспертизу, предлагая свои продукты и услуги в этой категории бизнеса, отличающиеся своим инновационным характером.

25 февраля 2022 года генеральный директор Valeo представил план Move Up – стратегию, охватывающую период 2022–2025 годов и являющуюся частью долгосрочной концепции обеспечения безопасной мобильности. Благодаря ей группа компаний планирует оказаться в идеальном положении для того, чтобы активизировать рост за счёт передовых технологий, устойчивых финансовых показателей и генерирования денежных потоков, которые будут гарантировать сильный бренд для группы Valeo¹¹⁸.

В середине 2024 года стало известно о партнёрстве Valeo с Dassault Systèmes. Как ожидается, в ближайшее время Valeo развернёт платформу 3DEXPERIENCE от Dassault Systèmes, чтобы оптимизировать разработку новых технологий для более безопасной и устойчивой мобильности. Это решение поможет Valeo разрабатывать технологии, необходимые для того,

¹¹⁷ URL: <https://www.valeo.com/en/lighting/>

¹¹⁸ URL: <https://www.valeo.com/en/our-strategy/>

чтобы сделать автомобиль более электрифицированным, автономным и ориентированным на управление программным обеспечением. Кроме того, компания надеется в ближайшее время за счёт использования 3DEXPERIENCE от Dassault Systèmes сократить свои расходы на исследования и разработки с одной стороны и повысить их эффективности / качество с другой стороны¹¹⁹.

3.3 Компании Североамериканского региона

Ouster (США)

Компания Ouster является одним из ведущих мировых производителей лидаров высокого разрешения для приложений большой, средней и малой дальности, а также поставщиком сопутствующих цифровых решений. В компании на сегодняшний день занято более 200 человек, работающих над лидарными технологиями, которые в обозримом будущем позволят раскрыть потенциал рынка аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством. Основная справочная информация о компании представлена в табл. 3.9.

Таблица 3.9. Справочная информация о компании Ouster

Год создания	2015
Основатели	Angus Pacala и Mark Frichtl
СЕО Компании	Angus Pacala
Штаб-квартира	Сан-Франциско, Калифорния
Общий объём привлечённых инвестиций	\$280M+
Последний инвестиционный раунд	Debt Financing round
Уровень выручки в год	\$40M
Официальный веб-сайт компании	https://ouster.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

В рамках аппаратных решений для автоматизации управления транспортным средством компания Ouster предлагает следующие типы лидаров¹²⁰:

1. OSDome¹²¹. Данный лидар предполагает поле зрения в 180 градусов, дальность действия до 20 м и высокое разрешение. OSDome обеспечивает

¹¹⁹ URL: <https://www.valeo.com/en/valeo-partners-with-dassault-systemes-to-accelerate-the-digitalization-of-its-rd/>

¹²⁰ URL: <https://ouster.com/>

¹²¹ URL: <https://ouster.com/products/hardware/osdome-lidar-sensor>

полное покрытие внутри помещений, идентификацию на близком расстоянии для мобильных роботов и транспортных средств.

2. OS0¹²². Лидар этой модели характеризуется ближним радиусом действия, обеспечивая дальность до 35 м. OS0 разработан для всепогодных условий и благодаря своему небольшому размеру может быть легко интегрирован в автономные транспортные средства, тяжелые машины, роботы, дроны и картографические приложения.

3. OS1¹²³. Этот тип лидара характеризуется средним радиусом действия до 90 м и предназначен для использования в любых погодных условиях. Сферы применения – это промышленность, автоматизация, автономные транспортные средства, картографирование, умная инфраструктура и робототехника.

4. OS2¹²⁴. Данный лидар дальнего действия рассчитан на работу до 200 м с обеспечением высококачественной идентификации объектов. Может преимущественно использоваться для работы автономных транспортных средств и промышленных решений в любых погодных условиях.

5. VLP 16¹²⁵. Лидар средней дальности до 200 м действия представляет собой небольшой и компактный датчик, производительность и мощность которого оптимизированы для использования в различных приложениях, включая автомобилестроение, картографирование, робототехнику, безопасность и инфраструктуру.

6. VLS 128¹²⁶. Данный тип лидара дальнего действия наиболее применим для автономной мобильности, где необходимо сочетание дальности обнаружения, чёткости изображения и поля зрения в 360 градусов на дороге. Этот тип лидара является одним из наиболее совершенных и технологически продвинутых в портфолио компании.

Заметим, что лидарные решения класса VLP и VLS предлагаются на основе объединенного с Velodyne портфеля решений. Ранее, в п. 2.3, был

¹²² URL: <https://ouster.com/products/hardware/os0-lidar-sensor>

¹²³ URL: <https://ouster.com/products/hardware/os1-lidar-sensor>

¹²⁴ URL: <https://ouster.com/products/hardware/os2-lidar-sensor>

¹²⁵ URL: <https://ouster.com/products/hardware/vlp-16>

¹²⁶ URL: <https://ouster.com/products/hardware/vls-128>

представлен краткий обзор сделки M&A между компаниями, которая состоялась в 2023 году¹²⁷.

Помимо аппаратных решений, Ouster также предлагает своим клиентам программные решения следующих классов:

- решения по обеспечению безопасности и эффективности движения посредством V2X платформы (BlueCity);
- цифровая платформа для работы лидарных решений (Gemini);
- визуализация лидарных данных (Ouster Studio)¹²⁸.

По состоянию на середину 2024 году Ouster имела более 800 активных клиентов, представляющих такие индустрии как: автомобильная отрасль, промышленность, оборонная промышленность, робототехника и дроны, транспортная отрасль и интеллектуальные транспортные системы, аналитика данных, безопасность и др¹²⁹.

По итогам 2023 года Ouster отчиталась о рекордных финансовых показателях в своей истории¹³⁰. Это служит подтверждением успешности аппаратных и программных решений компании на рынке аппаратных решений систем автоматизации управления транспортными средствами. В будущем, с развитием направления транспортной автоматизации, Ouster имеет большой потенциал для развития своего бизнеса.

Swift Navigation (США)

Компания Swift Navigation предлагает клиентам решения высокоточного позиционирования для автомобилей, автономных транспортных средств, мобильных устройств и приложений массового рынка. Всего в компании работают порядка 150 человек. Базовая справочная информация о Swift Navigation представлена в табл. 3.10.

Таблица 3.10. Справочная информация о компании Swift Navigation

Год создания	2012
Основатели	C. Beighley, F. Noble, T. Harris
СЕО Компании	Timothy Harris

¹²⁷ URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20230213005229/en/>

¹²⁸ URL: <https://ouster.com/>

¹²⁹ URL: <https://ouster.com/insights/case-studies?industry=>

¹³⁰ URL: [Ouster Announces Record Revenue for Fourth Quarter and Full Year 2023 | Business Wire](https://www.businesswire.com/news/home/20231213005229/en/Ouster-Announces-Record-Revenue-for-Fourth-Quarter-and-Full-Year-2023)

Штаб-квартира	Сан-Франциско, США
Общий объём привлечённых инвестиций	\$200M+
Последний инвестиционный раунд	Series D
Уровень выручки в год	н/д (оценка: \$10-50M)
Официальный веб-сайт компании	https://www.swiftnav.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

Миссией компании является построение более безопасного и эффективного будущего, изменив способы навигации и понимания каждого сантиметра планеты. Компания Swift Navigation на сегодняшний день предлагает полный набор решений для позиционирования, которые являются точными, доступными и легко интегрируемыми, а также надёжными и безопасными для различных автономных приложений, требующих точного позиционирования¹³¹.

Автомобильная отрасль является одной из ведущих для бизнеса компании в части решений точной навигации, решений класса ADAS, V2X-платформ и картографических приложений.

Один из центральных продуктов компании Swift Navigation – это Starling Positioning Engine¹³². По своей сути это технологическое решение по предоставлению высокоточного механизма позиционирования, разработанного для автомобильных приложений, требующих сантиметровой или дециметровой точности с использованием ГНСС-модулей и специальных аппаратных решений.

Отметим, что Starling работает с различными наборами чипсетов ГНСС и инерциальными датчиками, что делает его хорошим решением для автономных приложений массового рынка. Заметим также, что работа Starling Positioning Engine основывается в том числе на основе ГНСС-модулей, разработанных Swift Navigation совместно с компанией STMicroelectronics¹³³.

В конце 2023 года Swift Navigation заявила о запуске партнёрской программы (Swift Partner Program) для ускорения внедрения технологий точного позиционирования на массовом рынке. Как ожидает компания, её инициатива поможет раскрыть такие современные тенденции, как: автономность транспортных средств, промышленная автоматизация и новое

¹³¹ URL: <https://www.swiftnav.com/about-us>

¹³² URL: <https://www.swiftnav.com/products/starling>

¹³³ URL: https://www.swiftnav.com/sites/default/files/pgm_product_summary.pdf

поколение мобильных приложений, основанных на навигационных сервисах¹³⁴.

Swift Navigation находится в стадии становления и развития бизнеса, проводит сертификацию своей продукции и расширяет границы своих операций, выходя за пределы домашнего региона, в том числе в рамках модели партнёрств с другими участниками рынка.

Так, например, в первой половине 2024 года Swift Navigation объявила о партнёрстве с SK Telecom с целью внедрения продуктов на основе искусственного интеллекта, основанных на определении местоположения, в Южной Корее. Партнёрство, как отмечают компании, направлено на повышение точности позиционирования для различных мобильных платформ и будет поддерживаться строгими стандартами безопасности и кибербезопасности.¹³⁵

Seyond (США)

Сфера деятельности компании Seyond сформулирована посредством её миссии – проектировать, создавать и массово производить самые эффективные в мире современные решения в сфере лидарных технологий¹³⁶. В компании на сегодняшний день работают менее 100 сотрудников. Справочная информация о Seyond представлена в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Справочная информация о компании Seyond

Год создания	2016
Основатели	Junwei Bao и Yimin Li
СЕО Компании	Junwei Bao
Штаб-квартира	Саннивейл, США
Общий объём привлечённых инвестиций	\$200M+
Последний инвестиционный раунд	Series C
Уровень выручки в год	н/д (оценка: \$10)
Официальный веб-сайт компании	https://www.seyond.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

¹³⁴ URL: <https://www.swiftnav.com/news/swift-navigation-launches-partner-program-to-accelerate-mass-market-deployment-of-precise>

¹³⁵ URL: <https://insidegnss.com/swift-navigation-and-sk-telecom-partner-to-deploy-ai-powered-location-based-products-in-korea/>

¹³⁶ URL: <https://www.seyond.com/about/>

Среди основных продуктов компании Seyond выделяются несколько типов лидарных решений¹³⁷:

1. Falcon K¹³⁸. Данный лидар может обнаруживать объекты на расстоянии до 500 метров. Это помогает пользователям предвидеть возможную опасность и помогает транспортному средству заранее отреагировать, обеспечивая безопасное и комфортное движение. Falcon K имеет сверхвысокое разрешение, обеспечивающее точность обнаружения. Благодаря функции динамической фокусировки он гибко настраивает область идентификации объектов для лучшего отслеживания. В сложных дорожных условиях лидар обеспечивает повышенную чёткость и более высокий уровень безопасности. Всего компания уже поставила более 250 тыс. лидаров этого типа.

2. Robin W¹³⁹. Лидар данного типа имеет сверхширокое поле зрения (FOV) 120×70°, более широкое обнаружение с точки бокового обзора и отсутствие слепых зон. Robin W обнаруживает объекты на расстоянии до 70 метров. Данный лидар имеет компактную конструкцию для боковых панелей и бамперов автомобилей. Низкое энергопотребление делает этот компактный датчик легко интегрируемым в экосистему транспортного средства.

Кроме своих аппаратных решений, Seyond предлагает также и программное обеспечение – OmniVidi Platform¹⁴⁰. Это комплексная платформа для работы с данными, полученными посредством внедрения лидарных технологий и дополнительных датчиков. Данная платформа охватывает всю линейку продуктов, предлагая полную цепочку инструментов от получения данных до алгоритмических моделей и проверки. Выбирая сценарии тестирования, она помогает клиентам быстро запускать приложения на основе лидарных технологий.

Относительно приложений использования аппаратных и программных продуктов Seyond выделяет такие направления, как¹⁴¹:

¹³⁷ URL: <https://www.seyond.com/products/>

¹³⁸ URL: <https://www.seyond.com/products/falcon-k1/>

¹³⁹ URL: <https://www.seyond.com/products/robin-w/>

¹⁴⁰ URL: <https://www.seyond.com/products/omnividi-preview/>

¹⁴¹ URL: <https://www.seyond.com/applications/>

- автоматизация управления транспортным средством / продвинутые системы помощи водителю (ADAS);
- автоматизация транспортных средств специального назначения для работы в ограниченных условиях;
- управление транспортной инфраструктурой / системы управления дорожным движением;
- системы по управлению превышением грузовых лимитов транспортных средств;
- повышение эффективности работы городских перекрёстков;
- автоматизация железнодорожных операций;
- автоматизация портов и др.

Среди последних новостей компании можно выделить сотрудничество с Curiosity Lab и Peachtree Corners для развёртывания лидарных решений для повышения безопасности уязвимых участников дорожного движения и эффективности функционирования транспортных перекрёстков¹⁴².

Заметим, что Curiosity Lab – это лаборатория интеллектуальной мобильности и умного города с поддержкой 5G, расположенная на юго-востоке США недалеко от Атланты, штат Джорджия. Задуманная как испытательный полигон для новых технологий Интернета вещей, мобильности и умного города, центральным элементом лаборатории является трехмильная автономная полоса для ТС с применением технологий C-V2X¹⁴³.

Дополнительная инфраструктура включает в себя интеллектуальные дорожные камеры и светофоры, умные уличные фонари, первую созданную в стране «Центральную диспетчерскую IoT», и технологический инкубатор. Лаборатория Curiosity Lab, принадлежащая и управляемая Peachtree Corners, является одной из немногих и бесплатных для пользования в Северной Америке реальных сред тестирования новейших технологических решений, где в частности будут также применяться лидарные технологии Seyond в части

¹⁴² URL: <https://www.seyond.com/seyond-collaborates-with-curiosity-lab-and-peachtree-corners-to-deploy-lidar-solution-to-improve-vru-safety-and-traffic-intersection-efficiencies/>

¹⁴³ URL: <https://www.seyond.com/seyond-collaborates-with-curiosity-lab-and-peachtree-corners-to-deploy-lidar-solution-to-improve-vru-safety-and-traffic-intersection-efficiencies/>

решения отдельных проблем, связанных с повышением безопасности уязвимых участников движения и эффективности перекрёстков¹⁴⁴.

Согласно другой дополнительно доступной информации, компания *Seeyond* будет стремиться в ближайшие годы выходить на новые рынки для развёртывания своих продуктов и активизировать сотрудничество с ключевыми участниками рынка аппаратных и программных решений.

MicroVision (США)

Компания *MicroVision* разрабатывает лидары, в частности в приложениях к продвинутым системам помощи водителю (ADAS), автоматизированным транспортным средствам и в приложениях, не относящимся к автомобильной отрасли (промышленность, интеллектуальная инфраструктура и робототехника). С 350 сотрудниками и офисами в США и Германии, *MicroVision* является одним из ведущих игроков на своём рынке¹⁴⁵. Справочная информация о компании представлена в табл. 3.12.

Таблица 3.12. Справочная информация о компании *MicroVision*

Год создания	1993
Основатели	Stephen Willey
СЕО Компании	Sumit Sharma
Штаб-квартира	Рэдмонд, США
Общий объём привлечённых инвестиций	\$326.7М
Последний инвестиционный раунд	Post-IPO Equity
Уровень выручки в год	н/д (оценка: \$10)
Официальный веб-сайт компании	https://microvision.com/

Источник: Crunchbase, CB Insights, PitchBook, публичные данные компании и деловых СМИ

MicroVision в своём продуктовом портфолио выделяют следующие категории лидаров¹⁴⁶:

- MAVIN® N;
- MOVIA™ L;
- MOVIA™ S.

¹⁴⁴ Там же

¹⁴⁵ URL: <https://microvision.com/about/our-story>

¹⁴⁶ URL: <https://microvision.com/products/all-products>

Данные лидарные решения, отличающиеся вариантами исполнения и отдельными техническими характеристиками, составляют основу аппаратного предложения компании на рынке соответствующих решений систем автоматизации управления транспортным средством.

Кроме того, компания MicroVision также предлагает такой продукт, как: MOSAIK™ SUITE¹⁴⁷. Это программный продукт, который автоматически осуществляет проверку датчиков и алгоритмов, позволяя при этом реализовать проекты машинного обучения и искусственного интеллекта.

По данным на 2024 год компания получила более 700 патентов, а её клиентами и партнёрами стали одни из ведущих компаний мира: Microsoft, Audi, Sony, Valeo, BMW, Sharp, Ford, Rivian и другие¹⁴⁸.

На сегодняшний день MicroVision активно представляет свою экспертизу как на домашнем рынке, так и за его пределами. Так, например, в начале июня 2024 года компания приняла участие в конференции Deutsche Bank's Global Auto Industry с последующими планами делиться своей экспертизой и представлять инновационные аппаратные и программные решения для рынка автоматизированной мобильности будущего для всё большего количества заинтересованных лиц¹⁴⁹.

Компания MicroVision, основываясь на последних актуальных новостях, планирует активно развивать свою технологическую экспертизу и осуществлять поиск новых клиентов и партнёров.

Отметим здесь, что одним из важнейших партнёрских проектов 2023 года для MicroVision стала совместная деятельность с компанией сферы ИТ – Luxoft в рамках работы над решениями класса ADAS. Как отмечают компании, сотрудничество будет способствовать дальнейшему развитию приложений класса ADAS и автоматизации движения транспортных средств. Luxoft и MicroVision планируют также в ближайшем будущем разрабатывать программное решение для создания цифрового двойника в части пилотных проектов 3-го уровня автономности по классификации SAE¹⁵⁰.

¹⁴⁷ Там же

¹⁴⁸ URL:

https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/_e4fdb92ca32043771a7abcf3ae046c30/microvision/db/1162/11310/pdf/MVIS+Investor+Slides+Final+050924.pdf

¹⁴⁹ URL: <https://ir.microvision.com/news/press-releases/detail/403/microvision-management-to-participate-in-deutsche-banks>

¹⁵⁰ URL: <https://www.luxoft.com/pr/luxoft-and-microvision-join-forces-to-enhance-adas-automated-testing-at-scale>

Глава 4. Российский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством

4.1 Общая характеристика рынка. Драйверы и барьеры развития

В настоящее время российский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством значительно отстает по уровню развития от рынков стран-технологических лидеров по многим сегментам. Сопоставляя уровень развития отечественного рынка аппаратных сенсорных решений, следует отметить, в первую очередь, общее отставание в уровне развития российского рынка в сегментах интеллектуальных транспортных решений, технологий автономного вождения и решений типа ADAS.

В значительной части сегментов используемых в автомобилях сенсорных решений отмечается высокая доля проникновения импортной продукции: по словам представителей отрасли разработчиков сферы технологий автономного вождения, существуют сегменты, где доля импортной продукции в задействуемых на российском пространстве комплектующих приближается к 100% (в частности - автомобильные камеры, используемые в системах автономного управления). При этом некоторые научно-технические организации, осуществляющие разработки в сфере технологий автономного вождения, осуществляют закупку камер и другого оборудования у китайских поставщиков. Через схемы параллельного импорта также осуществляется ввоз и продукции брендов производителей из «недружественных» стран. При этом в 2024 году ситуация усугубилась ввиду ужесточения китайскими государственными банками ограничений на работу с российскими клиентами.

По сегменту навигационных аппаратных решений (ГНСС и ИНС) отмечается более широкое присутствие отечественных производителей, как и более высокий уровень представленных продуктов в этой области. Однако и в данном сегменте российские производители используют электронную компонентную базу иностранного производства, что осложнило их положение в период введения санкций после февраля 2022 года. Вместе с тем, на текущий момент в данном сегменте присутствует отечественная продукция, способная конкурировать по своим ценовым и качественным характеристикам. Согласно оценкам российских и зарубежных экспертов, на российский рынок навигационных модулей приходится около 1% от общего объема мирового

рынка навигационной аппаратуры, а вместе со странами СНГ эта цифра составляет 1,5-2%.

По сегментам лидаров и радаров также до недавнего времени наблюдалось полностью доминирующее положение импортных игроков из числа лидеров глобального рынка. После событий 2022 года и введением в отношении России санкций акцент сместился в сторону китайских производителей сенсорного оборудования. Некоторые отечественные компании из числа разработчиков беспилотных автомобилей и других интеллектуальных транспортных решений приступили к созданию и улучшению собственных разработок в области автомобильных радаров и лидаров. При этом одним из наиболее значимых событий в хронологии развития данного сегмента является объявление о запуске производства собственных лидаров «Яндексом» для своего парка беспилотных автомобилей в ноябре 2021 года.

Несмотря на все существующие барьеры и осложнения, вызванные сложной геополитической обстановкой и невысоким уровнем развития производства электронной компонентной базы в России, нельзя не отметить значительного потенциала развития отечественного рынка аппаратных решений сенсорики систем автономного управления автомобилем, и потенциально возможного ускорения темпов роста в перспективе ближайших нескольких лет. Главным драйвером здесь выступает проявляющийся интерес со стороны компаний и государства к технологиям автономного вождения как таковым, к созданию собственных разработок в области передовых систем содействия водителю / ADAS российскими компаниями. Интерес государства при этом четко выражается в принимаемых инициативах и нормативных правовых актах, регламентирующих развитие и внедрение высокоавтоматизированного транспорта.

Говоря об оценках рынка и других экономических характеристиках, следует отметить отсутствие каких-либо обоснованных оценок текущего объема и прогноза развития по рассматриваемым сегментам. Из опубликованных ранее в открытом доступе оценок следует отметить прогноз аналитиков НТИ «Автонет» объема рынка передовых систем содействия водителю: так, по итогам 2025 года, согласно ожиданиям, объем российского рынка ADAS составит порядка 425 млн долларов США.

Ниже приведена прогнозная оценка данного объема по сегментам передовых систем содействия водителю (см. рис. ниже).

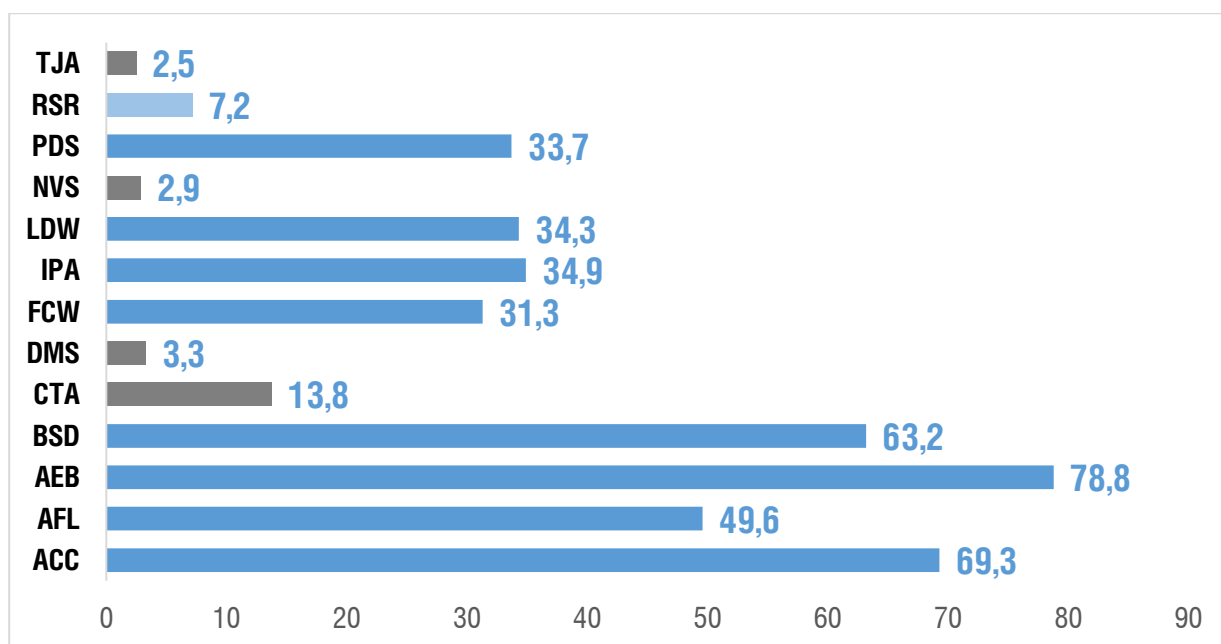


Рис. 4.1 Прогнозные значения (к 2025 г.) рынка передовых систем содействия водителю по типам систем Источник: НТИ «Автонет»

Стоит отметить, что оценка выше не включает в себя рынок полноценных высокоуровневых систем автономного вождения, расширение внедрения которых также прогнозируется в течении ближайших нескольких лет. Можно прорезюмировать, что развитию рынка высокоавтоматизированного транспорта, а, соответственно, и потенциальному росту рынка аппаратных решений систем автономного вождения, в обозримой перспективе будут способствовать следующие факторы:

- Создание и имплементация ряда правительственных инициатив, в том числе в сфере нормативной правовой базы, выраженных, прежде всего, в рамках Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», «Научно-технологической инициативы» (НТИ), Плана мероприятий («дорожной карты») НТИ «Автонет».
- Реализация государственных инициатив / проектов, имеющих статус федеральных, с привлечением бюджетных и частных инвестиций. Примером такого рода проектов является создание беспилотного логистического транспортного коридора на скоростной трассе М11 «Нева», пролегающей между Москвой и Санкт-Петербургом.
- Сильная научно-технологическая подготовка молодых специалистов в сфере инженерных, математических, ИТ-программ.
- Наличие технологического потенциала и значительного уровня экспертизы, выраженного в собственных разработках ведущих ИТ-

компаний России, признаваемых глобально (прежде всего, у «Яндекса»). При благоприятствующих регуляторных режимах и сохранении стратегических инициатив в сфере беспилотного транспорта, компания может претендовать на значительный прорыв в развитии технологий автономного вождения, как на национальном, так и международном, представляя страну, уровне.

- Усиленная необходимость разработок в смежной отрасли: сохраняющаяся геополитическая напряженность способствует необходимости ускоренного развития отечественных разработок в сфере беспилотных авиационных систем, в том числе – в сфере компонентов систем автоматизированного управления
- Формирование технологических партнёрств, с учётом геополитических ограничений, с ключевыми странами-лидерами рынка сенсорных аппаратных решений преимущественно Азии в лице КНР и китайских национальных компаний – текущих лидеров глобального рынка беспилотных автомобилей по ряду отдельных экономико-технологических показателей.

Стоит отметить, что по словам представителей отрасли разработки беспилотных технологий, в первом полугодии 2024 года также отмечается оживление спроса на решения в области роботизации наземной специальной техники, задействованной в различных бизнес-процессах. Автоматизация специальной техники российскими компаниями в обозримой перспективе может стать одним из катализаторов развития отечественного рынка аппаратных сенсорных решений автономных систем.

4.2 Ключевые компании

Ниже мы рассмотрим примеры наиболее ярких представителей российского рынка – разработчиков и производителей компонентов систем автоматизации управления ТС, разработчиков радиолокационной, оптико-электронной и навигационной аппаратуры, осуществляющих предложение своей продукции на отечественном рынке в обозначенных нами сегментах.

ООО «Яндекс»

Таблица 4.1. Справочная информация о компании

Год основания	1997 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Савинский Артем Геннадьевич

Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2023 г.), млн. руб.	800 100
Валовая прибыль / убыток (2023 г.), млн руб.	96 970
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2022 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://yandex.ru/company/

«Яндекс» начал работать над технологией беспилотного управления автомобилем в конце 2016 года¹⁵¹. Уже в сентябре 2020-го «Яндекс» выделил направление беспилотных автомобилей в отдельную компанию Yandex Self-Driving Group¹⁵² (Yandex SDG).

Работа беспилотника компании основана на сканировании окружения автомобиля через камеры, системы радаров и LIDAR на 360 градусов, различая дорожную разметку, дорожные знаки, транспортные средства, людей, животных и все другие элементы окружающей среды. Транспортное средство использует эту информацию, чтобы предсказать, как будут двигаться другие объекты, а затем определяет свой собственный маршрут через то же пространство.

В январе 2022 г. для компании «Яндекс» был принят экспериментальный правовой режим¹⁵³, который дает право оказывать услуги такси с помощью беспилотных автомобилей на 18 улицах Москвы, а также на территории «Сколково», в Иннополисе и центре «Сириус» в Краснодарском крае. Позже, в июне 2023 года «Яндекс» объявил о запуске беспилотного такси в одном из районов Москвы — Ясенево¹⁵⁴. При этом в соответствии с законом в машине будет находиться водитель-испытатель, который следит за безопасностью поездки.

Одним из значимых событий для российского рынка аппаратных решений систем автономного вождения являлось сделанное в ноябре 2021 года объявление компании о разработке и установке на беспилотные такси собственных твердотельных лидаров. Конструктивное решение заключалось в

¹⁵¹ <https://yandex.ru/company/>

¹⁵² <https://sdg.yandex.com/>

¹⁵³ <https://www.forbes.ru/tekhnologii/478691-sberavtoteh-i-kamaz-podgotovilis-k-testirovaniu-bespilotnyh-fur-na-dorogah>

¹⁵⁴ https://www.rbc.ru/technology_and_media/07/06/2023/6480446b9a7947c8c046c906

том, что из лидаров убрали всю подвижную электронику, что помогло значительно уменьшить их износ.

Подробных тактико-технических характеристик своих лидаров «Яндекс» на раскрывает. Известно, что лидары показали одинаково хорошую работу при температуре от -30 до $+30^{\circ}\text{C}$. В пресс-релизе компании также сообщается, что лидар может распознать легковой автомобиль на расстоянии в 200 метров, а фуру на расстоянии в 500 метров¹⁵⁵.

Dephan (ООО «Дефан»)

Таблица 4.2. Справочная информация о компании

Год основания	1997 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Майданова Марина Исламовна
Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2023 г.), млн. руб.	Н/Д
Валовая прибыль / убыток (2023 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2022 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://dephan.com/

Российская компания Dephan производит 2D-лидары для применения в различных системах активной безопасности, в том числе – в мобильных робототехнических системах промышленного назначения. В линейку лидаров данного разработчика входят следующие продукты¹⁵⁶:

- Mech 2D: механический 2D лидар: дальность – от 0,5 до 150 м, угол обзора – 360 градусов;
- TSS 2D: твердотельный 2D лидар: дальность – 0,5-150 м, угол обзора – от 27 до 135 градусов;
- Scan TSS 2D: развёртка по 2 осям TSS 2D: угол сканирования по вертикали – 90 градусов, угол сканирования по горизонтали – 350 градусов.

¹⁵⁵ <https://yandex.ru/blog/company/bespilotnyy-flot-yandeksa-pereshel-na-sobstvennyye-lidary-pochemu-eto-vazhno-i-chto-v-nikh-osobennogo?ysclid=lxzb3y5vw7742431542>

¹⁵⁶ <https://dephan.com/#rec753293710>

При этом на странице с описанием лидаров компании заявлены следующие целевые области применения продуктов:

- Повышение безопасности при эксплуатации крупногабаритной техники.
- Измерение объема сыпучих грузов на открытых и закрытых площадках.
- Контроль доступа в опасные зоны и автоматическое управление роботележками.

Cognitive Technology (ООО «Когнитивные технологии»)

Таблица 4.3. Справочная информация о компании

Год основания	2003 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Емельянов Антон Андреевич
Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2023 г.), млн. руб.	Н/Д
Валовая прибыль / убыток (2023 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2022 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://cognitive.ru/

Совместное предприятие «Сбербанка» и компании Cognitive Technologies, Cognitive Pilot, образованное в 2019 году, изначально специализировалось на разработке системы автоматизированного управления для автотранспорта, однако в 2021-м году она исключила разработку систем беспилотного управления для автомобилей из числа приоритетных направлений своей деятельности. Сейчас ключевыми направлениями разработок компании являются автоматизированные системы управления для сельскохозяйственной техники, умные системы активной безопасности рельсового транспорта и радары для беспилотного транспорта.

В 2020-м году компания Cognitive Pilot представила новый инновационный датчик Cognitive Mini Radar для массового использования в отрасли беспилотных транспортных средств. По информации компании, как и всякий радар, принцип действия Cognitive Mini Radar основан на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов. Он относится к классу 3D (сканирует пространство в плоскости). Устройство имеет размеры сравнимые

с зубочисткой и вес 40 граммов. Его рабочая частота составляет 77-81 ГГц или 60-64 ГГц (в этих диапазонах возможно два исполнения). Дальность действия достигает 100 м. Его основным назначением является контроль пространства по периметру транспортного средства (слепые зоны, моменты перестроения, выезд на перекресток, предупреждения о столкновении, парковка и т.д.), а также решение подобного класса задач в робототехнике и мультикоптерах¹⁵⁷.

АО НПП «Радар ММС»

Таблица 4.4. Справочная информация о компании

Год основания	2003 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Анцев Георгий Владимирович
Головной офис	Санкт-Петербург, Россия
Текущий уровень выручки в год (2019 г.) ¹⁵⁸ , млн. руб.	8 200
Валовая прибыль / убыток (2019 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2023 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://radar-mms.com/

Компания позиционирует себя как одного из лидеров российского рынка в области один из лидеров в области создания радиоэлектронных систем и комплексов, точного приборостроения, программного обеспечения. Производит радиолокационное и оптико-электронное оборудование, применяемое в целях разработки систем автоматического управления, беспилотных авиационных систем для различного целевого назначения.

Гиросtabilизированная оптико-электронная система АО НПП «Радар ММС», используемая на беспилотных воздушных судах, оснащена двумя каналами получения изображения и лазерным дальномером, что позволяет осуществлять наблюдение и мониторинг подстилающей поверхности в различных спектрах и получать данные непосредственно на автоматизированное рабочее место в НСУ в высоком разрешении и при любых погодных условиях.

¹⁵⁷ https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Cognitive_Mini_Radar

¹⁵⁸ последние опубликованные данные

Компания также осуществляет разработки систем для водных и наземных робототехнических систем.

Помимо обозначенного выше компания производит изделия микроэлектроники, а также различного назначения программно-аппаратные комплексы: комплексные системы управления техническими средствами, системы предиктивной бортовой диагностики, программно-аппаратные решения для систем «умного города».

АО «НАВИС-Групп»

Таблица 4.5. Справочная информация о компании

Год основания	2012 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Воскобойников Алексей Александрович
Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2023 г.) ¹⁵⁹ , млн. руб.	719
Валовая прибыль / убыток (2019 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2023 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://navis.systems/

Группу компаний АО «НАВИС-Групп» составляют¹⁶⁰:

- АО «КБ НАВИС» (г. Москва) – разработка, производство и реализация специальной техники, высокоточных систем позиционирования, временной синхронизации, морской и авиационной аппаратуры, имитаторов сигналов и другой специализированной навигационной аппаратуры.
- ООО «НВС Навигационные Технологии» (г. Москва) – разработка, производство, реализация, продвижение и техническое сопровождение навигационных приемников для коммерческого рынка на территории России и стран СНГ.

АО «КБ НАВИС» на протяжении более 10 лет занимается изготовлением НАП ГНСС и OEM-модулей, поддерживающих работу по сигналам СНС ГЛОНАСС/GPS и ГЛОНАСС/GPS/GALILEO для различных

¹⁵⁹ последние опубликованные данные

¹⁶⁰ URL: <https://navis.ru/>

условий эксплуатации. Сегодня OEM-модули применяются при построении аппаратуры различного назначения, в том числе НАП автомобильного применения¹⁶¹:

1. НАП СН-5704 предназначен для определения местоположения транспортного средства, позволяет осуществлять мониторинг транспорта, контроль нахождения и перемещения. С помощью автомобильного трекера СН-5704 осуществляется определение координат местонахождения объекта по сигналам ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS, диагностика датчиков и дистанционная передача информации диспетчеру. Обмен сообщениями между терминалом и оператором осуществляется по каналам GPRS, SMS сети GSM. СН-5704 применяется в сфере грузовых и пассажирских перевозок, охранных системах, сельском хозяйстве, страховой телематики.
2. НАП СН-5707 позволяет осуществлять мониторинг транспорта, контроль его местоположения и перемещения по сигналам ГЛОНАСС /GPS/GALILEO/SBAS, контроль пробега и расхода топлива, дистанционное управление подключенными устройствами и системами ТС (сиреной, системой автозапуска двигателя, системой дистанционной блокировки двигателя, дверей и т.д.); накопление информации в энергонезависимую память при отсутствии канала связи (GSM) в течение времени не менее 48 часов; экстренное оповещение о нападении на водителя (пассажиров) и о других нештатных ситуациях. Автомобильный трекер СН-5707 используется в перевозках грузов и пассажиров, диспетчерских системах управления автопарком, сельском хозяйстве, страховой телематике. Обмен сообщениями между СН-5707 и оператором системы осуществляется по каналам GPRS, CSD и SMS сети GSM.

АО НИИМА «Прогресс»

Таблица 4.6. Справочная информация о компании

Год основания	2012 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Немудров Владимир Георгиевич
Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2018 г.) ¹⁶² , млн. руб.	1200

¹⁶¹ URL: <https://navis.ru/>

¹⁶² последние опубликованные данные

Валовая прибыль / убыток (2018 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2023 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://i-progress.tech/

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс» (АО «НИИМА «Прогресс») - ведущий дизайн-центр Российской Федерации по разработке специализированной микроэлектронной элементной базы, участник и головной исполнитель по ряду государственных программ, межотраслевой центр проектирования СБИС типа «Система на Кристалле», разработчик и производитель ГЛОНАСС/GPS навигационных приемников, микроэлектронной аппаратуры.

Ключевые направления деятельности института связаны со следующими областями исследований и разработок:

- Навигационные приемные антенны, микросхемы для ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO, а также электронно-компонентная база и аппаратура для локальных систем навигации.
- Электронные компоненты и аппаратура для систем спутниковой (INTELSAT, EUTELSAT, INMARSAT, ORBCOMM) и сотовой связи (CDMA-one, W-CDMA, WLAN: 802.11, 802.16).
- Интегральные схемы с техническими нормами до 40 нм, СБИС «Система на кристалле» (СнК) и «Система в корпусе» (СвК), в том числе СБИС для спектральной обработки и специализированные СБИС (ASIC).
- СВЧ-микросхемы и сложнофункциональные блоки на базе кремнийгерманиевых технологий.
- Базовые кристаллы для создания полузаказных СБИС с высокопроизводительным процессорным ядром и роконфигурируемой архитектуры для высоконадежных систем, в том числе радиационно-стойких

Еще в 2016 г. АО НИИМА «Прогресс» начало разработку навигационно-связной аппаратуры по заказу Министерства Промышленности и Торговли РФ (Минпромторг РФ). Институтом была разработана универсальная навигационно-связная платформа, которая позволяет объединить разрозненную аппаратуру потребителей на базе автомобильного транспорта.

Компанией разработан отечественный терминал ЭРА-ГЛОНАСС с интегрированными отечественными навигационным приемником ПРО-04 и 3G модемом. Основными заказчиками продукции и услуг АО «НИИМА «Прогресс» приходились: Минпроторг России, АО «МНИРТИ» и АО «ОРКК».

Orient Systems (ООО «4ГНСС»)

Таблица 4.7. Справочная информация о компании

Год основания	2012 г.
Генеральный директор / руководитель организации	Лебедев Сергей Александрович
Головной офис	Москва, Россия
Текущий уровень выручки в год (2023 г.) ¹⁶³ , млн. руб.	132
Валовая прибыль / убыток (2023 г.), млн руб.	Н/Д
Уровень экспортной выручки от реализации услуг в рамках обозначенных сегментов (2023 г.)	Н/Д
Официальный веб-сайт компании	https://orsyst.ru/

Ориент Системс - российский разработчик и поставщик высокоточных ГНСС-решений для различных сфер применения: гидрографии, майнинга, БПЛА, беспилотного транспорта, сельского хозяйства, геодезии и других.

Каталог продукции компании включает в себя следующие группы решений:

- OEM-платы
- ГНСС-приемники, модемы, антенны
- Контроллеры
- Программное обеспечение
- Лидары
- Сопутствующие аксессуары

Можно отметить следующие конкурентные преимущества продукции Orient в сфере ГНСС-трекеров и сенсорного оборудования:

¹⁶³ последние опубликованные данные

- Конкурентоспособность продукции в сравнении с доступными на международном рынке аналогами: Orient Systems придерживается высоких стандартов качества при разработке и производстве своей продукции.

- Индивидуальный подход: компания готова разрабатывать индивидуальные решения под конкретные задачи заказчика.

Навигационная система Ориент Системс использовалась на борту беспилотного электробуса НГТУ - участника соревнований беспилотных автомобилей "Зимний город" 2019 года. По результатам квалификационных тестов беспилотный электробус команды НГТУ с навигационной системой стал лидером соревнований и вышел в финал.

Ниже представим агрегированную информацию с основными показателями деятельности ключевых компаний НТИ по направлению рынка зарядной инфраструктуры для электротранспорта (табл. 4.8).

Таблица 4.8. Основные показатели деятельности компаний НТИ в рамках исследуемого сегмента рынка по итогам 2023 года

Количество компаний НТИ, осуществляющих деятельность на рынке	более 30*
Количество компаний НТИ, имеющих экспортную выручку от реализации продуктов в сфере подключенного транспорта	Н/Д
Общая выручка компаний НТИ (млн. руб.) ¹⁶⁴	1 215 300
Общий уровень выручки компаний НТИ от продуктов / услуг в сфере аппаратных решений систем автономного вождения, млн. руб.	20 260***
Общий уровень экспортной выручки компаний НТИ	Н/Д
Общее количество зарегистрированных компаниями НТИ патентов, РИД, ед.	более 2780¹⁶⁵
Количество реализованных проектов компаниями НТИ по направлению разработки и внедрения аппаратных решений систем автономного вождения ед.	более 30

* с учётом компаний, входящих в экосистему рынка

** оценки на основании имеющихся в открытом доступе данных по компаниям, предоставившим информацию об объеме экспорта за 2022 год

*** экспертная оценка

¹⁶⁴ Оценка произведена на основании экстраполяции доступных рядов данных за разные временные периоды

¹⁶⁵ Оценка производилась на основании базы данных Роспатента. Точный подсчет затруднителен ввиду ограниченной возможности фильтрации по целевым ключевым запросам

Заключение

Российский рынок аппаратных решений систем автоматизации управления транспортным средством находится на ранней стадии формирования. На пути развития рынка стоят барьеры технологического и экономического характера, обостряемые сохраняющейся геополитической напряженностью. Можно констатировать, что формирование конъюнктуры данного рынка (который сам по себе является составной частью отечественного рынка технологий автономного вождения и наземной робототехники как такового) зависит от дальнейшего хода внедрения на территории России беспилотного транспорта. С другой стороны, на развитие отечественных беспилотных технологий также оказывает сдерживающее влияние недостаточный уровень развития отечественных разработок в сфере аппаратных сенсорных компонентов и практическое отсутствие какой-либо конкурентоспособности отечественных решений в некоторых сегментах. При этом стоит отметить, что на формирование экосистемы рынка высокоавтоматизированных транспортных средств как таковых оказывают влияние не только факторы на стороне аппаратной и электронной компонентной базы: так, на сегодняшний день открытыми остаются вопросы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования процесса внедрения и эксплуатации ВАТС. Ожидаемое в ближайшей перспективе смягчение действия данных барьеров позитивным образом будет способствовать развитию рынка и повышенному спросу на решения в сфере аппаратных сенсорных компонентов.

Несомненно, говоря о существующих проблемах, нельзя не отметить существующего в определенных сегментах (в частности – в навигационном ГНСС-оборудования) высокого уровня конкурентоспособности отечественных продуктов и уже сформированного научно-технического задела российскими организациями по разработкам в части «дефицитных» типов решений. Поддержка разработок российских научно-исследовательских организаций и стартапов, а также реализация инициатив на правительственном уровне, прежде всего, в рамках Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», «Научно-технологической инициативы» (НТИ), Плана мероприятий («дорожной карты») НТИ «Автонет» определенно будут способствовать ускорению развития экосистемы рынка технологий автономного вождения, что, в свою очередь, будет способствовать значительному укреплению технологического суверенитета страны.